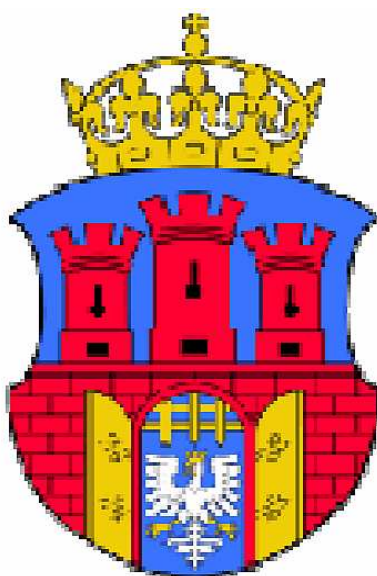


**Urząd Miasta Krakowa**

**OPRACOWANIE  
EKOFIZJOGRAFICZNE  
MIASTA KRAKOWA**



**KRAKÓW 2010**



# **OPRACOWANIE EKOFIZJOGRAFICZNE MIASTA KRAKOWA DO ZMIANY STUDIUM UWARUNKOWAŃ I KIERUNKÓW ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO**

## **Zespół autorski:**

**dr BOŻENA DEGÓRSKA (redakcja i koordynacja)**

**prof. dr hab. KRZYSZTOF BŁAŻEJCZYK**

**prof. dr hab. RYSZARD GRADZIŃSKI**

**prof. dr hab. ALINA MACIEJEWSKA**

**prof. dr hab. JOANNA POCIASK-KARTECZKA**

**prof. dr hab. STEFAN SKIBA**

**dr hab. MAREK DREWNIK**

**dr hab. BOGDANA IZMAIŁOW**

**dr MICHAŁ GRADZIŃSKI**

**dr KAZIMIERZ WALASZ**

**dr MARCIN ŻYŁA**

**mgr MARIA BAŚCIK**

**mgr STEFAN GAWROŃSKI**

**mgr WOJCIECH SZYMAŃSKI**

Opracowanie kartograficzne:

BIURO PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO URZĘDU MIASTA KRAKOWA

oraz

JOANNA JAROSZEWICZ i ANNA KUBIAK

Aktualizacja danych 2011r.



# SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE ( <i>BOŻENA DEGÓRSKA</i> ).....	11
CZĘŚĆ I. CHARAKTERYSTYKA KOMPONENTÓW I PROCESÓW ZACHODZĄCYCH W ŚRODOWISKU .....	15
<b>1. BUDOWA GEOLOGICZNA (<i>MICHAŁ GRADZIŃSKI, RYSZARD GRADZIŃSKI</i>).....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. KOMPLEKSY SKALNE MEZOZOIKU I TRZECIORZĘDU.....</b>	<b>15</b>
1.2.1. Kompleksy skalne mezozoiku i trzeciorzędu Przedmurza Karpat.....	15
1.2.2. Kompleksy skalne mezozoiku i trzeciorzędu Karpat.....	19
<b>1.3. OSADY CZWARTORZĘDU.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4. TEKTONIKA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5. WSPÓŁCZESNE PROCESY GEODYNAMICZNE .....</b>	<b>21</b>
<b>2. RZEŻBA TERENU (<i>BOGDANA IZMAIŁOW</i>).....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. MORFOGENEZA.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. GŁÓWNE JEDNOSTKI MORFOSTRUKTURALNE.....</b>	<b>22</b>
2.2.1. Brama Krakowska .....	23
2.2.2. Płaskowyż Ojcowski .....	24
2.2.3. Płaskowyż Proszowicki.....	25
2.2.4. Pradolina Wisły.....	26
2.2.5. Wysoczyzna Krakowska .....	28
2.2.6. Pogórze Wielickie .....	29
<b>2.3. WSPÓŁCZESNE GŁÓWNE PROCESY MORFOGENETYCZNE.....</b>	<b>29</b>
<b>3. KLIMAT I MIKROKLIMAT (<i>KRZYSZTOF BŁĄŻEJCZYK</i>).....</b>	<b>31</b>
<b>3.1. OGÓLNE CECHY KLIMATU .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. WARUNKI ANEMOLOGICZNE.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3. MIEJSKA WYSPA CIEPŁA .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4. WARUNKI HIGRYCZNE.....</b>	<b>36</b>
<b>3.5. OPAD ATMOSFERYCZNY.....</b>	<b>37</b>
<b>3.6. LOKALNE ZRÓŻNICOWANIE KLIMATU.....</b>	<b>37</b>
<b>4. WODY POWIERZCHNIOWE (<i>MARIA BAŚCIK</i>) .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1. SIEĆ RZECZNA .....</b>	<b>40</b>
4.1.1. Topograficzne działy wodne .....	40

4.1.2.	Charakterystyka cieków .....	40
4.1.3.	Termika wód rzecznych .....	47
<b>4.2.</b>	<b>ZBIORNIKI WODNE .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.</b>	<b>TERENY PODMOKŁE .....</b>	<b>52</b>
<b>5.</b>	<b>WODY PODZIEMNE (JOANNA POCIASK-KARTECZKA).....</b>	<b>53</b>
<b>5.1.</b>	<b>PIĘTRA WODONOŚNE.....</b>	<b>53</b>
5.1.1.	Wody w utworach dewońskich .....	53
5.1.2.	Wody w utworach jurajskich.....	54
5.1.3.	Wody w utworach kredy .....	55
5.1.4.	Wody w utworach trzeciorzędowych.....	55
5.1.5.	Wody w utworach czwartorzędowych .....	56
<b>5.2.</b>	<b>GLÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH.....</b>	<b>57</b>
<b>5.3.</b>	<b>JEDNOLITE CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH.....</b>	<b>59</b>
<b>5.4.</b>	<b>GLĘBOKOŚĆ ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH.....</b>	<b>60</b>
<b>5.5.</b>	<b>DYNAMIKA ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH.....</b>	<b>62</b>
<b>5.6.</b>	<b>WODY MINERALNE .....</b>	<b>63</b>
<b>5.7.</b>	<b>WODY GEOTERMALNE .....</b>	<b>66</b>
<b>5.8.</b>	<b>ZDROJE ARTEZYJSKIE .....</b>	<b>66</b>
<b>5.9.</b>	<b>ŹRÓDŁA.....</b>	<b>67</b>
<b>6.</b>	<b>POKRYWA GLEBOWA (STEFAN SKIBA, MAREK DREWNIK, WOJCIECH SZYMAŃSKI, MARCIN ŻYŁA).....</b>	<b>69</b>
<b>6.1.</b>	<b>STRUKTURA POKRYWY GLEBOWEJ.....</b>	<b>69</b>
<b>6.2.</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA JEDNOSTEK GLEBOWYCH.....</b>	<b>71</b>
6.2.1.	Gleby inicjalne i słabo ukształtowane .....	71
6.2.2.	Gleby bielicoziemne.....	71
6.2.3.	Gleby płowoziemne.....	71
6.2.4.	Gleby brunatnoziemne .....	72
6.2.5.	Czarnoziemy.....	73
6.2.6.	Gleby hydrogeniczne.....	74
6.2.7.	Gleby antropogeniczne.....	75
<b>7.</b>	<b>SZATA ROŚLINNA (WG. EUGENIUSZ DUBIEL, JERZY SZWAGRZYK - RED., 2008) 76</b>	
<b>8.</b>	<b>FAUNA (KAZIMIERZ WALASZ).....</b>	<b>94</b>
<b>8.1.</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA FAUNY KRAKOWA .....</b>	<b>94</b>
8.1.1.	Kręgowce .....	94
8.1.2.	Bezkęgowce .....	102

CZEŚĆ II. WARTOŚCI PRZYRODNICZE, ICH OCHRONA PRAWNA I FUNKCJONOWANIE OBSZARÓW CHRONIONYCH.....	109
<b>9. OCENA WALORÓW ŚRODOWISKA BIOTYCZNEGO.....</b>	<b>109</b>
<b>9.1. WALORYZACJA ZBIOROWISK ROŚLINNYCH (WG EUGENIUSZ DUBIEL, JERZY SZWAGRZYK - RED., 2008).....</b>	<b>109</b>
<b>9.2. CHRONIONE ROŚLINY NACZYNIOWE (WG. EUGENIUSZ DUBIEL., JERZY SZWAGRZYK - RED., 2008).....</b>	<b>111</b>
<b>9.3. IDENTYFIKACJA TERENÓW CENNYCH POD WZGLĘDEM PRZYRODNICZYM I KRAJOBRAZOWO-PRZYRODNICZYM ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM OCHRONY FAUNY I JEJ SIEDLISK (KAZIMIERZ WALASZ, STEFAN GAWROŃSKI).....</b>	<b>113</b>
<b>9.4. IDENTYFIKACJA NAJCENNIJSZYCH GATUNKÓW FAUNY W OBRĘBIE WYRÓŻNIONYCH OBSZARÓW (KAZIMIERZ WALASZ).....</b>	<b>116</b>
<b>9.5. REKOMENDACJE W ZAKRESIE UŻYTKOWANIA CENNYCH TERENÓW PRZYRODNICZYCH NIE OBJĘTYCH OCHRONĄ PRAWNĄ (KAZIMIERZ WALASZ).....</b>	<b>121</b>
<b>10. OCENA ZACHODZĄCYCH ZMIAN I ZAGROZEŃ DLA FUNKCJONOWANIA ŚRODOWISKA BIOTYCZNEGO .....</b>	<b>124</b>
<b>10.1. KIERUNKI I PRZYCZYNY ZMIAN ŚRODOWISKA BIOTYCZNEGO (KAZIMIERZ WALASZ).....</b>	<b>124</b>
<b>11. OCENA STANU I FUNKCJONOWANIA OBSZARÓW CHRONIONYCH (BOŻENA DEGÓRSKA) .....</b>	<b>129</b>
<b>11.1. PARKI KRAJOBRAZOWE POŁOŻENIE I CELE OCHRONY.....</b>	<b>129</b>
11.1.1. Cele ochrony .....	130
11.1.2. Ocena funkcjonowania parków .....	131
11.1.3. Zakazy i ograniczenia.....	133
11.1.4. Rekomendacje w zakresie ochrony i kształtowania środowiska parków krajobrazowych.....	134
<b>11.2. REZERWATY PRZYRODY .....</b>	<b>135</b>
11.2.1. Położenie i cele ochrony .....	135
11.2.2. Główne ograniczenia w użytkowaniu i zagospodarowaniu .....	138
11.2.3. Rekomendacje w zakresie ochrony i kształtowania środowiska.....	139
<b>11.3. OBSZARY NATURA 2000 .....</b>	<b>140</b>
11.3.1. Zagrożenia i rekomendacje .....	141
<b>11.4. UŻYTKI EKOLOGICZNE.....</b>	<b>144</b>
<b>11.5. POMNIKI PRZYRODY.....</b>	<b>147</b>
<b>11.6. OBSZARY PROPONOWANE DO OBJĘCIA RÓŻNYMI FORMAMI OCHRONY PRZYRODY .....</b>	<b>162</b>

<b>11.7. IDENTYFIKACJA MIEJSC WYSTĘPOWANIA GATUNKÓW WYMAGAJĄCYCH UTWORZENIA STREŻ OCHRONNYCH I TERENY LĘGOWE BOCIANA BIAŁEGO (KAZIMIERZ WALASZ) .....</b>	<b>165</b>
<b>CZEŚĆ III. WALORY KRAJOBRAZOWE ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO I PRZYRODNICZO-KULTUROWEGO.....</b>	<b>167</b>
<b>12. OCENA WALORÓW KRAJOBRAZOWYCH (BOŻENA DEGÓRSKA,, BOGDANA IZMAIŁOW) .....</b>	<b>167</b>
<b>CZEŚĆ IV. OCENA STANU ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA, WYSTĘPUJĄCYCH ZAGROŻEŃ I MOŻLIWOŚCI ICH OGRANICZANIA .....</b>	<b>175</b>
<b>13. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA I WYSTĘPOWANIE MIEJSKIEJ WYSPIY CIEPŁA .....</b>	<b>175</b>
<b>13.1. WPŁYW CZYNNIKÓW KLIMATYCZNYCH, OROGRAFICZNYCH I POKRYCIA TERENU NA JAKOŚĆ POWIETRZA (KRZYSZTOF BŁĄŻEJCZYK).....</b>	<b>175</b>
<b>13.2. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA I IDENTYFIKACJA GŁÓWNYCH ŹRÓDEŁ ZANIECZYSZCZEŃ (BOŻENA DEGÓRSKA, ALINA MACIEJEWSKA) .....</b>	<b>184</b>
<b>13.3. SYSTEM WYMIANY I REGENERACJI POWIETRZA W KRAKOWIE JAKO CZYNNIK POPRAWY WARUNKÓW AEROSANITARNYCH I BIOKLIMATYCZNYCH W MIEŚCIE (KRZYSZTOF BŁĄŻEJCZYK).....</b>	<b>193</b>
<b>13.4. WSKAZANIA W ZAKRESIE POPRAWY JAKOŚCI POWIETRZA (KRZYSZTOF BŁĄŻEJCZYK, BOŻENA DEGÓRSKA) .....</b>	<b>197</b>
<b>14. JAKOŚĆ I ZAGROŻENIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH (MARIA BAŚCIK, BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>199</b>
<b>14.1. PRZYCZYNY ZANIECZYSZCZENIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH.....</b>	<b>199</b>
<b>14.2. OCENA JAKOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH.....</b>	<b>200</b>
<b>15. JAKOŚĆ I ZAGROŻENIA WÓD PODZIEMNYCH (JOANNA POCIASK-KARTECZKA).....</b>	<b>205</b>
<b>15.1. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH .....</b>	<b>205</b>
<b>15.2. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH.....</b>	<b>206</b>
<b>16. MOŻLIWOŚCI POPRAWY JAKOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM OCHRONY WODY UJMOWANEJ DLA CELÓW KOMUNALNYCH I PRZEMYSŁOWYCH (BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>210</b>
<b>17. KLIMAT AKUSTYCZNY (BOŻENA DEGÓRSKA, ALINA MACIEJEWSKA).....</b>	<b>211</b>
<b>17.1. HAŁAS DROGOWY .....</b>	<b>212</b>
<b>17.2. HAŁAS LOTNICZY .....</b>	<b>215</b>
<b>17.3. HAŁAS KOLEJOWY.....</b>	<b>215</b>
<b>17.4. HAŁAS PRZEMYSŁOWY .....</b>	<b>216</b>
<b>17.5. HAŁAS KOMUNALNY .....</b>	<b>217</b>
<b>17.6. MOŻLIWOŚCI OGRANICZANIA HAŁASU I PRZECIWDZIAŁANIA JEGO SKUTKOM (BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>217</b>



<b>18.</b>	<b>DEGRADACJA POWIERZCHNI ZIEMI I JEJ OGRANICZANIE.....</b>	<b>221</b>
<b>18.1.</b>	<b>ZANICZYSZCZENIE I DEWASTACJA GLEB (ALINA MACIEJEWSKA).....</b>	<b>221</b>
<b>18.2.</b>	<b>OBSZARY ZDEGRADOWANE WYMAGAJĄCE REKULTYWACJI (BOŻENA DEGÓRSKA, ALINA MACIEJEWSKA) .....</b>	<b>223</b>
<b>19.</b>	<b>ZAGROŻENIA AWARIAMI (ALINA MACIEJEWSKA) .....</b>	<b>224</b>
<b>20.</b>	<b>ODDZIAŁYWANIE PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH (ALINA MACIEJEWSKA).....</b>	<b>225</b>
<b>21.</b>	<b>ZAGROŻENIE POWODZIĄ (MARIA BAŚCIK, BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>225</b>
<b>21.1.</b>	<b>CZYNNIKI GENERUJĄCE POWODZIE, ZAGROŻONE OBSZARY .....</b>	<b>225</b>
<b>21.2.</b>	<b>MOŻLIWOŚCI PRZECIWDZIAŁANIA ZAGROŻENIU POWODZIOWEMU I PODTOPIENIOM.....</b>	<b>228</b>
<b>22.</b>	<b>ZAGROŻENIE SUSZĄ (ALINA MACIEJEWSKA) .....</b>	<b>232</b>
<b>23.</b>	<b>ZAGROŻENIA RUCHAMI MASOWYMI (WG. J. CHOWANIEC, P. FREIWALD, NESCIERUK P., PATORSKI R., 2005, 2006 I 2007) .....</b>	<b>233</b>
<b>24.</b>	<b>ZAGROŻENIA EMANACJĄ RADONU (MICHAŁ GRADZIŃSKI, RYSZARD GRADZIŃSKI).....</b>	<b>236</b>
	<b>CZĘŚĆ V. SZANSE I OGRANICZENIA ROZWOJU FUNKCJI UŻYTKOWYCH ZWIĄZANE Z ISTNIEJĄCYMI ZASOBAMI I WARUNKAMI ŚRODOWISKA .....</b>	<b>239</b>
<b>25.</b>	<b>OCENA UWARUNKOWAŃ DLA BUDOWNICTWA (BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>239</b>
<b>26.</b>	<b>ROZWÓJ FUNKCJI UZDROWISKOWEJ I OCHRONA WÓD LECZNICZYCH (BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>240</b>
<b>27.</b>	<b>POZYSKIWANIE ENERGII GEOTERMALNEJ (RED. BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>242</b>
<b>28.</b>	<b>POZYSKIWANIE ENERGII WODNEJ (MARIA BAŚCIK).....</b>	<b>243</b>
<b>29.</b>	<b>ROZWÓJ DROGI WODNEJ NA WIŚLE (MARIA BAŚCIK).....</b>	<b>243</b>
<b>30.</b>	<b>EKSPLOATACJA KOPALIN (BOŻENA DEGÓRSKA) .....</b>	<b>245</b>
<b>30.1.</b>	<b>UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN.....</b>	<b>245</b>
<b>30.2.</b>	<b>OBSZARY I TERENY GÓRNICZE.....</b>	<b>246</b>
<b>31.</b>	<b>ROZWÓJ TURYSTYKI I REKREACJI NA BAZIE ZASOBÓW I WALORÓW ŚRODOWISKA (BOŻENA DEGÓRSKA) .....</b>	<b>248</b>
<b>31.1.</b>	<b>ROZWÓJ TURYSTYKI I REKREACJI NA BAZIE ZASOBÓW WODNYCH.....</b>	<b>248</b>
<b>31.2.</b>	<b>ROZWÓJ TURYSTYKI I REKREACJI NA BAZIE WALORÓW RZEŻBY TERENU I ATRAKCJI GEOLOGICZNYCH .....</b>	<b>251</b>
<b>31.3.</b>	<b>ROZWÓJ TERMALNYCH KĄPIELISK.....</b>	<b>254</b>
<b>32.</b>	<b>KIERUNKI ZAGOSPODAROWANIA TERENÓW LEŚNYCH .....</b>	<b>255</b>
<b>33.</b>	<b>KIERUNKI ROZWOJU ROLNICTWA W GRANICACH KRAKOWA (STEFAN SKIBA, MAREK DREWNİK).....</b>	<b>255</b>
<b>33.1.</b>	<b>WARUNKI ROZWOJU ROLNICTWA .....</b>	<b>257</b>

33.1.1. Warunki agroklimatyczne .....	257
33.1.2. Potencjał produkcyjny gleb.....	257
<b>33.2. STAN ROLNICTWA NA TERENIE KRAKOWA.....</b>	<b>260</b>
33.2.1. Struktura użytkowania ziemi.....	260
33.2.2. Produkcja roślinna i zwierzęca.....	261
<b>33.3. OCENA ZASADNOŚCI ZACHOWANIA TERENÓW ROLNICZYCH W ODNIESIENIU DO JAKOŚCI ROLNICZEJ PRZESTRZENI PRODUKCYJNEJ .....</b>	<b>262</b>
<b>CZEŚĆ VI. MOŻLIWOŚCI KRYSTALIZACJI STRUKTURY PRZESTRZENNEJ KRAKOWA NA KANWIE ZIELENI – SYNTEZA W ZAKRESIE STRUKTURY PRZESTRZENNEJ ZIELENI.....</b>	<b>265</b>
<b>34. POWIĄZANIA PRZYRODNICZE KRAKOWA Z TERENAMI OTACZAJĄCYMI (BOŻENA DEGÓRSKA) .....</b>	<b>265</b>
<b>35. MOŻLIWOŚCI KSZTAŁTOWANIA STRUKTURY PRZESTRZENNEJ TERENÓW PRZYRODNICZYCH KRAKOWA (BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>267</b>
<b>35.1. ZIELONY PIERŚCIEŃ KRAKOWA WOKÓŁ INTENSYWNE ZURBANIZOWANEGO RDZENIA MIEJSKIEGO.....</b>	<b>269</b>
<b>35.2. SIEĆ STABILNOŚCI EKOLOGICZNEJ KRAKOWA (SSEK).....</b>	<b>271</b>
35.2.1. Główne komponenty struktury przestrzennej SSEK.....	274
<b>PODSUMOWANIE (BOŻENA DEGÓRSKA).....</b>	<b>279</b>
SPIS LITERATURY .....	283
SPIS PLAN SZ.....	297

# WPROWADZENIE (BOŻENA DEGÓRSKA)

## Podstawa prawna, zakres i stan aktualności

Podstawą prawną dla wykonania opracowania ekofizjograficznego jest art. 72 ust. 5 ustawy Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity Dz.U. z 2008 roku Nr 25, poz 150 z późn. zm.). Zakres opracowania nawiązuje do Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie opracowań ekofizjograficznych z dnia 9 września 2002 r. (Dz. U. Nr 155, poz. 1298), mimo że wymienione rozporządzenie nie dotyczy bezpośrednio opracowania przygotowywanego do dokumentu studium.

Przedmiotem niniejszego opracowania są zagadnienia związane z:

- charakterystyką środowiska i oceną jego funkcjonowania, z uwzględnieniem zmian zachodzących w środowisku,
- walorami przyrodniczymi i krajobrazowymi oraz ich ochroną prawną i oceną stanu ochrony,
- jakością środowiska oraz jego zagrożeniami i możliwościami ich ograniczania,
- prognozą dalszych zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym,
- oceną środowiska dla rozwoju funkcji użytkowych,
- określeniem predyspozycji do kształtowania optymalnej struktury terenów o funkcjach przyrodniczych.

Zasadnicze prace nad wykonaniem opracowania ekofizjograficznego dla Miasta Krakowa prowadzono w 2009 r. w ramach prac nad *Zmianą studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa*. W związku z tym aktualność danych statystycznych i monitoringu jakości środowiska dotyczą także 2007 i 2008 r. W 2010 r. niniejsze opracowanie poddano weryfikacji, zwłaszcza w zakresie obszarów i obiektów ustanawianych na podstawie przepisów odrębnych, co pozwoliło na uzyskanie dla nich stanu aktualności na 31.12. 2010 r.

Opracowanie ekofizjograficzne sporządzono głównie jako opracowanie syntetyzujące ekspertyzy tematyczne, zamówione do prac nad zmianą studium i inne wykonane na zlecenie Urzędu Miasta Krakowa.

W przypadku zagadnień niebędących przedmiotem zamówionych ekspertyz, rozdziały opracowane zostały przez dr B. Degórską, koordynatora i redaktora niniejszego opracowania oraz członka Zespołu ds. Zmiany Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa.

Podstawą prac była zgromadzona dokumentacja, dostępna literatura, a także informacje i materiały uzyskane w instytucjach działających na terenie Krakowa, a głównie w: Wydziale Kształtowania Środowiska UMK, Wydziale Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego UMK oraz Biurze Planowania Przestrzennego UMK, Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Instytucie Nauk o Środowisku UJ, Państwowym Instytucie Geologicznym, Dyrekcji Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych, Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska, Małopolskim Towarzystwie Ornitologicznym, Regionalnym Zarządzie Gospodarki Wodnej, Wojewódzkim Inspektoracie Ochrony Środowiska w Krakowie,

Urzędzie Górniczym w Krakowie oraz w zakładach górniczych, w zakładach uzdatniania wody, w Uzdrowisku Kraków Swoszowice Sp. z o.o. Prowadzono konsultacje i spotkania z radnymi miasta i dzielnic oraz z mieszkańcami. Przeprowadzono także kompleksowe badania terenowe.

## **Źródła bezpośrednio wykorzystane w opracowaniu ekofizjograficznym**

Do materiałów bezpośrednio wykorzystanych w niniejszym opracowaniu należą:

**Baścik M., 2009**, *Wody powierzchniowe Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, (CD, mapa).

**Błażejczyk K., 2008**, *Analiza stanu aerosanitarnego Krakowa oraz opracowanie koncepcji układu nawietrzania miasta i regeneracji powietrza wraz ze wskazaniem możliwości rozwoju określonych funkcji i ograniczeń w użytkowaniu*, (CD, mapa).

**Chowanec J., Freiwald P., Nescieruk P., Patorski R., 2005**, *Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których ruchy te występują w obrębie dzielnic I-VII m. Krakowa*, 2005, Kraków.

**Chowanec J., Freiwald P., Nescieruk P., Patorski R., 2006**, *Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których ruchy te występują w obrębie dzielnic VIII-XIII m. Krakowa*, Oddział Karpacki Państwowego Instytutu Geologicznego, Kraków, (CD).

**Chowanec J., Freiwald P., Nescieruk P., Patorski R., 2007**, *Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których ruchy te występują w obrębie dzielnic XIV-XVIII m. Krakowa*, Oddział Karpacki Państwowego Instytutu Geologicznego, Kraków, (CD)

**Drewnik M., Skiba S., 2009**, *Ocena istniejących i perspektywicznych kierunków rolniczego użytkowania ziemi i rozwoju rolnictwa w granicach Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, (CD).

**Dubiel E., Szwagrzyk J. (red.) 2006-2007**, *Mapa roślinności rzeczywistej Krakowa i wyznaczenie obszarów przyrodniczo najcenniejszych, niezbędnych dla zachowania równowagi ekosystemu miasta.*, ProGea Consulting, (CD).

**Dubiel E., Szwagrzyk J. (red.) 2008**, *Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa*, Urząd Miasta Krakowa, Kraków.

**Faracik R., Kurek W., Mika M., Pawlusiński R., Pitrus E., Piziak B., Ptaszycka-Jackowska D., Rotter-Jarzębińska K., Wilkońska A., Zawilińska B., 2008**, *Waloryzacja przestrzeni miejskiej Krakowa dla potrzeb turystyki. Raport końcowy*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, (CD).

**Gradziński M., Gradziński R., 2009**, *Charakterystyka budowy geologicznej miasta Krakowa* (CD, mapa).

**Izmańłow B., 2009**, *Charakterystyka rzeźby miasta Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, (CD, mapa).

**Maciejewska A., . 2008, Ocena zagrożeń środowiska przyrodniczego miasta Krakowa i strefy podmiejskiej oraz kierunki eliminacji lub minimalizacji ich oddziaływania na system przyrodniczy miasta, (CD, mapa).**

**Mapa akustyczna Krakowa, 2007, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Kraków, (CD).**

**Ocena możliwości pozyskania energii cieplnej z wód geotermalnych na terenie gminy miejskiej Kraków oraz wstępna analiza ekonomiczna dla przedsięwzięcia pod nazwą budowa miejskiego zakładu geotermalnego, Zakład Energii Odnawialnej, Kraków 2005**

**Pociask-Karteczka J., 2009, Wody podziemne Krakowa, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ (CD, mapa).**

**Raport o stanie miasta 2007, Wydział Strategii i Rozwoju Miasta, Urząd Miasta Krakowa, Kraków, 2008.**

**Raport o stanie Miasta 2008, Wydział Strategii i Rozwoju Miasta, Urząd Miasta Krakowa, Kraków, 2008**

**Skiba S., Drewnik M., Szymański W., Żyła M., 2008, Charakterystyka pokrywy glebowej na obszarze miasta Krakowa, Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Gleboznawstwa i Geografii Gleb, (CD, mapa).**

**Walasz K., 2009, Diagnoza stanu i funkcjonowania fauny na terenie Krakowa na potrzeby zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, (CD, mapa).**

**Walasz K., Gawroński S., 2008, Ocena środowiska biotycznego Krakowa i wyznaczenie terenów, które nie powinny podlegać zabudowie z uwagi na ochronę cennych siedlisk flory i fauny oraz kształtowania korytarzy ekologicznych, (CD, mapa).**

**Wstępne studium wykonalności zagospodarowania wód termalnych dla celów rekreacyjno-leczniczych w rejonie Kraków – Wschód wraz z biznesplanem ośrodka rekreacyjno-leczniczego, Zakład Energii Odnawialnej, Kraków 2005, CD.**

W powyższym zestawieniu wykazano pozycje wykorzystane w sposób bezpośredni poprzez zamieszczenie w rozdziałach obszernych fragmentów lub prawie całej treści ekspertyzy lub innych opracowań, których właścicielem jest Urząd Miasta Krakowa.

Autorzy ekspertyz wykorzystanych w sposób bezpośredni, jako pełne rozdziały niniejszego opracowania, podani zostali jako autorzy tych rozdziałów. W przypadkach syntezy materiałów eksperckich, lub przytoczenia ich fragmentów, w tytułach zamieszczono odniesienie (wg ...). W rozdziałach będących kompilacją różnych materiałów podano nazwisko redaktora. Materiały eksperckie podlegały aktualizacji dokonanej przez koordynatora.



# **CZEŚĆ I. CHARAKTERYSTYKA KOMPONENTÓW I PROCESÓW ZACHODZĄCYCH W ŚRODOWISKU**

## **1. BUDOWA GEOLOGICZNA (MICHAŁ GRADZIŃSKI, RYSZARD GRADZIŃSKI)**

### **1.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA**

Kraków położony jest na granicy dwóch obszarów o całkowicie odmiennej budowie geologicznej: Karpat i ich przedmurza (Gradziński R., 1972, 1974; Gradziński R. i inni, 1994). Północna granica płaszczowin karpackich przebiega kilka kilometrów na południe od Wisły. Przedmurze Karpat w okolicach Krakowa tworzy monoklina śląsko-krakowska. Obejmuje ona Górny Śląsk i Wyżynę Krakowsko-Wieluńską i na północy sięga po Wieluń. Obszar ten stanowi rozległą płytę nieznacznie nachyloną ku północnemu-wschodowi w stronę niecki miechowskiej. Jednocześnie południowa część płyty jest pocięta uskokiemi na system zrębów i zapadlisk, które generalnie zapadają ku południowi pod płaszczowiny karpackie. Obniżona strefa ciągnąca się bezpośrednio przed północną krawędzią Karpat nosi nazwę zapadliska przedkarpackiego.

Na powierzchni monokliny śląsko-krakowskiej odsłaniają się skały stanowiące dwa piętra strukturalne: waryscyjskie i permo-mezozoiczne. Piętro waryscyjskie budują stektonizowane skały dewonu i karbonu, których odsłonięcia położone są kilkanaście kilometrów na zachód od Krakowa, w okolicach Krzeszowic. Wyższe, młodsze piętro strukturalne złożone jest ze skał permu, triasu, jury i kredy. Elementem dominującym jest miąższy kompleks wapieni jury górnej, którego odsłonięcia znajdują się w granicach miasta Krakowa. Wychylenie warstw monokliny śląsko-krakowskiej powoduje, że we wschodniej części tego regionu odsłaniają się skały najmłodsze – kredowe, w centralnej dominują wspomniane wapienie jury górnej, natomiast skały najstarsze – triasowe i permskie są znane z zachodniej części monokliny. Budowę geologiczną Krakowa przedstawiono na planszy nr 1.

Na terenie Krakowa bezpośrednio pod skałami mezozoicznego piętra strukturalnego znajdują się skały starszego paleozoiku i prekambriu budujące dwa wielkie bloki tektoniczne – blok (masyw) małopolski i blok (masyw) górnośląski, zwany też masywem Brna-Górnego Śląska (Żaba, 1999; Buła, 2000). Granica pomiędzy nimi przebiega ukośnie z południowego wschodu ku północnemu zachodowi i znajduje się w głębokim podłożu omawianego rejonu. Obecnie nazywana jest ona strefą Kraków-Lubliniec.

### **1.2. KOMPLEKSY SKALNE MEZOZOIKU I TRZECIORZĘDU**

#### **1.2.1. Kompleksy skalne mezozoiku i trzeciorzędu Przedmurza Karpat**

## Jura górna – wapienie

Wapienie jury górnej budują naturalne, skaliste odsłonięcia znajdujące się w zachodniej i południowej części miasta. Są one położone na południowo-wschodnim krańcu pasa wychodniego ciągnącego się od Wielunia po Kraków. Wapienie górnej jury stanowią kompleks o miąższości sięgającej do 230 m (Rutkowski, 1993). Wiekowo reprezentują one przede wszystkim oksford. Ostatnie badania Krajewskiego (2001) i Ziółkowskiego (2007) wykazały, że górna część kompleksu wapieni jury górnej sięga już do kimerydu.

W obrębie kompleksu wapieni jurajskich na obszarze krakowskim tradycyjnie wyróżnia się trzy odmiany – facje. Są to: wapienie skaliste, wapienie uławiczone i wapienie płytowe (Dżułyński, 1952).

Wapienie skaliste są najbardziej odporną na wietrzenie i erozję facją spośród trzech wyżej wymienionych. Z tego powodu budują one większość naturalnych, skalnych odsłoneń na obszarze wychodni wapieni jury górnej, co znalazło odzwierciedlenie w nazwie tej facji. Wapienie te pozbawione są uławiczenia bądź cechują się występowaniem ławic o miąższości przekraczającej 1,5-2 m, zazwyczaj rozdzielonych mało wyraźnymi powierzchniami międzyławicowymi. Skałki zbudowane z facji wapieni skalistych występują powszechnie na obszarze Lasu Wolskiego, w rejonie Tyńca, a są znane także ze ścisłego centrum Krakowa ze zboczy Wzgórza Wawelskiego. Wapienie skaliste zbudowane są przede wszystkim ze skalcyfikowanych gąbek krzemionkowych i różnorodnych struktur pochodzenia bakteryjnego – mikrobialitów (Dżułyński, 1952; Matyszkiewicz, 1989, 1997). Proporcje i przestrzenne relacje pomiędzy tymi dwoma typami składników są zmienne. W części wapieni istotną rolę grają gąbki, a inne są zbudowane prawie wyłącznie z mikrobialitów, które zazwyczaj charakteryzują się wyraźną laminacją, dobrze widoczną makroskopowo zwłaszcza na wypolerowanych powierzchniach skalnych, lub kłaczkowatą budową. Ponadto w wapieniach tych występują tubifity („*Tubiphytes*” *morroneis*), ramienionogi, szkarłupnie, małże, serpule, mszywioty, ślimaki, otwornice i kraby. Podrzednie spotykane są organizmy nektoniczne – amonity, łodziki i belemnity. Wymienione powyżej organizmy mogą być zachowane jako całe szkielety lub ich odciski i ośrodki, a w przypadku gąbek jako tak zwane mumie gąbkowe, czyli ich skalcyfikowane miękkie ciała. Fragmenty szkieletów cechują się różnym stopniem pokruszenia. Specyficznym i częstym komponentem są tuberoidy – zazwyczaj będące efektem fragmentacji ciała miękkiego gąbek na wczesnym etapie ich kalcyfikacji (Matyszkiewicz, 1989). Ponadto w wapieniach tych występują peloidy, onkoidy i zmikrytyzowane ooidy. Wapienie skaliste powstały jako biohermy, będące wyniesieniami na morskim dnie, zbudowane w różnych proporcjach z gąbek i mikrobialitów stanowiących pierwotnie ich sztywny szkielet (Dżułyński, 1952; Matyszkiewicz, 1997).

Wapienie uławiczone makroskopowo wyróżniają się obecnością wyraźnych, zazwyczaj poziomych powierzchni uławiczenia. Miąższość ławic waha się od kilkudziesięciu centymetrów do ponad 2,5 m. W ich obrębie występują konkretne krzemionkowe (krzemienie) o barwie ciemnej, zazwyczaj szarej, czekoladowej lub ciemnobrazowej. W rejonie Krzemionek Dębnickich w obrębie wapieni uławiczonych występują soczewki o kilkumetrowej miąższości zbudowane z bardziej pylastych wapieni typu kredowego (Krajewski, 2001). Wapienie uławiczone występują obocznie z wapieniami skalistymi. Cechują się one mniejszą odpornością na wietrzenie i erozję, stąd na ogół nie tworzą naturalnych odsłoneń i rzadko zaznaczają się morfologii terenu. O ich powszechnej obecności świadczą jednak sztuczne odsłonięcia – liczne kamieniołomy w południowej części Krakowa, między innymi w obrębie Krzemionek Podgórskich i Krzemionek Dębnickich (Gradziński R., 1972, 1974; Krajewski, 2001).



Wapienie skaliste są miejscami epigenetycznie przeobrażone w dolomity (Łaptaś, 1974). Dolomity tworzą płaskie, soczewkowate ciała występujące w obrębie wapieni niezależnie od przebiegu spękań ciosowych. Ciała te mają przeciętnie miąższość do 2 m, a rozciągłość lateralną do 30 m. Dolomity są bardziej porowate niż otaczające wapienie i miejscami rozsypliwie, co widoczne jest zwłaszcza w strefie wietrzenia. Strefy zdolomityzowane stwierdzono między innymi w kamieniołomie na Skałach Twardowskiego.

Wapienie uławicone są zbudowane z tych samych składników co wapienie skaliste. Tworzą je gąbki krzemionkowe, mikrobiality, tubifity, a także ramienionogi, małże, szkarłupnie i fragmenty innych organizmów, a także muł węglanowy. Różnica pomiędzy wapieniami skalistymi i uławiconymi sprowadza się do różnic w proporcjach pomiędzy poszczególnymi składnikami. W wapieniach uławiconych mniej jest mikrobialitów, a więcej zliżyfikowanego mułu węglanowego (Matyszkiewicz, 1989). Stwierdzono też wyraźną zmienność w obrębie wapieni uławiconych w miarę oddalania się od ich kontaktu z wapieniami skalistymi. Wapienie uławicone powstawały jako biostromy istniejące pomiędzy biohermami gąbkowo-mikrobialnymi stanowiącymi dzisiaj wapienie skaliste.

Trzecia główna odmiana facjalna w kompleksie wapieni jurajskich to wapienie płytowe. Charakteryzują się one cienkim uławiceniem; miąższość ławic jest rzędu kilku, kilkunastu centymetrów i są zbudowane głównie z mułu węglanowego oraz domieszek substancji ilastych. Skały te nie odsłaniają się na terenie miasta Krakowa. Dominują one w spągowej części kompleksu wapieni jurajskich.

Wapienie jury górnej pocięte są wyraźnymi spękaniami ciosowymi. Większość spękań jest pionowa, nieliczne są ukośne. Na obszarze Krakowa dominują spękania ciosowe o kierunkach 30-50° i ok. 120° (Gradziński R., 1974). W wapieniach uławiconych spękania ciosowe są stosunkowo gęsto rozmieszczone, natomiast w wapieniach skalistych występują rzadziej, w kilkumetrowych odstępach. Powierzchnie spękań ciosowych odsłonięte na skutek eksploatacji wapieni są bardzo dobrze widoczne w nieczynnych kamieniołomach przy ul. Wielickiej (pod fortem św. Benedykta) i na Kapelance. W tym ostatnim kamieniołomie stwierdzono poziome przesunięcia warstw, zwane gzymсами tektonicznymi (Jaroszewski, 1968).

### **Cenoman, turon – zlepieńce, wapienie**

Najstarsze osady kredy znane z terytorium miasta Krakowa to zlepieńce, wapienie piaszczyste i wapienie cenomanu, turonu dolnego i turonu górnego (Alexandrowicz, 1954). Odsłaniają się one lokalnie, jako niewielkie płyty, w południowych częściach Krakowa, od nieczynnego kamieniołomu na Bonarce, poprzez Skały Twardowskiego, po okolice Tyńca. Skały te, leżą bezpośrednio na wapieniach jury górnej, ściętych płaską, erozyjną powierzchnią pokrytą miejscami licznymi drażeniami skałotoczy. Powierzchnia ta powstała jako efekt abrazji morskiej w strefie litoralnej. Osady cenomanu i turonu mają na obszarze Krakowa łączną miąższość nieprzekraczającą kilku metrów. Są one wykształcone jako zlepieńce, wapienie piaszczyste i wapienie. Zlepieńce zbudowane są głównie z otoczków kwarcu i fragmentów krzemieni jurajskich spojonych węglanowym cementem. Wapienie posiadają zmienną domieszkę ziaren kwarcu. Zawierają także pokruszone fragmenty małży (inoceramów), otwornice oraz kalcisfery (Walaszczyk, 1992).

### **Senon – margle**

Skały górnej części kredy górnej, tradycyjnie wydzielane jako nieformalna jednostka chronostratygraficzna – senon, reprezentują santon i kampan (Rutkowski, 1965, 1993). Utwory te generalnie są słabo odporne na wietrzenie i erozję, toteż poza sztucznymi i zazwyczaj nietrwałymi odkrywkami nie odsłaniają się na powierzchni terenu. W spągu są to ility i margle glaukonitowe z obfitą fauną jeżowców, gąbek i belemnitów, a z

mikroskamieniałości otwornic. Ponad nimi występują szare margle i wapienie margliste zbudowane głównie z mułu węglanowego i szkieletów planktonicznych mikroorganizmów. W górę ich profilu maleje zawartość minerałów ilastych, a zwiększa się zawartość krzemionki. Skały takie są bardziej zwarte i noszą tradycyjną nazwę opok. Zawierają one konkretne krzemionkowe. W skałach santonu i kampanu występują między innymi skalcyfikowane gąbki, pojedyncze spikule gąbek, otwornice, jeżowce, inoceramy, miejscami znajdowane są także amonity.

### **Paleogen**

Osady paleogenu występują na obszarze Krakowa w zagłębieniach skrasowiałego, jurajskiego podłoża. Najczęstsze wypełnienie studni i lejów krasowych stanowią osady piaszczysto-ilaste z domieszką lokalnego żwiru. Osady te pochodzą głównie z rozmywania starszych osadów kredowych i występują lokalnie w południowych i zachodnich częściach miasta (Gradziński R., 1962). Paleogeńskiego lub wczesnomiocenowego wieku są również pokrywy kalicze rozwinięte na starszych jurajskich lub kredowych skałach podłoża (Michalik i inni, 1989; Gradziński M. i inni, 1995). Wszystkie te osady ze względu na ich jedynie lokalne występowanie i zazwyczaj niewielkie miąższości nie zostały przedstawione na załączonej mapie geologicznej (Plansza nr.1).

### **Miocen – wapienie ostrygowe**

W obrębie Krakowa bezpośrednio na podłożu jurajskim występują wapienie złożone w dominującej części z muszli ostryg. Strop wapieni jurajskich jest zazwyczaj podrażony przez skałotocza, a często także skaliczefikowany. Wapienie ostrygowe tworzą niewielkie płyty znane przede wszystkim z doliny Wisły. Opisywane były z Tyńca, Bodzowa, Wzgórza Wawelskiego, Salwatora, Przegorza i Bielana (Gradziński M. i inni, 1995). Miąższość wapieni ostrygowych sięga zaledwie kilku metrów. Poza ostrygami w ich skład wchodzi także pąkle i fragmenty jurajskiego podłoża. Stropowa część wapieni ostrygowych jest miejscami również skaliczefikowana.

### **Miocen – ility**

Drobnoziarniste osady miocenu występujące na obszarze zapadliska przedkarpackiego z uwagi na swoją bardzo małą odporność na erozję i wietrzenie nie dają naturalnych odsłoneń. Są to ility, a podrzędnie muły o szarej i szarzielonej barwie. Miąższość tych osadów jest bardzo zmienna, miejscami – w zapadliskach tektonicznych – przekracza nawet 200 m. Wiekowo omawiane osady reprezentują baden. Są one tradycyjnie rozdzielane na warstwy skawińskie, wielickie i chodenickie (Rutkowski, 1993). Obecnie ility miocenowe są zachowane przede wszystkim w zapadliskach tektonicznych, lecz ich płyty znajdowane na zrębach dowodzą, że pierwotnie pokrywały cały obszar dzisiejszego Krakowa. W obrębie iłów miocenowych stwierdzane były warstwy tufitów częściowo zbentonitizowane, a także poziomy i konkretne gipsowe. Miąższość poziomów gipsowych przekracza 20 m. Bezpośrednio na południe od obszaru Krakowa w obrębie iłów badenu znajdują się złoża soli kamiennych Wieliczki.

### **Miocen – piaski**

W południowo-wschodniej części miasta w rejonie Bieżanowa znajdują się wychodnie piaszczystych osadów miocenu zwanych piaskami bogucickimi. Są to głównie osady piaszczyste, z wkładkami żwirów i mułowców. Osady te osiągają miąższości 200-350 m, co jest udokumentowane wierceniami zlokalizowanymi na SE od granicy miasta (Porębski,

Oszczypko, 1999). W Krakowie ich miąższość jest mniejsza. Piaski bogucickie są najmłodszymi morskimi osadami miocenu w rejonie krakowskim.

## **1.2.2. Kompleksy skalne mezozoiku i trzeciorzędu Karpat**

### **Kreda – warstwy grodziskie**

W pobliżu południowej granicy miasta odsłaniają się warstwy grodziskie należące do nasuniętych na przedmurze jednostek karpaccich. Warstwy grodziskie wieku hoteryw–apt są złożone z piaskowców grubo- i średnioławicowych oraz ciemnych łupków.

### **Kreda – margle pstre**

Drugą odmianą litologiczną skał karpaccich stwierdzoną w Krakowie są margle pstre. Są to margliste mułowce o czerwono-zielonym zabarwieniu wieku cenoman–senon.

## **1.3. OSADY CZWARTORZĘDU**

### **Piaski**

Duża część obszaru Krakowa jest pokryta piaskami wieku czwartorzędowego. Dokładne rozpozniomowanie stratygraficzne tych osadów jest niemożliwe. W ich skład wchodzi piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Sanu, a także młodszych zlodowaceń, jak i piaski rzeczne. Piaski rzeczne były deponowane zarówno przez Wisłę, jak i jej dopływy. Piaski wiślane zawierają materiał żwirowy pochodzący z Karpat. Częściowo piaski noszą cechy przerabiania w środowisku eolicznym i lokalnie tworzą niewielkie wydmy. Miejscami piaski są przykryte lessem. Jest to wyraźne, zwłaszcza na północnym brzegu Wisły na wschód od linii Dłubni, gdzie piaski te tworzą wyższą terasę Wisły, na której między innymi jest usytuowany kombinat hutniczy. Piaskom fluwioglacjalnym zlodowacenia Sanu lokalnie towarzyszą zachowane płyty moren, które były notowane z rejonu Bieżanowa. Z morenami związane jest występowanie skandynawskich eratyków.

### **Less**

Miąższość pokrywy lessu jest różna, przeważnie wynosi kilka metrów, ale bywa nieraz większa. Less ma barwę żółtą, składa się w przewadze z ziaren pyłu kwarcowego, zawiera też domieszkę węgla wapnia; często występują w nim niewielkie konkracje węglanowe. Niektóre warstwy lessu bywają piaszczyste lub gliniaste, część z nich ma charakter paleogleb. Z reguły less pozbawiony jest warstwowania. Jest to osad pochodzenia eolicznego, a tworzący go pylasty materiał nawiewany był z przedpola lądolodu. Lessy omawianego obszaru wiekowo związane są przede wszystkim z okresem ostatniego zlodowacenia, to jest zlodowacenia Wisły (Maruszczak, 2001).

### **Aluwia i deluwia**

Dno doliny Wisły i jej większych dopływów wypełniają młode osady aluwialne. Reprezentowane są one przez piaski, żwiry, gliny, muły, osady pylaste i torfy (Kmietowicz-Drathowa, 1964). Ich rozpoznanie zawdzięczamy licznym płytkim wierceniom. Osady te

gromadzone były głównie w holocenie, w ciągu ostatnich 10 tysięcy lat, a ich sedymentacja zaczęła się już u schyłku plejstocenu. Osady te budują niskie terasy rzeczne. Ich miąższość wynosi do ok. 10 m (Rutkowski, 1993). Zbudowane są z materiału lokalnego oraz materiału transportowanego z Karpat. Osady te były formowane w szeroko rozumianym środowisku fluwialnym.

Dna mniejszych dolin i wąwozów wyścielone są deluwiami złożonymi przede wszystkim z redeponowanego pyłu lessowego, niekiedy z domieszką gruzu pochodzącego ze skał starszych występujących w bezpośrednim sąsiedztwie.

## 1.4. TEKTONIKA

Skały mezozoiczne budujące monoklinę śląsko-krakowską i podścielające je skały starsze są nieznacznie (pod kątem ok. 1°) równomiernie nachylone ku ENE. Wiek tego monoklinalnego wychylenia przypisuje się najczęściej ruchom laramijskim, zachodzącym na przełomie kredy i trzeciorzędu.

Obecność młodej, pokredowej tektoniki uskokowej jest charakterystyczną cechą całego obszaru Krakowa (Dżułyński, 1953). Uskoki rozdzielają zręby i rowy tektoniczne o różnych rozmiarach i różnej skali względnego pionowego przesunięcia, które może sięgać aż do 300 m (Rutkowski, 1986). Uskoki mają charakter tensyjny i są nachylone w stronę zapadlisk. Zazwyczaj brzegi zrębów są ograniczone całym zespołem równoległych do siebie uskoków schodowych. Wzdłuż krawędzi zrębów rozwinięte mogą być także niewielkie, lokalne rowy tektoniczne.

Na podstawie różnych badań przyjmuje się, że główna faza deformacji uskokowych przypadała na miocen, a więc zachodziła na tym obszarze w trakcie sedymentacji iłów mioceńskich lub później (Gradziński R., 1962; Alexandrowicz, 1964; Dżułyński i inni, 1966; Bogacz, 1967). Niewątpliwie jednak omawiany obszar wielokrotnie podlegał deformacjom nieciągłym w czasie kenozoiku (Rutkowski, 1986; Felisiak, 1992).

Uskoki zazwyczaj dobrze odzwierciedlają się w rzeźbie terenu dzięki gwałtownym wystromieniom stoków. Zręby tektoniczne stanowią wyraźne elewacje w powierzchni terenu. Największym z tych zrębów jest Zrąb Sowińca (Lasu Wolskiego), ograniczający dolinę Wisły od północy. Zrąb ten, mający kształt klina, jest obrzeżony systemami uskoków o łącznym zrzućie do ok. 100 m. Inne zręby, zbudowane z wapieni jurajskich, rozciągają się w przybliżeniu równolegle do Wisły na jej południowym brzegu. Są to między innymi zręby: Bonarki, Krzemionek Podgórskich, Zakrzówka, Skał Twardowskiego i Bodzowa, a także liczne zręby w okolicach Tyńca.

Podobne zręby znajdują się w ścisłym centrum Krakowa. Jeden z nich stanowi Wzgórze Wawelskie, na którym posadowiony jest Zamek Królewski. Podobne zręby przykryte przez niewielkiej miąższości osady czwartorzędowe stanowią podłoże dla historycznego centrum Krakowa (Kleczkowski, 2003). Zręby te zbudowane są z wapieni jurajskich lokalnie przykrytych płatami osadów kredowych, które były stwierdzane na przykład w podziemiach dawnego budynku Instytutu Geografii UJ przy ul. Grodzkiej naprzeciwko Wawelu (Gradziński R., 1974). Podobny zrąb występuje w podłożu kościoła na Skałce. Zręby otoczone są przez zapadliska tektoniczne, w których znajdują się iły mioceńskie.

W północnej części miasta biegną w przybliżeniu równoleżnikowe uskoki obrzeżające od północy tak zwane zapadlisko krzeszowicko-krakowskie. Są one wschodnią kontynuacją serii uskoków obrzeżających od północy rów krzeszowicki (Dżułyński, 1953; Bogacz, 1967). Ich

przebieg jest przez wielu autorów uznawany za wyznacznik północnej granicy zapadliska przedkarpackiego w obszarze krakowskim.

W południowej części Krakowa przebiega linia nasunięcia płaszczowin karpackich na przedmurze. W podłożu nasunięcia znajdują się osady miocenu. Utwory budujące płaszczowiny najprawdopodobniej należą do jednostki podśląskiej, lecz nie można wykluczyć także ich przynależności do jednostki śląskiej (Paul i inni, 1996). Nasunięcie płaszczowin karpackich jest w granicach miasta płaskie, o czym świadczą niewielkie okna tektoniczne, w których odsłaniają się utwory miocenu podścielające płaszczowiny.

## **1.5. WSPÓŁCZESNE PROCESY GEODYNAMICZNE**

Na współczesne procesy geodynamiczne na terytorium Krakowa składają się głównie osuwiska i inne ruchy masowe związane ze stromymi krawędziami morfologicznymi i nachylonymi zboczami. Rozpoznanie w tym zakresie przedstawiono w rozdziale 24.

Należy zwrócić także uwagę na możliwą neotektoniczną aktywność omawianego obszaru. Istnienie w podłożu starszych uskoków jest niewątpliwie czynnikiem sprzyjającym przesunięciom neotektonicznym. Jednakże możliwość istotnej aktywności neotektonicznej terytorium Krakowa należy uznać za mało prawdopodobną, lecz nie można wykluczyć mechanizmu rozładowania na tym obszarze naprężeń podczas trzęsień ziemi o nawet odległych epicentrach. W czasach historycznych w 1443 r. i w 1786 r. trzęsienia ziemi mające epicentra na Śląsku i w Karpatach powodowały zniszczenia w budownictwie Krakowa (Pagaczewski, 1972). Z trzęsieniem z 1786 r. wiązany jest również opisywany przez Alexandrowicza (1956) dużych rozmiarów obryw skalny bezpośrednio pod klasztorem w Tyńcu.

## **2. RZEŻBA TERENU (BOGDANA IZMAIŁOW)**

### **2.1. MORFOGENEZA**

Rzeźba Krakowa jest bardzo zróżnicowana (Plansza nr 2), tak pod względem wykształcenia, jak również pochodzenia i wieku form terenu, co wynika z położenia miasta na granicy trzech wielkich jednostek fizycznogeograficznych: Wyżyny Małopolskiej, Kotliny Sandomierskiej i Pogórza Karpackiego (Plansza nr 3). Cechują się one odmienną budową geologiczną i historią rozwoju, a więc i działaniem różnych zespołów procesów morfogenetycznych.

Najstarszymi elementami rzeźby są zachowane w obrębie Wyżyny Małopolskiej formy z okresu starszego trzeciorzędu. Są to występujące w obrębie wierzchowiny fragmenty paleogeńskiej powierzchni zrównania, pochodzenia krasowego wraz z formami krasu powierzchniowego i podziemnego: lejkami, jamami, żłobkami, studniami i jaskiniami krasowymi.

W okresie miocenijskiej fazy alpejskich ruchów górotwórczych uformowała się tektoniczna rzeźba omawianego obszaru. Sfałdowaniu uległy Karpaty wraz z Pogórzem Karpackim, a na ich przedpolu powstało przedgórskie zapadlisko Kotliny Sandomierskiej. Na Wyżynie Małopolskiej paleogeńska powierzchnia zrównania została pocięta licznymi uskokami, wzdłuż których nastąpiły pionowe przesunięcia. Uformowała się wówczas zrębowa rzeźba południowej części Wyżyny. Zarówno Kotliną Sandomierską, jak i rowy tektoniczne i niższe

zręby Wyżyny Małopolskiej zostały następnie podczas zalewów morskich w tortonie wypełnione osadami ilów morskich.

Po ustąpieniu morza w górnym miocenie rozwinęła się sieć dolin rzecznych. W okresie pliocenu działalność procesów erozyjno-denudacyjnych doprowadziła do odgrzebania rowów i zrębów tektonicznych Wyżyny Małopolskiej oraz częściowo Kotliny Sandomierskiej spod mało odpornych ilów dolnotortońskich. Z końcem pliocenu główne elementy rzeźby były zbliżone do rzeźby dzisiejszej. Intensywne przeobrażanie rzeźby tektonicznej przez procesy erozyjne i stokowe w okresie plioceńskim i czwartorzędowym nadało jej cechy rzeźby fluwialno-denudacyjnej.

Rzeźba trzeciorzędowa została przemodelowana podczas okresu czwartorzędowego, a głównie plejstoceńskiego wskutek procesów glacialnych, fluwioglacjalnych i eolicznych. Omawiany obszar był tylko jeden raz zlodowacony podczas zlodowacenia Sanu II. Nastąpiło wówczas wysokie do 260 m n.p.m. zasypanie doliny Wisły i jej dopływów utworami zastoiskowymi, następnie okrycie ich gliną morenową i utworami fluwioglacjalnymi. Po zlodowaceniu nastąpił okres rozcinania dolin i wyprzątania osadów. Z okresu tego zlodowacenia nie zachowały się żadne formy, pozostały jedynie osady.

Podczas zlodowacenia Odry dolina Wisła pełniła rolę pradoliny, odprowadzającej wody roztopowe z lobu śląskiego. Efektem tego było zasypanie zarówno doliny Wisły, jak i rowów tektonicznych piaszczysto-żwirowymi osadami fluwioglacjalnymi. Kolejne okresy zlodowaceń zaznaczyły się fazami akumulacji osadów rzecznych, a okresy interglacjalne – fazami ich rozcinania i tworzenia kolejnych poziomów teras rzecznych w dolinie Wisły i dolinach jej dopływów. Wyższe poziomy terasowe zostały w okresie zlodowacenia Wisły nadbudowane lessem, a w końcowej fazie ostatniego zlodowacenia zwydmieniu uległy piaszczyste osady fluwioglacjalne.

W holocenie powstały terasy niskie. W związku z regulacją koryt rzecznych zostały one pogłębione i uformował się najniższy poziom zalewowy, kształtowany również obecnie podczas wysokich stanów wody. Erozja wód okresowych spowodowała rozcięcie starych niecek denudacyjnych. Powstały również nowe formy dolinne: parowy, wądoły, debrze, wąwozy i niecki ablacyjne. W obrębie stoków fliszowych i okrytych lessem stoków rozwinęły się osuwiska. W holocenie rozpoczęła się również działalność antropogeniczna, prowadząca do powstania nowych form, jak również aktywizująca działalność procesów naturalnych.

Obecny typ rzeźby Krakowa można określić jako rzeźbę fuwialno-denudacyjną, a w obrębie Wyżyny Małopolskiej również krasową o założeniach tektonicznych, najbardziej czytelnych w obrębie zrębowej części Wyżyny.

## **2.2. GŁÓWNE JEDNOSTKI MORFOSTRUKTURALNE**

W granicach Krakowa można wyróżnić kilka jednostek morfostrukturalnych, wchodzących w skład Wyżyny Małopolskiej, Kotliny Sandomierskiej i Pogórza Karpackiego. W obrębie Wyżyny Małopolskiej są to Wyżyna Krakowska, obejmująca skłon Płaskowyżu Ojcowskiego i Bramę Krakowską ze Zrębem Sowińca i Izolowanymi Zrębami Bramy Krakowskiej. W Kotlinie Sandomierskiej wyróżnia się Pradolinę Wisły i Wysoczyznę Krakowską. W obrębie Pogórza Karpackiego znajduje się niewielki fragment Pogórza Wielickiego (Plansza nr 3).

## 2.2.1. Brama Krakowska

### Zrąb Sowińca

Zrąb Sowińca wznosi się między dolinami Wisły i Rudawy, wykorzystującymi rowy tektoniczne Rudawy i Wisły. Jest największym powierzchniowo i najwyższym spośród wzniesień Bramy Krakowskiej. Zbudowany jest z wapieni górnourajskich, miejscami (Bielany) przykrytych marglami kredowymi. Wierzchowina i stoki okryte są lessem, pod którym miejscami zalegają plejstocenyjskie piaski gliniaste. W jego obrębie występują najwyższe naturalne wzniesienia na terenie Krakowa. Należą do nich wzgórze: Sowińca (358 m n.p.m.), Pustelnika (352 m n.p.m.) i Srebrnej Góry (326 m n.p.m.). Jeszcze wyżej sięgają wierzchołki dwóch kopców: Kopca Kościuszki i Kopca Józefa Piłsudskiego. Ten ostatni wznoszący się na wysokość 394 m n.p.m., jest najwyższym punktem Krakowa. Wierzchowinę Zrębu Sowińca tworzy szereg spłaszczeń, położonych na różnej wysokości 352-320, 297-285 i 240 m n.p.m. Są one fragmentami paleogeńskiej powierzchni zrównania, spękanej i tektonicznie zaburzonej podczas miocenyjskich ruchów tektonicznych. W miejscach zdarcia pokrywy lessowej odsłania się skrasowiały wapień z płytkami do 1 m głębokości jamami krasowymi.

Spłaszczenia w okolicy Olszanicy, Bielany, Woli Justowskiej i Przegorzał rozdzielają wąskie obniżenia, założone na linii uskoku i spękań tektonicznych. Wypełnia je piasek gliniasty i less.

Stoki Zrębu Sowińca są strome, miejscami pionowe, gęsto rozcięte, szczególnie w zachodniej części wzgórza, najwyższej i najwcześniej odpreparowanej spod osadów miocenyjskich. Zachodnią część rozcinają okresowo odwadniane, V-kształtne doliny: Panieńskich Skał, Poniedziałkowego Dołu, Łupanego Dołu, Wroniego Dołu, dolina Chełmska i Kryspinowska, które powstały wskutek pogłębiania staroplejstocenyjskich lub pliocenyjskich nieckowatych obniżen, założonych na linii spękań tektonicznych. Doliny te są wąskie, głębokie (do 20 m), mają strome (20-35°) zbocza, wycięte w wapieniu i okryte lessem. W niektórych występują pionowe, skaliste ściany, pocięte licznymi szczelinami krasowymi. W ich obrębie występują schroniska krasowe. Zbocza dolin rozczłonkowują holocenyjskie wcioseny, parowy, wąwozy, debrze i wądoły o głębokości 5-15 m. Stoki wschodniej części Zrębu Sowińca rozcinają płytkie niecki denudacyjne okryte lessem. W lessach wycięte są nieliczne parowy i wąwozy o głębokości do 10 m. Północne stoki pagóra Sowińca opadają w kierunku rowu Rudawy. Jego szerokie dno jest terasowane. Wyższy poziom terasowy zbudowany jest z piasków i żwirów rzecznych z okresu zlodowacenia Warty, niższy budują aluwia holocenyjskie.

### Izolowane Zręby Bramy Krakowskiej

Formy izolowanych zrębów tworzy kilka małych wzgórz zrębowych, obramowujących dolinę Wisły: Grodzisko, Kostrze, Skałki Pychowickie, Skały Twardowskiego, Wzgórze Wawelu, Krzemionki, Skałka. Stanowią one najniższą (25-50 m wysokości) i najdalej na południe wysuniętą część Wyżyny Krakowskiej. Są zbudowane z wapieni górnourajskich, na których miejscami zalega cienka warstwa osadów kredowych. Płaskie wierzchowiny zrębów tworzą fragmenty paleogeńskiej powierzchni zrównania, ścinającej wapienie górnourajskie i margle kredowe, rozczłonkowanej licznymi lejami, kominami, jamami, studniami, kanałami krasowymi o głębokości do 30 m, wypełnionymi residuum skał jurajskich i kredowych (Podgórze, Zakrzówek). Są to formy utworzone przed ruchami tektonicznymi, w wyniku których powstały zręby. W obrębie wielu wzgórz: na Wawelu, Zakrzówku, w Skałach Twardowskiego, w Pychowicach i na wzgórzach w Tyńcu występują jaskinie i schroniska krasowe.

Stoki pagórów zrębowych, będące w niewielkim stopniu przeobrażonymi progami uskokowymi, są strome, od strony Wisły skaliste, ograniczone wyraźną krawędzią erozyjną i rozczłonkowane szerokimi suchymi dolinami nieckowatymi, założonymi na linii uskoku tektonicznych. Są wśród nich plioceńskie lub staroplejstocieńskie niecki, rozcięte wąskimi, głębokimi holoceniowymi parowami i wądołami o stromych zboczach. Słabo przekształcone są progi uskokowe od strony wąskich rowów tektonicznych, oddzielających pagóry. W ich obrębie uchowały się uskoki schodowe. W obrębie pagórów zrębowych Podgórek, Bodzowa, Kostrza, Zakrzówka znajdują się wyrobiska nieczynnych kamieniołomów wapienia.

Pagóry zrębowe rozdzielone są rowami tektonicznymi. Największe z nich, o przebiegu równoleżnikowym, obrzeżają izolowane pagóry: od północy – rów Wisły, a od południa – rów Skotnicki, połączone ze sobą wąskimi, południkowo przebiegającymi rowami. Dno rowów tektonicznych wykorzystywanych przez rzeki są płaskie i sterasowane. Wyścielone są łąkami mioceńskimi i czwartorzędowymi piaskami, żwirami i mułkami piaszczystymi. W rowie Skotnickim piaski i żwiry fluwioglacjalne zlodowacenia Odry o miąższości 3-10 m, tworzą niewielkie fragmenty terasy wysokiej (15-25 m wysokości) u wylotu doliny Wilgi, zazębiając się z piaskami pochodzącymi z jej dorzecza. U podnóża południowego zbocza rowu rozciąga się terasa średnia o wys. 6-10 m nad koryto Wisły zbudowana z piasków gliniastych i glin proluwialnych z okresu zlodowacenia Warty. U wylotu doliny Wilgi jest ona nadbudowana stożkiem napływowym tej rzeki. Dno rowu Skotnickiego zajmuje powierzchnia holoceniowej terasy nadzalewowej. Zbocza rowu cechują się asymetrią. Od północy rów ograniczają strome stoki wzgórz zrębowych od południa – łagodniejszy skłon Wysoczyzny Krakowskiej. Dno rowu Wisły wypełniają utwory holoceniowej terasy nadzalewowej i ograniczają strome stoki pagórów zrębowych. Pod wzgórzami Tyńca Wisła, wykorzystująca odpreparowany rów tektoniczny tworzy przełom. Pod wzgórzem klasztornym od strony doliny Wisły zachowały się zwały starego obrywu skalnego.

### **2.2.2. Płaskowyż Ojcowski**

W granicach miasta znajduje się południowy skłon Płaskowyżu Ojcowskiego. Tworzą go wznoszące się w północnej części miasta szerokie garby rozdzielone dolinami wyżynnych dopływów Wisły na dział: Pasternika, Witkowicki i Mistrzejowicki. Działy zbudowane są z wapieni jurajskich, margli kredowych i łął mioceńskich, okryte residuum gliny morenowej, piaskami i lessem. Osiągają wysokość do 60 m, cechują się płaskimi lub lekko wypukłymi wierzchowinami. Łagodne stoki rozcinają późnoglacjalne i holoceniowe suche doliny: parowy, wądoły, niecki ablacyjne oraz nisze osuwiskowe.

Dział Pasternika o kierunku południkowym, ograniczony od zachodu Rowem Krzeszowickim i od wschodu doliną Prądnika osiąga wysokość 276 m n.p.m. Stoki o profilu wypukło-wklęsłym wycięte są w łął mioceńskich, okryte lessem, piaskiem i residuum glin morenowych. Są rozcięte niszami osuwiskowymi i nieckami plejstoceniowymi, wyciętymi w skałach podczwartorzędowych i wyścielone piaskami i lessem.

Dział Witkowicki między dolinami Prądnika i Sudółu Dominikańskiego o wysokości 280 m n.p.m. zbudowany jest z wapieni górnourajskich, margli i zlepieńców kredowych, łął mioceńskiego, okrytych do 1-15 m warstwą lessu. Stoki o profilu wypukło-wklęsłym rozcinają niecki plejstoceniowe i holoceniowe niecki ablacyjne.

Dział Mistrzejowicki wznosi się między dolinami Sudółu Dominikańskiego i Dłubni. Zbudowany jest z margli kredowych i łął mioceńskich, okryty piaskiem i lessem. Osiąga wysokość 275 m n.p.m. Rozczłonkowany jest płytkimi nieckami denudacyjnymi.



Działy wyżynne rozdzielają doliny rzeczne Prądnika i jego lewobrzeżnych dopływów: Garliczki i Sudołu Dominikańskiego, a od wschodu ograniczone doliną Dłubni. Dna dolin są wąskie, wycięte w iłach mioceńskich i wyścielone aluwiami.

Dolina Prądnika, wycięta w iłach mioceńskich i wyścielona osadami czwartorzędowymi, jest wąska (do 1,5 km), ma łagodnie nachylone zbocza (8-10°), płaskie dno wyścielone piaskami i żwirami wapiennymi, piaskami gliniastymi z okresu zlodowacenia Warty. Sięgają one wysokości 220 m n.p.m. i są przykryte 4 m warstwą lessu z ostatniego zlodowacenia. W tę pokrywę włożone są osady terasy o wysokości 3-6 m, zbudowanej z piasków gliniastych, żwirów z margli kredowych i mułków lessowych. Powierzchnia terasy jest płaska, podmokła i rozcięta do głębokości 1-3 m wąskim korytem.

Dolina Garliczki w omawianym odcinku jest założona na uskoku tektonicznym, wzdłuż którego spod cienkiej pokrywy mioceńskiej odsłaniają się margle i zlepierce kredowe oraz wapienie górnourajskie. Jej lewe zbocze, rozwinięte na skrzydle wiszącym, wapiennym jest strome (25°), a miejscami pionowe. Zbocze prawe, wycięte w iłach mioceńskich, ma profil wypukło-wklęsły i nachylenie 8-15°. Na iłach zalega gruba do 15 m pokrywa lessowa, rozczłonkowana gęsto parowami i wąwozami o głębokości do 10 m. W lewym zboczu doliny powyżej Witkowic zachowały się piaski i iły zastoiskowe przykryte gliną zwałową zlodowacenia Sanu II. Dno doliny jest wąskie, sterasowane. Terasa o wysokości 3-5 m zbudowana jest z piasków gliniastych, przykrytych lessem. Terasę o wysokości 0,5-1 m budują mułki piaszczyste i żwiry kwarcowe. Terasa ta przechodzi w terasę nadzalewową Prądnika. Koryto potoku jest wąskie (1-2 m szerokości), powyżej Witkowic wycięte jest lokalnie w wapieniu jurajskim.

Dolina Sudołu Dominikańskiego powstała na linii uskoku tektonicznego o kierunku NE-SW. Jej lewe zbocze, rozwinięte na skrzydle wiszącym jest strome (25-35°), wycięte w marglu kredowym i okryte lessem. Zbocze prawe, grubo okryte lessem, osiąga nachylenie 3-5°. W ujściowym odcinku pod 6 m warstwą lessu zalegają fluwiogłacjalne piaski gliniaste ze żwirami marglowymi i piaskowcowymi ze zlodowacenia Odry. W dnie można wyróżnić dwa poziomy terasowe: terasę o wysokości 2-3 m zbudowaną z piasków gliniastych i zachowany fragmentarycznie poziom o wysokości 1 m, zbudowany z mułku lessowego.

### **2.2.3. Płaskowyż Proszowicki**

#### **Dział Krzesławicki**

W granicach Krakowa znajduje się jedynie niewielki fragment Płaskowyżu Proszowickiego noszący nazwę Działu Krzesławickiego. Rozciąga się on między dolinami Dłubni i Potoku Kościelnickiego. Zbudowany jest z iłów i łupków mioceńskich, przykryty lessem i płatami glin morenowych (Zesławice). Stoki rozcinają krótkie, głębokie do 15 m plejstocenyjskie niecki denudacyjne wycięte w iłach mioceńskich i okryte lessem oraz holocenyjskie parowy wycięte w lessach.

Dolina Dłubni w granicach miasta wycięta jest w iłach mioceńskich i wyścielona osadami czwartorzędowymi. Ma strome (15-20°) zbocza i wąskie, płaskie dno. Najstarsze osady czwartorzędowe ze zlodowacenia Odry są wykształcone jako piaski i żwiry marglowe. U wylotu doliny koło Mistrzejowic przykryte są one lessem o miąższości do 15 m. W tą pokrywę włożone są osady młodsze ze zlodowacenia Warty, złożone ze żwirów wapiennych i piasku ilastego. Niską terasę o wys. 3-6 m budują osady późnoglacjalne i holocenyjskie. W spągu są to piaski gliniaste ze żwirami marglowymi, w stropie mułki piaszczyste z lessem. Na

powierzchni terasy zaznaczają się płytkie starorzecza o podmokłych dnach. Wzdłuż koryta występują wąskie fragmenty terasy o wys. 0,5-2 m zbudowanej z mułku lessowego.

Dolina Luborzyckiego Potoku będącego lewobrzeżnym dopływem Dłubni jest wąska, (0,5 km szerokości), cechuje się asymetrią zboczy i płaskim, podmokłym dnem. W granicach miasta znajduje się tylko jej lewe, strome zbocze (15-20°), wycięte w iłach mioceńskich i okryte lessem. Rozczłonkowane jest ono gęsto późnoglacialnymi i holoceniowymi parowami, wąwozami i niszami osuwiskowymi. Dno doliny jest sterasowane. U podnóża prawego, łagodniejszego zbocza zachowały się piaski i żwiry marglowe ze zlodowacenia Odry, przykryte 9 m warstwą lessu. W tę pokrywę włożona została terasa o wys. 1-2 m, zbudowana z mułku lessowego, o podmokłej powierzchni, rozcięta wąskim korytem.

Doliny Suchego Jaru i Potoku Kościelnickiego charakteryzują się wąskimi, podmokłymi dnami i asymetrią zboczy, wyciętych w lessach. Zbocza o ekspozycji południowo-zachodniej i zachodniej są bardziej strome od przeciwnych.

#### 2.2.4. Pradolina Wisły

Pradolina Wisły rozciąga się we wschodniej części miasta, między skłonem Płaskowyżu Ojcowskiego i Działu Krzesławickiego a Wysoczyzną Krakowską. W tym odcinku wycięta jest w iłach mioceńskich. Tylko miejscami w obrębie Starego Miasta (kościół św. Wojciecha, Pl. Wiosny Ludów, Grodzka, Bracka, Skałka) odsłaniają się niskie garby zbudowane z wapieni górnojurajskich i margli kredowych. Nierówna powierzchnia skalnego dna pradolin obniża się w kierunku wschodnim i jest okryta grubą warstwą (10-35 m) osadów czwartorzędowych różnego pochodzenia i wieku. Najstarsze z nich to piaski i iły zastoiskowe, gliny zwałowe i piaski kemowe zlodowacenia Sanu II, które warstwą o miąższości około 20 m okrywają prawe zbocze Pradoliny Wisły koło Prokocimia. W tych utworach i podścielających je iłach mioceńskich wycięta jest dolina Wisły. Ma ona szerokość do 8 km koło Pleszowa. Na zachód zwęża się stopniowo i koło Wawelu przechodzi w dna wąskich rowów tektonicznych Bramy Krakowskiej: rowu Rudawy, Wisły i Skotnickiego.

W obrębie dna wyróżnia się pięć poziomów teras i stożków napływowych. Płaskie dno Pradoliny Wisły wyścielają piaski i żwiry fluwioglacialne (karpackie i skandynawskie z niewielką ilością wapiennych) ze zlodowacenia Odry. Pełny profil tych osadów, sięgających wys. 220 m n.p.m. zachował się jedynie u podnóża Płaskowyżu Ojcowskiego, gdzie tworzą najwyższy poziom terasowy Prądnika. Ich spągowa część o miąższości 5-8 m wyściela ciągłą warstwą całe skalne dno rynny i podściela utwory wszystkich młodszych teras Wisły i jej dopływów.

Terasa z okresu zlodowacenia Warty o wysokości 12-16 m rozpościera się szerokim pasem u podnóża skłonu Płaskowyżu Ojcowskiego i Działu Krzesławickiego, nadbudowana stożkami napływowymi Prądnika i Dłubni. Zbudowana jest ona z piasków i żwirów fliszowych przyniesionymi przez karpackie dopływy Wisły i wapienne z wyżyny. Na piaskach zalegają osady proluwialne, wykształcone w postaci piasków gliniastych, ilastych, przykryte lessem o różnej miąższości. W okolicy Krowodrzy i Czyżyn miąższość lessów nie przekracza 6 m, gdy u nasady stożka Prądnika i po lewej stronie Dłubni dochodzi do 15 m.

Stożek Prądnika rozciąga się od Toń po śródmieście Krakowa. Jego powierzchnia jest lekko falista, rozczłonkowana późnoglacialnymi dolinami płaskodennymi i holoceniowymi nieckami denudacyjnymi o głębokości do 10 m. Największa z nich, dolina Robotnej, w swoim odcinku o przebiegu NW-SE ma płaskie, podmokłe dno i symetryczne zbocza o nachyleniu 3-5°, rozczłonkowane płytkimi nieckami. W odcinku dolnym, równoleżnikowym, jest głęboka (do

15 m), ma wąskie dno i asymetryczne zbocza. Zbocze o ekspozycji południowej ma nachylenie 3-6°, gdy przeciwległe, o ekspozycji północnej – 10-15°.

Stożek Dłubni rozciąga się od Bieńczyc po Czyżyny i Pleszów. Terasa Czyżyńska, nadbudowana od strony Dłubni stożkiem napływowym, rozpościera się u podnóża Działu Mistrzejowickiego, między Prądnikiem a Dłubnią. Jej powierzchnia łagodnie obniża się w kierunku Wisły i Prądnika od 215 m n.p.m. koło Bieńczyc do 210 m n.p.m. w Czyżynach. Od terasy nadzalewowej ograniczona jest wyraźną krawędzią o wys. 6-10 m.

Terasa Pleszowska nadbudowana w zachodniej części lewym skrzydłem stożka napływowego Dłubni rozciąga się szerokim pasem u podnóża Działu Krzesławickiego. Ma nierówną powierzchnię, stopniowo obniżającą się w kierunku południowo-wschodnim od 230 m n.p.m. koło Krzesławic i Mogiły do 210 m n.p.m. koło Branic. Od terasy nadzalewowej oddzielona wyraźną krawędzią o wys. 10-25 m. Powierzchnia pokrywy lessowej jest rozczłonkowana późnoglacialnymi i holocenijskimi dolinami i wąwozami drogowymi do 10 m głębokości. Największa dolina Potoku Kościelnickiego charakteryzuje się wąskim, płaskim, podmokłym dnem.

Do form akumulacyjnych antropogenicznego pochodzenia należą Kopiec Wandy koło Mogiły (237 m n.p.m.) i będąca w trakcie eksploatacji hałda hutnicza. Niewielkie fragmenty terasy z okresu zlodowacenia Warty zachowały się wzdłuż południowych zboczy doliny Wisły.

W rozciętej pokrywie lessowej terasy Pleszowskiej koło Branic włożona jest terasa o wysokości 10 m, zbudowana z piasków gliniastych z dużą domieszką części lessowych z okresu zlodowacenia Wisły. Terasa ta zajmuje w granicach miasta małą powierzchnię, jest płaska i ograniczona od terasy nadzalewowej wyraźną krawędzią.

Terasa o wys. 3-6 m nad poziom rzeki rozciąga się szerokim pasem wzdłuż Wisły i jej dopływów. Zbudowana jest z osadów późnoglacialno-holocenijskich o miąższości 3-5 m. Osady późnoglacialne to piaski i żwiry utworów piaskowcowych wzdłuż Wisły, a wapiennych wzdłuż jej wyżynnych dopływów. Z holocenu pochodzą zaś piaski, mułki i ropy piaszczyste. Powierzchnia terasy jest płaska i rozczłonkowana licznymi starorzeczami, rowami melioracyjnymi (głębokość do 2 m), stawami i żwirowniami. Starorzecza najliczniej grupują się we wschodniej części miasta. Są wśród nich formy różnego wieku. Stare, płytkie (1-3 m głębokości), suche, wypełnione są osadami ilasto-mułkowymi, madami i są antropogenicznie przekształcone. Młode, o wyraźnym zarysie meandrowym, głębokości 3-5 m i asymetrycznych zboczach: stromych wklęsłych (do 35°) i łagodnych wypukłych (3-5°), przeważnie wypełnione są wodą. Żwirownie i glinianki powstały wskutek eksploatacji materiału budowlanego. Są to formy zarówno czynne, jak i już nieeksploatowane i wypełnione wodą (koło Pleszowa).

Poziom zalewowy o wysokości 0,5-3 m nad koryto występuje fragmentarycznie wąską (1-200 m szerokości) listwą wzdłuż Wisły i jej dopływów. Zbudowany jest z mułków, ropy piaszczystych i piasków gliniastych ze żwirem. Rozcinające je koryta Wisły i jej dopływów na długich odcinkach przebiegają sztucznymi przekopami. Poza odcinkami uregulowanymi koryta mają kręty bieg i strome brzegi. Miejscami (w Bodzowie i Przegorzałach) występują odcinki skalnego koryta Wisły z wychodniami wapieni.

## 2.2.5. Wysoczyzna Krakowska

Wysoczyzna Krakowska zajmuje południowo-zachodnią część miasta. Stanowi wyższy poziom Kotliny Sandomierskiej. Tworzą ją niskie (do 60 m) pagóry i garby: Pagóry Skotnickie, Pagór Kobierzyński, Pagór Łagiewnicki, zbudowane z iłów mioceńskich, margli kredowych, a miejscami z wapieni górnourajskich.

Pagóry Skotnickie to niewielkich rozmiarów niskie wzniesienia o wysokości 30 m, obramowujące od południa rów Skotnicki. Zbudowane są z wapieni górnourajskich i margli kredowych, miejscami tylko (Chmielnik, Winnica) odsłaniających się spod iłów mioceńskich. Wierzchowina pagórów jest płaska, ścięta poziomem erozyjno-denudacyjnym na wysokości 230-240 m n.p.m., okryta piaskami czwartorzędowymi. Stoki o profilu wypukłym są rozczłonkowane szerokimi nieckami denudacyjnymi.

Pagór Kobierzyński, położony na południe od Pagórów Skotnickich i na zachód od doliny Wilgi, jest zbudowany z iłów mioceńskich i okryty osadami czwartorzędowymi. Osiąga wysokość 35-50 m. Spłaszczenie wierzchowinowe tworzy fragment wyższego (247-255 m n.p.m.) górnoplioceniowego poziomu erozyjno-denudacyjnego Kotliny Sandomierskiej, i jest okryte grubą (do 5 m) warstwą piasków kemowych zlodowacenia Sanu II. Lokalnie są one podścielone residuum gliny zwałowej i zwydmione na powierzchni. Stoki pagóra o profilu wypukło-wklęsłym są rozczłonkowane niszami osuwiskowymi i gęstą siecią różnego typu dolin okresowo odwadnianych. Są wśród nich wycięte w iłach mioceńskich, zasypane piaskami plejstoceniowymi staroplejstoceniowe niecki denudacyjne o płaskich, podmokłych dnach, płytko rozcięte korytami potoków, okresowo odwadniane późnoglacialne niecki oraz holoceniowe parowy, wądoły i niecki ablacyjne wycięte w piaskach plejstoceniowych, powstałe przez pogłębienie staroplejstoceniowych niecek denudacyjnych.

Pagór Łagiewnicki, wznoszący się do wysokości 55-60 m na wschód od doliny Wilgi, zbudowany jest z iłów mioceńskich, a koło Kurdwanowa również z wapienia górnourajskiego, który odsłania się tam wzdłuż linii uskoku tektonicznego. Wąska i płaska wierzchowina ścina iły mioceńskie w wys. 250-255 m n.p.m. i jest okryta piaskami kemowymi, podścielonymi residuum gliny zwałowej Sanu II. Jest ona fragmentem wyższego poziomu erozyjno-denudacyjnego Kotliny Sandomierskiej, utworzonego w okresie górnego pliocenu. Niemal całą wierzchowinę przykrywa 5-metrowej miąższości warstwa piasków kemowych, podścielonych residuum gliny zwałowej Sanu II. Piaski i gliny sięgają po szeroką dolinę Wisły koło Prokocimia, gdzie ich miąższość wzrasta do 12 m. Stoki pagóra wycięte w iłach mioceńskich i okryte piaskami czwartorzędowymi mają profil wypukło-wklęsły i są rozczłonkowane plejstoceniowymi dolinami dopływów Wisły i Wilgi. Powstały na skutek pogłębienia staroplejstoceniowych rozległych niecek wyciętych w iłach mioceńskich i okrytych piaskami. Dna dolin są płaskie, przeważnie podmokłe, zbcza asymetryczne: zbcza o ekspozycji SE (5-7°) i są rozczłonkowane płytkimi holoceniowymi nieckami denudacyjnymi. Zbcza o ekspozycji NW są strome (do 20°) i gęsto rozczłonkowane młodymi, holoceniowymi parowami, wądołami i niszami osuwiskowymi. U wylotu niektórych nisz rozpościerają się małe języki osuwiskowe. Największa z dolin – dolina Kurdwanowska, wycięta w południowo-zachodnim stoku pagóra, od strony Wilgi została założona na uskoku tektonicznym, wzdłuż którego spod iłów mioceńskich odsłaniają się wapienie górnourajskie. Zbcze prawe, wycięte w iłach mioceńskich ma profil wypukło-wklęsły o nachylenie 8-10°, jest słabo rozczłonkowane. Zbcze lewe, eksponowane na północ w obrębie iłów ma profil zbliżony do zbcza prawego, a w odcinku wapiennym jest strome (do 20°) i rozczłonkowane płytkimi dołami nieczynnych kamieniołomów. Odsłaniająca się tam powierzchnia wapienia górnourajskiego, gęsto rozczłonkowana szerokimi (do 3 m) jamami krasowymi o głębokości do 2 m, wypełnionymi utworem residualnym, pochodzącym z chemicznego wietrzenia

wapieni górn jurajskich jest fragmentem przedmioceńskiej powierzchnia zrównania krasowego.

Dolina Wilgi rozcinająca pagóry Wysoczyzny Krakowskiej w kierunku południkowym, wcięta jest w iłach mioceńskich i wyścielona piaskami czwartorzędowymi, pochodzącymi z karpackiego dorzecza rzeki. Dolina jest wąska. W obrębie jej dna zaznaczają się trzy poziomy terasowe: równina terasy i stożka napływowego ze zlodowacenia Warty, równina terasy o wysokości 3-6 m, zbudowanej z piasków i iłów późnoglacialno-holoceńskich oraz poziom zalewowy 1-3 m wysokości, zbudowany z mułków lessowych. Poziom zalewowy, a miejscami również terasa nadzalewowa, są podcinane przez Wilgę, która płynie wąskim korytem o meandrowym przebiegu.

### **2.2.6. Pogórze Wielickie**

Na terenie Krakowa Pogórze Karpackie reprezentowane jest przez fragment Pogórza Wielickiego, zajmującego najbardziej wysuniętą na południe część miasta. Obejmuje swoim zasięgiem stoki zbudowane z piaskowców, łupków i margli kredowych, pokryte kilkumetrowymi pokrywami soliflukcyjnymi. W ich obrębie zaznaczają się spłaszczenia erozyjno-denudacyjne o wys. 90-110 m, rozczłonkowane dolinami nieckowatymi o płaskich, wyścielonych madami dnach.

## **2.3. WSPÓŁCZESNE GŁÓWNE PROCESY MORFOGENETYCZNE**

W obecnych warunkach klimatycznych głównymi procesami morfogenetycznymi modelującymi omawiany obszar są procesy fluwialne i denudacyjne. W sprzyjających warunkach litologicznych podłoża skalnego i utworów pokrywowych działają również procesy sufozyjne, eoliczne i krasowe.

Procesy fluwialne zachodzą w obrębie koryt rzecznych, a podczas wezbrań obejmują swoim oddziaływaniem również dna dolin. Wskutek regulacji i zabudowy technicznej koryta rzeczne cechują się zaburzonym reżimem morfodynamicznym. Mimo tego Wisła i Rudawa zachowały tendencję do meandrowania. Stąd stałe podcinanie poziomu zalewowego, a lokalnie również terasy nadzalewowej. Towarzyszy temu procesowi odkładanie materiału i sypanie łach korytowych, które można obserwować w korycie Wisły w okolicy Wawelu. Również koryta pozostałych rzek wykazują tendencje do lokalnej erozji bocznej i niszczenia brzegów. Największą intensywnością cechują się procesy fluwialne podczas wezbrań.

Na obszarach stosunkowo często zalewanych, tj. w obrębie wałów przeciwpowodziowych Wisły, obejmujących głównie poziom zalewowy oraz te starorzecza, które zachowały łączność z tym poziomem, północny odcinek Prądnika, odcinki wzdłuż Dłubni i Sefary, dochodzi corocznie do niszczenia i nadbudowywania równiny zalewowej.

Rodzaj procesów stokowych jest zróżnicowany w zależności od nachylenia stoków, podłoża i użytkowania gruntu. Największe rozprzestrzenienie mają procesy spełzywania, aktywne już przy niewielkim kilkustopniowym nachyleniu powierzchni. Na dużą skalę spełzywanie zachodzi na skarpie wiślanej na terenie Pleszowa, osiedlu Na Skarpie i Wywiąże oraz na zachodnich stokach Wzgórz Krzesławickich. Rozległe powierzchnie złaziskowe znajdują się

na stokach Pagórów Kobierzyńskich. Procesy spełzania działają bardzo aktywnie w parowach i wądołach. Towarzyszą także obszarom osuwiskowym i wyrobiskom.

Procesy osuwiskowe nie stanowią dużego zagrożenia na terenie Krakowa. Ruchy osuwiskowe zachodzą lokalnie, przede wszystkim w obrębie już istniejących form. Czynne osuwiska mają największe rozprzestrzenienie w obszarze Pogórza Wielickiego. Czynne osuwiska występują także na obszarach wyżynnych, m.in. w obrębie Zrębu Sowińca i Wzgórza św. Bronisławy. Są to w większości osuwiska płytke, powstałe w utworach lessopodobnych. Jedno z głębszych osuwisk, obejmujące utwory pokrywowe wraz ze skałami podłoża powstało w Witkowicach. Na Wysoczyźnie Krakowskiej największe osuwisko w utworach piaszczystych, gliniastych i ilach znajduje się w Swoszowicach. Do obszarów potencjalnego wystąpienia ruchów osuwiskowych można zaliczyć zbocza dolin podcinane erozją boczną, oraz stoki o nachyleniu  $>15^\circ$

Procesy odpadania i obrywów zachodzą głównie na stromych i pionowych ścianach wapiennych zrębu Sowińca i izolowanych zrębów Bramy Krakowskiej, a lokalnie również w obrębie stromych krawędzi terasowych wyciętych w lessach oraz w ścianach kamieniołomów.

Rok 2010 należał do aktywnych z uwagi na intensywność ruchów masowych, w tym osuwisk, zwłaszcza na terenie południowej Polski. W Krakowie aktywność ta była także obserwowana, dlatego też wskazuje się na potrzebę wykonania specjalistycznego zaktualizowanego opracowania terenów zagrożonych ruchami masowymi, a głównie osuwiskami. Dostępna inwentaryzacja terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których ruchy te występują w poszczególnych dzielnicach Krakowa pochodzi z lat 2005-2007. Wyniki jej przedstawiono w rozdziale 23.

Splukiwanie i sufozja to procesy charakterystyczne głównie dla obszarów z pokrywą lessową. Towarzyszy im wówczas erozja wązowa. Splukiwanie jest również procesem biorącym udział w rozwoju holocenijskich niecek ablacyjnych. Powoduje cofanie nisz źródłowych, podcina powierzchnie wierzchowinowe i prowadzi do wzrostu stopnia rozdolinienia stoków, szczególnie na Wysoczyźnie Krakowskiej.

Tereny lessowe, szczególnie rolniczo użytkowane, narażone są również na deflację. Dotyczy to zarówno płaskich poziomów wyższych teras i stożków napływowych, jak i stoków Wyżyny Krakowskiej.

Krasowienie występują na obszarach odsłoneń wapieni górnokarpackich na Wyżynie Krakowskiej.

Działalność antropogeniczna powodująca przekształcenia rzeźby polega na terenie miasta głównie na eksploatacji surowców skalnych w kamieniołomach, żwirowniach, piaskowniach i gliniankach. Jej efektem jest tworzenie wyrobisk, jak również zwałowisk i hałd. Powstałe formy narażone są na uaktywnienie ruchów masowych oraz procesu splukiwania i deflacji. Innym rodzajem zagospodarowania, prowadzącym do zmian rzeźby terenu jest regulacja koryt rzecznych, polegająca na ścinaniu zakoli rzecznych, tworzeniu sztucznych koryt i odcinaniu starorzeczy (Koło Tynieckie, Kąty Tynieckie), budowie wałów przeciwpowodziowych i kanałów melioracyjnych. Prowadzi to do zaburzenia naturalnej dynamiki procesów korytowych.

Na terenie Krakowa, można więc wyróżnić kilka obszarów modelowanych przez określone zespoły procesów: dna dolin, obszary lessowe, obszary wapienne. Dna dolin rzecznych zajęte przez terasy holocenijskie podlegają stale lub okresowo procesom fluwialnym, głównie erozji bocznej i akumulacji, zagrożone są zalaniem lub podtopieniem podczas katastrofalnych wezbrań. Terasy rzeczne, stożki napływowe oraz powierzchnie stoków okrytych lessem

niezależnie od spadku terenu podlegają deflacji i sufozji, a w obrębie stoków procesom spłukiwania i erozji wąwozowej, osuwania, szczególnie jeśli są zajęte pod uprawę rolną. Zrąb Sowińca i Izolowane Zręby Bramy Krakowskiej – obszary pokryte roślinnością leśną, trawiastą i zakrzaczami, podlegają procesom ługowania, sufozji, a strome stoki narażone są na proces odpadania i obrywów. Podlegają również powolnemu krasowieniu. Obszary pokryte utworami piaszczystymi i piaszczysto-gliniastymi (Dział Pasternika i Wysoczyzna Krakowska), zajęte przez pola orne modelowane są głównie przez spłukiwanie, sufozję, ługowanie, deflację i osuwanie.

### **3. KLIMAT I MIKROKLIMAT (KRZYSZTOF BŁAŻEJCZYK)**

#### **3.1. OGÓLNE CECHY KLIMATU**

Klimat Krakowa, poza czynnikami radiacyjnymi i cyrkulacyjnymi znajduje się pod wpływem czynników lokalnych, a głównie orograficznych i antropogenicznych. Dopływ promieniowania słonecznego jest wyraźnie kształtowany przez czynniki astronomiczne i ogólnogeograficzne (sezonowość, szerokość geograficzna) i waha się od około 70 MJ/m<sup>2</sup> w grudniu do 600 MJ/m<sup>2</sup> w lipcu (tab. 1). Jednocześnie w centrum miasta obserwuje się znaczne zmniejszenie przezroczystości atmosfery spowodowane zapyleniem i obecnością w powietrzu specyficznych aerosoli miejskich. O ile w terenie pozamiejskim współczynnik przezroczystości atmosfery przyjmuje wartość około 0,8, to w centrum Krakowa wynosi on 0,590-0,656 (Wojkowski, 2007).

Oddziaływanie miasta na warunki radiacyjne jest także wyraźnie widoczne przy porównaniu sum rocznych usłonecznienia w Balicach i w Ogrodzie Botanicznym (Matuszko, Wojkowski, 2007). Czas dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego w centrum Krakowa jest o około 20% krótszy niż na jego peryferiach. Jest to spowodowane znacznym stężeniem pyłu w powietrzu oraz zwiększonym zachmurzeniem, generowanym również przez dużą liczbę jąder kondensacji zawieszonych w powietrzu.

Kolejnym przejawem wpływu czynników antropogenicznych jest wzrost temperatury powietrza w obszarach intensywnej zabudowy miejskiej. Podczas gdy na stacji peryferyjnej odnotowano 7,9°C, to w centrum miasta wynosiła aż 8,7°C (Piotrowicz, 2007). Obserwuje się natomiast osłabienie prędkości wiatru w zurbanizowanej części Krakowa w stosunku do peryferii. Pozostałe elementy klimatu (wilgotność względna powietrza, sumy opadów atmosferycznych) nie różnią się znacząco między stacjami w Balicach i w Ogrodzie Botanicznym UJ (Twardosz, 2007; Wypych, 2007).

Ważną charakterystyką warunków klimatycznych jest częstość występowania różnych typów cyrkulacji atmosferycznej. Decyduje ona nie tylko o cechach fizycznych (temperaturze, wilgotności, przezroczystości) powietrza docierającego nad badany obszar, ale także o ewentualnym przenoszeniu powietrza zanieczyszczonego, w przypadku napływu z obszarów silnie zanieczyszczonych. Do scharakteryzowania warunków cyrkulacyjnych zastosowano typologię T. Niedźwiedzia (za Ustrnul, 2007). Uwzględnia ona kierunek napływu mas powietrza (N, NE, E, SE, S, SW, W i NW) oraz rodzaj układu ciśnienia (a – wyż, c – niż). Wyróżniane są także typy związane z centrum wyżu (Ca), centrum niżu (Cc), klina wyżowego (Ka) oraz bruzdy niskiego ciśnienia (Bc). Wydzielane są także sytuacje nieokreślone (x), których nie da się zaliczyć do żadnego z typów. W Krakowie najczęściej

występuje cyrkulacja zachodnia, zarówno cyklonalna, jak i antycyklonalna (łącznie ponad 20% dni w roku). Często są także sytuacje klina wyżowego (Ka) oraz bruzdy niżowej (Bc). Najbardziej nad obszar Krakowa docierają masy powietrza z sektora północnego (ryc. 1).

Typ cyrkulacji atmosferycznej w dużej mierze determinuje warunki pogodowe. Z typami antycyklonalnymi wiąże się najczęściej pogoda z małym zachmurzeniem, sprzyjająca dużym dobowym kontrastom temperatury oraz występowaniu inwersji termicznych i przygruntowych mgieł radiacyjnych (porannych i wieczornych). W ciepłej połowie roku często występują wtedy konwekcyjne opady deszczu. Cyklonalne typy cyrkulacji łączą się najczęściej z pogodą pochmurną, o dużych prędkościach wiatru oraz opadami deszczu pochodzenia frontального. Zimą cyrkulacja cyklonalna przynosi ocieplenie, latem natomiast ochłodzenie. Cyrkulacji cyklonalnej często towarzyszą mgły adwekcyjne, występujące na dużym obszarze i utrzymujące się przez większą część doby.

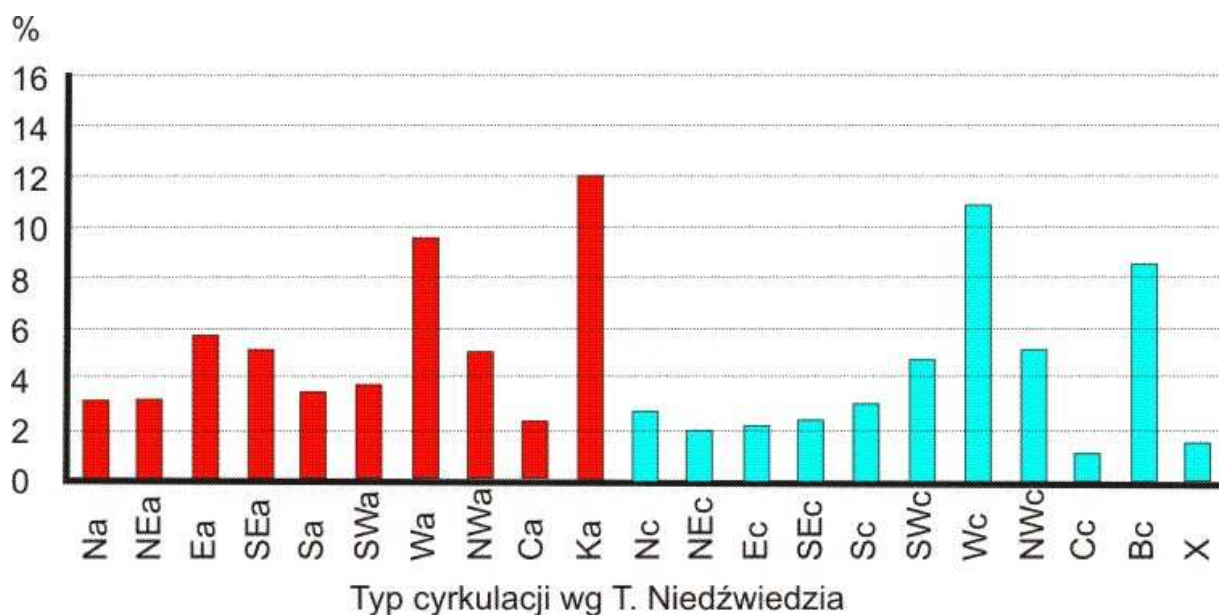
**Tabela 1. Wartości poszczególnych elementów klimatu w Krakowie**

Element klimatu	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
<b>Całkowite promieniowanie słoneczne** (MJ/m<sup>2</sup>)</b>													
	90	145	281	408	558	588	599	498	341	213	93	69	3883
<b>Usłonecznienie (godz.)</b>													
Balice*, 1981-1990	69	87	131	159	198	203	220	206	165	140	71	54	1703
UJ** (godz.)	41	61	92	128	188	184	203	191	117	102	50	34	1391
<b>Temperatura powietrza (°C)</b>													
Balice* 1981-1990	-3,2	-1,5	2,5	8	13,2	16,3	17,6	17	13,2	8,4	3,3	-0,9	7,9
Balice 1991-2007	-1,5	0,4	3,3	8,8	14,2	17,2	19,0	18,5	13,4	8,7	3,2	-1,2	8,7
UJ-1991-2005	-0,2	0,3	4,1	9,3	14,1	17,4	19,2	18,6	13,3	9,1	3,8	-0,6	9,0
<b>Wilgotność względna (%)</b>													
Balice* 1981-1990	81	79	75	70	72	73	72	74	76	77	81	83	76
Balice 1991-2005	80	74	70	67	64	69	69	68	73	75	80	84	73
UJ-1991-2005	82	80	76	70	68	69	70	73	77	81	84	85	76
<b>Prędkość wiatru (m/s)</b>													
Balice* 1981-1990	3,1	3,3	3,6	3,2	2,7	2,7	2,6	2,3	2,4	2,7	3,2	3,2	2,9
Balice 1991-2007	3,2	3,2	3,4	2,8	2,5	2,5	2,3	2,1	2,3	2,3	2,7	2,7	2,7
<b>Opad (mm)</b>													
Balice* 1981-1990	34	32	34	48	82	96	85	86	54	46	45	41	682
Balice 1991-2007	39	31	37	49	65	75	88	68	61	44	40	29	627
UJ**	34	31	35	47	73	91	96	87	59	48	42	36	679

\* Balice, 1981-1990, wg METEONORM,

\*\* UJ, Dane ze stacji IGiGP UJ w Ogródzie Botanicznym, 1991-2000 (za: Klimat Krakowa, 2007)





Ryc. 1 Częstość poszczególnych cyrkulacji atmosferycznej w Krakowie (wg: Ustrnul, 2007)

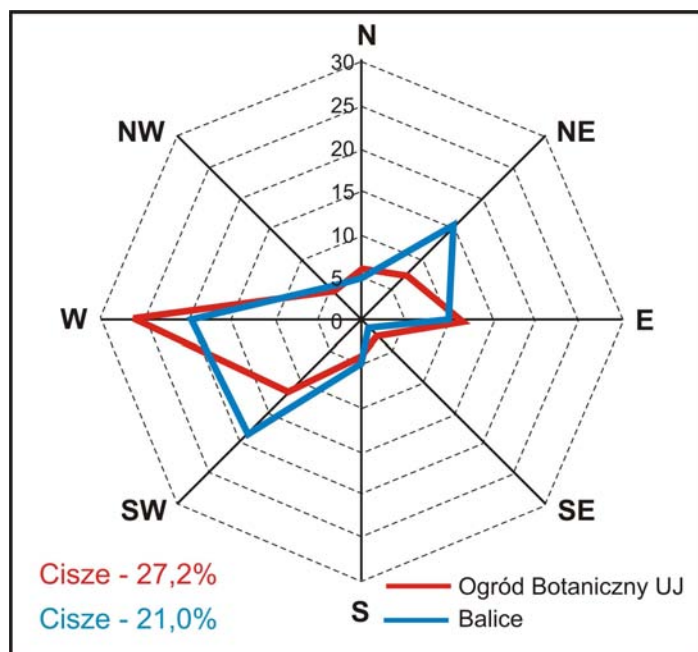
Ryc. 1. Częstość poszczególnych typów cyrkulacji atmosferycznej w Krakowie (wg: Ustrnul, 2007)

### 3.2. WARUNKI ANEMOLOGICZNE

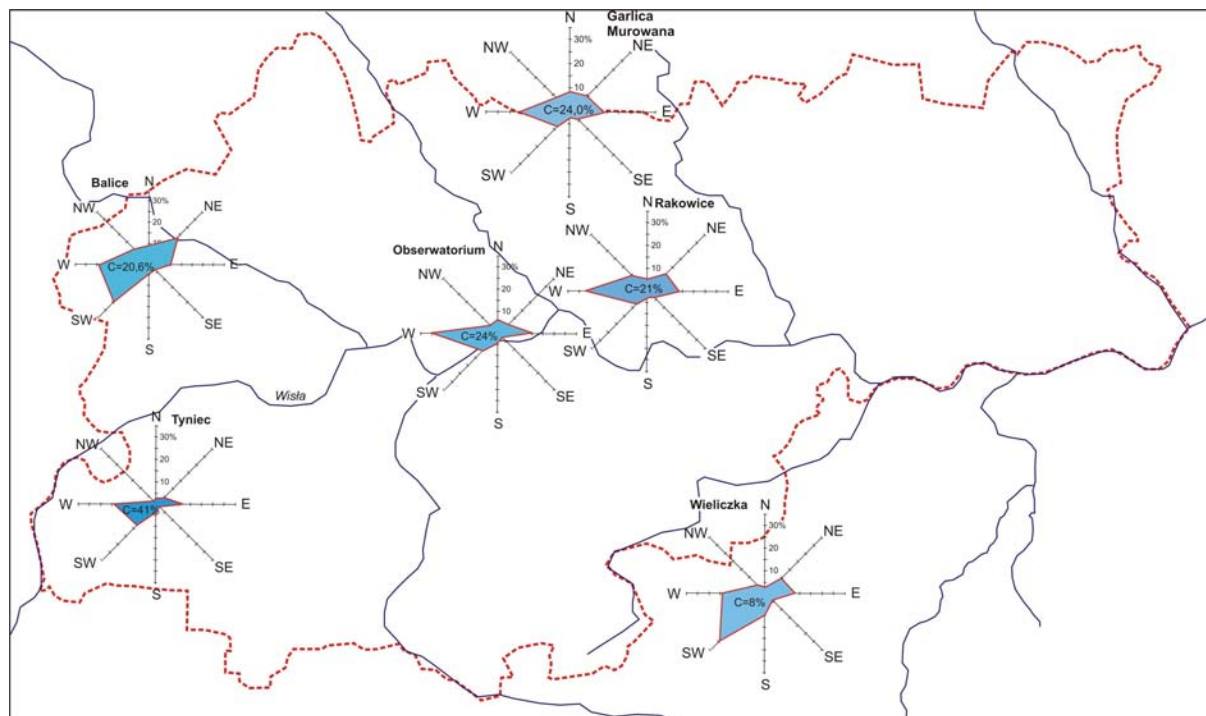
Jedną z podstawowych cech klimatu wpływającą na warunki aerosanitarnie jest kierunek i prędkość wiatru. Jak podaje L. Kowanetz (2007) prędkości wiatru w poszczególnych częściach Krakowa są do siebie dość zbliżone (2-3 m/s). Jedynie stacje położone w specyficznych warunkach orograficznych (Tyniec) lub terenowych (Wieliczka) cechują się prędkościami wiatru znacznie mniejszymi niż w Balicach, a nawet w Ogrodzie Botanicznym UJ (1-1,5 m/s). Zabudowa centrum miasta wpływa natomiast na zwiększenie częstości cisz atmosferycznych w stosunku do terenów podmiejskich (Balice, Garlica Murowana) lub położonych na wyniesieniach Pogórza Wielickiego.

Kierunki wiatru w Krakowie są wyraźnie uzależnione od ogólnej cyrkulacji atmosferycznej, a jednocześnie są silnie modyfikowane przez rzeźbę terenu. Dane z lat 1993-2007 ze stacji w Balicach wskazują na dominację wiatrów z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego oraz północno-wschodniego, czyli zgodnych z przebiegiem doliny Wisły (ryc. 2). W stosunku do przeważających kierunków adwekcji mas powietrza obserwuje się tam zmniejszenie częstości wiatrów z kierunku NW. W centrum miasta w Ogrodzie Botanicznym UJ kierunki wiatrów także wyraźnie nawiązują do przebiegu doliny - przeważają tam wiatry zachodnie i wschodnie.

We wszystkich częściach miasta dominujący lub bardzo duży udział mają wiatry zachodnie. Wpływ rzeźby terenu zaznacza się w dwojaki sposób. W stacjach położonych na odcinkach dolin o przebiegu SW-NE (Balice, Wieliczka) wyraźnie zaczynają dominować te właśnie kierunki przepływu powietrza w warstwie przygrunтовой. Jednocześnie na wszystkich stacjach dość często notowane są wiatry wschodnie (częściej, niż wynikałoby to z cech cyrkulacji atmosferycznej). Ma na to wyraźny wpływ dolina Wisły, która na obszarze Krakowa ma przebieg W-E (ryc. 3).



Ryc. 2 Częstości wiatrów oraz cisz atmosferycznych w strefie podmiejskiej oraz w centrum Krakowa (Ogród Botaniczny UJ) w latach 1991-2007

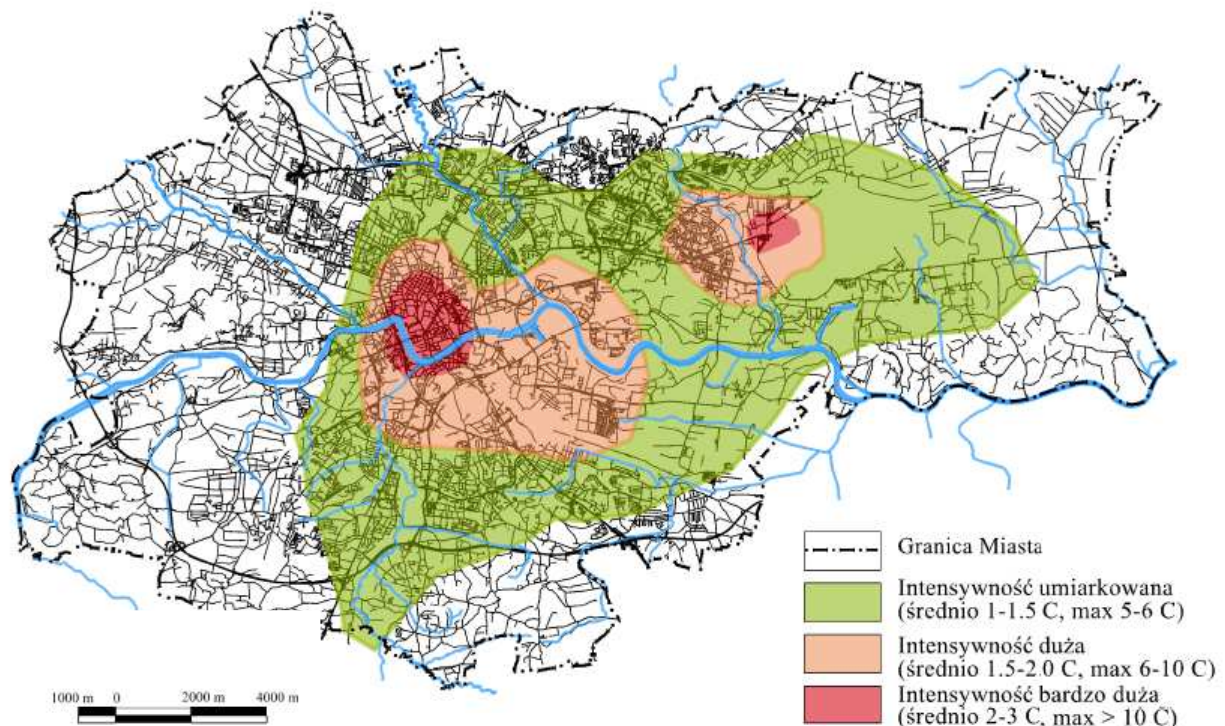


Ryc. 3. Częstości poszczególnych kierunków wiatru oraz cisz atmosferycznych w różnych częściach Krakowa na podstawie danych z pracy Kowanetza (2007)

### 3.3. MIEJSKA WYSPA CIEPŁA

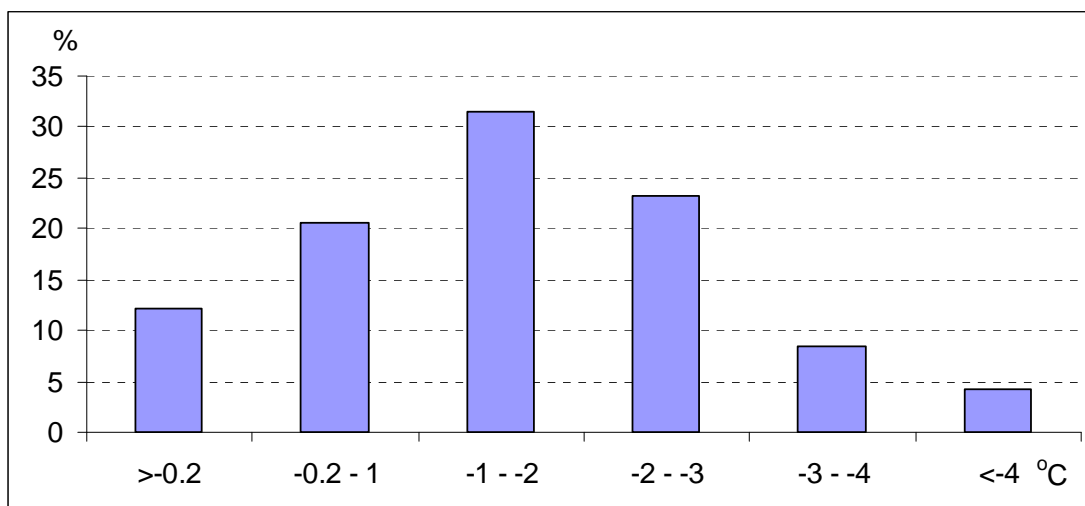
Klimat Krakowa charakteryzuje się istnieniem tzw. miejskiej wyspy ciepła (ryc. 4). Powstaje ona w wyniku różnego pochłaniania promieni słonecznych przez powierzchnie o różnorodnych cechach fizycznych. Obszary o dominacji powierzchni sztucznych (beton, asfalt, cegła) nagrzewają się silniej niż powierzchnie naturalne pokryte roślinnością, dominujące na terenach otaczających zurbanizowany rdzeń Krakowa. Zjawisko miejskiej wyspy ciepła powstaje jako efekt kilku czynników: dodatkowej emisji ciepła w obrębie terenów zabudowanych i przemysłowych, dużego pochłaniania promieniowania słonecznego przez sztuczne powierzchnie oraz małe straty ciepła na parowanie związane z małym udziałem obszarów zielonych. Jak już wspomniano, różnica średniej rocznej temperatury powietrza pomiędzy centrum miasta a peryferiami wynosi  $0,8^{\circ}\text{C}$ .

Miejska wyspa ciepła w Krakowie (ryc. 4) cechuje się dużą stabilnością. Występuje ona przez zdecydowaną większość dni w roku, a jednocześnie obejmuje z reguły całą dobę. Porównując dane termiczne z okresu 1991-2006 z Balic i z centrum miasta (Ogród Botaniczny UJ) stwierdzono, że wyspa ciepła występuje przez 78% wszystkich nocy oraz przez 76% wszystkich dni w roku. Średnia jej intensywność wynosi  $0,6^{\circ}\text{C}$  dniem i  $0,8^{\circ}\text{C}$  w okresie nocy. Największe zanotowane różnice temperatury między centrum a peryferiami wynosiły  $2,7^{\circ}\text{C}$  dniem i  $4,7^{\circ}\text{C}$  nocą.



Ryc. 4. Intensywność miejskiej wyspy ciepła

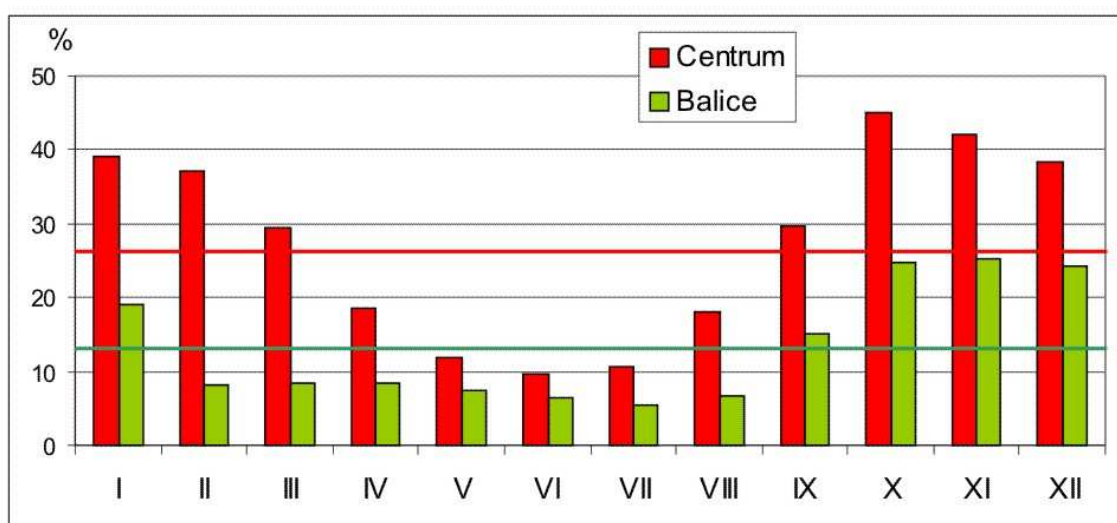
Innym zjawiskiem termicznym występującym w Krakowie, a istotnym z punktu widzenia planowania przestrzennego są inwersje termiczne. Na podstawie danych ze stacji meteorologicznych w Balicach i Ogródzie Botanicznym UJ można stwierdzić, że sytuacje sprzyjające powstaniu inwersji termicznych występują przez większość roku, a w warstwie przygruntowej dominują inwersje o intensywności od 1 do  $3^{\circ}\text{C}$  (ryc. 5).



Ryc. 5. Częstość przygruntowych inwersji termicznych o różnej intensywności, Balice, 1991–2005

### 3.4. WARUNKI HIGRYCZNE

Kolejnym elementem klimatu pogarszającym stan sanitarny powietrza są mgły przygruntowe. Kropelki wody oraz drobiny zanieczyszczeń tworzą nad miastem warstwę smogu, szczególnie niebezpieczną dla zdrowia człowieka. Dolina Wisły, w której zlokalizowano dużą część osiedli mieszkaniowych Krakowa, jest szczególnie narażona na tego rodzaju sytuacje. W strefie podmiejskiej (w Balicach) pojawiają się one średnio przez około 13% dni w roku. W śródmiejskiej części Krakowa mgły występują średnio 27% dni w roku, a w okresie od października do lutego ich częstość wynosi około, a nawet przekracza 40% dni w miesiącu (ryc. 6).



Ryc. 6. Częstość mgieł na lotnisku w Balicach i w Ogrodzie Botanicznym UJ w centrum miasta, 1993-2003

### 3.5. OPAD ATMOSFERYCZNY

Ważnym elementem pogody powiązanim z zanieczyszczeniem powietrza są opady atmosferyczne. Cząstki zanieczyszczeń są jądrami koncentracji dla pary wodnej w powietrzu, zwiększając ilość opadów, zarówno pod względem ich ilości, jak i częstości. Wieloletnie dane za ostatnie lata wskazują wyraźnie, że w centrum miasta spada więcej opadów niż w Balicach (tab. 2).

Opady atmosferyczne są czynnikiem sprzyjającym wyflukiwaniu zanieczyszczeń z powietrza. Według danych z wielolecia 1991-2007 średnio w roku występuje 177 dni z opadem, w tym 17 dni z opadem intensywnym (tab. 2). Jednocześnie jednak stosunkowo często występują okresy bezopadowe, trwające co najmniej 5 kolejnych dni. Sytuacje takie sprzyjają kumulacji zanieczyszczeń w powietrzu. Średnio w roku jest 14 takich okresów. Średnia długość takiego okresu trwa prawie 8 dni. Występują jednak także okresy znacznie dłuższe. Okresy bezopadowe o największej długości zanotowano w październiku (26 dni bez opadu), styczniu (23 dni) oraz lutym i sierpniu (20 dni bez opadu). Szczególnie niekorzystne są długie okresy bezopadowe w chłodnej porze roku, kiedy w efekcie niskiej temperatury powietrza działają centralne i lokalne systemy grzewcze, emitujące do atmosfery zwiększone ilości pyłów i dwutlenku siarki.

**Tabela 2. Charakterystyki dni z opadem i okresów bezopadowych w Krakowie, 1991-2007**

Miesiąc	Dni z opadem >0,1 mm	Dni z opadem >10 mm	Średnia liczba okresów 5-dniowych bez opadu	Średnia długość okresu bezopadowego	Maksymalna długość okresu bez opadu
I	14,8	0,6	1,2	8,8	23
II	15,5	0,2	1,0	7,8	20
III	16,1	0,4	0,9	7,9	12
IV	15,3	1,6	0,9	7,7	13
V	13,5	1,7	1,6	6,5	10
VI	13,6	3,1	1,0	7,2	12
VII	15,0	2,8	0,9	7,6	13
VIII	12,4	2,6	1,4	9,2	20
IX	13,7	2,2	1,3	7,8	15
X	14,2	1,1	1,4	9,3	26
XI	16,3	0,8	1,2	7,1	10
XII	16,9	0,3	1,1	6,9	13
Rok	177,3	17,4	13,9	7,8	26

### 3.6. LOKALNE ZRÓŻNICOWANIE KLIMATU

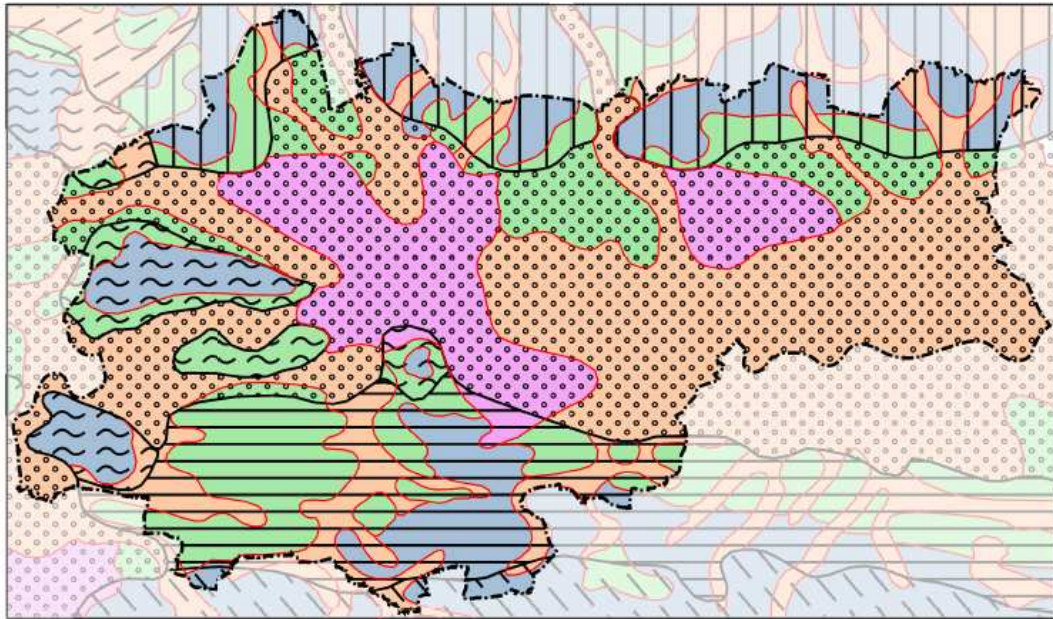
Analiza poszczególnych elementów klimatu i ich relacje z lokalnymi czynnikami klimatotwórczymi pozwalają na wydzielenie w obrębie Krakowa trzech typów terenu o zróżnicowanych warunkach dyspersji i stagnacji zanieczyszczeń (Matuszko, Wojkowski, 2007).

Niekorzystne warunki mikroklimatyczne, z uwagi na możliwość stagnacji zanieczyszczeń i częste inwersje termiczne stwierdzono w obrębie doliny Wisły i jej dopływów do wysokości około 20 m nad ich dna. Dodatkowo osłabiona prędkość wiatru utrudnia unoszenie zanieczyszczeń.

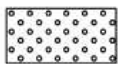
Umiarkowanie korzystne warunki mikroklimatyczne występują na wzniesieniach i zboczach wyniesionych ponad 20 m nad dna dolin. Inwersje temperatury są tam rzadsze niż w obniżeniach, a jednocześnie obserwuje się tam nieco intensywniejszy poziomy przepływ powietrza. W obszarach tych, przy sprzyjających warunkach cyrkulacyjnych, możliwe jest usunięcie zanieczyszczeń powietrza.

Korzystne dla dyspersji zanieczyszczeń warunki panują na najbardziej wyniesionych (>50 m nad dna dolin) fragmentach wzniesień i zboczy. Istnieją tu dogodne warunki termiczne, higryczne i dynamiczne dla usuwania zanieczyszczeń powietrza.

Lokalne zróżnicowanie klimatu Krakowa przedstawiono na rycinie 7. Na większości terenów silnie zurbanizowanych występują niesprzyjające zdrowiu warunki mikroklimatyczne. Tereny o korzystnych dla zamieszkania cechach klimatu lokalnego nawiązują głównie do wzniesień terenowych, a więc obszarów o relatywnie trudniejszych warunkach dla budownictwa.



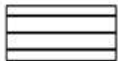
1.5



MEZOKLIMAT DNA DOLINY WISŁY



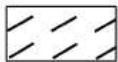
MEZOKLIMAT POŁUDNIOWEGO SKŁONU WYŻYNY MAŁOPOLSKIEJ



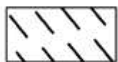
MEZOKLIMAT WYSOCZYNY KRAKOWSKIEJ I WIELICKO-GDOWSKIEJ



MEZOKLIMAT IZOLOWANYCH ZRĘBÓW BRAMY KRAKOWSKIEJ I GARBU TENCZYNSKIEGO



MEZOKLIMAT ROWU KRZESZOWICKIEGO

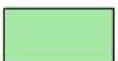


MEZOKLIMAT POGÓRZE WIELICKIEGO

### 1. TYPY TOPOKLIMATU



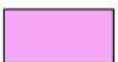
TOPOKLIMAT O RZADKICH INWERSJACH TEMPERATURY SUCHY I DOBRZE PRZEWIETRZONY



TOPOKLIMAT O WZGLADNIE KORZYSTNYCH WARUNKACH WILGOTNOŚCIOWYCH I O CZĘSTYCH INWERSJACH TEMPERATURY



TOPOKLIMAT SPRZYJAJĄCY INWERSJOM TEMPERATURY I STAGNACJI POWIETRZA, O NIEKORZYSTNYCH WARUNKACH WILGOTNOŚCIOWYCH



TOPOKLIMAT O CZĘSTYCH INWERSJACH TEMPERATURY, STAGNACJI POWIETRZA, CZĘSTYCH MGŁACH I BARDZO SŁABYM POZIOMYM PRZEPLYWIE POWIETRZA WŚRÓD GĘSTEJ ZABUDOWY

Ryc. 7. Lokalne zróżnicowanie klimatu w Krakowie

## 4. WODY POWIERZCHNIOWE (MARIA BAŚCIK)

### 4.1. SIEĆ RZECZNA

#### 4.1.1. Topograficzne działy wodne

Cały obszar Krakowa jest położony w obrębie zlewni Wisły i jej dopływów, tj. cieków II rzędu. Przez obszar miasta przebiegają działy wodne II, III i IV rzędu (plansza 4). Działy wodne są wyraźne, jedynie w północnej i południowej części Krakowa nawiązujące do rzeźby terenu, natomiast w obrębie dna doliny Wisły oraz na obszarze zabudowy miejskiej – mają one charakter niepewny. W kilku miejscach – na obszarach płaskich i zdrenowanych – występują bramy w działach wodnych. Lokalnie, zwłaszcza w obrębie prawobrzeżnej części terasy Wisły, występują bezodpływowe wklęsłe formy terenu. Woda filtruje w głąb, dzięki łatwo przepuszczalnym osadom fluwiogłacjalnym. Lokalnie, ze względu na płytkie zaleganie utworów mioceńskich, występują podmokłości.

Między dorzeczami Prądnika i Rudawy występuje niezgodność działu wodnego powierzchniowego z podziemnym; dział wodny jest przesunięty w kierunku dorzecza Rudawy (Kaniecki, Pociask-Karteczka, 1997).

#### 4.1.2. Charakterystyka cieków

**WISŁA**<sup>1</sup> – stanowi oś sieci rzecznej Krakowa; przepływa równoleżnikowo przez Kraków z zachodu na wschód. Jej długość w obrębie miasta wynosi 41,2 km, przy czym na odcinku około 18 km stanowi ona granicę miasta. Wahania stanów wody w profilu Bielany<sup>2</sup> przekraczają 900 cm; przy średnim stanie wynoszącym 175 cm, najniższym zanotowanym 64 cm, a najwyższym – 957 cm (1965-2010). Poziom zwierciadła wody przy stanach niskich i średnich znajduje się pod wpływem stopnia wodnego „Dąbie” zlokalizowanego na 80,9 km biegu Wisły<sup>3</sup>. Spiętrza on wody Wisły do rzędnej ok. 200 m n.p.m. Wpływ stopni wodnych na reżim przepływu Wisły w Krakowie jest znikomy. Średni przepływ Wisły w profilu Tyniec<sup>4</sup> (1951-1980) wynosi 91,7 m<sup>3</sup>/s, przy czym przepływ maksymalny – 2260 m<sup>3</sup>/s (1970), a minimalny – 19 m<sup>3</sup>/s. Odpływ jednostkowy dla tego okresu wynosi 12,2 dm<sup>3</sup>/s·km<sup>-2</sup>. Przepływ stuletni – o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% (Q<sub>1%</sub>) szacowany jest na 2400 m<sup>3</sup>/s, zaś przepływ tysiącletni – o prawdopodobieństwie przewyższenia 0,1% – na 3870 m<sup>3</sup>/s. (Siwek i in., 2007).

Wisła jest rzeką tranzytową, której reżim nawiązuje do rzek górskich i pogórskich. Wisła odznacza się reżimem śnieżno-deszczowym, w którym występują dwa okresy wezbraniowe: wiosenny – roztopowy, związany z tajaniem pokrywy śnieżnej, z kulminacją w marcu-kwietniu i letni – deszczowy związany z obfitymi opadami deszczu, z kulminacją w czerwcu-

---

<sup>1</sup>Nazwy cieków zweryfikowano na podstawie opracowania Komisji Nazw Miejscowości i Obiektów Fizjograficznych działającej przy Ministrze Spraw Wewnętrznych i Administracji (*Nazewnictwo...* 2006). Kilometr rzek podany jest wg *Atlasu podziału hydrograficznego Polski* (2005) – nowy, obliczony komputerowo na podstawie map nowego podziału hydrograficznego Polski. Kilometr Wisły został policzony od ujścia, tak jak dla wszystkich rzek w Polsce w nawiasach pozostawiono kilometr Wisły liczony od ujścia Przemszy.

<sup>2</sup> Posterunek hydrometryczny w Bielanych wykorzystywany jest obecnie w oślonie hydrometeorologicznej Krakowa i przeznaczony do automatyzacji. Pomiaru obejmują stany wody.

<sup>3</sup> Kilometr Wisły liczony od ujścia Przemszy do Wisły.

<sup>4</sup> Posterunek hydrometryczny w Tyńcu, funkcjonował od 1898 r. Pomiaru obejmowały stany wody i przepływy. Po wybudowaniu stopnia wodnego „Kościuszek” posterunek zlikwidowano (w 1990 r.).



lipcu oraz jeden okres niżówek przypadający na miesiące jesienno-zimowe (IX-XII). Jakkolwiek średnie miesięczne przepływy (SSQ) w kwietniu są wyższe od lipcowych, to przepływy maksymalne (SNQ) są wyższe w lipcu.

Zmiany średnich miesięcznych przepływów w roku hydrologicznym nawiązują do przebiegu opadów i topnienia pokrywy śnieżnej. Najniższe średnie przepływy Wisły przypadają na wrzesień i utrzymują się na niskim poziomie aż do stycznia. Topnienie pokrywy śnieżnej rozpoczyna się wcześniej w obrębie lewobrzeżnej części dorzecza, co powoduje wzrost przepływów w lutym. Najwyższe jednak przepływy występują w kwietniu, kiedy proces ten zachodzi w górnych częściach zlewni karpackich. W maju następuje spadek przepływów. W czerwcu, a zwłaszcza lipcu, obserwuje się wzrost wielkości przepływów. Okres wysokich przepływów letnich kończy się w sierpniu, po czym rozpoczyna się niżówka jesienna. Wisła odznacza się dużą zmiennością przepływów (Pociask-Karteczka 2003).

Wisła przyjmuje liczne dopływy w obrębie miasta oraz na odcinkach graniczących z gminami sąsiadującymi z Krakowem. Do lewobrzeżnych dopływów Wisły należą: Sanka, Rudawa, Białucha (w górnym biegu zwana Prądnikiem), Dłubnia, Kanał Suchy Jar (Kanał) i Potok Kościelnicki. Do prawobrzeżnych: Skawinka, Sidzinka, Potok Kostrzecki, Potok Pychowicki, Wilga, Serafa (której odcinek ujściowy znajduje się poza Krakowem) i Podłęzanka.

Na terytorium Krakowa znajdują się następujące ciek:

**SKAWINKA** – prawobrzeżny dopływ Wisły, uchodzący w 861,94 km jej biegu. Całkowita długość rzeki wynosi 33 km, a powierzchnia zlewni 354,9 km<sup>2</sup>. Jej źródła znajdują się w Beskidzie Makowskim, a ujściowy jej odcinek stanowi fragment południowo-zachodniej granicy administracyjnej Krakowa.

**SIDZINKA** – prawobrzeżny dopływ Wisły, uchodzący w 858,8 (61,0) km jej biegu. Sidzinka bierze swój początek z mokradeł na obszarze osiedla Kliny w Krakowie. Ciek odznacza się małym spadkiem – około 0,2% i niemal prostoliniowym biegiem. Jego długość wynosi ok. 8,5 km, a powierzchnia zlewni 11,5 km<sup>2</sup>. Przyjmuje kilka rowów odwadniających o przepływie okresowym. Na terenie Osiedla Kliny-Południe przewidziana jest do realizacji kanalizacja opadowa w ciągach układu komunikacyjnego, z odprowadzeniem m.in. do potoku Sidzinka oraz do istniejących rowów odwadniających.

**SANKA** – jest lewobrzeżnym dopływem Wisły. Długość rzeki wynosi 18,3 km, powierzchnia zlewni 96,31 km<sup>2</sup>. Uchodzi do Wisły w 854,9 (64,9) km jej biegu, poniżej stopnia wodnego „Kościszko”. Średni roczny przepływ wynosi ok. 0,4-0,5 m<sup>3</sup>/s. Rzeka płynie w dolinie wyciętej w wapieniach jurajskich Grzbietu Tenczyńskiego, w środkowym biegu w utworach przykrytych lessem. Na Sance, około 300 m przed ujściem do Wisły znajduje się ujęcie wody pitnej dla Krakowa.

**POTOK KOSTRZECKI** – prawobrzeżny dopływ Wisły o długości 6,1 km, uchodzi w 853,8 (70,2) km jej biegu i odwadnia obszar o powierzchni 10,31 km<sup>2</sup>, w skład którego wchodzi tereny osiedli: Kostrze, Pychowice, Podgórk Tynieckie, Bodzów, Skotniki. Przyjmuje wody odwadniające fragment południowej obwodnicy autostradowej od węzła tynieckiego po węzeł sidziński. Brak jest danych pomiarowych o przepływie, natomiast szacunkowy przepływ średni wynosi kilkanaście dm<sup>3</sup>/s. Jest on dodatkowo zasilany wodami odprowadzanymi przez rowy melioracyjne. Odbiera odpływy oczyszczonych ścieków z oczyszczalni w Skotnikach i Kostrzu, przez co zwiększa się znacznie jego przepływ. Ze względu na znaczne podtapianie tych terenów w okresach powodziowych prowadzona jest regulacja Potoku Kostrzeckiego oraz przewidziano budowę przepompowni NWS (Uchwała Nr XIV/290/07 Rady Dzielnicy VIII z dnia 12.10.2007 r.).

**POTOK PSYCHOWICKI** – prawobrzeżny dopływ Wisły o długości 5 km, uchodzi do niej na 851,3 (72,8) km biegu rzeki. Odwadnia on zlewnię o powierzchni 5,43 km<sup>2</sup> – na terenie dzielnicy Dębniaki w południowo-zachodniej części Krakowa. Górna jej część, na terenie Kobierzyna oraz osiedli Skotniki i Mochnaniec, a także część dolna na terenie Pychowic, są w znacznym stopniu zurbanizowane. Szacowany średni przepływ Potoku Pychowickiego wynosi około 23 dm<sup>3</sup>/s, przy czym przepływ  $Q_{1\%}$  wynosi 12,6 m<sup>3</sup>/s.

Dopływem Potoku Pychowickiego jest:

- **Potok Zakrzowiecki** – lewobrzeżny dopływ Potoku, wypływający w okolicach Stawu przy ul. Szuwarowej.

**RUDAWA** – jest lewobrzeżnym dopływem Wisły II rzędu, uchodzącym na 847,18 (75,4) km jej biegu. Obecne ujście Rudawy – w okolicy Klasztoru Norbertanek na Salwatorze – jest sztuczne, rzeka wykorzystuje w dolnym odcinku dawną młynówkę. Całkowita długość rzeki wynosi 35,8 km, powierzchnia zlewni 319,60 km<sup>2</sup>. Powstaje z połączenia Krzeszówki i Raclawski, wypływających z Wyżyny Olkuskiej, płynie obniżeniem Rowu Krzeszowickiego. Odwadnia północno-zachodnią część miasta: Mydlniki, Bronowice, Wolę Justowską, Zwierzyniec. Źródłami zanieczyszczenia rzeki są ścieki komunalne i przemysłowe z Krzeszowic, Zabierzowa, Tenczynka, Potok Olszanicki ze ściekami petrochemicznymi. Ponadto, istotne są zanieczyszczenia obszarowe z rolniczej zlewni, odcieki hodowlane. Rudawa w całym biegu wraz z dopływami winna prowadzić wody I klasy czystości, bowiem stanowi jedno ze źródeł zaopatrzenia miasta Krakowa w wodę pitną. Ujęcie zlokalizowane jest w dolnym biegu rzeki – w Mydlnikach.

Średni roczny przepływ Rudawy w Balicach (1971-1990) wynosi 2,30 m<sup>3</sup>/s (*Atlas Posterunków...* 1995-1996). Rudawa jest rzeką wyżynną i odznacza się reżimem gruntowo-deszczowo-śnieżnym. Największy odpływ przypada na koniec zimy i początek wiosny (głównie w styczniu i marcu); nie zaznaczają się natomiast wezbrania letnie. Udział zasilania podziemnego jest duży – szacuje się na 60%, w wyniku czego wahania stanów wody w ciągu roku są mniejsze niż w rzekach pogórskich. Na obszarze miasta Rudawa jest obwałowana i zabudowana korekcją progową.

Istnieją przesłanki, aby historyczne zmiany przebiegu Rudawy i jej bardzo duże znaczenie w dziejach miasta uwiecznić poprzez wytyczenie i opisanie trasy historyczno-krajoznawczej szlakiem dawnej Rudawki w ramach np. systemu parków rzecznych.

Prawobrzeżnymi dopływami Rudawy są:

- **Potok Olszanicki**, który uchodzi na 6,08 km jej biegu. Długość cieką wynosi 3,9 km, a powierzchnia jego zlewni – 7,88 km<sup>2</sup>. Potok Olszanicki jest odbiornikiem ścieków opadowych; odprowadzane są podczyszczane wody opadowe z powierzchni pasa startowego i dróg dojazdowych, jednostki wojskowej, baz drogowych i KPRD, stacji paliw i parkingu dla TIR-ów oraz bazy magazynowej PKN Orlen. Możliwość przyjęcia nadmiaru wód opadowych z terenów zlewni Potoku Olszanickiego mogłaby zwiększyć realizacja zbiornika retencyjnego (Bzowski, Wiatrak 2005).
- **Struga Bronowicka** – ciek w zlewni Rudawy. Jego obszarem źródłiskowym jest rejon stawu na Pasterniku (wys. około 276 m n.p.m.), tuż przy północno-zachodniej granicy miasta. Płyń wzdłuż ul. Tetmajera w kierunku południowo-wschodnim.

**WILGA** – jest prawobrzeżnym dopływem Wisły; uchodzi do niej w 844,67 (78,0) km jej biegu. Długość rzeki wynosi 23,1 km, powierzchnia zlewni 100,19 km<sup>2</sup>. Płyń przez Kraków na długości ok. 11,5 km (54% całkowitej długości). Odcinek ujściowy – początkowo silnie

meandrujący – został wyprostowany i jest obwałowany (1,2 km) ze względu na cofkę spiętrzenia w Dąbiu.

Obecnie IMGW nie prowadzi na Wildze obserwacji hydrologicznych. Według pomiarów PIHM w latach 1958-1960 przepływ Wilgi wynosił od 0,93 do 1,35 m<sup>3</sup>/s (Pociask-Karteczka 1994). Średni przepływ Wilgi w profilu w Krakowie przy ul. Kąpielowej (7 km od ujścia do Wisły) wynosi 0,64 m<sup>3</sup>/s. Przepływ Q<sub>1%</sub> w tym samym profilu szacowany jest na 73 m<sup>3</sup>/s, natomiast przy ujściu do Wisły – na 91 m<sup>3</sup>/s. Wilga jest rzeką podgóorską, która charakteryzuje się występowaniem dwóch maksimów odpływu: wiosennego i letniego oraz jednego minimum jesienno-zimowego (Siwek i in., 2007).

Do Wilgi na obszarze Krakowa uchodzą:

- **Dopływ spod Lasowic (Cyrkówka, Pokrzywnica)** – o powierzchni zlewni 3,39 km<sup>2</sup>. Uchodzi do Wilgi w 11,94 km jej biegu. Płyne tuż przy południowej granicy miasta.
- **Krzywica (Krzywa)** – lewobrzeżny dopływ o długości 5,9 km i powierzchni zlewni 13,39 km<sup>2</sup>. Na terenie miasta znajduje się tylko ujście potoku do Wilgi (w 10,15 km jej biegu).
- **Olszynka** – lewobrzeżny dopływ Wilgi – uchodzi w 8,87 km jej biegu, pow. zlewni 6,30 km<sup>2</sup>. Płyne równoleżnikowo wzdłuż południowej granicy miasta.
- **Dopływ ze Swoszowic (Potok Wróblowicki)** – prawobrzeżny dopływ Wilgi – uchodzi w 7,03 km jej biegu, o długości 3,3 km i zlewni o powierzchni 2,49 km<sup>2</sup>.
- **Dopływ w Kurdwanowie (Potok Siarczany)** – prawobrzeżny dopływ Wilgi – uchodzi w 5,64 km jej biegu, pow. zlewni 6,07 km<sup>2</sup>
- **Urwisko (Potok Urwisko)** – lewobrzeżny dopływ Wilgi, którego powierzchnia zlewni wynosi 2,45 km<sup>2</sup>. Potok ujęto jest w kanał i podłączono do kanalizacji miejskiej, jednak od roku 2008 został on odłączony ze względu na nadmierne przepełnienie kolektora, zwłaszcza w czasie obwitych opadów. Płyne przez teren Kobierzyna-Zalesie. Uchodzi do Wilgi w 2,77 km jej biegu.
  - **Rzewny** – lewobrzeżny dopływ **Potoku Urwisko**.
- **Młyny Kobierzyński** – lewobrzeżny dopływ Wilgi, przejmuje wody z odwadniania obszaru Borku Fałęckiego.

**BIAŁUCHA**, która w górnym i środkowym biegu zwana jest **PRĄDNIKIEM** – jest lewobrzeżnym dopływem Wisły II rzędu, uchodzi w 840,78 (81,9) km jej biegu. Powierzchnia zlewni wynosi 195,8 km<sup>2</sup>, a całkowita długość cieku 33,4 km. W obrębie miasta ma długość 8,7 km (26% jego całkowitej długości), z czego na odcinku 5,4 km jest uregulowana. Wraz z dopływami odwadnia tereny Witkowic, Toń, Prądnika Czerwonego, Olszy, częściowo Grzegórzek i Dąbia. Rzeka meandruje w obrębie miasta w naturalnym korycie; jedynie ujściowy odcinek Białuchy w rejonie Olszy jest skanalizowany. Białucha – szczególnie w górnym i środkowym biegu ma charakter rzeki wyżynnej i odznacza się reżimem gruntowo-deszczowo-śnieżnym. Największy odpływ przypada z końcem zimy i na początku wiosny: wysokie przepływy Białuchy obserwuje się w marcu i kwietniu. Nie zaznaczają się wezbrania letnie. Udział zasilania podziemnego szacuje się na 60%. Przepływ średni Białuchy w Krakowie-Olszy (1961-1990) wynosi 1,05 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> (Kaniecki, Pociask-Karteczka 1997).

Dopływami Białuchy na terenie Krakowa (lub tuż przy jego granicach) są:

- **Bibiczanka** – lewobrzeżny dopływ Białuchy o długości 7,1 km, powierzchni zlewni 10,86 km<sup>2</sup>; płynie wzdłuż drogi przez Witkowice, a ujście – w 5,74 km biegu Prądnika – znajduje się pomiędzy Górką Narodową a Prądnikiem Białym.

- **Sudół (Sudół od Modlnicy)** – prawobrzeżny dopływ Białuchy o długości 8,7 km i powierzchni zlewni 18,05 km<sup>2</sup>. Płyne przez podmokłe łąki Toń, gdzie zwiększa się wyraźnie jego przepływ. W okolicach pawilonu handlowego „Rolnik” przy ul. Opolskiej jest spiętrzony, co poprawia warunki życia ryb (jest to ulubione miejsce wędkarzy-amatorów do połowu karasia). Potok płynie stąd równoległe do ul. Opolskiej, a ujście do Białuchy – w 5,25 km jej biegu – znajduje się tuż za Dworkiem Białoprądnickim. Podczas dłuższych okresów bezdeszczowych wysycha zupełnie na długości ostatniego kilometra.
- **Sudół Dominikański (Rozrywka)** – lewobrzeżny dopływ Białuchy o długości 7,7 km i powierzchni zlewni 16,44 km<sup>2</sup>, uchodzący do Białuchy na 1,16 km jej biegu. Płyne przez Batowice i Czerwony Prądnik. Podczas intensywnych opadów powoduje podtopienia rejonu ul. Majora. W pobliżu zbiegu ulic Majora i Dobrego Pasterza – jest zmeliorowany (pod ziemią), by wypłynąć jeszcze na kilkaset metrów między ul. Dobrego Pasterza a ul. Lublańską. Przed ul. Lublańską ponownie płynie w betonowym podziemnym kolektorze. Uchodzi do Białuchy w 1,2 km jej biegu, w pobliżu ul. Olszyny. Stare koryto znajduje się w okolicy stacji benzynowej koło estakady im. gen. Tadeusza Rozwadowskiego wybudowanej w 2007 r. Wody potoku są bardzo zanieczyszczone z uwagi na odprowadzane do nich w wielu miejscach ścieki. Sudół Dominikański odwadnia również obszar cmentarza w Batowicach. W związku z licznie występującymi wylewami potoku w rejonie Prądnika Czerwonego, wywołanymi niedrożnością przepustów oraz zamuleniami i zanieczyszczeniami koryta, opracowano w 1996 r. „Studium regulacji potoku Rozrywka”. Zwrócono w nim uwagę również na aspekty ekologiczne i krajobrazowe zagospodarowania potoku. W 2007 r. przeprowadzono prace porządkowe w korycie. W rejonie ronda Polsadu uporządkowano koryto, wyłożono dno oraz brzeg betonowymi płytami. Choć potok na znacznej długości stracił swój naturalny charakter, nadrzeczna roślinność (drzewa, krzewy, zarośla) nadal stanowią bardzo ważne miejsce gniazdowania ptaków. Ze względu na nieodległe osiedla, warto byłoby kontynuować prace nad budową tzw. parku rzeczno nad Sudółem Dominikańskim.

**ŁĘGÓWKA** – lewobrzeżny dopływ Wisły, który odwadnia obszar Czyżyn i Łęgu. Odprowadzone są do niego krótkie rowy odwadniające. Jest odbiornikiem zrzutów kanalizacji deszczowej. W dolnym odcinku płynie przez Lasek Łęgowski.

**RÓW LESISKO** – rów melioracyjny, będący w systemie licznych rowów odwadniających pełni ważną funkcję dla systemu odwadniającego Osiedle Lesisko i Mogiła. Jest odbiornikiem sieci kanalizacji deszczowej. W zlewni rowu Lesisko znajduje się użytek ekologiczny Łąki Nowohuckie.

**DO WISŁY** – kanał burzowy, odprowadzający wody z sieci kanalizacji deszczowej. Płyne wzdłuż wschodniej granicy Lasku Mogilskiego.

**DŁUBNIA** – jest lewobrzeżnym dopływem Wisły, ciekim II rzędu, o powierzchni zlewni 284,8 km<sup>2</sup> i długości 49,2 km. Uchodzi do Wisły w Krakowie w 833,25 (89,4) km jej biegu. Przepływa przez wschodnią część miasta, w obrębie Nowej Huty na długości 8,5 km (17,3% całkowitej długości rzeki). Na ostatnich 2 km rzeka jest obwałowana. Średni roczny przepływ Dłubni w latach 1951-1970 wynosił 1,24 m<sup>3</sup>/s, a odpływ jednostkowy – 4,7 dm<sup>3</sup>/s·km<sup>-2</sup>. Maksymalny przepływ o prawdopodobieństwie występowania 1% (woda stuletnia) obliczony za okres 1927-1975 wynosił 99 m<sup>3</sup>/s, natomiast minimalny przepływ o prawdopodobieństwie 1% (dla lat 1951-1975) wynosił 0,16 m<sup>3</sup>/s (Pociask-Karteczka 2003).

Dłubnia jest rzeką wyżynną i odznacza się reżimem gruntowo-deszczowo-śnieżnym. Ze względu na zbiorniki w Zesławicach jej reżim jest zaburzony. Zbiorniki te o pojemności ok. 2 mln. m<sup>3</sup> regulują przepływ rzeki. Do ich funkcji należy m.in. ograniczenie najwyższych przepływów na odcinku miejskim. Największy odpływ przypada na koniec zimy i początek wiosny: wysokie przepływy obserwuje się w lutym i marcu. Obszar terasy niskiej w dolinie Dłubni jest objęty zasięgiem zagrożenia powodziowego powodowanego piętrzeniem wód Wisły w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie przewyższenia 1 i 5%.

Dolina Dłubni uległa silnemu przeobrażeniu, a fragmentami zupełnej degradacji – na skutek budowy w latach 50. ub. wieku – dzielnicy Nowa Huta i kombinatu metalurgicznego. Obecnie do Dłubni odprowadzana jest woda z kolektorów kanalizacji opadowej oraz wody pochodzące z odwodnienia powierzchniowego części dróg. Ścieki z części lewobrzeżnej odprowadzane są do Dłubni częściowo zachowanymi korytami dawnych młynówek oraz ujściowym odcinkiem Kanału Burzowego, który służył dawniej do odprowadzania ścieków przemysłowych z kombinatu hutniczego (*Miejscowy plan... 2008*).

Tereny położone nad Dłubnią były kiedyś miejscem bardzo atrakcyjnym krajobrazowo. Rzeka miała duże znaczenie gospodarcze; w oparciu o jej wody funkcjonowały młyny. Na odcinku: od Osiedla Bieńczyce do Zalewu Nowohuckiego znajduje się **Młynówka** Dłubni o długości ok. 2,3 km, w oparciu o którą funkcjonowały od początku XX w. młyny parowe w Bieńczycach, Krzesławicach i Mogile.

W 2006 r. przedstawiono projekt parku rzeczno-wzdłuż Dłubni – od zalewu w Zesławicach do ujścia do Wisły. Istnieje również możliwość wykorzystania rzeki na odcinku od ul. Kocmyrzowskiej do ujścia do Wisły do celów uprawiania turystyki kajakowej. *Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego z 2008 r. dla „Doliny Dłubni-Mogiła”* przedstawia kompleksowe rozwiązania obejmujące kompozycję funkcjonalno-przestrzenną, uwzględniającą przede wszystkim kształtowanie przestrzeni publicznych i systemów zieleni oraz ochronę środowiska przyrodniczego doliny rzeki Dłubni.



**Naturalny odcinek doliny Dłubni (fot. B. Degórska)**

Dopływami Dłubni na obszarze Krakowa są:

- **Baranówka (Luborzycki Potok)** – lewobrzeżny dopływ Dłubni, uchodzący w 8,15 km jej biegu. Długość cieków wynosi 15 km, a powierzchnia zlewni 44,33 km<sup>2</sup>; jedynie ujściowy odcinek znajduje się w granicach Krakowa. Rzeka narażona jest na eutrofizację ze względu na rolniczy charakter zlewni.
- **Burzowiec (Kanał Południe)** – lewostronny dopływ Dłubni, uchodzi w 1,18 km jej biegu. Długość cieków wynosi 1,8 km, a powierzchnia zlewni – 9,22 km<sup>2</sup>. Do Burzowca zrzucają się ścieki przemysłowe z Huty im. Sendzimira. Ścieki wypływają z kanału południowego o średnicy ok. 1,5 m. w pobliżu kombinatu. Początkowo płyną zabetonowanym korytem o szer. 2-3 m. Potok jest silnie zanieczyszczony.

**SERAFKA** – prawobrzeżny dopływ Wisły, uchodzi do niej w 830,07 (93,5) kilometrze jej biegu. Długość wynosi 12,7 km, a powierzchnia zlewni 72,39 km<sup>2</sup>. Wypływa z okolic Wieliczki, przepływa przez miasto.

Dopływami Serafy są:

- **Drwina Długa** – lewobrzeżny dopływ Serafy o długości 6,9 km płynie prawie w całości przez obszar miasta z wyjątkiem krótkiego odcinka ujściowego. Powierzchnia zlewni wynosi 24,59 km<sup>2</sup>. Uchodzi do Serafy w 1,79 km jej biegu. Środkowy i dolny bieg cieków jest uregulowany i obwałowany. W 1957 r. koryto Drwiny Długiej zostało pogłębione i obecnie odprowadza wody pochodzące z oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych Krakowa „Płaszów II” obsługującej około 550 tys. mieszkańców.

#### **Prawobrzeżnym dopływem Drwiny Długiej jest:**

**Drwinka** (Potok Prokocimski) – przepływa przez południową część Krakowa. powierzchnia zlewni wynosi 13,57 km<sup>2</sup>. Wypływa z terenu położonego na północny-wschód od os. Piaski Nowe, płynie wzdłuż obrzeża Kozłówek, dalej przez Prokocim (m.in. Park Jerzmanowskich) i mokradła Bieżanowa. Drwinka jest potokiem bardzo zanieczyszczonym; w znacznej części pełni rolę rowu ściekowego. W dolnym odcinku jest ciekami przykrytym; płynie pod torami kolejowymi. Obecnie uchwałą Rady Miasta Krakowa (z 2009 r.) realizowany jest projekt „Park Rzeczny Drwinka”. Do Drwinki odprowadzone są wody przez melioracyjny system Rowu Bieżanowskiego.

- **Potok Malinówka** – lewobrzeżny dopływ Serafy; uchodzi w 7,66 km jej biegu. Długość wynosi 6,6 km, a powierzchnia zlewni – 8,67 km<sup>2</sup>. Jest silnie zanieczyszczony; odprowadza wody opadowe z wysypiska komunalnego „Barycz” eksploatowanego przez Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania Sp. z o.o. w Krakowie. Zlewnia jest silnie przekształcona ze względu na prowadzone tam prace wiertnicze mające na celu rozpoznanie złóż soli.

**KANAŁ SUCHY JAR (Kanał)** jest lewobrzeżnym dopływem Wisły o długości 6,3 km i powierzchni zlewni 4,0 km<sup>2</sup>. Przyjmuje nieoczyszczone ścieki komunalne z osiedli Nowej Huty, oczyszczone mechanicznie ścieki przemysłowe z kombinatu hutniczego oraz ścieki z odwodnienia hałd żużla.

**PODŁĘŻANKA** – prawobrzeżny dopływ Wisły. Uchodzi w 825,95 km jej biegu, tuż przy południowo-wschodniej granicy miasta. Jej długość wynosi 12,2 km, a powierzchnia jej zlewni – 43,1 km<sup>2</sup>. W całości znajduje się poza Krakowem.

**POTOK KOŚCIELNICKI (Kościelnicki Stok)** – lewobrzeżny dopływ Wisły o powierzchni zlewni 62,51 km<sup>2</sup>; przepływa przez wschodnie peryferie Nowej Huty (65% całkowitej

długości rzeki) i na pewnym odcinku stanowi granicę administracyjną Krakowa. Odcinek ujściowy Potoku jest obwałowany. Uchodzi do Wisły w 820,52 km jej biegu. Ciek został pogłębiony w sposób sztuczny. Ma duże znaczenie dla odwodnienia terenu.

Prawobrzeżnymi dopływami Potoku Kościelnickiego są:

- **Dopływ spod Kocmyrzowa**, który uchodzi w 6,64 km biegu Potoku Kościelnickiego; powierzchnia jego zlewni wynosi 22,34 km<sup>2</sup>.
- **Łucjanówka (Struga Rusiecka)**, która uchodzi do niego w 3,37 km jego biegu; powierzchnia zlewni wynosi 15,2 km<sup>2</sup>.

### 4.1.3. Termika wód rzecznych

Pomiary temperatury wód Wisły prowadzone są w Tyńcu oraz Bielanach, natomiast w przypadku dopływów Wisły mierzona jest tylko temperatura wody Dłubni w Ześlawicach. Naturalny reżim termiczny Wisły został naruszony w połowie lat 50. XX w. z powodu zrzutu ciepłych wód z elektrowni w Skawinie. Ciepłe wody po wpłynięciu do Wisły powodują podgrzanie wód o ok. 7,5°C. Poniżej zrzutu wody ciepłej na odcinku od Tyńca do Bielan woda Wisły z powrotem oziębia się: zimą spadek temperatury wody Wisły wynosi od 0,6 do 2°C, natomiast latem od 0,6 do 1,8°C. Temperatura wód Dłubni znacznie różni się od temperatury wód Wisły. Wody Dłubni są chłodniejsze od wód Wisły zarówno w półroczu zimowym, jak i letnim, przy czym największe różnice temperatur występują latem i wynoszą ok. 8°C, a nawet nieco więcej. Różnica temperatur zimą jest mniejsza i wynosi od 1,0 do 4,4°C. Różnice temperatur między obu rzekami są głównie spowodowane zrzutami podgrzanych wód z elektrociepłowni w Skawinie.

Zjawiska lodowe w rzekach są ściśle związane z temperaturą wody. Na Wiśle w latach 1901-1953 przeciętnie w początku stycznia pojawiała się pokrywa lodowa, która trwała zwykle do pierwszej dekady lutego. Zdarzało się jednak, iż pokrywa lodowa utrzymywała się o wiele dłużej, np. w 1929 r. trwała ona aż do 21 marca i jej grubość osiągnęła 27 cm. W ostatnich dekadach XX wieku Wisła zamarzała sporadycznie między innymi z powodu cieplejszych zim oraz zrzutów podgrzanej wody i dużego jej zanieczyszczenia. W okresie 1973-1982 na Wiśle tylko kilkakrotnie pojawił się śryż i występował on najdłużej w styczniu 1979 r. (8 dni) oraz kra, która występowała przez dwa dni w grudniu i dwa dni w styczniu 1973 r. Krakowianie tak przyzwyczaili się do nie zamarzniętej zimą Wisły, że obraz ściętej lodem rzeki stanowi dziś nie lada atrakcję podczas spacerów bulwami wiślanymi. Wisła zamarza rzadko i głównie podczas bardzo surowych zim lub ograniczonego dopływu zasolonych wód kopalnianych ze Śląska. Tak się zdarzyło zimą na przełomie lat 1993 i 1994, kiedy zamknięto kopalnie z powodu strajków górniczych na Śląsku.

Zjawiska lodowe na dopływach Wisły, a zwłaszcza na Rudawie i Dłubni, występują o wiele częściej. Śryż i lód brzegowy występuje głównie w grudniu i styczniu, a na Rudawie niekiedy w lutym. Pokrywa lodowa pojawia się bardzo rzadko. Częstsze występowanie zjawisk lodowych na Rudawie i Dłubni może być spowodowane znaczną ilością materiału zawiesinowego, który sprzyja krystalizacji lodu (Pociask-Karteczka, 1996; Pociask-Karteczka, Jasińska, Mirtelski, 1999).

## 4.2. ZBIORNIKI WODNE

Zbiorniki wodne przez wieki stanowiły nieodłączny element miasta. Służyły one głównie celom hodowlanym. Do zaniku stawów przyczyniły się zarówno procesy naturalne, takie jak zrastanie, zamulanie, wylewy powodziowe Wisły, jak również działalność człowieka polegająca na zasypywaniu i osuszaniu terenów pod uprawy lub pastwiska; w ostatnich latach – głównie pod budownictwo (np. w dzielnicach: Dębniki, Półwie Zwierzynieckie) lub pod lokalizację ogródków działkowych (np. w Nowym Prokocimiu, Przegorzałach, na Bielanych). Skrajnym przykładem niszczącej i dewastacyjnej działalności człowieka są stawy w górnej części zlewni Serafy w Soboniowicach w południowej części miasta. Do niedawna znajdowało się tam osiem stawów ciągnących się kaskadowo wzdłuż potoku. Dziś, w wyniku robót wiertniczych mających na celu rozpoznanie złóż soli, doprowadzono do likwidacji pięciu stawów (Pociask-Karteczka, 1994).

Gospodarcza działalność człowieka na obszarze Krakowa prowadzi nie tylko do zaniku zbiorników wodnych, lecz także do ich powstawania. Na terenie miasta znajduje się także wiele zbiorników wód powierzchniowych powstałych najczęściej wskutek eksploatacji kruszyw naturalnych, tj. żwirów i pospółki. Wyrobiska te występują w dolinie Wisły (Pociask-Karteczka, 2003). Wiele z tych zbiorników podlega rekultywacji, niektóre wykorzystywane są w celach rekreacyjnych i wędkarskich. Zbiorniki wodne to miejsca lęgowe ptaków wodnych, zimowiska, a także przystanki na trasie ich przelotów.

**ZAKRZÓWEK** – zbiornik wodny o powierzchni 16.8 ha i objętość około 490 tys. m<sup>3</sup>, jest największym pod względem objętości zbiornikiem wody stojącej w Krakowie. Składa się z dwóch zbiorników, połączonych przesmykiem. Jego geneza związana jest z eksploatacją wapienia w latach 1906-1991 na potrzeby Zakładów „Solvay”. Kamieniołom istniał w obrębie tektonicznego zrębu Zakrzówka, zbudowanego z wapieni górnopaleozoicznych. Zalew ma kontakt hydrauliczny z wodami Wisły (odległość ok. 550- 600 m) spiętrzanej na stopniu wodnym Dąbie, dlatego też na jakość wód zbiornika mają wpływ zanieczyszczenia Wisły. Świadczą o tym wyniki analiz hydrochemicznych (Motyka, Postawa 2004).



Zbiornik wodny Zakrzówek i jego otoczenie (fot. Gorgolewski, copyright Urząd Miasta Krakowa)





**Strefa brzegowa Zbiornika Zakrzówek (fot. M. Baścik)**

Zbiornik w Zakrzówku stopniowo ma coraz większe znaczenie rekreacyjne. Brzegi zalewu stanowią jedno z ulubionych miejsc wypoczynkowych mieszkańców Krakowa, jednak kąpiel w zalewie jest obecnie zabroniona. Ze względu na swoją głębokość (maks. głębokość wynosi 32 m) – służy jako obiekt do specjalistycznego szkolenia pływaczy.

**ZESŁAWICE** – zbiornik wodny na Dłubni. Główny zbiornik wodny w Zesławicach o pojemności 2 mln m<sup>3</sup> został oddany do eksploatacji w 1966 roku w celu zaopatrzenia w wodę Nowej Huty oraz w celu regulacji dopływu wody do zalewu w Nowej Hucie, z którego czerpie wodę nowohucki kombinat metalurgiczny. W 1983 roku, po siedemnastu latach eksploatacji, stwierdzono, że jego zamulenie wynosi ponad 50%. Do budowy bocznego remontowego zbiornika wodnego przystąpiono w 1986 roku, a w 1987 roku został on oddany do eksploatacji. Zadaniem bocznego zbiornika remontowego było przejęcie funkcji zbiornika głównego, podczas gdy ten był odmulany. Zbiorniki wodne w Zesławicach charakteryzują się wysoką intensywnością zamulania. Średni roczny stopień zamulenia zbiorników wynosi: 3,0% – zbiornik główny przed odmuleniem, 1,61% – zbiornik główny po odmuleniu, i 1,02% – boczny zbiornik remontowy (Michalec, Pęczek 2008). Zbiornik pełni także rolę ogólnie dostępnego łowiska wędkarskiego.

**ZALEW NOWOHUCKI** znajduje się w Bieńczycach. Mieści się pomiędzy osiedlem Szkolnym a Krzesławicami. Powstał w latach 50. XX wieku dla potrzeb rekreacyjnych. Miał stanowić pas zieleni chroniący dzielnicę Nowa Huta przed zanieczyszczeniami pochodzącymi z zakładów hutniczych. Zajmuje obszar 15 ha, z czego 7 ha stanowi akwen. Na Zalewie znajduje się wysepka, przez mieszkańców zwana Małpim Gajem. Na terenie Zalewu Nowohuckiego powstał nowoczesny plac zabaw z boiskiem do gry w koszykówkę i tenisa ziemnego i nowymi alejkami. Nad Zalewem planuje się także budowę przystani, amfiteatru.



**Zalew Nowohucki (fot. B. Degórska)**

**STAW DĄBSKI (Zbiornik Dąbie)** – Staw o powierzchni 2,6 ha zlokalizowany jest przy Centrum Handlowym „Plaza”. Przy budowie kompleksu handlowego poziom wody w stawie obniżył się o ok. 1,5 m, a powierzchnia zmniejszyła się o około 20%. Zbiornik stanowi część wyrobiska powstałego po eksploatacji gliny dla cegielni, która pracowała w okresie międzywojennym. Po zaprzestaniu produkcji wypełnione wodą wyrobisko zasiedliła spontanicznie roślinność wodna i błotna; dominującym gatunkiem jest grązel żółty, który objęty jest ścisłą ochroną gatunkową. Staw i jego otoczenie jest terenem szczególnie cennym przyrodniczo. Planowany jest do objęcia (częściowo) ochroną jako użytek ekologiczny. Staw jest wykorzystywany również przez wędkarzy.

**PRZYLASEK RUSIECKI** – zespół zbiorników wodnych o łącznej powierzchni 83 ha, położony w południowo-wschodniej części miasta. Żwir rozpoczęto tu wydobywać już podczas okupacji, jednak na szeroką skalę dopiero od 1964 r.. Znajduje się tutaj kąpielisko oraz tereny łowisk wędkarskich.

**ZALEW BAGRY** – największy pod względem powierzchni (22,9 ha) zbiornik wodny na terenie Krakowa. Powstał w wyniku zatopienia wyrobisk żwirowni. Znajduje się pomiędzy ul. Lipską a ul. Wielicką w Płaszowie. Na terenie zalewu znajduje się kąpielisko, dwie przystanie wodne, a na obrzeżach zalewu trzy tzw. dzikie plaże. Brzegi zalewu porośnięte są szuwarem trzcinowym i pałkowym, co stanowi dogodne warunki do gniazdowania ptaków wodnych. Zbiornik wodny jest zarybiony dla celów wędkarstwa. W otoczeniu zbiornika występują łąki o charakterze wilgotnym.

**STAW PŁASZOWSKI** – o powierzchni 7,9 ha. Zbiornik ten powstały w miejscu dawnego wyrobiska gliny. Podlega on obecnie procesom naturalnej sukcesji. Brzegi są porośnięte szuwarem trzcinowym i pałkowym. Stwarza to dogodne warunki do gniazdowania ptaków wodnych. Lustro wody nie jest zarośnięte, a zbiornik jest zarybiany, stanowiąc miejsce rekreacji i wędkowania. Staw Płaszowski wraz z otoczeniem proponowany jest przez ekologów do objęcia ochroną w formie zespołu krajobrazowo-przyrodniczego.



**Staw Płaszowski (fot. M. Baścik)**

**STAWY BONARKA** – prace ziemne związane z budową estakady oraz budową nowego centrum handlowo-rozrywkowego spowodowały znaczną dewastację przyrodniczą terenu. Całkowitemu zasypaniu uległ jeden ze stawów, a kwestią czasu jest los drugiego zbiornika.

**KĄTY TYNIECKIE** – najmłodsze starorzecze Wisły, powstałe w wyniku budowy stopnia wodnego „Kościuszk”. Stanowi granicę administracyjną Krakowa.

**KOŁO TYNIECKIE** – starorzecze Wisły (wiślisko) położone w zachodniej części miasta, w dzielnicy Kostrze, po prawej stronie rzeki, w pobliżu stopnia wodnego „Kościuszk”. Starorzecze jest jedynym miejscem w Krakowie, gdzie zatrzymywały się migrujące bociany czarne. Konieczna jest zatem ochrona tego najcenniejszego starorzecza w Krakowie. Osuszanie terenów nadrzecznych, zanieczyszczenie wód oraz prace hydrotechniczne, są powodem degradacji roślinności wodnej. Starorzecze ma tendencję do silnego zarastania, jest mocno przeobrażone, stopniowo wypełniane gruzem. W dobrym stanie zachowały się jedynie fragmenty roślinności bagiennej. Do niedawna woda utrzymywała się w dwóch stawach – częściowo zarybianych – stanowiących miejsce do uprawiania wędkarstwa.

**STAWY W MYDLNIKACH** – w zachodniej części miasta znajdują się stawy hodowlane, zajmujące powierzchnię 18,4 ha oraz zbiornik wody pitnej. Stawy te stanowią bardzo bogate środowisko wodne, z występowaniem takich gatunków jak: czapla purpurowa, rybołów, łabędź niemy (miejsce lęgowe) i wielu gatunków kaczek.

**KRYSPINÓW** – dwa zbiorniki znajdujące się na zachód od granic miasta, niemniej ich funkcjonowanie jest ściśle związane z Krakowem. Stanowi on bowiem jedno z najpopularniejszych kąpielisk letnich dla mieszkańców miasta. Są to zbiorniki powstałe po eksploatacji piasku. Większy zbiornik jest płytki (9 m głębokości), a mniejszy zbiornik ma głębokości maksymalną około 20 m.

**STAW JANASÓWKA** – staw i łąka o pow. 94,44 ha proponowany do objęcia ochroną prawną jako użytek ekologiczny ze względu na cenną ornitofaunę. Położony jest w południowo-zachodniej części miasta, przy ul. Janasówka, w obrębie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. W pobliżu stawu przepływa Sidzinka.

**ZESPÓŁ STAWÓW SZUWAROWA** – to trzy niewielkie stawy o łącznej powierzchni 7,12 ha w zlewni Potoku Pychowickiego (przy granicy ze zlewnią Wilgi), z których największy przylega od strony południowej do ul. Szuwarowej. W otoczeniu stawów zachowały się szuwały, trzcinowiska i gęste zakrzewienia, w których gnieździ się wiele gatunków ptaków. Stawy te ulegają postępującej degradacji ekologicznej.

**STAW PRZY KACZEŃCOWEJ** – niewielki zbiornik wodny w Bieńczycach, w pobliżu Dłubni; wraz z otoczeniem został objęty ochroną w 2007 r. jako użytek ekologiczny o powierzchni 0,82 ha. Celem ochrony użytku jest zachowanie ekosystemu, będącego siedliskiem chronionych gatunków zwierząt.

**STAW PRZY UL. SMOLEŃSKIEGO** – staw powyrobowiskowy znajduje się w Opatkowicach (Dz. Swoszowice), w dolinie Olszynki – lewobrzeżnego dopływu Wilgi. Otoczenie stawu stanowią tereny podmokłe porośnięte olszynowymi zaroślami.

Proponuje się objęcie tego terenu o powierzchni 11,98 ha ochroną w formie zespołu przyrodniczo-krajobrazowego (Kudłek i in., 2005).

**STAW SZLACHETNY** – staw powyrobowiskowy w południowej części miasta, znajduje się w zlewni Potoku Malinówka, przy ul. Baryckiej. Teren stawu wraz z terenami podmokłymi jest proponowany do objęcia ochroną prawną jako zespół przyrodniczo krajobrazowy i użytek ekologiczny o powierzchni 30,76 ha (Kudłek i in., 2005).

**STAWY PRZY UL. GEOLOGÓW** – stawy w południowej części miasta, w zlewni Potoku Malinówka. Wraz z otaczającymi je podmokłymi łąkami stanowią bogate siedlisko roślin i zwierząt. Obszar Rajska i Kosocic – obejmujący oprócz fortów również stawy – proponowany jest do objęcia ochroną jako zespół przyrodniczo krajobrazowy i użytek ekologiczny o powierzchni 30,76 ha (Kudłek i in., 2005).

**BRZEGI** – zbiorniki wodne powstają w wyniku eksploatacji żwiru w Przewozie. Eksploatację rozpoczęto w 1974 r. Łączna powierzchnia wody wynosi około 94 ha (Pociask-Karteczka, 2003). Po zakończeniu działalności żwirowni teren należy poddać rekultywacji.

**WOLICA** – zbiorniki wodne o powierzchni około 15 ha, powstają w wyniku prowadzonej eksploatacji kruszywa. Po zakończeniu eksploatacji teren należy poddać rekultywacji.

### 4.3. TERENY PODMOKŁE

Bagna i mokradła są czynnikiem ograniczającym rozwój miasta, a zarazem obszarem ważnym dla naturalnej retencji wodnej. Z przyrodniczego punktu widzenia stanowią one szczególnie cenne komponenty systemu przyrodniczego.

Większe powierzchniowo obszary podmokłe występują jeszcze – pomimo istniejących rowów odwadniających i drenów – pomiędzy Bronowicami Wielkimi a Toniami – w szerokim obniżeniu podścielonym płytko zalegającymi łąkami mioceńskimi (dolina Sudołu), w dolinie Dłubni – między Batowicami i Mistrzejowicami, w obniżeniach między Czyżynami a osiedlem Lesisko, w przyrzeczu Wisły – między Dłubnią a Kanałem Suchy Jar, wzdłuż Łucjanówki (Struga Rusiecka). Po prawej stronie Wisły do dziś pozostały jeszcze fragmenty obszarów podmokłych w rejonie Tyńca, Kostrza, Skotnik, Kobierzyna, Pychowic, w dolinie środkowej Wilgi i jej dopływów, a także w południowo-wschodniej części miasta – w zlewni Serafy i Drwiny Długiej.

Konieczność pozyskiwania coraz to nowych terenów pod budownictwo w XX w. spowodowała zintensyfikowanie prac melioracyjnych na terenie miasta. W wyniku tego oraz obniżania się wód gruntowych – stopniowo zaczęły zanikać podmokłości, a również mniejsze stawy i sadzawki. Zmienił się m.in. krajobraz okolic Baryczy; istniejące tam do niedawna mokradło – rozlewiska potoku Malinówka wraz z dwoma stawami – zmieniły się radykalnie na skutek przeprowadzonej rekultywacji. Obniżył się poziom wód gruntowych, powstał jeden zbiornik wodny. Miejsce to jest siedliskiem wielu gatunków ptaków.

Bardzo ważnym zadaniem dla ochrony środowiska przyrodniczego jest zachowanie terenów podmokłych oraz naturalnych zbiorników wodnych, które są obiektami bardzo wrażliwymi na antropopresję. Tereny podmokłe znajdujące się głównie w dolinach rzek i w najbliższym otoczeniu stawów stanowią cenne przyrodniczo tereny, które uznano za obiekty prawnej ochrony przyrody.(m. in.: Łąki Nowohuckie, Łąki w Kostrzu, Uroczysko w Rząsce, Rozlewisko Potoku Rzewnego).

## **5. WODY PODZIEMNE (JOANNA POCIASK-KARTECZKA)**

### **5.1. PIĘTRA WODONOŚNE**

Kraków leży na granicy trzech jednostek hydrogeologicznych: XI – nidziańskiej, XII – śląsko-krakowskiej oraz XIII – karpackiej. Na terenie miasta występują następujące piętra wodonośne: dewońskie, jurajskie, kredowe, neogeńskie i czwartorzędowe (Chowaniec i in., 2007; Myszka, 1978; Paczyński 1993; Paczyński, Sadurski, 2007a). Duże znaczenie ze względu na bardzo szeroki zasięg i znaczne wykorzystanie gospodarcze ma piętro czwartorzędowe, następnie piętro neogeńskie i jurajskie (Dynowska, 1980; Dynowski, 1974; Kleczkowski, 1964)

Charakterystykę poziomów wodonośnych wykonano na podstawie opracowań Chowańca i in. (2007), Dynowskiej (1980), Dynowskiego (1974), Kleczkowskiego (1964), Kmiotowicz-Drathowaej (1965), Kowalskiego (1997), Myszk (1978), Pietrygowej (1960, 1989), Pociask-Karteczki (1994), Radwana i Więclawika (1987), Wojtaszka (1984), Zuber (1987) oraz map hydrogeologicznych i hydrograficznych Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (Chowaniec 1997, Duda i in. 1997, Koniecki, Kowalski 1997, Pociask-Karteczka 1997, Pociask-Karteczka 2003).

#### **5.1.1. Wody w utworach dewońskich**

Utwory dewońskie na obszarze Krakowa występują na głębokości ponad 200 m. Zwierciadło wód w tych utworach jest napięte. Wodę w utworach dewońskich stwierdzono w Kobierzynie w uszczelinionych wapieniach krystalicznych na głębokości 287 m, przy czym zwierciadło ustaliło się na głębokości 7,5 m. Wydajność odwiertu wynosiła  $17,3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , zaś współczynnik filtracji  $1,8 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Woda z tego odwiertu miała temperaturę  $17^\circ\text{C}$ , cechowała się dobrą przezroczystością, brakiem zapachu i smaku, odczynem obojętnym (pH 7,0-7,4), bardzo dużą ogólną twardością ( $33,7-34,8^\circ\text{n}$ ) oraz bardzo wysoką mineralizacją – przekraczającą  $3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Posiadała podwyższoną zawartość siarczanów, azotu i żelaza.

### 5.1.2. Wody w utworach jurajskich

Najbardziej zasobnym zbiornikiem w obrębie utworów jurajskich są spękane i częściowo skrasowiałe wapienie górnourajskie, których wodonośność uzależniona jest od rozwoju szczelin kawern. Inne utwory jurajskie (piaskowce, żwiry, zlepieńce), ze względu na małe miąższości warstw, nie stanowią zbyt znacznych zbiorników wód podziemnych. Górnourajski poziom wodonośny nie jest jednolity, albowiem wapienie pocięte są systemem zrębów i rowów tektonicznych. Łączność pomiędzy poszczególnymi zrębami jest utrudniona w przypadku, gdy są one izolowane łałami mioceńskimi. Kontakt hydrauliczny pomiędzy poszczególnymi zrębami jest wówczas niemożliwy i każdy zręb należy traktować jako odrębny system wodonośny. Wody mają tam charakter artezyjski lub subartezyjski. Są one zwykle mocno zmineralizowane. W rowach pod pokrywą miocenu można także znaleźć zwykle wody podziemne, stąd też niektóre partie górnourajskiego poziomu wodonośnego uznano za poziom o charakterze użytkowym.

W przypadku braku osłony mioceńskiej możliwy jest kontakt wód w utworach jurajskich z wodami w utworach czwartorzędowych oraz wodami powierzchniowymi, tak jak np. na Wawelu. Zwierciadło wód podziemnych w obrębie tego zrębu występuje na poziomie Wisły i jego wahania zależą przede wszystkim od wahań stanów wody Wisły.

Warunki krążenia wód w poziomie górnourajskim zależne są od morfologii, tektoniki i pokrycia utworami słaboprzepuszczalnymi. W wapieniach odsłaniających się na powierzchni zwierciadło ma charakter swobodny. Poziom wód o zwierciadle napiętym (wody o charakterze artezyjskim lub subartezyjskim) występuje w zrębach wapiennych przykrytych łałami mioceńskimi lub pod wkładkami nieprzepuszczalnych serii wapieni, natomiast poziom o zwierciadle swobodnym – w obrębie zrębów odsłoniętych lub pokrytych utworami przepuszczalnymi; zwierciadło układa się tam w nawiązaniu do rzeźby terenu (Krzemionki, Dębniaki, Zręb Sowińca). Woda podziemna w skałach poziomu jurajskiego przepływa od wysoczyzn ku dolinom rzecznych. Jednym z wyjątków jest fragment koryta Wisły na wysokości dawnego kamieniołomu wapieni na Zakrzówku, gdzie występuje infiltracja wód rzecznych ku zrębowi wapiennemu.

Przyjmuje się, iż miąższość strefy zawodnionej w utworach jurajskich wynosi od kilku do 120 m. Decydującą rolę w gromadzeniu i przewodzeniu wody odgrywa sieć szczelin i system kawern. Tam, gdzie są wychodnie wapieni – zasilanie w wodę następuje prawie wyłącznie przez infiltrację wód opadowych. Większość spękań ciosowych jest pionowa, prostopadła do uławicenia. Rzadziej spotyka się spękania ukośne, nachylone na ogół ku wschodowi pod kątem ok. 70°. Współczynnik szczelinowatości wynosi od 10,88 do 14,28, zaś współczynnik filtracji od  $2 \times 10^{-4}$  do  $121 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ . Wydajność poziomu jurajskiego zawiera się w przedziale od 1,2 do  $50,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , a sporadycznie nawet do  $170 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Temperatura wód w utworach jurajskich jest zróżnicowana. Wody głębsze są chłodniejsze od wód płytszych. Temperatura wody na głębokości 70 m (studnia na Bielanach) wynosi od 7,6 do 10°C, na głębokości zaś 32 m (studnia pod Kopcem Kościuszki) od 7,6 do 12,4°C. Temperatura wody zmienia się w ciągu roku. Obniżanie się temperatury wody następuje podczas tajania śniegu, jej wzrost zaś – po opadach letnich.

Skład chemiczny wód jurajskich jest bardzo zróżnicowany. Wody występujące w szczelinowatych i skrasowiałych wapieniach tworzących wydźwignięte zręby o łatwym kontakcie z powierzchnią są słabo zmineralizowane, słodkie i półsłodkie. Sucha pozostałość wynosi od 150 do  $767 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Dominują w nich jony wapniowe i wodorowęglanowe. Są to wody twarde i średnio twarde, przy czym twardość węglanowa jest zdecydowanie większa od niewęglanowej. Odczyn wody jest obojętny z niewielkimi odchyleniami zarówno w kierunku

wód kwaśnych, jak i zasadowych. Woda występująca w obrębie zrębów o utrudnionym zasilaniu jest słodka lub półsłodka i słabo zmineralizowana, średnio twarda o charakterze węglanowo-wapniowym i chlorkowo-siarczanowo-dwuwęglanowym. W wapieniach dobrze izolowanych od powierzchni występują wody średnio twarde i twarde o zróżnicowanej mineralizacji z dominującymi jonami sodowymi, chlorkowymi i siarczanowymi. Posiadają odczyn alkaliczny (pH 7,8). Źródłem mineralizacji wód w utworach jurajskich są solanki mioceńskie, które mogą łatwo przenikać do wapieni dzięki dogodnym warunkom do pionowej i poziomej infiltracji. Duża mineralizacja wód w utworach jurajskich może być również spowodowana dopływem wód wgłębnych w strefach uskokowych. Wody w utworach jurajskich są w znacznym stopniu eksploatowane (Mydniki, Batowice, Zesławice, Prusy, Bonarka). Na terenie Krakowa, dla ludności udostępnione są w postaci tzw. zdrojów (rozdz. 5.8).

### 5.1.3. Wody w utworach kredy

Utwory kredowe występują na terenie Krakowa sporadycznie w postaci niewielkich płatów margli, opok, wapieni, wapieni marglistych i piaszczystych oraz lokalnie zlepieńców leżących bezpośrednio na utworach jurajskich (występują m.in. w podłożu Starego Krakowa).

Kredowe piętro wodonośne ma charakter wielowarstwowego zbiornika typu szczelinowo-porowego. Jego zasilanie odbywa się głównie przez infiltrację opadów bezpośrednio na wychodniach lub za pośrednictwem utworów czwartorzędowych. Możliwe także, że część wód przepływa ascenzyjnie z wapieni górnej jury. Współczynnik filtracji skał kredowych zawiera się w przedziale od  $3,5 \times 10^{-2}$  do  $115 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ . Wydajność piętra kredowego na północ od granic Krakowa (Bibice) wynosi od 1,2 do  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Są to wody słabo zmineralizowane,  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$  o odczynie słabo alkalicznym.

### 5.1.4. Wody w utworach trzeciorzędowych

Wody podziemne w obrębie utworów trzeciorzędowych występują w piętrze miocenu. Poziom użytkowy ma miąższość od 5 do 60 m, lokalnie do 100 m. W piętrze miocenu wydziela się dwa poziomy wodonośne: pierwszy – w piaskach i piaskowcach warstw grabowieckich, i drugi – w serii gipsowo-solnej warstw chodenickich.

Poziom pierwszy – w piaskach i piaskowcach warstw grabowieckich (piaski bogucickie) – ma charakter ciśnieniowy, co spowodowane jest występowaniem w jego stropie utworów nieprzepuszczalnych. Zwierciadło wody występuje na głębokości od 10 do 90 m. Ogólny spływ wód następuje w kierunku północnym – zgodnie z nachyleniem terenu i zapadaniem poziomu wodonośnego. Występuje w południowej części miasta w rejonie Rajska, Kosocic, Bieżanowa, Kurdwanowa i Rząski. Wydajność studzien w warstwach grabowieckich wynosi od 4,4 do  $55,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , a nawet więcej. W Bieżanowie nawiercono najwydajniejszą jak dotąd studnię w Krakowie o wydajności  $217,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  i głębokości ok. 250 m. Współczynnik filtracji serii piasków wodonośnych jest niewiele zróżnicowany i wynosi od 0,5 do  $6,9 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ . Wody tego poziomu posiadają przeważnie odczyn obojętny (pH 6,9-7,8). Sucha pozostałość wynosi od 156 do 664 mg/l. Są to wody  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na-Ca}$ ,  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  lub  $\text{HCO}_3\text{-Na}$ .

Drugi poziom wodonośny – w obrębie serii gipsowo-solnej warstw chodenickich ma również charakter ciśnieniowy. Poziom ten występuje na Matecznym, w Swoszowicach, Lusinie i Mistrzejowicach. Wody mineralne występują w piaskach paleogenu i spękanych wapieniach miocenu przykrytych ilami warstw skawińskich. W jego obrębie występują pakiety łupków

zawierających gips i anhydryt oraz margle siarkonośne. Wodonośność tego kompleksu jest zróżnicowana ze względu na chodniki, sztolnie i szyby górnicze, które są pozostałością po górnictwie siarki, jakie rozwinęło się tutaj już w XV w. Współczynnik filtracji wynosi od  $3,15 \times 10^{-5}$  do  $1,55 \times 10^{-4} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Wody te należą do typu wód siarczkowych, bardzo cennych w lecznictwie (rozdz. 5.6).

### 5.1.5. Wody w utworach czwartorzędowych

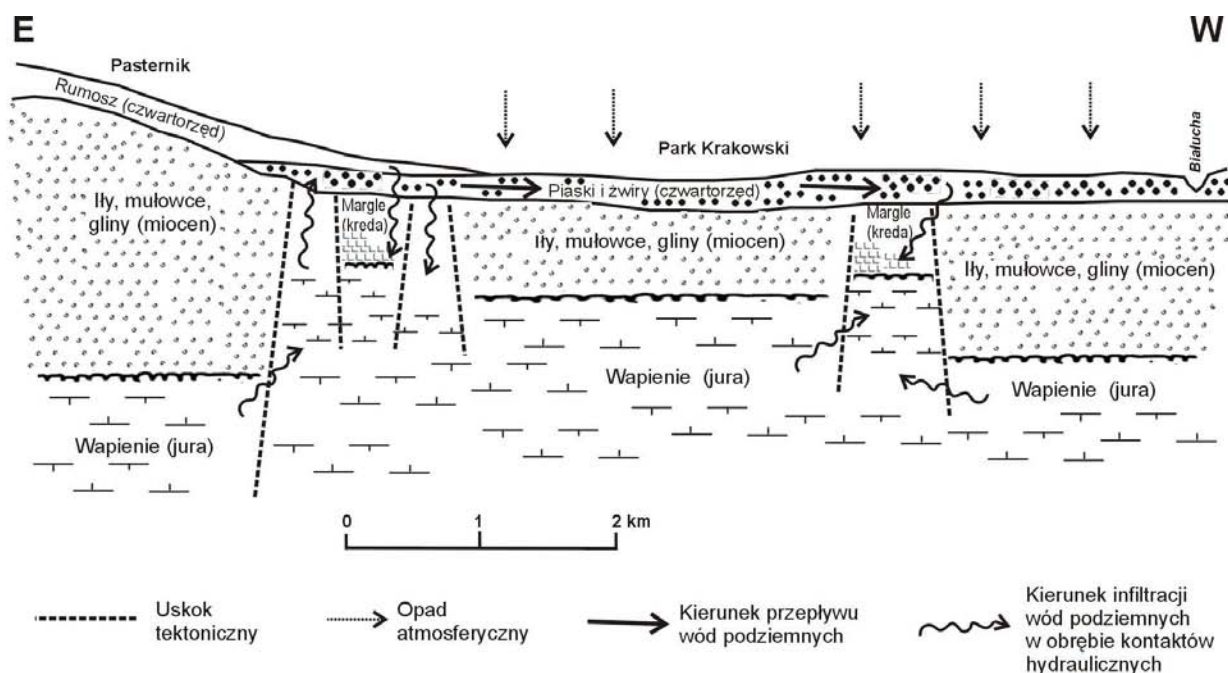
W obrębie utworów czwartorzędowych najważniejsze znaczenie ma poziom plejstoceński związany z pradoliną Wisły. Utwory wodonośne wykształcone są w postaci żwirów i piasków budujących terasy Wisły i stożki napływowe jej dopływów podścielonych bardzo słabo przepuszczalnymi ilami mioceńskimi. Lokalnie podłoże stanowią utwory jurajskie i kredowe. Miąższość utworów wodonośnych jest zmienna – zależna od rzeźby starszego podłoża. Największa miąższość występuje w obrębie dawnych nurtów Prawisły i Prabiałuchy. Utwory wodonośne osiągają w obrębie doliny Wisły miąższość do 20 m, z tym że na większości obszaru miąższość utworów zawodnionych wynosi od 5 do 10 m, lokalnie do 15 m.

Zwierciadło wody w utworach czwartorzędowych ma charakter swobodny, choć w miejscach występowania słabo przepuszczalnych wkładek ilastych może być napięte. Układ zwierciadła nawiązuje do ukształtowania terenu. Spadek hydrauliczny w obrębie teras wynosi od 0,003 do 0,007 i jest zmienny w zależności od sezonowych zmian zasilania warstwy wodonośnej. Utwory wodonośne zasilane są bezpośrednio opadami. Mogą być również zasilane wodami infiltrującymi z Wisły i jej dopływów. Możliwe jest także zasilanie lateralne lub ascenzyjne z jurajskiego i kredowego piętra wodonośnego.

Współczynnik filtracji wynosi od 8,6 do  $17,2 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$ . Wydajność studzien w zbiorniku czwartorzędowym wynosi od 2 do  $30 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , przy czym w rejonie Bieżanowa i Płaszowa – od  $7,5$  do  $17,8 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , Starego Miasta - od 6 do  $21 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , Czyżyn i Łęgu - od 8 do  $16 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  oraz Mogiły i Pleszowa – od  $4,9$  do  $5,9 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , zaś Ruszczy – nawet do  $100 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ .

Wody podziemne w utworach czwartorzędowych na terenie Krakowa odznaczają się zróżnicowaną mineralizacją, przy czym dominuje grupa wód półsłonawych o mineralizacji od 1 do  $2 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Przeważają wody cztero- i pięcjojonowe:  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Na}$ ,  $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Na}$  i  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$ . W obrębie terasy niskiej, gdzie niewielkie spadki hydrauliczne ograniczają wymianę wód, powodując nawet jej stagnację, mineralizacja ogólna jest wyższa niż w wodach terasy wysokiej. Zaznacza się lokalnie obecność żelaza i manganu. W obrębie terasy wysokiej występują również wody słodkie typu  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  z wolnym  $\text{CO}_2$ . Odczyn tych wód jest obojętny. Skład chemiczny wód czwartorzędowych nie jest naturalny ze względu na zanieczyszczenia docierające do tych wód z powietrza, gleby oraz wód powierzchniowych. Zasilanie piętra czwartorzędowego odbywa się bowiem przez bezpośrednią infiltrację wód opadowych. Może się ono także odbywać poprzez lateralny lub ascenzyjny dopływ z jurajskiego lub kredowego piętra wodonośnego (ryc. 8).





Ryc. 8. Kierunki przepływu wód podziemnych na obszarze Krakowa (Chowaniec i in. 2007, uproszczone)

## 5.2. GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH

Kraków leży w zasięgu trzech głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP):

Zbiornik Dolina Rzeki Wisły (Kraków) – GZWP 450 (Q),  
 Subzbiornik Bogucice – GZWP 451 (Tr),  
 Zbiornik Częstochowa E – GZWP 326 (J3).

Zasięg GZWP na terytorium Krakowa przedstawiono na planszy nr 5. Część informacji wykorzystanych do charakterystyki GZWP zaczerpnięto z następujących opracowań: Chowaniec, 1997; Duda i in., 1997; Grzegorzczak, 2008; Kleczkowski, 1964; Kleczkowski (red.), 1990; Kowalski, 1997; Paczyński Sadurski, 2007a oraz Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000 z objaśnieniami, 1997.

**Zbiornik Dolina Rzeki Wisły (Kraków) – GZWP 450** – związany jest z utworami czwartorzędowymi wykształconymi głównie w postaci plejstoceńskich fluwioglacjalnych utworów żwirowo-piaszczystych, podścielonych bardzo słabo przepuszczalnymi iltami mioceńskimi. Lokalnie podłoże stanowią utwory jury lub kredy. Na terenie Krakowa znajdują się dwa fragmenty tego zbiornika: w części środkowej i zachodniej miasta – tworzący równoleżnikowy pas na linii centrum Nowej Huty – Krowodrza – Olszanica oraz drugi – obejmujący fragment wschodniej części obszaru, na którym leży kombinat hutniczy oraz przylegające do niego od wschodu i południowego wschodu tereny, wraz ze składowiskami przemysłowymi. Utwory wodonośne w kopalnej dolinie Wisły i w obrębie stożków Rudawy, Białucha, Potoku Kościelnickiego i Dłubni osiągają lokalnie do kilkunastu metrów miąższości.

Wody charakteryzują się bardzo zróżnicowaną jakością i narażone są na wszelakie infiltrujące zanieczyszczenia. W sposób naturalny piętro czwartorzędowe jest drenowane przez rzeki, a sztucznie – przez czynne studnie eksploatacyjne i odwodnieniowe. Studnie odwadniające pracują w obrębie niskiej terasy Wisły, aby zniwelować wpływ spiętrzenia Wisły związanego z wykonanym w latach 60. stopniem wodnym w Dąbiu (do 4 m). Podtopieniu terenów w zasięgu cofki spiętrzenia w Dąbiu zapobiega bariera studzien odwadniających, z których woda jest stale lub okresowo odpompowywana dla utrzymania założonego poziomu wód gruntowych. Niektóre z nich ulegają niestety kolmatacji.

GZWP nr 450 wymaga szczególnej ochrony z uwagi na stosunkowo dobrą jakość i możliwość bezpośredniej infiltracji zanieczyszczeń.

**Subzbiornik Bogucice – GZWP 451** – rozciąga się równoleżnikowo, obejmując swoim zasięgiem południowo-wschodnią część Krakowa (dzielnica Podgórze) oraz duże fragmenty gmin Wieliczka, Niepołomice, Kłaj. Jest to zbiornik związany z górną częścią miocenu, wykształcony w postaci kompleksu zawodnionych piasków bogucickich. Zbiornikowi temu można przypisać poziom wodonośny piętra miocenijskiego (M).

W obrębie zbiornika wydzielono dwa, w dużym stopniu niezależne, wielowarstwowe horyzonty wodonośne. Pierwszy z nich występuje na głębokości ok. 80-100 m poza obszarem wychodni piasków bogucickich i jest to horyzont subartezyjski, gdzie warstwą napinającą są stropowe ility trzeciorzędowe oraz dodatkowo gliny zwałowe zalegające w obrębie utworów czwartorzędowych. Drugi horyzont na obszarze centralnej części subzbiornika, tj. od Biezanowa do Niepołomic, ma charakter artezyjski.

Jakość wody z reguły odpowiada normie dla wód pitnych lub jest łatwa do uzdatnienia. Wieloletnia i intensywna eksploatacja zbiornika bogucickiego powoduje zmiany naturalnego układu ciśnień, warunków zasilania, co w konsekwencji może stanowić zagrożenie dla jakości wód eksploatowanych w rejonie Biezanowa.

Zasilanie poziomu wodonośnego piasków bogucickich odbywa się prawie wyłącznie przez infiltrację opadów bezpośrednio na wychodniach usytuowanych w południowej części subzbiornika, toteż obszar ten powinien być poddany ochronie. Wychodnie piasków bogucickich rozciągają się równoleżnikowo od południowej części miasta w kierunku wschodnim i mają szerokość około 1 km. Pewną rolę w zasilaniu piasków bogucickich odgrywa także przesiąkanie wód z poziomu czwartorzędowego. Udział w zasilaniu może mieć również lateralny dopływ wód ze zrębów jurajskich Kurdwanowa i Podgórze. Poza pasem wychodni wody są naturalnie chronione łąkami przed wpływami zewnętrznymi i wyróżniają się korzystnymi cechami fizyko-chemicznymi. Ich zasoby dyspozycyjne są ograniczone. Wody tego zbiornika są słabo odnawialne. Zbyt duża ilość studzien i nieuporządkowana gospodarka wodami stanowią istotne zagrożenie.

Obecnie trwają prace geologiczne w celu udokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych tego zbiornika oraz wyznaczenia obszarów ochronnych.

**Zbiornik Częstochowa E – GZWP 326** – w strefie przylegającej do północnej granicy Krakowa występuje fragment tego zbiornika w rejonie osiedli Mistrzejowice, Zesławice, Batowice i Kantorowice. Obejmuje on obszary zbudowane z utworów jurajskich. Jest to przepływowy, odkryty, szczelinowo-krasowo-porowy zbiornik zbudowany z różnych litologicznie typów wapieni. Na skutek braku izolacji wody tego zbiornika łatwo ulegają degradacji. Główne zagrożenie pochodzi ze strony intensywnej gospodarki rolnej oraz innych zanieczyszczeń wielkoprzestrzennych.

Zbiornikowi temu można przypisać poziom wodonośny górnourajski (J3). Charakterystyczną cechą zwierciadła wody w piętrze jurajskim jest jego silne uzależnienie od wielkości opadów. W sposób naturalny piętro jurajskie jest drenowane stosunkowo licznymi źródłami. Niektóre z nich są ujęte dla potrzeb zaopatrzenia w wodę. Jak wykazały badania w obszarze wschodni, wapień jurajski są zasilane w wodę prawie wyłącznie przez infiltrację opadów atmosferycznych. Jest to zbiornik mało odporny na oddziaływanie ognisk zanieczyszczeń.

Zbiornik ten został udokumentowany.

### 5.3. JEDNOLITE CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH

Według Ramowej Dyrektywy Wodnej obszarami odniesienia w zarządzaniu zasobami wód podziemnych są **jednolite części wód podziemnych (JCWPd)** rozumiane jako określona objętość wód podziemnych występująca w obrębie warstwy wodonośnej lub zespołu warstw wodonośnych. W nawiązaniu do tego podziału, na obszarze Krakowa wyróżniono następujące części JCWPd: nr 150, nr 138, nr 139 (ryc. 9A).

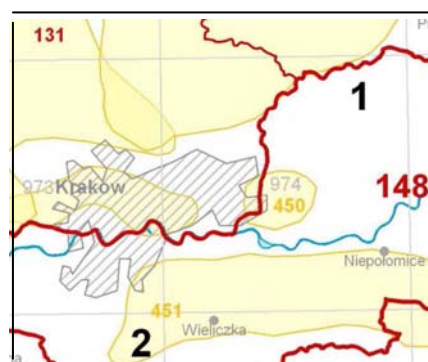
**Tabela 3a. Jednolite części wód podziemnych na terenie Krakowa**

JCWPd	Stratygrafia	Typ wodonośca	Wodoprzepuszczalność	Stopień izolacji
138	Q	piaski, żwiry	porowaty	Średni
139	Q/Pg	piaski, żwiry, piaskowce	porowaty	średni/korzystny
150	J <sub>3</sub>	wapień	szczelinowy i krasowy	niekorzystny

Źródło: [www.krakow.rzgw.gov.pl](http://www.krakow.rzgw.gov.pl).



**A – stan istniejący**



**B – stan planowany od 2015 r.**

Źródło: ([www.psh.gov.pl](http://www.psh.gov.pl))

**Ryc. 9. Jednolite części wód podziemnych na terenie Krakowa**

Podział ten będzie obowiązywał do 2014 r., zaś planuje się, że od roku 2015 wejdzie w życie nowy podział, w którym proponuje się, by na obszarze Polski wydzielić 172 części JCWPd

oraz 3 subczęści. Według nowego podziału, w obrębie Krakowa będą występować tylko dwie części JCWPd: 131 oraz 148 (tab. 3, ryc. 9B).

**Tabela 3. Planowane jednolite części wód podziemnych na terenie Krakowa od 2015 r.**

JCWPd	Stratygrafia	Litologia	Rodzaj utworów budujących warstwę wodonośną	Średni współczynnik filtracji	Średnia miąższość utworów wodonośnych	Liczba poziomów wodonośnych	Nadkład warstwy wodonośnej
131	Cr, J, T, D, Pz	Wapienie, piaskowce, piaski, żwiry	Porowe, szczelinowo-porowe, szczelinowo-krasowe piaski, żwiry	$10^{-3}$ - $10^{-5}$	>40	1-3	W równowadze przepuszczalne i słabo przepuszczalne
148	Q, Ng	Piaski, piaskowce	Porowe	$10^{-4}$ - $10^{-6}$	>40	1-2	Głównie utwory słabo przepuszczalne

Zródło: www.pgi.gov.pl, zmienione

## 5.4. GŁĘBOKOŚĆ ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH

Główną oś spływu wód podziemnych stanowi Wisła. Spadek hydrauliczny wód podziemnych nawiązuje do ukształtowania terenu i jest największy na skłonie Wyżyny Krakowskiej (10-20%), w obrębie zaś płaskiego dna Wisły gwałtownie maleje. Oznacza to, iż zbiornik aluwialny jest zasilany przez wody spływające z Wyżyny Krakowskiej. Naturalny spadek zwierciadła wód podziemnych na obszarze Krakowa jest zaburzony głównie z powodu istnienia stopni spiętrzających Wisłę oraz studni odwadniających. Na przykład spiętrzenie Wisły w Dąbiu spowodowało lokalnie nawet dwukrotne zmniejszenie się spadku hydraulicznego wód podziemnych powyżej stopnia, tj. w obrębie Grzegórzek, Kazimierza, Stradomia, Zwierzyńca i podniesienie się zwierciadła pierwszego poziomu wód podziemnych na obszarach zwartej zabudowy miejskiej Krakowa (Flisowski i in., 1966; Pietrygowa, 1960, 1989)

Podobne skutki we wschodniej części miasta spowodowało spiętrzenie wody w Przewozie. W obrębie terasy zalewowej w prawobrzeżnej części Krakowa woda występuje na głębokości od 0 do 2 m, tworząc na znacznych obszarach podmokłości, np. w Skotnikach, Kostrzu, Kobierzynie i Sidzinie. Znaczne obszary objęte są tam melioracjami, dzięki czemu udało się pozyskać rozległe tereny na łąki. W lewobrzeżnej części miasta zwierciadło wody w obrębie terasy zalewowej występuje niżej – średnio na głębokości ok. 3 m – z wyjątkiem okolic Toń, gdzie lokalnie woda zalega na głębokości od 0 do 1 m. W obrębie teras wyższych i stożków napływowych wody podziemne występują na głębokości od 2 do 10 m, lokalnie głębiej – od 10 do 15 m. Największe głębokości do zwierciadła wód podziemnych występują w zrębach jurajskich i dochodzą nawet do 90 m. Wahania stanów wód podziemnych na obszarze Krakowa zależą od odległości od rzeki, rzeźby terenu oraz zasilania (ryc. 10). Wody podziemne strefy nadrzecznej w obrębie teras o wysokości od 0 do 6 m mają bezpośredni związek z wodą rzeczna. W czasie stanów wezbraniowych wody rzeczne mogą infiltrować do gruntu i hamować dopływ wód podziemnych napływających od strony doliny. W obrębie teras o wysokości od 6 do 10 m, które jednocześnie znajdują się w większej odległości od rzeki, wpływ wahań stanów Wisły na wody podziemne jest mniejszy niż na wody podziemne

teras niższych. Wznios wód podziemnych jest w tym przypadku o wiele mniejszy i występuje z kilkunasto- do ponad dwudziestodniowym opóźnieniem. Na terasie najwyższej, tj. od 15 do 25 m, brak jest związku wahań wód podziemnych z wahaniami wody w rzece (Pociask-Karteczka, 2003).



**Ryc. 10. Głębokość zalegania zwierciadła wody gruntowej pod powierzchnią terenu (w metrach)  
– według : Mapy hydrograficznej. Polski**

Zaburzenie naturalnego układu hydraulicznego występuje w rejonie Zakrzówka. W czasie eksploatacji wapienia prowadzono tam intensywne odwadnianie wyrobiska obniżając zwierciadło wód podziemnych do rzędnej 175 m n.p.m., czyli prawie 25 m poniżej rzędnej zwierciadła wody w Wiśle. W efekcie nastąpiło odwrócenie pierwotnego kierunku przepływu wód podziemnych (z południa, w kierunku Wisły) na kierunek przeciwny (z północy, ku kamieniołomowi). W 1992 r. zaprzestano pompowania, co doprowadziło do stopniowego zalania wyrobiska. Zwierciadło wody w powstałym zbiorniku ukształtowało się na wysokości ok. 202 m n.p.m. Obecnie znajduje się ono częściowo pod wpływem zanieczyszczonych wód wiślanych, o czym świadczą wyniki analiz hydrochemicznych wód Wisły, wód opadowych i wód podziemnych. Leje depresyjne wskutek eksploatacji wód podziemnych wytworzyły się w dzielnicy Nowa Huta w rejonie Zalewu Nowohuckiego oraz w rejonie Ruszczy (Pociask-Karteczka, 2003; Motyka, Postawa, 2004).

W związku z płytkim zaleganiem zwierciadła wody poziomej pewne obszary nie powinny być objęte zabudową. Należą do nich: tereny w Kostrzu, Pychowicach, Toniach.

## 5.5. DYNAMIKA ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH

Na podstawie wahań stanów wód gruntowych na stacjach w Sitowcu i Poszynie (część wschodnia obszaru) w latach 1966-1975 można stwierdzić, iż w ciągu roku wysokie stany wody zaznaczają się w okresie wiosenno-letnim, niskie zaś w okresie jesienno-zimowym. W okresie stanów wysokich występują dwa wzniosy: wiosenny (roztopowy) – z kulminacją w marcu lub kwietniu, i letni (opadowy) – z kulminacją w sierpniu lub lipcu. Wznios wiosenny jest większy aniżeli letni. Okres niskich stanów wody rozpoczyna się we wrześniu lub październiku i trwa do stycznia. Najniższe stany występują w listopadzie lub w grudniu. Amplituda miesięcznych stanów wód gruntowych w Sitowcu oraz Poszynie wynosiła od 1,23 do 4,13 m (Dynowski, 1974).

**Tabela 4. Wahania stanów wód gruntowych [m] w latach 1966-1975**

Posterunek	Warstwa wodonośna	Średnia głębokość do zwierciadła	Amplituda wahań miesięcznych stanów wody
Sitowiec	zailone piaski	4,44	4,13
Poszyna	piaski ze żwirem	2,64	1,23

Źródło: Dynowski 1974

Szczegółowa dokumentacja hydrogeologiczna dotycząca m.in. wielkości wahań pierwszego poziomu wód podziemnych w ostatnich latach jest opracowana przez Oddział Karpacki PiG.

Na terenie Krakowa znajduje się jeden punkt pomiarowy Państwowej Służby Hydrogeologicznej, w którym od 1993 r. prowadzone są pomiary stanów wody oraz monitoring jakości wody (punkt nr 771). Punkt ten zlokalizowany jest na Żabińcu, w pobliżu koryta Białuchy. Jest to studnia wiercona w utworach czwartorzędowych, której głębokość wynosi 21,5 m, zaś głębokość zwierciadła ustalonego wynosi 9,90 m. Głębokość stropu poziomu wodonośnego wynosi 9,90 m, natomiast spągu – 21 m. Rocznie wahania zwierciadła nie przekraczają 0,45 m. W kilkunastoletnim okresie badań można zaobserwować niewielki obniżanie zwierciadła, które nasiliło się w latach 2002-2006 (Chowaniec i in., 2007). Jednak w latach 2007-2009 zanotowano wyższe od przeciętnego (1990-2005) stany wód podziemnych – odnosiło się to zarówno do wartości średnich miesięcznych, jak i kwartalnych oraz sezonowych i rocznych (*Rocznik Hydrologiczny*. 2007, 2008, 2009). Wyjątek stanowił lipiec 2009 r. (tab. 5).

**Tabela 5. Odchylenie średnich stanów wód podziemnych w latach 2007-2009 od analogicznych średnich stanów z wielolecia**

Rok	Rząd/ nr punktu/ nr otworu	Odchylenie [m]																		
		$\Delta G_M$												$\Delta G_K$				$\Delta G_K$	$\Delta G_K$	$\Delta G_K$
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	kwartał						
														I	II	III	IV			
2007	II/771/1	0,34	0,39	0,40	0,33	0,29	0,31	0,29	0,29	0,32	0,32	0,24	0,23	0,38	0,31	0,30	0,26	0,34	0,28	0,31
2008	II/771/1	0,19	0,12	0,11	0,11	0,08	0,14	0,16	0,19	0,20	0,14	0,12	0,10	0,13	0,11	0,18	0,12	0,12	0,15	0,13
2009	II/771/1	0,11	0,10	0,08	0,10	0,10	0,04	0,05	0,04	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,09	0,07	0,03	0,00	0,08	0,02	0,05

**Objaśnienia odchyień od wartości średnich wieloletnich z okresu 1990-2005:**

$\Delta GM$  - odchylenie średniego miesięcznego stanu wody podziemnej danego miesiąca,  
 $\Delta GK$  - odchylenie średniego kwartalnego stanu wody podziemnej,  
 $\Delta GZ$  - odchylenie średniego stanu wody podziemnej w półroczu zimowym,  
 $\Delta GL$  - odchylenie średniego stanu wody podziemnej w półroczu letnim,  
 $\Delta GR$  - odchylenie średniego rocznego stanu wody podziemnej.

## 5.6. WODY MINERALNE

Kraków jest jednym z najbogatszych w wody mineralne miast w skali światowej. Wody te jednak nie były i nie są w pełni docenione i wykorzystane. Pierwsze doniesienia na temat mineralnych wód Krakowa pochodzą z XVI w. i dotyczą wód siarczanowych Swoszowic. W kolejnych stuleciach rozpowszechniła się opinia o Krakowie, jakoby „miasto na wodzie mineralnej stało”. Obecnie wykorzystuje się wody mineralne na Matecznym oraz w Swoszowicach (Wojtaszek, 1984; Pociask-Karteczka, 1994).

Wody na Matecznym są to wody słone wielojonowe (m.in. typu  $SO_4\text{-Cl-Na-Ca} + H_2S$ ) o mineralizacji 2,2-3,7  $g \cdot dm^{-3}$  i stosunku molowym Na do Cl znacznie powyżej 1, co sugeruje pochodzenie zasolenia z ługowania ewaporatów miocenu. Występują one w brackich wapieniach i marglach dolnego badenu oraz piaskach paleogenu, wypełniających zagłębienia krasowe w stropie wapienia górnej jury. Ich infiltracja nastąpiła w końcowych stadiach ostatniego zlodowacenia, czyli ponad 10 tys. lat temu. Jednak w otworze Geo2a występuje ok. 10% domieszki wody współczesnej, której czas dopływu do ujęcia szacuje się na ok. 20 lat.

Już w 1905 r. założono na Matecznym Zakład Kąpielowy Siarczanowo-Solankowy, działający dziś jako Zakład Przyrodolecznicy. Choć Mateczny nie posiada statusu uzdrowiska, w Zakładzie leczone są choroby reumatyczne, dermatologiczne oraz jamy ustnej, cywilizacyjne – takie jak miażdżyca i nowotwory. Wody z Matecznego przeciwdziałają także różnego rodzaju zatruciom toksycznym. Od 1969 r. do lat 90., wody z Matecznego wykorzystywane były do produkcji stołowej wody mineralnej „Krakowianka”, która w przeciwieństwie do innych wód wysokozmineralizowanych, posiadała bardzo mało wodorowęglanów (poniżej dolnej granicy ich fizjologicznego oddziaływania), toteż mógł ją pić każdy – bez względu na stan zdrowotny przewodu pokarmowego. Stosunek Mg do Ca, wynoszący 1:2 zapewniał odpowiednią współpracę tych dwóch pierwiastków w procesach metabolicznych w organizmie.

Wody na Matecznym stanowią olbrzymi rezerwar bardzo cennych, odnawialnych wód mineralnych. Zasoby odnawialne wynoszą 25,7  $m^3 \cdot h^{-1}$ , dyspozycyjne 9,0  $m^3 \cdot h^{-1}$ , zaś eksploatacyjne 8,5  $m^3 \cdot h^{-1}$ . Jednakże przy nadmiernej eksploatacji może rosnąć udział wód młodych, niezmineralizowanych, potencjalnie zagrożonych zanieczyszczeniami. Ważne jest, by nie zniszczyć ochronnej warstwy ilów zarówno w obszarze ujęcia, jak i zasilania (Paczyński, Sadurski, 2007b; Radwan, Więclawik, 1987; Zuber, 1987).

Zasoby wód mineralnych w Swoszowicach znane były wcześniej niż wody na Matecznym. Już w 1811 r. istniały tam łaźienki, a w okresie międzywojennym dr Józef Dietl – ojciec nowoczesnej polskiej balneologii – w dziele *Uwagi nad zdrojowiskami krajowymi* tak pisał: „...jeżeli którekolwiek z miejsc kąpielowych, to zaiste Swoszowice ku temu są przeznaczone, aby stały się zdrojowiskiem najbardziej odwiedzanym w naszym kraju”.

Obecnie w Swoszowicach istnieje Zakład Przyrodolecznicy i Sanatorium z dwoma ujęciami wody mineralnej: „Zród Główny” i „Napoleon”. „Zród Główny” jest to studnia artezyjska o głębokości 10,2 m i wydajności 7,2  $m^3/h$  dająca wodę borową, siarczkową typu  $SO_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Mg} + H_2S$ . „Napoleon” jest to naturalny wypływ powierzchniowy (z dawnej sztolni

kopalnianej), o wydajności 0,6 m<sup>3</sup>/h, z którego wypływa woda siarczkowa tego samego typu, co ze „Zdroju Głównego”. Mineralizacja wód wynosi ok. 2,5 g·dm<sup>-3</sup>. Są to wody współczesne o średnim wieku trytowym około 50-60 lat.

Dominującymi składnikami mineralnymi oraz składnikami charakterystycznymi są siarczany i wodorowęglany wapnia i magnezu oraz siarkowodor. Składniki te oraz ogólna mineralizacja wody (zawierająca się w wartościach 0,26% - 0,28 %) są głównymi czynnikami aktywnymi, fizjologicznie oddziaływującymi intensywnie na skórę i cały organizm. Podstawowym profilem leczniczym w uzdrowisku jest reumatologia. Kuracja prowadzona jest zgodnie z obowiązującymi i przyjętymi standardami leczenia balneologicznego i fizjoterapeutycznego w zakresie chorób reumatologicznych (reumatologia), chorób ortopedyczno-urazowych (ortopedia), osteoporozy, chorób układu nerwowego (w tym współistniejących z chorobami narządu ruchu lub reumatologicznymi), chorób skóry (w tym łuszczyca). Minister Środowiska w zawiadomieniu o przyjęciu dokumentacji hydrogeologicznej z dnia 21 września 2005 r. ustalił zasoby eksploatacyjne 6,0 m<sup>3</sup>/godz. przy depresji 0,8 m dla ujęcia „Źródło Główne” i 0,16m<sup>3</sup>/godz. przy depresji 0,2 m dla ujęcia „Źródło Napoleon”. Bardzo słabą stroną Uzdrowiska Swoszowice w odniesieniu do potencjalnych możliwości związanych z istniejącymi zasobami wodnymi jest bardzo niskie ich wykorzystywanie (około 13% w 2008 r.), w tym brak wykorzystania wód w basenach rehabilitacyjno-rekreacyjnych. Zaplecze szpitalno-sanatoryjne zakładu jest stopniowo uzupełniane i unowocześniane, podobnie jak park zdrojowy z zapleczem rekreacyjnym.

**Tabela 6. Złóża wód leczniczych na terenie Krakowa wg. stanu na 31 XII 2009 r**

L.p.	Nazwa złoża	Typ wody	Zasoby geologiczne (m <sup>3</sup> /h) bilansowe– eksploatacyjne	Pobór (m <sup>3</sup> /rok)
1	Kraków-Mateczny*	Lz	8,50	2747,40
2	Kraków-Swoszowice*	Lz	6,16	7701,00

\* - złoża objęte koncesją na eksploatację, Lz- wody lecznicze mineralizowane (mineralizacja > 1g/dm<sup>3</sup>)

*Źródło Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce. PIG 2010.*

W związku z eksploatacją wód leczniczych utworzono obszary i tereny górnicze:

- obszar i teren górniczy „Mateczny I” koncesja Nr 1/2005 na wydobycie wód leczniczych ze złoża „Mateczny” wydana w dniu 17 lutego 2005 r. przez Ministra Środowiska,
- obszar i Teren Górniczy „Swoszowice”. Koncesja nr 110/92 na eksploatację wód leczniczych ze złóż w miejscowości Kraków wydana w dniu 28 grudnia 1992 r. wraz z późniejszymi decyzjami zmieniającymi w/w decyzje.

W Swoszowicach znajduje się rozlewnia wody „Perła Swoszowic” (odwiert przy ul. Kąpielowej) ujmowanej w piaskach i piaskowcach przewarstwiających ility i ilułowki warstw skawińskich (miocen). Mineralizacji wody wynosi ok. 2,2 g·dm<sup>-3</sup> i charakteryzuje się dużą zawartością siarczanów (1000 mg/l), wapnia (270 mg/l) oraz magnezu (110 mg/l), natomiast niską zawartością wodorowęglanów (150 mg/l) oraz sodu (65 mg/l) i chlorków (100 mg/l). Występuje w niej jon selenowy (0,01 mg·dm<sup>-3</sup>), nie stwierdzono siarkowodoru. Wody siarczkowe z zawartością kationów wapniowych są szczególnie przydatne w profilaktyce i leczeniu cukrzycy. Zasoby eksploatacyjne oszacowano na 1,27 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>, zaś pobór wynosi 0,5-1



$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Jej skład izotopowy wskazuje na wiek holoceni i pochodzenie infiltracyjne. Ze względu na niewielkie zasoby tej wody, nie ma jej w powszechnej sprzedaży w handlu.



**Odływ z ujęcia wód siarczkowych w Zakładzie Przyrodolecznictwa w Swoszowicach (fot. J. Pociask-Karteczka)**

W Krakowie stwierdzono ponadto wody mineralne w następujących rejonach:

- Mistrzejowic – nawiercone w 1975 r.; są to wody typu  $\text{SO}_4\text{-Cl-Mg- HCO}_3$  oraz  $\text{SO}_4\text{-Na-Mg-Ca}$  nadające się do lecznictwa uzdrowiskowego, występujące w wapieniach malmu i posiadające mineralizację ok.  $3 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,
- rejonu osiedla Wola Duchacka (pomiędzy Swoszowicami a Matecznym; otwór RK-1;) – wody lecznicze typu  $\text{SO}_4\text{- HCO}_3\text{-Ca-Mg -Na}$  o mineralizacji  $2,2 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,
- przy ul. Pylnej (zachodnia część Krakowa) – woda siarczanowa (głębokość 30-45 m) wieku glacialnego typu  $\text{Na- SO}_4\text{- HCO}_3\text{-Cl}$  o mineralizacji ok.  $3,1 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ;
- przy Placu Biskupim – woda glacialna z domieszką wody przedplejstoceńskiej typu  $\text{Na-Mg-Cl-SO}_4$  o mineralizacji ok.  $2,2 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,
- przy klasztorze Paulinów na Skałce – woda zbliżonego pochodzenia i typu ( $\text{Na-Cl-SO}_4$ ) jak przy pl. Biskupim; o mineralizacji ok.  $4,4 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Ponadto, w 1952 r. w pobliżu południowych granic miasta – w Lusinie – wykryto na głębokości 50 m wody typu  $\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca-Na + H}_2\text{S}$ , które pod względem ilości siarkowodoru wyróżniają się spośród wód wykorzystywanych w uzdrowiskach europejskich.

Mimo, że potencjał uzdrowiskowy Krakowa na bazie wód mineralnych jest w skali regionu i kraju znaczny, wydaje się, iż stopień rozwoju odpowiedniej infrastruktury nie jest wystarczający.

## 5.7. WODY GEOTERMALNE

Kraków posiada duży potencjał wód tzw. chłodnych termalnych (wody termalne są to podziemne wody, które na wypływie posiadają temperaturę, co najmniej 20°C). Wody te występują w utworach malmu (górną jurą) i dewonu (paleozoik). Obszary z potencjalnymi możliwościami wykorzystania wód geotermalnych znajdują się we wschodniej części Krakowa. Cztery otwory wiertnicze w obrębie utworów jurajskich. (Przylasek Rusiecki, Kościelniki, Wyciąże, Ruszcza) wykazały samowypływy słodkich wód o temperaturze 27°C z głębokości około 800 m. W Przylasku Rusieckim stwierdzono w utworach dewonu na głębokości około 1500 m wody solankowe o charakterze subarteryjskim i temperaturze na wypływie 40°C oraz wydajności około 80 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>, co wskazuje na możliwości wykorzystania energii geotermalnej (por. rozdz. 27).

## 5.8. ZDROJE ARTEZYJSKIE

Na terenie miasta dostępne są tzw. „zdroje” artezyjskie, będące odwiertami sięgającymi od 80 do 100 metrów głąb – aż do wapieni jurajskich, które przykryte są grubą warstwą ilów pełniących rolę izolującą Pociask-Karteczka, 1994, Paczyński, Sadurski, 2007a, 2007b. Woda ze złoza ma około 10 tysięcy lat i sięga schyłku epoki lodowcowej. Odwierty powstały w latach 1990-1993 w związku z planami budowy w Krakowie metra. Są one zaopatrzone w krany i umożliwiające pobór wód mineralnych przez mieszkańców. Należą do nich źródła: „Lajkonik”, „Nadzieja”, „Dobrego Pasterza”, „Królewski” i „Jagielloński”. Mieszkańcom Nowej Huty udostępnione są studnie głębinowe na osiedlach: Tysiąclecia (P-1), Bohaterów Września (P-3) i Piastów (P-4). Wody źródeł krakowskich wykazują działanie lecznicze. Woda wypływa pod ciśnieniem z wapieni jurajskich odizolowanych od warunków zewnętrznych warstwą ilów mioceńskich. Infiltracja nastąpiła u schyłku epoki lodowcowej. Każdy źródło jest odmienny pod względem chemicznym, choć różnice chemizmu wód są nieznaczne. Niektóre posiadają siarkowodor, który jednak po pewnym czasie ulatnia się. Najniższą mineralizację wykazują wody „Nadziei”, zaś najwyższą – „Dobrego Pasterza”.

**Tabela. 7. Źródła krakowskie**

Nr ujęcia	Nazwa	Lokalizacja	Głębokość [m]	Typ wody
OS-6	Lajkonik	ul. Kościuszki	83	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Ca-Na
OS-1	Nadzieja	ul. Pochorążych	81	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Mg-Ca-Na
OS-9	Dobrego Pasterza	ul. Majora	100	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Mg-Na
OS-3	Królewski	ul. Królewska	85	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Mg-Ca-Na
OS-5	Jagielloński	ul. Sikorskiego	80	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Ca



**Zródło „Lajkonik” (fot. J. Pociask-Karteczka)**

Głównymi zaletami wód zdrojowych są: podwyższone zawartości magnezu (zwłaszcza w zdrojach „Nadzieja”, „Królewski” i „Lajkonik”), zawartość fluoru, odpowiadająca optymalnej, obecność innych mikroelementów, wzbogacających ich skład oraz brak związków azotu i wszelkich substancji wskazujących na niekorzystne wpływy zewnętrzne. Niewątpliwie korzystną cechą chwilową jest temperatura wody wynosząca 11-12°C. Niestety, zdarzyło się, że podczas cyklicznych badań Oddziału Higieny Komunalnej przy Powiatowej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej wykryto w zdrojach bakterie coli (m.in. styczeń 2008 r.). Prawdopodobnie za ten stan odpowiadał stan techniczny rur doprowadzający wodę z głębi ziemi. Woda powoduje korozję metalowych elementów, wewnątrz których tworzy się po latach warstwa szlamu, który może być siedliskiem bakterii, dostających się z powierzchni lub z płytszych warstw gruntu.

Istnieją także odwierty OS-2 (Plac Biskupi), OS-4 (Nowy Kleparz) oraz OS-8 (Plac Wolnica) sięgające górnopaleozoicznego poziomu wodonośnego. Wody z otworu OS-2 mają podobny skład chemiczny do wód na Matecznym. Zasoby zostały stwierdzone, lecz nie są eksploatowane. Otwory OS-4 i OS-8 ze względu na niską wydajność nie są udostępnione.

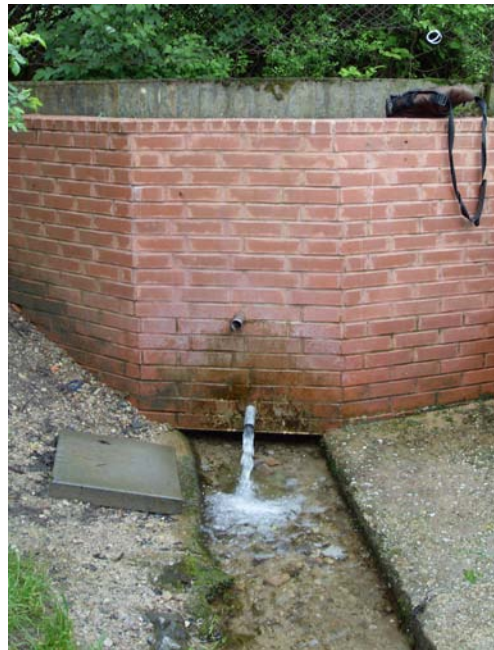
## **5.9. ŹRÓDŁA**

Na obszarze Krakowa występują naturalne wypływy wód podziemnych w postaci źródeł. Znaczna ich część – głównie tej najwydajniejszej – jest obudowana, niektóre zachowały charakter naturalny Duda i inni, 1997; Dynowska, 1980; Kleczkowski (red.), 1990; Pociask-Karteczka, 1994, 2003. Większość z nich odwadnia poziom jurajski. Do najwydajniejszych należą źródła przy ulicach: Nad Źródłem (Olszanica), Tetmajera 72 (Bronowice Małe), Wądół 34 (Witkowice), Cechowej 19 (Piaski Wielkie). Należą one do systemu zaopatrzenia awaryjnego, którego celem jest umożliwienie mieszkańcom korzystania z wody w przypadku awarii zasilania. Oprócz źródeł, w skład tego systemu wchodzi 346 studni wierconych,

kopanych i kopano-wierconych rozlokowanych na terenie miasta i będących w gestii Zakładu Gospodarki Komunalnej (Chowaniec i in., 2007).



Źródło przy ul. Tetmajera 72 (fot. J. Pociask-Karteczka)



Źródło przy ul. Cechowej 19 (fot. J. Pociask-Karteczka)

Jednym ze źródeł zachowanych w stanie naturalnym jest Źródło św. Jana będące pomnikiem przyrody nieożywionej, położone u stóp jurajskiego wzgórza Duża Biedzinka w Tyńcu (229 m n.p.m.). Jego średnia wydajność wynosi ok.  $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Jest to źródło szczelinowe o ascensyjnym charakterze wypływu wody. Mineralizacja wody wynosi od  $0,5$  do  $1 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ , są to wody wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowe. Woda źródła, po przepłynięciu ok. 5 m wpływa na prywatną ogrodzoną posesję, aby ostatecznie poniżej zasilić starorzecze Wisły.



Źródło Świętego Jana – pomnik przyrody nieożywionej (fot. J. Pociask-Karteczka)

Niestety, na terenie miasta, jest wiele przykładów dewastacji źródeł – głównie w postaci zasypywania śmieciami lejów źródłowych. Choć źródła nie należą do spektakularnych elementów środowiska geograficznego Krakowa, warto zastanowić się nad zabezpieczeniem ich otoczenia w celu zahamowania dewastacji, wszak są ważnym elementem na styku podziemnej i powierzchniowej fazy krążenia wody.



**Źródło w zlewni Rozrywki (Prądnik Czerwony) z zasypywanym śmieciami lejem źródłowym  
(fot. J. Pociask-Karteczka)**

## **6. POKRYWA GLEBOWA (STEFAN SKIBA, MAREK DREWNIK, WOJCIECH SZYMAŃSKI, MARCIN ŻYŁA)**

### **6.1. STRUKTURA POKRYWY GLEBOWEJ**

Gleba, jako powierzchniowa część litosfery nazywana pedosferą, stanowi ożywiony utwór geologiczny zmieniony oraz ciągle przekształcany pod wpływem czynników zewnętrznych, m.in. warunków klimatycznych, świata organicznego oraz wody. Pokrywa glebowa kształtowała się w geologicznym przedziale czasu w dużej zależności od rzeźby i procesów geomorfologicznych. W ramach rozwoju cywilizacji ludzkiej pokrywa glebowa podlegała również znaczącym przemianom związanym z osadnictwem i rolniczą działalnością człowieka oraz z urbanizacją (Skiba, 2002). Wszystko to miało wpływ na aktualną strukturę pokrywy glebowej w obszarze Krakowa (Plansza nr 6.).

Pokrywa glebowa terytorium miasta Krakowa wykazuje wyraźne powiązanie z podłożem geologicznym, z rzeźbą i procesami geomorfologicznymi oraz ze stosunkami wodnymi. Wykazuje również wyraźny związek z rozwojem urbanizacji i przemysłu. Przykładem tego są znaczące powierzchnie obszarów zabudowanych i zmienionych w ramach urbanizacji, rozwoju przemysłu i infrastruktury (około 45% powierzchni).

Wśród obszarów zabudowanych występują gleby antropogeniczne: Urbisole, Hortisole, Technosole. Do przemian antropogenicznych pokrywy glebowej Krakowa zaliczyć należy również osuszanie terenów podmokłych pod zabudowę, dzięki czemu z utworów bagiennych powstały tam gleby murszowe i murszaste oraz czarne ziemie.

Wśród gleb mało zmienionych występujących na obrzeżach miasta, duże powierzchnie zajmują gleby czarnoziemne: czarnoziemy (*Chernozems*) oraz czarne ziemie (*Mollic Gleysols*). Gleby te zajmują łącznie ok. 10% powierzchni obszaru miasta. Czarnoziemy występują głównie w Nowej Hucie i w sąsiednich miejscowościach włączonych do Krakowa (Nowej Huty), m.in. Cło, Wadów, Grębałów, Wróżeńce. Czarne ziemie natomiast stanowią charakterystyczne gleby dla dawnej dzielnicy Czarna Wieś (np. Park Krakowski i Park Jordana, ul. Czarnowiejska, ul. Piastowska i okolice) – Plansza nr 6.

Duże powierzchnie zajmują również gleby płowe (*Luvisols*) i gleby brunatne (*Cambisols*). Zajmują one łącznie ok. 20% powierzchni terytorium Krakowa. Gleby płowe na mapach glebowo rolniczych są nazywane glebami bielcowymi lub pseudobielcowymi. Nazewnictwo to pochodzi jeszcze z lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia, kiedy wszystkie gleby z przejaśnionym poziomem podpróchnicznym klasyfikowano jako gleby bielcowe z racji morfologicznego podobieństwa do bieliec. Klasyfikatorzy nazywali je również glebami pseudobielcowymi, bowiem ich właściwości ekologiczne odpowiadały bardziej glebom brunatnym aniżeli bielicom. W powojennej klasyfikacji gleb (*Komentarz do Tabeli Klas Gruntów, Puławy 1956*) nie uwzględniano późniejszych systematyk gleb Polski, dlatego wszystkie gleby z jasnym, niekiedy białawym poziomem włączane były do gleb bielcowych. Zwracano jednak uwagę, że tzw. „gleby pseudobielcowe” oraz „gleby bielcowe pyłowe” wykazują korzystniejsze właściwości dla produkcji rolniczej, w przeciwieństwie do piaszczystych bieliec typowych. Te ostatnie oceniano jako utwory glebowe nadające się pod zalesienie.

Gleby pseudobielcowe, czyli gleby płowe (*Luvisols, Albeluvisols*), występują głównie na pokrywach lessowych i lessopodobnych. Większe powierzchnie gleb płowych obserwuje się w zachodniej części terytorium Krakowa, np. Krowodrza, Mydlniki oraz w południowej części Krakowa.

Na terytorium Krakowa poczesne miejsce (ok. 17%) zajmują również gleby aluwialne – mady (*Fluvisols*). Na mapie nr 6 rozdzielono mady brunatne (*Cambic Fluvisols*) występujące na terasach wyższych (współcześnie nie zalewanych) od mad właściwych (*Haplic Fluvisols*). W konturze mad właściwych występują również mady głęboko próchniczne (czarnoziemne - *Mollic Fluvisols*), których zasięgi są trudne do ustalenia bez badań szczegółowych.

Obszary zabudowane i występujące tam niewielkie powierzchnie gleb antropogenicznych (Urbanoziemy i Hortisole, Technosole) zajmują, jak już wspomniano, około 45% powierzchni terytorium Krakowa. Ich występowanie wynika z rozwoju zabudowy miejskiej i tworzenia zieleńców np. Planty, niektóre parki miejskie, ogródki działkowe (Urbanoziemy, Hortisole). Gleby antropogeniczne zniekształcone w wyniku oddziaływania przemysłu (Techno-sole) występują m.in. na hałdach przemysłowych lub w obszarach zajętych pod infrastrukturę komunikacyjną.

Pozostałe wydzielenia gleb zajmują mniejsze powierzchnie: rędziny (ok. 1%), gleby glejowe i gleby murszaste (ok. 5%), gleby organiczne (ok. 4,5%), bielice (poniżej 0,5%). Nie tworzą one zazwyczaj zwartych dużych płatów, występując wyspowo wśród gleb brunatnych, płowych, czarnoziemów i mad.

## 6.2. CHARAKTERYSTYKA JEDNOSTEK GLEBOWYCH

### 6.2.1. Gleby inicjalne i słabo ukształtowane

W obszarze Krakowa gleby tego rzędu reprezentowane są głównie przez rędziny.

**Rędziny (*Rendzic Leptosols*)** są glebami wytworzonymi na zwietrzelinach skał węglanowych. W obszarze miasta Krakowa rędziny występują na wychodniach skał wapiennych, które tworzą niewielkie powierzchnie, niekiedy trudne do wykreślenia na mapie. Dlatego większość tych gleb zaznaczono tylko sygnaturą. Rędziny występują m.in. w Mydlnikach w rejonie fortu, w Rząsce, w Lesie Wolskim (Panieńskie Skały), na Wzgórzu Wawelskim oraz na Zakrzówku. Rędziny wytworzone są ze zwietrzliny wapiennej zazwyczaj wymieszanej np. z piaskami plejstoceńskimi lub z lessem i takie utwory zaliczane są do tzw. rędzin mieszanych (*Calcaric Leptosols*). Rędziny tzw. czyste (*Rendzic Leptosols*) wykształcone są na zwietrzelinach skał węglanowych (wapieniach i dolomitach) bez znaczących domieszek materiału niewęglanowego.

Rędziny w obszarze Krakowa występują zarówno jako rędziny inicjalne, jak również rędziny właściwe lub brunatne. Gleby te są utworami płytkimi i zawierają w masie glebowej znaczące ilości wapiennych okruchów zwietrzelinowych (ponad 50%). Rędziny tworzą niewielkie powierzchniowo płyty i stanowią ważne pod względem krajobrazowym i siedliskowym obszary np. muraw kserotermicznych.

### 6.2.2. Gleby bielicoziemne

Na mapie gleb Krakowa wydzielono wspólne zasięgi dla gleb bielicoziemnych: bielicowych i rdzawych, jako utworów o zbliżonych cechach ekologicznych. To połączenie wynikało również z trudności rozdzielenia na mapie tych utworów, tym bardziej, że większość z nich była wcześniej uprawiana i dlatego ich profil jest zmieniony przez orkę (wzbogacenie w próchnicę i wymieszanie poziomu *albic*).

**Gleby bielicowe (*Podzols*)** powstały w wyniku bielicowania, czyli zakwaszenia i rozkładu frakcji ilastej. Są glebami silnie kwaśnymi (pH poniżej 5,0 w całym profilu) i, jako utwory piaszczyste, są ubogie w składniki odżywcze. Gleby te w obszarze Krakowa zajmują niewielkie powierzchnie, stanowiąc mniej niż 1% ogólnej powierzchni.

**Gleby rdzawe (*Brunic Arenosols, Rzavosols*)**, podobnie jak gleby bielicowe należą do gleb kwaśnych i również wytworzonych na utworach piaszczystych. W ich profilu nie obserwuje się zróżnicowania na poziom *albic* i *spodic*, natomiast pod poziomem próchnicznym występuje rdzawy poziom żelazisty – *sideric*.

Większe płyty gleb bielicoziemnych występują w obszarze Podgórek Tynieckich oraz w obrębie piaszczystych enklaw w rejonie Borku Fałęckiego.

### 6.2.3. Gleby płowoziemne

Gleby płowoziemne są utworami wykazującymi morfologię profilu zbliżoną do gleb bielicowych, chociaż ich geneza związana jest z procesem lessiwage'u. Proces ten polega na mechanicznym (grawitacyjnym) przemieszczeniu zdyspergowanej frakcji koloidalnej (o średnicy poniżej 0,002 mm) z poziomów powierzchniowych do poziomów leżących poniżej. Dlatego poziomy podpróchniczne zawierają mniej cząstek frakcji ilastej. Poziomy stropowe, a

szczególnie poziom podpróchniczny jest przejaśniony, bowiem z tego poziomu wraz z minerałami ilastymi przemieściły się również uwodnione związki żelaza. Poziom ten wykazuje cechy przemycia bez rozkładu składników mineralnych. Poniżej nagromadzone są wmyte składniki mineralne wzbogacające masę glebową w koloidy ilaste. Poziom wzbogacenia w il koloidalny nazywany jest poziomem *argillic* lub *argic* (od łac. *argilla* – glina, il).

Gleby płowe, jak już wspomniano, w latach kiedy sporządzano mapy glebowo-rolnicze zaliczane były do gleb bielcowych. W następnych wydaniach map waloryzacyjnych i bonitacji gleby starano się odróżnić gleby utworzone na utworach lessowych i nazywano je pseudobielicami. Od 1974 roku w Systematyce Gleb Polski przyjęto nazwę gleby płowe lub przemyte (*lessives*), przyjmując nazewnictwo z j. francuskiego *sol lessives* (*gleby przemyte*). W obowiązującej klasyfikacji międzynarodowej (WRB 2008) gleby te nazywane są *luvisolami* (*Luvisols*, *Albeluvisols*).

Na mapie gleb Krakowa (Plansza nr6) wyróżniono gleby płowe (*Haplic Luvisols*), nie wyróżniając pozostałych jednostek niższego rzędu (podtypów). Tworzą one bowiem trudne do rozdzielenia wspólne płaty z glebami płowymi zaciekowymi (*Glossic Luvisols-Albeluvisols*) i glebami płowymi powierzchniowo oglejonymi (*Stagnic Luvisols*).

Gleby płowe (*Luvisols: Haplic, Glossic, Stagnic, Albeluvisols*) zajmują znaczne powierzchnie w obszarach lessowych w zachodniej części terytorium miasta Krakowa (ok. 15%). Występują zarówno w rolniczej części np. w Toniach, Mydlnikach, Olszanicy, jak również w Lesie Wolskim. Wyznaczone na mapach glebowo-rolniczych niektóre płaty gleb brunatnych są glebami płowymi zerodowanymi, w których z braku poziomu *luvic*, występujący tam poziom *argic* klasyfikatorzy potraktowali jako poziom brunatnienia (*cambic*). Dla rozróżnienia takich gleb należałoby wykonać serię badań terenowych i laboratoryjnych (w tym mineralogicznych i mikromorfologicznych) celem dokładnego ustalenia procesu glebotwórczego. Dla potrzeb tej mapy, wystarczające są jednak informacje o występowaniu wspólnym gleb płowych i gleb brunatnych z racji zbliżonych wartości ekologicznych tych utworów.

#### 6.2.4. Gleby brunatnoziemne

Do utworów glebowych tego rzędu zaliczone są wszystkie gleby posiadające charakterystyczny (diagnostyczny) poziom brunatnienia – *cambic*. W omawianym obszarze miasta Krakowa, wśród gleb brunatnoziemnych wyróżniono **gleby brunatne właściwe i wyługowane** (*Eutric Cambisols*), **gleby brunatne kwaśne** (*Dystric Cambisols*), oraz **gleby brunatne właściwe oglejone** (*Eutri-Gleyic Cambisols*) i **gleby brunatne deluwialne** (*Fluvisols*). W nowej Systematyce Gleb Polski (2008) do gleb brunatnoziemnych zaliczone są ponadto **mady brunatne** (*Cambic Fluvisols*) oraz **rędziny brunatne** (*Cambi-Rendzic Leptosols*). W tym opracowaniu mady brunatne omawiane będą jako gleby aluwialne, zaś rędziny brunatne omawiane są razem z innymi rędzinami.

Na waloryzacyjnych mapach glebowo-rolniczych gleby brunatne jako samodzielna jednostka zajmują największe powierzchnie terytorium miasta. Jak już wspomniano przy charakterystyce gleb płowych, duże powierzchnie gleb brunatnych, z racji występowania cech lessiważu, przeklasyfikowano do gleb płowych. Na prezentowanej mapie gleby brunatne zajmują ok.15%.

Gleby brunatne charakteryzują się występowaniem dobrze rozwiniętego poziomu przemian wietrzeniowych barwy brunatnej (*cambic*), w którym produkty wietrzenia tworzą otoczki na mineralnych (zazwyczaj kwarcowych) ziarnach. Dzięki temu barwa tego poziomu jest



jednolicie brunatna i nie występują konkrecyjne przebarwienia. Gleby brunatne występujące w obszarze miasta Krakowa wytworzone są na różnych materiałach macierzystych. Największe powierzchnie tych gleb na mapach glebowo-rolniczych wyznaczano w obszarach lessowych. Inne gleby brunatne wytworzone są na podłożu glin lub pokrywach utworów piaszczystych.

**Gleby brunatne kwaśne** (*Dystric Cambisols*) najczęściej występują na utworach piaszczystych, a ich odczyn w całym profilu glebowym nie przekracza pH 5,0. Takie gleby są dość powszechne w południowej części terytorium Krakowa, np. w rejonach Prokocimia, Bieżanowa, Piasków Wielkich, Borku Fałęckiego i Tyńca.

**Gleby brunatne właściwe i wyługowane** (*Eutric Cambisols*) występują najczęściej na pokrywach lessowych w zachodniej i północnej części Krakowa, np. w Mydlnikach, w Rząsce, w Olszanicy.

**Gleby brunatne właściwe oglejone** (*Eutri-Gleyic Cambisols*) wytworzone są zazwyczaj na glinach lub iłach, gdzie stagnująca woda gruntowa wywołuje procesy redukcyjne (oglejenie).

**Gleby brunatne deluwialne** (*Cambisols: Colluvic, Fluvic*) występują lokalnie w terenach narażonych na procesy erozyjne. Gleby te występują najczęściej u podnóży stoków lub w dnach suchych dolinek. Posiadają one pogłębiony poziom próchniczny. Utwory te są dość powszechne w obszarach lessowych oraz w innych urzeźbionych terenach.

### 6.2.5. Czarnoziemy

Do gleb tego rzędu zaliczane są utwory wykazujące głęboki poziom próchniczny (ponad 30 cm) i zawierające próchnicę dobrze rozłożoną oraz wysyconą kationami wapnia i magnezu (poziom o cechach *mollic*). Zawartość próchnicy w tym poziomie z reguły przekracza 3%, a niekiedy nawet 5%. Do gleb czarnoziemnych występujących w obszarze Krakowa zalicza się **czarnoziemy** (*Chernozems*) oraz **ziemie czarne** (*Phaeozems, Mollic Gleysols*)

**Czarnoziemy** (*Chernozems*) – Pod względem zarówno rolniczym, jak i ekologicznym, gleby te należą do najlepszych w skali Ziemi. Duże powierzchnie czarnoziemów opisywane są na Ukrainie, w obszarze stepów Rosji, w Ameryce Północnej (USA) i w Ameryce Południowej (Argentyna, Urugwaj). W obszarze Polski czarnoziemy zajmują ok. 1% powierzchni, a większe ich powierzchnie występują m.in. na Płaskowyżu Proszowickim, na Płaskowyżu Głubczyckim, w okolicach Przeworska, na Grzędzie Sokalskiej.

Czarnoziemy terytorium Krakowa wytworzone są na lessach zawierających węglany. Poziom próchniczny tych gleb mierzy zazwyczaj ok. 0,5 m i zawiera ponad 3-4% próchnicy. Poniżej poziomu próchnicznego występują poziomy przejściowe ze śladami bioturbacji, które przechodzą w podłoże lessowe nie zmienione przez procesy glebotwórcze. Krakowskie czarnoziemy, podobnie jak i czarnoziemy sąsiednich innych płatów Płaskowyżu Proszowickiego, np. z rejonów Kazimierzy Wielkiej, są częściowo zerodowane (Żyła, 2008) lub zmienione przez działalność rolniczych kultur neolitycznych (Kruk i inni 1993, Skiba, Kołodziejczyk, 2004).

W obszarze Krakowa czarnoziemy zajmują znaczące powierzchnie w północnej części terytorium miasta. Część z nich została zabudowana (osiedla Nowej Huty, kombinat metalurgiczny dawnej Huty im. Lenina). Okoliczne pola np. w Branicach zostały częściowo skażone pyłami przemysłowymi z racji funkcjonujących tam hałd przemysłowych (na mapie zaznaczonych jako Technosole). Istnieją jednak rejony intensywnej produkcji ogrodniczej (Wadów, Grębałów, Cło, Wrózeniec) i te tereny, jako mało zmienione i nie zanieczyszczone, powinny pozostać w wolnej zabudowie. Mogą one stanowić tzw. ogrody Krakowa i pełnić

podobnie funkcje dla miasta, jak dawniej Łobzów, czyli stanowią zaplecze ogrodnicze dla aglomeracji krakowskiej.

Na mapie gleb wyróżniono **czarnoziemy deluwialne** (*Colluvic Chernozems*) występujące u podnóży skłónów oraz w dnach suchych dolinek. Gleby te posiadają wyraźnie pogłębiony poziom próchniczny, którego miąższość przekracza zwykle 1 m.

**Czarne ziemie** (*Mollic Gleysols*) – czarne ziemie, podobnie jak czarnoziemy, charakteryzują się miąższym poziomem próchnicznym (*mollic*). Różnią się natomiast występowaniem w profilu glebowym poziomów glejowych (plamiste przebarwienia sino rdzawe), świadczących o niedawnej podmokłości tych terenów. Gleby te występują w obrębie dawnego Łobzowa i Czarnej Wsi, która swą nazwę przyjęła od czarnych głęboko próchnicznych gleb (czarnych ziem). Należy jeszcze raz przypomnieć, że w Łobzowie przygotowywano ziemie ogrodnicze do wawelskich ogrodów warzywnych królowej Bony.

Czarne ziemie, jako mineralne utwory pobagiennne, występują w miejscach, gdzie w ramach odwodnień obniżono poziom wód gruntowych w ramach ekspansji budowlanej poza historyczne mury Krakowa. Uziarnienie tych gleb jest najczęściej piaszczysto-gliniaste lub gliniaste, a odczyn w całym profilu jest słabo kwaśny lub obojętny (pH 5,5-7,5). Podobne gleby tworzą się na współcześnie osuszanych obszarach, np. w rejonie Ruczaju (Kampus UJ) i Zakrzówka. Proces ten stanowi konsekwencję rozwoju miasta w ramach pozyskiwania terenów pod zabudowę.

### 6.2.6. Gleby hydrogeniczne

Jest to grupa gleb, których morfologia profilu oraz właściwości kształtowane są przez nadmiar wody. We wszystkich glebach hydrogenicznym poziom wody gruntowej występuje na głębokości ok. 0,5 metra lub niewiele głębiej, a w terenach wcześniej zmeliorowanych poziom wody jest znacznie obniżony i w profilu tych gleb obserwuje się tylko sino-rdzawe przebarwienia glejowe. Wśród gleb hydrogenicznym miasta Krakowa dość duże powierzchnie zajmują ważne pod względem hydrologicznym **gleby organiczne – torfowe i murszowe** (*Histosols*), **gleby murszaste** (*Histic Arenosols*) oraz **gleby glejowe** (*Eutric Gleysols*).

**Gleby torfowe i murszowe** (*Histosols*), jako gleby organiczne, na obszarze Krakowa zajmują niewielkie zwarte płaty m.in. w rejonie Nowej Huty (Dolina Wisły), w rejonie Zakrzówka, ale w ramach odwadniania tych terenów ich powierzchnie się zmieniają. Torfowy poziom organiczny mierzy jeszcze niekiedy od 0,5 do 1 m, ale masa torfowa, z racji obniżenia lustra wód gruntowych, podlega procesom decesji. Rzadko spotyka się klasyczne utwory torfowe, częściej natomiast występuje w stropowej części warstwa rozłożonego torfu w postaci murszu, a pod nim występuje czarno-brunatny torf z wyraźnymi fragmentami tkanek. Torfowiska krakowskie miały charakter torfowisk niskich lub przejściowych, a torfowiska wysokie występują tylko na niewielkich powierzchniowo enklawach (Dubiel, 2005)

**Gleby murszaste** (*Histic Arenosols*) stanowią ewolucyjne ogniwo pomiędzy glebami organicznymi a glebami mineralnymi. Powstały one z utworów organicznych, które po obniżeniu lustra wody gruntowej uległy mineralizacji w warunkach pełnej aeracji materiału piaszczystego. Poziom próchniczny w tych glebach mierzy niekiedy 0,5-1 m, ale zawiera ok. 1-3% materii organicznej występującej w postaci fragmencików niezmineralizowanej masy murszu. Murszasta substancja organiczna nie tworzy połączeń z piaszczystą częścią mineralną gleby. Utwory te w ramach postępującego osuszania przechodzą mogą w piaszczyste utwory słabo ukształtowane – arenosole.

**Gleby glejowe** (*Eutric Gleysols*) należą do podmokłych, ale mineralnych utworów glebowych. Występują one na niewielkich powierzchniach w obniżeniach terenu, gdzie woda gruntowa zalega blisko stropu pokrywy glebowej. Towarzyszą one z reguły glebom organicznym, chociaż występują również wyspowo wśród innych gleb mineralnych, np. mad, gleb brunatnych lub gleb płowych. Gleby glejowe tworzą siedliska naturalne dla roślinności hydrofilnej nie torfiejącej, np. turzyce, sitowia.

### 6.2.7. Gleby antropogeniczne

Są to utwory glebowe zmienione lub ukształtowane przez człowieka w ramach działalności osadniczej, gospodarczej i przemysłowej. W obszarach każdej aglomeracji miejskiej gleby takie zajmują duże powierzchnie. Na mapie gleb Krakowa oddzielnie wydzielono obszary pod zwartą zabudową, które w ramach budownictwa od zarania dziejów miasta podlegały silnej antropopresji. Wśród gleb antropogenicznych aktualnie nie zabudowanych, a utworzonych po wyburzeniu dawnych fortyfikacji, jak to jest na Plantach, wyróżniono **urbanoziemy** (*Urbisols*). Utwory glebowe ogrodów przyklasztornych, niektórych ogródków działkowych oraz tereny niektórych placów zieleni zaliczono do **gleb ogrodowych** (*Hortisols*). **Technosole** (*Technosols*) reprezentują natomiast utwory glebowe zniekształcone lub utworzone przez przemysł i infrastrukturę komunikacyjną. Należą do nich gleby obszarów zajętych pod kombinat metalurgiczny i inne zakłady przemysłowe, utwory hałd przemysłowych, torowisk i kolejowych stacji rozrządowych.

**Urbanoziemy** (*Urbisols*) są utworami glebowymi obszarów zabudowanych oraz terenów wolnych od zabudowy, gdzie wyburzono stare budynki lub dawne urządzenia fortyfikacyjne. Teren zazwyczaj był wyrównywany i obsadzany drzewami i krzewami oraz obsiewany trawą. Przykładem takich utworów, jak już wspomniano, są gleby Plant Krakowskich. W profilu urbanoziemów występuje powierzchniowa warstwa próchnicy wymieszana z gruzem budowlanym i z materiałem ziemistym przykrywającym gruzowisko. Skład chemiczny masy glebowej takich utworów jest zróżnicowany i zależy on od materiałów zdeponowanych i utrwalonych przez zasadzoną lub zasianą roślinność. W glebach Plant Krakowskich poziom próchniczny mierzy niekiedy nawet 0,5 m, a węglany pochodzące z zaprawy murów miejskich regulują odczyn tych utworów, który waha się w granicach pH 6,5-7,5 (Komornicki, 1986). Z racji podłoża (gruz miejski) w glebach takich występują również metale ciężkie, szczególnie ołów pochodzący m.in. z resztek szkła witrażowego lub –jak to się dzieje współcześnie – ze spalin samochodów w obrębie ruchliwych ulic wokół Plant (Komornicki, Oleksynowa, 1989).

**Gleby ogrodowe** (*Hortisole*) są utworami wzbogacanymi w materię organiczną pochodzącą z tzw. ziem ogrodniczych m.in. z kompostów. Gleby ogrodowe kształtowane są przez właścicieli pod kątem wymagań uprawianych tam krzewów i warzyw. Przykładem tego są funkcjonujące od wielu stuleci gleby ogrodów przyklasztornych (Gąsiorek, 2003) lub obszary ogródków działkowych.

**Technosole** (*Technosols*) należą do utworów glebowych zniekształconych przez działalność przemysłową i transportową. Nie posiadają one wykształconego profilu glebowego, natomiast w całym profilu, a szczególnie w jego części stropowej obserwuje się odpady przemysłowe. Technosole zajmują znaczące powierzchnie w Nowej Hucie, zarówno w bliskim sąsiedztwie Kombinatu metalurgicznego, jak i na jego obrzeżach w formie hałd przemysłowych. Duże powierzchnie technosoli występują także w obszarach węzłów kolejowych w Nowej Hucie, Prokocimiu i Płaszowie. Do technosoli zaliczono również składowiska odpadów przemysłowych, np. w Bonarce czy też składowisko Solvay'a.

## 7. SZATA ROŚLINNA (WG. EUGENIUSZ DUBIEL, JERZY SZWAGRZYK - RED., 2008)

Lokalizacja Krakowa na styku różnych jednostek morfostrukturalnych o zróżnicowanej budowie geologicznej oraz odmiennych stosunkach wodnych jest głównym czynnikiem determinującym różnorodność warunków siedliskowych i związanego z nimi znacznego zróżnicowania roślinności (plansza nr 7).

Według *Atlasu roślinności rzeczywistek Krakowa* [E. Dubiel, J. Szwagrzyk (red.), 2008] na terytorium Krakowa występują następujące zbiorowiska roślinności rzeczywistej i formacje roślinne<sup>5</sup>:

**Grąd subkontynentalny (*Tilio-Carpinetum*)** - stanowi najbardziej rozpowszechnione zbiorowisko leśne na terenie Krakowa. Zależnie od warunków edaficznych, głównie stosunków wodnych, stanowią go podzespoły: grąd niski (*Tilio-Carpinetum stachyetosum*) charakterystyczny dla obszarów wilgotnych; grąd typowy (*Tilio-Carpinetum typicum*) porastający płaskie obszary wysoczyznowe oraz grąd wysoki (*Tilio-Carpinetum caricetosum pilosae*), będący zbiorowiskiem obszarów z głębiej zalegającą wodą gruntową. Generalnie występowanie lasów grądowych nawiązuje do siedlisk żyznych, z glebami brunatnoziemnymi. Warstwę drzew tego zbiorowiska tworzą: grab zwyczajny (*Carpinus betulus*), dąb szypułkowy (*Quercus robur*) i lipa drobnolistna (*Tilia cordata*). Lokalnie licznie rosną w tym zbiorowisku także: brzoza brodawkowata (*Betula pendula*), buk zwyczajny (*Fagus sylvatica*), jawor (*Acer pseudoplatanus*), klon zwyczajny (*Acer platanoides*), dzika czereśnia, czyli trześnia (*Cerasus avium*), jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*) i osika (*Populus tremula*). Rosnące w drzewostanach lasów grądowych gatunki iglaste – jak sosna pospolita (*Pinus sylvestris*) czy modrzew europejski (*Larix decidua*) pochodzą z reguły z sadzenia, podobnie jak północnoamerykański dąb czerwony (*Quercus rubra*). Warstwa podszytu to przede wszystkim: leszczyna (*Corylus avellana*), trzmieliny: pospolita i gruczołowata (*Euonymus europaeus* i *E. verrucosus*), głogi: jednoszyjkowy i dwuszyjkowy (*Crataegus monogyna* i *C. laevigata*), a w przypadku grądów porastających wapienne wzgórza także agrest (*Ribes uva-crispa*). Bardzo bogata i różnorodna jest też flora warstwy runa, którą stanowi: gwiazdnica wielkokwiatowa (*Stellaria holostea*), turzyca orzesiona (*Carex pilosa*) czy przytulia Schultesa (*Galium schultesii*), zawilec gajowy (*Anemone nemorosa*), kokorycze: pusta i pełna (*Corydalis cava* i *C. solida*), zdrojówka rutewkowata (*Isopyrum thalictroides*) czy zawilec żółty (*Anemone ranunculoides*). W zbiorowisku grądu dość często można spotkać gatunki chronione, takie jak: wawrzynek wilczyko (*Daphne mezereum*), lilia złotogłów (*Lilium martagon*), miodownik melisowaty (*Melittis melissophyllum*), kopytnik pospolity (*Asarum europaeum*), konwalia majowa (*Convallaria maialis*) czy też wspinający się często na pnie drzew bluszcz pospolity (*Hedera helix*).

Największym skupieniem lasów grądowych na terenie Krakowa są obecnie: Las Wolski oraz Wzgórza Tynieckie. Wiele mniejszych kompleksów grądów znajduje się w południowej części Krakowa, będącej częścią Pogórza Wielickiego. Lasy grądowe występują także,

---

<sup>5</sup>Charakterystykę roślinności zaczerpnięto z *Atlasu roślinności rzeczywistej Krakowa* (red. E. Dubiel, J. Szwagrzyk, 2008), w którym autorami opisów zbiorowisk są: E. Dubiel, S. Gawroński, A. Koczur, M. Kozak, A. Nobis, M. Nobis, A. Szłaga, J. Szwagrzyk, R. Wańczyk, P. Wężyk, a inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia E. Dubiel. Wydawcą *Atlasu...* jest Urząd Miasta Krakowa, który udostępnił pracę do wykorzystania w *Opracowaniu ekofizjograficznym*. Wybór treści dokonany został przez redaktora.

choć mniej licznie, w północnej części miasta. Na obszarze miasta najbardziej rozpowszechniony jest podzespół typowego grądu subkontynentalnego, a wariant żyźniejszy (grąd niski), jak i wysoki zajmuje powierzchnie znacznie mniejsze. W wielu miejscach, jak np. w Lesie Wolskim czy na Wzgórzach Tynieckich) występuje zniekształcona postać grądu wysokiego, w której na dnie lasu dominują ekspansywne gatunki: turzyca drżączkowata (*Carex brizoides*) lub niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*), będący gatunkiem obcego pochodzenia. Ten ostatni gatunek wykazuje na terenie Polski (oraz wielu innych krajach środkowej Europy) cechy gatunku inwazyjnego, rozprzestrzeniając się szybko w zbiorowiskach leśnych i stając się lokalnie jedną z najpospolitszych roślin leśnych na żyznych siedliskach.

Z uwagi na bardzo żyzne siedliska grądów część z nich została w czasach historycznych wykarczowana i zamieniona na pola uprawne. Dlatego też ta część obecnie funkcjonujących obszarów leśnych klasyfikowanych jako grądy ma charakter wtórny, gdyż rozwinęły się one w ciągu ostatnich kilku dziesięcioleci na terenach uprzednio pozbawionych lasu, np. na północnych zboczach Sikornika.

**Leśne zbiorowiska zastępcze na siedliskach grądów** - występują na terenach, gdzie część siedlisk będących potencjalnie grądowymi, a znajdującymi się na dawnych gruntach porolnych oraz łąkach umiarkowanie wilgotnych (świeżych) została zadrzewiona. Przy prowadzeniu zalesień używano szerokiego zestawu gatunków drzew, w tym także gatunków typowych dla siedlisk ubogich, jak sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*) czy gatunków obcego pochodzenia, jak dąb czerwony (*Quercus rubra*). W efekcie powstały wtórne lasy o składzie gatunkowym niedostosowanym do lokalnych warunków środowiskowych i o roślinności runa niezwykle zubożonej, składającej się z częściowo z gatunków łąkowych, które przez jakiś czas mogą rosnąć w lesie, jak np. kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*), głowienka pospolita (*Prunella vulgaris*) czy przytulia pospolita (*Galium mollugo*) oraz częściowo z gatunków, których diaspory są przenoszone na dalekie odległości przez wiatr lub przez zwierzęta, jak: paprocie – nerecznica pospolita (*Dryopteris filix-mas*) i wietlica pospolita (*Athyrium filix-femina*), jeżyna fałdowana (*Rubus plicatus*) i malina właściwa (*R. idaeus*) oraz kuklik pospolity (*Geum urbanum*). Zbiorowisko to jest szeroko rozpowszechnione na obszarze Krakowa, ale jego największe skupiska można znaleźć w pobliżu autostrady tworzącej południowe obejście Krakowa.

**Buczyna karpacka (*Dentario glandulosae-Fagetum*)** - jest typowym zespołem leśnym piętra regla dolnego w Karpatach. Poza Karpatami występuje wyspowo na Roztoczu, w Górach Świętokrzyskich i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej. Jak się wydaje, dobrze wykształcone fragmenty tego zbiorowiska występowały niegdyś w Lesie Wolskim na północnych zboczach pasma Sowińca. Świadczyć o tym może udokumentowane okazami zielnikowymi występowanie z końcem XIX wieku w rejonie Panieńskich Skał żywca gruczołowatego (*Dentaria glandulosa*), będącego charakterystycznym gatunkiem tego zespołu. Żywiec gruczołowaty w Lesie Wolskim został jednak wytępiony. W ostatnich latach spotyka się na terenie Lasu Wolskiego kępy tej rośliny, co jest zapewne efektem prowadzonych „na dziko” prób reintrodukcji tego gatunku. Fragmenty lasów bukowych i bukowo-jaworowych nawiązujących do zespołu buczyny karpackiej zajmują niewielki obszar w rejonie Panieńskich Skał, Wolskiego Dołu i Zielonego Dołu. Z gatunków typowych dla zespołu buczyny karpackiej spotyka się tu jeszcze paprotnika kolczystego (*Polystichum aculeatum*), w runie leśnym przeważają jednak rośliny wspólne dla buczyn i lasów grądowych, jak: gajowiec żółty (*Galeobdolon luteum*), szczyr trwały (*Mercurialis perennis*) czy marzanka wonna (*Galium odoratum*).

**Kwaśna buczyna niżowa (*Luzulo pilosae-Fagetum*)** - jest zbiorowiskiem roślinnym o odmiennym zasięgu geograficznym. Występuje ona na uboższych siedliskach, w których runie pojawiają się licznie gatunki roślin przywiązane do gleb o niskim odczynie, czyli gleb kwaśnych. Z tej grupy roślin rosnących w kwaśnej buczynie trzeba na pierwszym miejscu wymienić kosmatkę owłosioną (*Luzula pilosa*), będącą charakterystycznym gatunkiem tego zespołu. Roślinność dna lasu w kwaśnej buczynie niżowej jest stosunkowo uboga, niezbyt bujnie rozwinięta i zazwyczaj złożona z niewielu gatunków, których trzon stanowią rośliny pospolite we wszystkich lasach o umiarkowanej żyzności i średnim uwilgotnieniu. Gatunki te, to między innymi szczawik zajęczy (*Oxalis acetosella*), paprocie: wietlica samia (*Athyrium filix-femina*) i nerecznica krótkoostna (*Dryopteris carthusiana*), jeżyna gruczołowata (*Rubus hirtus*) oraz konwalijka dwulistna (*Majanthemum bifolium*). Warstwę drzew tworzy głównie buk zwyczajny (*Fagus sylvatica*), a inne gatunki stanowią zwykle jedynie domieszkę. Warstwa krzewów jest słabo rozwinięta i uboga w gatunki. Największym kompleksem kwaśnych buczyn niżowych na terenie Krakowa jest wschodnia część wierzchowiny Wzgórza Sowińca w lesie Wolskim.

**Bór mieszany sosnowo-dębowy (*Quercus roboris-Pinetum*)** - występuje na niewielkich powierzchniach rozproszonych na Wzgórzach Tynieckich czy w Borku Fałęckim. Obecnie, wskutek zaniechania tradycyjnych form eksploatacji lasu, takich jak grabienie liści, zbieranie chrustu czy wypas bydła oraz w efekcie wypierania z drzewostanu sosny przez bardziej wytrzymałe na ocienienie gatunki liściaste, dochodzi z czasem do przekształcania dawnych zbiorowisk boru mieszanego sosnowo-dębowego w lasy grądowe. Drzewostan typowego boru mieszanego jest z reguły wielowarstwowy. Górną warstwę tworzy sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*) z domieszką brzozy brodawkowatej (*Betula pendula*) i osiki (*Populus tremula*), podczas gdy dąb szypułkowy (*Quercus robur*) oraz inne gatunki liściaste występują w warstwie niższej. Podszyt jest zwykle silnie rozwinięty, występują w nim, oprócz młodych egzemplarzy drzew, w tym często jarzębiny (*Sorbus aucuparia*), krzewy takie jak: kruszyna pospolita (*Frangula alnus*) i leszczyna pospolita (*Corylus avellana*). Na dnie lasu w zespole mieszanego boru sosnowo-dębowego występują: borówka czernica (*Vaccinium myrtillus*), orlica pospolita (*Pteridium aquilinum*), siódmaczek leśny (*Trientalis europaea*), pszeniec zwyczajny (*Melampyrum pratense*), konwalijka dwulistna (*Majanthemum bifolium*). Miejscami runo leśne w zespole boru mieszanego może mieć charakter trawiasty – gatunkiem dominującym na dnie lasu jest wtedy trzcinnik leśny (*Calamagrostis arundinacea*).

**Leśne zbiorowiska zastępcze na siedliskach borów mieszanych** - występują na niewielkich terenach nowo zalesionych, zajmując potencjalne siedliska borów mieszanych (np. w otoczeniu poligonu wojskowego na Pasterniku). Drzewostan w nich tworzy zwykle sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*) i brzoza brodawkowata (*Betula pendula*), czasem z domieszką osiki (*Populus tremula*) i jarzębiny (*Sorbus aucuparia*). Na dnie lasu rosną gatunki spotykane często na ubogich pastwiskach, takie jak: kostrzewa owcza (*Festuca ovina*), jastrzębiec kosmaczek (*Hieracium pilosella*) w towarzystwie gatunków leśnych o dużej zdolności dyspersji, do których należą orlica pospolita (*Pteridium aquilinum*) i jastrzębiec leśny (*Hieracium murorum*).

**Bagienny las olszowy (*Ribo nigri-Alnetum*)** - jest zbiorowiskiem leśnym wykształconym na terenach podmokłych ze stagnującą, ubogą w tlen wodą. Tworząca w tym zbiorowisku drzewostan olsza czarna (*Alnus glutinosa*) jest gatunkiem znoszącym te skrajne warunki. Inne gatunki drzew pojawiają się jedynie sporadycznie, zwykle w miejscach mniej podmokłych. Charakterystycznym zjawiskiem dla fizjonomii bagiennego lasu olszowego jest obecność wyniesionych kęp, na których wyrastają pnie olsz, zwykle po kilka sztuk, oraz rozciągających się między kępami obniżen („dolinek”) wypełnionych zwykle na wiosnę wodą, przez co kępy

mają charakter niewielkich wysp. Charakterystycznym elementem dna lasu w bagiennym lesie olszowym jest dziko tu rosnąca porzeczka czarna (*Ribes nigrum*), a z roślin zielnych – turzyca długokłosa (*Carex elongata*), gorysz błotny (*Peucedanum palustre*) czy psianka słodkogórz (*Solanum dulcamara*). Na terenie Krakowa zbiorowisko to zostało stwierdzone jedynie w paru miejscach, w górnej części doliny potoku Węgrzynowickiego oraz nad zarośniętymi starorzeczami Wisły na południe od kombinatu w Nowej Hucie, zajmując w sumie znikomą powierzchnię. Stanowi jednak cenne urozmaicenie w krajobrazie miasta oraz jest siedliskiem szeregu lokalnie rzadkich gatunków.

**Nadrzeczny łąg wierzbowo-topolowy (*Salici-Populetum*)** - tak jak inne zespoły łągów nadrzecznych, stanowi w Polsce i w Europie jedno z najrzadszych i najbardziej zagrożonych przez człowieka zbiorowisk leśnych. Na terenie Krakowa występuje jedynie łąg wierzbowy (*Salicetum albo-fragilis*), w którym drzewostan tworzą dwa gatunki wierzby – wierzba krucha (*Salix fragilis*) i wierzba biała (*S. alba*). Drzewostan charakteryzuje się małym zwarcim, bardzo dobrze rozwiniętą i zwartą jest natomiast warstwa krzewów, w której panują takie gatunki jak: wierzba wiciowa (*Salix viminalis*), w. trójpręcikowa (*S. triandra*), wiklina (*S. purpurea*) oraz czeremcha zwyczajna (*Padus avium*) i bez czarna (*Sambucus nigra*). Cechą charakterystyczną nadrzecznych łągów jest obecność pnączy, takich jak dziko rosnący chmiel zwyczajny (*Humulus lupulus*) oraz masowe występowanie jeżyny popielicy (*Rubus caesius*). Roślinność zielna pokrywa całe dno lasu i jest z reguły wielowarstwowa; w najwyższej warstwie przeważają wysokie byliny, takie jak: pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), tojeść pospolita (*Lysimachia vulgaris*) czy przytulia czepna (*Galium aparine*). Istotą lasów łągowych jest ich występowanie na terenach zalewanych przez wody powodziowe. Wybudowanie wałów nad rzekami odcięło część lasów łągowych (np. Lasek Mogilski) od zalewów i spowodowało daleko idące przemiany tych zbiorowisk. Nadrzeczne lasy łągowe występują w Krakowie przede wszystkim nad Wisłą, między wałami przeciwpowodziowymi.

Największy fragment lasu łągowego w Przegorzalach jest obiektem licznych sporów między zarządem wód naciskającym na wycinanie drzew rosnących między wałami, a przyrodnikami dążącymi do ochrony lasów łągowych, które aktualnie tylko tu mogą rosnąć. Konflikt byłby mniej ostry, gdyby powierzchnia terenu między wałami była większa. Przykładem lasu łągowego nie budzącego kontrowersji jest łąg rozwijający się w otoczonym wałami polderze zalewowym Rudawy.



**Łąg w Przegorzalach (fot. K. Walasz)**

**Łęg jesionowo-olszowy (*Fraxino-Alnetum*)** - w odróżnieniu od nadrzecznych łągów wierzbowo-topolowych rozwijających się na aluwjach rzek dużych lub średniej wielkości, towarzyszy zwykle niewielkim, niekiedy nawet okresowym ciekom. Zajmuje siedliska bardzo żyzne, o zróżnicowanej wilgotności – od wilgotnych do podmokłych. Drzewostan tworzą zwykle olsza czarna (*Alnus glutinosa*) z jesionem wyniosłym (*Fraxinus excelsior*). Na terenie Krakowa często jest to wyłącznie olsza czarna, zwłaszcza we fragmentach tego zbiorowiska, które rozwinęły się na terenach dawniej bezleśnych – głównie wilgotnych łąkach – w ciągu paru ostatnich dziesięcioleci. Wśród bardzo bujnie rozwiniętego podszycia dominuje zazwyczaj czeremcha pospolita (*Padus avium*), a towarzyszy jej licznie bez czarna (*Sambucus nigra*) i mniej licznie trzmielina zwyczajna (*Euonymus europaeus*). Bardzo silnie rozwinięta roślinność zielna składa się z wielu gatunków. Często najbardziej okazałym i najliczniejszym z nich jest pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), a obok niej rosną licznie: podagrycznik zwyczajny (*Aegopodium podagraria*), czartawa pospolita (*Circaea lutetiana*) oraz ostrożeń warzywny (*Cirsium oleraceum*). Wiosną masowo kwitną: śledziennica skrętolistna (*Chrysosplenium alternifolium*) oraz ziarnopłon wiosenny (*Ficaria verna*). Zespół łągu olszowo-jesionowego jest obecnie najbardziej rozpowszechnionym lasem łągowym na terenie Krakowa. Na ogół jednak poszczególne płaty tego zespołu są niewielkie. Łęg olszowo-jesionowy tworzy zwykle wąskie pasy wzdłuż niewielkich cieków, na przykład wzdłuż potoku Prądnik przy północnej granicy miasta.

**Łęg jesionowo-wiązowy (*Ficario-Ulmetum minoris*)** - zajmuje siedliska bardzo żyzne i wilgotne. Na ogół występuje nad mniejszymi ciekami, gdzie wpływ wód powodziowych nie jest aż tak silny jak w dolinach dużych rzek, lub też na czarnych ziemiach położonych poza dolinami rzecznyymi. Drzewostan w tym zespole tworzą wiąz. W przypadku Krakowa jest to prawie wyłącznie wiąz szypułkowy, czyli limak (*Ulmus laevis*), ponieważ pozostałe gatunki wiązów, a zwłaszcza typowy dla tego zespołu wiąz polny (*Ulmus minor*), są na tym obszarze ogromnie rzadkie. Oprócz wiązów w warstwie drzew pojawiają się też: dąb szypułkowy (*Quercus robur*), jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*) oraz klon zwyczajny (*Acer platanoides*). W podszyciu bardzo obficie rosną: czeremcha zwyczajna (*Padus avium*), dereń świdwa (*Cornus sanguinea*), bez czarna (*Sambucus nigra*) i trzmielina zwyczajna (*Euonymus europaeus*). W runie najpospolitszym gatunkiem, od nazwy którego pochodzi łacińska nazwa zespołu, jest ziarnopłon wiosenny (*Ficaria verna*), kwitnący bardzo obficie na wiosnę, ale szybko zamierający wczesnym latem. Oprócz niego licznie rosną tutaj: złoć żółta (*Gagea lutea*), zawilec żółty (*Anemone ranunculoides*) i kokorycz pełna (*Corydalis solida*). W lecie dno lasu w tym zespole jest zdominowane przez wysokie byliny, takie jak: czosnaczek pospolity (*Alliaria petiolata*), podagrycznik pospolity (*Aegopodium podagraria*), przytulia czepna (*Galium aparine*) i jaskier kosmaty (*Ranunculus lanuginosus*). Łęg jesionowo-wiązowy jest na terenie Krakowa znacznie mniej rozpowszechniony niż łąg jesionowo-olszowy. Największym płatem tego łągu jest Lasek Mogilski.

**Leśne zbiorowiska zastępcze na siedliskach łągów** - są efektem zalesiania dawnych gruntów rolnych, przede wszystkim wilgotnych łąk. Ponieważ wilgotne łąki stanowią potencjalne siedliska lasów łągowych, w krajobrazie Krakowa pojawiły się znaczne obszary nowo nasadzonych lasów, które nie są jeszcze zespołami lasów łągowych, ale stanowią dla nich zbiorowiska zastępcze. Są to w znacznej mierze lasy złożone z olszy czarnej (*Alnus glutinosa*), drzewostan jest zatem zbliżony do drzewostanu łągów olszowo-jesionowych. W zbiorowiskach zastępczych występuje także wiele gatunków krzewów, typowych dla lasów łągowych, a zwłaszcza czeremcha zwyczajna (*Padus avium*). W odróżnieniu od zespołów lasów łągowych w zbiorowiskach zastępczych roślinność dna lasu jest uboga w gatunki. Wśród roślin, które można tu spotkać, przeważają gatunki pospolite, takie jak: malina właściwa (*Rubus idaeus*), śmiełek darniowy (*Deschampsia caespitosa*), tojeść pospolita



(*Lysimachia vulgaris*) i rozestana (*L. nummularia*), jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*). Największy obszar leśnych zbiorowisk zastępczych na siedliskach łągów znajduje się na północ od autostrady pomiędzy Kostrzem a Skotnikami.

**Wikliny nadrzeczne (*Salicetum triandro-viminalis*)** - rozwijają się w dolinach większych rzek w obrębie terasy zalewowej. Mogą mieć charakter naturalny, gdy stanowią etap sukcesji roślinności drzewiastej na aluwiach rzecznych. U nas częściej mają charakter wtórny, rozwijając się w miejscu zniszczonych przez człowieka lasów łągowych. Taki właśnie wtórny charakter mają wikliny nadrzeczne występujące na terenie Krakowa. Zespół wiklin tworzy kilka gatunków krzewiastych wierzb, z których najliczniej występują w tym zbiorowisku wierzba purpurowa, czyli wiklina (*Salix purpurea*) i wierzba wiciowa (*S. viminalis*), a także wierzba trójpręcikowa (*S. triandra*). Roślinność zielna jest pod względem składu i struktury podobna do roślinności nadrzecznych lasów łągowych. Wśród zarośli wierzbowych licznie rośnie między innymi kielisznik zaroślowy (*Calystegia sepium*), jeżyna popielica (*Rubus caesius*) czy mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*). Wikliny nadrzeczne występują na terenie Krakowa głównie w dolinie Wisły, szczególnie na jej południowym brzegu w rejonie Pychowic. Zajmują niewielkie powierzchnie, tj. łączny obszar ich występowania na terenie miasta wynosi jedynie kilka hektarów.

**Łozowiska (*Salicetum pentandro-cinereae*)** - to zespoły krzewiaste rozwijające się na terenach podmokłych analogicznych do tych, które zajmują bagienne lasy olszowe. Fizjonomię tego zbiorowiska kształtują krzewiaste wierzby: szara (*Salix cinerea*), pięciopęcikowa (*S. pentandra*), oraz uszata (*S. aurita*). Z innych krzewów występuje tu także kruszyna pospolita (*Frangula alnus*). Znaczna część roślin występujących w tym zbiorowisku to gatunki spotykane także w bagiennych lasach olszowych, takie jak karbieniec pospolity (*Lycopus europaeus*) czy turzyca błotna (*Carex acutiformis*). Zbiorowisko to zajmuje na terenie Krakowa powierzchnię rzędu zaledwie kilku hektarów, występując w kilku miejscach, między innymi na terenie Górki Narodowej (na południe od torów kolejowych) czy w rejonie między Tyńcem a Kostrzem (na południe od autostrady).

**Zbiorowiska roślin wodnych** - występują w Krakowie sporadycznie, co jest efektem powszechnego osuszania terenów podmokłych i zasypywania wszelkiego rodzaju wyrobisk. Siedliska takie jak rzeki i potoki nie stwarzają dobrych warunków dla osiedlania się roślin ze względu na brak rozlewisk z powoli spływającą wodą i znaczny jeszcze stopień zanieczyszczenia. Liczne dawniej starorzecza Wisły, odcięte od rzeki wałami przeciwpowodziowymi, w naturalny sposób ulegają stopniowemu wypłycaaniu, umożliwiając rozwój roślinności bagiennnej lub są zasypywane. Również antropogeniczne zbiorniki wodne (stawy, zalane żwirownie i kamieniołomy), takie jak: Zalew Zakrzówek, Bagry, stawy w Przylasku Rusieckim, ostatnio zasypywane stawy w Bonarce i stawy koło Grodziska w Tyńcu, z reguły nie mają odpowiednich warunków dla roślin wodnych. Nieliczne rośliny wodne możemy spotkać głównie w małych stawach i resztkach starorzeczy z utrzymującym się jeszcze otwartym lustrem wody. Zbiorowiska roślin wodnych reprezentowane są w Krakowie przez trzy klasy roślinności: *Lemnetea*, *Potametea* i *Charetea*. Zbiorowiska te mają najczęściej charakter kadłubowy, ponieważ budują je pojedyncze lub nieliczne gatunki. W małych stawach, gliniankach i kałużach pojawiają się okresowo, pływające po powierzchni wody kozuchy rzęsy drobnej (*Lemna minor*) i spirodeli wielokorzeniowej (*Spirodela polyrhiza*) lub unoszące się tuż pod powierzchnią wody skupienia rzęsy trójrowkowej (*Lemna trisulca*). W nieco większych stawach i zalanych starych wyrobiskach możemy spotkać rośliny o liściach zanurzonych w wodzie, takie jak: moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis*), rogatek sztywny (*Ceratophyllum demersum*), wywłócznik kłosowy (*Myriophyllum spicatum*), rdestnica drobna (*Potamogeton pusillus*) i rdestnica kędzierzawa (*Potamogeton crispus*). Z roślin o liściach pływających po powierzchni wody napotkamy

jedynie rdestnicę pływającą (*Potamogeton natans*), żabiściek pływający (*Hydrocharis morsus-ranae*) i niezmiernie rzadko – grązel żółty (*Nuphar lutea*). W wodach Wisły pojawiają się miejscami duże skupienia rdestnicy grzebieniastej (*Potamogeton pectinatus*). W zalanej części starego kamieniołomu na Zakrzówku i w kamieniołomie Libana na Krzemionkach Podgórskich możemy zobaczyć „podwodną łąkę” złożoną z dużych glonów – ramienic.

**Zbiorowiska szuwarów właściwych (związek *Phragmition*)** - wysokie szuwary spotkać można jeszcze w wielu miejscach w Krakowie. Rozwijają się w płytkich wodach stojących o głębokości do 1 metra i w miejscach przez znaczną część roku podtopionych. Dominują w zarastających starorzeczach, nad brzegami stawów, gdzie tworzą od strony lądu pas o szerokości kilku metrów, a także w rowach melioracyjnych i innych zagłębieniach terenu. Fizjonomię szuwarów właściwych kształtuje z reguły jeden gatunek dominujący, któremu towarzyszą takie rośliny bagienne jak: żabieniec babka wodna (*Alisma plantago-aquatica*), karbieniec pospolity (*Lycopus europaeus*), tarczycza pospolita (*Scutellaria galericulata*), szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*), marek szerokolistny (*Sium latifolium*), przytulia wydłużona (*Galium elongatum*) i wysokie turzycy (*Carex* ssp.). Najbardziej rozpowszechniony jest szuwar trzcinowy (*Phragmitetum australis*), natomiast do rzadziej spotykanych należą: rosnący zawsze w wodzie szuwar oczeretowy (*Scirpetum lacustris*), szuwar pałki szerokolistnej (*Typhetum latifoliae*), szuwar pałki wąskolistnej (*Typhetum angustifoliae*), szuwar tatarakowy (*Acoetum calami*), szuwar skrzypowy (*Equisetetum fluviatilis*) i trawiasty szuwar z manną mielec (*Glycerietum maximae*). W zbiornikach astatycznych, tj. takich gdzie woda wysycha, w upalone lata można natknąć się na szuwar z dominacją kropidła wodnego i rzepichy ziemnowodnej (*Oenantho-Rorippetum*). Do bardzo rzadko spotykanych należy zbiorowisko strzałki wodnej i jeżogłówki pojedynczej (*Sagittario-Sparganietum emersi*) rozwijające się w płytkich wodach wolno płynących i stojących. Szuwary właściwe, z wyjątkiem szuwaru trzcinowego i szuwaru pałki szerokolistnej, zajmują nieznaczne, często kilkuarowe powierzchnie.

**Zbiorowiska szuwarów turzycowych (związek *Magnocaricion*)** - zaliczane do tego wyróżnienia zbiorowiska roślinne należą do dość często spotykanych w Krakowie, ale nie zajmują zbyt dużych powierzchni. Rozwijają się w sąsiedztwie szuwarów właściwych, w lokalnych obniżeniach terenu wśród łąk wilgotnych, w zarastających rowach melioracyjnych i na terasach zalewowych rzek. W większości tych zbiorowisk woda utrzymuje się na powierzchni gruntu przez znaczną część roku. Wygląd szuwarów turzycowych kształtuje zazwyczaj jeden dominujący gatunek turzycy lub innej byliny. Gatunkowi dominującemu towarzyszą z reguły pojedyncze rośliny błotne, np.: kniec błotna (*Caltha palustris*), krwawnica pospolita (*Lythrum salicaria*), tojeść pospolita (*Lysimachia vulgaris*) i niezapominajka błotna (*Myosotis palustris*). Najczęściej spotykanym zbiorowiskiem zaliczanym do związku *Magnocaricion* jest szuwar trawiasty z mozgą trzcinową (*Phalaridetum arundinaceae*), który rośnie w wielu miejscach na terasie zalewowej w pobliżu koryta Wisły, w zarastających rowach melioracyjnych i na zaawansowanych w procesie „ładowacenia” starorzeczach. Zbiorowisko to wyglądem swoim bardziej przypomina łąkę niż typowy szuwar, ze względu na brak w nim wysokich turzyc. Z typowych szuwarów turzycowych do często spotykanych należy szuwar turzycy zaostrej (*Caricetum gracilis*), pojawiający się miejscami dość licznie w obniżeniach wśród wilgotnych łąk. Znacznie rzadziej można spotkać, zazwyczaj w sąsiedztwie szuwarów właściwych, szuwar turzycy błotnej (*Caricetum acutiformis*), szuwar turzycy brzegowej (*Caricetum ripariae*), turzycy pęcherzykowatej (*Caricetum vesicariae*) i turzycy dzióbkwatej (*Caricetum rostratae*). Efektownie prezentuje się w krajobrazie wilgotnych łąk niezbyt często spotykany szuwar z

kosaćcem żółtym (*Iridetum pseudoacon*), zaliczany również do omawianego związku zbiorowisk.

**Kwaśne młaki niskoturzykowe (rzząd *Caricetalia fuscae*)** - rozwijają się w warunkach silnego zabagnienia terenu, w miejscach wysięku wód ubogich w składniki mineralne lub stagnowania wód opadowych spływających z okolicznych stoków po nieprzepuszczalnym podłożu. Na terenie miasta występują bardzo rzadko (Sidzina, Kobierzyn, Opatkowice, Lusina), zazwyczaj w formie szczątkowej, co wynika z powszechnego osuszania terenów. Większość tych zbiorowisk nawiązuje do typowych młak turzycowo-mietlicowych (*Carici-Agrostietum caninae*), dla których gatunkami charakterystycznymi są: fiołek błotny (*Viola palustris*), gwiazdnica błotna (*Stellaria palustris*), jaskier płomiennik (*Ranunculus flammula*), mietlica psia (*Agrostis canina*) oraz turzyce – t. gwiazdkowata (*Carex echinata*), t. siwa (*C. canescens*) i t. pospolita (*C. nigra*). Nieliczne, najlepiej uwodnione młaki, posiadają znacznie bogatszy i ciekawszy skład florystyczny; rosną tu obficie: bobrek trójlistkowy (*Menyanthes trifoliata*), siedmiopalecznik błotny (*Comarum palustre*), przetacznik błotny (*Veronica scutellata*) i wełnianka wąskolistna (*Eriophorum angustifolium*) oraz liczne mchy.

**Eutroficzne młaki niskoturzykowe (rzząd *Caricetalia davalliana*)** - należą do ginących na obszarze Krakowa. Niewielkie skrawki tych zbiorowisk można jeszcze spotkać w południowej części miasta w okolicach Kostrza i Opatkowic. Rozwijają się w miejscach wysięku wód zasobnych w składniki mineralne, głównie zawierających węglan wapnia. Składem florystycznym nawiązują do typowych dla Karpat, eutroficznych młak górskich *Valeriano-Caricetum flavae*. Rosną tu charakterystyczne dla tego zespołu gatunki: kozłek całolistny (*Valeriana simplicifolia*) i turzyca Davalla (*Carex davalliana*) oraz typowe dla rzędu młak eutroficznych: kruszczyk błotny (*Epipactis palustris*), dziewięciornik błotny (*Parnassia palustris*), turzyca Hosta (*Carex hostiana*) i wełnianka szerokolistna (*Eriophorum latifolium*). Wszystkie napotkane w Krakowie skrawki młak eutroficznych są silnie przesuszone, co spowodowało prawie zupełny zanik typowej dla tych zbiorowisk warstwy mszystej. Niekorzystnym zjawiskiem jest również wkraczanie do młak gatunków typowych dla łąk wilgotnych.

**Ubogie łąki zmiennowilgotne (*Juncus-Molinietum*)** - niewielkie skrawki ubogich łąk trzęślicowych występują w okolicach Wzgórz Tynieckich i koło Skotnik. Rozwijają się na glebach murszowo-glejowych i murszowatych, wytworzonych z piasków słabo gliniastych. Zasobność tych gleb jest niska, a odczyn wyraźnie kwaśny. W runie, oprócz obficie występujących gatunków charakterystycznych zbiorowiska – trzęślicy modrej (*Molinia caerulea*) i czarcikęsu łąkowego (*Succisa pratensis*) pojawiają się w dużej ilości sity – sit skupiony (*Juncus conglomeratus*) i sit rozpierzchły (*Juncus effusus*) oraz trawy o niskiej wartości paszowej, jak: tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum*) i drżączka średnia (*Brila media*). Znamienny jest również udział gatunków przechodzących ze zbiorowisk wrzosowisk i muraw bliźniczkowych, takich jak: wrzos pospolity (*Calluna vulgaris*), izgrzyca przyziemna (*Danthonia decumbens*) i bliźniczka psia trawka (*Nardus stricta*). Czasem w płatach zaznacza się wyraźny udział mchów, w tym mchu torfowca (*Sphagnum palustre*). Znaczenie gospodarcze tego typu łąk jest znikome; rzadko bywają koszone i stopniowo są opanowywane przez krzewiaste wierzby (*Salix* spp.) i kruszynę pospolitą (*Frangula alnus*).

**Trzęślicowe łąki zmiennowilgotne (*Molinietum caeruleae*)** - najładniejsze płaty tego zbiorowiska znajdują się w okolicach Kostrza, Skotnik, Sidziny, Kobierzyna i koło osiedla Kliny. Rozwijają się głównie na glebach murszowatych, murszowo-glejowych i gruntowo-glejowych o odczynie słabo kwaśnym do obojętnego. Woda utrzymuje się tu na powierzchni gruntu wczesną wiosną, natomiast latem poziom jej znacznie się obniża. Tradycyjnie użytkowane łąki trzęślicowe były koszone późnym latem, raz w roku lub rzadziej, a siano

przeznaczano na ściółkę. W związku z dużym zapotrzebowaniem na paszę łąki takie są meliorowane, zaorywane, podsiewane mieszankami cennych traw i intensywnie użytkowane. Zanikły one już zupełnie w wielu krajach Europy, a w Polsce należą do zbiorowisk rzadko spotykanych. W granicach terytorium Krakowa utrzymują się jeszcze, gdyż są sporadycznie koszone lub wypalane wczesną wiosną. Niestety, i tu zmieniają się niekorzystnie w przypadkach całkowitego braku użytkowania. Przekształcają się wtedy w ziołorośla lub trzcinowiska. Lato jest okresem, kiedy łąka trzęślicowa wygląda najpiękniej, gdyż masowo zakwitają wtedy okazałe byliny, w tym szereg rzadkich i chronionych. Gatunkami charakterystycznymi tego zbiorowiska są: mieczyk dachówkowaty (*Gladiolus imbricatus*), kosaciec syberyjski (*Iris sibirica*), goździk pyszny (*Dianthus superbus*), goryczka wąskolistna (*Gentiana pneumonanthe*), okrzyń łąkowy (*Laserpitium prutenicum*) i w słabym stopniu trzęślica modra (*Molinia caerulea*). W płatach przynajmniej sporadycznie koszonych pojawiają się także: pełnik europejski (*Troilus europaeus*), zerwa kulista (*Phyteuma orbiculare*), kruszczyk błotny (*Epipadis palustris*) i kukułka szerokolistna (*Dadylorhiza majalis*). Na powierzchniach nie koszonych od szeregu lat wyraźnie wzrasta udział niskich krzewów i krzewinek, m. in. wierzby rokity (*Salix rosmarinifolia*), wierzby szarej (*Salix cinerea*) i janowca barwierskiego (*Genista tinctoria*). Wypalanie w okresie wiosennym sprzyja masowym pojawom: przytulii północnej (*Galium boreale*), przytulii właściwej (*Galium verum*), omana wierzbolistnego (*lnula salicifolia*), chabra łąkowego (*Centaurea jacea*) i innym wysokich bylin. W miejscach wtórnie podtopionych i nie użytkowanych zanikają gatunki charakterystyczne dla zbiorowiska, a ich miejsce zajmują ziołorośla z wiązówką błotną (*Filipendula ulmaria*) lub trzcinowiska. Z rosnącymi na łąkach trzęślicowych: krwiściągami lekarskim (*Sanguisorba officinalis*), rdestem wężownikiem (*Polygonum bistorta*) i goryczką wąskolistną związane jest występowanie bardzo rzadkich gatunków motyli – modraszków i czerwończyków, których lokalne populacje należą do największych w Europie. Ze względu na wyjątkową różnorodność biologiczną łąki trzęślicowe zasługują na ochronę, a jedynym racjonalnym sposobem ich zachowania jest tworzenie rezerwatów lub użytków ekologicznych, połączone z nakładami kosztów na tradycyjne sposoby gospodarowania.

**Łąki wilgotne i zmiennowilgotne z dominacją trzciny (*Phragmites australis*)** - znajdują się aktualnie w Rowie Skotnickim, w okolicach Sidziny i na łąkach w dzielnicy Nowa Huta. Kilka lat wystarczy, aby opuszczona łąka, na której utrzymuje się wysoki poziom wody gruntowej, przekształciła się w zbiorowisko z dominacją trzciny. Trzcina pospolita jest trawą niezmiernie ekspansywną. Rozmnaża się głównie wegetatywnie, wypuszczając na wszystkie strony kłącza, których długość przekracza nawet 10 m. Rośliny łąkowe nie są w stanie z nią konkurować i w stosunkowo krótkim czasie w większości ustępują. Dłużej mogą utrzymać się tylko mające silne kłącza lub dobrze rozwinięty system korzeniowy, stąd niekiedy w łanie trzciny można spotkać zmarniałe kępy kosańca syberyjskiego (*Iris sibirica*), rdestu wężownika (*Polygonum bistorta*) i wysokich turzyc (*Carex* spp.). W końcowej fazie rozwoju trzcinowiska zamiast roślin łąkowych pojawiają się pospolite rośliny nitrofilne, takie jak: pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), przytulia czepna (*Galium aparine*) i poziewniki (*Galeopsis* spp.). Likwidacja trzcinowiska w celu regeneracji uprzednio występującej tam łąki jest niezmiernie trudna. Próby wypalania trzciny na wiosnę przynoszą duże szkody w środowisku i nie dają pożądanego efektu. Jedynie wykaszanie trzciny w okresie wegetacji, tak aby nie nagromadziła w kłączach materiałów zapasowych, znacznie ogranicza jej rozwój. Pozytywne rezultaty wykaszania trzcinowisk są już widoczne na terenie użytku ekologicznego „Łąki Nowohuckie”.

**Łąki wilgotne i zmiennowilgotne z dominacją śmiałka darniowego (*Deschampsia caespitosa*)** - występują w Krakowie wyspowo, a jego płaty należą do często spotykanych,

jednak nie zajmują dużych powierzchni. Niektóre rodzaje łąk wilgotnych, zmiennowilgotnych, a nawet świeżych, pozbawione zabiegów pratotechnicznych (koszenie, nawożenie) przekształcają się w ubogie florystycznie zbiorowisko z dominacją śmiałka darniowego. Zbiorowisko to należy do często spotykanych w Polsce i było wielokrotnie opisywane jako zespół *Deschampsietum caespitosae*. W runi tego zbiorowiska bezwzględnie dominują kępy śmiałka darniowego, trawy o niskiej wartości paszowej. Udział innych gatunków jest znikomy. Dość często pojawiają się tu siewki i podrosty krzewów, głównie głógów.

**Łąka z ostrożeniem łąkowym (*Cirsietum rivularis*)** - na obszarze miasta występuje w lokalnych zagłębieniach terenu, na mokrych glebach gruntowo-glejowych i murszowatorfowych. Dawniej pospolite w Krakowie zbiorowisko, należy dzisiaj do wyraźnie zanikających. Posiada duży walor krajobrazowy i ciekawie prezentuje się późną wiosną, gdy masowo zakwita gatunek dominujący – ostrożeń łąkowy (*Cirsium rivulare*), o rzucających się w oczy, purpurowych kwiatach zebranych w duże koszyczki. Brak systematycznego koszenia łąk z ostrożeniem powoduje przekształcenie się wilgotnych postaci tego zbiorowiska w trzcinowiska, natomiast nieco suchszych w łąki ze śmiałkiem darniowym. Jedynym gatunkiem charakterystycznym omawianej łąki jest występujący w dużej ilości ostrożeń łąkowy, któremu towarzyszą liczne rośliny miejsc wilgotnych, takie jak: knieć błotna (*Caltha palustris*), komonica błotna (*Lotus uliginosus*), niezapominajka błotna (*Myosotis palustris*), skrzyp błotny (*Equisetum palustre*), firletka poszarpana (*Lychnis flos-cucull*) i krwawnica pospolita (*Lythrum salicaria*). Z traw do dość często spotykanych należą: wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis*), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*) i kłosówka wełnista (*Holcus lanatus*). W miejscach silnie podtopionych zaznacza się udział gatunków charakterystycznych dla torfowisk mszysto-turzycowych, m. in. turzycy pospolitej (*Carex nigra*), turzycy prosoatej (*Carex panicea*) i jaskra płomiennika (*Ranunculus flammula*).

**Łąka z rdestem wężownikiem (*Angelico-Cirsietum oleracei*)** - możemy jeszcze spotkać w Krakowie w okolicach Kostrza, Skotnik, Sidziny, w dolinie potoku Kościelnickiego i na „Łąkach Nowohuckich”. Rozwijają się głównie na glebach gruntowo-glejowych o wysokim poziomie wody gruntowej. Stanowią cenny element krajobrazowy, szczególnie późną wiosną w okresie masowego kwitnienia rdestu wężownika. Niekiedy trudno jest rozstrzygnąć, czy daną łąkę zaliczyć do zbiorowiska z rdestem wężownikiem czy do zbiorowiska z ostrożeniem łąkowym, ponieważ dużo płatów wykazuje cechy pośrednie. Wiele łąk z rdestem wężownikiem pozbawionych regularnego koszenia przekształca się w trzcinowiska. W runi tego zbiorowiska, oprócz dominującego rdestu wężownika i pospolitych roślin miejsc wilgotnych, pojawiają się gatunki przechodzące z łąk trzęślicowych, np. przytulia północna (*Galium boreale*) i krwiściąg lekarski (*Sanguisorba officinalis*). W porównaniu z typową łąką z ostrożeniem łąkowym więcej jest tutaj traw i innych bylin, takich jak: groszek łąkowy (*Lathyrus pratensis*), jaskier ostry (*Ranunculus acris*), szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa*) i chaber łąkowy (*Centaurea jacea*).

**Ziołorośla z wiązówką błotną (*Filipendulo-Geraniatum*)** - rozwijają się dość często, w postaci wąskiego pasa ciągnącego się wzdłuż zarastających rowów melioracyjnych i na opuszczonych mokrych łąkach zajętych uprzednio przez zbiorowisko z ostrożeniem łąkowym lub przez najwilgotniejsze postaci łąk trzęślicowych. Można je spotkać w wielu miejscach na terenie Krakowa, zazwyczaj w postaci niewielkich płatów. Stanowią cenny element w krajobrazie łąk. Gatunkiem charakterystycznym i zarazem decydującym o fizjonomii zbiorowiska jest wiązówka błotna (*Filipendula ulmaria*), bylina dorastająca do 1,5 m wysokości. Drugim gatunkiem charakterystycznym, występującym znacznie rzadziej, jest bodziszek błotny (*Geranium palustre*). Pod osłoną wiązówki błotnej rosną nieliczne, pospolite rośliny miejsc wilgotnych. Czasem utrzymują się jeszcze pojedynczo rośliny z

istniejących tu wcześniej zbiorowisk. W ostatnich latach botanicy wyróżnili szereg zbiorowisk z wiązówką i innymi współdominującymi gatunkami, m.in.: z kozłkiem lekarskim (*Valeriana officinalis*), tojeścią zwyczajną (*Lysimachia vulgaris*) i miętą długolistną (*Mentha longifolia*).

**Zbiorowisko z sitowiem leśnym (*Scirpetum sylvatia*)** - przypominające swoim wyglądem szuwar turzycowy, rozwija się w lokalnych, trwale podtopionych zagłębieniach terenu, na glebach zabagnionych glejowych i gruntowo-glejowych. Zajmuje z reguły bardzo małe powierzchnie i nie ma istotnego znaczenia gospodarczego. Gatunkiem charakterystycznym i zarazem dominującym w zbiorowisku jest sitowie leśne (*Scirpus sylvaticus*). Udział w budowie zbiorowiska innych gatunków, szczególnie związanych z miejscami wilgotnymi, jest znikomy. W płatach z sitowiem leśnym pojawiają się czasem krzewiaste wierzby, charakterystyczne dla łożowisk.

**Nitrofilne ziołorośla nadrzeczne (rząd *Convolvuletalia sepium*)** - występują nad Wisłą, Wilgą, Dłubnią i innymi mniejszymi potokami. Rozwijają się często w kontakcie z wiklinami i resztkami łągów wierzbowych. Żyzne podłoże, jakim są namuły rzek sprawia, że rosnące tu rośliny są bardzo bujne i tworzą trudną do przebycia płataninę. Botanicy opisali cały szereg zbiorowisk zaliczanych do ziołorośli nadrzecznych. Zbiorowiska te odróżnia często tylko jeden gatunek panujący. Niewielkie płaty z dominacją pnączy oplatających krzewiaste wierzby określa się nazwą zbiorowisk „welonowych”. Do gatunków najczęściej spotykanych w ziołoroślach nadrzecznych należą: pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), kielisznik zaroślowy (*Calystegia sepium*), przytulia czepna (*Galium aparine*), mózga trzciniowata (*Phalaris arundinacea*), kaniańka pospolita (*Cuscuta europaea*), oset kędzierzawy (*Carduus crispus*), rdestówka zaroślowa (*Fallopia dumetorum*), jeżyna popielica (*Rubus caesius*) i inne. W ostatnich latach rozprzestrzenia się, szczególnie nad Wisłą, niedawno zawleczone pnącze – kolczurka kłapowana (*Echinocystis lobata*). Do nitrofilnych ziołorośli nadrzecznych zalicza się także prawie jednogatunkowe skupienia (agregacje) zawleczonych z innych kontynentów bylin, takich jak: nawłóć późna (*Solidago gigantea*), niecierpek gruczołowaty (*Impatiens glandulifera*) i rotacznica naga (*Rudbeckia laciniata*).

**Łąki świeże wilgotne (*Arrhenatheretum elatioris alopecuretosum pratensis*)** - jeszcze kilka lat temu występowały powszechnie na terasie zalewowej Wisły z dominacją trawy wyczyńca łąkowego (*Alopecurus pratensis*). Łąki te były jednak koszone nawet trzy razy w roku, dostarczając wartościowej paszy. Aktualnie, przy braku zapotrzebowania na siano, na pozbawionych użytkowania łąkach rozwijają się przy rzece nitrofilne ziołorośla, a dalej od rzeki zbiorowiska roślin ruderalnych. Niewielkie skrawki łąk z wyczyńcem można jeszcze zaobserwować w okolicach Tyńca i Skotnik. Utrzymują się one tam dzięki systematycznemu koszeniu i nawożeniu mineralnemu. W niezbyt bogatej florystycznie runi tego zbiorowiska występują gatunki charakterystyczne, zarówno dla łąk świeżych, jak i wilgotnych. Z gatunków przywiązanych do łąk świeżych często występują: mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), barszcz zwyczajny (*Heracleum sphondylium*) i krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*). Łąki wilgotne z kolei reprezentowane są przez firletkę poszarpaną (*Lychnis flos-cuculi*), dzięgiel leśny (*Angelica sylvestris*) i niezapominajkę błotną (*Myosotis palustris*). Do często spotykanych roślin w przyziemnej warstwie runi należy jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens*). Łąki z wyczyńcem zaliczane są przez część botaników do samodzielnego zespołu – *Alopecuretum pratensis*.

**Łąki świeże typowe (*Arrhenatheretum elatioris typicum*)** - należą do najcenniejszych pod względem gospodarczym. Koszone dwa lub trzy razy w roku dostarczają wartościowego siana, chętnie zjadanego przez zwierzęta. Rozwijają się na madach i glebach brunatnych o umiarkowanej wilgotności. Spotykamy je w Krakowie na terasach zalewowych rzek, na

lokalnych wyniosłościach terenu i na wałach przeciwpowodziowych. Nawet w parkach i zieleńcach trawiasty dywan nawiązuje składem florystycznym do łąk świeżych. Część łąk świeżych powstała w wyniku osuszenia łąk wilgotnych. Warunkiem niezbędnym do zachowania łąk świeżych jest systematyczne koszenie runi i nawożenie. Łąki świeże wyróżniają się wyjątkowym bogactwem florystycznym. Na powierzchni 1 ara możemy czasem zaobserwować do 50 gatunków, w tym charakterystyczne dla zespołu: rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*), przytulia pospolita (*Galium mollugo*), pępawa dwuletnia (*Crepis biennis*), bodziszek łąkowy (*Geranium pratense*) i świerzbica polna (*Knautia arvensis*). W runi zawsze obecne są wysokie trawy, takie jak: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*), kłosówka wełnista (*Holcus lanatus*) i konietlica łąkowa (*Trisetum flavescens*) oraz trawy średnie: wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*), tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum*) i drżączka średnia (*Briza media*). Wartość łąki podnosi udział roślin motylkowych, z których najczęściej spotykane to: groszek łąkowy (*Lathyrus pratensis*), wyka ptasia (*Vicia cracca*), koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense*) i komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus*). Z innych bylin dwuliściennych na uwagę zasługują: mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), marchew zwyczajna (*Daucus carota*) i złocień łąkowy (*Leucanthemum vulgare*). Na łąkach świeżych powstałych w wyniku osuszenia i nawożenia łąk wilgotnych mogą się jeszcze utrzymywać takie gatunki jak: krwiściąg lekarski (*Sanguisorba officinalis*), rdest węzownik (*Polygonum bistorta*) i olszewnik kminkolistny (*Selinum carvifolia*). Taka postać łąki znajduje się m.in. nad potokiem w Toniach. W ostatnich latach coraz mniej jest łąk świeżych systematycznie koszonych i nawożonych, stąd spotykamy powszechnie różne stadia degradacji tego zbiorowiska. Na siedliskach bardzo żyznych rozwija się masowo pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), na mniej zasobnych zaczyna się proces wkraczania wysokich bylin ruderalnych i powstawanie ziołorośli wrotyczowo-bylicowych, a na siedliskach ubogich rozwija się zbiorowisko z dominacją trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigeios*). Następnym etapem zanikania łąk świeżych jest wkraczanie krzewistych zarośli.

**Łąki świeże z elementami roślinności kserotermicznej (*Arrhenatheretum elatioris salvietosum pratensis*)** - rozwinęły się na glebach zaliczanych do rędzin. Płaty takich łąk można spotkać w Krakowie na stokach Zrębu Kostrza, Pychowic i na Krzemionkach Podgórskich. Łąki te wyróżniają się w krajobrazie obfitą ilością efektywnych bylin. Szczególnie atrakcyjne są w okresie kwitnienia szalwii łąkowej (*Salvia pratensis*). W runi łąki z elementami roślinności kserotermicznej, oprócz typowych gatunków charakterystycznych dla łąki świeżej, znaczny udział mają byliny spotykane w murawach kserotermicznych, takie jak: szalwia łąkowa (*Salvia pratensis*), chaber driakiewnik (*Centaurea scabiosa*), cieciorka pstra (*Coronilla varia*), lucerna sierpowata (*Medicago falcata*) i przelot pospolity (*Anthyllis vulneraria*). Pod względem składu florystycznego łąki te nawiązują do muraw stepowych (*Thalictro-Salvietosum pratensis*), lecz nie mogą być do nich zaliczone ze względu na brak szeregu gatunków charakterystycznych. Dawniej omawiane łąki były koszone lub wypasane, dzisiaj zaczynają się na nich pojawiać ekspansywne gatunki krzewów.

**Pastwiska na siedliskach świeżych (*Lolio-Cynosuretum*)** - pospolite dawniej w otoczeniu miasta, należą dzisiaj do rzadko spotykanych. Rozwijają się na siedliskach łąk świeżych. Czynniki decydującymi o powstaniu tego zbiorowiska są: zgryzanie runi przez zwierzęta i udeptanie gruntu. Czynniki te prowadzą do eliminacji szeregu gatunków, stąd runi pastwiska jest stosunkowo uboga. W niskiej runi dominują gatunki charakterystyczne dla zbiorowiska: życica trwała (*Lolium perenne*), grzebienica pospolita (*Cynosurus cristatus*), brodawnik jesienny (*Leontodon autumnalis*), stokrotka pospolita (*Bellis perennis*) i koniczyna biała (*Trifolium repens*). Inne rośliny łąkowe występują o wiele rzadziej. Na ekstensywnie

użytkowanych pastwiskach dochodzi często do zachwaszczenia, co objawia się pojawieniem dużej ilości ostrożeń polnego (*Cirsium arvense*) i roślin nitrofilnych: pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*), babki zwyczajnej (*Plantago major*) i szczawiu tępolistnego (*Rumex obtusifolius*). Specyficzny charakter mają tzw. pastwiska gęsie. Przenawożenie takich miejsc związkami amonowymi i azotanami powoduje, że ruń składa się niekiedy prawie wyłącznie z pięciornika gęsiego (*Potentilla anserina*).

**Agrocenozy łąkowe na gruntach porolnych** - często pod koniec ubiegłego wieku zamieniano pola na użytki zielone. Następowo to najczęściej przez wysianie na odpowiednio przygotowaną glebę mieszanki dobrych traw pastewnych. Rzadziej użytki takie powstawały w wyniku „samozadarniania” się odłogów. Wykaszenie roślin na odłogach ograniczało rozwój bylin dwuliściennych i preferowało rozkrzewianie się traw. Użytki zielone, odpowiednio pielęgnowane i nawożone, dostarczają dużych ilości paszy dla zwierząt. Aktualnie, większość tego typu agrocenoz jest zaniedbana i przekształca się stopniowo w zbiorowiska roślin ruderalnych. Pod względem florystycznym agrocenozy łąkowe należą do bardzo ubogich, bo oprócz kilku gatunków traw rosną w nich nieliczne chwasty polne. Do najczęściej wysiewanych traw należą: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*), rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*), tymotka łąkowa (*Phleum pratense*) i życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum*). Niekiedy razem z trawami wysiewano rośliny motylkowe, głównie lucernę siewną (*Medicago sativa*). Z chwastów polnych najczęściej na użytkach zielonych można spotkać: niezapominajkę polną (*Myosotis arvensis*), mięte polną (*Mentha arvensis*), fiołka polnego (*Viola arvensis*) i wykę drobnokwiatową (*Vicia hirsuta*). Na użytkach zielonych powstałych w wyniku „samozadarniania” się odłogów dominującą trawą jest mietlica pospolita (*Agrostis capillaris*).

**Cieplolubne zarośla (związek *Berberidion*)** - rozwijają się w wyniku wtórnej sukcesji na pozbawionych użytkowania murawach kserotermicznych i na ścianach opuszczonych kamieniołomów. Największe płaty tych zbiorowisk w Krakowie znajdują się na rozległym zrębie Kostrza. Najczęściej spotykanymi krzewami tworzącymi zarośla są: ligustr pospolity (*Ligustrum vulgare*), dereń świdwa (*Cornus sanguinea*), tarnina (*Prunus spinosa*), głóg jednoszyjkowy (*Crataegus monogyna*) i róża dzika (*Rosa canina*). Znacznie rzadziej spotkać można: berberys zwyczajny (*Berberis vulgaris*), szakłak pospolity (*Rhamnus cathartica*), dziką gruszę (*Pyrus communis*) i inne gatunki głogów oraz róż. Pod zwartą warstwą krzewów prawie zupełnie brak roślin zielnych. Jedynie w lukach pomiędzy kępami krzewów utrzymują się nieliczne byliny, do których należy np. ciemiężyk białokwiatowy (*Vincetoxicum hirundinaria*). Specyficzny charakter mają zarośla utrzymujące się na płytkich glebach o charakterze rędziny w rezerwach przyrody: „Skalki Przegorzalskie” i „Bielańskie Skalki”.





**Cieplolubne zarośla w Bodzowie na Górze Solnik (fot. K. Walasz)**

Rosną tu, oprócz leszczyny pospolitej (*Corylus avellana*), derenia świdwy (*Cornus sanguinea*) i tarniny (*Prunus spinosa*), niskie drzewa o powykrzywianych pniach: dęby szpułkowy i bezszpułkowy (*Quercus robur* i *Q. petraea*), sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*) i wiąz pospolity w formie korkowej (*Ulmus minor f. suberifera*). W lukach pomiędzy drzewami i krzewami często spotkać można: bodziszka czerwonego (*Geranium sanguineum*), gorysza sinego (*Peucedanum cervaria*), chabra driakiewnika (*Centaurea scabiosa*) i wiele innych bylin. Zbiorowisko to zostało opisane pod nazwą *Peucedano cervariae-Corylletum*.

**Zarośla z dominacją tarniny (związek *Pruno-Rubion fruticos*)** - wraz z często obecnymi różnymi gatunkami jeżyn, należą do powszechnie spotykanych na obrzeżach lasów, na miedzach, skarpach i różnego typu nieużytkach. W krajobrazach silnie przekształconych przez człowieka są niekiedy jedynymi zbiorowiskami umożliwiającymi utrzymanie się wielu gatunków roślin i zwierząt. W tego typu zaroślach chętnie zakładają gniazda liczne, drobne ptaki śpiewające. Bardzo często jedynym gatunkiem tworzącym zarośla jest tarnina (*Prunus spinosa*). Czasem w niewielkiej ilości pojawiają się głogi. Pod zwartym płaszczem tarniny prawie zupełnie nie ma roślin runa. Jedynie w sąsiedztwie lasów do zarośli mogą przenikać gatunki leśne, np. gwiazdnica wielkokwiatowa (*Stellaria holostea*) i wiechlina gajowa (*Poa nemoralis*). Na miedzach i skarpach, w przerwach pomiędzy kępami tarniny, obficie rosną rośliny charakterystyczne dla zbiorowisk okrajkowych, takie jak: rzepik pospolity (*Agrimonia eupatoria*), koniczyna pogięta (*Trifolium medium*), lebidka pospolita (*Origanum vulgare*) i inne. Do omawianej grupy zbiorowisk zaliczane są również zarośla z dominacją jeżyn, które tworzą najczęściej trudną do przebycia płataninę kolczastych pędów. Na miedzach i skarpach najczęściej rośnie jeżyna faldowana (*Rubus plicatus*), natomiast w zaroślach na siedliskach łągowych, pospolita jest jeżyna popielica (*Rubus caesius*).

**Murawy kserotermiczne (klasa *Festuco-Brometea*)** - stanowią w Krakowie murawy naskalne (*Festucetum pallentis*) oraz wtórne murawy kserotermiczne i murawy z kłosownicą

pierzastą (*Koelerio-Festucetum rupicola*, *Brachypodium pinnatum*). Niskie murawy kserotermiczne występują w wielu miejscach na suchych i słonecznych stokach wzgórz znajdujących się w obrębie Bramy Krakowskiej. Rozwijają się głównie na płytkich glebach zaliczanych do rędzin. Czynnikiem, który warunkował istnienie większości muraw kserotermicznych był ekstensywny, a ostatnio zupełnie zaniechany wypas bydła i kóz. Pozbawione użytkowania murawy opanowywane są stopniowo przez zarośla kserotermiczne. Zbiorowiskiem roślinnym rozwijającym się na stromych skałach wapiennych jest luźna murawa z dominacją kostrzewy bladej (*Festuca pallens*). Obok kęp kostrzewy bladej rosną tu jeszcze: czosnek skalny (*Allium montanum*), oleśnik górski (*Libanotis pyrenaica*) i rojownik pospolity (*Jovibarba sobolifera*). Jedyny płat tego zbiorowiska w Krakowie znajduje się w rezerwacie przyrody „Skałki Przegorzalskie”. Na odlesionych przed wiekami wzgórzach Bramy Krakowskiej zbiorowiskiem stosunkowo często spotykanym jest wtórna murawa kserotermiczna - *Koelerio-Festucetum rupicola*. Murawa ta wyróżnia się dużym bogactwem florystycznym. Gatunkami uważanymi za charakterystyczne dla tego zbiorowiska są dwie niskie trawy: kostrzewa bruzdkowana (*Festuca rupicola*) i strzęplica nadobna (*Koeleria macrantha*). Z innych często spotykanych roślin na uwagę zasługują: goździk kartuzek (*Dianthus carthusianorum*), pięciornik piaskowy (*Potentilla arenaria*), przetacznik kłosowy (*Veronica spicata*), pajęcznica gałęzista (*Anthericum ramosum*), tymotka Boehmera (*Phleum phleoides*) i macierzanka austriacka (*Thymus austriacus*).



**Murawy naskalne w Krzemionkach Podgórskich (fot. B. Degórska)**

Rosną tu także rośliny chronione, takie jak: dziewięciśń bezłodygowy (*Carlina acaulis*), pierwiosnek lekarski (*Primula veris*) i coraz rzadziej spotykana sasanka łąkowa (*Pulsatilla pratensis*). W lukach pomiędzy skupieniami roślin kwiatowych można spotkać porosty, mchy i bardzo rzadkie wątrobowce kserotermiczne. Innym typem murawy kserotermicznej są traworośla z dominacją kłosownicy pierzastej (*Brachypodium pinnatum*). Rozwijają się najczęściej na łagodnych zboczach wzniesień i na nasypach. W zbiorowisku tym pojawiają się tylko nieliczne rośliny kserotermiczne, skutecznie konkurujące z kłosownicą, m. in.: chaber driakiewnik (*Centaurea scabiosa*), lucerna sierpowata (*Medicago falcata*) i przytulia właściwa (*Galium verum*). Największe płaty traworośli z kłosownicą pierzastą znajdują się na Krzemionkach Podgórskich. Do zbiorowisk kserotermicznych zaliczane są również skupienia wysokich bylin spotykanych w strefie kontaktowej muraw i zarośli (*Origanum-Brachypodium pinnati*). Rosną tu: lebiodka pospolita (*Origanum vulgare*), czyścica storzyszek (*Clinopodium vulgare*), rzepik pospolity (*Agrimonia eupatoria*) i inne. Zbliżone do zbiorowisk kserotermicznych są murawy spotykane na piaskach zawierających znaczne ilości węgla wapnia. W murawach tych rosną często: lepnica wąskopłatkowa (*Silene otites*), chaber nadreński (*Centaurea stoebe*), goździk kartuzek (*Dianthus carthusianorum*), driakiew żółtawa (*Scabiosa ochroleuca*) i koniczyna polna (*Trifolium arvense*). Pojawiają się tu także pojedyncze kępy szczotliczy siwej (*Corynephorus canescens*) i macierzanki piaskowej (*Thymus serpyllum*). Małe płaty takich muraw znajdują się w obniżeniu po południowej stronie Skał Twardowskiego.

**Zbiorowiska mszaków na ocienionych skałach (rząd *Ctenidietalia*)** - występują na ocienionych skałach śródleśnych w północnej części Lasu Wolskiego, a najlepiej wykształcone płaty znajdują się w rezerwacie „Skały Panińskie”. Panują tu specyficzne warunki mikroklimatyczne, przejawiające się m.in. obniżoną temperaturą w stosunku do otoczenia i zwiększoną wilgotnością powietrza. Z mszaków najliczniej rosną tu: miechera spłaszczona (*Neckera complanata*), zwiślik (*Anomodon viticulosus*) i namurnik górski (*Homalothecium philippeanum*), a z roślin naczyniowych: paprotka zwyczajna (*Polypodium vulgare*), paprotnica krucha (*Cystopteris fragilis*), gajowiec żółty (*Galeobdolon luteum*) i bodziszek cuchnący (*Geranium robertianum*).

**Kadłubowe zbiorowiska wrzosowisk i ubogich muraw bliźniczkowych (klasa *Nardo-Callunetea*)** - spotykane są obecnie bardzo rzadko i trudno jest je zaliczyć do konkretnych zespołów, ze względu na brak w nich wielu gatunków charakterystycznych. Siedliska, na których rozwijają się ubogie postacie wymienionych grup zbiorowisk, należą do skrajnie wyjałowionych i silnie zakwaszonych. Małe płaty wrzosowisk i ubogich muraw możemy spotkać jeszcze wśród zalesionych piaszczysk po zachodniej stronie Wzgórz Tynieckich, oraz przy progu Pogórza Karpackiego w okolicach Zbydniowic i Wróblowic. Gatunkami umożliwiającymi rozpoznanie resztek omawianych zbiorowisk są: wrzos zwyczajny (*Calluna vulgaris*), bliźniczka psia trawka (*Nardus stricta*), turzyca pigułkowata (*Carex pilulifera*), izgrzyca przyziemna (*Danthonia decumbens*) i fiołek psi (*Viola canina*). Na zarastających piaszczyskach można spotkać, oprócz wrzosu, pojedyncze kępy szczotliczy siwej (*Corynephorus canescens*), macierzanki piaskowej (*Thymus serpyllum*) i bylicy polnej (*Artemisia campestris*). W zbiorowiskach tych znaczny udział mają również mchy i porosty. Na glebach piaszczystych można odszukać kilka gatunków porostów z rodzaju chrobotek (*Cladonia*).

**Inicjalne zarośla na opuszczonych polach i łąkach** - powstają poprzez wkraczanie roślinności drzewiastej na nie użytkowane grunty rolne, co prowadzi do rozprzestrzenienia na terenie miasta zbiorowisk będących inicjalnymi stadiami wtórnej sukcesji leśnej. Zbiorowiska te są ogromnie zróżnicowane, ponieważ w procesie sukcesji oprócz zróżnicowania warunków siedliskowych ogromne znaczenie odgrywają także czynniki o charakterze losowym, takie jak

dostępność źródła diaspor, sposób użytkowania ziemi w okresie bezpośrednio poprzedzającym zaniechanie użytkowania, czas w którym teren przestał być wykorzystywany rolniczo. Wspólną cechą tych zbiorowisk jest dominacja dwóch grup roślin, drzew i krzewów, pokrywających od 20 do 80% powierzchni, oraz typowych dla odłogów i zapuszczonych łąk wysokich bylin, takich jak: bylica pospolita (*Artemisia vulgaris*), różne gatunki nawłoci (*Solidago* spp.), wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare*) czy trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigeios*). Drzewa i krzewy obecne w tym środowisku to przede wszystkim tak zwane gatunki pionierskie, rozprzestrzeniające duże ilości diaspor i charakteryzujące się szybkim tempem wzrostu, takie jak: różne gatunki wierz (*Salix* spp.), osika (*Populus tremula*), brzoza brodawkowata (*Betula pendula*), olsza czarna (*Alnus glutinosa*), ale także gatunki drzewiaste obcego pochodzenia – robinia akacja (*Robinia pseudoacacia*), klon jesionolistny (*Acer negundo*) czy czeremcha amerykańska (*Padus serotina*). Ciekawym zjawiskiem jest stosunkowo częste pojawianie się w tej grupie gatunków młodych egzemplarzy orzecha włoskiego (*Juglans regia*), będące zapewne efektem przenoszenia owoców tego gatunku przez zwierzęta.

**Zbiorowiska odłogów (klasa *Artemisietea*)** - zajmują zdecydowanie największą powierzchnię na terenie miasta Krakowa. Rozwijają się one pospolicie na przydrożach, na nie użytkowanych polach i łąkach, placach, rumowiskach, terenach kolejowych, itp. Zbiorowisko *Tanaceto-Artemisietum* to jedno z najczęściej spotykanych w obrębie Krakowa, budowane głównie przez dwie duże byliny, tj. wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare*) i bylicę pospolitą (*Artemisia vulgaris*). Zbiorowisko to (zróżnicowane pod względem zajmowanej powierzchni) często rozwija się na przydrożach, placach, rumowiskach i odłogach. Spotykane jest we wszystkich dzielnicach miasta. Dość powszechne jest także zbiorowisko z nawłocią olbrzymią (*Solidago gigantea*) lub z nawłocią kanadyjską (*Solidago canadensis*). Rozwijają się ono na kilku- i kilkunastoletnich odłogowanych polach lub łąkach. W zbiorowiskach tych wyraźnie dominuje jeden z gatunków wyżej wymienionych nawłoci lub też występują one razem (w zmiennym stosunku ilościowym), tworząc trudny do przebycia gąszcz wysokich (ok. 1,5 m) bylin. Prócz nawłoci występują tu pojedynczo także inne gatunki zbiorowisk ruderalnych, jak np. wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare*), bylica pospolita (*Artemisia vulgaris*), przymiotło roczne (*Erigeron annuus*) oraz inne gatunki towarzyszące, które stanowią pozostałość po dawnym zbiorowisku łąkowym (np. ostrożeń łąkowy *Cirsium rivulare*, firletka poszarpana *Lychnis flos-cuculi*, kłosówka wełnista *Holcus lanatus*) lub polnym (np. wyka drobnokwiatowa *Vicia hirsuta*, perz właściwy *Elymus repens*, maruna bezwonna *Matricaria maritima* subsp. *Inodora*), lecz ich udział w zbiorowisku jest zawsze znikomy. Płaty zbiorowiska z dominacją nawłoci występują np. w okolicy Kobierzyna, Kościelnik czy Tyńca. Zbiorowisko z dominacją trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigeios*) rozwija się na kilkuletnich odłogach porolnych oraz na przesuszonych łąkach. Jest to bardzo charakterystyczne zbiorowisko, niemal wyłącznie jednogatunkowe. W towarzystwie trzcinnika spotykane są tylko pojedynczo, wysokie rośliny kłaczowe, które w gęstym łanie trzcinnika jeszcze (choć z trudem) się utrzymują. Należy do nich m.in. tojeść pospolita (*Lysimachia vulgaris*), wiązówka błotna (*Filipendula ulmaria*). W dolnej warstwie zbiorowiska, mocno zacienionej przez gęsty płaszcz liści trzcinnika, zupełnie brak innych gatunków towarzyszących. Zbiorowisko z *Calamagrostis epigeios* spotkać można np. w okolicach Kobierzyna, Sidziny, Bodzowa i Kościelnik. Prócz wyżej wspomnianych na terenie Krakowa jest jeszcze wiele innych, zajmujących zwykle niewielkie powierzchnie zbiorowisk roślinnych spotykanych na przydrożach, trawnikach, przy płociach i przychaciach. Należą do nich: zbiorowisko ze żmijowcem zwyczajnym i nostrykami (*Echio-Melilotetum*), zbiorowisko z serdecznikiem pospolitym i łopianem pajęczynowatym (*Leonuro-Arcietum tomentosum*), zbiorowisko z mierznicą czarną i komosami (*Balloto-Chenopodietum*). Wiele ze zbiorowisk ruderalnych, wcześniej zapewne pospolitych na terenie Krakowa – dziś już

występuje tu niezmiernie rzadko. Niewątpliwie ma to związek ze sposobem zagospodarowania ulic, przydroży, terenów przydomowych, itp. Z drugiej zaś strony, coraz więcej zbiorowisk polnych i łąkowych, na skutek braku użytkowania przekształca się w zbiorowiska ruderalne, a te w dalszych etapach sukcesji w zarośla (budowane głównie przez głąg jednoszyjkowy (*Crataegus monogyna*), jak to ma miejsce w okolicach osiedla Kliny i Kobierzyn.

**Ruderalne zbiorowiska miejsc suchych (rząd *Sisymbrietalia*)** - budowane są głównie przez rośliny jednoroczne i dwuletnie. Rozwijają się najczęściej na przydrożach, gruzowiskach, nasypach, placach budowy, terenach kolejowych, itp. Stanowią one pierwsze stadium zasiedlania terenów ruderalnych, przechodząc w dalszych etapach sukcesji w zbiorowiska należące do klasy *Artemisietea*. Jednym z częściej występujących na terenie miasta Krakowa jest zbiorowisko *Hordeetum murini*, odznaczające się masowym występowaniem jęczmienia płonnego (*Hordeum murinum*). Zbiorowisko to wykształca się zwykle w postaci wąskich kilku- do kilkunastometrowych pasów na poboczach ulic, pod murami budynków, na trawnikach, w pobliżu nowo powstałych osiedli mieszkaniowych i na terenach kolejowych. Nierzadko spotykane są także zbiorowiska *Sisymbrietum spohie* i *Sisymbrietum loeselii*. Są to ruderalne, ciepłolubne zbiorowiska złożone głównie z roślin jednorocznych, rozwijające się najczęściej na przydrożach i terenach kolejowych. Dawniej zbiorowiska te łączone były razem, natomiast obecnie traktowane są jako dwa oddzielne zespoły. W pierwszym z nich dominuje stulicha psia (*Descurainia sophia*) z udziałem stulisza lekarskiego (*Sisymbrium officinale*) i łobody błyszczącej (*Atriplex nitens*). W drugim zaznacza się zdecydowany udział stulisza Loesela (*Sisymbrium loeselii*) i stulisza pannońskiego (*S. altissimum*). Wspomnieć należy również o dość często spotykanym (zwłaszcza obecnie, w dobie licznie prowadzonych inwestycji budowlanych) zbiorowisku *Senecioni-Tussilagetum* charakteryzującym się wyraźną dominacją podbiału pospolitego (*Tussilago farfara*). Zbiorowisko to rozwija się na naruszonej nawierzchni gleby, głównie na terenach budowlanych, na zboczach gliniastych nasypów i wykopów. W sąsiedztwie ogrodzeń i zabudowań gospodarczych spotykane jest niekiedy zbiorowisko pokrzywy żegawki i ślazu zaniedbanego (*Urtico-Malvetum neglectae*). Jest to wybitnie nitrofilne zbiorowisko, występujące głównie na terenie osiedli wiejskich (na obrzeżach Krakowa).

**Zbiorowiska miejsc wydeptywanych (rząd *Plantaginietalia majoris*)** - określane często jako zbiorowiska „dywanowe” są głównie pochodzenia antropogenicznego. Czynnikiem decydującym o ich istnieniu jest intensywne wydeptywanie przez ludzi lub zwierzęta. Zbiorowiska te rozwijają się na ścieżkach, wzdłuż poboczy dróg asfaltowych, na polnych drogach, boiskach sportowych, terenach zabaw, podwórkach, trawnikach. Zarówno skład mechaniczny, jak i pochodzenie gleb, na których zbiorowiska te występują, mogą być różne. Są to jednak zawsze gleby zbite, umiarkowanie zasobne w związki azotowe i umiarkowanie wilgotne. Zbiorowiska te mają postać muraw. Są one ubogie pod względem florystycznym. W ich skład wchodzi niskie rośliny, zwykle przylegające do ziemi, a czasem nawet płożące się, które mimo wynikających z deptania uszkodzeń mechanicznych, są w stanie kwitnąć i owocować. Zbiorowiska te budują głównie: wiechlina roczna (*Poa annua*), babka zwyczajna (*Plantago major*), rdest ptasi (*Polygonum aviculare*), życica trwała (*Lolium perenne*), rumianek bezpromieniowy (*Chamomilla suaveolens*), koniczyna biała (*Trifolium repens*) oraz sit chudy (*Juncus tenuis*). W płatach zbiorowiska rozwijających się wzdłuż dróg asfaltowych, posypywanych podczas zimy solą, występuje często gatunek halofilny – mannica odstająca (*Puccinellia distans*). Zbiorowiska dywanowe są na obszarze Krakowa jednymi z najbardziej rozpowszechnionych zbiorowisk roślinnych. Często są one wykształcone w postaci wąskich (kilkudziesięciocentymetrowych) pasów przebiegających przez inne zbiorowiska lub wzdłuż ich obrzeży.

Szata roślinna Krakowa charakteryzuje się występowaniem wielu roślin chronionych, należących do gatunków rzadkich lub zagrożonych wyginięciem, których inwentaryzację przedstawiono w rozdziale 9.2.

Szlaga wskazuje, że elementem szaty roślinnej miasta, nabierającym coraz większego znaczenia, są rośliny obcego pochodzenia, tj. występujące poza swoim naturalnym zasięgiem, a zwłaszcza gatunki inwazyjne, które rozprzestrzeniają się spontanicznie, wkraczając głównie na przekształcone przez człowieka siedliska charakterystyczne dla warunków miejskich, tworząc zwykle zwarte fitocenozy, w których dominują, wypierając rodzime elementy flory (Dubiel E., Szwagrzyk J., red. - 2008). Szerszy ich opis zamieszczono w rozdziale 7.

## **8. FAUNA (KAZIMIERZ WALASZ)**

### **8.1. CHARAKTERYSTYKA FAUNY KRAKOWA**

Fauna Krakowa jest bardzo zróżnicowana i bogata, co jest związane z położeniem na styku trzech dużych jednostek fizjograficznych – Wyżyny Małopolskiej, Podkarpacia i Karpat. Obecność doliny Wisły – jednego z najważniejszych korytarzy ekologicznych w Europie, przechodzącej równoleżnikowo przez środek miasta przyczynia się dodatkowo do wzbogacenia fauny miasta.

W niniejszym opracowaniu uwzględniono przede wszystkim te grupy systematyczne, które są wskaźnikowe dla określenia walorów przyrodniczych danego terenu. Rozpatrywanie wszystkich grup systematycznych było niemożliwe, dlatego też przy wyborze kierowano się reprezentatywnością dla danych siedlisk, a także ich unikalnością i stopniem zagrożenia. Z uwagi na stan rozpoznania fauny w Krakowie, skoncentrowano się głównie na kręgowcach i wybranych grupach bezkręgowców. Starano się uwzględnić wszystkie gatunki podlegające ochronie prawnej w naszym kraju oraz wymienione w dyrektywach Unii Europejskiej.

W rozdziale 9.4 przedstawiono najcenniejsze gatunki fauny występujące w obrębie zidentyfikowanych na terenie Krakowa najcenniejszych siedlisk (plansza 9).

#### **8.1.1. Kręgowce**

Pośród kręgowców niewątpliwie najlepiej rozpoznana jest fauna ptaków. Znacznie mniej wiemy o występowaniu ssaków i ryb. Wśród zidentyfikowanych na terenie Krakowa kręgowców najwięcej gatunków ważnych z punktu widzenia ochrony należy do ptaków i płazów.

#### **Ryby**

W Krakowie stwierdzono 37 gatunków ryb. Pięć gatunków to gatunki obce. Dwa gatunki są chronione prawem polskim, a 5 uznano za ważne w skali Europy i wymieniono w II Załączniku Dyrektywy Siedliskowej Unii Europejskiej. Do pierwszej grupy należy różanka *Rhodeus sericeus* i śliz *Barbatula barbatula*. Do drugiej grupy należy także wymieniona wcześniej różanka, boleń *Aspis aspius*, brzanka *Barbus meridionalis* i piskorz *Misgurnus fossilis*, wymieniony także na Czerwone liście gatunków ginących i zagrożonych w Polsce (Głowaciński 2002) oraz w załączniku II Dyrektywy UE.

## Herpetofauna

Wszystkie gatunki płazów i gadów w Polsce podlegają ścisłej ochronie gatunkowej. W Krakowie odnotowano dotychczas 12 gatunków płazów oraz 5 gatunków gadów.

**Płazy** - fauna płazów jest tu bogata i praktycznie obejmuje wszystkie możliwe do stwierdzenia gatunki na tym obszarze. Szczególnie cenna jest rzadka grzebiuszka ziemna i wymienione w II Załącznik Dyrektywy Siedliskowej Unii Europejskiej – kumak nizinny i traszka grzebieniasta.

**Tabela 8. Płazy**

1.	traszka zwyczajna	<i>Triturus vulgaris</i>	
2.	traszka grzebieniasta	<i>Triturus cristatus</i>	DS
3.	żaba trawna	<i>Rana temporaria</i>	
4.	żaba moczarowa	<i>Rana arvalis</i>	
5.	żaba wodna	<i>Rana esculenta</i>	
6.	żaba śmieszka	<i>Rana ridibunda</i>	
7.	żaba jeziorkowa	<i>Rana lessona</i>	
8.	ropucha szara	<i>Bufo bufo</i>	
9.	ropucha zielona	<i>Bufo viridis</i>	
10.	kumak nizinny	<i>Bombina bombina</i>	DS
11.	rzekotka drzewna	<i>Hyla arborea</i>	
12.	grzebiuszka ziemna	<i>Pelobates fuscus</i>	

**oznaczenia:** DS – wymieniony w II Załączniku Dyrektywy Siedliskowej Unii Europejskiej

**Gady** - liczba gatunków gadów jest znacznie mniejsza, za to w kilku miejscach stwierdzono rzadkiego już węża gniewosza płamistego.

**Tabela 9. Gady**

1.	jaszczurka zwinka	<i>Lacerta agilis</i>	
2.	jaszczurka żyworodna	<i>Zootoca vivipara</i>	
3.	zaskroniec zwyczajny	<i>Natrix natrix</i>	
4.	gniewosz płamisty	<i>Coronella austriaca</i>	CL
5.	żmija zżakowana	<i>Vipera berus</i>	

**oznaczenia:** CL – wymieniony na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce

Stwierdza się szybki zanik wielu gatunków, co jest spowodowane niezgodnym z prawem zasypywaniem niewielkich stawów, tj. miejsc rozrodu tych chronionych gatunków. Konieczne jest też zapewnienie bezpiecznych przejść przez drogi i ulice do miejsc rozrodu (głównie niewielkich stawów). W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego powinno wyznaczyć się te miejsca, a także zaplanować budowę zabezpieczeń i przepustów.

## Ptaki

W Krakowie stwierdzono łącznie 226 gatunków ptaków. Wszystkie gatunki podlegają ochronie prawnej. W tej liczbie jest 117 gatunków lęgowych i 15 prawdopodobnie lęgowych. Jest to liczba bardzo duża jak na tereny miejskie. Liczba ta mogłaby powiększyć się o szereg gatunków wodnych, które jednak ze względu na brak bezpiecznych terenów lęgowych, jakimi mogłyby być odizolowane od drapieżników i człowieka odcinki brzegów rzek, zbiorników lub sztuczne wyspy.

Na terenie Krakowa gnieździ się aż 17 gatunków chronionych wymienionych w I Załączniku Dyrektywy Ptasiej Unii Europejskiej. Są to zarówno gatunki terenów leśnych, jak muchołówki i dzięcioły, terenów wodnych – rybitwa rzeczna i zimorodek oraz terenów łąkowo-polnych – błotniak stawowy, derkacz, jarzębatka, gąsiorek i ortolan, a także bocian biały, którego nie uratujemy w Krakowie, jeśli nie zachowamy podmokłych łąki i pól na wystarczającej powierzchni wokół ich gniazd. Kraków z liczbą 17 gniazd bociana znajduje się pod tym względem na pierwszym miejscu spośród dużych miast w Polsce.

Oprócz bociana białego w Krakowie występują jeszcze dwa gatunki terenów otwartych szczególnie zagrożone w Europie. Jest to gąsiorek charakterystyczny dla łąk i pól z niewielkimi zakrzaczeniami, zasiedlający jeszcze wiele miejsc w Krakowie oraz rzadszy od niego derkacz, wymagający rzadko koszonych łąk, na ogół podmokłych.

Z bardzo rzadkich gatunków Kraków może się poszczycić 7 stanowiskami rzadkiej czapli bączka występującej na terenach zbiorników wodnych.

**Tabela 10. Wykaz gatunków ptaków chronionych wymienionych w I Załączniku Dyrektywy Ptasiej Unii Europejskiej lęgowych na terenie Krakowa**

1. bączek	<i>Ixobrychus minutus</i>
2. bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>
3. błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>
4. jarząbek	<i>Bonasa bonasia</i>
5. derkacz	<i>Crex crex</i>
6. rybitwa rzeczna	<i>Sterna hirundo</i>
7. zimorodek	<i>Alcedo atthis</i>
8. dzięcioł zielonosiwy	<i>Picus canus</i>
9. dzięcioł czarny	<i>Dryocopus martius</i>
10. dzięcioł białoszyi	<i>Dendrocopos syriacus</i>
11. dzięcioł średni	<i>Dendrocopos medius</i>
12. podróżniczek	<i>Luscinia svecica</i>
13. jarzębatka	<i>Sylvia nisoria</i>
14. muchołówka mała	<i>Ficedula parva</i>
15. muchołówka białoszyja	<i>Ficedula albicollis</i>
16. gąsiorek	<i>Lanius collurio</i>
17. ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>



**Tabela 11. Wykaz wszystkich gatunków lęgowych i prawdopodobnie lęgowych w Krakowie**

1.	jarząbek	<i>Bonasa bonasia</i>	pL	ł	CL
2.	łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>	L	ch	
3.	trzmiełojad	<i>Pernis apivorus</i>	pL	ch	
4.	krakwa	<i>Anas strepeta</i>	L	ch	
5.	kobuz	<i>Falco subbuteo</i>	pL	ch	
6.	krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>	L	ł	
7.	wodnik	<i>Rallus aquaticus</i>	pL	ch	
8.	głowienka	<i>Aythya ferina</i>	L	ch	
9.	kropiatka	<i>Porzana porzana</i>	pL	ch	
10.	czernica	<i>Aythya fuligula</i>	L	ch	
11.	zielonka	<i>Porzana parva</i>	pL	ch	
12.	kuropatwa	<i>Perdix perdix</i>	L	ł	
13.	kszyk	<i>Gallinago gallinago</i>	pL	ch	
14.	przepiórka	<i>Coturnix coturnix</i>	L	ch	CL
15.	bażant	<i>Phasianus colchicus</i>	L	ł	
16.	krwawodziób	<i>Tringa tetanus</i>	pL	ch	
17.	brodziec piskliwy	<i>Actitis hypoleucos</i>	pL	ch	
18.	perkozek	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	L	ch	
19.	śmieszka	<i>Larus ridibundus</i>	pL	ch	
20.	perkoz dwuczuby	<i>Podiceps cristatus</i>	L	ch	
21.	turkawka	<i>Streptopelia turtur</i>	pL	ch	CL
22.	bączek	<i>Ixobrychus minutus</i>	L	ch	CL
23.	pójdźka	<i>Athene noctua</i>	pL	ch	
24.	bocian biały	<i>Ciconia alba</i>	L	ch	
25.	krętogłów	<i>Jynx torquilla</i>	pL	ch	
26.	błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>	L	ch	
27.	dzierlatka	<i>Galerida cristata</i>	pL	ch	
28.	jastrząb	<i>Accipiter gentili</i>	L	ch	
29.	pluszcz	<i>Cinclus cinclus</i>	pL	ch	
30.	krogulec	<i>Accipiter nisus</i>	L	ch	
31.	myszolów	<i>Buteo buteo</i>	L	ch	
32.	pustułka	<i>Falco tinnunculus</i>	L	ch	
33.	derkacz	<i>Crex crex</i>	L	ch	
34.	kokoszka	<i>Gallinula chloropus</i>	L	ch	
35.	łyśka	<i>Fulica atra</i>	L	ł	
36.	sieweczka rzeczna	<i>Charadrius dubius</i>	L	ch	
37.	czajka	<i>Vanellus vanellus</i>	L	ch	
38.	mewa pospolita	<i>Larus canus</i>	L	ch	
39.	rybitwa rzeczna	<i>Sterna hirundo</i>	L	ch	
40.	gołąb miejski	<i>Columba livia forma urbana</i>	L	ch	
41.	siniak	<i>Columba oenas</i>	L	ch	
42.	grzywacz	<i>Columba palumbus</i>	L	ł	
43.	sierpówka	<i>Streptopelia decaocto</i>	L	ch	
44.	kukułka	<i>Cuculus canorus</i>	L	ch	
45.	puszczyk	<i>Strix aluco</i>	L	ch	

46.	uszatka	<i>Asio otus</i>	L	ch	
47.	jerzyk	<i>Apus apus</i>	L	ch	
48.	zimorodek	<i>Alcedo atthis</i>	L	ch	
49.	dzięcioł zielonosiwy	<i>Picus canus</i>	L	ch	
50.	dzięcioł zielony	<i>Picus viridis</i>	L	ch	
51.	dzięcioł czarny	<i>Dryocopus martius</i>	L	ch	
52.	dzięcioł duży	<i>Dendrocopos major</i>	L	ch	
53.	dzięcioł białoszyi	<i>Dendrocopos syriacus</i>	L	ch	
54.	dzięcioł średni	<i>Dendrocopos medius</i>	L	ch	
55.	dzięciołek	<i>Dendrocopos minor</i>	L	ch	
56.	skowronek	<i>Alauda arvensis</i>	L	ch	
57.	brzegówka	<i>Riparia riparia</i>	L	ch	
58.	dymówka	<i>Hirundo rustica</i>	L	ch	
59.	oknówka	<i>Delichon urbicum</i>	L	ch	
60.	świergotek drzewny	<i>Anthus trivialis</i>	L	ch	
61.	świergotek łąkowy	<i>Anthus pratensis</i>	L	ch	
62.	pliszka żółta	<i>Motacilla flava</i>	L	ch	
63.	pliszka górską	<i>Motacilla cinerea</i>	L	ch	
64.	pliszka siwa	<i>Motacilla alba</i>	L	ch	
65.	strzyżyk	<i>Troglodytes troglodytes</i>	L	ch	
66.	pokrzywnica	<i>Prunella modularis</i>	L	ch	
67.	rudzik	<i>Erithacus rubecula</i>	L	ch	
68.	słowik szary	<i>Luscinia luscinia</i>	L	ch	
69.	słowik rdzawy	<i>Luscinia megarhynchos</i>	L	ch	
70.	podróżniczek	<i>Luscinia svecica</i>	L	ch	CL
71.	kopciuszek	<i>Phoenicurus ochruros</i>	L	ch	
72.	pleszka	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	L	ch	
73.	pokląskwa	<i>Saxicola rubetra</i>	L	ch	
74.	kląskawka	<i>Saxicola rubicola</i>	L	ch	
75.	białorzytka	<i>Oenanthe oenanthe</i>	L	ch	
76.	kos	<i>Turdus merula</i>	L	ch	
77.	kwiczoł	<i>Turdus pilaris</i>	L	ch	
78.	śpiewak	<i>Turdus philomelos</i>	L	ch	
79.	świerszczak	<i>Locustella naevia</i>	L	ch	
80.	strumieniówka	<i>Locustella fluviatilis</i>	L	ch	
81.	brzęczka	<i>Locustella luscinioides</i>	L	ch	
82.	rokitniczka	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	L	ch	
83.	łozówka	<i>Acrocephalus palustris</i>	L	ch	
84.	trzcinniczek	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	L	ch	
85.	trzciniak	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	L	ch	
86.	zaganiacz	<i>Hippolais icterina</i>	L	ch	
87.	jarzębatka	<i>Sylvia nisoria</i>	L	ch	
88.	piegża	<i>Sylvia curruca</i>	L	ch	
89.	cierniówka	<i>Sylvia communis</i>	L	ch	
90.	gajówka	<i>Sylvia borin</i>	L	ch	
91.	kapturka	<i>Sylvia atricapilla</i>	L	ch	
92.	świstunka leśna	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	L	ch	

93.	pierwiosnek	<i>Phylloscopus collybita</i>	L	ch	
94.	piecuszek	<i>Phylloscopus trochilus</i>	L	ch	
95.	mysikrólik	<i>Regulus regulus</i>	L	ch	
96.	muchołówka szara	<i>Muscicapa strata</i>	L	ch	
97.	muchołówka mała	<i>Ficedula parva</i>	L	ch	
98.	muchołówka białoszyja	<i>Ficedula albicollis</i>	L	ch	
99.	muchołówka żałobna	<i>Ficedula hypoleuca</i>	L	ch	
100.	raniuszek	<i>Aegithalos caudatus</i>	L	ch	
101.	sikora uboga	<i>Poecile palustris</i>	L	ch	
102.	czarnogłówka	<i>Poecile montanus</i>	L	ch	
103.	sosnowka	<i>Periparus ater</i>	L	ch	
104.	bogatka	<i>Parus major</i>	L	ch	
105.	modraszka	<i>Cyanistes caeruleus</i>	L	ch	
106.	kowalik	<i>Sitta europaea</i>	L	ch	
107.	pełzacz leśny	<i>Certhia familiaris</i>	L	ch	
108.	pełzacz ogrodowy	<i>Certhia brachydactyla</i>	L	ch	
109.	remiz	<i>Remiz pendulinus</i>	L	ch	
110.	wilga	<i>Oriolus oriolus</i>	L	ch	
111.	gąsiorek	<i>Lanius collurio</i>	L	ch	
112.	srokosz	<i>Lanius excubitor</i>	L	ch	
113.	sójka	<i>Garrulus glandarius</i>	L	ch	
114.	sroka	<i>Pica pica</i>	L	oc	
115.	kawka	<i>Corvus monedula</i>	L	ch	
116.	gawron	<i>Corvus frugilegus</i>	L	oc	
117.	wrona siwa	<i>Corvus cornix</i>	L	oc	
118.	kruk	<i>Corvus corax</i>	L	oc	
119.	szpak	<i>Sturnus vulgaris</i>	L	ch	
120.	wróbel	<i>Passer domesticus</i>	L	ch	
121.	mazurek	<i>Passer montanus</i>	L	ch	
122.	zięba	<i>Fringilla coelebs</i>	L	ch	
123.	kulczyk	<i>Serinus serinus</i>	L	ch	
124.	dzwoniec	<i>Carduelis chloris</i>	L	ch	
125.	szczygieł	<i>Carduelis carduelis</i>	L	ch	
126.	makolągwa	<i>Carduelis cannabina</i>	L	ch	
127.	dziwonia	<i>Carpodacus erythrinus</i>	L	ch	
128.	grubodziób	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	L	ch	
129.	trznadel	<i>Emberiza citrinella</i>	L	ch	
130.	ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>	L	ch	
131.	potrzos	<i>Emberiza schoeniclus</i>	L	ch	
132.	potrzyszcz	<i>Emberiza calandra</i>	L	ch	

**oznaczenia:** L – lęgowy, pL – prawdopodobnie lęgowy, ch – chroniony, oc – ochrona częściowa, ł – łowny, CL – wymieniony na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce

## Ssaki

W Krakowie stwierdzono 42 gatunki ssaków. Z tej liczby 25 znajduje się pod całkowitą ochroną prawną, 6 gatunków podlega częściowej ochronie, 11 gatunków należy do grupy gatunków łownych.

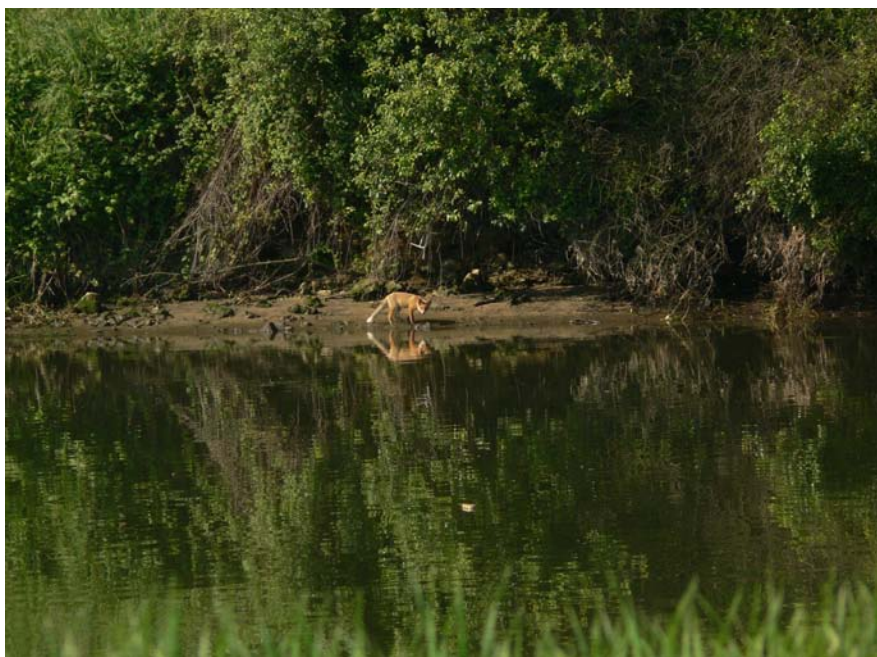
Pośród ssaków większych pospolicie występuje w Krakowie sarna, zasiedlająca otwarte tereny łąkowo-polne, a także znacznie rzadszy zając szarak. Coraz częstszy staje się dzik. Na szczególną uwagę zasługuje chroniony bóbr regularnie występujący nad Wisłą, Białuchą, Wilgą i Dłubnią. Bóbr wchodzi także do mniejszych potoków na terenie Krakowa. W wielu miejscach odnotowuje się wydrę.

Występowanie nietoperzy nie jest dokładnie rozpoznane w Krakowie, ale na podstawie badań na terenach otaczających można spodziewać się 22 gatunków na 24 gatunki stwierdzone w Polsce, mimo że dotychczas zidentyfikowano 15 gatunków nietoperzy.

**Tabela 12. Wykaz ssaków chronionych i łownych stwierdzonych w Krakowie (bez nietoperzy)**

1.	jeź wschodni	<i>Erinaceus concolor</i>	ch		
2.	kret	<i>Talpa europaea</i>	oc		
3.	ryjówka aksamitna	<i>Sorex araneus</i>	ch		
4.	ryjówka malutka	<i>Sorex minutus</i>	ch		
5.	zębielek białawy	<i>Crocidura leucodon</i>	ch		
6.	zębielek karliczek	<i>Crocidura suaveolens</i>	ch		
7.	zając szarak	<i>Lepus europaeus</i>	ł		
8.	wiewiórka pospolita	<i>Sciurus vulgaris</i>	ch		
9.	bóbr europejski	<i>Castor fiber</i>	oc		DS.
10.	mysz zielna	<i>Apodemus uralensis</i>	oc		
11.	mysz zaroślowa	<i>Apodemus sylvaticus</i>	oc		
12.	orzyszka	<i>Muscardianus avellanarius</i>	ch		
13.	popielica	<i>Glis glis</i>	ch	CL	
14.	badyłarka	<i>Micromys minutus</i>	oc		
15.	piżmak	<i>Ondatra zibethica</i>	ł		
16.	lis	<i>Vulpes vulpes</i>	ł		
17.	wydra	<i>Lutra lutra</i>	oc		DS
18.	borsuk	<i>Meles meles</i>	ł		
19.	kuna domowa	<i>Martes foina</i>	ł		
20.	norka amerykańska	<i>Mustela visio</i>	ł		
21.	tchórz	<i>Mustela putorius</i>	ł		
22.	gronostaj	<i>Mustela erminea</i>	ch		
23.	łasica łąska	<i>Mustela nivalis</i>	ch		
24.	dzik	<i>Sus strofa</i>	ł		
25.	łoś	<i>Alces alces</i>	ł		
26.	sarna europejska	<i>Capreolus capreolus</i>	ł		
27.	jeleń szlachetny	<i>Cervus elaphus</i>	ł		

**oznaczenia:** ch – chroniony, CL – wymieniony na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce, DS – wymieniony w II Załącznik Dyrektywy Siedliskowej Unii Europejskiej, oc – ochrona częściowa, ł – łowny



Lis w dolinie Wisły w Przewozie (fot. K. Walasz)

Tabela 13. Nietoperze

1	podkowiec mały	<i>Rinolophus hipposideros</i>	ch	DS	PKC	CL
2	nocek duży	<i>Myotis myotis</i>	ch	DS		
3	nocek Natterera	<i>Myotis nattereri</i>	ch			
4	nocek orzęsiony	<i>Myotis emarginatus</i>	ch	DS	PKC	CL
5	nocek wąsatek	<i>Myotis mystacinus</i>	ch			
6	nocek Brandta	<i>Miotis brandti</i>	ch			
7	nocek rudy	<i>Myotis daubentoni</i>	ch			
8	mroczek późny	<i>Eptesicus serotinus</i>	ch			
9	karlik większy	<i>Pipistrellus nathusii</i>	ch			
10	borowiec olbrzymi	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	ch			
11	borowiec wielki	<i>Nyctalus noctula</i>	ch			
12	borowiaczek	<i>Nyctalus leisleri</i>	ch		PKC	CL
13	gacek brunatny	<i>Plecotus auritus</i>	ch			
14	gacek szary	<i>Plecotus austriacus</i>	ch			
15	mopek	<i>Barbastella barbastellus</i>	ch	DS	PKC	CL

**oznaczenia:** **ch** – chroniony, **DS** – wymieniony w II Załącznik Dyrektywy Siedliskowej Unii Europejskiej,

**PKC** – wymieniony w Polskiej Czerwonej Księdze, **CL** – wymieniony na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce.



Sarny na łące w Kostrzu (fot. K. Walasz)

### 8.1.2. Bezkręgowce

W grupie bezkręgowców najlepiej rozpoznane są motyle dzienne, a dotychczasowe badania wskazują na bardzo duże bogactwo gatunkowe motyli na terenach łąkowych Krakowa. Pozostałe grupy bezkręgowców były badane sporadycznie, w niezadowalającym zakresie. Tutaj najwięcej cennych gatunków należy się spodziewać w grupie chrząszczy.

#### Ważki

W Krakowie stwierdzono dotychczas 54 gatunki ważek. Stanowi to 75% fauny krajowej. Z tej liczby cztery gatunki są wyjątkowo cenne. Znajdują się na liście rzadkich gatunków w II i IV załączniku Dyrektywy Siedliskowej Unii Europejskiej, są to; trzepla zielona *Ophiogomphus cecilia*, zalotka spłaszczona *Leucorrhinia caudalis*, zalotka większa *Leucorrhinia pectoralis*. Pośród nich jedynie zalotka większa była obserwowana w ostatnich latach. Największym zagrożeniem dla ważek jest zasypywanie nawet niewielkich zbiorników wodnych, w których się rozradzają. Dwa gatunki spośród występujących w Krakowie znajdują się na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. Są to zalotka spłaszczona i żagnica południowa *Aeshna affins*.

#### Trzmiele

Na łąkach Krakowa stwierdzono 23 gatunki, co stanowi 74% fauny krajowej trzmieli (Kosior i in. 2008). Wszystkie gatunki trzmieli są prawnie chronione, a 7 gatunków ze stwierdzonych w Krakowie, znajduje się na krajowej czerwonej liście, jako gatunki narażone na wyginięcie. Są to: trzmiel wąskopaskowy *Bombus cryptarum*, zmienny *Bombus humilis*, wrzosowiskowy *Bombus jonellus*, kołnierzykowy *Bombus magnus*, ciemnopasy *Bombus ruderatus*, paskowany *Bombus subterraneus* i szary *Bombus veteranus*.



**Biegacz skórzasty *Carabus coriaceus* w zadrzewieniach przy Rondzie Matecznego (fot. P. Szwałko)**

**Tabela 14. Trzmiele**

1	trzmielec gajowy	<i>Bombus bohemicus</i>	ch	
2	trzmielec żółty	<i>Bombus campestris</i>	ch	
3	trzmielec czarny	<i>Bombus rupestris</i>	ch	
4	trzmielec leśny	<i>Bombus sylvestris</i>	ch	
5	trzmielec ziemny	<i>Bombus vestalis</i>	ch	
6	trzmiel wąskopaskowy	<i>Bombus cryptarum</i>	ch	CL
7	trzmiel ogrodowy	<i>Bombus hortorum</i>	ch	
8	trzmiel zmienny	<i>Bombus humilis</i>	ch	CL
9	trzmiel drzewny	<i>Bombus hypnorum</i>	ch	
10	trzmiel wrzosowiskowy	<i>Bombus jonellus</i>	ch	CL
11	trzmiel kamiennik	<i>Bombus lapidarius</i>	ch	
12	trzmiel gajowy	<i>Bombus lucorum</i>	ch	
13	trzmiel kołnierzykowy	<i>Bombus magnus</i>	ch	CL
14	trzmiel żółty	<i>Bombus muscorum</i>	ch	
15	trzmiel rudy	<i>Bombus pascuorum</i>	ch	
16	trzmiel leśny	<i>Bombus pratorum</i>	ch	
17	trzmiel rudonogi	<i>Bombus ruderarius</i>	ch	
18	trzmiel ciemnopasy	<i>Bombus ruderatus</i>	ch	CL
19	trzmiel wschodni	<i>Bombus semenoviellus</i>	ch	
20	trzmiel paskowany	<i>Bombus subterraneus</i>	ch	CL
21	trzmiel rudoszary	<i>Bombus sylvarum</i>	ch	
22	trzmiel ziemny	<i>Bombus terrestris</i>	ch	
23	trzmiel szary	<i>Bombus veteranus</i>	ch	CL

**oznaczenia:** **ch** - chroniony, **CL** - wymieniony na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce

## Ślimaki

W Krakowie stwierdzono 52 gatunki ślimaków, co stanowi 27% fauny krajowej. Najrzadszymi są niepozorka ojcowska *Falniowska neglectissima* nowy gatunek dla nauki opisany w 1989 r. i stwierdzony jedynie w Ojcowie i w rezerwacie Panieńskie Skały w Krakowie. Gatunek ten uznany jest za krytycznie zagrożony w skali kraju. Drugim gatunkiem jest wykryta dopiero w roku 2008, poczwarówka zwięziona – *Vertigo angustior*. Występuje w Pastwiskach, w Kostrzu, w Podgórkach Tynieckich w części południowej, północnej, oraz w Skotnikach. Ślimak ten znajduje się na czerwonej liście i ma status narażonego na wyginięcie (V). Jest gatunkiem chronionym prawem Unii Europejskiej, wymienionym w II Załączniku DS 92/43/EWG. Do najcenniejszych należą jeszcze gatunki wymienione na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. Są to: poczwarówka zębata *Truncatellina claustralis* odkryta jedynie na Wzgórzu Wawelskim oraz poczwarówka okazała *Orcula dolium*, ślimak ostrokrawędzisty *Helicigona lapicida* i ślimak długowłosa, stwierdzony na terenie użytku ekologicznego „Staw przy Kaczeńcowej”(fot).



Ślimak długowłosa *Trochulus villosulus* (fot. P. Barszcz)

## Pająki

Na terenie Krakowa stwierdzono wszystkie trzy europejskie pająki chronione prawnie z rodzaju gryzieli *Atypus* sp. Te duże pająki zasiedlają głównie kserotermy. Na Czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych zostały uznane za silnie zagrożone wyginięciem. Są to gryziel stepowy *Atypus muralis*, gryziel tapetnik *Atypus piceu*, gryziel afinis *Atypus affinis*. Wszystkie są prawnie chronione Stwierdzono także chronionego pająka tygryzka paskowanego *Argiope bruennichi* (fot), który w ostatnich latach obserwowany jest coraz częściej i liczniej w różnych częściach miasta.





Tygrzyk paskowany *Argiope bruennichi* (Bogucianka) - fot. K. Walasz

## Motyle

Motyle dzienne są stosunkowo dobrze poznaną grupą bezkręgowców na terenie Krakowa. Ta atrakcyjna wizualnie grupa zwierząt przyciąga uwagę mieszkańców, dostarczając wielu wrażeń estetycznych. Łącznie stwierdzono 75 gatunków, co stanowi aż 45% gatunków występujących w Polsce<sup>6</sup>. Wiele terenów wskazanych do ochrony na obszarze Krakowa wyróżnia się znacznym bogactwem gatunkowych – ich liczba sięga tu 50 gatunków.

Spośród zawisakowatych w Krakowie stwierdzono chronionego postojaka wiesiołkowca *Proserpinus proserpina*. Gatunek ten jest też wpisany do Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt i znajduje się na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce.

Stwierdzono 7 gatunków motyli dziennych chronionych w kraju. Są to czerwończyk fioletek *Lycaena helle* (fot), czerwończyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, modraszek telejus *M. teleius* i modraszek nasitous *M. nausithous*, skalnik bryzeida *Chazara bryseis* i skalnik driada *Minois dryas*. 11 gatunków motyli dziennych znajduje się na Czerwonej Liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. Oprócz wymienionych wyżej 7 gatunków są to: paź królowej *Papilio machon*, pokłonnik osinowiec *Limenitis populi*, mieniak strużnik *Apatura ilia* i mieniak tęczowiec *Apatura iris*.

---

<sup>6</sup> Dane o motylach dziennych podano na podstawie informacji udostępnionych przez Wojciecha Kudłę.



**Czerwończyk fioletek *Lycaena helle* (Pastwiska) - fot. P. Szwałko**



**Czerwończyk nieparek *Lycaena dispar* (dolina Wisły w Łęgu) - fot. K. Walasz**



**Modraszek telejus *Maculinea teleius* (Zakrzówek) - fot. K. Walasz**

Do najcenniejszych w skali Europy należą modraszek telejus *Maculinea teleius* i modraszek nasitous *M. nausithous* (fot. rozdz. 11.3). Ze względu na niezwykle liczne populacje rozrodzce zaproponowano utworzenie na terenie Krakowa trzech obszarów Natura 2000, gdzie ich liczebność jest najwyższa w Europie. Trzy gatunki motyli dziennych chronione są prawem europejskim (Załącznik II Dyrektywy Siedliskowej). Są to modraszek telejus, modraszek nausitous i czerwończyk nieparek. Niezwykle cenne jest stanowisko skalnika driada znajdujące się w rezerwacie Skołczanka i na sąsiednich terenach łąkowych. Jest to jedno z nielicznych naturalnych stanowisk tego gatunku w Polsce.

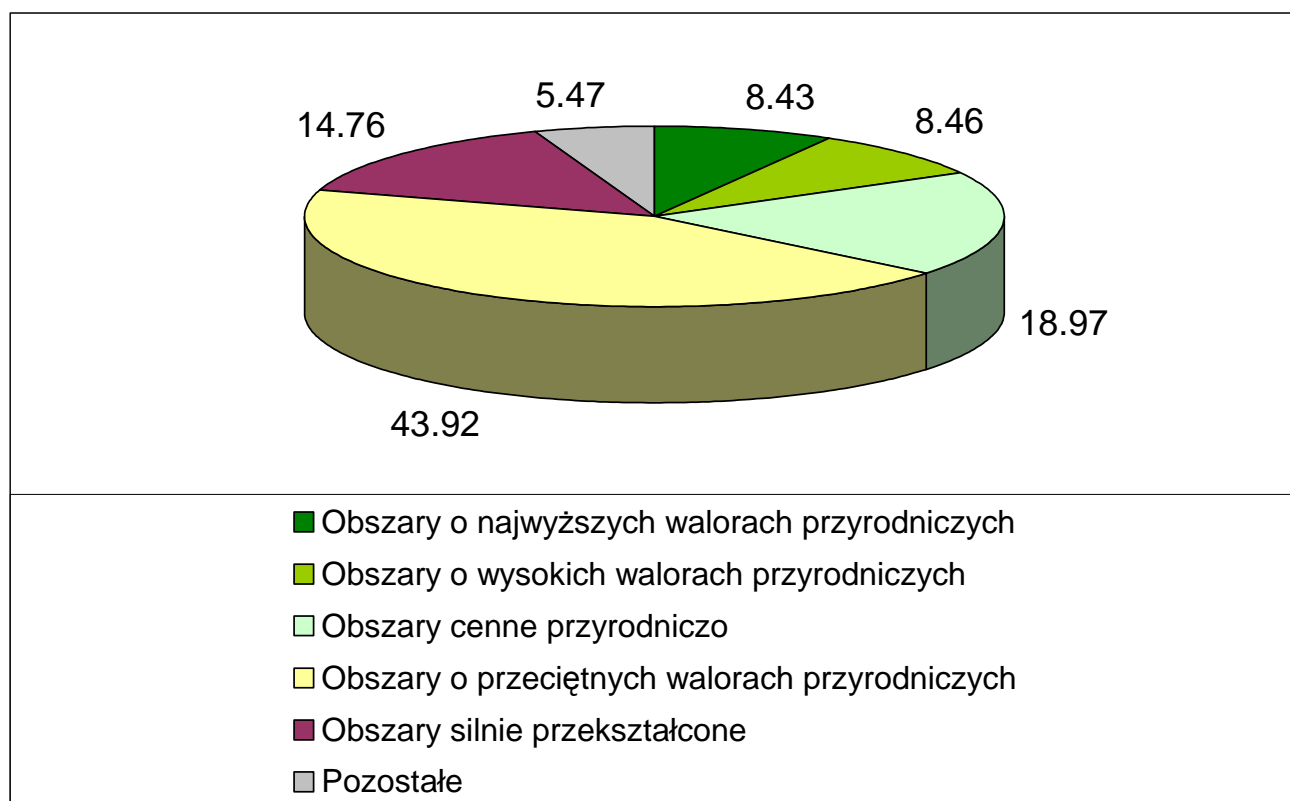


# CZEŚĆ II. WARTOŚCI PRZYRODNICZE, ICH OCHRONA PRAWNA I FUNKCJONOWANIE OBSZARÓW CHRONIONYCH

## 9. OCENA WALORÓW ŚRODOWISKA BIOTYCZNEGO

### 9.1. WALORYZACJA ZBIOROWISK ROŚLINNYCH (WG EUGENIUSZ DUBIEL, JERZY SZWAGRZYK - RED., 2008)

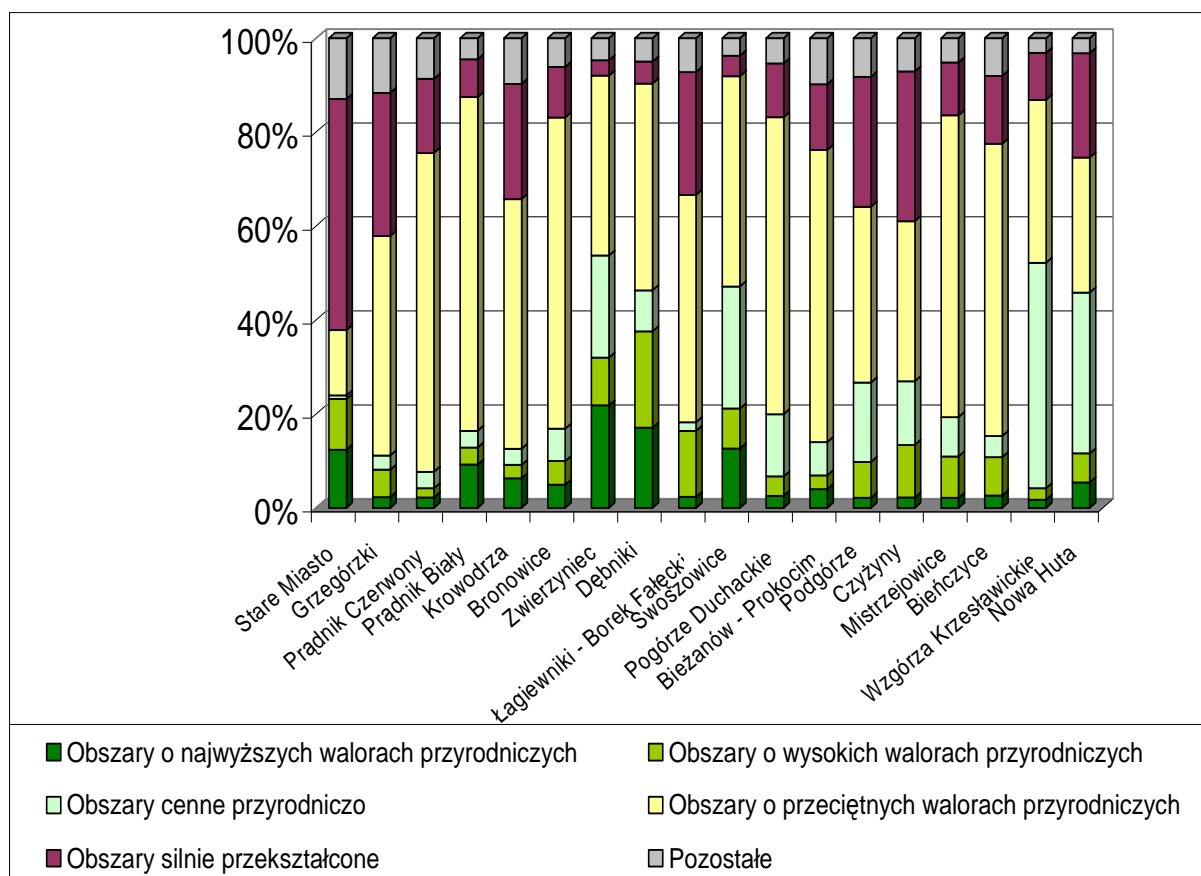
Pomimo że Kraków jest dużym ośrodkiem miejsko-przemysłowym, charakteryzującym się znacznym udziałem obszarów zainwestowanych (ok. 33%), to nadal na jego terenie występują obszary bardzo cenne i cenne przyrodniczo (plansza nr 8, ryc. 10, 11)<sup>7</sup>.



**Ryc. 11. Procentowy udział obszarów o różnej cennosci przyrodniczej zbiorowisk roślinnych (źródło danych: *Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa*, red. E. Dubiel, J. Szwagrzyk, 2008).**

<sup>7</sup> Rozdział opracowany przez redaktora *Opracowania ekofizjograficznego* na podstawie danych z *Atlasu roślinności rzeczywistej Krakowa*, 2008, red. E. Dubiel, J. Szwagrzyk, który Urząd Miasta Krakowa udostępnił do wykorzystania w opracowaniu ekofizjograficznym.

Z fitosocjologicznego punktu widzenia najcenniejsze zbiorowiska występują głównie na terenie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego, Łąk Nowohuckich, łąk w Toniach, w dolinach Sidzinki i Potoku Kościelnickiego, a także we fragmentach innych dolin rzecznych. Duża koncentracja obszarów o wysokich walorach przyrodniczych występuje także we wschodniej części Krakowa (za wyjątkiem terenów przemysłowych i zainwestowanych) oraz w dzielnicy Swoszowice (Plansza nr. 8). Do obszarów przedstawiających wysokie walory przyrodnicze zakwalifikowano wszystkie obszary leśne, a także tereny zieleni urządzonej - głównie parki miejskie. Dzielnice: Zwierzyniec, Dębniki, Swoszowice i Stare Miasto charakteryzują się najwyższym udziałem obszarów należących do dwu pierwszych kategorii cenności przyrodniczej (ryc. 12). W przypadku Starego Miasta zadecydował o tym duży udział parków miejskich. Znaczne powierzchnie obszarów cenych przyrodniczo występują w dzielnicach Wzgórz Krzesławickie i Nowa Huta.



**Ryc. 12. Udział obszarów o różnej cenności przyrodniczej w poszczególnych dzielnicach Krakowa (opracowano na podstawie danych zamieszczonych w *Atlasie roślinności rzeczywistej Krakowa*, red. E. Dubiel, J. Szwagrzyk, 2008).**

## 9.2. CHRONIONE ROŚLINY NACZYNIOWE (WG. EUGENIUSZ DUBIEL., JERZY SZWAGRZYK - RED., 2008)

Według inwentaryzacji przyrodniczej wykonanej w latach 2006-2007 wykonanej w ramach prac nad *Atlasem roślinności rzeczywistej Krakowa* (red. Dubiel, Szwagrzyk, 2008), na terytorium miasta E. Dubiel wskazuje na występowanie następujących gatunków roślin podlegających ochronie ścisłej:

- paprotka zwyczajna *Polypodium vulgare* – ocienione skały wapienne,
- paprotnik kolczysty *Polystichum aculeatum* – buczyna karpacka w Lesie Wolskim,
- skrzyp olbrzymi *Equisetum telmateia* – wilgotne skarpy i obszary źródliskowe,
- widłak goździsty *Lycopodium clavatum* – na fragmentarycznie zachowanych wrzosowiskach, czasami w borach mieszanych,
- starodub łąkowy *Ostericum palustre* – mokre łąki we wschodniej części Krakowa,
- dzwonek syberyjski *Campanula sibirica* – murawy kserotermiczne,
- zerwa kulista *Phyteuma orbiculare* – łąki trzęślicowe,
- centuria pospolita *Centaureum erythraea* – głównie na odłogach i suchych łąkach,
- pełnik europejski *Trollius europaeus* – wilgotne łąki,
- goryczka wąskolistna *Gentiana pneumonanthe* – łąki trzęślicowe,
- goździk pyszny *Dianthus superbus* – łąki trzęślicowe,
- rojownik pospolity *Jovibarba sobolifera* – murawy kserotermiczne,
- przylaszcza pospolita *Hepatica nobilis* – cieniste lasy liściaste,
- zawilec wielkokwiatowy *Anemone sylvestris* – na zboczu Kopca Krakusa,
- sasanka łąkowa *Pulsatilla pratensis* – murawy kserotermiczne,
- rosiczka okrągłolistna *Drosera rotundifolia* – w sąsiedztwie Wzgórz Tynieckich,
- parzydło leśne *Aruncus sylvestris* - Las Wolski i Sikornik,
- gnidosz rozesłany *Pedicularis sylvatica* – wilgotne łąki,
- naparstnica zwyczajna *Digitalis grandiflora* – murawy kserotermiczne,
- wawrzynek wilczyłyko *Daphne mezereum* – cieniste lasy liściaste,
- miodownik melisowaty *Melittis melissophyllum* - ciepłolubne lasy gradowe,
- ożota zwyczajna *Linum catharticum* - skały wapienne,
- dziewięciśń bezłodygowy *Carlina acaulis* – murawy kserotermiczne,
- śnieżyczka przebiśnieg *Galanthus nivalis* – w lasach liściastych,
- kosaciec syberyjski *Iris sibirica* - łąki trzęślicowe i wilgotne zarośla w zachodniej części Krakowa,
- mieczyk dachówkowaty *Gladiolus imbricatus* – łąki trzęślicowe,
- ciemiężca zielona *Veratrum lobelianum* – wilgotne zarośla,
- lilia złotogłów *Lilium martagon* - lasy liściaste, głównie na Sikorniku,
- zimowit jesienny *Colchicum autumnale* – na łąkach głównie koło Skawiny,
- gnieźnik leśny *Neottia nidus-avis* – w cienistych lasach,
- kruszczyk szerokolistny *Epipactis helleborine* – w lasach liściastych,
- kruszczyk błotny *Epipactis palustris* – łąki wilgotne, głównie łąki trzęślicowe,
- lipiennik Loesela *Liparis loeselii* – młaka w Kostrzu,
- kukułka szerokolistna *Dactylorhiza majalis* – łąki wilgotne,
- kukułka plamista *Dactylorhiza maculata* – łąki wilgotne,
- kukułka krwista *Dactylorhiza incarnata* – łąki wilgotne,
- podkolan biały *Platanthera biforia* – suche łąki i zarośla,

- listera jajowata *Listera ovata* – zarośla i wilgotne łąki.

Większość z nich to gatunki rzadko spotykane lub zagrożone wyginięciem. Dotyczy to głównie roślin wodnych, bagiennych oraz związanych z murawami głównie kserotermicznymi na piaskach.



**Kosaciec syberyjski *Iris sibirica* (Podgórze Tynieckie) - fot. K. Walasz**

O wiele lepiej przedstawia się stan gatunków objętych ochroną częściową, z których 14 znanych jest z Krakowa. Większość z nich należy jeszcze do dość często spotykanych, chociaż kilku grozi wyginięciem, m. in. silnie zagrożone są: grzybień biały (*Nymphaea alba*), grąźel żółty (*Nuphar lutea*), bobrek trójlistkowy (*Menyanthes trifoliata*) i rosnąca na stanowiskach naturalnych porzeczka czarna (*Ribes nigrum*).

Wśród roślin objętych ochroną częściową na terenie Krakowa występują:

- bluszcz pospolity *Hedera helix* – lasy liściaste (fot.),
- bobrek trójlistkowy *Menyanthes trifoliata* – zabagnione łąki,
- grąźel żółty *Nuphar lutea* – zbiorniki wód stojących,
- grzybień biały *Nymphaea alba* – zbiorniki wodne,
- kopytnik pospolity *Asarum europaeum* – lasy liściaste i zarośla,
- przytulia wonna *Galium odoratum* – cieniste lasy liściaste,
- pierwiosnek lekarski *Primula veris* – suche łąki i murawy kserotermiczne,
- wilżyna bezbronna *Ononis arvensis* – łąki,
- wilżyna ciernista *Ononis spinosa* – suche łąki,
- kalina koralowa *Viburnum opulus* – brzegi lasów i zarośla,
- porzeczka czarna *Ribes nigrum* – bagienna olszyna,
- kruszyna pospolita *Frangula alnus* – wilgotne łąki,



- barwinek pospolity *Vinca minor* – lasy liściaste,
- konwalia majowa *Covallaria majalis* – lasy liściaste.



**Bluszcz pospolity *Hedera helix* (Rajsko) - fot. K. Walasz**

Stanowiska najcenniejszych siedlisk, które zinwentaryzowano w *Atlasie roślinności rzeczywistej Krakowa* (red. E. Dubiel, J. Szwagrzyk, 2008,) występują głównie w południowej i południowo-zachodniej części Krakowa (plansza nr. 10).

### **9.3. IDENTYFIKACJA TERENÓW CENNYCH POD WZGLĘDEM PRZYRODNICZYM I KRAJOBRAZOWO-PRZYRODNICZYM ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM OCHRONY FAUNY I JEJ SIEDLISK (KAZIMIERZ WALASZ, STEFAN GAWROŃSKI)**

Ochrona cennych gatunków roślin i zwierząt wymaga przede wszystkim ochrony siedlisk mających krytyczne znaczenie dla ich przetrwania. Ważne jest również zachowanie lub udrożnienie sieci podstawowych korytarzy ekologicznych, pozwalającej na uzyskanie łączności przyrodniczej na poziomie lokalnym, regionalnym i ponadregionalnym. Powiązania ekologiczne są niezbędne dla funkcjonowania zoocenoz, zwłaszcza w warunkach dużego miasta. Spośród licznych terenów biologicznie czynnych dla zachowania cennych gatunków fauny i jej różnorodności najważniejsze są siedliska hydrogeniczne, a także kompleksy leśne,

łąkowe i polne, a w obszarach intensywnie zabudowanych także tereny zieleni miejskiej ze starodrzewiem.

Siedliska wodne, zwłaszcza zbiorniki wodne różnej wielkości i genezie oraz siedliska hydrogeniczne z nimi związane, stanowią główną ostoję chronionych gatunków płazów oraz szeregu gatunków bezkręgowców, ptaków i drobnych ssaków. Pośród zbiorników wodnych do najbogatszych i najcenniejszych pod względem występowania fauny należą miejsca, gdzie gniazduje rzadki gatunek niewielkiej czapli - bączka - jest to Staw Płaszowski, Stawy w Bonarce, Stawy w Przyłasku Rusieckim, Koło Tynieckie, Staw Barycki, stawy żwirowni Brzegi, zbiorniki w Zesławicach oraz prawdopodobnie zakrzaczone brzegi Prądnika i Dłubni. Drugą grupę stanowią siedliska hydrogeniczne, związane z naturalnymi i sztucznymi ciekami. Oprócz funkcji zapewnienia miejsc rozrodu licznej grupie gatunków chronionych, stanowią one główną sieć korytarzy ekologicznych w mieście, łącząc funkcje korytarza ekologicznego dla organizmów wodnych i lądowych.

Tereny leśne, choć mają niewielki udział powierzchniowy, są ostoją szeregu cennych gatunków ptaków, między innymi dzięciołów i ptaków drapieżnych.

Tereny łąkowe i polne były zawsze ostoją szeregu cennych, chronionych również prawem europejskim gatunków, takich jak czajka, przepiórka czy derkacz, gąsiorek, ortolan. Ich ochrona ma krytyczne znaczenie dla zachowania zarówno wymienionych, jak i innych gatunków fauny, gdyż zachowując siedliska w stanie umożliwiającym im rozród, zachowujemy możliwość rozrodu także bogatej gamie innych gatunków stanowiących o bioróżnorodności Krakowa. Najcenniejsze tereny łąkowe pod względem bogactwa fauny skoncentrowane są głównie w południowo-zachodniej części Krakowa: Łąki w Kostrzu, Pastwiskach, Szerokie Łąki (Skotniki), Stare Łąki (Podgórze Tynieckie) i Łąki Kobierzyńskie. Ze względu na swoje położenie mają także olbrzymie walory krajobrazowe. Najwyższe walory przyrodnicze przedstawiają także Łąki w Toniach, Łąki Nowohuckie oraz łąki w dolinie Potoku Kościelnickiego. Jednak łąki wymagają stałego utrzymania polegającego na regularnym koszeniu. W innym przypadku w wyniku sukcesji roślinnej łąki będą zarastać, co już się dzieje w wielu miejscach Krakowa i wymaga natychmiastowej interwencji. Nie są to zabiegi bardzo kosztowne, gdyż chcąc zachować te łąki wystarczy kosić je raz w roku, a wiele z nich przemiennie raz na dwa lata.

Duże obszary pól uprawnych zachowały się jedynie w północno-wschodniej części Krakowa. Ich obecność jest nie tylko warta ochrony ze względów krajobrazowych, ale także z uwagi na ochronę ginącego już w skali Europy skowronka polnego, przepiórki i ortolana. W tym zakresie niezbędne jest także zachowanie mozaikowej struktury polno-łąkowej.

Ze względu na zabezpieczenie trwałości funkcjonowania systemu przyrodniczego miasta oraz ochronę walorów przyrodniczych i krajobrazowo-przyrodniczych, a jednocześnie ważnych dla ochrony i funkcjonowania fauny i jej siedlisk wyróżniono trzy kategorie obszarów, które nie powinny podlegać dalszej zabudowie (plansza nr 9):

- **Tereny wskazane do ochrony ze względu na wysokie walory przyrodnicze** - tj. tereny, na których znajdują się cenne i warte ochrony zbiorowiska roślinne i związana z nimi fauna. Występują w Krakowie w postaci relatywnie dużych płatów i pasm oraz odizolowanych od przyrodniczego otoczenia wysp. Największa koncentracja najcenniejszych siedlisk, a zarazem ostoi wielu chronionych gatunków flory i fauny występuje w południowo-zachodniej i południowej części Krakowa. Tereny te przedstawiają również bardzo wysokie walory krajobrazowe. Do grupy obszarów cennych pod względem przyrodniczym zakwalifikowano także większość pozostałych terenów leśnych i dolin rzecznych. Łącznie wyróżniono 190 takich obiektów.

- **Tereny o wybitnych walorach krajobrazowo-przyrodniczych** – obejmują tereny, gdzie walory krajobrazowe dominują nad walorami przyrodniczymi. Przy obecnym stanie rozpoznania pod względem florystycznym i zoologicznym walory krajobrazowe tych terenów wybijają się na pierwsze miejsce. Nie znaczy to jednak, że tereny te posiadają niskie walory przyrodnicze, a jedynie to, że stan rozpoznania chociażby ich fauny jest stosunkowo słaby. Skoncentrowane są głównie w północno-zachodniej i we wschodniej części miasta. Dość licznie występują także w pobliżu północnej granicy Krakowa. Łącznie wyróżniono 72 obiekty.
- **Wodne korytarze ekologiczne** – stanowią niezbywalną podstawową sieć korytarzy ekologicznych. Podstawą systemu korytarzy ekologicznych w Krakowie jest system korytarzy wodnych. Tworzone są głównie przez rzeki i potoki, łącznie z ich dolinami lub nadrzecznymi pasmami dolin. Wytyczone korytarze mają taką samą rangę ochronną jak inne tereny cenne pod względem przyrodniczym. Często ich wykazana wartość przyrodnicza pod względem występowania cennych siedlisk jest niewielka, jednak ze względu na ich podstawowe znaczenie dla utrzymania spójności systemu ekologicznego miasta, muszą mieć taką samą kategorię ochrony jak tereny najcenniejsze pod względem przyrodniczym. Wymagana jest zatem ich całkowita ochrona. W miejscach, gdzie korytarz obejmuje tereny już zainwestowane ma on charakter wyłącznie deklaracyjny, wskazujący na możliwość jego udroźnienia w przypadku zmiany użytkowania terenu.



**Rów odwadniający w rejonie ul. Łokietka (fot. M. Baścik)**

Przestrzenne rozmieszczenie najcenniejszych pod względem przyrodniczym i przyrodniczo-krajobrazowym terenów o dużym znaczeniu dla ochrony zbiorowisk roślinnych, flory i fauny oraz system korytarzy ekologicznych przedstawiono na planszy nr. 9.

## 9.4. IDENTYFIKACJA NAJCENNIJSZYCH GATUNKÓW FAUNY W OBRĘBIE WYRÓŻNIONYCH OBSZARÓW (KAZIMIERZ WALASZ)

Na terytorium Krakowa stwierdzono występowanie szeregu chronionych gatunków fauny. Pośród nich na szczególną uwagę zasługują gatunki najrzadsze, a szczególnie te, których przetrwanie jest związane z ochroną specyficznych siedlisk. Ochrona tych gatunków przyczynia się do ochrony całych zespołów roślinnych i zwierzęcych.

Obecnie ochrona fauny Krakowa realizowana jest głównie na terenie rezerwatów przyrody i użytków ekologicznych. Pewną nadzieją są obszary Natura 2000, chociaż wyznaczono je w granicach znacznie mniejszych od proponowanych, co może spowodować ograniczenie możliwości przetrwania wielu gatunków. Plany w zakresie tworzenia nowych form ochrony oraz ocenę funkcjonowania istniejących obiektów przedstawiono w rozdziale 11.

Informacje o występowaniu najcenniejszych gatunków fauny podano dla 116 obszarów, które nie powinny podlegać zabudowie ze względu na walory przyrodnicze lub krajobrazowo-przyrodnicze.

Z uwagi na fakt, że Kraków posiada bardzo dobrze rozpoznane, zwaloryzowane i udokumentowane zbiorowiska roślinne oraz gatunki roślin chronionych i ich siedliska oraz siedliska mające znaczenie w skali Europy (Dubiel, Szwagrzyk, red., 2008), których charakterystykę zamieszczono w rozdziałach 9.1. i 9.2. , a lokalizację przedstawiono na planszy nr 10, w niniejszym rozdziale skoncentrowano się na wskazaniu najcenniejszych gatunków fauny, występującej w obrębie wyróżnionych obszarów, która dotychczas nie była przedmiotem kompleksowej analizy. Wśród gatunków chronionych wymieniono jedynie te najrzadsze i najbardziej zagrożone według kryteriów „Polskiej czerwonej księgi zwierząt”, „Polskiej czerwonej listy zwierząt” oraz będące przedmiotem szczególnego zainteresowania (ochrony) w skali Europy - wymienione w I Załączniku Dyrektywy Ptasiej, II i IV Załączniku Dyrektyw Siedliskowej Unii Europejskiej. Przy sporządzaniu *Mapy cennych siedlisk i korytarzy ekologicznych* ochronę fauny Krakowa rozpatrywano łącznie z ochroną siedlisk, w których zwierzęta bytują, ponieważ ochrona fauny opiera się na ochronie siedlisk.

W obrębie wyróżnionych przez autorów planszy nr 9 jednostek, które nie powinny podlegać zabudowie, poniżej określono najcenniejsze gatunki zwierząt oraz liczbę stwierdzonych gatunków motyli dziennych, jako wskaźnik bogactwa gatunkowego (różnorodności biologicznej).

**Pasternik:** dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*, jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collurio*;

**Łąki Tonia:** gąsiorek *Lanius collurio*, kumak nizinny *Bombina bombina*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, czerwonończyk fioletek *Lycaena Helle*, w sumie przeszło 50 gatunków motyli dziennych;

**Użytek Rząska:** gąsiorek *Lanius collurio*, kumak nizinny *Bombina bombina*;

**Mydlniki-Zakłucze:** derkacz - *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collurio*;

**Potok Tetmajera:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Kamieniołom Mydlniki:** gąsiorek *Lanius collurio*, 45 gat. motyli dziennych;

**Fort Mydlniki:** gąsiorek *Lanius collurio*, 50 gat. motyli dziennych;

**Mydlniki Stawy:** zimorodek *Alcedo atthis*, gąsiorek *Lanius collurio*;

**Mydlniki Rogoziany:** błotniak stawowy *Circus areuginosus*, derkacz *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collourio*;

**Dolina Rudawy - Zygmunta Starego:** derkacz *Crex crex*, dzięcioł białoszyi *Dendrocopos syriacus*;

**Olszanica:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Fort Skąła Pola-Łąki:** gąsiorek *Lanius collourio*, postojak wiesiołkowiec *Proserpinus proserpina*, 52 gatunki ptaków, 55 gatunków motyli dziennych;

**Bielany:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Las Wolski:** dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*, dzięcioł czarny *Dryocopus martius*, dzięcioł średni *Dendrocopos medius*, muchołówka mała *Ficedula parva*, muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*, poczwarówka okazała *Orcula dolium*, ślimak ostrokrawędziasty *Helicigona lapicida*;

**Sikornik:** muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*;

**Wzgórze Św. Bronisławy:** derkacz *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collourio*, gryziel stepowy *Atypus muralis*;

**Dolina Sanki:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Dolina Wisły w Przegorzalach:** derkacz *Crex crex*, podróżniczek *Luscinia svecica*, jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collourio*, traszka grzebieniasta *Triturus cristatus*;

**Łęg Przegorzalski:** dzięcioł średni *Dendrocopos medius*, gąsiorek *Lanius collourio*;

**Koło Tynieckie:** bączek *Ixobrychus minutus*, gąsiorek *Lanius collourio*, pijawka lekarska *Hirudo medicinalis*;

**Łąki Bodzów:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Fort Bodzów:** gąsiorek *Lanius collourio*, traszka grzebieniasta *Triturus cristatus*, kumak nizinny *Bombina bombina*;

**Pastwiska:** derkacz - *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, skalnik driada *Minois dryas*, trzmiel zmienny *Bombus humilis*, poczwarówka zwężona *Vertigo angustior*, 57 gatunków motyli dziennych;

**Łąki w Kostrzu - część zachodnia:** gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius* u, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, skalnik driada *Minois dryas*, 58 gatunków motyli dziennych;

**Łąki w Kostrzu - część środkowa:** derkacz *Crex crex*, jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collourio*, piskorza *Misgurnus fossilis*, śliza *Barbatula barbatua*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, trzmiel zmienny *Bombus humilis*, trzmiel paskowany *Bombus subterraneus*, poczwarówka zwężona *Vertigo angustior*, 61 gat. motyli dziennych;

**Szerokie Łąki - część środkowa i północna (Skotniki):** derkacz *Crex crex*, jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, skalnik driada *Minois dryas*, trzmiel zmienny *Bombus humilis*, trzmiel ciemnopasy *Bombus ruderatus*, trzmiel szary *Bombus veteranus*, poczwarówka zwężona *Vertigo angustior*, 56 gatunków motyli dziennych;

**Szerokie Łąki część południowa:** jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, poczwarówka zwężona *Vertigo angustior*, 56 gatunków motyli dziennych;

**Stawki i Łąka w Mochańcu (Skotniki):** kumak nizinny *Bombina bombina*;

**Tyniec Starorzecze:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Tyniec Winnica:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Łąki Tynieckie:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Tyniec Piaski:** czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, skalnik driada *Minois dryas* - główna ostoja, 40 gatunków motyli dziennych;

**Skolczanka:** muchołówka mała *Ficedula parva*, muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*, gniewosz *Coronella austriaca* (strefa ochronna G2), skalnik driada *Minois dryas*, gryziel spp. *Atypus sp.*;

**Podgórk Tynieckie – pn:** jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, skalnik driada *Minois dryas*, trzmiel wrzosowiskowy *Bombus jonellus*, trzmiel paskowany *Bombus subterraneus*, trzmiel szary *Bombus veteranus*, poczwarówka zwężona *Vertigo angustior*, 57 gatunków motyli dziennych;

**Grodzisko:** dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*;

**Tyniec Bogucianka (Góra Stępica):** gąsiorek *Lanius collurio*, gniewosz *Coronella austriaca* (strefa ochronna G1), czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, skalnik driada *Minois dryas* (jedno z głównych stanowisk), gryziel stepowy *Atypus murali*, gryziel tapetnik *Atypus piceus*, 57 gatunków motyli dziennych;

**Lasy Tynieckie:** jarząbek *Banasa bonasia*, dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*, dzięcioł czarny *Dryocopus martius*, muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*;

**Janasówka:** błotniak stawowy *Circus areuginosus*, gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, 61 gatunków motyli dziennych;

**Łęg Janasówka:** dzięcioł białoszyi *Dendrocopos syriacus*;

**Stare Łąki:** derkacz *Crex crex*, jarzębatka *Sylvia nisoria*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejusa *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, trzmiel wrzosowiskowy *Bombus jonellus*, trzmiel paskowany *Bombus subterraneus*, trzmiel szary *Bombus veteranus*, gryziel stepowy *Atypus muralis*, gryziel tapetnik *Atypus piceus*, poczwarówka zwężona *Vertigo angustior*, 58 gatunków motyli dziennych;

**Łąki Kobierzyńskie - pn autostrady:** derkacz *Crex crex*, jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collurio*, ortolan *Emberiza hortulana*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, 46 gatunków motyli dziennych;

**Stawiska - (pd. Łąki Kobierzyńskie):** modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, 43 gat. motyli dziennych;

**Łąki Kobierzyńskie - pd autostrady:** derkacz *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, 46 gatunków motyli dziennych;

**Dolina Rzepnika:** gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, 40 gatunków motyli dziennych;

**Sidzina Szwaby:** jarzębatka *Sylvia nisoria*, gąsiorek *Lanius collurio*;

**Opatkowice:** modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, 46 gatunków motyli dziennych;

**Libertów:** gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwonończyk fioletek *Lycaena helle*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, 49 gatunków motyli dziennych;

**Dolina Prądnika:** dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*, dzięcioł białoszyi *Dendrocopos syriacus*, dzierzba gąsiorek *Lanius coolouri*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, 49 gatunków ptaków, 45 gatunków motyli dziennych, 13 gatunków ważek, 8 gatunków trzmieli;

**Witkowice Podmarszowiec:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Dolina Bibiczanki:** kumak nizinny *Bombina bombina*;

**Fort Sudół :** gąsiorek *Lanius collurio* ;

**Staw Dąbski:** traszka grzebieniasta *Triturus cristatus*;

**Zakrzówek – kserotermy:** gniewosz *Coronella austriaca* (strefa ochronna G3), modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, trzmiel paskowany *Bombus subterraneus*, trzmiel szary *Bombus veteranus*, 40 gatunków motyli dziennych;

**Zakrzówek:** muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*;

**Dolina Wilgi - Konopnickiej-Zakopiańska:** dzięcioł białoszyi *Dendrocopos syriacus*, gąsiorek *Lanius collurio*;

**Dolina Wilgi - Łagiewniki:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Łęg Swoszowicki:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Szuwarowa:** trzmiel zmienny *Bombus humilis*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwonończyk fioletek *Lycaena helle*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, 8 gatunków chronionych trzmieli, 23 gat. motyli dziennych, 46 gat. ptaków;

**Moczary:** gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwonończyk fioletek *Lycaena helle*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, 30 gatunków motyli dziennych;

**Las Borkowski:** dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*

**Dolina Potoku Rzewnego:** tygrzyk paskowany *Argiope bruennichi*;

**Krzemionki:** derkacz - *Crex crex*, muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*, gryziel stepowy *Atypus muralis*, chrząszcz *Aechmites terricola* - krytycznie zagrożony, stwierdzony w kawernie (Czerwona Księga Bezkręgowców);

**Bonarka:** bączek *Ixobrychus minutus*, gąsiorek *Lanius collurio*;

**Staw Płaszowski:** bączek *Ixobrychus minutus*;

**Zalew Bagry:** traszka grzebieniasta *Triturus cristatus*;

**Łęg Wiślany:** zimorodek *Alcedo atthis*, gąsiorek *Lanius collurio*, ortolan *Emberiza hortulana*, kumak nizinny *Bombina bombina*;

**Dolina Drwinki na Kozłowie:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Łąki Prokocim:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Łąki Kurdwanów:** gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwonończyk fioletek *Lycaena helle*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, 38 gatunków motyli dziennych;

**Potok Siarczany:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Las Duchacki:** gąsiorek *Lanius collurio*

**Dolina Wilgi - Swoszowice:** derkacz - *Crex crex*, jarzębatka *Sylvia nisoria* (także *Swoszowice*), gąsiorek *Lanius collurio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar*, 48 gatunków motyli dziennych;

**Dolina Wilgi - Zbydniowice:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Las Bochnaka:** muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*;

**Dolina Potoku Wróblowickiego:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Dolina Pokrzywki:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Dolina Kosocicka:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Dolina Malinówki:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Dolina Dłubni – Zesławice:** bączek *Ixobrychus minutus*, zimorodek *Alcedo atthis*, dzięcioł białoszy *Dendrocopos syriacus*, kumak nizinny *Bombina bombina*;

**Pola Grębałowskie:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Las Ujastek:** dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*;

**Łąki Nowohuckie:** błotniak stawowy *Circus areuginosus*, derkacz *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, modraszek alkon *Maculinea alcon*, 50 gat. motyli dziennych;

**Las Łęgowski:** dzięcioł białoszy *Dendrocopos syriacus*, muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis*, gąsiorek *Lanius collourio*;

**Pola w Przewozie i Starorzecze Kępa:** błotniak stawowy *Circus areuginosus*, derkacz *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collourio*;

**Dolina Wisły w Kujawach:** błotniak stawowy *Circus areuginosus*, derkacz *Crex crex*, zimorodek *Alcedo atthis*;

**Żwirownia Brzegi:** bączek *Ixobrychus minutus*, derkacz *Crex crex*, rybitwa rzeczna *Sterna hirundo*, gąsiorek *Lanius collourio*;

**Łąki - Łazy Pólnocne:** derkacz - *Crex crex*;

**Łąki - Złocień:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Grondzik:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Dolina Malinówki – Rząka:** traszka grzebieniasta *Triturus cristatus*, kumak nizinny *Bombina bombina*;

**Dolina Serafy – Bieżanów:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Łąki Bieżanów-Kwatery:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Łąki Kaim:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Las Barycz:** dzięcioł zielonosiwy *Picus canus*;

**Dolina Malinówki – Barycz:** bączek *Ixobrychus minutus*, gąsiorek *Lanius collourio*;

**Las Soboniewicki:** dzięcioł czarny *Dryocopus martius*;

**Pola Łuczanowickie 1 i 2:** gąsiorek *Lanius collourio*;

**Pola Wadowskie:** gąsiorek *Lanius collourio*, ortolan *Emberiza hortulana*;

**Pola Węgrzynowickie:** ortolan *Emberiza hortulana*;

**Łąki Węgrzynowice:** błotniak stawowy *Circus areuginosus*, dzięcioł białoszy *Dendrocopos syriacus*, gąsiorek *Lanius collourio*;

**Pola Wróżeńckie 1 i 2:** ortolan *Emberiza hortulana*;

**Łąki Wróżeńckie:** gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, 50 gat. motyli dziennych;

**Łąki w Kościelniakach:** gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, 44 gatunki motyli dziennych;

**Dwór Kościelniki:** dzięcioł białoszy *Dendrocopos syriacus*;

**Park Branice:** dzięcioł białoszy *Dendrocopos syriacus*;

**Łąki Wywiąże:** derkacz - *Crex crex*, dzięcioł białoszy *Dendrocopos syriacus*;

**Wielkie Łąki:** gąsiorek *Lanius collourio*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwонецzyk fioletek *Lycaena helle*, czerwонецzyk nieparek *Lycaena dispar*, 32 gatunki motyli dziennych;

**Pola i Łąki Potoku Kościelnickiego:** gąsiorek *Lanius collourio*;



**Łąki Kujawy:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Starorzecze Holendry:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Pola i łąki Branickie:** derkacz - *Crex crex*;

**Łąki i Pola Rusieckie:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Przylasek Rusiecki – Żwirownia:** bączek *Ixobrychus minutus*, Rybitwa rzeczna - *Sterna hirundo*;

**Łąki Przylasek Wyciąski:** gąsiorek *Lanius collurio*;

**Łąki Wolica:** modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwończyk fioletek *Lycaena helle*, czerwończyk nieparek *Lycaena dispar*, 43 gatunki motyli dziennych;

**Łąki Kobile:** modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, modraszek telejus *Maculinea teleius*, czerwończyk nieparek *Lycaena dispar*, 50 gatunków motyli dziennych.

## 9.5. REKOMENDACJE W ZAKRESIE UŻYTKOWANIA CENNYCH TERENÓW PRZYRODNICZYCH NIE OBJĘTYCH OCHRONĄ PRAWNĄ (KAZIMIERZ WALASZ)

Na terytorium Krakowa ochrona siedlisk najcenniejszych gatunków fauny i jej siedlisk praktycznie nie istnieje poza wyznaczonymi rezerwatami i użytkami ekologicznymi oraz istniejącymi od niedawna obszarami Natura 2000. Chroniąc różnorodność biologiczną miasta, nie wystarczą działania realizowane w obrębie obiektów przyrodniczych objętych ochroną prawną. Należy podjąć działania aktywnie chroniące cenne siedliska przed niekorzystnymi zmianami na całym terytorium Krakowa. Ochrona fauny opierać się musi na ochronie związanych z nią siedlisk i na ochronie korytarzy ekologicznych (Walasz 2009b, c, d). W wielu miejscach konieczne jest odtworzenie korytarzy ekologicznych. Fauna w oderwaniu od swoich siedlisk nie mogłaby istnieć. Dlatego, chcąc ochronić faunę Krakowa, musimy przede wszystkim zadbać o zachowanie siedlisk mających krytyczne znaczenie dla przetrwania wielu gatunków zwierząt oraz zachowania lub udroźnienia przynajmniej sieci podstawowych korytarzy ekologicznych, pozwalającej na zachowanie spójności sieci powiązań przyrodniczych.

W przeprowadzonej waloryzacji wyróżniono 255 jednostek (plansza nr 9), które obejmują dwie kategorie obszarów tj. tereny wskazane do ochrony ze względu na wysokie walory przyrodnicze i tereny o wybitnych walorach krajobrazowo-przyrodniczych. Wyznaczono także układ podstawowych korytarzy ekologicznych. Wyróżnione obszary mają bardzo duże znaczenie dla ochrony fauny i decydują o funkcjonowaniu systemu przyrodniczego miasta, a zatem nie powinny podlegać zabudowie.

System korytarzy ekologicznych powinien być zachowany i utrzymywany w jak najbardziej naturalnym stanie, jakkolwiek w warunkach dużego miasta, ze względu na istniejącą zabudowę, skuteczną ochronę zapewnić można czasami tylko wąskimi ciągami wzdłuż rzek. Europejski korytarz ekologiczny doliny Wisły powinien być otoczony szczególną troską, po pierwsze z uwagi na to, że korytarz łączy siedliska Natura 2000, po drugie ze względu na jego rangę europejską. Zabudowa w jego sąsiedztwie powinna podlegać specjalnym ograniczeniom, tak by nie dochodziło do dalszego zawężania korytarza, a przeprawy mostowe

powinny być projektowane tak, by minimalizować negatywny wpływ na jego drożność. Należy też zdecydowanie uniemożliwić zabudowę w bezpośrednim sąsiedztwie koryta rzeki. Zaleca się, aby najbliższą zabudowę lokalizować nie bliżej niż 100 metrów od brzegu rzeki, przy jednoczesnym zachowaniu minimum 50 m odległości od zewnętrznej skarpy wału przeciwpowodziowego. Tam gdzie zabudowa już znajduje się w sąsiedztwie rzeki, wskazane jest podjęcie działań mających na celu udrożnienie korytarza. W promieniu około do 200 m od rzeki budynki nie powinny mieć wysokości większej niż 4 kondygnacje. Oprócz korytarza Wisły, podobną ochronę ukierunkowaną na zachowanie ciągłości oraz odpowiedniej dla funkcjonowania systemu przyrodniczego możliwie dużej szerokości, powinny mieć wodne korytarze ekologiczne, zwłaszcza Rudawy, Białychy (Prądnika) i jej dwóch dopływów (Sudołu i Sudołu Dominikańskiego), Dłubni, Potoku Kościelnickiego oraz Wilgi, Sidzinki, Serafy z Drwiną i Potokiem Malinówka. Rekonstrukcji i udrożnieniu powinno poddać się korytarz Młynówki, stanowiący swoisty park w centrum miasta. Łąki Nowohuckie muszą zachować komunikację z głównym korytarzem ekologicznym Krakowa - z doliną Wisły. Obecnie to połączenie jest bardzo zagrożone przez presję zabudowy. Zachowanie w faunie Krakowa sarny oraz szybko zanikającej kuropatwy i zająca wymaga pozostawienia luk w ciągach zabudowy, umożliwiających przemieszczanie się zwierząt w mieście i dotarcie do większych terenów otwartych. Najlepiej gdyby po 300 metrach zabudowy znajdowała się przerwa o szerokości około 200 m. Tam gdzie to jest niemożliwe ważne jest by wyносиła przynajmniej 50 m.

Dla ochrony siedlisk wodnych i związanych z wodą, które jak już zaznaczono stanowią główną ostoję wielu chronionych gatunków roślin i zwierząt, należy zachować naturalny charakter cieków wodnych w Krakowie, chronić przed zabudową wodne korytarze ekologiczne i zabezpieczyć ich ciągłość, zachować tam gdzie to możliwe biologiczną obudowę rzek i cieków. Ochrony wymagają także istniejące naturalne i sztuczne zbiorniki wodne wraz z ich najbliższym otoczeniem.

Na załączonej planszy terenów wskazanych do ochrony i korytarzy ekologicznych zaznaczono główne korytarze wodne, tylko nieliczne korytarze lądowe oraz najważniejsze tereny wskazane do ochrony, na ogół największe powierzchniowo. Ważne jest by mieć świadomość, że dla zachowania systemu przyrodniczego Krakowa konieczne jest, ale już na poziomie realizacji miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, wyznaczenie do ochrony mniejszych powierzchniowo terenów przyrodniczych, w tym zadrzewień, stawów wraz z ich otoczeniem oraz siecią korytarzy lądowych łączących te mniejsze enklawy z już wyznaczonymi terenami wskazanymi do ochrony. Stanowią one niezbywalną część systemu przyrodniczego miasta. Wytyczenie ich wymaga jednak wykonania szczegółowych dalszych badań eksperckich.

W miejscach przecięcia infrastruktury komunikacyjnej z korytarzami ekologicznymi należy zapewnić ciągłość korytarzy systemem dolnych lub górnych przejść ekologicznych. Ważne będzie także zachowanie ciągów przyrodniczych po zewnętrznej stronie siatek i ekranów akustycznych towarzyszących drogom o dużym natężeniu ruchu. W przypadkach występowania ogrodzeń w obrębie korytarza ekologicznego ważne jest, aby zachować odstęp od podłoża co najmniej 8 cm, by umożliwić przejścia jeżom i innym drobnym ssakom. Wszelkie kanały powierzchniowe, odprowadzające wodę opadową, nie powinny mieć stromych brzegów, tak by nie stanowiły śmiertelnej pułapki dla płazów, drobnych ssaków i jeży. Niestety często profile betonowe, z których układane są odpływy stanowią pułapkę dla tych zwierząt, jak choćby kanały przy byłych osadnikach w Łągiwnikach. Zagrożeniem dla zwierząt, a głównie dla ptaków są także przezroczyste ekrany, zwłaszcza w miejscach, gdzie za nimi znajdują się drzewa i krzewy, a naklejanie sylwetek ptaków drapieżnych nie stanowi dostatecznego ostrzeżenia. Jedynym rozwiązaniem jest stosowanie nieprzezroczystych barier

lub barier z rozmieszczonymi gęsto poziomymi paskami. Dla ptaków niebezpieczne są także napowietrzne linie energetyczne. Dla gatunków migrujących szczególnie zagrożenie stanowią linie tworzące w miastach niezabudowane relatywnie szerokie korytarze, zachęcające ptaki do przemieszczania się. Szczególnie niebezpieczne są przejścia linii energetycznych przez doliny rzeczne. W tych miejscach przewody powinny być specjalnie oznakowane.

Zabezpieczenia połączeń ekologicznych wymagają także obszary Natura 2000. Ponieważ wszystkie obszary Natura 2000 utworzono dla ochrony ginących motyli modraszków na terenach łąkowych, powiązania ekologiczne między nimi powinny przebiegać przez tereny otwarte. Na załączonej *Mapie cennych siedlisk i korytarzy ekologicznych* (plansza nr 9) powiązania te zostały zaproponowane.

W celu wzmocnienia systemu przyrodniczego Krakowa należy także pamiętać o zachowaniu sieci powiązań z terenami otaczającymi, czego nie można zrealizować bez współpracy z gminami sąsiednimi.

Działania w zakresie zachowania populacji nietoperzy oraz bociana białego na terytorium Krakowa przedstawiono w rozdziale 11.7.

W Krakowie istnieje duża rezerwa terenów charakteryzujących się relatywnie niską cennością przyrodniczą, które przy racjonalnym planowaniu zapewniają przestrzeń teoretycznie możliwą do zabudowy w długim wymiarze czasowym. Dlatego tereny zaproponowane do ochrony są pewnym kompromisem pomiędzy rozwojem terenów budowlanych a zachowaniem sprawnie funkcjonującego systemu przyrodniczego. Należy podjąć wszelkie działania, aby nie dewastować środowiska przyrodniczego, ponieważ zachowanie struktury przyrodniczej miasta będzie największym atutem dla jego atrakcyjności, dźwignią rozwoju miasta w następnych dziesięcioleciach. Bieżąca chaotyczna zabudowa, jeśli nie zostanie zahamowana, przyczyni się do nieodwracalnej dewastacji struktury przestrzennej miasta i jego walorów przyrodniczych, co można obserwować w wielu dzielnicach Krakowa, gdzie zniszczono siedliska, sieć połączeń ekologicznych (korytarzy ekologicznych), co prowadzi do izolacji lokalnych populacji, a w konsekwencji do ich wyginięcia. Czyni to zespoły planistyczne szczególnie odpowiedzialnymi za dalsze losy dotychczas niezabudowanych terenów, ważnych dla funkcjonowania systemu przyrodniczego miasta. Bowiem przeznaczenie ich pod zabudowę lub inne inwestycje może spowodować nieodwracalną stratę wielu cennych w skali Polski i Europy siedlisk i gatunków.

W celu umożliwienia reagowania na negatywne zmiany zachodzące w środowisku biotycznym niezbędnym działaniem jest organizacja stałego monitorowania zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym Krakowa.

# **10. OCENA ZACHODZĄCYCH ZMIAN I ZAGROŻEŃ DLA FUNKCJONOWANIA ŚRODOWISKA BIOTYCZNEGO**

## **10.1. KIERUNKI I PRZYCZYNY ZMIAN**

### **ŚRODOWISKA BIOTYCZNEGO (KAZIMIERZ WALASZ)**

Od okresu transformacji gospodarki Polski obserwujemy niezwykle dynamiczny wzrost intensywności zmian w środowisku biotycznym Krakowa. Zmiany te przyczyniają się do przekształcania siedlisk i zubażania różnorodności biologicznej oraz ubożenia lub zaniku związanej z nimi flory i fauny.

Czynnikiem, który w ostatnich latach szczególnie dotkliwie przyczynia się do degradacji środowiska biotycznego, jest nieplanowa lub planowa zabudowa realizowana niezgodnie z zasadami kształtowania środowiska. Presja urbanizacyjna stanowi poważne źródło zagrożeń dla najcenniejszych i jednocześnie najmniej odpornych komponentów środowiska przyrodniczego, jakimi są elementy biotyczne. Charakterystyczną jej cechą jest rozszerzająca się strefa zabudowy i związane z tym ograniczenia powierzchni i możliwości funkcjonowania ekosystemów. W rezultacie żywiłowego rozwoju zabudowy następują procesy dotkliwie i trwale przeobrażające przyrodę Krakowa.

W wyniku zjawiska fragmentacji obszary jednolite pod względem przyrodniczym są dzielone na mniejsze przez lokowanie na nich zabudowy lub infrastruktury technicznej miasta. Proces ten prowadzi także do powstawania na olbrzymią skalę barier ekologicznych. Na terenie Krakowa ważny ciąg ekologiczny, nawiązujący do obniżenia Sidzinki zastał w większości zdegradowany, w związku z budową autostrady A4, która stanowi poważną trwałą barierę biegnącą po stronie zachodniej i południowej Krakowa. Nie posiada żadnego przejścia, przepustu dla zwierząt. Tworzy zatem istotną barierę między Skotnikami, a Tyńcem oraz między Kobierzynem a Sidzią, Kurdwanowem, a Swoszowicami.

Naturalne ciągi migracyjne organizmów są przecinane siecią dróg, a także zabudową, lub ogrodzeniami (np. ostatnio nad Stawem Płaszowskim, gdzie na ciągu korytarza ekologicznego między Stawem Płaszowskim a zbiornikiem Bagry postawiono budynek mieszkalny sąsiadujący ze zbiornikiem). Powszechne w Krakowie jest zagradzanie posesji do samego potoku, a nawet przegradzanie potoków, co jest całkowicie niezgodne z prawem. Ogrodzenia posesji są wykonywane z gęstej siatki, czasami z litego materiału. W wielu miejscach potoki są rurowane jak choćby Potok Rzewny na odcinku przed ujściem do Wilgi. Postępowanie takie przerywa ciągi ekologiczne trwale rozdzielając niektóre populacje zwierząt. Część z ekranów i linii energetycznych stanowi niekiedy śmiertelną pułapkę dla ptaków. Ponadto w ramach budowy drogi wodnej górnej Wisły w samym Krakowie wybudowano trzy stopnie wodne przegradzające całkowicie ten niezmiernie ważny korytarz migracji ryb w całym dorzeczu górnej Wisły.

Szczególnie niekorzystnym i trudnym do przeciwdziałania w warunkach dużego miasta procesem jest przesuszenie siedlisk. W jego wyniku nastąpił między innymi zanik niektórych gatunków ptaków, jak czajka, bekas kszczyk. Na tereny nieuprawiane stopniowo wchodzi trzcina, zubażając te siedliska. Kanalizuje się strumienie i potoki, część z nich jest zasypywana lub wysycha. Dotyczy to głównie małych zbiorników i kanałów, pomimo że są miejscem rozrodu chronionych płazów i nawet z tego względu powinny być zachowane. W

przypadku siedlisk wodnych mogą to być obiekty punktowe jak zbiorniki wodne o różnej wielkości, stanowiące główną ostoję w mieście chronionych gatunków płazów oraz szeregu gatunków bezkręgowców, ptaków i drobnych ssaków żyjących w ich sąsiedztwie. W ciągu ostatnich 15 lat z terenu Krakowa ubyło około 25% małych stawów a dalszych 21% jest w zaniku. Oznacza to, że jeśli nie podejmiemy szybkich działań straty miejsc rozrodu płazów wyniosą przeszło 40% , co jest procesem katastrofalnie szybkim. Zmiany te przyczyniają się zatem do gwałtownego zanikania ekosystemów wodnych i siedlisk hydrogenicznnych oraz związanej z nimi flory i fauny.

Fragmentowanie siedlisk w połączeniu z zabudowywaniem wielu cennych pod względem przyrodniczym obszarów, przecinanie naturalnych korytarzy ekologicznych, przesuszanie siedlisk i zasypywanie zbiorników wodnych prowadzi do katastrofalnego i niezwykle szybkiego zubażania fauny i flory Krakowa. Jest to tym bardziej niebezpieczne, że niszczymy cenne siedliska wraz z gatunkami rzadkimi lub zagrożonymi wyginięciem. Ubytek terenów otwartych i ich fragmentacja eliminuje od razu gatunki największe, a jednocześnie wymagające do przetrwania większych powierzchniowo siedlisk. Są to na ogół gatunki najcenniejsze. Należy do nich błotniak stawowy i bocian biały. W sytuacji tak intensywnych zmian, odporność na zagrożenia wykazują głównie gatunki powszechnie występujące, zaadaptowane do siedlisk miejskich. Są to gatunki o stosunkowo niewielkich wymaganiach siedliskowych, zwykle pospolite i liczne w miastach.

Wraz z przemianami ustrojowym zaniechano gospodarki rolnej na wielu terenach znajdujących się w granicach administracyjnych miasta. Doprowadziło to, w wyniku procesów sukcesji roślinnej do zarastania łąk i pól, czego następstwem jest zanikanie mozaiki użytków rolnych. W wyniku zaniechania uprawy roli i koszenia łąk zbiorowiska łąkowe i polne, uległy przeobrażeniu w formację ziołorośli z zakrzaczeniami, a część uległa zabudowie. Były one zawsze ostoją szeregu cennych, chronionych także prawem europejskim gatunków, takich jak czajka, przepiórka, derkacz i gąsiorek. W ostatnich latach gwałtownie skurczyła się liczba wymienionych gatunków typowych dla tych siedlisk. Ich przetrwanie ma krytyczne znaczenie dla zachowania bioróżnorodności Krakowa. Jedynie w północno-wschodniej części Krakowa zachowały się duże obszary pól uprawnych. Ich obecność jest nie tylko warta ochrony ze względów krajobrazowych, ale także ze względu na zachowanie ginącego już w skali Europy skowronka polnego, przepiórki i ortolana. W ostatnich latach nie stwierdzono występowania chomika, który był jeszcze obserwowany w latach 90. ubiegłego wieku na polach koło Tyńca.

Lokalnym zagrożeniem dla prawidłowego funkcjonowania systemu przyrodniczego są praktyki wypalania traw i zarośli. Niestety w taki sposób niektórzy mieszkańcy wyrażali swoją dezaprobatę wobec projektowanemu zakwalifikowaniu terenu do sieci Natura 2000, niszcząc potencjalne przedmioty ochrony.

Do wymienionych czynników dodać należy także stres związany z zanieczyszczeniem środowiska, któremu poddawane są rośliny w warunkach miejskich powoduje poważne zmiany w przebiegu procesów fizjologiczno-biochemicznych, w konsekwencji zaburzenia w morfologii roślin, zaburzenia ich wzrostu i rozwoju. Głównymi problemami dla roślin egzystujących w środowisku miejskim jest kseryzacja (susza) i toksyzacja praktycznie wszystkich elementów ożywionego środowiska miejskiego. Do czynników wywierających szkodliwy wpływ na roślinność w miastach zalicza się także zniszczenie i zasolenie naturalnej gleby (Maciejewska, 2008).



**Efekt wypalania traw i zarośli na Zakrzówku (fot. B. Degórska)**

Niekorzystne dla funkcjonowania roślinności procesy prowadzą między innymi do degradacji wielu cennych siedlisk oraz zaniku licznych chronionych gatunków roślin. Według badań E. Dubiela (Dubiel E., Szwaagrzyk J. – red., 2008) na terytorium Krakowa w jego obecnych granicach rosło dawniej około 80 gatunków roślin naczyniowych podlegających współcześnie ochronie ścisłej<sup>8</sup>. Do naszych czasów zachowało swoje stanowiska tylko około 40, przy czym większość należy do bardzo rzadko spotykanych. Już pod koniec XIX wieku wyginęły takie gatunki jak: aldrowanda pęcherzykowata (*Aldrovanda vesiculosa*) znana z Koła Tynieckiego i kukulka bzowa (*Dactylorhiza sambucina*) rosnąca na Sikorniku. Podobny los spotkał wiele gatunków w XX wieku. Nie odnaleziono m.in.: sasanki otwartej (*Pulsatilla patens*), kotewki orzecha wodnego (*Trapa natans*), róży francuskiej (*Rosa gallica*), bagna zwyczajnego (*Ledum palustre*) i kłoci wiechowatej (*Cladium mariscus*). Dla ostatniej z wymienionych planowano nawet utworzenie rezerwatu koło Wzgórz Tynieckich. Czasami po wielu latach, gatunek uznany za wymarły zostaje zinwentaryzowany ponownie. Tak było w przypadku zawilca wielkokwiatowego (*Anemone sylvestris*) znalezionej na Kopcu Krakusa (Guzik, Pacyna 2005).

W warunkach miejskich strukturę i mechanizmy funkcjonowania, zwłaszcza fragmentów naturalnych i półnaturalnych ekosystemów zaburza inwazja roślin obcego pochodzenia, przyczyniająca się m. in. do zanikania rodzimej roślinności. Inwazja tych gatunków może prowadzić do przejściowego lub trwałego zakłócenia równowagi w przyrodzie miasta, a skutkować nawet utratą walorów przyrodniczych, tożsamości krajobrazowej, a nawet różnorodności biologicznej (Dubiel E., Szwaagrzyk J., red. - 2008).

A. Szlaga (Dubiel E., Szwaagrzyk J., red. - 2008) wskazuje że:

- Obce gatunki roślin najchętniej wkraczają na przekształcone przez człowieka siedliska charakterystyczne dla warunków miejskich, tworząc zwykle zwarte fitocenozy, w

---

<sup>8</sup> Informacje do niniejszego rozdziału zaczerpnięto z pracy „Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa, 2008, red. E. Dubiel, J. Szwaagrzyk. Wydawcą niniejszej publikacji jest Urząd Miasta Krakowa, który udostępnił ją do wykorzystania w opracowaniu ekofizjograficznym. Wyboru treści z podanej publikacji dokonał redaktor .

których dominują, wypierając rodzime elementy flory. Najłatwiej zasiedlane są tereny poza zwartym kompleksem leśnym, np. ugory porolne, opuszczone osady ludzkie, tereny przemysłowe, gruzowiska, nasypy kolejowe, otoczenia dróg, rowy, doliny rzek i potoków itp.

- Jednym z głównych źródeł wysoce inwazyjnych roślin są liczne ogrody przydomowe oraz ogródki działkowe. Spotykamy w nich pnącza – kolczurkę klapowaną (*Echinocystis lobata*) oraz winobluszcz (*Parthenocissus* ssp.). Gatunki te opanowują najczęściej siedliska łąkowe, gdzie oplatają gęsto drzewa i tłumią rodzime gatunki roślin. Winobluszcz porastający mury i otoczenie zamku w Przegorzalach, willi Szyszko-Bohusza, stanowi zagrożenie dla kserotermicznych muraw, położonego w bliskim sąsiedztwie rezerwatu przyrody „Skałki Przegorzalskie”.
- Na wilgotniejszych stanowiskach spotkać można inne gatunki, które wymknęły się z ogrodów, m.in. bardzo ekspansywnego niecierpka gruczołowatego (*Impatiens glandulifera*) oraz rotacznicę (rudbekię) nagą (*Rudbeckia lacinata*) – opanowujące najczęściej doliny rzeczne oraz nieużytki.
- Nawłoc kanadyjska (*Solidago canadensis*), podobnie jak nawłoc późna (*Solidago gigantea*), to gatunki wkraczające głównie do zbiorowisk roślinnych terenów otwartych, gdzie tworząc zwarte łany porastają znaczne powierzchnie. Do gatunków drzewiastych, które najczęściej uciekają z ogrodów należy zaliczyć sumaka octowca (*Rhus typhina*), cenionego za atrakcyjną purpurową, jesienną barwę liści, który w przypadku mechanicznego uszkodzenia korzeni daje ogromną liczbę odrośli.
- Na terenie miasta obserwuje się ostatnio wyjątkowo częste występowanie orzecha włoskiego (*Juglans regia*) poza sadami i ogrodami, a sprzyja temu skuteczna ornitochoria – rozsiewanie nasion przez ptaki – głównie gawrony, licznie gniazdujące w mieście. Podobnie jest z owocami czeremchy amerykańskiej (*Padus serotina*).
- Wprowadzone niegdyś jako rośliny paszowe – barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnovskyi*) oraz barszcz Montegazziego (*H. mantegazzianum*), należą do najbardziej znanych roślin inwazyjnych, z uwagi na powodowanie dotkliwych poparzeń u ludzi oraz poprzez osiągnięcie imponujących rozmiarów. Bardzo częstym gatunkiem inwazyjnym, trudnym do wyeliminowania jest rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica*), zajmujący głównie tereny ruderalne oraz wkraczający w doliny rzeczne. Klon jesionolistny (*Acer negundo*) to gatunek związany głównie z terenami kolejowymi, gdzie był niegdyś nasadzany z uwagi na jego szybki wzrost, a obecnie spotykany jest licznie na niemal całym obszarze Krakowa, niejednokrotnie w postaci litych zadrzewień, zarówno na siedliskach ruderalnych, jak i łąkowych.
- Rośliny inwazyjne są w stanie zmienić środowisko naturalne w nieodwracalny sposób, a zwalczanie często okazuje się mało skuteczne. Ważnym jednak wydaje się zahamowanie ich dalszego rozprzestrzeniania, poprzez ochronę ekosystemów przed zaburzeniami sprzyjającymi inwazji. Najważniejsze jednak jest zapobieganie przed wnikaniem roślin obcego pochodzenia do naturalnych środowisk, głównie poprzez edukację pozwalającą poznać potencjalne gatunki inwazyjne, mechanizmy procesów inwazyjnych, metody ich rozprzestrzeniania, a także metody ich zwalczania. Należy jednak pamiętać, że usunięcie drzew i krzewów ozdobnych, a do takich zalicza się klon jesionolistny czy sumak octowiec, wymaga uzyskania, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, zezwolenia w postaci decyzji administracyjnej, co nie dotyczy jednak drzewek w wieku poniżej 5 lat.

Na terytorium Krakowa inwazją gatunków obcych zagrożone są także obszary o szczególnych wartościach, podlegające ochronie przyrody, w tym głównie obiekty dopuszczające rozwój osadnictwa jak parki krajobrazowe.

Jak już podkreślono, największym zagrożeniem dla potencjału biotycznego środowiska przyrodniczego Krakowa jest bieżąca presja inwestycyjna. Może ona prowadzić do nieodwracalnej degradacji struktury przyrodniczej miasta, jak to już ma miejsce w wielu dzielnicach Krakowa, gdzie zniszczono siedliska, sieć połączeń ekologicznych (korytarzy ekologicznych), co prowadzi do izolacji lokalnych populacji i do ich wyginięcia. Negatywne dla funkcjonowania przyrody procesy generowane przez żywiłowy rozwój zabudowy będą trudne do opanowania w związku z bardzo małym pokryciem Krakowa planami o charakterze ochronnym oraz niechęcią znacznej części mieszkańców do uchwalania takich planów. Korytarze ekologiczne w mieście są decydującym elementem w funkcjonowaniu systemu przyrodniczego miasta. Ze względu na fakt, że zabudowa i infrastruktura drogowa tworzą bardzo skuteczne bariery, często na długości wielu kilometrów. Prawidłowe ukształtowanie korytarzy ekologicznych oraz ochrona najcenniejszych siedlisk są kluczem do zachowania systemu przyrodniczego miasta.

Jedną z przyczyn braku ochrony fauny w Krakowie jest niewystarczający zakres jej rozpoznania. Jednak nawet w przypadku grup lepiej poznanych wiedza ta nie przekłada się na ich ochronę. O celowości takich badań może świadczyć zidentyfikowanie na terenie Krakowa, ślimaka - poczwarówki zwężonej, gatunku bardzo rzadkiego w Polsce i Europie, chronionego Dyrektywą Siedliskową Unii Europejskiej. Niezadawalający stan ochrony fauny Krakowa wynika także z braku jakiegokolwiek systemu monitoringu zasobów biotycznych miasta. Sprawia to, że w razie zauważenia zmian jest już zwykle późno na skuteczną interwencję.

Biorąc pod uwagę obecnie występujące procesy przestrzenne na terenie Krakowa wydają się wysoce prawdopodobne następujące scenariusze zmian środowiska biotycznego:

- W ciągu najbliższych kilku lat wszystkie cenniejsze pod względem przyrodniczym tereny o większej powierzchni ulegną pofragmentowaniu i osuszeniu;
- Obniżenie poziomu wód gruntowych spowoduje zanikanie bardzo cennych siedlisk hydrogenicznych i licznych związanych z nimi chronionych gatunków roślin i zwierząt.
- W związku z osuszaniem siedlisk znikną duże cenne gatunki, takie jak gnieźdzący się na ziemi ptak drapieżny - błotniak stawowy oraz bocian biały. Prawdopodobnie zniknie także czajka i bekas kszyc.
- Liczba zbiorników wodnych, które stanowią miejsce rozrodu płazów skurczy się do połowy lub nawet  $\frac{1}{4}$  ogólnej liczby, co spowoduje gwałtowny zanik płazów w mieście.
- W wyniku zaniku ciągłości i drożności kanałów oraz mniejszych potoków - prawdopodobnie wyginie chroniony piskorz i śliz.
- W wyniku zaniechania uprawy roli i koszenia łąk zbiorowiska łąkowe i polne ulegać będą dalszemu przeobrażeniu w formację ziołorośli z zakrzaczeniami, a w przypadku niepodjęcia działań, podlegać będą dalszej sukcesji leśnej, czego wynikiem będzie zanikanie gatunków typowych dla tych siedlisk, takich jak: czajka, przepiórka, derkacz, gąsiorek, ortolan.
- Pojawiające się nowe bariery ekologiczne - przyczynią się do jeszcze większej izolacji - dotyczy to zwłaszcza płazów, zajęcy i kuropatw oraz dużej grupy bezkręgowców, co także przyczyni się do zanikania tych gatunków.
- Ubytek szeregu mniejszych enklaw niezalesionych otwartych terenów zielonych



- spowoduje gwałtowne skurczenie się bogactwa motyli.
- Nastąpi dalsze rozprzestrzenianie się gatunków obcych, zagrażając rodzimej roślinności.

## 11. OCENA STANU I FUNKCJONOWANIA OBSZARÓW CHRONIONYCH (BOŻENA DEGÓRSKA)

### 11.1. PARKI KRAJOBRAZOWE POŁOŻENIE I CELE OCHRONY

Krajobrazy jurajskie Krakowa chronione są na terenie trzech parków krajobrazowych: Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego, Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskie i Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego (plansza nr 10), wchodzących w skład utworzonego w 1981 r. Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych (ZJPK), o łącznej powierzchni 4778,8 ha, co stanowi 14,6% obszaru miasta. Parki otacza otulina wspólna dla wszystkich parków, która jednak charakteryzuje się brakiem ciągłości przestrzennej. Opis przebiegu granic parków i otuliny oraz podstawowe zasady i cele ochrony określono dla każdego parku, oddzielnym rozporządzeniem Wojewody Małopolskiego (tab. 15). Po zmianie stanu prawnego tj. Ustawy o ochronie przyrody, plan ochrony ZJPK utracił swoją ważność. W związku z tym podjęto prace nad opracowaniem nowych planów ochrony, oddzielnie dla każdego z parków. Jednak żaden plan nie został dotychczas zatwierdzony.

**Tabela 15. Parki krajobrazowe – podstawowe informacje (stan: 31 XII 2010)**

Lp.	Nazwa obiektu	Powierzchnia w granicach Krakowa w (ha)	Udział w powierzchni miasta (w %)	Rok utworzenia	Podstawa prawna funkcjonowania
1	Bielańsko-Tyniecki Park Krajobrazowy	4238,9	12,97	1981	Rozporządzenie nr 81/06 Wojewody Małopolskiego z dnia 17 października 2006r. w sprawie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego (Dz. Urz. Województwa Małopolskiego Nr 654, poz. 3997).
2	Park Krajobrazowy Dolinki Krakowskie	59,4	0,18	1981	Rozporządzenie 82/06 Wojewody Małopolskiego z dnia 17 października 2006r. w sprawie Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskie (Dz. Urz. Województwa Małopolskiego Nr 654, poz. 3998)
3	Tenczyński Park Krajobrazowy	480,5	1,47	1981	Rozporządzenie nr 83/06 Wojewody Małopolskiego z dnia 17 października 2006 w sprawie Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego (Dz. Urz. Województwa Małopolskiego Nr 655, poz. 3999)

## **Białańsko-Tyniecki Park Krajobrazowy**

Wschodnia część Białańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego, stanowiąca 66,1% jego ogólnej powierzchni, położona jest w zachodniej części miasta na terenie dzielnicy VII Zwierzyniec i dzielnicy VIII Dębniaki. Obejmuje przełom Wisły między Tyńcem, Salwatorem a Kryspinowem oraz najwyższe pasmo Krakowa – Zrąb Sowińca, ze Wzgórzem Św. Bronisławy. Na terenie Krakowa znajduje się bardzo cenna przyrodniczo i bardzo atrakcyjna krajobrazowo część parku, obejmująca zrębowe wzgórze przecięte doliną Wisły, porozcinane głębokimi wąwozami, na zboczach których odsłaniają się skałki z wapieni skalistych. Ponadto występują unikatowe w skali kraju rośliny i zwierzęta, wartościowe nagromadzenia obiektów i zespołów zabytkowych, niepowtarzalny w skali dużego miasta krajobraz z charakterystycznymi dominantami krajobrazowymi (m.in. Kopiec Piłsudskiego, Kopiec Kościuszki, Skały Twardowskiego, Izolowane Wzgórze Bramy Krakowskiej), dającymi wgląd w panoramę Starego Miasta, dolinę Wisły, otaczające wzgórze, a przy dobrej widoczności odległe pasma karpackie. Atrakcyjność turystyczno-rekreacyjną podnosi szlak Twierdzy Kraków oraz bliskość Starego Miasta (około 2 km od granicy Parku do Rynku Głównego). Na terenie Białańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego znajdują się cztery rezerваты przyrody: Białańskie Skałki, Panieńskie Skałki, Skałki Przegorzalskie, Skończanka oraz Użytek Ekologiczny „Uroczysko Kowadza”, a także dwa obszary Natura 2000 – Dębnicko-Tyniecki Obszar Łąkowy oraz Skawińsko-Tyniecki Obszar Łąkowy.

### **Park Krajobrazowy „Dolinki Krakowskie”**

Niewielki północno-wschodni fragment Parku Krajobrazowego „Dolinki Krakowskie”, stanowiący zaledwie 0,3% jego ogólnej powierzchni, położony jest w dzielnicy VI Prądnik Biały. W tej części Parku interesującym obiektem kulturowo-przyrodniczym jest fort Tonie z otaczającą go zielenią forteczną oraz przebiegający przez ten obszar Szlak Twierdzy Kraków.

### **Tenczyński Park Krajobrazowy**

Wschodni fragment Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego, położony jest w trzech dzielnicach: IV – Prądnik Biały, VI – Bronowice i VII – Zwierzyniec, stanowi 3,5% ogólnej powierzchni Parku. Obejmuje atrakcyjny krajobraz fragmentów Działu Pasternika i Bramy Krakowskiej. Teren ten odznacza się wysokimi walorami krajobrazowymi ze względu na rzeźbę terenu, lokalizację stawów należących do zabytkowego zespołu dworskiego i mozaikę siedlisk. Obejmuje niewielki południowy fragment Użytku Ekologicznego Uroczysko w Rząsce.

## **11.1.1. Cele ochrony**

Zgodnie z przytoczonymi w tabeli 15 rozporządzeniami niniejsze parki krajobrazowe utworzono dla:

- ochrony wartości przyrodniczych (jak: zachowanie charakterystycznych elementów przyrody nieożywionej; ochrona naturalnej różnorodności florystycznej i faunistycznej; zachowanie naturalnych i półnaturalnych zbiorowisk roślinnych, ze szczególnym uwzględnieniem roślinności kserotermicznej, torfowiskowej oraz wilgotnych łąk; zachowanie korytarzy ekologicznych),
- ochrony wartości historycznych i kulturowych (jak: ochrona tradycyjnych form zabudowy i zespołów wiejskich, podmiejskich i miejskich; współdziałanie w zakresie ochrony obiektów zabytkowych i ich otoczenia),

- ochrony walorów krajobrazowych (jak: zachowanie otwartych terenów krajobrazów jurajskich; ochrona przed przekształceniem terenów wyróżniających się walorami estetyczno-widokowymi),
- realizacji społecznych celów ochrony (jak: racjonalna gospodarka przestrzeni, hamowanie presji urbanizacyjnej; promowanie i rozwijanie funkcji zgodnych z uwarunkowaniami środowiska, w tym szczególnie turystyki, wypoczynku i edukacji).

Projekty planów ochrony parków oprócz celów ogólnych zawartych w rozporządzeniach, wskazują także na konieczność utrzymania indywidualnych cech krajobrazu, wyróżniających się przyrodniczym i kulturowym dziedzictwem, pielęgnację i konserwację istniejących wartości, odtwarzanie wartości utraconych, zapobieganie niszczeniu i przekształceniom krajobrazu, kształtowanie nowych wartości – tworzenie warunków do rozwoju społeczno-gospodarczego zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju.

### 11.1.2. Ocena funkcjonowania parków

W myśl *Ustawy o ochronie przyrody* tereny parków krajobrazowych pozostają w gospodarczym użytkowaniu przy pewnych obostrzeniach, mających na celu zachowanie najcenniejszych zasobów przyrodniczych, geologicznych, historycznych i krajobrazowych. Funkcjonowanie ich w warunkach dużego miasta generuje liczne zagrożenia, które negatywnie oddziałują na stan środowiska. Obszar parków krajobrazowych, mimo że na tle obszaru miasta wyróżnia się relatywnie wysoką jakością środowiska, pozostaje pod wpływem antropogenicznych i naturalnych zagrożeń. Środowisko parków charakteryzuje ogólnie niska jakość wód powierzchniowych, a głównie Wisły i Sanki, zanieczyszczenie powietrza często przekraczające dopuszczalne normy, występowanie gleb o zróżnicowanym poziomie zanieczyszczeń, inwazja gatunków regionalnie obcych, jak i presja urbanizacyjna. Mocne strony to nadal atrakcyjny krajobraz, występowanie cennych gatunków flory i fauny oraz wysoka wartość przyrodnicza roślinności, a także relatywnie dobra jakość wód podziemnych. Zagrożenia naturalne obszaru parków to głównie: zagrożenie powodziowe, a w okresach deficytu opadów zagrożenie suszą, zagrożenie erozją wodną, zagrożenie ruchami masowymi, w tym także obrywami i osuwiskami oraz słabo rozpoznane zagrożenia radonem.

Obecnie na terenie parków następuje degradacja naturalnego krajobrazu jurajskiego oraz regionalnych elementów kulturowych głównie w wyniku żywiłowej urbanizacji, wprowadzania obcych regionalnie, zazwyczaj bezstylowych form urbanistycznych, obudowywania kompleksów leśnych, wkraczanie zabudowy na coraz wyższe tereny, co skutkuje zabudowywaniem ciągów, punktów i przedpoli widokowych. Oprócz degradacji walorów widokowych następuje także odchodzenie od tradycyjnych form gospodarki rolniczej, szczególnie pasterskiej i łąkowej, co w niedalekiej perspektywie doprowadzi do wyginięcia szeregu cennych zbiorowisk półnaturalnych oraz związanych z nimi gatunków rzadkich. Ekspansja osadnictwa na tereny bardzo atrakcyjne, wraz ze szczelnym grodzeniem działek, prowadzi także do przerywania oraz zawężania ciągów ekologicznych, zmniejszania przestrzeni biologicznie czynnej, ograniczania przestrzeni turystycznej, zwiększania niskiej emisji oraz innych negatywnych skutków dla środowiska. Wprowadzane są także gatunki niezwiązane z rodzimą roślinnością, co jest sprzeczne z wytycznymi ochrony. Z drugiej strony na terenie miasta trudno całkowicie wyłączyć obszar parków spod dalszej zabudowy, dlatego niezbędne jest wypracowanie kompromisu oraz skutecznego systemu eliminacji lub minimalizacji zagrożeń oraz zachowania wartości przyrodniczych i krajobrazowych także dla przyszłych pokoleń. Warto tutaj dodać, że wiele państw utrzymuje na terenie metropolii tereny rolnicze. W odniesieniu do Krakowa bardzo dobrym przykładem jest Wiedeń, gdzie wypracowano instrumenty wspierające działalność rolniczą.

W praktyce znaczenie parków krajobrazowych dla ochrony najcenniejszych obiektów leżących na ich obszarze w granicach Krakowa ma charakter często tylko formalny, a więc nie chroni dostatecznie występujących tu wartości. Świadczy o tym gwałtownie postępująca dewastacja niektórych terenów i brak skutecznych efektów działań na rzecz ich ochrony. Plany ochrony parków krajobrazowych okazały się mało skutecznym instrumentem prowadzenia zrównoważonej działalności na terenie parków, a zwłaszcza powstrzymania presji urbanizacyjnej, tym bardziej, że ich ważność wygasła, a nowych nie sporządzono. Wydaje się zatem, że pokrycie cennych obszarów planami miejscowymi skoordynowanymi z projektami nowych planów ochrony jest jedyną drogą zrównoważonego rozwoju takich obszarów, mając na celu ochronę ich bogactwa przyrodniczego, krajobrazowego i wartości kulturowych.

Dla zachowania dotychczasowych walorów parków niezwykle istotna jest mozaikowa struktura przestrzenna różnych typów roślinności (lasów, zarośli, łąk, pastwisk, torfowisk, muraw, szuwarów). Dodać należy, że najcenniejsze zbiorowiska nieleśne, przeważnie o półnaturalnym charakterze, powstały i utrzymują się dzięki użytkowaniu rolniczemu, w tym także prowadzonej tradycyjnie ekstensywnej gospodarce rolnej, głównie pasterskiej i łąkowej, dlatego też krajobraz naturalno-kulturowy może funkcjonować przy wspomaganie przez człowieka. Mimo że w krakowskiej części parków przeważa krajobraz kulturowy, charakteryzujący się dominacją elementów i układów sztucznych o cechach wiejsko-miejskich, to w skali wielkiego miasta teren ten należy do unikatowych i powinien być traktowany jako niezwykle wyjątkowy walor Krakowa godny zachowania. W procesie zagospodarowania przestrzennego stanowi jednak obszar problemowy, z największą koncentracją problemów przestrzennych w pasmach Tyniec – Kostrze – Bodzów – Zakrzówek oraz Zwierzyniec - Wola Justowska – Chełm – Zakamycze i Olszanica, a także w rejonie Przegorzał i Bielan.



**Tradycyjne rolnictwo na obszarze Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego Bodzowie w 2009 r. (fot. K. Walasz)**

### 11.1.3. Zakazy i ograniczenia

Zgodnie z wymienionymi w tabeli 15 Rozporządzeniami Wojewody Małopolskiego w Bielańsko-Tynieckim Parku Krajobrazowym, Parku Krajobrazowym Dolinki Krakowskie i Tenczyńskim Parku Krajobrazowym główne zakazy dotyczą:

- realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko;
- umyślnego zabijania dziko występujących zwierząt, niszczenia ich nor, legowisk, innych schronień i miejsc rozrodu oraz tarlisk i złożonej ikry, z wyjątkiem amatorskiego połowu ryb oraz wykonywania czynności w ramach racjonalnej gospodarki rolnej, leśnej, rybackiej i łowieckiej;
- likwidowania i niszczenia zadrzewień śródpolnych, przydrożnych i nadwodnych, jeżeli nie wynikają z potrzeby ochrony przeciwpowodziowej lub zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego lub wodnego lub budowy, odbudowy, utrzymania, remontów lub naprawy urządzeń wodnych;
- pozyskiwania do celów gospodarczych skał, w tym torfu, oraz skamieniałości, w tym kopalnych szczątków roślin, zwierząt a także minerałów;
- wykonywania prac ziemnych trwale zniekształcających rzeźbę terenu, z wyjątkiem prac związanych z zabezpieczeniem przeciwpowodziowym lub przeciwosuwiskowym lub budową, odbudową, utrzymaniem, remontem lub naprawą urządzeń wodnych. Zakaz nie dotyczy wykonywania koniecznych prac ziemnych bezpośrednio związanych z realizacją dopuszczalnych w Parku robót budowlanych;
- dokonywania zmian stosunków wodnych, jeżeli zmiany te nie służą ochronie przyrody lub racjonalnej gospodarce rolnej, leśnej, wodnej lub rybackiej;
- likwidowania, zasypywania i przekształcania zbiorników wodnych, starorzeczy oraz obszarów wodno-błotnych;
- wylewania gnojowicy, z wyjątkiem nawożenia własnych gruntów rolnych;
- prowadzenia chowu i hodowli zwierząt metodą bezściółkową;
- organizowania rajdów motorowych i samochodowych.

Odrębne dla parków zakazy dotyczą budowania nowych obiektów budowlanych w pasie szerokości 100 m od linii brzegów rzek i zbiorników wodnych, z wyjątkiem obiektów służących turystyce wodnej, gospodarce wodnej lub rybackiej:

- na terenie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego: budowania nowych obiektów budowlanych w pasie szerokości 100 m od linii brzegów rzek Wisły i Sanki oraz zbiorników wodnych - starorzeczka Wisły i starego wyrobiska w rejonie Jeziorzan, starorzeczy Wisły w pobliżu Tyńca (Kąty Tynieckie i Koło Tynieckie), stawu przy ul. Janasówka w Krakowie i zbiornika w starym kamieniołomie na Zakrzówku;
- na terenie Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskie: budowania nowych obiektów budowlanych w pasie szerokości 100 m od linii brzegów rzek Prądnika (Białuchy);
- Na terenie Tenczyńskiego Parku Krajobrazowego budowania nowych obiektów budowlanych w pasie szerokości 100 m od linii brzegów rzek Rudawy i Sanki oraz zbiorników wodnych - stawów pomiędzy Mydlnikami i Szczyglicami, stawu przy ul. Tetmajera w Krakowie

Od wymienionych zakazów dla niektórych terenów prawo dopuszcza jednak pewne odstępstwa, dotyczące głównie zabudowy, które wymagają indywidualnych rozstrzygnięć.

#### 11.1.4. Rekomendacje w zakresie ochrony i kształtowania środowiska parków krajobrazowych

Obszary parków krajobrazowych, a zwłaszcza położonego najbliższej strefy śródmiejskiej Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego, wymagają szczególnego potraktowania z uwagi na wzmożoną antropopresję związaną z turystyką i rekreacją oraz presją urbanizacyjną. Zgodnie z określonymi celami ochrony wskazuje się na potrzebę przyjęcia ogólnej zasady nadrzędności ochrony przyrody, ochrony wartości historyczno-kulturowych i walorów krajobrazowych nad celami urbanizacyjnymi.

Cele ochrony oraz zakazy i ograniczenia obowiązujące na terenach wchodzących w skład parków krajobrazowych określają rozporządzenia wojewody małopolskiego (tab. 15) oraz ustalają (po ich uchwaleniu) plany ochrony parków krajobrazowych, dlatego też powinno się dążyć do jak najszybszego ich uchwalenia.

Mając na uwadze dopuszczalne formy rozwoju funkcji użytkowych w granicach parków krajobrazowych, w tym możliwość niewielkiego, rygorystycznie kontrolowanego rozwoju zabudowy, wskazuje się na potrzebę skoordynowania działań w sześciu równie ważnych płaszczyznach:

- W zakresie zachowania i wzmocnienia wartości przyrodniczych:
  - ochronę naturalnej różnorodności biologicznej,
  - zachowanie cennych zbiorowisk roślinnych, ze szczególnym uwzględnieniem roślinności kserotermicznej, torfowiskowej i wilgotnych łąk,
  - niedopuszczanie do wprowadzania gatunków roślin regionalnie obcych,
  - ochronę charakterystycznych form przyrody nieożywionej,
  - wprowadzanie dolesień, zwłaszcza w obrębie wyznaczonych korytarzy ekologicznych łączących istniejące kompleksy leśne,
  - zachowanie mozaikowości krajobrazów roślinnych, w tym także terenów użytkowanych jako łąki i pastwiska.
- W zakresie ochrony wartości historycznych i kulturowych:
  - zachowanie w miarę możliwości tradycyjnych form zabudowy w zespołach wiejskich i podmiejskich, ich rozplanowania oraz krajobrazowego otoczenia,
  - ochronę obiektów zabytkowych z ich otoczeniem wpisanych do ewidencji konserwatora zabytków,
  - przeciwdziałanie wprowadzaniu w sąsiedztwie obiektów zabytkowych obiektów o formach dysharmonizujących, powodujących obniżenie wartości zabytku, jego przesłonięcie, lub zdominowanie,
  - ochronę i przywracanie walorów dziedzictwa kulturowo-przyrodniczego obiektów Twierdzy Kraków i uczytelnienie ich układu w strukturze miasta.
- W zakresie ochrony walorów krajobrazowych:
  - zachowanie szczególnych walorów krajobrazowych zrębowych wzgórz przeciętych doliną Wisły,
  - ochronę charakterystycznych płaszczyzn, ciągów i punktów widokowych.
- W zakresie urbanizacji przestrzeni:
  - ograniczenie presji urbanizacyjnej oraz zahamowanie bezładnego rozpraszania i

- rozlewania zabudowy przez utrzymywanie w krajobrazie skupionych zespołów zabudowy,
- osłabienie negatywnego wpływu barier ekologicznych na funkcjonowanie przyrody, przez zachowanie i wprowadzanie niezbędnych powiązań systemem korytarzy ekologicznych pomiędzy obszarami rdzeniowymi, a na przecięciach z uciążliwymi ciągami komunikacyjnymi konieczność tworzenia górnych lub dolnych przejść ekologicznych,
  - kontynuowanie tradycji miejsca przez nawiązanie nowej zabudowy do form zharmonizowanych z krajobrazem,
  - harmonijne wkomponowywanie w krajobraz otwarty nowych zespołów zabudowy, tak aby nie tworzyły one nowych przestrzennych dominant,
  - przeciwdziałanie wprowadzaniu funkcji produkcyjnych, a szczególnie negatywnie oddziałujących na środowisko,
  - zachowanie dopuszczalnej wysokości zabudowy w zespołach urbanistycznych – do 9 m dla zabudowy 1,5 kondygnacji, 11 m dla zabudowy 2,5 kondygnacji, przy zachowaniu nie mniej niż 70% powierzchni biologicznie czynnej, w zależności od lokalnych uwarunkowań,
  - stosowanie systemowych rozwiązań w zakresie gospodarki wodno-ściekowej i ciepłownictwa.
- W zakresie rekreacji i turystyki:
    - promowanie i rozwijanie zgodnych z uwarunkowaniami środowiska, takich funkcji jak: turystyka, rekreacja i dydaktyka ekologiczna, w tym wypromowanie unikatowych miejsc o unikatowych funkcjach jak np. możliwości nurkowania na Zakrzówku,
    - znacznie lepszego niż istnieje wyposażenia w urządzenia małej architektury rekreacyjno-turystycznej jak: ławki, wiaty, informatory turystyczne itp. oraz sanitariaty,
    - wyznaczenie nowych szlaków pieszo-rowerowych, tras narciarskich, przy założeniu ominięcia najcenniejszych przyrodniczo terenów,
    - tworzenie ścieżek dydaktycznych wyposażonych w interesujące informacje oraz lepszego nasycenia w usługi niezbędne dla obsługi osób odwiedzających parki oraz w urządzone parkingi poza strefami najcenniejszej przyrody.

## **11.2.REZERWATY PRZYRODY**

### **11.2.1. Położenie i cele ochrony**

W Krakowie utworzono 5 rezerwatów przyrody, w tym cztery zlokalizowane są w obrębie Bielańsko – Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Łączna powierzchnia rezerwatów wynosi 48,33 ha, co stanowi 0,14% powierzchni miasta (plansza nr 10).

**Tabela 16. Informacje statystyczne i podstawa prawna funkcjonowania rezerwatu (stan: 31 XII 2010 r.)**

Lp.	Nazwa obiektu	Powierzchnia w (ha)	Udział w powierzchni miasta (w %)	Rok utworzenia	Podstawa prawna funkcjonowania
1	Bieleńskie Skałki	1,73	0,01	1957	Zarządzenie Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 28 grudnia 1957r. w sprawie uznania za rezerwat przyrody (M.P. Nr 9 poz. 54)
2	Bonarka	2,29	0,01	1961	Zarządzenie Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 27 lipca 1961r. w sprawie uznania za rezerwat przyrody (M.P. Nr 73 poz. 310)
3	Panieńskie Skały	6,41	0,02	1953	Zarządzenie Ministra Leśnictwa z dnia 25 sierpnia 1953r. w sprawie uznania za rezerwat przyrody (M.P. Nr 84 poz. 994)
4	Skałki Przegorzalskie	1,38	0,00	1959	Zarządzenie Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 19 września 1959r. w sprawie uznania za rezerwat przyrody (M.P. Nr 82 poz. 435)
5	Skołczanka	36,52	0,11	1957	Zarządzenie Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 28 grudnia 1957r. w sprawie uznania za rezerwat przyrody (M.P. Nr 9 poz. 53)

**Rezerwat Bieleńskie Skałki** – rezerwat leśny, położony w dzielnicy VII Zwierzyniec na terenie Bieleńsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Zgodnie z aktem powołującym (tab. 16). Utworzony został w celu zachowania ze względów naukowych pierwotnego zbiorowiska roślinności kserotermicznej. Początkowy status rezerwatu ścisłego spowodował zakaz zabiegów ochronnych wspomagających ochronę zbiorowisk kserotermicznych przed sukcesją leśną. Obecnie w związku ze zmianą przedmiotu ochrony przyroda rezerwatu podlega ochronie biernej. Celem ochrony są obecnie procesy spontanicznej sukcesji roślinności leśnej, umożliwiające odtwarzania się naturalnego układu zbiorowisk. Naturalne procesy sukcesji leśnej są obecnie przedmiotem badań naukowych.

**Rezerwat Skołczanka** - położony w dzielnicy VIII Dębniaki na terenie Bieleńsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Zgodnie z aktem powołującym rezerwat (tab. 16) utworzony został w celu zachowania ze względów naukowych fragmentu lasu z roślinnością stepową, będącego ostoją wielu rzadkich gatunków owadów, w tym także występujących na jedynym stanowisku w Polsce. Zakwalifikowany jako rezerwat krajobrazowy fitocenotyczny obejmujący zgrupowania różnych ekosystemów.





**Skalnik driada *Minois dryas* (Rezerwat Skołczanka); fot. K. Walasz)**

**Rezerwat Skałki Przegorzalskie** – rezerwat krajobrazowy fitocenotyczny, położony w dzielnicy VII Zwierzyniec, na terenie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Zgodnie z aktem powołującym rezerwat (tab. 16) utworzony został w celu zachowania ze względów naukowych i dydaktycznych ściany skalnej z pierwotną roślinnością kserotermiczną, a obecnie podlegający czynnej ochronie przyrody. Ma duże znaczenie w skali kraju dla ochrony flory i fauny środowisk kserotermicznych, w tym bardzo rzadkich gatunków zagrożonych wymarciem roślin kserotermicznych. Szczególnie cenne są tu rzadkie wątrobowce *Mannia fragrans*. *Asterella staccata* od kilkunastu lat nie jest już potwierdzany. Jest to obecnie jedyne stanowisko w Polsce. Oprócz ochrony typowego dla Jury Krakowskiej skalistego zbocza zajmowanego przez charakterystyczne biocenozy, ważne jest także zachowanie wartości krajobrazowych dla doliny Wisły pod Krakowem.

**Rezerwat Panieńskie Skały** - rezerwat krajobrazowy, położony w dzielnicy VII Zwierzyniec na terenie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Zgodnie z aktem powołującym rezerwat (tab. 16) utworzony został w celu zachowania ze względów naukowych, dydaktycznych i społeczno-kulturalnych jedyne pod Krakowem fragmentu lasu naturalnego z malowniczymi, występującymi na powierzchni skałami wapiennymi. Ochroną objęty jest wąwóz jurajski z wychodniami skał wapiennych oraz las bukowy i grąd.

**Rezerwat Bonarka** – położony na terenie dzielnicy XI Podgórze Duchackie. Rezerwat geologiczny. Przedmiotem ochrony są tu: uskoki geologiczno - tektoniczne, powierzchnie abrazyjne oraz odsłonięte utwory jurajskie, kredowe i trzeciorzędowe. Rezerwat położony najbliżej Starego Miasta.

### 11.2.2. Główne ograniczenia w użytkowaniu i zagospodarowaniu

Zgodnie z *Ustawą o ochronie przyrody* ((Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880 z późn. zm.) w rezerwach przyrody występują znaczne ograniczenia gospodarowania ich przestrzenią, których uszczegółowienie wraz z zaleceniami w odniesieniu do lokalnych uwarunkowań powinny zawierać plany ochrony rezerwatów. Obecnie żaden rezerwat na terenie Krakowa nie ma zatwierdzonego planu ochrony. Ważniejsze zakazy w zakresie zagospodarowania przestrzennego wynikające z przytoczonej ustawy dotyczą:

- budowy lub rozbudowy obiektów budowlanych i urządzeń technicznych, z wyjątkiem obiektów i urządzeń służących celom rezerwatu przyrody;
- użytkowania, niszczenia, umyślnego uszkodzenia, zanieczyszczenia i dokonywania zmian obiektów przyrodniczych, obszarów oraz zasobów, tworów i składników przyrody;
- zmiany stosunków wodnych, regulacji rzek i potoków, jeżeli zmiany te nie służą ochronie przyrody;
- pozyskiwania skał, w tym torfu, oraz skamieniałości, w tym kopalnych szczątków roślin i zwierząt, minerałów i bursztynu;
- niszczenia gleby lub zmiany przeznaczenia i użytkowania gruntów;
- prowadzenia działalności wytwórczej, handlowej i rolniczej, z wyjątkiem miejsc wyznaczonych w planie ochrony;
- ruchu pieszego, rowerowego, narciarskiego i jazdy konnej wierzchem, z wyjątkiem szlaków i tras narciarskich wyznaczonych przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska; wspinaczki, eksploracji jaskiń lub zbiorników wodnych, z wyjątkiem miejsc wyznaczonych przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska;
- ruchu pojazdów poza drogami publicznymi oraz poza drogami wskazanymi przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska;
- używania łodzi motorowych i innego sprzętu motorowego, uprawiania sportów wodnych i motorowych, pływania i żeglowania, z wyjątkiem akwenów lub szlaków przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska;
- wykonywania prac ziemnych trwale zniekształcających rzeźbę terenu;
- biwakowania, z wyjątkiem miejsc wyznaczonych przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska;
- wprowadzania gatunków roślin, zwierząt lub grzybów, bez zgody ministra właściwego do spraw środowiska i organizmów genetycznie zmodyfikowanych.

Zakazy nie dotyczą:

- wykonywania zadań wynikających z planu ochrony lub zadań ochronnych;
- prowadzenia akcji ratowniczej oraz działań związanych z bezpieczeństwem powszechnym;
- wykonywania zadań z zakresu obronności kraju w przypadku zagrożenia bezpieczeństwa państwa;
- obszarów objętych ochroną krajobrazową w trakcie ich gospodarczego wykorzystywania przez jednostki organizacyjne, osoby prawne lub fizyczne oraz wykonywania prawa własności, zgodnie z przepisami *Kodeksu cywilnego*.

Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska, po zasięgnięciu opinii Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska, może zezwolić na obszarze rezerwatu przyrody na odstępstwa od zakazów, o których mowa w ust. 1, jeżeli jest to uzasadnione potrzebą ochrony przyrody lub

realizacji inwestycji liniowych celu publicznego, w przypadku braku rozwiązań alternatywnych i po zagwarantowaniu kompensacji przyrodniczej w rozumieniu art. 3 pkt 8 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska.

Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska może zezwolić na obszarze rezerwatu przyrody na odstępstwa od zakazów, o których mowa w ust. 1, jeżeli jest to uzasadnione wykonywaniem badań naukowych lub celami edukacyjnymi, kulturowymi, turystycznymi, rekreacyjnymi lub sportowymi lub celami kultu religijnego i nie spowoduje to negatywnego oddziaływania na cele ochrony przyrody rezerwatu przyrody.

### **11.2.3. Rekomendacje w zakresie ochrony i kształtowania środowiska**

Postępująca degradacja cennej flory i fauny z wskutek naturalnej sukcesji wywołanej zaprzestaniem wypasu i gospodarczego koszenia trawy, nasuwa potrzebę intensyfikacji czynnej ochrony w większości rezerwatów położonych na terenie Krakowa. Niezbędne są zwłaszcza dalsze zabiegi mające na celu stabilizację i utrzymanie części muraw i zarośli kserotermicznych, które jeszcze nie uległy degradacji oraz ich zachowanie, z możliwością reintrodukcji rzadkich i zagrożonych wyginięciem gatunków roślin i zwierząt. Wskazane jest usuwanie obcych gatunków drzew i krzewów. W przypadku rezerwatu "Skołczanka" zalecane byłoby podjęcie ochrony czynnej polegającej na corocznym koszeniu części trawiastej oraz przynajmniej częściowego usunięcia odrastającego lasu sosnowego, na zboczach rezerwatu w celu odtworzenia siedlisk kserotermicznych. Pozwoliłoby to także na wyeksponowanie i utrzymywanie skalistych zboczy i skałek, budujących unikatowy krajobraz jurajski. Rozważyć należy możliwość utworzenia otuliny dla rezerwatu Skołczanka w celu powstrzymania presji urbanizacyjnej i poszerzenia rezerwatu Panieńskie Skały w kierunku zachodnim, co wymaga jednak odrębnych badań i decyzji.

Ważnym działaniem ze strony Miasta wspomagającym ochronę przyrody byłoby powstrzymanie presji urbanizacyjnej na tereny bezpośrednio otaczające rezerwaty, a głównie rezerwat Skołczanka, gdzie presja ta ujawnia się najostrzej, a w nieco mniejszym zakresie odnosi się także do rezerwatów Panieńskie Skały, Bielańskie Skałki, Przegorzalskie Skałki. Ograniczenia wymaga także budowa szczelnych ogrodzeń, odcinających możliwość migracji zwierząt m. in. w kierunku Wisły.

Rekomenduje się, aby niektóre rezerwaty przyrody, ze względu na położenie na terenie dużego miasta i ośrodka międzynarodowej turystyki, zostały w nieco szerszym zakresie udostępnione dla turystów i mieszkańców. Dotyczy to przede wszystkim rezerwatów Bonarka i Panieńskie Skały, dość słabo wypromowanych, jako godne zwiedzenia obiekty w mieście, a które przy lepszym przystosowaniu do zwiedzania i spacerów szlakami omijającymi najcenniejsze siedliska, a promującymi atrakcje geologiczno-krajobrazowe, mogłyby rozszerzyć ofertę turystyczną Krakowa dla części turystów. Szczególnie atrakcyjną ofertą w zakresie edukacji geologicznej mógłby zaoferować rezerwat Bonarka, jako obiekt w bliskiej odległości od Starego Miasta, położony w bardzo atrakcyjnym pod względem krajobrazowym rejonie Krzemionek Podgórskich z licznymi nieczynnymi kamieniołomami i z górującym Kopcem Krakusa, otwierającym panoramę na Stare Miasto, okoliczne kamieniołomy i Kraków przemysłowy.

### 11.3. OBSZARY NATURA 2000

Na terenie Krakowa znajdują się 3 obszary Natura 2000, które Komisja Europejska uznała oficjalnie za tereny mające znaczenie dla Wspólnoty (plansza nr 10). Zatwierdzone zostały Decyzją Komisji (2011/64/UE) z dnia 10 stycznia 2011 r. w sprawie przyjęcia na mocy dyrektywy Rady 92/43/EWG czwartego zaktualizowanego wykazu terenów mających znaczenie dla Wspólnoty składających się na kontynentalny region biogeograficzny. W wyniku tej decyzji ustanowiono w Krakowie trzy specjalne obszary ochrony siedlisk (tzw. obszary „siedliskowe”), których charakterystykę wykonano na podstawie informacji Ministerstwa Środowiska (<http://natura2000.gdos.gov.pl>) z listopada 2009 r.

**Łąki Nowohuckie** – kod TZW: PLH120069, powierzchnia: 59,8 ha. Położony na terenie użytku ekologicznego Łąki Nowohuckie na miejscu dawnego XVIII-to wiecznego koryta Wisły, przekształconego następnie w rozległe starorzecze, po którym do czasów dzisiejszych pozostało niewielkie oczko wodne otoczone dobrze zachowanymi łąkami nadwiślańskimi. 98% powierzchni tego obszaru zajmują zbiorowiska łąkowe i pastwiskowe. Wśród nich 40% ogólnej powierzchni obszaru stanowią siedliska należące do typu niżowych i górskich świeżych łąk użytkowanych ekstensywnie (*Arrhenatherion elatioris*), które wymieniono w Załączniku I Dyrektywy Rady 92/43EWG. Pozostałe 2% to tereny zainwestowane, głównie przemysłowe.

Obszar chroni przede wszystkim cztery gatunki motyli wymienionych w Załączniku II Dyrektywy Dyrektywy Rady 92/43/EWG (modraszek telejus *Maculinea teleius*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar* i czerwonończyk fioletek *Lycaena helle*) oraz cenne siedliska roślin żywicielskich tych motyli, a także inne wartościowe siedliska i gatunki.

Z ptaków wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Rady 79/409/EWG na obszarze Łąk Nowohuckich występują bocian biały (*Ciconia ciconia*), derkacz (*Crex crex*), gąsiorek (*Lanius collurio*).

Obecnie teren ten oprócz funkcji ochronnej pełni także funkcję rekreacyjną dla okolicznych mieszkańców. Ważna jest także jego rola edukacyjna w zakresie edukacji o środowisku, zwłaszcza dla uczniów krakowskich szkół.

**Skawiński Obszar Łąkowy** – kod TZW: PLH120079, powierzchnia: 44,1 ha. Obszar przylega do Lasów Tynieckich. 96% powierzchni znajduje się w granicach Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Około 5% powierzchni leży poza granicami Krakowa w gminie Skawina. Charakteryzuje go następujące pokrycie terenu: łąki i pastwiska zajmują 82%, lasy liściaste – 14%, grunty orne – 3%, tereny budowlane 1%. Obejmuje w większości łąki, w tym wilgotne z dużym udziałem krwiściagu lekarskiego *Sanguisorba officinalis* i trzęślicowe z ginącym gatunkiem goryczki wąskolistnej *Gentiana pneumonanthe* gatunków będących roślinami żywicielskimi modraszków oraz z innymi cennymi gatunkami. Obejmuje następujące siedliska wymienione w Załączniku I Dyrektywy Rady 92/43/EWG: niżowe i górskie świeże łąki użytkowane ekstensywnie (*Arrhenatherion elatioris*) - 10% powierzchni i zmiennowilgotne łąki trzęślicowe (Molinion) – 4%.

Rola tego obszaru ukierunkowana jest głównie na ochronę biotopów związanych z bytowaniem modraszków, tworzących elementy sieci powiązań występowania motyli w południowej Polsce. Obszar chroni cztery gatunki motyli wymienionych w **Załączniku II** Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Są to: modraszek telejus *Maculinea teleius*, modraszek nausitous *Maculinea nausithous*, czerwonończyk nieparek *Lycaena dispar* i czerwonończyk fioletek *Lycaena helle*, a wśród niewymienionych w dyrektywie bezkręgowców m. in. modraszka alkon *Maculinea alcon* i skalnika driada. W związku z ograniczoną powierzchnią tego obszaru Natura 2000, chroni tylko część populacji.

Spośród ptaków wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Rady 79/409/EWG w jego obrębie występują derkacz *Crex crex* i gąsiorek *Lanius collurio*.

Oprócz gatunków wymienionych w dyrektywach UE obszar chroni także inne cenne gatunki roślin i zwierząt.

**Dębnicko-Tyniecki Obszar Łukowy** (kod TZW: PLH120065) – pow. 282,9 ha. W skład jego wchodzi 4 podobszary, z których trzy leżą na terenie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego, w tym jeden wkracza na teren Rezerwatu Skołczanka, natomiast południowy kompleks położony jest w otulinie Parku Krajobrazowego. Obszar o bardzo zróżnicowanej rzeźbie i warunkach siedliskowych. Obejmuje zarówno pozostałości podmokłych łąk w dolinie Wisły (Kostrze, Sidzina, Skotniki), w tym: łąki trzęślicowe z ginącym gatunkiem goryczki wąskolistnej *Gentiana pneumonathe*, łąki świeże oraz łąki wilgotne z dużym udziałem krwiściągu lekarskiego *Sanguisorba officinalis*, gatunków będących roślinami żywicielskimi modraszków oraz z innymi cennymi gatunkami roślin, jak i murawy kserotermiczne wykształcone na wapiennych, nasłonecznionych miejscowo skałach jurajskich, głównie w obrębie form zrębowych.

Obszar ten chroni przede wszystkim cztery gatunki motyli wymienione w Załączniku II Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Należą do nich dwie metapopulacje modraszków (modraszek telejus *Maculinea teleius* i modraszek nausitous *Maculinea nausithou*) oraz miejsca liczego występowania czerwończyka nieparka *Lycaena dispar* i czerwończyka fioletka *Lycaena helle*. Ma także duże dla ochrony niewymienionych w dyrektywie motyli - modraszka alkon *Maculinea Aldon* i bardzo rzadkiego w Polsce i zagrożonego wyginięciem skalnika driada *Minos dryas*.

Do ptaków tego obszaru wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Rady 79/409/EWG należą: bocian czarny *Ciconia nigra*, bocian biały *Ciconia ciconia*, derkacz *Crex crex*, bączek *Ixobrychus minutus*, gąsiorek *Lanius collurio*, jarzębatka *Sylvia nisoria*. Do cennych regularnie występujących ptaków migrujących niewymienionych załączniku Rady dodać można także czajkę *Vanellus vanellus*.

Na analizowanym obszarze występuje ujęta w Załączniku II Dyrektywy Rady 92/43/EWG należąca do płazów traszka grzebieniasta *Triturus cristatus*.

Obszar chroni także 2 rośliny spośród wskazanych w Załączniku II Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Sąto lipiennik Loesela *Liparis loeselii* i staroduba łąkowego *Angelica palustris*. Celem ochrony są także siedliska wymienione w Załączniku I Dyrektywy Rady 92/43/EWG zmiennowilgotne łąki trzęślicowe *Molinion* (16% pokrycia), niżowe i górskie świeże łąki użytkowane ekstensywnie *Arrhenatherion elatioris* (14%), murawy kserotermiczne *Festuco-Brometea*, jakkolwiek priorytetowe są tylko murawy z istotnymi stanowiskami storczyków (3%), starorzeczka i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z *Nympheion* i *Potamion* (0,06%), górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk (0,03%).

Obszar ten użytkowany jest głównie jako łąki i pastwiska (69% pow.). Lasy liściaste zajmują 16%, grunty orne 13%, a złożone systemy upraw i działek 2% powierzchni.

### 11.3.1. Zagrożenia i rekomendacje

Do degradacji obszarów Natura 2000 przyczynia się kilka czynników. Jednym z ważniejszych jest zaprzestanie rolniczego użytkowania ziemi jako łąki i pastwiska na terenach, gdzie ustanowiono obszary Natura 2000, a zwłaszcza w granicach Dębnicko-Tynieckiego Obszaru Łukowego. Doprowadziło to między innymi do rozprzestrzenienia się zarosli głogu i karagany oraz zwartych łąnów trzcinowisk w wilgotniejszych miejscach i łąnów nawłoci (gatunek obcy), a teren stał się atrakcyjny dla budownictwa, także w wyniku obniżenia zwierciadła wód gruntowych (Ministerstwa Środowiska

<http://natura2000.gdos.gov.pl>). Zagrożenie wiąże się także z istniejącą w ich otoczeniu zabudową i wykorzystywaniem obszarów Natura 2000 jako terenów rekreacyjnych. Obserwowane są także praktyki wypalania traw i zarośli.



**Wypalanie łąk w Kostrzu na terenach obecnie włączonych do sieci Natura 2000 (fot. B. Degórska)**

Szczególnie niebezpieczna jest nasilającą się presja inwestycyjna ukierunkowana na rozwój zabudowy mieszkaniowej w bezpośrednim otoczeniu tych obszarów, a nawet w obrębie ich obecnych granic. Świadczą o tym pozwolenia na budowę, których w ostatnich latach najczęściej wydano dla północnych obrzeży obszaru Łąki Nowohuckie, a w Dębnicko-Tynieckim Obszarze Łąkowym głównie dla terenu pomiędzy ulicami Skotnicką, Zakrzowiecką i Gronostajową. Zmiany mogą się również wiązać z ograniczeniem bazy pokarmowej. W rezultacie może to doprowadzić do szybkiej degradacji przyrodniczej obszarów Natura 2000, zwłaszcza ograniczenia możliwości przetrwania wielu gatunków bezkręgowców, zmniejszenia ich populacji, a nawet zaniku najcenniejszych siedlisk i gatunków.



**Nowa zabudowa w strefie granicznej obszaru Natura 2000 – Łąki Nowohuckie (fot. B. Degórska)**

Obszary Natura 2000 wymagają zachowania powiązań przestrzennych pomiędzy nimi, zarówno w obrębie Krakowa, jak i z terenami otaczającymi, systemem korytarzy ekologicznych, mimo, że według Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska, przez Kraków nie przebiega żaden korytarz ekologiczny istotny w skali kraju. Na terytorium Krakowa wyznaczono korytarze ekologiczne zapewniające powiązania w skali lokalnej i regionalnej pomiędzy utworzonymi obszarami Natura 2000 (Walasz, 2008; plansza nr. 9). W tym zakresie niezbędna jest współpraca z gminami sąsiednimi. W związku z budową autostrady A4 jeden z ważniejszych korytarzy ekologicznych nawiązujący do obniżenia Sidzinki oraz występujące w jego obrębie siedliska proponowane do utworzenia obszaru Natura 2000 „Łąki Kobierzyńskie” zostały w dużej mierze zdegradowane, niemniej jednak wskazuje się na potrzebę zachowania ciągów przyrodniczych wzdłuż autostrady.

Wymagane jest zatem właściwe użytkowanie obszarów Natura 2000, jako terenów niezacienionych, chronionych przed zabudową wraz z ich najbliższym otoczeniem, sukcesją leśną na tereny pokryte roślinnością trawiastą i zakrzaczeniami, osuszeniem i innymi negatywnymi dla nich skutkami antropopresji. Szczegółowe wskazania dotyczyć muszą także zabiegów koszenia.

Oprócz funkcji ochrony przyrody, stanowić mogą obiekt zwiedzania wybranej grupy turystów i mieszkańców (miłośników przyrody) oraz miejsce edukacji ekologicznej, co wymaga jednak specjalnego urządzenia. Szczególnie istotne jest zagospodarowanie terenów sąsiadujących z obszarami Natura 2000 w sposób ukierunkowany na zatrzymanie części odwiedzających te tereny w strefie otaczającej. Byłaby to zatem strefa buforowa, a jednocześnie strefa ograniczonej rekreacji. Niezbędne jest racjonalne działanie, w którym cele ochronne postrzegane będą jako nadrzędne.



**Modraszek nausitous *Maculinea nausithous* (Kostrze) - fot. K. Walasz**



**Roślina żywicielska modraszków – krwiściąg lekarski *Sanguisorba officinalis* (Kostrze)  
- fot. K. Walasz**

## **11.4.UŻYTKI EKOLOGICZNE**

W Krakowie ustanowiono osiem użytków ekologicznych: Łąki Nowohuckie, Uroczysko w Rzęsce, Rozlewisko Potoku Rzewnego, Staw przy Kaczeńcowej, Uroczysko Kowadza, Dolina Prądnika, Staw Dąbski i Las w Witkowicach (Plansza nr 10).



**Tabela 17. Informacje statystyczne) i podstawa prawna funkcjonowania obiektu (stan: 31 XII 2010 r.)**

Lp.	Nazwa obiektu	Powierzchnia w granicach Krakowa w (ha)	Udział w powierzchni miasta (w %)	Rok utworzenia	Podstawa prawna funkcjonowania
1	Łąki Nowohuckie	57,17	0,17	2003	Uchwała Rady Miasta Krakowa Nr XV/100/03 z dnia 7 maja 2003 o ustanowieniu na terenie Łąg Nowohuckich użytku ekologicznego (Dz. Urz. Woj. Małopolskiego Nr 144 poz. 1908 z dnia. 13 czerwca 2003 r.)
2	Uroczysko w Rząsce	9,43	0,03	2001	Uchwała Rady Gminy Zabierzów oraz Rozporządzenie Wojewody Małopolskiego (Dz. Urz. Nr 208, poz.708 z dnia 28 grudnia .2001r.)
3	Rozlewisko Potoku Rzewnego	2,77	0,01	2008	Uchwała Nr XXXI/404/07 RMK z dnia 19 grudnia 2007 r. (Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z dn. 08 stycznia 2008 r. Nr 9 poz. 61)
4	Staw przy Kaczeńcowej	0,82	0,003	2008	Uchwała Nr XXXI/405/07 RMK z dnia 19 grudnia 2008 r. (Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z dnia 08 stycznia 2008 r. Nr 9 poz. 62)
5	Uroczysko Kowadza	1,82	0,01	2008	Uchwała Nr LX/781/08 RMK z dnia 17 grudnia 2008 r. (Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z 27.01.2009 r. Nr 33 poz. 218)
6	Dolina Prądnika	14,15	0,04	2008	Uchwała LX/782/08 RMK z dnia 17 grudnia 2008 r. (Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z dnia 27 stycznia 2009 r. Nr 33 poz. 219)
7	Staw Dąbski	2,52	0,01	2009	Uchwała Nr XC/1202/10 RMK z dnia 13 stycznia 2010 r. (Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z dnia 25 lutego 2010 r. Nr 45 poz. 302)
8	Las w Witkowicach	15,07	0,05		Uchwała Nr CXIV/1532/10 RMK z dnia 20 października 2010 r. (Dz. Urz. Woj. Małopolskiego z dnia 08.11.2010 r. Nr 578 poz. 4460).

**Łąki Nowohuckie** – (dzielnica Nowa Huta). Ochrona fragmentu pradoliny Wisły, będącego ostoją chronionych gatunków roślin i zwierząt. Z najciekawszych gatunków zwierząt występują tu gatunki ujęte na listach Dyrektywy Siedliskowej (1992), w tym z motyli: modraszki *Maculinea teleius* i *M. nausithous*, czerwończyk nieparek *Lycaena dispar* i czerwończyk fioletek *L. helle*, z ptaków: derkacz *Crex crex*, gąsiorek *Lanius collurio* i bączek *Ixobrychus minutus*.



**Użytek ekologiczny Łąki Nowohuckie (fot. K. Walasz)**

**Uroczysko w Rząsce** – (gmina Zabierzów i dzielnica VI Bronowice). Ustanowiony został w celu ochrony fiołka bagiennego *Viola uliginosa* – gatunku wpisanego do Polskiej Czerwonej Księgi Roślin w kategorii „zagrożony wyginięciem”. Ponadto użytek chroni pozostałości ekosystemów leśnych (zbiorowiska łągu olszowego), wodnych – cieków wodnych mających swój początek na południowo-zachodnim stoku wzniesienia Pasternik, dawnych stawów dworskich, które w wyniku sukcesji przekształciły się w zbiorowiska roślin szuwarowych, nieużytkowanych płątów pastwisk oraz łąk świeżych. Obszar użytku odznacza się wysokimi walorami krajobrazowymi ze względu na rzeźbę terenu i mozaikę siedlisk. Na terenie Krakowa znajduje się część użytku o powierzchni 9,43ha.

**Rozlewisko Potoku Rzewnego** – lokalizacja Uroczysko Borek Fałęcki. Celem ochrony jest zachowanie ekosystemu, stanowiącego miejsce występowania i rozrodu wielu chronionych gatunków zwierząt.

**Staw przy Kaczeńcowej** – lokalizacja Nowa Huta. Celem ochrony jest zachowanie ekosystemu, będącego siedliskiem chronionych gatunków zwierząt.

**Uroczysko Kowadza** – lokalizacja - Tyniec. Celem ochrony jest zachowanie murawy kserotermicznej będącej siedliskiem i ostoją chronionych i zagrożonych wyginięciem gatunków owadów, szczególnie z rzędu motyle.

**Dolina Prądnika** – lokalizacja: wzdłuż rzeki Prądnik od ul. Górnickiego do granic miasta Krakowa. Celem ochrony jest zachowanie naturalnie meandrującego koryta rzeki Prądnik, będącego siedliskiem wielu cennych gatunków zwierząt.

**Staw Dąbski** – lokalizacja: jednostka ewidencyjna Śródmieście. Celem ochrony jest zachowanie ekosystemu będącego siedliskiem i ostoją chronionych i zagrożonych wyginięciem gatunków roślin i zwierząt.

**Las w Witkowicach** - lokalizacja Krowodrza. Celem ochrony jest zachowanie ekosystemu z drzewostanami łągowymi nad Bibiczanką, stanowiącego siedlisko chronionych, rzadkich lub zagrożonych gatunków roślin i zwierząt.

Z uwagi na położenie wymienionych obszarów na terenie dużego miasta gospodarowanie tymi terenami oprócz funkcji ochrony przyrody powinno także uwzględniać funkcję rekreacyjną oraz edukację ekologiczną. Nieinwazyjnego dla funkcjonowania środowiska zagospodarowania wymaga także otoczenie istniejących i proponowanych użytków ekologicznych. Obowiązujące w poszczególnych obiektach zakazy wyszczególniono w aktach prawnych ustanawiających poszczególne użytki ekologiczne.

## 11.5.POMNIKI PRZYRODY

W Krakowie znajdują się 254 pomniki przyrody reprezentujące około 30 gatunków pośród bogatej dendroflory miasta, w tym głównie drzewa. Dwa pomniki chronią wytwory przyrody nieożywionej: Źródło Świętojańskie w Tyńcu i granitowy głaz narzutowy „Rapa Kiwi” obok szkoły przy ul. Spółdzielców.

**Tabela 18. Rejestr pomników przyrody na terenie miasta Krakowa (wg Wydziału Kształtowania Środowiska Urzędu Miasta Krakowa), stan 31 XII 2010 r.**

L.p.	Nazwa i forma ochrony	Położenie geograficzne i administracyjne obr.	Forma własności i rodzaj gruntów	Opis obiektu (obwód w cm)	Akt prawny wprowadzający formę ochrony przyrody	Nr rejestru wojewody
1.	Lipa drobnolistna	ul. Tyniecka 152	obr.1 dz.59/1 Podgórze F/B	495/324 – 2 pnie	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/1
2.	Dąb szypułkowy	ul. Jugowicka 14	obr.88 dz.284/4 Podgórze F/R	557	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/2
3.	Dąb szypułkowy	ul. Zakopiańska 121	obr. 44dz.223/1 Podgórze F/R	495	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/3
4.	Wiąz górski	ul. Kąpielowa /park Swoszowice/	obr.88 dz.284/4 Podgórze SP/.....	395	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/4
5.	Lipa drobnolistna	ul. Kąpielowa /park Swoszowice/	obr.88 dz.284/4 Podgórze SP/.....	408	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/5
6.	Lipa drobnolistna	ul. Kąpielowa /park Swoszowice/	obr.88 dz.284/4 Podgórze SP/.....	440	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/6
7.	Lipa drobnolistna	ul. Kąpielowa /park Swoszowice/	obr.88 dz.284/4 Podgórze SP/.....	313	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/7
8.	Lipa drobnolistna	ul. Kąpielowa /park Swoszowice/	obr.88 dz.284/4 Podgórze SP/.....	372	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/8
9.	Wiąz szypułkowy	ul. Kąpielowa /park Swoszowice/	obr.88 dz.284/4 Podgórze SP/.....	354	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/9
10.	Dąb szypułkowy	ul. Podedworze 32	obr. 61dz.106/16 Podgórze F/...	407	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/10
11.	Dąb szypułkowy	ul. Podedworze 32	obr. 61dz.106/16 Podgórze F/...	420	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/11

12.	Dąb szypułkowy	ul. Podedworze 32	obr. 61dz.106/16 Podgórze F/...	817	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/12
13.	Dąb szypułkowy	ul. Podedworze 32	obr. 61dz.106/16 Podgórze F/...	445	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/13
14.	Dąb szypułkowy	ul. Podedworze 32	obr. 61dz.106/16 Podgórze F/...	335	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/14
15.	Dąb szypułkowy	ul. Podedworze 32	obr. 61dz.106/16 Podgórze F/...	420	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/15
16.	Dąb szypułkowy	ul. Podedworze 32	obr. 61dz.106/16 Podgórze F/...	490	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/16
17.	Topola biała	plac Serkowskiego	obr. 12dz.184 Podgórze E24Gmina/Bz	450	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/17
18.	Jesion wyniosły	ul. Mochnackiego /park/	obr. 49 dz.302/10 Podgórze F/Bz	286	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/18
19.	Dąb szypułkowy	ul. Mochnackiego /park/	obr. 49 dz.302/10 Podgórze F/Bz	327	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/19
20.	Jesion wyniosły	ul. Mochnackiego /park/	obr. 49 dz.302/10 Podgórze F/Bz	361	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/20
21.	Dąb szypułkowy	ul. Mochnackiego /park/	obr. 49 dz.302/10 Podgórze F/Bz	478	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/21
22.	Dąb szypułkowy	ul. Mochnackiego /park/	obr. 49 dz.302/10 Podgórze F/Bz	453	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/22
23.	Dąb szypułkowy	ul. Mochnackiego /park/	obr. 49 dz.302/10 Podgórze F/Bz	406	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/23
24.	Lipa drobnolistna	ul. Estońska /park/	obr. 49 dz.302/10 Podgórze F/Bz	304	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/24
25.	Dąb szypułkowy	ul. Malborska 145	obr.49 dz, 287/15 Podgórze F/B	328	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/26
26.	Dąb szypułkowy	ul. Malborska 145	obr.49 dz, 287/15 Podgórze F/B	274/271-2 pnie	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/27
27.	Dąb szypułkowy	ul. Malborska 145	obr.49 dz, 287/15 Podgórze F/B	322	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/28
28.	Dąb szypułkowy	ul. Malborska 119	obr. 49 dz.595/5 Podgórze SP-ZGK/dr	345	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/29
29.	Dąb szypułkowy	ul. Górników /park Prokocim-Jerzmanowskich/	obr.53 dz.747/4 Podgórze SP/Bz	528	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/30

30.	Dąb szypułkowy	Prokocim – Jerzmanowskich/	obr.53 dz.747/4 Podgórze SP/Bz	411	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/31
31.	Dąb szypułkowy	Prokocim – Jerzmanowskich/	obr.53 dz.747/4 Podgórze SP/Bz	542	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/32
32.	Jesion wyniosły	Prokocim – Jerzmanowskich/	obr.53 dz.747/4 Podgórze SP/Bz	389	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/34
33.	Dąb szypułkowy	Prokocim – Jerzmanowskich/	<u>obr.53 dz.748 Podgórze P klasztor/Bz</u>	559	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/35
34.	Dąb szypułkowy	ul. Górników 27	obr.53 dz.748 Podgórze P klasztor/Bz	522	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/36
35.	Platan klonolistny	ul. Górników 27	obr.53 dz.748 Podgórze P klasztor/Bz	366	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/37
36.	Klon Jawor	ul. Tyniecka 7	obr.10 dz.193/4 Podgórze F/B	310	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/39
37.	Dąb szypułkowy	ul. Tyniecka 7	obr. 10 dz. 194/1 Podgórze SP-Kuratorium/B	362	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/40
38.	Buk czerwony	ul. Popiełuszki 36	obr.101 dz.323 Podgórze SP/B	343	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/41
39.	Źródło Świętojański e /źródło krasowe stałe/	Tyniec u północnego wzniesienia „Duża Biedzinka w wapniakach górnej jury	obr.74 dz.248 Podgórze SP/Ls;Ps		Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/42
40.	Lipa drobnolistna	al. Do klasztoru Benedyktynów	obr.73 dz. 179/1 Podgórze P-Opactwo/Bz	aleja 19 szt 210-360	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/43
41.	Iglicznia trójcierniowa	ul. Powroźnicza 2	obr.10 dz.314/1 Podgórze Gmina Bi	223	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/44
42.	Dąb czerwony	ul. Powroźnicza 2	obr.10 dz.314/1 Podgórze Gmina Bi	314	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/45
43.	Dąb szypułkowy	Sidzina /park/	obr. 82 dz.258/6 Podgórze Gmina Ł	314	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/46
44.	Dąb szypułkowy	Sidzina /park/	obr. 82 dz.258/6 Podgórze Gmina Ł	299	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/47
45.	Lipa drobnolistna	Sidzina /park/	obr. 82 dz.258/6 Podgórze Gmina Ł	265/210 2 pnie	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/48
46.	Głaz narzutowy	ul. Spółdzielców 5	Szkoła Podgórze	5 ton	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/II/50
47.	Wiąz szypułkowy	ul. Bałuckiego 6	obr.10 dz. 361/3 Podgórze Gmina-Ośr. Zdr./Bi	200	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/52

48.	Wiąz szypułkowy	ul. Bałuckiego 6	obr.10 dz. 361/3 Podgórze Gmina-Ośr. Zdr./Bi	261	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/53
49.	Wiąz szypułkowy	ul. Bałuckiego 6	obr.10 dz. 361/3 Podgórze Gmina-Ośr. Zdr./Bi	311	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/54
50.	Wiąz szypułkowy	ul. Bałuckiego 6	obr.10 dz. 361/3 Podgórze Gmina-Ośr. Zdr./Bi	220	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/55
51.	Wiąz szypułkowy	ul. Bałuckiego 6	obr.10 dz. 361/3 Podgórze Gmina-Ośr. Zdr./Bi	239	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/56
52.	Wiąz szypułkowy	ul. Bałuckiego 6	obr.10 dz. 361/3 Podgórze Gmina-Ośr. Zdr./Bi	289	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/57
53.	Wiąz szypułkowy	ul. Bałuckiego 6	obr.10 dz. 361/3 Podgórze Gmina-Ośr. Zdr./Bi	301	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/58
54.	Topola czarna	ul. Stróża Rybna	obr.15 dz.228/15 Podgórze F/R	484	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/60
55.	Topola czarna	ul. Stróża Rybna	obr.15 dz.228/15 Podgórze F/R	353	Rozp. Woj.. Krak.nr 31z dn.16.11.1998r.	14/II/61
56.	Dąb szypułkowy	ul. Chełmońskiego 168	obr. 33 Krowodrza	279	Rozp. Nr 32 Woj.Krak. z dn. 16.11.1998	
57.	Sosna wejmutka	Park Decjusza przy willi	obr.9 dz.106/7 Krowodrza Gmina/Bz	264	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/16
58.	Wiąz szypułkowy	ul. Pod Strzechą	obr. 100 dz.158 Krowodrza P-Probostwo/Bi	375	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/14
59.	Jesion wyniosły	Park Decjusza	obr.9 dz.106/7 Krowodrza Gmina/Bz	385	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/12
60.	Jesion wyniosły	Park Decjusza	obr.9 dz.106/7 Krowodrza Gmina/Bz	312	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/8
61.	Wiąz szypułkowy	ul. Morawskiego 5	obr.14 dz.218/2 Krowodrza SP-Użyt. Wiecz/Bi	399	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/7
62.	Lipa drobnolistna	ul. Fieldorfa Nila	obr.87 dz.3/5 Krowodrza SP/B	391	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/6
63.	Klon pospolity	ul. Sosnowiecka 10	obr.34 dz.38 Krowodrza Pinst. Sióstr/B	295	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/4
64.	Lipa srebrzysta	ul. Kościuszki 32	obr.14 dz.364 Krowodrza Gmina PGM/B	424	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/3
65.	Ostrokrzew kolczasty	Bielany klasztor 38,34,18,43,13 -5 pni	obr.18 dz.8 Krowodrza P Klasztor/Bz		Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/2
66.	Buk pospolity	j.w.	obr.18 dz.8 Krowodrza P Klasztor/Bz	548	Rozp. Nr 3 Woj. Krakowskiego z dn. 30.01.1997	14/III/1

67.	Platan klonolistny	Ogród Strzelecki	obr.50 dz. 136/3 Śródmieście P-BractwoKurk. Bz	420	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/2
68.	Dąb szypułkowy	ul. Kopernika 27	obr.53 dz.2 SP.UJ/.....	587	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/3
69.	Topola biała	ul. Woronicza 10	obr.22 dz.391 Śródmieście P-Arcybiskupstwo/..	367	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/5
70.	Miłorząb dwukłapowy	ul. Garncarska 3	obr.62 dz. 40 Śródmieście Gmina/B	275/203/175 – 3 pnie	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn.n 30.01.1997r.	14/I/6
71.	Jesion wyniosły	pl. Kossaka 4	obr. 145 dz.123/1 Śródmieście F/B	321	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/7
72.	Dąb szypułkowy	ul. Batorego 14	obr.60 dz.97 Śródmieście P-SD	336	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/8
73.	Miłorząb dwukłapowy	ul. Batorego 12	obr.60 dz.98 Śródmieście P-UJ	305	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn.. 30.01.1997r.	14/I/9
74.	Platan klonolistny	Planty Krakowskie Filharmonia	obr.1 dz. 554/6 Śródmieście Gmina/Bz	520	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/10
75.	Wiąz szypułkowy	ul. Woronicz 10	obr.22 dz.391 Śródmieście P-Arcybis./Bz-R	412	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/11
76.	Topola biała	j.w.	obr.22 dz.391 Śródmieście P-Arcybis./Bz-R	577	Rozp.Nr 3 Woj..Krak. z dn. 30.01.1997r.	14/I/12
77.	Klon zwyczajny	j.w.	obr.22 dz.391 Śródmieście P-Arcybis./Bz-R	346	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/13
78.	Platan klonolistny	ul. Studencka 25	obr. 61dz.58 Śródmieście F/B	315	Rozp.Nr 3 Woj..Krak. z dn. 30.01.1997r.	14/I/14
79.	Jesion wyniosły	ul. Straszewskiego 14	obr.146 dz.22 Śródmieście F/B	375	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/15
80.	Grochodrzew	ul.Smoleńsk/Retoryka	obr.145 dz. 56/2 Śródmieście F/B	338	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/17
81.	Lipa drobnolistna	ul. Krowoderska 16	obr.119 dz.25/1 Śródmieście P Sios.Zak.	402	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/18
82.	Klon pospolity	ul. Stradom 4	obr.3 dz.88 Śródmieście P-Kościół/B	305	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/19
83.	Dąb szypułkowy	ul. Widok 22a	obr.16dz.200 Śródmieście F/B	299	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/21
84.	Dąb szypułkowy	ul. Celarowska 30	obr.23dz.194 Śródmieście Gmina-PGM/B	380	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/22
85.	Klon jawor	ul. Rakowicka AE bl.c	obr.8dz.225 Śródmieście P SP/AE/Bi	294	Rozp.Nr 3 Woj..Krak.z dn. 30.01.1997r.	14/I/23

86.	Wiąz szypułkowy	ul. Karmelicka 51	obr.59dz.43/1 Śródmieście Gmina-ZBK/B	290	Rozp. Nr 31 Woj.. Krak z dn. 16.11.1998	14/I/26
87.	Miłorząb dwuklapowy	ul. Franciszkańska	obr.1 dz.429 Śródmieście P-Klasztor/B	258	Rozp. Nr 31 Woj.. Krak z dn. 16.11.1999	14/I/27
88.	Ajlant gruczołowaty	ul. Św. Jana 30	obr. 1 Śródmieście	292	Rozp. Nr 32 Woj. Krak. Z dn. 16.11.1998	14/I/28
89.	Dąb szypułkowy	ul. Wróżeńska 80	obr.235 dz.61 Nowa Huta F/B	333	Rozp.Nr 3 Woj..Kra.k.z dn. 30.01.1997r.	14/IV/1
90.	Dąb szypułkowy	Łucznanowice zach. Cz. Cmentarza	obr.14 dz.110/2 Nowa Huta P-Cment. Ewng./Bz	360	Rozp.Nr 3 Woj..Kra.k.z dn. 30.01.1997r.	14/IV/2
91.	Brzoza brodawkowata	ul. Beliny Prażmowskiego	dz.273 Śródmieście	281	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
92.	Jesion wyniosły	ul. Konopna dz.141/2	dz. 141/2 Krowodrza	222	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
93.	Dąb szypułkowy	ul. Karowa dz 16	dz. Nr 16 Nowa Huta	428	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
94.	Dąb szypułkowy	ul. Karowa dz 8	dz. Nr 8 Nowa Huta	309/216	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
95.	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	220	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
96.	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	188	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
97.	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	205	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
98.	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	184	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
99.	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	233	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
100.	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	223	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn. 31.01.2002r.	
101.	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	239	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskie go z dn.	



					31.01.2002r.	
102	Lipa drobnolistna	ul. Styczna 12 dz 235	dz. Nr 235 Nowa Huta	281	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskiego z dn. 31.01.2002r.	
103	Wiąz szypułkowy	ul. Głębinowa 2 dz. 223/1	dz. Nr 223/1 Nowa Huta	263	rozp.Nr 14/02 Woj..Małopolskiego z dn. 31.01.2002r.	
104	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 N. Huta,Gmina K	168	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
105	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	231	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
106	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	230	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
107	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	275	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
108	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	295	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
109	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	206	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
110	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	294	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
111	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	232	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
112	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	250	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
113	Kasztanowiec biały	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	310	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
114	Wiąz szypułkowy	ul. Kaczeńcowa nad stawem	obr.9 dz. 63/1 Nowa Huta Gmina K	276	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
115	Buk pospolity	ul.. Suchy Jar Pleszów rejon bud. Monaru	obr.41 dz.204/2 Nowa Huta Gmina K/SP/Bi	299	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	

116	Buk pospolity	ul. Suchy Jar Pleszów rejon bud. Monaru	obr.41 dz.204/2 Nowa Huta Gmina K/SP/Bi	293	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
117	Buk pospolity	ul. Suchy Jar Pleszów rejon bud. Monaru	obr.41 dz.204/2 Nowa Huta Gmina K/SP/Bi	290	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
118	Buk pospolity odm. purpurowa	ul. Suchy Jar Pleszów rejon bud. Monaru	obr.41 dz.204/2 Nowa Huta Gmina K/SP/Bi	298	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
119	Lipa drobnolistna	Branice - zespół dworski	obr.37 dz. 56/4 Nowa Huta SP Muz. Arch.	403	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
120	Świerk pospolity	ul. Parnickiego cz. górną potoku Rozrywka	obr.21 dz. 46 Śródmieście Gmina K SP	225	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
121	Kasztanowiec biały	ul. Parnickiego cz. górną potoku Rozrywka	obr.21 dz. 46 Śródmieście Gmina K SP	248	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
122	Kasztanowiec biały	ul. Parnickiego cz. górną potoku Rozrywka	obr.21 dz. 46 Śródmieście Gmina K SP	266	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
123	Kasztanowiec biały	ul. Parnickiego cz. górną potoku Rozrywka	obr.21 dz. 46 Śródmieście Gmina K SP	268	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
124	Kasztanowiec biały	ul. Parnickiego cz. górną potoku Rozrywka	obr.21 dz. 46 Śródmieście Gmina K SP	276	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
125	Buk pospolity odm. Purpurowa	Park Decjusza	obr.9 dz. 108/4 Gmina K/Bz	300	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
125	Lipa drobnolistna	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	302	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
127	Klon pospolity	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	305	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
128	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	326	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
129	Klon pospolity	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	340	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	

130	Klon pospolity	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	285	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
131	Klon pospolity	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	260	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
132	Klon pospolity	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	261	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
133	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	278	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
134	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	276	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
135	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	300	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
136	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	410	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
137	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	320	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
138	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	350	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
139	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	330	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
140	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	310	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
141	Klon pospolity	Al. Waszyngtona	obr.13 dz.209/9 Gmina K/F - dr	280	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
142	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.16 dz. 271 Gmina K/SP - dr	319	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
143	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.16 dz. 271 Gmina K/SP - dr	300	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	

144	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.16 dz. 271 Gmina K/SP - dr	280	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
145	Lipa drobnolistna	Al. Waszyngtona	obr.13 dz. 290/9 Gmina K/F - dr	296	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
146	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.13 dz. 290/9 Gmina K/F - dr	350	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
147	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz. 290/9 Gmina K/F - dr	280	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
148	Klon pospolity	Al. Waszyngtona	obr.13 dz. 290/9 Gmina K/F - dr	293	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
149	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.13 dz. 290/9 Gmina K/F - dr	296	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
150	Kasztanowiec biały	Al. Waszyngtona	obr.13 dz. 290/9 Gmina K/F - dr	281	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
151	Jesion wyniosły	Al. Waszyngtona	obr.13 dz. 290/9 Krowodrza Gmina K /F - dr	395	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
152	Metasekwoja chińska	ul. Łukasiewicza 28	obr.6 dz. 79/5 Śródmieście F/B	186	Uchwała Rady Miasta Krakowa NrXXXIII/272/03 z dn. 3.12.2003	
153	Lipa drobnolistna	ul. Tarłowska	Śródmieście, dz. 77/3	259	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
154	Lipa drobnolistna	ul. Olszanicka	dz. nr 19/6 Krowodrza	400	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
155	Wiąz szypułkowy	ul. Lea 37	Krowodrza	228	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
156	Metasekwoja chińska	ul. B. Prażmowskiego 38	Śródmieście	200	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
157	Jesion wyniosły	ul. Powstańców 50	Śródmieście, dz. 44/1	385	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
158	Klon pospolity	ul. Powstańców 50	Śródmieście, dz. 44/1	376	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
159	Dąb szypułkowy	Kobierzyn, os. Mieszk. Szpitala Specjalist.	Podgórze	313	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	

160	Dąb szypułkowy	Kobierzyn, os. Miesz. Szpitala Specjalist.	Podgórze	310	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
161	Dąb szypułkowy	Kobierzyn, os. Miesz. Szpitala Specjalist.	Podgórze	433	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
162	Lipa drobnolistna	ul. Czackiego 11	Podgórze, dz. 117, Liceum Ogólnokszt.	316	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
163	Buk pospolity	ul. Czackiego 11	Podgórze, dz. 117, Liceum Ogólnokszt.	288	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
164	Dąb szypułkowy	ul. Krochmalniki i Zdunów	Podgórze, dz. 345	331	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
165	Dąb szypułkowy	ul. Sidzińska 3	Podgórze, dz. 36	395	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
166	Dąb szypułkowy	ul. Sidzińska	Podgórze, dz. 45/1	270	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
167	Dąb szypułkowy	ul. Sidzińska	Podgórze, dz. 45/1	277	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
168	Dąb szypułkowy „Madera”	ul. Beskidzka 4c	Podgórze, dz. 124/1	250	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
169	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	330	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
170	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	285	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
171	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	260	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
172	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	250	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
173	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	270	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
174	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	420	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
175	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	270	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
176	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	290	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
177	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	325	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
178	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	260	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	

179	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	280	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
180	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	300	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
181	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	270	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
182	Lipa drobnolistna	cmentarz Opactwa Benedyktynów w Tyńcu	Podgórze	400	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
183	Dąb szypułkowy	ul. Ciepłownicza 68	Nowa Huta, dz. 124/2	273	Rozp. Nr 7 Wojew. Małop. Z 13.04.04	
184	Dąb szypułkowy	Plac Sikorskiego	Śródmieście obr. 61 dz. Nr 140/3	263	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
185	Dąb szypułkowy odm. kolumnowa	Skwer Rejtana	Śródmieście obr. 119 dz. Nr 180/4	288	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
186	Buk pospolity	Dworek Białooprądnicki	Krowodrza obr. 42 dz. Nr 224	378	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
187	Wiąz szypułkowy	Park Decjusza	Krowodrza obr. 9 dz. Nr 106/7	434	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
188	Dąb czerwony	Park Decjusza	Krowodrza obr. 9 dz. Nr 108/4	463	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
189	Czeremcha amerykańska	Skałki Twardowskiego	Podgórze obr. 8 dz. Nr 40/3	269	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
190	Dąb szypułkowy	ul. Mieszcząńska Dworska	Podgórze obr. 11 dz. Nr 210/4	325	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
191	Dąb szypułkowy	ul. Zachodnia/Zalesie	Podgórze obr. 34 dz. Nr 72/16	286	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
192	Dąb szypułkowy	ul. Zachodnia/Zalesie	Podgórze obr. 34 dz. Nr 64/10	307	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
193	Leszczyna turecka	Planty przy ul. Basztowej	Śródmieście obr. 1 dz. Nr 535/5	dwupniowa 165/120	UCHWAŁA NR XXXI/406/07 RMK 19.12.2007	
194	Topola biała	ul. Kaczeńcowa nad Dłubnią	Nowa Huta obr. 9 dz. Nr 215	582	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
195	Lipa drobnolistna	ul. Bodzowska przy kaplicy	Podgórze obr. 5 dz. Nr 197	352	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
196	Wiąz szypułkowy	ul. Żagłowa	Nowa Huta obr. 46 dz. Nr 535/1	312	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
197	Wiąz szypułkowy	ul. Świtezianki przy przedszkolu	Śródmieście obr. 16 dz. Nr 102/2	329	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	

198	Wiąz szypułkowy	Młynówka Królewska przy ul. Zakątek	Krowodrza obr. 3 dz. Nr 473/4	425	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
199	Wiąz szypułkowy	Młynówka Królewska przy ul. Zakątek	Krowodrza obr. 3 dz. Nr 473/4	356	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
200	Wiąz szypułkowy	ul. Widok	Śródmieście obr. 16 dz. Nr 194/1, 191/17	278	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
201	Wiąz szypułkowy	ul. Widok	Śródmieście obr. 16 dz. Nr 194/1, 191/17	350	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
202	Dąb szypułkowy	ul. Szastera/Nad Serafą	Podgórze obr. 100 dz. Nr 570/6		UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
203	Klon jawor	Potrzask	Podgórze obr. 101 dz. Nr 703/3	264	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
204	Topola biała	ul. Rozrywka/Reduta	Śródmieście obr. 21 dz. Nr 64, 688/7	487	UCHWAŁA NR LX/783/08 RMK 17.12.2008	
205	Topola czarna	ul. Błonie - Beszcz	Nowa Huta obr. 33 dz. nr 12/130	518	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
206	Buk pospolity	ul. Młyńska Boczna	Śródmieście obr. 4 dz. nr 658/8	350	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
207	Dąb szypułkowy	ul. Ugorek/Ułanów	Śródmieście obr. 4 dz. nr 748/5	322	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
208	Dąb szypułkowy	ul. Przeskok	Krowodrza obr. 3 dz. nr 545/2	285	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
209	Buk pospolity odm. czerwolistna	ul. Wyspiańskiego	Krowodrza obr. 4 dz. nr 91/1	265	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
210	Topola czarna	Park im. H. Jordana od str. ul. Reymonta	Krowodrza obr. 12 dz. nr 182/5	402	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
211	Dąb szypułkowy	ul. Kamedulska	Krowodrza obr. 17 dz. nr 300/7	288	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
212	Jesion wyniosły	Ul. Prądnicza	Krowodrza obr. 45 dz. nr 235/3	288	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
213	Dąb szypułkowy	ul. Jeleniogórska	Podgórze obr. 44 dz. nr 1/84	300	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
214	Sosna pospolita	ul. Jugowicka	Podgórze obr. 45 dz. nr 40/17	223	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
215	Dąb szypułkowy	ul. Jugowicka	Podgórze obr. 45 dz. nr 40/17	264	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
216	Dąb szypułkowy	ul. Jugowicka	Podgórze obr. 45 dz. nr 40/17	197	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK	

					13.01.2010	
217	Dąb szypułkowy	ul. Jugowicka	Podgórze obr. 45 dz. nr 40/17	215	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
218	Dąb szypułkowy	ul. Jugowicka	40/17	259	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
219	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	dwupnio wy: 289 i 233; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
220	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	262; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
221	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	226; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
222	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	210; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
223	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	261; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
224	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	274; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
225	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	257; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
226	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	200 ; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
227	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	298; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
228	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	304; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
229	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	198; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
230	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	316; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	



231	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	239; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
232	Dąb szypułkowy	grupa dębów - ul. Korpala	Podgórze obr. 69 dz. nr 76/16	235; wchodzi w skład grupy	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
233	Dąb szypułkowy	Ul. Popiełuszki	Podgórze obr. 101 dz. nr 323/2	360	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
234	Dąb szypułkowy	Ul. Lipowskiego	Podgórze obr 101 dz. nr 312/3	420	UCHWAŁA NR XC/1201/10 RMK 13.01.2010	
235	Dąb szypułkowy	Ul. Zachodnia	Podgórze, Obr.43, nr dz. 87/41	352	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
236	Dąb szypułkowy	Ul. Babińskiego	Podgórze, Obr.70, nr dz. 1/31	323	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
237	Cyprysik groszkowy	Ul. Babińskiego	Podgórze, Obr.70, nr dz. 1/31	145	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
238	Topola czarna	Ul. Babińskiego	Podgórze, Obr.70, nr dz. 1/31	409	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
239	Buk pospolity	Ul. Babińskiego	Podgórze, Obr.70, nr dz. 1/31	305	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
240	Modrzew europejski	Ul. Babińskiego	Podgórze, Obr.70, nr dz. 1/31	263	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
241	Dąb szypułkowy	Ul. Goplany/Zbrojarzy	Podgórze, Obr.33, nr dz. 297/2	294	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
242	Topola biała	Ul. Kąpielowa	Podgórze, Obr.88, nr dz. 284/10	304	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
243	Topola biała	Ul. Kąpielowa	Podgórze, Obr.88, nr dz. 284/10	330	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
244	Buk pospolity	Ul. Merkuriusza Polskiego	Podgórze, Obr.90, nr dz. 405/1	397	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
245	Daglezja zielona	Las Wolski	Krowodrza; Obr.18, nr dz. 1/1	235	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
246	Daglezja zielona	Las Wolski	Krowodrza; Obr.18, nr dz. 1/1	216	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
247	Wierzba biała	Ul. Księcia Józefa	Krowodrza; Obr.21, nr dz. 533/1	470	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	

248	Dąb szypułkowy	Las Mogilski	Nowa Huta Obr.59, nr dz. 109/2	372	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
249	Dąb szypułkowy	Las Mogilski	Nowa Huta Obr.59, nr dz. 109/2	353	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
250	Wiąz szypułkowy	Las Mogilski	Nowa Huta Obr.59, nr dz. 109/2	353	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
251	Wiąz szypułkowy	Las Mogilski	Nowa Huta Obr.59, nr dz. 109/2	436	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
252	Wiąz szypułkowy	Las Mogilski	Nowa Huta Obr.59, nr dz. 109/2	391	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
253	Jesion wyniosły	Las Mogilski	Nowa Huta Obr.59, nr dz. 109/2	254	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	
254	Dąb szypułkowy	Las Łęgowski	Nowa Huta Obr.57, nr dz. 17/2	331	UCHWAŁA NR CXIV/1531/10 RMK 20.10.2010	

Pomniki przyrody, mimo że są to zazwyczaj pojedyncze drzewa, lub ich niewielkie skupiska, odgrywają ważną rolę. Pierwszą stanowi ich wartość krajobrazowa. W Krakowie, a zwłaszcza w jego śródmiejskiej części wyróżniają się jako stare okazałe drzewa parków miejskich, lub jako zielone dominanty wśród zabudowy i zieleni przyulicznej. Druga jakże istotna jest ich rola w bardzo ubogim systemie przyrodniczym terenów o zwartej zabudowie staromiejskiej, zwłaszcza dla ptaków. Ważna jest ich wartość naukowa, mikroklimatyczna, a niejednokrotnie także historyczna.

## **11.6.OBSZARY PROPONOWANE DO OBJĘCIA RÓŻNYMI FORMAMI OCHRONY PRZYRODY**

Dla wzmocnienia systemu przyrodniczego Krakowa należałoby objąć ochroną prawną znacznie więcej obszarów równie cennych pod względem przyrodniczym jak obiekty dotychczas ustanowione. Wymaga to podjęcia kompleksowych działań chroniących w różnym stopniu występujące jeszcze w Krakowie cenne siedliska oraz sieć powiązań - korytarzy ekologicznych. Tereny te wyznaczono na planszy nr 9 i opisano w rozdziale 9.3. Na wartość przyrodniczą niektórych z nich zwrócono już uwagę wcześniej w "Koncepcji ochrony różnorodności biologicznej miasta Krakowa" opracowanej przez zespół z Instytutu Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego (Kudłek, Pępkowska, Walasz, Weiner, 2005). Koncepcja ta jest szczególnie cenna i godna wdrożenia w zakresie wyznaczenia terenów, które powinny zostać objęte prawną ochroną w formie rezerwatu, użytku ekologicznego lub zespołu przyrodniczo-krajobrazowego.

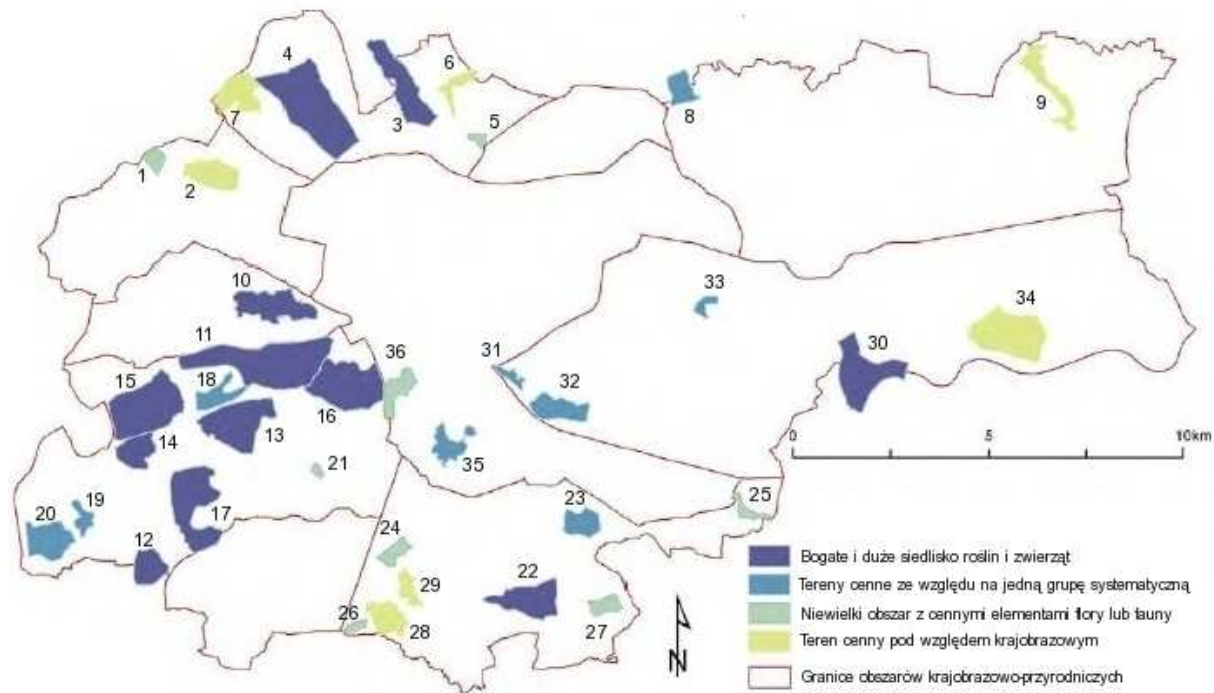
W opracowanej koncepcji do objęcia ochroną rekomendowane są następujące obiekty (ryc. 13):

- jako rezerwat przyrody: Sikornik (122 ha), las łągowy w Przegorzałach (305 ha), łąki na południe od ul Podgórki Tynieckie ( 64 ha), łąki w Kostrzu (168 ha), starorzecze Koło Tynieckie (217 ha), Kamieniołom Tynec i Góra Stępica (28 ha),
- jako rezerwat lub użytek ekologiczny: Park Zdrojowy i dolina potoku w Swoszowicach (30 ha),
- jako użytek ekologiczny: Kamieniołom Mydlniki (24 ha) Fort Mydlniki (81ha), Dolina Prądnika (wskazanie dotyczy obiektu o powierzchni 138 ha, a zatem znacznie większego użytku od ustanowionego (14 ha), łąki w Toniach (396 ha), mokradło Górka Narodowa (11 ha), zbiorniki wodne w Zesławicach (47 ha), dolina Potoku Węgrzynowickiego ( 168 ha), łąki w Pastwiskach (68 ha), Szerokie Łąki (184 ha), Fort Bodzów i Kamieniołom Bodzów (54 ha), staw i łąki przy ul Janasówka (94 ha), zespół stawów Szuwarowa (7ha), stawki w Piaskach Wielkich (57 ha), łąg przy stacji PKP w Swoszowicach ( 30 ha), mokradło w Bieżanowie (21 ha), staw przy ul. Smoleńskiego w Opatkowicach (12 ha), Staw Płaszowski ( 18 ha), Zalew Bagry (78 ha), starorzecze Wisły Lesisko (19 ha), żwirownia w Przyłasku Rusieckim (181 ha), Bonarka - stawy (58 ha), Ludwinów (53 ha). Dla Starorzecza Wisły w Przewozie (169 ha) wskazują alternatywną formę ochrony jako użytek ekologiczny lub rezerwat przyrody.
- jako użytek ekologiczny lub zespół przyrodniczo-krajobrazowy proponują chronić: Zalew Zakrzówek i Park Skały Twardowskiego (191 ha), stawy przy ul Geologów z fortami Rajsko i Kosocice (114 ha), staw i tereny podmokłe przy ul. Baryckiej ( 31 ha),
- jako zespół przyrodniczo-krajobrazowy: Pasternik (82 ha) oraz park leśny i tereny leśne w Witkowicach - 31 ha, obejmujące znacznie większy obszar niż istniejący użytek ekologiczny.

Podjęte w 2010 r. działania radnych w zakresie powiększenia liczby obiektów chronionych dotyczyły utworzenia zespołu przyrodniczo-krajobrazowego „Zakrzówek”, Grupa Radnych przedstawiła projekt uchwały powołania tego obiektu, który jednak większością głosów został odrzucony przez RMK.

Rekomenduje się także utworzenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Potoku Kościelnickiego we wschodniej części Krakowa, z uwagi na:

- ochronę krajobrazu doliny Wisły we wschodniej części Krakowa oraz doliny Potoku Kościelnickiego i jego otoczenia,
- ochronę tradycyjnego krajobrazu rolniczego i osadniczego oraz ochronę najcenniejszych kompleksów gruntów ornych,
- ochronę obszaru sklasyfikowanego w waloryzacji roślinności rzeczywistej, jako zespołu terenów o cennych, wysokich i najwyższych walorach przyrodniczych,
- ochronę krajobrazu potencjalnych terenów rekreacyjnych Krakowa (m. in. rejonu Przyłasku Rusieckiego).



Źródło: *Koncepcja ochrony różnorodności biologicznej Miasta Krakowa* (wg. Kudłek, Pępkowska, Walasz, Weiner, 2005)

1. Kamieniołom Mydlniki, 2. Fort Mydlniki, 3. Dolina Prądnika, 4. Łąki w Toniach, 5. Mokradło Górka Narodowa, 6. Park Leśny i tereny leśne w Witkowicach, 7. Pasternik, 8. Zbiorniki wodne w Zesławicach, 9. Dolina Potoku Węgrzynowickiego, 10. Sikornik, 11. Las łąkowy w Przegorzałach, 12. Łąki na południe od ul. Podgórci Tynieckie, 13. Łąki w Kostrzu, 14. Łąki w pastwiskach, 15. Starorzecze Koło Tynieckie, 16. Zalew Zakrzówek i Park Skały Twardowskiego, 17. Szerokie Łąki, 18. Fort Bodzów i Kamieniołom Bodzów, 19. Kamieniołom Tyniec i Góra Stępcica, 20. Staw i łąki przy ul. Janasówka, 21. Zespół stawów Szuwarowa, 22. Stawy przy ul. Geologów z fortami Rajsko i Kosocice, 23. Stawki w Piaskach Wielkich, 24. Łęg przy stacji PKP w Swoszowicach, 25. Mokradło w Bieżanowie, 26. Staw przy ul. Smoleńskiego w Opatkowicach, 27. Staw i tereny podmokłe przy ul. Baryckiej, 28. Łysa Góra i dolina Wilgi w Lusinie, 29. Park Zdrojowy i dolina potoku w Swoszowicach, 30. Starorzecze Wisły w Przewozie, 31. Staw Płaszowski, 32. Zalew Bagry, 33. Starorzecze Wisły – Lesisko, 34. Żwirownia w Przyłasku Rusieckim, 35. Bonarka – stawy, 36. Ludwinów.

**Ryc. 13. Obszary proponowane do objęcia ochroną przyrody wg. Kudłek, Pępkowska, Walasz, Weiner, 2005**

## 11.7. IDENTYFIKACJA MIEJSC WYSTĘPOWANIA GATUNKÓW WYMAGAJĄCYCH UTWORZENIA STREF OCHRONNYCH I TERENY LĘGOWE BOCIANA BIAŁEGO (KAZIMIERZ WALASZ)

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 28.09.2004 sprawie gatunków dziko występujących zwierząt objętych ochroną (Dz.U. 2004 nr 220 poz. 2237), dla określonej grupy gatunków wymagane jest tworzenie stref ochronnych mających zagwarantować ich przetrwanie w okresie zimowym, a także w okresie rozrodu. W Krakowie dotyczy to nietoperzy oraz rzadkiego gatunku węża - gniewosza.

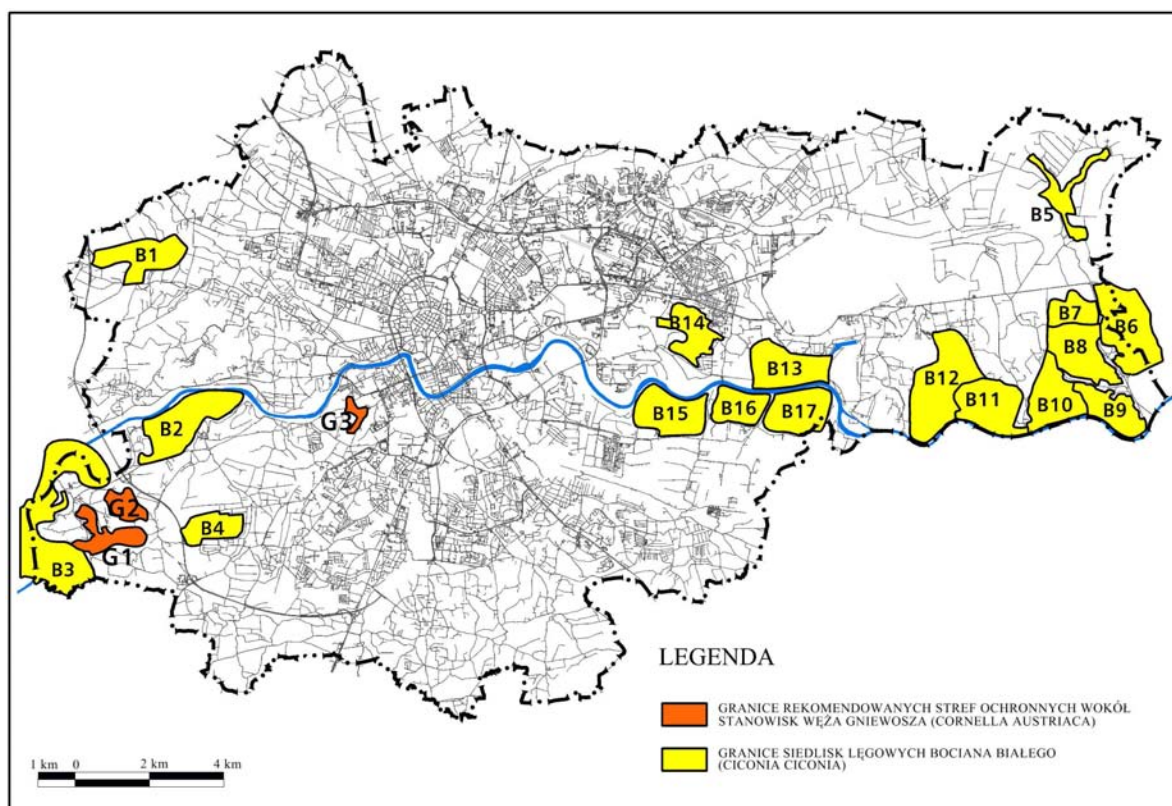
Formalnie ze względu na słabe rozpoznanie występowania nietoperzy w Krakowie nie wskazano takich miejsc do ochrony strefowej. Dotychczasowa wiedza pozwala twierdzić, że miejscami potencjalnie najistotniejszymi do ochrony nietoperzy są forty Twierdzy Kraków oraz kawerny i jaskinie (Bodzów, Kostrze, Bielany, Zakrzówek), które są miejscem zimowania i przebywania w okresie letnim nietoperzy. Miejsca te powinny być zbadane pod kątem występowania nietoperzy, a następnie należy opracować szczegółowe zalecenia pozwalające na ochronę tych miejsc jako siedlisk potencjalnego zimowania lub przebywania w okresie letnim nietoperzy. Wymóg utworzenia strefy ochrony całorocznej dotyczy pomieszczeń i kryjówek zajmowanych przez nietoperze, w których w ciągu 3 kolejnych lat choć raz stwierdzono ponad 200 zimujących osobników. Nie oznacza to konieczności zatrzymania potencjalnych adaptacji tych obiektów do innych celów przy zabezpieczeniu miejsc ważnych dla ochrony nietoperzy. Ważne jest także zachowanie ich miejsc żerowania, którymi są tereny otwarte, nadwodne oraz zachowanie korytarzy ekologicznych, które stanowią obrzeża lasów oraz szpalery drzew i małe zadrzewienia na terenach otwartych. Główną ostoją nietoperzy w Krakowie powinna być bogata sieć fortów. Tymczasem wiele z nich ma szczelnie pozamykanie okienka. Wskazane jest pozostawienie niewielkich szczelin pozwalających na wejście do niektórych komór przy jednoczesnym zabezpieczeniu przed zniszczeniem potencjalnych miejsc przebywania nietoperzy w fortach.

W przypadku węża gniewosza *Coronella austriaca* stan wiedzy jest także niewielki. Jednak już teraz można wskazać trzy miejsca występowania tego gatunku (oznaczone na mapie G1, G2 i G3) – ryc. 14, w których powinno utworzyć się strefy ochronne. Są to murawy naskalne w Zakrzówku oraz w Tyńcu wschodnie zbocza Skołczanki, jak i teren otwarty wokół góry Boguciana i Stępcica. Miejsca te powinno się aktywnie chronić przed zarastaniem oraz kosić nie częściej jak raz w roku pod koniec sezonu wegetacyjnego. Załącznik 5 wymienionego Rozporządzenia o ochr. gatunkowej zwierząt stanowi, że należy ustanowić strefę ochrony całorocznej o promieniu 100 m wokół miejsc rozrodu i regularnego przebywania oraz strefę ochrony okresowej o promieniu 500 m od miejsca rozrodu i regularnego przebywania. Na załączonej mapie zaznaczono proponowane granice terenów mających chronić te trzy znane stanowiska gniewosza w Krakowie. Jest bardzo prawdopodobne, że gatunek ten występuje na południowych zboczach Wzgórza Św. Bronisławy i w okolicach polan Lasku Wolskiego i Fortu Skała.

Niewątpliwie najatrakcyjniejszym gatunkiem jest bocian biały *Ciconia ciconia* (ryc.14). W Krakowie mamy 17 stanowisk lęgowych tego gatunku. Niestety w wyniku przesuszania siedlisk, zarastania łąk oraz presji inwestycyjnej z roku na roku liczba czynnych gniazd gwałtownie kurczy się. By temu zapobiec należy wyznaczyć strefy ochronne wokół gniazd.

Najważniejsza jest ochrona siedlisk wilgotnych, zwłaszcza łąkowych. Są to obszary bez których istnienia para bocianów, nawet jeśli rozpocznie lęg nie będzie w stanie wychować piskląt, które zgina z głodu, z powodu niewystarczającej bazy pokarmowej. Stanowiska bociana białego wyznaczono w 2009 r. (ryc. 14 - symbole literowe oznaczają stanowiska).

W Krakowie stwierdzono następujące stanowiska bociana białego (w nawiasie podano nazwy ulic przy której znajduje się gniazdo): B1 - Bronowice (ul. Korzeniaka), B2 - Koło Tynieckie-Bodzów (ul. Falista), B3 - Tynec (ul. Benedyktyńska), B4 - Szerokie Łąki (ul. Skotnicka), B5 - Branice -Dolina Potoku Kościelnickiego (ul. Calińskiego), B6 - Wolica - Dolina Potoku Kościelnickiego (ul. Szlifierska), B7 - Błonie 1 (ul. Podstawie), B8 - Błonie 2 (ul. Brzeska), B9 - Przylasek Wyciąski 1 (ul. Drożyska), B10 - Przylasek Wyciąski 2 (ul. Siejówka), B11 - Wola Rusiecka (Dol. Wisły i żwirownia - ul. Tarasowa), B12 - Stryjów (ul. Zaporębie, B13 - Dol. Dłubni (ul. Żaglowa), B14 - Łąki Nowohuckie (ul. Odmetowa), B15 - Rybitwy (ul. Golikówka), B16 - Przewóz (ul. Wróbela), B17 - Bugaj (ul. Traczy) – ryc. 14.



Ryc. 14. Rekomendowane strefy ochronne wokół stanowisk węża gniewosza oraz tereny łąkowe bociana białego ( K. Walasz)

# **CZEŚĆ III. WALORY KRAJOBRAZOWE ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO I PRZYRODNICZO-KULTUROWEGO**

## **12. OCENA WALORÓW KRAJOBRAZOWYCH (BOŻENA DEGÓRSKA., BOGDANA IZMAIŁOW)**

Kraków należy do miast, gdzie obok bezcennej tkanki zabytkowej, zachował się bardzo atrakcyjny krajobraz przyrodniczy i przyrodniczo-kulturowy. Szczególne cechy krajobrazu przyrodniczego wiążą się z położeniem miasta w dolinie Wisły oraz otaczającymi jej dolinę wzgórzami. Wisła przepływa między wzniesieniami skał wapiennych, mijając Tyniec, Bielany, Bodzów, Przegorzały, Salwator, Zakrzówek, Wzgórze Wawelskie i Krzemionki Podgórskie.

Urozmaicenie rzeźby terenu powoduje, że na stosunkowo niewielkiej powierzchni istnieje wiele form różnej genezy interesujących zarówno ze względów krajobrazowych jak i edukacyjnych. Malowniczy i bardzo pogładowy jest przełom Wisły pod Tyńcem, gdzie na krótkim odcinku dolina ulega zwężeniu, wykorzystując formę rowu tektonicznego. U podnóża zbocza przełomu pod wzgórzem klasztornym w Tyńcu zachowały się zwały obrywu skalnego, wywołanego trzęsieniem Ziemi, można również obserwować proces współczesnego cofania się skalnego zbocza doliny. Spośród form rzeźby zrębowej szczególnie pogładowe są izolowane pagóry zrębowe i rowy tektoniczne obszaru Bramy Krakowskiej. Formy te, dające duże urozmaicenie rzeźby są nie tylko atrakcyjne widokowo, ale pozwalają także dzięki swoim niewielkim rozmiarom i niezbyt dużemu przekształceniu przez inne procesy morfogenetyczne - prześledzić związek ukształtowania terenu z ruchami tektonicznymi.

Do atrakcyjnych form występujących na terenie Krakowa można również zaliczyć starorzecza, szczególnie te świeże, wypełnione wodą, a przede wszystkim najmłodsze z nich Koło Tynieckie, odcięte przy budowie stopnia Kościuszko. Sztuczne zbiorniki na Zakrzówku, w Przylasku Rusieckim, zalew Nowa Huta na Dłubni mogą mieć znaczenie rekreacyjne.

Do interesujących obiektów z punktu widzenia turystyki i edukacji geologicznej należą formy krasu wapiennego skupione w obrębie Bramy Krakowskiej, a zwłaszcza jaskinie. Na terenie miasta znanych jest 21 jaskiń i schronisk, zgrupowanych na terenie Zrębu Sowińca, wzgórz Tynieckich i Skałek Twardowskiego. Pojedyncze jaskinie i schroniska krasowe znajdują się na Wzgórzu Wawelskim (m. in. Smocza Jama), na Bielanych, na Salwatorze koło klasztoru Norbertanek. Najdłuższe z nich to Jaskinia Twardowskiego (220 m) z naciekami w postaci kolumn i makaronów, udostępniona do zwiedzania Smocza Jama we Wzgórzu Wawelskim (230 m) z mikroformami kotłów eworsyjnych i jeziorkami oraz Jaskinia Jasna (80 m) w Skałach Twardowskiego. Formy krasu powierzchniowego można obserwować na Zakrzówku i w obrębie wąwozów krasowych Bramy Krakowskiej. Do najbardziej klasycznie wykształconych wąwozów krasowych należą doliny rozcinające Zrąb Sowińca. Znajdujące się w ich obrębie formy skałkowe, stanowiące niewątpliwą atrakcję turystyczną. Formy skałkowe można podziwiać przede wszystkim w rezerwach: Panieńskich Skał, Skałek Przegorzalskich, na Skołczance, w Bielańskich Skałkach i Skałach Twardowskiego.

Do atrakcyjnych obiektów należy zaliczyć piękne widokowo najwyższe wzniesienia, a więc wzgórza zrębowe: Sowiniec, Pustelnik i Srebrna Góra oraz zlokalizowane na wzgórzach kopce Józefa Piłsudskiego i Kościuszki. Roztacza się z nich widok na Kraków i jego najbliższe okolice: dolinę Wisły, wzgórza Tynieckie, Garb Tenczyński, Pogórze Wielickie i Beskidy z Babią Górą. Dolinę Wisły, Pogórze Wielickie i Beskidy widoczne są również z wierzchołki Przegorzalskiej Skały, Góry Kostrzeckiej, skąd widać również Wzgórze Tynieckie i Zrąb Sowińca. Do szczególnych punktów widokowych można zaliczyć Wzgórze Wawelskie, Skały Twardowskiego, Krzemionki Zakrzowskie oraz kopce związane z historią Polski i Krakowa: Kościuszki, Piłsudskiego, Krakusa i Wandy, które stanowią symboliczną przestrzeń kulturowo-przyrodniczą stworzoną przez człowieka.

Symbolem Krakowa ukształtowanym przez człowieka są także Planty i Błonia Krakowskie. Do tej kategorii obiektów należą także inne zabytkowe parki miejskie i ogrody, cmentarze (m.in. Rakowicki, Żydowski, Ewangelicki), a z innych obiektów ogród zoologiczny i botaniczny.



**Kopiec Wandy (fot. B. Degórska)**



**Kopiec Krakusa (fot. B. Degórska)**



**Kopiec Kościuszki (fot. B. Degórska)**



**Kopiec Piłsudskiego (fot. Gorgolewski)**

### **Kopce – charakterystyczny element krajobrazu Krakowa**

Podobnie jak kopce krakowskie, które trwale wpisały się na mapę turystyczną Krakowa z uwagi na walory widokowe, potencjalnymi obiektami o wysokich walorach krajobrazowych są powstałe w wyniku eksploatacji surowców skalnych liczne kamieniołomy, w tym między innymi kamieniołom w Zakrzówku, w Mydlnikach, kamieniołom Bonarka i Liban,



wyrobiska w Przylasku Rusieckim. Bardzo interesujący, przede wszystkim z punktu widzenia edukacyjnego jest kamieniołom Bonarka w Woli Duchackiej. W jego dnie zachowała się powierzchnia abrazyjna, ścinająca wapienie górnourajskie. Skrasowiata powierzchnia abrazyjna przecięta jest wyraźnie widocznymi uskokami tektonicznymi o zrzucie do kilkunastu metrów.



**Kamieniołom na Zakrzówku wypełniony wodą – obszar godny wypromowania jako „obowiązkowy” punkt na mapie turystycznej Krakowa (fot. B. Degórska)**

W wielu miejscach walory środowiska przyrodniczego wzmocnione są przez elementy krajobrazu kulturowego, tworzące spójny i niejednokrotnie unikatowy krajobraz przyrodniczo-kulturowy. Niemal wszystkie naturalne kulminacje terenowe zaakcentowane zostały wyróżniającymi się budowlami lub zespołami budowli. Są to klasztory, zespoły rezydencjonalne, forteczne, pojedyncze obiekty sakralne oraz najwspanialsza w mieście dominanta kompozycyjna Zamku Królewskiego na Wawelu.



**Wzgórze Wawelskie (fot. Gorgolewski, copyright Urząd Miasta Krakowa)**



**Klasztor kamedułów na Bielanach – harmonijny krajobraz kulturowo-przyrodniczy (fot. K. Walasz)**



**Kopiec i Fort Kościuszki z lotu ptaka (fot. Gorgolewski, copyright Urząd Miasta Krakowa)**

Unikatowym elementem krajobrazu łączącym walory przyrodnicze i zabytki kultury militarnej jest Twierdza Kraków. Oprócz zespołu fortyfikacji w jej skład wchodzi system zieleni towarzyszący fortom i drogom rokadowym. Łącznie wszystkie wymienione składowe tworzą krajobraz warowny, stanowiący olbrzymią, a mało wypromowaną atrakcję turystyczną miasta. Należy podkreślić, że sam system zieleni fortecznej obejmuje obszar około 200 ha. Oprócz podejmowania zabiegów konserwatorskich, niezbędna jest ochrona walorów widokowych, otwierających się z dróg rokadowych, polegająca między innymi na odsuwaniu linii zabudowy od krawędzi dróg rokadowych, przestrzeganiu wysokości zabudowy i

pozostawianiu odcinków bez zabudowy, aby nie przesłaniać wglądu w otaczający krajobraz. Kształtowanie krajobrazu warownego dotyczyć musi także porządkowania otoczenia fortów oraz tworzenia spójnych pasm łączących poszczególne obiekty forteczne, w tym tras rekreacyjno-turystyczno-edukacyjnych

Specyficzną formą krajobrazu kulturowo-przyrodniczego jest krajobraz wiejski, który w wielu miejscach wymaga zachowania, z uwagi na układ średniowiecznych wsi z rozłogami pól rozmierzanymi w łąkach frankońskich. Obecnie obszary te podlegają silnej presji nowej zabudowy.

Stan ochrony walorów przyrodniczo-kulturowych Krakowa, za wyjątkiem niektórych obiektów (jak np.: Wzgórze Wawelskie, Fort Kościuszko), jest dalece niewystarczający. Przykładem tego jest krajobraz warowny Twierdzy Kraków, Krzemionki Podgórskie, Zakrzówek. Skutecznej ochrony krajobrazu przyrodniczo-kulturowego w zachodniej części Krakowa nie zapewnia nawet status parku krajobrazowego. Oprócz działań wynikających z *Ustawy o ochronie przyrody* oraz wpisu do rejestru zabytków, niezbędne są także inne formy działań, w tym ochrona poprzez utworzenie parków kulturowych i związany z tym wymóg sporządzania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Na terenie Krakowa planuje się utworzenie ośmiu parków kulturowych (plansza nr 12), związanych głównie z ochroną krajobrazu warownego Twierdzy Kraków:

- Park kulturowy „Sikornik – Skala”,
- Park kulturowy „Wielkie Panoramy”,
- Park kulturowy „Północny Front”,
- Park kulturowy „Lotniczy”,
- Park kulturowy „Bitwy o Kraków 1914”,
- Park kulturowy „Skotnik - Bodzów”,
- Park kulturowy „Krzemionki Podgórskie”,
- Park kulturowy „Tyniec”.



**Fort Rajska (fot. B. Degórska)**



**Droga rokadowa pomiędzy fortami Rajska – Kosocice (fot. B. Degórska)**

Na obszarach parków kulturowych, zgodnie z rekomendacjami zawartymi w *Programie Rewitalizacji Miasta Krakowa*, działania powinny być ukierunkowane na:

- ochronę i konserwację zachowanych oraz rekonstrukcję brakujących elementów układu fortecznego, w tym substancji architektonicznej fortów i innych obiektów fortyfikacyjnych,
- ochronę, konserwację i odtworzenie zieleni fortecznej oraz układu dróg rokadowych, a także form ziemnych fortyfikacji,
- wykorzystanie i adaptację obiektów dla lokalizacji funkcji usługowych w celu racjonalnego zagospodarowania oraz rehabilitacji zespołów fortecznych i ich otoczenia,
- możliwość restauracji, rekonstrukcji lub uzupełnień w ramach ochrony istniejących obiektów fortecznych oraz ewentualnej możliwości budowy nowych obiektów i urządzeń, w ich otoczeniu (pod warunkiem uzyskania zgody służb konserwatorskich),
- możliwość prowadzenia prac związanych z niezbędną modernizacją obiektów fortecznych w zakresie infrastruktury technicznej, w celu ich adaptacji do nowych funkcji (pod warunkiem uzyskania zgody służb konserwatorskich).

Postuluje się, aby wszystkie znajdujące się we władaniu Gminy Miejskiej Kraków obiekty dawnej twierdzy potraktować jako całościowy układ historyczno-krajobrazowy. Dla wszystkich parków muszą być sporządzone miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Działania ochronne polegać powinny tu na:

- wpisie do rejestru zabytków najcenniejszych zachowanych relikwów Twierdzy,
- opracowaniu planu ochrony obszaru „Krajobrazu Warownego Twierdzy Kraków” i uchwaleniu go przez Radę Miasta Krakowa,
- wprowadzeniu odpowiednich zapisów w mpzp,
- kontynuacji opracowywania i aktualizacji dokumentacji typu ewidencyjnego i wytycznych konserwatorskich w zakresie architektury i zieleni,

- opracowywaniu studiów chłonności i możliwości adaptacji obiektów dla potrzeb współczesnych,
- stworzeniu trasy dydaktyczno-turystycznej i Muzeum Twierdzy Kraków.

Podobne działania planistyczne – tworzenie planów o charakterze ochronnym powinny dotyczyć także innych miejsc o wysokich walorach przyrodniczo-kulturowych. Wśród nich ważna jest ochrona krajobrazu dolin rzecznych, którą powinno zapewnić utworzenie parków rzecznych łączących enklawy krajobrazu naturalnego i kształtowanego.

Szczegółnej ochrony wymagają także płaszczyzny widokowe otwierające panoramę Starego Miasta. Obecnie najbardziej zagrożony utratą walorów jest widok z Zakrzówka. Wkraczająca od strony Starego Miasta zabudowa jedno- i wielorodzinna stanowi główny czynnik degradujący krajobraz. Podobnie podniesienia wartości krajobrazowych wymaga panorama na Stare Miasto z Kopców Kościuszki i Krakusa.



**Nowe osiedla mieszkaniowe wkraczające na tereny zielone w otoczeniu Zbiornika Zakrzówek powodujące dysharmonię krajobrazu (fot B. Degórska)**



**Chaotyczna zabudowa degradująca walory krajobrazowe Starego Miasta – widok z Zakrzówka (fot. B. Degórska)**

Najcenniejsze walory przyrodnicze i przyrodniczo-krajobrazowe mogą rozszerzać przestrzeń turystyczną Krakowa, na co wskazuje *Waloryzacja przestrzeni miejskiej Krakowa dla potrzeb turystyki*, (Faracik i inni, 2008) - plansza nr 11.

# **CZEŚĆ IV. OCENA STANU ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA, WYSTĘPUJĄCYCH ZAGROŻEŃ I MOŻLIWOŚCI ICH OGRANICZANIA**

## **13. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA I WYSTĘPOWANIE MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA**

### **13.1. WPŁYW CZYNNIKÓW KLIMATYCZNYCH, OROGRAFICZNYCH I POKRYCIA TERENU NA JAKOŚĆ POWIETRZA (KRZYSZTOF BŁAŻEJCZYK)**

Oprócz bezpośrednich antropogenicznych i naturalnych źródeł emisji zanieczyszczeń do atmosfery zlokalizowanych na terytorium Krakowa, na stan powietrza wpływają również czynniki pośrednie, związane z uwarunkowaniami klimatycznymi, orograficznymi, pokryciem terenu i napływem zanieczyszczeń spoza granic miasta. Tereny otaczające Kraków mają znaczący udział w napływie zanieczyszczeń, jak i w napływie mas relatywnie czystego powietrza z obszarów o wysokiej lesistości (ryc. 15).

Na zwiększenie koncentracji zanieczyszczeń w powietrzu i/lub ich stagnacji wpływają następujące cechy pogody: występowanie mgieł, występowanie inwersji temperatury, cisze atmosferyczne lub słaby wiatr (Bokwa, 2007, 2010; Kozłowska-Szczęśna i inni, 2002; Lewińska, 2000; Lewińska i inni, 1982). Wieloletnie dane meteorologiczne wskazują wyraźnie na duże częstotliwości takich sytuacji synoptycznych i pogodowych, które bądź to dostarczają nad obszar Krakowa zanieczyszczenia ze źródeł odległych, bądź też utrudniają dyspersję zanieczyszczeń emitowanych przez źródła lokalne i regionalne. Są to przede wszystkim:

- częsta adwekcja powietrza z zachodu, południowo-zachodu i północnego zachodu (łącznie te kierunki napływu mas powietrza obejmują 40% dni w roku),
- częste występowanie słabogradientowych sytuacji barycznych, o słabym mieszaniu powietrza (łącznie stanowią one 26% dni w roku),
- częste występowanie cisz atmosferycznych, inwersji termicznych i mgieł powodujących stagnację powietrza nad miastem (łącznie są one obserwowane przez 54% dni w roku).

Jednym z podstawowych czynników zewnętrznych wpływających na jakość powietrza w Krakowie są źródła emisji zanieczyszczeń położone poza granicami miasta. Zanieczyszczenia są przenoszone nad jego obszar wraz z przemieszczającymi się masami powietrza i/lub

spływają grawitacyjnie wzdłuż głównych makro form rzeźby terenu (dolinami: Wisły, Skawinki, Rudawy, Prądnika).

Jako główne zewnętrzne źródła zanieczyszczeń można wymienić (ryc. 15):

- rejon Chrzanowa – zanieczyszczenia z tego obszaru docierają nad Kraków wraz z masami powietrza płynącymi z północnego-zachodu (około 11% dni w roku) oraz przemieszczają się grawitacyjnie wzdłuż doliny Rudawy;
- rejon Skawiny – obszar ten leży w bezpośrednim sąsiedztwie granic Krakowa, a zanieczyszczenia są przenoszone nad miasto wraz z wiatrami południowo-zachodnimi i zachodnimi (30% dni w roku) oraz poprzez spływy grawitacyjne wzdłuż doliny Skawinki, a następnie Wisły;
- rejon Olkusza – zanieczyszczenia z tego obszaru napływają nad Kraków wraz z masami powietrza płynącymi z północnego-zachodu (około 11% dni w roku).

Nad obszar Krakowa docierają także wraz z masami powietrza zanieczyszczenia ze źródeł odległych. Do największych, a jednocześnie realnie wpływających na stan czystości powietrza w mieście, źródeł odległych należą:

- Górnośląski Okręg Przemysłowy oraz rejon Oświęcimia – przez około 1/3 dni w roku z cyrkulacją zachodnią i północno-zachodnią zanieczyszczenia z tych obszarów pogarszają stan aerosanitarny w Krakowie. Zanieczyszczenia z rejonu Oświęcimia przemieszczają się także w kierunku Krakowa poprzez spływ grawitacyjny wzdłuż doliny Wisły. (O roli doliny Wisły w kanalizowaniu przygruntowych przepływów powietrza świadczy rozkład kierunków wiatrów dolnych – we wszystkich częściach miasta dominują wiatry wiejące wzdłuż osi doliny, na linii wschód-zachód);
- rejon Tarnowa – wpływa na stan czystości powietrza w Krakowie przy cyrkulacji wschodniej przez około 8% dni w roku.

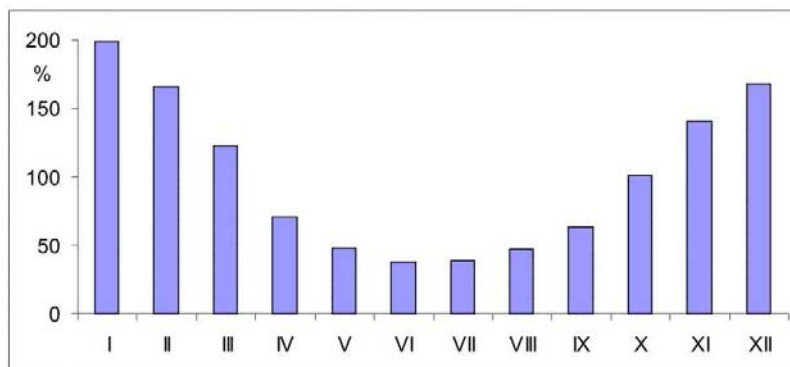
W systemie nawietrzania i regeneracji powietrza w dużych aglomeracjach ważną rolę odgrywają obszary leśne i/lub wodne, z nad których może napływać nad miasto powietrze o korzystnych cechach fizycznych i sanitarnych (ryc. 15). W przypadku Krakowa obszarów takich jest niewiele. Najwięcej, najbardziej cennych obszarów leśnych, które mogą być źródłem czystego powietrza jest rozmieszczonych na południe od miasta, na zboczach Pogórza Karpackiego. Niestety, adwekcje powietrza z tego kierunku nie są zbyt częste i obejmują jedynie niecałe 7% dni w roku. Znaczna jest także odległość tych kompleksów od granic zabudowy miejskiej, co zmniejsza właściwości regeneracyjne powietrza napływającego z tego kierunku. Przy cyrkulacji wschodniej (8% dni w roku) źródłem regeneracji powietrza w Krakowie mogą być lasy Puszczy Niepołomickiej. Pozytywny efekt tego kompleksu leśnego jest jednak niwelowany przez równoległe przenoszenie zanieczyszczeń ze źródeł skoncentrowanych głównie w dzielnicach Nowa Huta i Czyżyny. Kompleksy leśne położone na zachód od miasta nie mają niestety dużego znaczenia w regeneracji powietrza na jego obszarze. Leżą one w głównym kanale przemieszczania się powietrza z nad Górnego Śląska i pełnią rolę biologicznego filtra dla płynących stamtąd zanieczyszczeń oraz częściowego regeneratora powietrza. Brak jest w zasadzie większych kompleksów leśnych na północ od Krakowa. Zespoły leśne Ojcowskiego Parku Narodowego oraz lasów w rejonie Słomnik nie odgrywają znaczącej roli w regeneracji powietrza w Krakowie z uwagi na swe niewielkie rozmiary oraz rzadką adwekcję powietrza z tego kierunku (6% dni w roku).





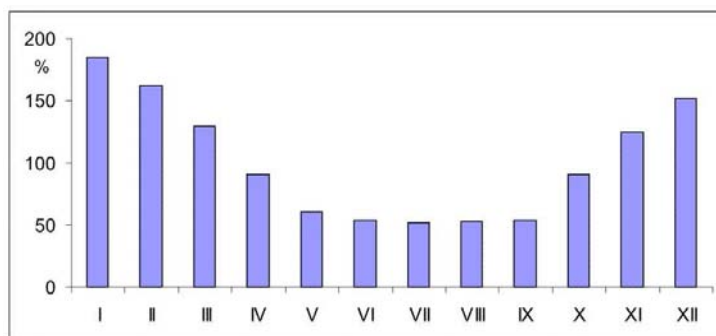
**Ryc. 15. Oddziaływanie czynników zewnętrznych na jakość powietrza w Krakowie i kierunki cyrkulacji lokalnej.**

Na obszarze Krakowa zaznacza się wpływ cyrkulacji atmosferycznej na stężenia zanieczyszczeń w powietrzu, a także występowanie ich sezonowej zmienności. Obserwuje się wyraźną cykliczność roczną stężeń zanieczyszczeń powietrza. Zarówno w przypadku pyłu zawieszonego (ryc. 16), jak i dwutlenku siarki (ryc. 17) największe stężenia występują w okresie zimowym.

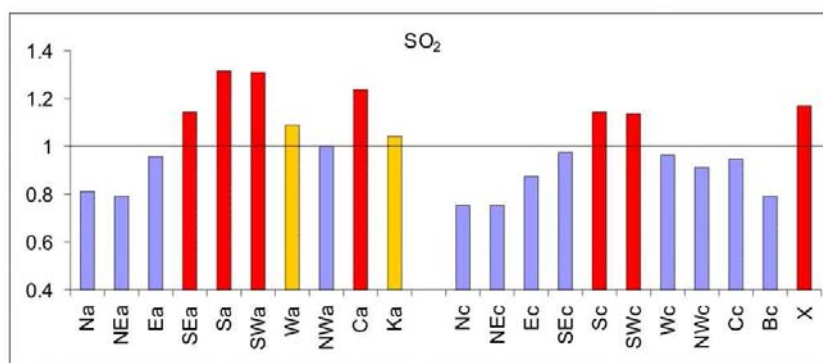


**Ryc. 16. Sezonowa zmienność stężeń pyłu zawieszonego PM10 w poszczególnych miesiącach w stosunku do wartości średniej rocznej (wg: Niedźwiedź i Olecki 1994)**

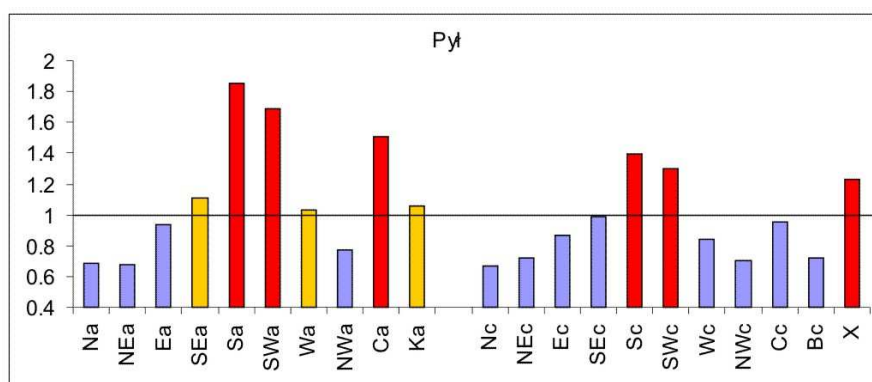
Według danych zamieszczonych w opracowaniu Niedźwiedzia i Oleckiego (1994) największe stężenia dwutlenku siarki są obserwowane w typach cyrkulacji z sektora południowego (S, SE, SW) oraz podczas zalegania nad Małopolską centrum wyżu (Ca) – ryc. 18. Podobnie, znaczne zwiększenie stężeń pyłu zawieszonego (nawet o 80%) notuje się także przy napływie powietrza z południa oraz w centrum wyżu (ryc. 19). Można zatem stwierdzić, że najbardziej niebezpieczne – z punktu widzenia warunków aerosanitarnych – sytuacje pogodowe występują podczas typów cyrkulacji antycyklonalnej z sektora południowego (Sa), południowo-zachodniego (SWa), południowo-wschodniego (SEa) i centrum wyżu (Ca) oraz cyrkulacji cyklonalnej z sektora południowego (Sc), południowo-wschodniego (SEc) i południowo-zachodniego (SWc). Sytuacje te stanowią łącznie około ¼ dni w roku, a ich kulminacja występuje jesienią (Ustrnul, 2007).



Ryc. 17. Sezonowa zmienność stężeń SO<sub>2</sub> w poszczególnych miesiącach w stosunku do wartości średniej rocznej (wg: Niedźwiedź i Olecki 1994)

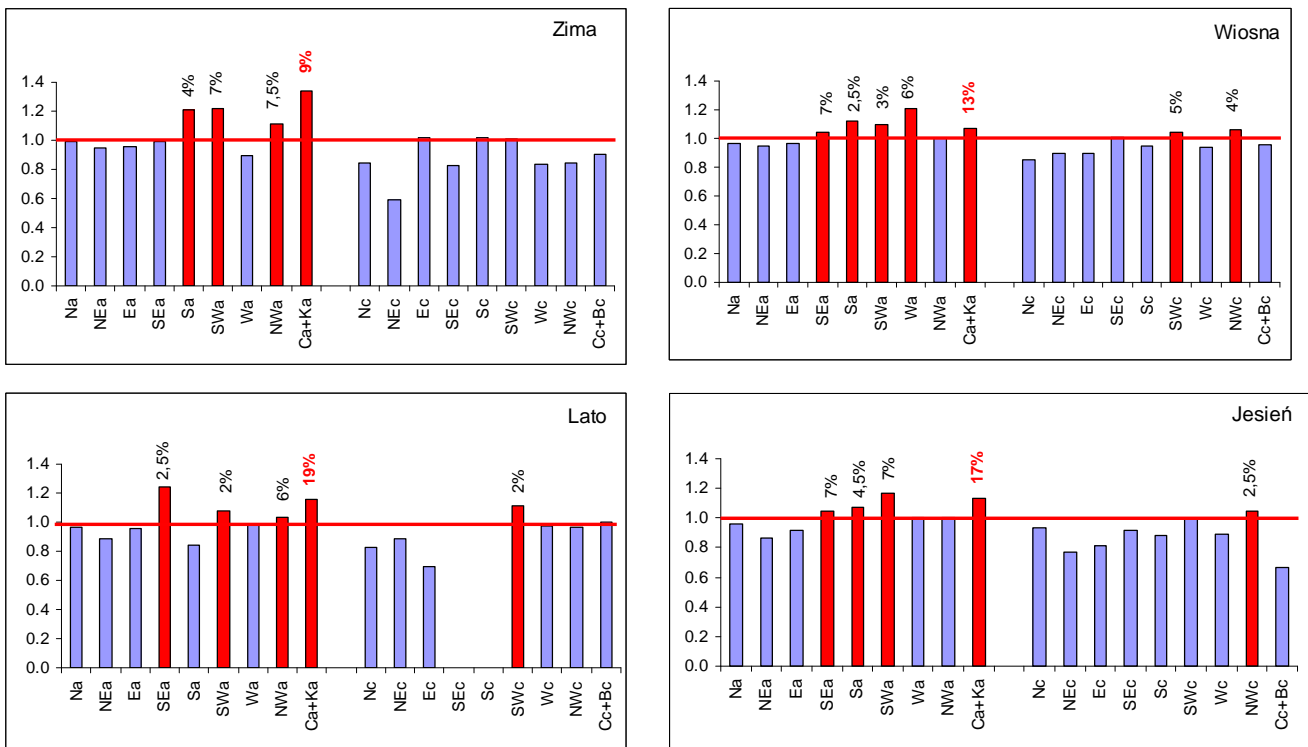


Ryc. 18. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na stężenia SO<sub>2</sub> (wg: Niedźwiedź i Olecki, 1994)



Ryc. 19. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na stężenia pyłu zawieszonego (PM10) (wg: Niedźwiedź i Olecki, 1994)

W poszczególnych porach roku zwiększone stężenia zanieczyszczeń (dwutlenkiem siarki i pyłem zawieszonym) wiążą się z różnymi sytuacjami synoptycznymi. Są to zarówno typy cyrkulacji napływającej wzdłuż głównej osi doliny Wisły (południowo-zachodnia, zachodnia i północno-zachodnia), jak i przy cyrkulacji cechującej się słabym poziomym przepływem powietrza (centrum wyżu, klin wyżowy) lub też o wymuszonym przez rzeźbę terenu zmniejszeniu poziomej wymiany powietrza (cyrkulacja południowa i południowo-wschodnia). Zimą jest to pięć typów cyrkulacji antycyklonalnej (wyżowej): południowa (Sa), południowo-zachodnia (SWa) i północno-zachodnia (NWa) oraz centrum wyżu (Ca) i klin wyżowy (Ka). Łącznie wszystkie te typy cyrkulacji występują przez ponad 27% dni zimowych. Wiosną zwiększone stężenia zanieczyszczeń są obserwowane w większości typów antycyklonalnych (SE, S, SW, W, C i K) oraz w dwóch typach cyklonalnych (niżowych): SW i NW. Wszystkie typy cyrkulacji sprzyjające zwiększeniu stężeń zanieczyszczeń obejmują wiosną aż 40% dni. Latem zwiększonych zanieczyszczeń należy spodziewać się przez 32% dni w związku z występowaniem cyrkulacji antycyklonalnej SEa, SWa, NWa, Ca i Ka oraz cyrkulacji cyklonalnej SWc. Jesienią w ciągu 38% dni z cyrkulacją SEa, Sa, SWa, Ca, Ka i NWc trzeba się liczyć w Krakowie ze zwiększonym zanieczyszczeniem powietrza (ryc. 20).



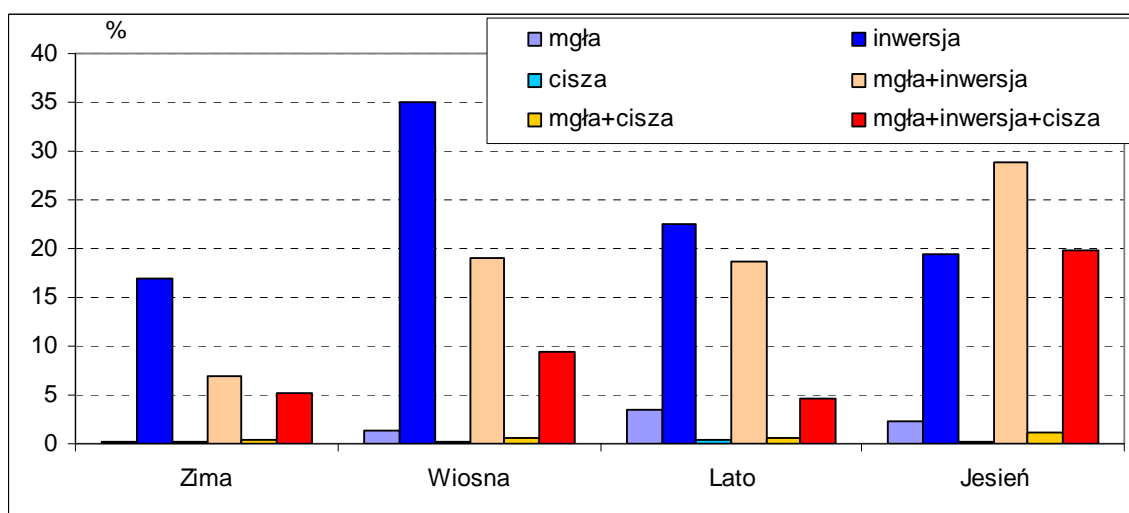
**Ryc. 20. Typy cyrkulacji atmosferycznej szczególnie sprzyjające koncentracji SO<sub>2</sub> (słupki czerwone - stężenia dwutlenku siarki większe niż wartości przeciętne dla danego sezonu; wartości procentowe - częstość danego typu sytuacji synoptycznej w porze roku) - wg Niedźwiedz i Olecki, 1994**

Zwiększeniu zanieczyszczeń, zwłaszcza w chłodnej porze roku, sprzyja także niska temperatura powietrza (<5°C), przy której uruchamiane są urządzenia grzewcze w lokalnych kotłowniach i ogrzewanie piecowe, a elektrociepłownie zwiększają produkcję energii. W okresie ciepłym natomiast, przy temperaturze powietrza powyżej 25°C, obserwuje się zwiększone zanieczyszczenie, zwłaszcza ozonem. Z drugiej jednak strony przy tak

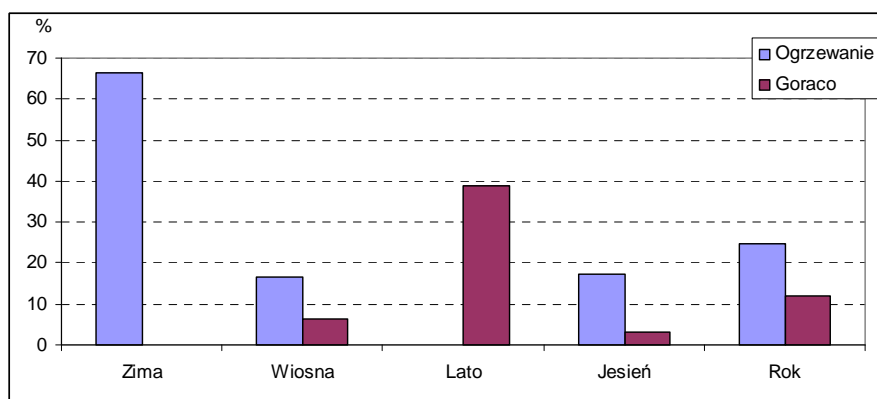
podwyższonej temperaturze zwiększa się pionowe unoszenie powietrza (konwekcja), które może wynieść zanieczyszczenia z kanionów ulicznych ponad poziom dachów.

Na okresową, zwiększoną koncentrację zanieczyszczeń w powietrzu znaczący wpływ mają czynniki pogodowe, zarówno pojedyncze cechy pogody, jak i zespoły tych cech. Zimą najczęściej (przez 17% dni) stagnacji zanieczyszczeń sprzyjają inwersje, przez 7% dni mgły połączone z ciszą atmosferyczną. Przez 5% dni panuje najbardziej niesprzyjająca kombinacja cech pogody, a mianowicie inwersja termiczna, inwersja i cisza atmosferyczna (ryc. 21). Wiosną inwersje utrudniają usuwanie zanieczyszczeń aż przez 35% dni, a inwersje połączone z mgłami przygruntowymi – przez 19% dni. Pogodę z trzema niekorzystnymi cechami (mgła, inwersja i cisza) obserwuje się przez 9% dni. Łącznie sytuacje pogodowe niekorzystne dla usuwania z miasta zanieczyszczeń panują wiosną aż przez 65% dni. Latem w ciągu 50% dni warunki pogodowe sprzyjają zaleganiu zanieczyszczeń, z tego 22% przypada na inwersje, 18% na inwersje i mgły, a 5% na inwersje, mgły i cisze. Dodatkowo, przez blisko 40% dni letnich, temperatura powietrza sprzyja zwiększeniu koncentracji niektórych zanieczyszczeń. Jesienią łącznie przez 72% dni panuje pogoda niekorzystna dla rozproszenia zanieczyszczeń, w tym zwłaszcza inwersje – 19%, inwersje i mgły – 29%, inwersje, mgły i cisze – aż 20% dni. A. Bokwa (2010) wskazuje że położenie Krakowa sprzyja tworzeniu się warstw hamujących w warunkach inwersji temperatury lub izotermii, które powodują zanikanie ruchów wstępujących powietrza, prowadząc nawet do kilkukrotnego wzrostu koncentracji zanieczyszczeń.

Ogólnie, w skali całego roku w ciągu 54% dni panuje w Krakowie jedna lub kilka cech pogody utrudniających dyspersję zanieczyszczeń powietrza. Najwięcej niekorzystnych sytuacji pogodowych występuje jesienią (72% dni), a najmniej zimą (30% dni) - ryc. 21. Należy jednak pamiętać, że aż przez 60% dni okresu zimowego warunki termiczne wymuszają intensywne ogrzewanie budynków (ryc. 22). Przy dość dużej liczbie niskich źródeł emisji powoduje to wyraźny wzrost w okresie zimowym zanieczyszczeń powietrza pyłami i dwutlenkiem siarki i (ryc. 16 i 17).

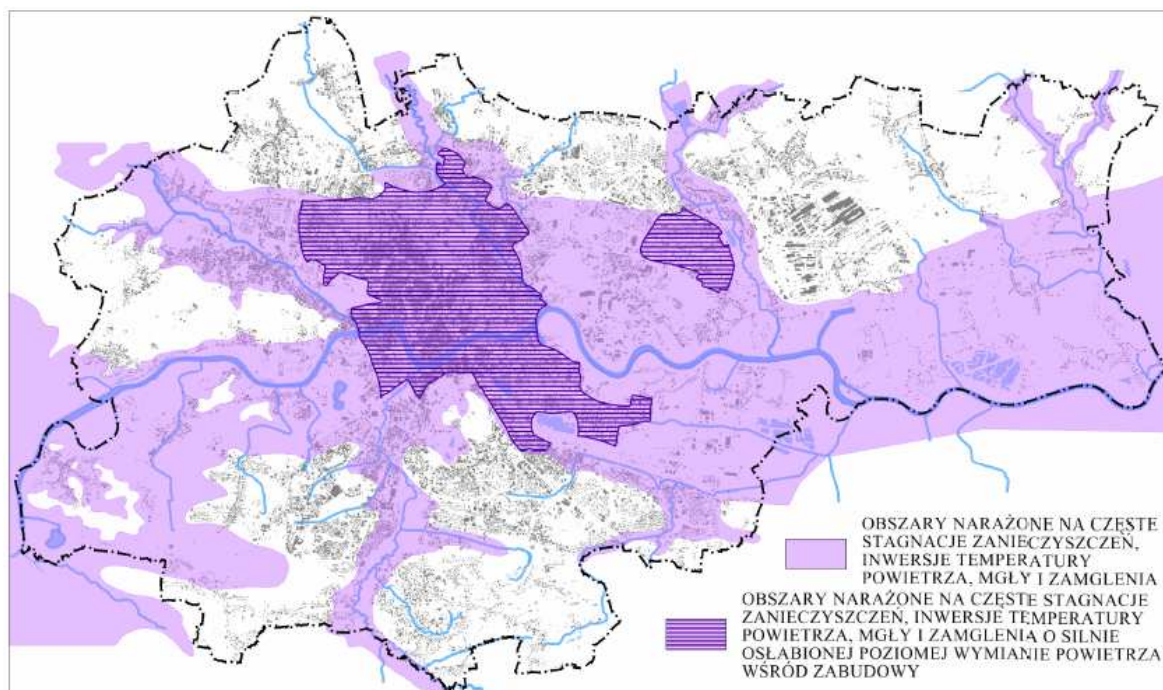


**Ryc. 21. Częstość (%) różnych sytuacji pogodowych sprzyjających zwiększonej zawartości w powietrzu zanieczyszczeń**



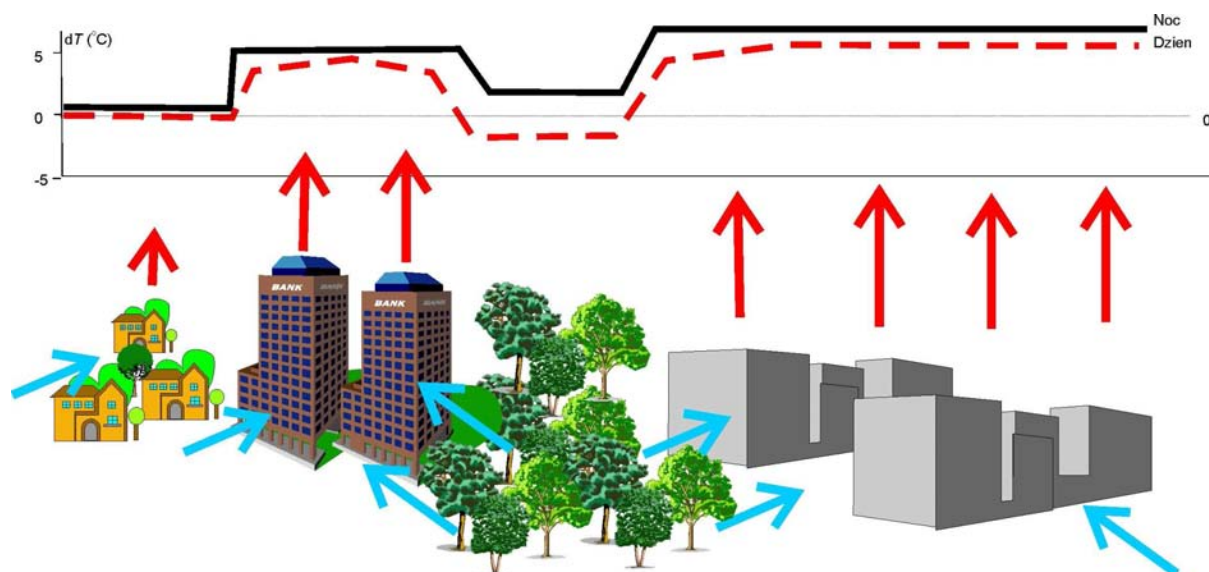
**Ryc. 22. Częstość (%) różnych sytuacji termicznych wymagających ogrzewania pomieszczeń (ogrzewanie) oraz sprzyjających zwiększonej zawartości w powietrzu ozonu troposferycznego (goraco)**

O ile ogólne cechy synoptyczne mają charakter ponadlokalny, a nawet ponadregionalny, o tyle na zwiększony udział w Krakowie sytuacji pogodowych sprzyjających stagnacji zanieczyszczeń niewątpliwym wpływ ma rzeźba terenu. Większość obszaru Krakowa położona jest w dolinie Wisły, co decyduje o bardzo częstym występowaniu sytuacji pogodowych niekorzystnych dla dyspersji zanieczyszczeń. Dolina Wisły jest także naturalnym korytarzem koncentrującym strumienie powietrza przepływającego nad miastem. Stąd dominujący udział w centrum miasta wiatrów zachodnich (około 30%) i wschodnich (15%). Z obydwu tych kierunków napływają nad intensywnie zabudowane tereny Krakowa zanieczyszczenia, bądź ze źródeł odległych (GOP, Tarnów), bądź lokalnych (Skawina, Nowa Huta). Ponadto w obrębie dolin rzecznych, a zwłaszcza Wisły i Rudawy zlokalizowane są źródła zanieczyszczeń komunalnych i komunikacyjnych, co zamiast poprawy, powoduje pogorszenie stanu aerosanitarnego w centrum miasta. Główne obszary narażone na częstą stagnację zanieczyszczeń, inwersje temperatury, mgły i zamglenia przestawno na rycinie 22.



**Ryc. 23. Główne obszary narażone na częstą stagnację zanieczyszczeń, inwersje temperatury, mgły i zamglenia**

Kraków cechuje się także niezbyt korzystnym zagospodarowaniem terenu. Zwarto zabudowane centrum miasta, o małym udziale parków i innych obszarów zielni wysokiej, jest otoczone siecią zakładów przemysłowych o zwiększonej emisji zanieczyszczeń oraz drogami o dużym natężeniu ruchu. Nagromadzenie obszarów o sztucznych nawierzchniach i gęsta zabudowa silnie nagrzewając się w ciągu dnia, generują efekt miejskiej wyspy ciepła oraz powstawanie silnych prądów wstępujących powietrza. W miejsce powietrza uniesionego ponad dachy domów napływa zazwyczaj powietrze zawierające znaczne ilości zanieczyszczeń pyłowych i gazowych emitowanych przez liczne źródła lokalne oraz ruch samochodowy.



**Ryc. 24. Schemat rozkładu temperatury powietrza ( $dT$ ) w ciągu dnia i nocy oraz wymuszone termicznie przepływy powietrza: strzałki czerwone – unoszenie ciepłego powietrza, strzałki niebieskie – przepływ chłodnego powietrza w warstwie przygruntowej**

Z punktu widzenia jakości życia w mieście, bardzo ważnym czynnikiem klimatycznym jest temperatura powietrza, a głównie ekstremalne jej wartości. Niekorzystne warunki arosanitarne i bioklimatyczne związane są zwłaszcza z podwyższoną temperaturą powietrza. Dni gorące (z temperaturą  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ) sprzyjają zwiększeniu zanieczyszczenia ozonem oraz powodują zmniejszenie ciśnienia cząsteczkowego tlenu w powietrzu. Oba te efekty, w powiązaniu z uczuciem dyskomfortu cieplnego są odbierane przez człowieka jako niekorzystne i obciążają organizm. Średnio w roku występuje 38 dni gorących, najczęściej w lipcu – aż 14. Dni gorące pojawiają się od kwietnia do października. Szczególnie uciążliwe i niebezpieczne dla zdrowia są fale gorąca. Mianem tym określa się co najmniej 3 kolejne dni z temperaturą maksymalną  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ . Fale takie pojawiają się od kwietnia do września, średnio około 8 razy w roku, najczęściej w lipcu. Średnia długość fali gorąca wynosi 5,7 dnia. Średnio najdłużej trwa w sierpniu (7,8 dnia). Najdłuższa fala gorąca trwała 25 dni i wystąpiła w lipcu 1995 r. (tab. 19).

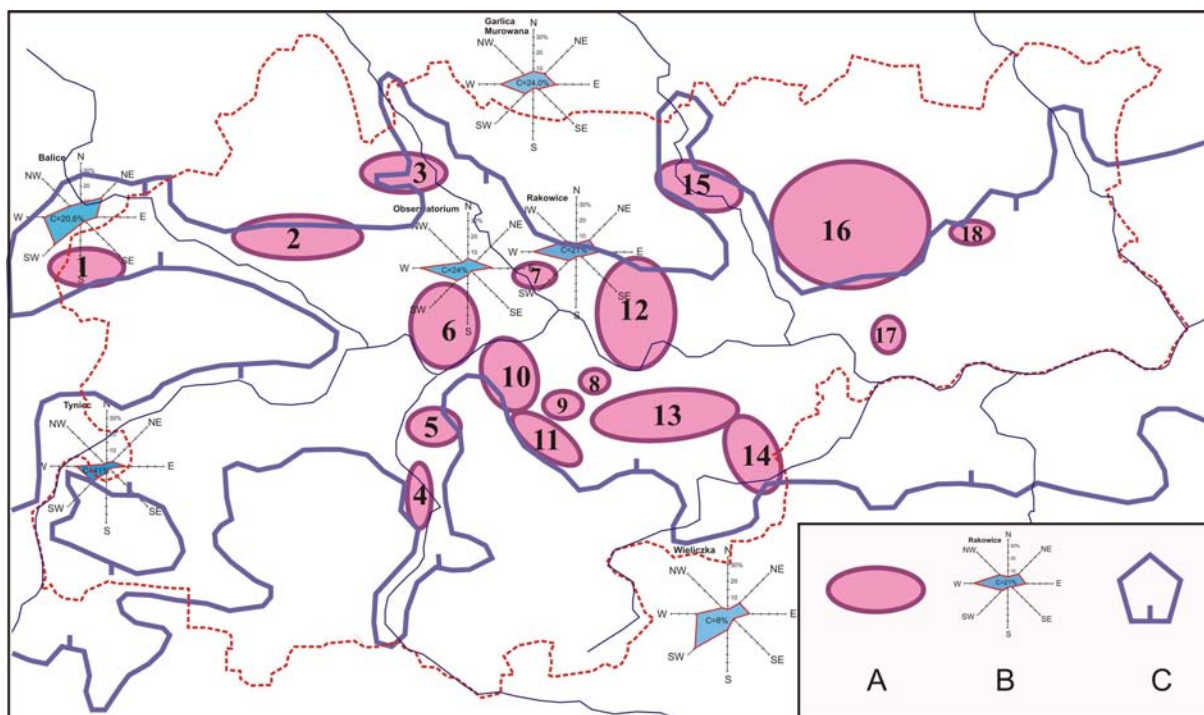
**Tabela 19. Charakterystyki uciążliwych termicznych warunków gorąca w Krakowie, 1991-2007**

Miesiąc	Średnia liczba dni z temperaturą $\geq 25^{\circ}\text{C}$	Średnia liczba 3-dniowych fal gorąca	Średnia długość fali gorąca	Maksymalna długość fali gorąca
I	.	.	.	.
II	.	.	.	.
III	.	.	.	.
IV	1,6	0,3	4,7	6
V	5,6	1,2	5,1	9
VI	9,2	1,7	5,5	12
VII	14,3	2,4	7,1	25
VIII	4,4	2,1	7,8	16
IX	2,9	0,7	4,1	7
X	0,5	.	.	.
XI	.	.	.	.
XII	.	.	.	.
Rok	38,5	8,4	5,7	25

Na możliwość konwekcyjnego unoszenia powietrza ma wpływ stratyfikacja termiczna, czyli pionowy układ temperatury powietrza. Unoszenie i przemieszczanie powietrza jest zaburzone wtedy, gdy nad danym obszarem obserwuje się warstwę inwersyjną. Jak podaje M. Morawska-Horawska (1978), w rejonie Krakowa termiczne warstwy hamujące sięgają w układach wyżowych 500–800 m (nad gruntem), a w układach niżowych od 100 do 600 m nad gruntem. Jednocześnie większość wysokich emitorów zanieczyszczeń nie przekracza 200 m. Stanowi to poważne utrudnienie dla dyspersji zanieczyszczeń, a jednocześnie sprzyja niskiemu przemieszczaniu się nad Kraków zanieczyszczeń z terenów sąsiadujących.

Urozmaicona rzeźba terenu i zróżnicowane zagospodarowanie z jednej strony utrudniają przewietrzanie intensywnie zabudowanych terenów, zwłaszcza w strefie śródmiejskiej, z drugiej strony miejska wyspa ciepła zwiększa pionowe mieszanie się powietrza w okresie bezinwersyjnym. Bardzo niekorzystnym czynnikiem jest niski udział obszarów leśnych zarówno w Krakowie, jak i w jego otoczeniu, zwłaszcza na potencjalnych kierunkach napływu powietrza nad miasto.

Na podstawie analizy warunków klimatycznych, orograficznych, zagospodarowanie terenu oraz warunków mikroklimatycznych, jak i literatury, a głównie danych zamieszczonych w pracy Bokwy (2007), na obszarze Krakowa wydzielono kilkanaście obszarów szczególnie narażonych na stagnację zanieczyszczeń (ryc. 25). Obszary te są w przeważającej części położone na terenach o niekorzystnych warunkach mikroklimatycznych, w większości gęsto zabudowanych. Do rejonów szczególnie narażonych na stagnację zanieczyszczeń zaliczono: 1) Olszanicę, 2) Bronowice, 3) Prądnik, 4) Borek Fałęcki, 5) Łagiewniki, 6) centrum Krakowa, 7) Olszę, 8) Płaszów, 9) Podgórze, 10) Zabłocie, 11) Wolę Duchacką, 12) Rakowice, 13) Rybitwy, 14) Przewóz, 15) Czyżyny, 16) Nową Hutę, 17) Kujawy, 18) Branice.



A - obszary zwiększonej koncentracji i stagnacji zanieczyszczeń atmosferycznych ( objaśnienia w tekście); B - główne kierunki wiatrów; C oraz tereny o niekorzystnych warunkach mikroklimatycznych

**Ryc. 25. Obszary szczególnie narażone na zwiększoną koncentrację i stagnację zanieczyszczeń atmosferycznych (opis jednostek w tekście)**

### 13.2. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA I IDENTYFIKACJA GŁÓWNYCH ŹRÓDEŁ ZANIECZYSZCZEŃ (BOŻENA DEGÓRSKA, ALINA MACIEJEWSKA)

Kraków charakteryzuje zła jakość powietrza zwłaszcza na terenach o dużej koncentracji ludności. Według Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie w 2009 r. w punktach monitoringu jakości powietrza wystąpiły liczne przekroczenia dopuszczalnych poziomów analizowanych zanieczyszczeń ze względu na kryterium ochrony zdrowia, uwzględnianych w rocznej ocenie jakości powietrza. Spośród analizowanych zanieczyszczeń obejmujących: benzen C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, dwutlenek azotu NO<sub>2</sub>, dwutlenek siarki SO<sub>2</sub>, ołów Pb, pył zawieszony PM<sub>10</sub>, tlenek węgla CO, arsen, benzo(a)piren, kadm, nikiel, ozon O<sub>3</sub>, przekroczenia dotyczyły:

- średniego rocznego stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> - przy ulicach: Prądnickiej (poziom stężenia 54 µg/m<sup>3</sup>) i Bulwarowej (60 µg/m<sup>3</sup>),
- średniego rocznego stężenia dwutlenku azotu - w Al. Krasińskiego (70 µg/m<sup>3</sup>),
- średniego rocznego stężenia benzo(a)piranu - przy ul. Prądnickiej (6,1ng/m<sup>3</sup>),



- poziomemu celowi długoterminowemu ozonu - przy ul Prądnickiej, (poziom stężenia -132  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  -dotyczy maksymalnej średniej ośmiogodzinnej spośród średnich kroczących) - Pająk B., Czarnecka L., Dębska B., 2010.

W niniejszym rozdziale odniesiono się do wybranych zanieczyszczeń powietrza, a głównie tych, które uznano za szczególnie istotne dla jakości powietrza w Krakowie. Do oceny zmian brakowało niektórych danych, zwłaszcza dla 2009 r. Dodatkowo nie wszystkie pomiary objęte monitoringiem regionalnym prowadzone są na terytorium Krakowa (np. poziom dwutlenku węgla).

W zakresie poziomów dopuszczalnych i docelowych dla niektórych substancji w powietrzu odniesiono się do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. (Dz. U. nr 47/2008, poz. 281). Wszystkie przytoczone normy dotyczą wyłącznie kryterium ochrony zdrowia.

Wynikiem rocznej oceny jakości powietrza w województwie małopolskim w 2009 r. jest zakwalifikowanie strefy aglomeracja krakowska (PL.12.01.a.01), odpowiadającej terytorium Krakowa, do klasy C, co wiąże się z wymogiem opracowania programu ochrony powietrza oraz określenia obszarów przekroczeń wartości, a także podjęcia konkretnych działań na rzecz poprawy jakości powietrza, lub utrzymania jej na dobrym poziomie (Pająk, Czarnecka, Dębska, 2010) – tab. 20.

**Tabela 20. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza**

Klasa strefy	Poziom stężenie	Wymagane działania
<b>A</b>	Nie przekraczający poziomów dopuszczalnych z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń i poziomów docelowych	Brak
<b>B</b>	Powyżej poziomów dopuszczalnych z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń, lecz nie przekraczający poziomów dopuszczalnych powiększonych o margines tolerancji	Określenie obszarów przekroczeń wartości Dopuszczalnych
<b>C</b>	Powyżej poziomów dopuszczalnych powiększonych o margines tolerancji z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń i poziomów docelowych	Określenie obszarów przekroczeń wartości dopuszczalnych oraz wartości dopuszczalnych powiększonych o margines tolerancji. Opracowanie programu ochrony powietrza (POP)

Źródło: Pająk B., Czarnecka L., Dębska B., 2010, Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2009 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.

**Tabela 21. Klasy stref dla ozonu w odniesieniu do poziomu celu długoterminowego**

Klasa strefy	Poziom stężenie
<b>D1</b>	nie przekraczający poziomu
<b>D2</b>	powyżej poziomu

Źródło: Pająk B., Czarnecka L., Dębska B., 2010, Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2009 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.

O przynależności strefy aglomeracja krakowska do klasy C zdecydowały przekroczenia dopuszczalnych poziomów zanieczyszczeń pyłu zawieszonego, dwutlenku azotu, benzo(a)piranu i ozonu. w 2009 r. W sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza odniesiono się do Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 marca 2008 (Dz. U. nr 52/2008, poz. 310) – tab 20..

Dla poszczególnych zanieczyszczeń przynależność do stref przedstawia tabela 22.

**Tabela 22. Klasyfikacja stref z uwzględnieniem parametrów kryterialnych pod względem ochrony zdrowia dla wybranych zanieczyszczeń (Pająk, Czarnecka, Dębska, 2010, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie)**

Substancja	Obszar ochrony uzdrowiskowej					Pozostałe tereny					Klasa wynikowa dla strefy aglomeracja krakowska
	1 godz.	8 godz.	24 godz.	Rok	Klasa wynikowa dla uzdrowiska	1 godz.	8 godz.	24 godz.	Rok	Klasa wynikowa dla pozostałych terenów	
SO <sub>2</sub>	-	-	A	A	A	-	-	A	A	A	A
NO <sub>2</sub>	A	-	-	A	A	A	-	-	C	C	C
NO	-	A	-	-	A	-	A	-	-	-	A
Benzen	-	-	-	A	A	-	-	-	A	A	A
PM10	-	-	C	A	C	-	-	C	C	C	C
Ołów	-	-	-	A	A	-	-	-	A	A	A
Arsen	-	-	-	A	A				A	A	A
Kadm				A	A				A	A	A
Nikiel				A	A				A	A	A
Benzo(a)piren				C	C					C	C
Ozon <sup>1</sup>		A			A		A			A	A
Ozon <sup>2</sup>		D2			D2		D2			D2	

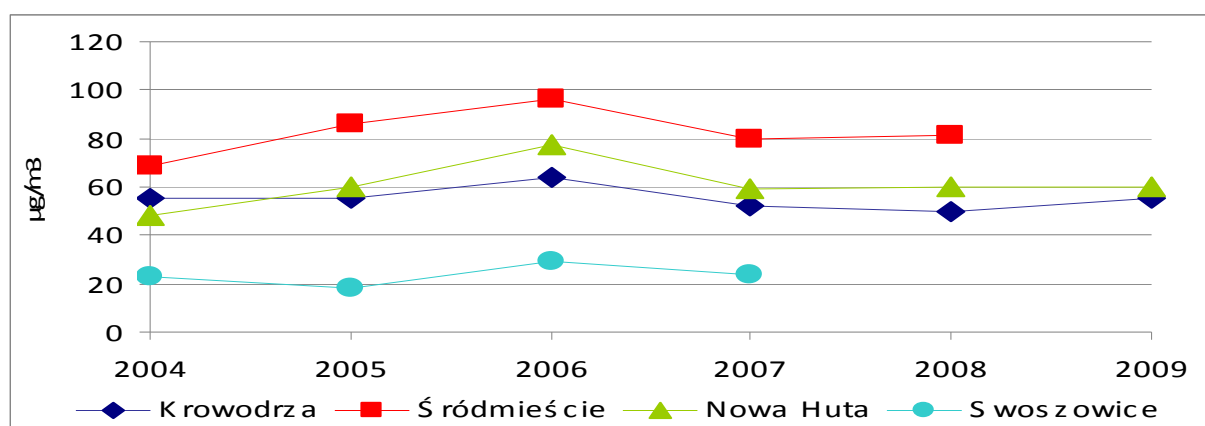
<sup>1</sup>klasyfikacja w odniesieniu do poziomu docelowego

<sup>2</sup>klasyfikacja w odniesieniu do poziomu celu długoterminowego

Źródło: Pająk B., Czarnecka L., Dębska B., 2010, Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2009 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.

Jednym z najbardziej uciążliwych zanieczyszczeń powietrza w Krakowie jest wysokie stężenie pyłu zawieszonego w powietrzu oraz duża częstość przekroczeń dopuszczalnego poziomu. Na podstawie danych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie można stwierdzić, że zakres średniego rocznego stężenia pyłu zawieszonego PM10 na terenie miasta w latach 2004-2009 mieścił się w przedziale od 18 µg/m<sup>3</sup> w Swoszowicach do 96 µg/m<sup>3</sup> w Śródmieściu przy Al. Krasińskiego (ryc. 26). Wyłączając Swoszowice w

pozostałych punktach pomiarowych przekraczał poziom dopuszczalny dla rocznego okresu uśrednienia wyników (tab. 23). Liczba stwierdzonych przypadków przekroczeń dopuszczalnego poziomu PM10 (stężenia 24godz.) w roku 2009 wynosiła: ul. Prądnicka – 147 przypadków, ul. Bulwarowa 168 przypadków oraz 71 przypadków w strefie ochrony uzdrowiskowej w Swoszowicach, co znacznie przekracza dopuszczalną częstość przekroczeń w roku kalendarzowym, wynoszącą 35. Wieloletnie dane monitoringu pyłu zawieszonego, do roku 2004 udokumentowane przez Bokwę (2007) i uzupełnione dla ostatnich lat wskazują, że w Krakowie poza krótkim okresem spadku produkcji przemysłowej przypadającym na przełom XX i XXI wieku, nadal utrzymuje się wysoki poziom stężenia pyłu w powietrzu, z pewnym wzrostem wywołanym występowaniem uciążliwej i długiej zimy z 2005/2006 roku i związanej z tym zwiększonej emisją z pieców, lokalnych kotłowni i elektrociepłowni (ryc. 26). Najwyższy poziom stężenia pyłu zawieszonego występuje w Śródmieściu, gdzie jednak nie dochodzi do ponadnormatywnej częstości przekroczeń w roku kalendarzowym.



Źródła danych: Małopolski Monitoring Powietrza, Raporty roczne (2005-2009, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie; Pająk, Czarnecka, Dębska, 2009).

Ryc. 26. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 w punktach pomiarowych Krakowa w latach 2004-2009 (poziom dopuszczalny od 2005 r. - 40 µg/m<sup>3</sup>)

Tabela 23. Zmiany średnich rocznych stężeń PM10 w latach 2004-2009 (2004 = 100%)

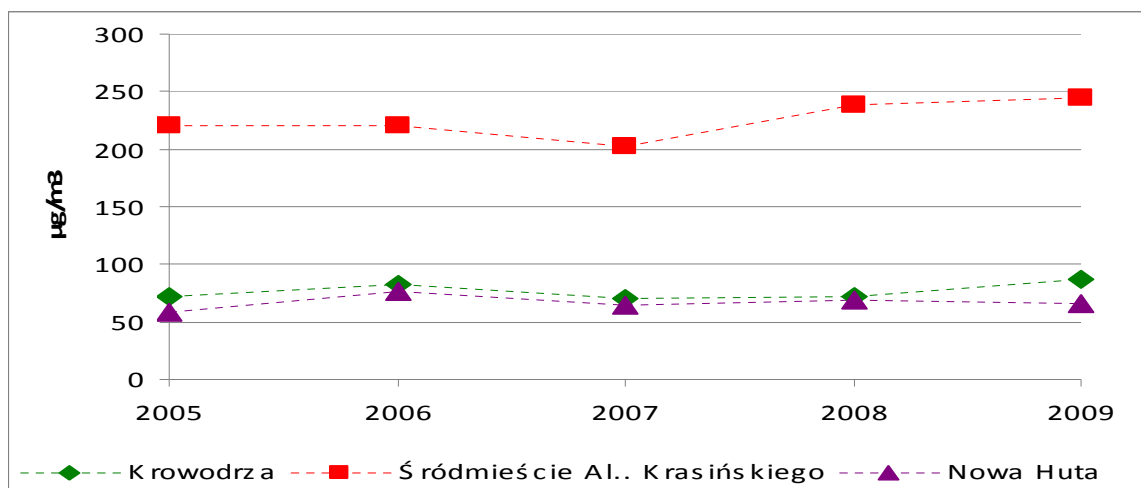
Lokalizacja punktu pomiarowego	Stężenie pyłu zawieszonego PM10 – wartości w stosunku do roku 2004					
	2004=100%	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Krowodrza: ul. Prądnicka</b>	100,0	100,0	116,4	94,5	90,9	100,0
<b>Śródmieście: Al. Krasińskiego</b>	100,0	124,6	139,1	115,9	117,4	b.d.
<b>Nowa Huta: ul. Bulwarowa</b>	100,0	125,0	160,4	122,9	125,0	125
<b>Swoszowice</b>	100,0	78,3	126,1	104,3	b.d.	b.d.

Źródło danych: Małopolski Monitoring Powietrza, Raporty roczne za lata 2004-2009, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.

Na podstawie przeprowadzonej w 2009 r. przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie wstępnej analizy zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2,5 w województwie małopolskim (Czarnecka, Dębska, 2009), zgodnie z wymogami Dyrektywy 2008/50/WE w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy, jest zaliczenie strefy aglomeracja krakowska do klasy 3 o najwyższych stężeniach pyłu PM2,5. Wiąże się z tym wymóg organizacji sieci pomiarowej. Na terytorium Krakowa planowane są 3 stanowiska

pomiarów pyłu PM<sub>2,5</sub>, a mianowicie: manualny punkt pomiarowy planowany przy ul Bujaka służyć będzie do oceny Wskaźnika Średniego Narażenia (AEI), automatyczna stacja przy Al. Krasińskiego – tzw. stacja komunikacyjna oraz automatyczna stacja przy ul Bulwarowej, tzw stacja przemysłowa. Stanowisko przy ul Prądnickiej przeznaczono do likwidacji.

O bardzo dużym wpływie zanieczyszczeń komunikacyjnych na stan powietrza w Krakowie świadczy bardzo wysokie zanieczyszczenie tlenkami azotu (ryc. 27) uznawanymi obok stężenia tlenków węgla i metali ciężkich (głównie ołowiu) za wskaźniki zanieczyszczeń komunikacyjnych (tab. 24). Przy Al. Krasińskiego występują trzy, a nawet czterokrotnie wyższe wartości stężenia tlenków azotu, niż i w innych punktach pomiarowych, a ponadto miejsce to charakteryzuje się znacznym wzrostem stężenia w latach 2008-2009, co wiązać można z bardzo wysokim natężeniem ruchu samochodowego występującym zwłaszcza w śródmieściu i dość częstym zjawiskiem kongestii, obserwowanym głównie w godzinach zwiększonego natężenia ruchu, intensywnego opadu śniegu i gołoledzi. Niepokojącym zjawiskiem w przypadku stężenia tlenków azotu jest ich tendencja rosnąca (tab. 24).



Źródło danych: Małopolski Monitoring Powietrza, Raporty roczne (2005-2009), Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie;

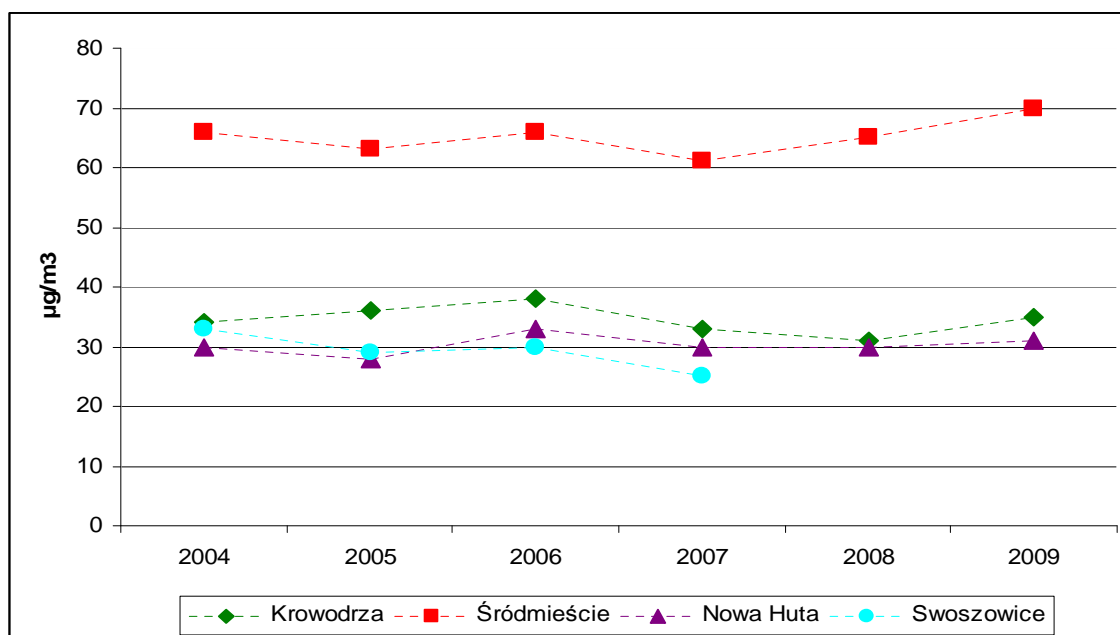
**Ryc. 27. Średnie roczne stężenia tlenków azotu w punktach pomiarowych Krakowa w latach 2005-2009**

**Tabela 24. Roczna zmienność stężenia tlenków azotu w latach 2005-2009 (2005 = 100%)**

Rejon Krakowa	Stężenie tlenków azotu, wartości w stosunku do 2005 r.				
	2005=100%	2006	2007	2008	2009
Krowodrza: ul. Prądnicka	100,0	115,3	98,6	100,0	120,8
Śródmieście: Al. Krasińskiego	100,0	99,5	91,9	107,7	110,4
Nowa Huta: ul. Bulwarowa	100,0	130,5	108,5	116,9	111,9

Blisko dwukrotne przekroczenie obowiązującej w 2009 r. normy dotyczy wspomnianego już średniego rocznego stężenia dwutlenku azotu w Śródmieściu przy Alei Krasińskiego (ryc. 28). Podobny stosunek utrzymywał się w odniesieniu do wcześniejszych lat analizowanego okresu. W pozostałych punktach pomiarowych dopuszczalny poziom stężenia w roku 2009

nie został przekroczony. W latach 2004-2009 zachodziły wahania poziomu stężenia bez wyraźnych tendencji zmian (ryc. 28, tab. 25).



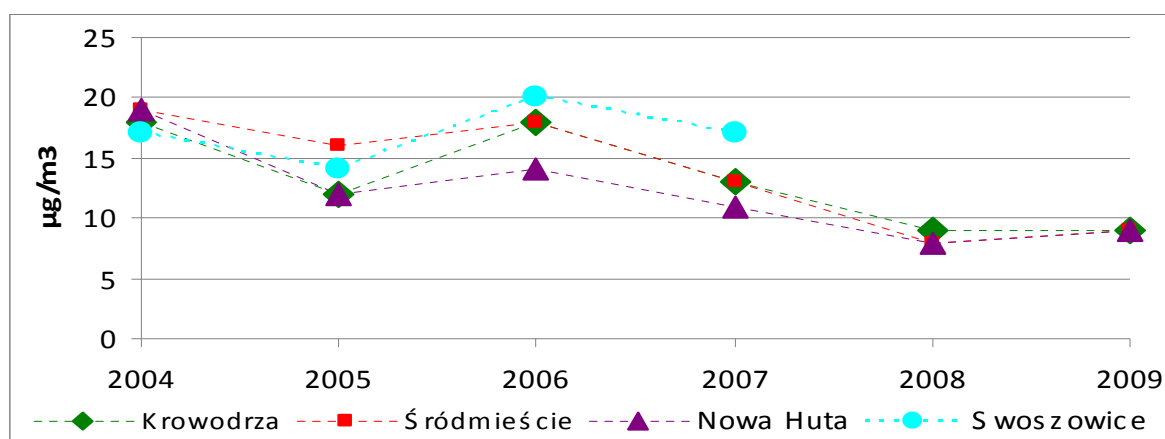
Źródła danych: Małopolski Monitoring Powietrza, Raporty roczne (2005-2009), Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie; Pająk i inni, 2009.

**Ryc. 28. Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu w punktach pomiarowych Krakowa w latach 2004-2009 (poziom dopuszczalny od 2010 r. poza uzdrowiskiem  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  w 2009 r. powiększony o margines tolerancji  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ze względu na zdrowie ludzi; poziomy dopuszczalny dla obszaru uzdrowiska -  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

**Tabela 25. Zmiany średniorocznego stężenia dwutlenku azotu w latach 2004-2009 (2004=100%)**

Lokalizacja punktu pomiarowego	Stężenie NO <sub>2</sub> - wartości w stosunku do 2004 r.					
	2004=100%	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Krowodrza: ul. Prądnicka</b>	100,0	105,9	111,8	97,1	91,2	102,9
<b>Śródmieście: Al. Krasińskiego</b>	100,0	95,5	100,0	92,4	98,5	106,0
<b>Nowa Huta: ul. Bulwarowa</b>	100,0	93,3	110,0	100,0	100,0	103,3
<b>Swoszowice</b>	100,0	87,9	90,9	75,8	b.d.	b.d.

Pozytywne tendencje zmian dotyczą dwutlenku siarki. Odnosząc się do danych Bokwy (2007) z okresu 1992-2004 oraz zmian w ostatnich latach (tab. 26), można stwierdzić stały spadek średniego rocznego stężenia SO<sub>2</sub> w powietrzu (ryc. 29). Na tym tle relatywnie niekorzystnie wypada uzdrowisko Swoszowice, charakteryzujące się od roku 2006 najwyższymi stężeniami dwutlenku siarki, bez wyraźnych tendencji spadkowych. Relatywnie wysokie zanieczyszczenie powietrza uzdrowiska wiązać się może z odprowadzaniem nadmiaru wód leczniczych bogatych w związki siarki i ścieków powstających w trakcie zabiegów do wód powierzchniowych, generując dodatkowo nieprzyjemny zapach. We wszystkich punktach pomiarowych w 2006 zaznaczył się wzrost zanieczyszczenia powietrza z uwagi na długą i mroźną zimę.



Źródła danych: Małopolski Monitoring Powietrza, Raporty roczne (2005-2009), Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie; Pająk i inni, 2009.

**Ryc. 29. Średnie roczne stężenia dwutlenku siarki w punktach pomiarowych Krakowa w latach 2004-2009**

**Tabela 26. Zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku siarki w latach 2004-2009 (2004 = 100%)**

Lokalizacja punktu pomiarowego	Stężenie SO <sub>2</sub> - wartości w stosunku do 2004 r.					
	2004=100%	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Krowodrza: ul. Prądnicka</b>	100,0	66,7	100,0	72,2	50,0	50,0
<b>Śródmieście: Al. Krasieńskiego</b>	100,0	84,2	94,7	68,4	42,1	47,4
<b>Nowa Huta: ul. Bulwarowa</b>	100,0	63,2	73,7	57,9	42,1	47,4
<b>Swozowice</b>	100,0	82,4	117,6	100,0	b.d.	

Spośród innych zanieczyszczeń powietrza, obowiązujące w 2009 r. normy ze względu na zdrowie ludzi przekroczone zostały przy ul. Prądnickiej w zakresie stężenia średniego benzo(a)pirenu w roku kalendarzowym 2009, wynoszącego 6,1ng/m<sup>3</sup> oraz poziomu celu długoterminowego ozonu (Pająk B., Czarnecka L., Dębska B., 2010). W dniu 15. 07. 2009 o godz. 18.00 zarejestrowano wysoki poziom stężenia ozonu przy ulicy Prądnickiej wynoszący 132 µg/m<sup>3</sup>, co według WIOŚ związane jest napływem zanieczyszczeń spoza Krakowa. Zanieczyszczenie benzenem, mimo że posiada relatywnie silne działanie toksyczne na człowieka, nie jest dostatecznie monitorowane. W Nowej Hucie (ul. Bulwarowa) średnie roczne stężenie benzenu w 2009 r. wynosiło 4 µg/m<sup>3</sup>. Brakuje natomiast danych dla innych stacji.

Według Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie głównymi przyczynami stwierdzonych przekroczeń zanieczyszczeń z uwagi na ochronę zdrowia ludzi były: oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów emisji z zakładów przemysłowych, elektrociepłowni, emisji związanej z indywidualnym ogrzewaniem budynków, szczególnie lokalne warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń, niekorzystne warunki klimatyczne. Do niniejszych przyczyn należy dodać także napływ zanieczyszczeń spoza granic Krakowa.

Bezpośrednią przyczyną złego stanu powietrza w Krakowie jest nadmierna skumulowana emisja zanieczyszczeń powietrza z wielu źródeł, zarówno przemysłowych i elektrociepłowni, jak i komunalno-bytowych oraz komunikacyjnych. Emisja wysoka, generowana głównie przez kombinat hutniczy i elektrociepłownie, podlega stałemu monitoringowi. Emisja niska jest jednym z groźniejszych zanieczyszczeń środowiska. Pochodzi głównie ze źródeł takich

jak: komunikacja, lokalne kotłownie i paleniska domowe, a ponadto nie jest dostatecznie kontrolowana i rozpoznana.



**Elektrociepłownia Łęg – jedno ze źródeł wysokiej emisji zanieczyszczeń (fot – M. Baścik)**

Szczególnie niebezpieczna jest koncentracja licznych punktowych źródeł zanieczyszczeń w rejonie kombinatu hutniczego. Mimo znacznej redukcji zanieczyszczeń wykazywanej przez hutę ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie, nadal rejon ten generuje groźne dla zdrowia ludzi zanieczyszczenia, w tym wysokie stężenia pyłu w powietrzu. Zanieczyszczenie pyłem stanowi nadal bardzo poważny problem nie tylko dla mieszkańców Nowej Huty, ale również innych części Krakowa, gdyż są one transportowane na znaczne odległości. Z relatywnie wysokim udziałem wiatrów z sektora wschodniego wiąże dość częsty napływ zanieczyszczeń z uprzemysłowionej części Krakowa nad tereny śródmiejskie. Liczne przedsiębiorstwa zlokalizowane w rejonie kombinatu hutniczego są źródłem niebezpiecznych i uciążliwych zanieczyszczeń, których emisja nie jest dostatecznie monitorowana, a kombinat ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie, nie wykazuje ich w swoich statystykach, w związku z funkcjonowaniem ich poza strukturą huty. W dni wietrzne pyły pochodzące z osiadania, bieżącej emisji funkcjonujących w tej części Krakowa przedsiębiorstw i ze składowisk popiołów, wprowadzane zwłaszcza do przyziemnej warstwy powietrza, utrudniają nawet oddychanie, co stwierdzono podczas wizji lokalnej w 2009 r. w okolicach składowisk popiołów huty i w rejonie Przyłasku Rusieckiego. Zanieczyszczenia pyłowe są postrzegane przez mieszkańców Nowej Huty jako duża niedogodność zamieszkiwania w dzielnicy przemysłowej, mimo że największe średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego występują w śródmieściu.



**Zakłady przemysłowe w Nowej Hucie z kombinatem hutniczym ArcelorMittal Poland S.A oddział w Krakowie – obszar generujący zanieczyszczenia powietrza (fot. B. Degórska)**

Zły stan powietrza w Krakowie, a zwłaszcza w części śródmiejskiej pogarsza zwiększające się natężenie ruchu pojazdów samochodowych oraz związane z nim praktycznie codziennie występujące zjawisko kongestii, przy znacznym braku alternatywnych dla samochodu środków transportu publicznego i innych systemowych rozwiązań. Liczne trasy o dużym natężeniu ruchu przecinają osiedla mieszkaniowe, w tym także obszar śródmiejski. Ponadto wiele osiedli funkcjonuje w oparciu o lokalne kotłownie i ogrzewanie piecowe, w tym także część budynków zlokalizowanych w centrum Krakowa. Jak wykazano czynniki te wpływają na znaczne pogorszenie jakości powietrza, zwłaszcza przy niekorzystnych sytuacjach pogodowych i synoptycznych.

Wśród licznych antropogenicznych źródeł emisji niezorganizowanej do dość powszechnych należy palenie ognisk, zwłaszcza na terenie ogródków działkowych licznie występujących w Krakowie. Szczególnie niekorzystne zjawisko występuje w dolinach rzecznych, a głównie w dolinie Wisły i dolinie Rudawy, powodujące zwiększanie zanieczyszczenia powietrza w obrębie dolin i ich spływ do strefy Śródmieścia. Nie bez znaczenia jest także lokalizacja największych emitorów zanieczyszczeń przemysłowych w Krakowie i jego okolicach na dominujących kierunkach napływu powietrza (rozd. 13.1.).



### 13.3. SYSTEM WYMIANY I REGENERACJI POWIETRZA W KRAKOWIE JAKO CZYNNIK POPRAWY WARUNKÓW AEROSANITARNYCH I BIOKLIMATYCZNYCH W MIEŚCIE (KRZYSZTOF BŁAŻEJCZYK)

Kształtowanie i ochrona systemu wymiany i regeneracji powietrza Krakowa (plansza nr 13) stanowi pożądaną drogę poprawy warunków aerosanitarnych i bioklimatycznych. Wyznaczenie takiego systemu uwzględniać musi uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne:

- **uwarunkowania zewnętrzne**, uwzględniają takie oddziaływania jak: cyrkulację powietrza, makro formy rzeźby terenu, odległe źródła zanieczyszczeń, pozamiejskie obszary zasilania czystym powietrzem, które szerzej scharakteryzowano w rozdziale 13.1.
- - **uwarunkowania wewnętrzne (lokalne)**, uwzględniają rzeźbę terenu Krakowa, także w skali mikro, sposób zagospodarowania terenu i lokalne źródła regeneracji powietrza.

Przepływ i regeneracja powietrza w mieście następuje nie tylko w wyniku oddziaływania czynników zewnętrznych, ale także dzięki wytworzeniu się specyficznych cech cyrkulacji lokalnej. Cyrkulację lokalną należy przy tym rozpatrywać z dwóch perspektyw. Po pierwsze, jako modyfikację przez rzeźbę terenu oraz złożony układ ulic i placów strumieni powietrza napływającego nad miasto. Po drugie, jako cyrkulację generowaną przez samo miasto, uwarunkowaną radiacyjnie i termicznie. W przypadku miast położonych w dnach dolin i obniżen na cyrkulację tę nakładają się oddziaływania topoklimatyczne powodowane przez rzeźbę terenu (ryny spływu powietrza z otaczających wyniesień, baseny zastoiskowe chłodnego powietrza, w których powstają inwersje termiczne oraz mgły i zamglenia) – ryc. 23.

Pole wiatru w mieście jest bardzo złożone. Bliskie sąsiedztwo terenów o różnym charakterze: powierzchni betonowych i zielonych, powierzchni o różnej pojemności cieplnej i przewodnictwie cieplnym, o różnej barwie - a tym samym o różnej absorpcji promieni słonecznych, a w konsekwencji o różnej temperaturze - powoduje różnice ciśnienia atmosferycznego i wywołuje lokalne ruchy powietrza (ryc. 24).

Różnej wysokości i orientacji budynki zmieniają przepływ powietrza. Są barierami, które powodują modyfikację strumieni powietrza. Powietrze zmuszone opływać bryłę zabudowy, unosi się ku górze lub rozchodzi na boki, wzrasta przy tym lokalnie jego prędkość, maleje jednak znacznie ruch powietrza wewnątrz zabudowy. Po przekroczeniu bariery strumień powietrza, o znacznie mniejszej od pierwotnej objętości nie jest w stanie nagle wypełnić przestrzeni jaka się pod nim otwiera (jeśli taka przestrzeń w ogóle istnieje), a w której wskutek cienia wiatrowego panuje obniżone ciśnienie atmosferyczne. W takich warunkach nabiera wyraźnie turbulencyjnego (czyli chaotycznego) charakteru, ulega także znacznemu osłabieniu.

Przepływ powietrza nad obszarem intensywnie zabudowanym jest utrudniony nie tylko przez wzmożoną turbulencję wynikającą ze wzrostu niejednorodności i szorstkości podłoża, ale także przez pionowe prądy konwekcyjne powstające wskutek większego nagrzewania obszaru zabudowań. Nad przeszkodą, dopiero na wysokości równej trzykrotnej wysokości bariery

(około 100 m w przypadku budynku 10-kondygnacyjnego, czy 150 m dla budynku 15-kondygnacyjnego), zaczyna w ruchu powietrza przeważać składowa pozioma. Jednak dopiero na wysokości około 500 m nad gruntem istotnie maleje wpływ szorstkości podłoża, współczynnik turbulencji zmniejsza się do wartości odpowiadającej terenem niezabudowanym, a wiatr osiąga 100% prędkości charakterystycznej dla terenów otwartych i nabiera cech niezaburzonego ruchu powietrza (Oke, 1978, Sorbjan, 1983).

Oddziaływanie bariery architektonicznej na strumień powietrza widoczne jest już w pewnej odległości przed zabudową (w przybliżeniu równej trzykrotnej wysokości bariery), gdzie powietrze zaczyna unosić się ku górze. Z kolei za przeszkodą dopiero w odległości odpowiadającej 20-30-krotności jej wysokości prędkość wiatru osiąga wartość bliską 100% wartości z terenów otwartych. W przypadku obszarów gęsto zabudowanych mamy do czynienia z całym systemem następujących po sobie barier, które skutecznie spowalniają przepływ strumieni powietrza. W miarę wzrostu wysokości budynków i zmniejszenia przestrzeni między nimi, coraz większe i bardziej liczne wiry powietrza coraz silniej modyfikują pole wiatru (Lewińska i in. 1982). Powodują obniżenie prędkości wiatru, a zwiększenie jedynie jego porywistości. Nawet na obszarze o braku zabudowy (tory kolejowe) obserwuje się osłabienie prędkości wiatru o połowę. Jest to spowodowane zwiększonym tarciem strumieni powietrza o zabudowę otaczającą pas torów kolejowych. Identyczne zjawisko występuje w Krakowie wzdłuż ciągów komunikacyjnych docierających do centrum miasta.

Konsekwencją zmniejszonych prędkości wiatru w centrum miasta jest zwiększenie stężeń zanieczyszczeń wśród zwartej zabudowy. Potwierdzają to wyniki pomiarów prowadzonych w różnych częściach Krakowa. W dniach charakteryzujących się małą prędkością wiatru oraz dużym usłonecznieniem, powodującym wskutek różnic w oświetleniu, różnice w nagrzaniu sąsiadujących ze sobą obszarów i tym samym lokalne ruchy powietrza, wzrasta stężenie wszystkich substancji zanieczyszczających powietrze.

Różnice w nagrzaniu podłoża wymuszają lokalne ruchy powietrza. Silnie nagrzane wśród zabudowy powietrze unosi się do góry (blokując przy tym poziomy przepływ wiatru nad zabudową). Na to miejsce napływa w warstwie przygruntowej powietrze z chłodniejszego otoczenia. Z najbardziej intensywnymi poziomymi przepływami powietrza w warstwie przygruntowej mamy do czynienia wtedy, jeśli na niewielkiej przestrzeni sąsiadują ze sobą powierzchnie sztuczne i naturalne, porośnięte roślinnością wysoką. Jedną z konsekwencji miejskiej wyspy ciepła jest zatem wymuszenie lokalnej cyrkulacji atmosfery. Ważne jest zatem, aby w obszarach otaczających tereny najsilniej nagrzewające się były tereny biologicznie czynne, a zwłaszcza duże kompleksy leśne lub łąkowe, a jednocześnie nie znajdowały się źródła zanieczyszczeń, a głównie niskiej emisji, które mogą w ten sposób pogorszyć stan sanitarny powietrza wśród zabudowy. Jednocześnie powietrze uniesione w wyniku procesów konwekcyjnych jest wynoszone przez ogólną cyrkulację atmosfery poza obszar zabudowy, zmieniając warunki aerosanitarne w otoczeniu miasta.

Zasięg oddziaływania enklaw zieleni wśród zabudowy zależy od wielkości obszaru zielonego oraz od konfiguracji budynków w jego otoczeniu. Im obszar taki jest większy, tym powstaje silniejszy poziomy gradient termiczny powodujący silniejszą penetrację powietrza w obręb zabudowy. Jeśli nie napotyka ona na przeszkody w postaci prostopadle stojących budynków może sięgać na odległość od kilkunastu do kilkuset metrów. Jednak, jak podaje J. Lewińska (1991) ruchy powietrza w mieście wywołane różnicami termicznymi nie odgrywają znaczącej roli w regeneracji powietrza, a często mieszają jedynie powietrze zanieczyszczone. Pomimo to, należy dążyć do zwiększania liczby i powierzchni enklaw zieleni wśród zabudowy, oraz dążyć do tego, aby cały obszar najgęściej zabudowany był otoczony pierścieniem terenów zielonych.



**Tereny zieleni osiedlowej i przyulicznej na terenie dzielnicy Nowa Huta (fot. Gorgolewski, copyright Urząd Miasta Krakowa)**

Przykładem wykorzystania zieleni do łagodzenia skutków zanieczyszczenia powietrza oraz uciążliwości termicznych jest Nowa Huta z osiedlami nasyconymi zielenią.

Poczynione wyżej uwagi pozwalają na wskazanie następujących, ważnych elementów lokalnego systemu wymiany i regeneracji powietrza Krakowa (plansza nr 13), którego funkcjonowanie uwarunkowane jest rzeźbą terenu, sposobem użytkowania i zagospodarowania terenu oraz wynikającą z tego lokalną cyrkulacją powietrza.

Negatywną rolę w systemie odgrywają obszary o bardzo częstym występowaniu inwersji termicznych oraz mgieł i zamglań przygruntowych (ryc. 23). Te zjawiska klimatyczne, będące konsekwencją rzeźby terenu (dna dolin), utrudniają zarówno pionową, jak i poziomą wymianę powietrza oraz przyczyniają się do stagnacji zanieczyszczeń, zwłaszcza wśród zabudowy. Na terenie Krakowa obszary te występują w obrębie pradoliny Wisły oraz w dolinach do niej dochodzących, głównie Rudawy, Prądnika, Dłubni i Wilgi.

W skali całego miasta duże znaczenie w wymianie powietrza mają korytarze przepływu powietrza docierającego spoza miasta oraz odpływającego z miasta. Pokrywają się one w większości z przebiegiem dolin. Ich względnie pozytywne oddziaływanie najczęściej kończy się na wysokich barierach architektonicznych i orograficznych hamujących dalszy przepływ powietrza. Mimo, że korytarzami tymi dociera często powietrze zanieczyszczone, to jednak stosunkowo swobodny przepływ powietrza powoduje, że zanieczyszczenia nie stagnują w obrębie tych korytarzy. Dlatego też należy dążyć do ich zachowania.

W skali lokalnej pewne znaczenie mają rynny spływu powietrza z wyniesień. Ich zasięg przestrzenny jest niewielki. Jednak tam, gdzie w obszarach źródłowych danej rynny występują tereny czynne biologicznie oraz brak jest emitorów zanieczyszczeń przyczyniają się one do regeneracji powietrza w obrębie i w dolnej części rynny.

Część rynien spływu powietrza ze zboczy ma swoją kontynuację wzdłuż orograficznych korytarzy przepływu powietrza. Obszary te mają szczególne znaczenie dla funkcjonowania systemu wymiany i regeneracji powietrza. Efekt swobodnego przepływu powietrza w tych korytarzach jest wzmocniany dodatkowym zasilaniem w powietrze stosunkowo czyste

splývające do nich rynnami. Do najważniejszych dla obszarów intensywnej zabudowy miejskiej systemów korytarzowo-rynnowych należą doliny: Rudawy, Sudołu, Prądnika (Białuchy), Dłubni i Wilgi. Docierają one stosunkowo blisko obszarów gęsto zaludnionych i najbardziej zagrożonych stagnacją zanieczyszczeń, stanowiąc jedno ze źródeł regeneracji powietrza.

Druga część lokalnego systemu wymiany i regeneracji powietrza w Krakowie ma swoje źródło w pokryciu i użytkowaniu terenu. Szczególne znaczenie mają obszary leśne, porastające wyniesienia i ich stoki. Z jednej strony stanowią one barierę dla zanieczyszczeń docierających z poza miasta w warstwie przygruntowej powietrza (są one absorbowane przez zieleni leśną). Z drugiej strony lasy te porastają z reguły obszary źródliskowe rynien spływu powietrza, przyczyniając się do poprawy stanu aerosanitarne w rynnach i u ich wylotu.

Pozytywnie na procesy regeneracji powietrza wśród zabudowy wpływają obszary zieleni wysokiej. W Krakowie są to głównie parki i rozległe skwery w centrum miasta oraz ogrody działkowe na jego obrzeżach. Są one ważną częścią systemu regeneracji powietrza w mieście, dostarczając w obręb zabudowy – niestety na niewielką odległość – strumienie powietrza stosunkowo czystego oraz o korzystniejszych cechach fizycznych (chłodniejszego i wilgotniejszego). Niestety, liczba i rozmieszczenie tych obszarów nie wpływa znacząco na poprawę stanu sanitarnego i biotermicznego dla mieszkańców miasta.

Szczególne znaczenie mają obszary leśne porastające wyniesienia i ich stoki. Stanowią one bariery dla zanieczyszczeń docierających spoza miasta w warstwie przygruntowej powietrza (1 ha lasu pochłania w ciągu roku 230 ton CO<sub>2</sub> i do 70 ton pyłów). Lasy wytwarzają znaczne ilości tlenu (1 ha lasu wytwarza w ciągu doby 700 kg tlenu, co zaspokaja potrzeby 2600 osób). Powietrze wewnątrz lasu cechuje się także korzystnymi cechami termowilgotnościowymi oraz zawiera specyficzne substancje bakteriobójcze (tzw. fitoncydy). W Krakowie i jego otoczeniu lasy porastają z reguły obszary źródłowe rynien spływu powietrza i część ich zboczy, poprawiając stan aerosanitarny nie tylko w ich obrębia i w bliskim sąsiedztwie ich wylotu, ale także wśród zabudowy, tam gdzie dociera splývające powietrze.

Pewne znaczenie w poprawie warunków biotermicznych w mieście mają obszary łąk porastających dna korytarzy napływu powietrza. Poprawiają one cechy termiczne i wilgotnościowe powietrza. Niestety, strefa ich oddziaływania jest relatywnie mała. Zregenerowane w ten sposób powietrze ma niewielkie możliwości wnikięcia w obręb zabudowy zwartej z uwagi na skomplikowany układ ulic i arterii komunikacyjnych, które często zmieniają swój kierunek, lub ze względu na wyniesienia terenu.

Na drugim biegunie oddziaływań na stan sanitarny powietrza znajdują się tereny, które koncentrują źródła liniowej i punktowej emisji zanieczyszczeń. Uciążliwe dla mieszkańców i groźne dla czystości powietrza są zwłaszcza zanieczyszczenia wprowadzane bezpośrednio do warstwy przygruntowej, skąd nie zawsze mogą być usunięte. Znaczący obszar Krakowa pokryty jest zabudową o różnej gęstości i wysokości. W jego obrębie wytwarza się specyficzny system cyrkulacji lokalnej wymuszonej termicznie. Obszary bardzo gęsto zabudowane, najczęściej o zwartej zabudowie wysokiej, są stymulatorem najbardziej intensywnych pionowych, wstępujących ruchów powietrza. Niestety w wielu miejscach sąsiadują one bezpośrednio z terenami przemysłowymi, co powoduje pogorszenie stanu czystości powietrza wśród zabudowy. Bardzo często, zabudowa wysoka tworzy bariery architektoniczne zamykające korytarze nawietrzające miasto (plansza nr 13). Podobne procesy cyrkulacyjne są generowane przez obszary gęsto zabudowane, ale o zabudowie niskiej.

## 13.4. WSKAZANIA W ZAKRESIE POPRAWY JAKOŚCI POWIETRZA (KRZYSZTOF BŁAŻEJCZYK, BOŻENA DEGÓRSKA)

Poprawę jakości powietrza uzyskać można poprzez działania obejmujące sferę planistyczną, infrastruktury i technologii, transportu oraz monitoringu.

Ukształtowanie systemu wymiany i regeneracji powietrza w dużym mieście poprzez odpowiednie zaplanowanie struktury funkcjonalno-przestrzennej, stanowi podstawę do poprawy jakości powietrza na drodze planistycznej. Z uwagi na niekorzystne ze względów klimatycznych usytuowanie obszarów intensywnej zabudowy miejskiej, wskazuje się na konieczność modyfikacji użytkowania i zagospodarowania terenów w obrębie wyznaczonego systemu wentylacji miasta (Plansza nr 13) oraz terenów wspomagających ten system.

Analiza czynników zewnętrznych wpływających na funkcjonowanie systemu wymiany i regeneracji powietrza w Krakowie pozwala na sformułowanie kilku wskazań ukierunkowanych na poprawę jakości powietrza poprzez odpowiednie zagospodarowanie terenów otaczających. Należy przede wszystkim dążyć do zwiększenia obszarów leśnych w bezpośrednim otoczeniu Krakowa. Nowe obszary leśne na zachód od miasta mogą zwiększyć możliwości wychwytywania zanieczyszczeń napływających z tego kierunku. Poprawy wymaga sytuacja wzdłuż północnych granic Krakowa, na południowym skraju Wyżyny Krakowskiej, Wyżyny Miechowskiej i Płaskowyżu Proszowickiego, które pozbawione są dużych kompleksów leśnych. Niezbędne jest zachowanie po wschodniej stronie miasta, w dolinie Wisły, możliwości swobodnego odpływu zanieczyszczonego powietrza. Obszar ten powinien być wyłączony spod zabudowy wysokiej. Pożądane byłoby także ograniczenie emisji ze źródeł zlokalizowanych w okolicach Krakowa, jak i bardziej odległych, ale znajdujących się na linii napływu powietrza.

Na terytorium Krakowa działania mające na celu usprawnienie funkcjonowania systemu wymiany i regeneracji powietrza powinny dążyć do:

- szczególnej ochrony głównych korytarzy wymiany powietrza, zwłaszcza doliny Wisły i innych ponadlokalnych ciągów nawietrzających (doliny: Rudawy Sudołu, Prądnika, Dłubni i Wilgi, Potoku Kościelnickiego), a także lokalnych rynien spływu powietrza, poprzez wyłączenie z zabudowy relatywnie szerokich pasm pełniących dodatkową funkcję korytarzy ekologicznych, a w pozostałej części zachowania co najmniej 70 % powierzchni biologicznie czynnej i niskiej zabudowy orientowanej dłuższymi osiami równoległe do osi doliny,
- przeciwdziałania ubytkowi powierzchni biologicznie czynnej w ciągach nawietrzających i ich otoczeniu na rzecz zwiększania udziału w nich terenów zieleni,
- w sytuacji występowania przegród architektonicznych rekomenduje się w miarę możliwości usuwanie obiektów utrudniających przepływ powietrza,
- sukcesywnego eliminowania istniejących źródeł emisji zanieczyszczeń w obrębie korytarzy napływu i miejsc regeneracji powietrza oraz w ich sąsiedztwie, a także wprowadzenie zakazu lokalizowania nowych źródeł, w tym także palenisk węglowych na rzecz rozwiązań systemowych.
- powiększania udziału terenów zieleni urządzonej a zwłaszcza powierzchni parkowych w obszarach zwartej zabudowy mieszkaniowej, w tym przestrzeganie minimalnej wartości wskaźnika terenów biologicznie czynnych, nie mniejszej niż 20% w strefie zabudowy śródmiejskiej.
- wprowadzania zieleni izolacyjnej w otoczeniu uciążliwych obiektów przemysłowych,

- zwiększenia lesistości i zachowania dużych kompleksów łąkowych w strefie otaczającej intensywnie zabudowany rdzeń Krakowa.

Nadal konieczne jest ograniczanie wielkości emisji zanieczyszczeń zwłaszcza ze źródeł punktowych i liniowych. Ograniczenie emisji punktowej można uzyskać między innymi poprzez eliminowanie części źródeł emisji, zmniejszanie emisji, stosowanie urządzeń redukujących zanieczyszczenia oraz systematyczne działania kontrolne i egzekwowanie adekwatnych kar. Wskazany kierunek zmian w pierwszej kolejności dotyczyć powinien obszarów zwartej zabudowy miejskiej, terenów tworzących system wymiany i regeneracji powietrza, który wymaga szczególnej ochrony, wiążącymi ustaleniami planistycznymi, a także obszarów przemysłowych o niezorganizowanej emisji, zwłaszcza zakładów działających w rejonie kombinatu hutniczego. Wprowadzanie zieleni izolacyjnej, oddzielającej obiekty stanowiące zagrożenie dla jakości powietrza, to również ważne rozwiązania uzupełniające.

Ograniczanie liniowej emisji zanieczyszczeń pochodzącej ze źródeł komunikacyjnych wymaga podjęcia systemowych rozwiązań, w tym między innymi: budowy domkniętego systemu obwodnic, zapewnienia poprawy warunków ruchu drogowego w okolicach skrzyżowań i wielkopowierzchniowych obiektów handlowych, wyznaczenie stref zakazu wjazdu i stref uspokojonego ruchu, zwłaszcza w strefie śródmiejskiej i osiedli mieszkaniowych oraz rozwijanie alternatywnych dla samochodu środków komunikacji publicznej, ograniczenia ruchu ciężkich pojazdów mechanicznych poza wyznaczonymi trasami.

Konieczne są dalsze działania prowadzące do wyposażenie terenów zabudowanych i przeznaczonych pod zabudowę w rozwiązania systemowe. Pokrycie potrzeb cieplnych obiektów należy zapewnić poprzez rozwój miejskiej sieci ciepłowniczej i przyłączenie do niej obiektów, lub zastosowanie energii elektrycznej, lub alternatywne źródła energii (np. energia słoneczna, geotermalna). Rozwiązania indywidualne wymagają szerszego zastosowania paliwa ekologicznego (gaz, lekki olej opałowy).

Wskazać należy na uszczuplającą się sieć monitoringu w Krakowie, która nie sprzyja szybkiemu reagowaniu na ewentualne sytuacje pogarszania się stanu powietrza na terytorium całego Krakowa. Mimo że od początku lat 90-tych ubiegłego wieku pomiary wykonywano w 7 punktach miasta, to od roku 2004 działały już tylko 4 stałe punkty monitoringu, przy ulicy Prądnickiej, Krasińskiego, Bulwarowej i Kąpielowej (w Swoszowicach). Dla lat 2008-2009 brakuje danych dla Swoszowic, a dla roku 2008 także części danych dla śródmieścia, co wskazuje na dalsze eliminowanie zakresu monitoringu powietrza.

Sieć monitoringu powietrza powinna nadal stanowić istotne narzędzie planistyczne, pozwalające na identyfikację obszarów zanieczyszczonych w przestrzeni Krakowa, czego nie zapewnia tak mała liczba punktów pomiarowych. W związku ze złym stanem zanieczyszczenia środowiska Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie wskazuje na potrzebę zwiększenia liczby stacji pomiarowych na terenie Krakowa, jak i objęcia analizą szerszego spektrum zanieczyszczeń. Do obszarów wymagających wzmocnienia systemu oceny zanieczyszczenia środowiska wg kryteriów dla ochrony zdrowia zakwalifikowano uzdrowisko Swoszowice, zwłaszcza w w zakresie: BaP (rok), NO<sub>2</sub> (rok), PM<sub>10</sub> 24 godz., PM<sub>10</sub> rok, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 1 rok. (Pajak, Czarnecka, Dębska, 2010).

Istotnym narzędziem wspomagającym proces ograniczania zanieczyszczeń powinien być program ochrony powietrza (POP), obecnie aktualizowany przez Marszałka Województwa,

który w znacznie szerszym zakresie musi uwzględniać działania na rzecz ograniczania emisji ze źródeł niezorganizowanych i niekontrolowanych, a przede wszystkim pyłu.

## **14. JAKOŚĆ I ZAGROŻENIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH (MARIA BAŚCIK, BOŻENA DEGÓRSKA)**

### **14.1. PRZYCZYNY ZANIECZYSZCZANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH**

Na terenie Krakowa rzeki są zanieczyszczane bezpośrednio oraz pośrednio. Ze względu na tranzytowy charakter Wisły do Krakowa dopływają wody nadmiernie zanieczyszczone, niosąc zanieczyszczenia głównie z dorzecza Białej, Gostyni, Przemszy i Włosienicy. Biała doprowadza do Wisły ścieki z okręgu bielsko-bialskiego, Gostynia – z Czułowa i Tych, Przemsza – z GOP-u, a Włosienica – z Oświęcimia. Rzeki te doprowadzają przede wszystkim ścieki przemysłowe. Najbardziej uciążliwe są zanieczyszczenia substancjami mineralnymi z zasolonych wód kopalnianych z górnośląskich kopalni węgla kamiennego. Również Soła i Skawa doprowadzają pewne ilości ścieków, w tym także ścieki komunalne. Duża ilość ścieków dostaje się bezpośrednio do Wisły, głównie z Zespołu Elektrociepłowni „Kraków-Łęg”. Oczyszczalnie przemysłowe nadal w znacznym stopniu wykorzystują tylko systemy mechaniczne. Jednakże najwięcej ścieków do Wisły dostaje się za pośrednictwem dopływów: Wilgi i Drwiny Długiej oraz Dłubni, Rudawy i Białuchy. System naturalnych cieków uzupełniają rowy odwadniające (melioracyjne), których ogólna długość, wraz z rowami na terenach prywatnych, wynosi około 628 km, rowy przydrożne o długości 475,8 km (w tym 55,6 km utrzymywanych przez ZIKiT) oraz kanalizacja opadowa o długości około 305 km z wpustami deszczowymi (18500 wpustów). Na obszarach obsługiwanych kanalizacją rozdzielczą system odwodnienia deszczowego wprowadza do wód powierzchniowych duży ładunek zanieczyszczeń, ponieważ wody opadowe bez oczyszczenia odprowadzane są do odbiorników z zastosowaniem urządzeń podczyszczających (separatory), które stanowią obecnie około 50% całej kanalizacji.

Zagrożenie dla wód stanowią także silnie zanieczyszczone osady denne zbiorników wodnych znajdujących się w starorzeczach Wisły oraz kanale odprowadzającym wody z kombinatu hutniczego do Wisły, pełniącego funkcję odstojnika. Zagrożenie związane z możliwością uruchomienia zanieczyszczeń zdeponowanych na dnie zbiorników wystąpić może podczas powodzi. Czynnikiem wysokiego ryzyka jest także lokalizacja niebezpiecznych dla środowiska obiektów oraz składowisk, w tym m.in. hałd i odstojników w strefie potencjalnego zagrożenia powodzią. Dodatkowe źródło zanieczyszczenia wód stanowią zanieczyszczenia obszarowe, pochodzące z renowacji rolniczych.

W Krakowie tylko około 3-4% ścieków komunalnych nie jest poddawanych procesowi oczyszczania. Nadal jednak istnieje zagrożenie niekontrolowanym odprowadzaniem ścieków do rzek, rowów i kanałów, a nawet kanalizacji deszczowej, co nadal stanowi dość powszechny proceder w Polsce. Ponadto w oczyszczaniu części ścieków przemysłowych stosowane jest nadal wyłącznie oczyszczanie mechaniczne.

## 14.2. OCENA JAKOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Wody powierzchniowe są objęte monitoringiem jakości prowadzonym przez Wojewódzki Inspektorat Środowiska (WIOŚ) w Krakowie.

W ekspertyzie dotyczącej oceny jakości i zagrożeń wód powierzchniowych Krakowa, wykonanej w 2009 r. (Baścik, 2009), wykorzystano materiały WIOŚ w Krakowie, opracowane na podstawie nieobowiązującego Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu interpretacji i prezentacji stanu tych wód (Dz.U. 2004 Nr 32, poz. 284), na podstawie którego Inspektorat prowadził monitoring, do końca 2007 r. Mimo wejścia w życie nowego rozporządzenia, to do końca 2009 r. były to jedyne dostępne dane porównywalne z latami poprzednimi, dlatego też wykorzystano je w niniejszym opracowaniu, zwłaszcza do oceny zmian jakości wody. Według ówczesnie stosowanej klasyfikacji, rzeki przepływające przez Kraków prowadziły głównie wody niezadowolającej jakości (klasa IV) i wody złej jakości (klasa V). Wody V klasy nie spełniały wymagań dla wód powierzchniowych wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Stwierdzono wówczas brak wód bardzo dobrej jakości (klasa I) oraz wód dobrej jakości (klasa II). Niepokojącym zjawiskiem było pogarszanie się jakości wód Sanki, Białychy i Dłubni z klasy III na IV w odniesieniu do roku 2004 i 2006 (tab. 27).

**Tabela 27. Zmiany jakości wód powierzchniowych w Krakowie w latach 2004-2007 w punktach monitoringu diagnostycznego (według 5 klas) - (Raport ..., 2008)**

Rzeka	Punkt pomiarowo-kontrolny (p.p.k.)		Rodzaj monitoringu	Klasa jakości wód			
	Nazwa	Km		2004	2005	2006	2007
Wisła	Powyżej Krakowa E	66.4	D	IV	IV	IV	IV
	Grabie (Niepołomice)	96.4	D	nb.	nb.	nb.	V
Sanka	Powyżej ujęcia	2.7	D	III	III	III	IV
Rudawa	Kraków, ujście	0.1	D	IV	III	III	III
Prądnik (Bielucha)	Kraków, ujście	0.3	D	III	IV	III	IV
Dłubnia	Nowa Huta	0.5	D	III	IV	III	IV
Serafa	Duża Grobla (E)	1	D	V	V	V	V
Raba	Zbiornik Dobczycki ujęcie wieżowe	64	D	III powierzchnia	III Powierzchnia	III powierzchnia	III powierzchnia
				III 3 m pon. powierzchni	III 3 m pon. Powierzchni	III 3 m pon. powierzchni	III 3 m pon. powierzchni
				III pozycja ujęcia	III pozycja ujęcia	III pozycja ujęcia	III pozycja ujęcia



Z dniem 20 sierpnia 2008 r. weszło w życie Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz.U. 2008 nr 162, poz. 1008). Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną 2000/60/WE, celem nadrzędnym powinno być osiągnięcie dobrego stanu wszystkich wód powierzchniowych i podziemnych do 2015 r. W przypadku jednolitych części wód (rzek, jezior, wód przejściowych i przybrzeżnych) powinien być osiągnięty dobry stan ekologiczny i chemiczny, a w przypadku sztucznych i silnie zmienionych części wód – dobry potencjał ekologiczny i dobry stan chemiczny. Dobry stan wód oznacza stan możliwie bliski naturalnemu, czyli taki, w którym istnieje jak najmniejsza ingerencja człowieka, a także woda płynąca w naturalnie ukształtowanym korycie.

Monitoring jednolitych części wód powierzchniowych (jcwp) w województwie małopolskim realizowany był w 2009 r. zgodnie z „Programem państwowego monitoringu środowiska województwa małopolskiego na lata 2007-2009” w oparciu o przepisy ustawy Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (tekst jednolity z 2005 r. Dz.U.05.239.2019) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2009 roku w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dz. U. Nr 81, poz. 686).

W 2009 r. WIOŚ dokonał wyłącznie wstępnej oceny jakości wód powierzchniowych województwa małopolskiego, według nowych kryteriów. Wyniki tej oceny są udostępniane na stronach internetowych Inspektoratu; nie są one jednak porównywalne z wynikami z lat poprzednich (*Raport...*, 2010). Na terenie i w pobliżu Krakowa monitoring prowadzony był na 13 ciekach w 15 punktach pomiarowo-kontrolnych, w których realizowano program badań monitoringu diagnostycznego, operacyjnego i operacyjnego celowego (woda wykorzystywana do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia, woda przeznaczona do bytowania ryb w warunkach naturalnych).

**Tabela 28. Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych na terenie i w okolicach Krakowa w 2009 r. (WIOŚ, Kraków, 2010)**

L.p	Rzeka	Nazwa punktu p-k	L.p	Rzeka	Nazwa punktu p-k
1	Wisła	Kopanka	9	Sidzinka	Podgórk
2	Wisła	Grabie (Niepołomice)	10	Bibiczanka	Kraków
3	Sanka	Liszki	11	Sudół (od Modlnicy)	Kraków
4	Rudawa	Podkamycze	12	Sudół Dominikański	Kraków
5	Rudawa - ujście	Kraków	13	Prądnik (Białucha) - ujście	Kraków
6	Serafa	Duża Grobla	14	Baranówka (Luborzycki P.)	Zesławice
7	Wilga	Kraków	15	Dłubnia	Nowa Huta
8	Potok Kostrzecki	Kraków-Kostrze			

W punktach monitoringu diagnostycznego i operacyjnego badano określone parametry jakości wody: biologiczne (plankton, fitobentos), fizykochemiczne – m.in. stan fizyczny, warunki tlenowe i zanieczyszczenia organiczne, zasolenie, zakwaszenie, warunki biogenne, oraz podano substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego (specyficzne zanieczyszczenia syntetyczne i niesyntetyczne).

W wytypowanych punktach pomiarowo-kontrolnych badano chemiczne wskaźniki jakości wody charakteryzujące występowanie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (m.in. kadm, ołów, rtęć, nikiel, antracen, benzen, endosulfan, fluoranten).

Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dn. 20 lipca 2009 r. (Dz.U. Nr. 122 poz. 1018) w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych przyniosło kolejne zmiany w interpretacji stanu wód.

Do charakterystyki stanu jakości wód powierzchniowych według zmienionych kryteriów wykorzystano zarówno najnowsze dostępne materiały WIOŚ, jak informacje uzyskane bezpośrednio w Inspektoracie.

**Ocena stanu (potencjału) ekologicznego** jest wynikiem klasyfikacji biologicznych, fizykochemicznych i hydromorfologicznych. Klasyfikacja jest 5-stopniowa (bardzo dobry, dobry, umiarkowany, słaby i zły). Większość spośród klasyfikowanych punktów pomiarowo-kontrolnych wód powierzchniowych osiągnęła w 2009 r. stan/potencjał ekologiczny umiarkowany (III klasa). Słabym stanem/potencjałem ekologicznym charakteryzowały się punkty zlokalizowane na Wiśle, Skawince, Rzepniku, Potoku Kostrzeckim, Sidzince, Prądniku i jego dopływach (Bibiczanka, Sudoł Dominikański), Baranówce, Potoku Kościelnickim. W jednym punkcie – na Serafie wystąpił zły stan ekologiczny. Na taką klasyfikację miał wpływ głównie stan elementów biologicznych (fitobentos – wartości indeksu okrzemkowego) oraz poziom zanieczyszczeń fizykochemicznych (głównie azot Kjeldahla, azot azotanowy i fosfor ogólny) (*Raport...*, 2010).

**Stan chemiczny wód powierzchniowych** określają stężenia substancji priorytetowych. Ocena stanu mieści się w dwóch klasach: dobry i poniżej dobrego. Stan poniżej dobrego stwierdzono jedynie na Wiśle powyżej Krakowa i na Sance w Liszkach.

**Ocena wód wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia** jest oparta na Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. (Dz.U. Nr 204, poz.1728). Wprowadzono trzy kategorie jakości wód: A1 - wody wymagające prostego uzdatniania fizycznego, w szczególności filtracji oraz dezynfekcji, A2 - wody wymagające typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania wstępnego, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji i dezynfekcji (chlorowanie końcowe) oraz A3 - wody wymagające wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym, dezynfekcji (ozonowanie, chlorowanie końcowe). W 2009 r. monitoringiem operacyjnym celowym objęto te jednolite części wód powierzchniowych wykorzystywane na cele wodociągowe. Odnotowano pogorszenie jakości wód (w porównaniu do 2008 r.) w punktach pomiarowo-kontrolnych powyżej ujęć wody pitnej na Sance, Rudawie (od Raclawki do ujścia) i Dłubni (od Minorki do ujścia). Nie spełniają one żadnej z ww. kategorii, głównie ze względu na zawiesinę ogólną (wskaźniki fizykochemiczne) oraz ze względu na ogólną liczbę bakterii coli (wskaźniki bakteriologiczne). W przypadku Sanki - dodatkowo stwierdzono przekroczoną liczbę bakterii coli typu fekalnego oraz paciorkowce fekalne.

**Tabela. 29. Zmiany jakości wód przeznaczonych do spożycia (wg. Synowiec i in, WIOŚ, 2009 oraz informacji WIOŚ)**

Rzeka JCWP	Punkt pomiarowo- kontrolny (p.p.k.)		Kategoria jakości wód ogólna					
	Nazwa	Km	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sanka	Powyżej ujęcia	2,7	Nie spełnia A1, A2, A3	A3	Nie spełnia A1, A2, A3	Nie spełnia A1, A2, A3	A3	Nie spełnia A1, A2, A3
Rudawa (od Raclawki do ujścia)	Podkamycze	9,0	A3	Nie spełnia A1, A2, A3	Nie spełnia A1, A2, A3	Nie spełnia A1, A2, A3	A3	Nie spełnia A1, A2, A3
Dłubnia (od Minorki, bez M. do ujścia)	Kończyce	9,8	A3	A2	A3	Nie spełnia A1, A2, A3	A3	Nie spełnia A1, A2, A3
Zbiornik Dobczyce	ujęcie wieżowe	64	A2 (powierzchnia)	A2 powierzchnia)	A2 (powierzchnia)	A2 (powierzchnia)	A2 (powierzchnia)	A2 (powierzchnia)
			A2 (3 m poniżej powierzchni)	A2 (3 m poniżej powierzchni)	A2 (3 m poniżej powierzchni)	A2 (3 m poniżej powierzchni)	A2 (3 m poniżej powierzchni)	A2 (3 m poniżej powierzchni)
			Nie spełnia A1, A2, A3 (pozycja ujęcia)	A3 (pozycja ujęcia)	A3 (pozycja ujęcia)	A3 (pozycja ujęcia)	A3 (pozycja ujęcia)	A2 (pozycja ujęcia)

Źródło: Synowiec K., Głowska G., Cieśla G., Reczek T., 2009, Ocena jakości wód powierzchniowych, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie ([http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/2009/wody\\_ocena\\_2008.pdf](http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/2009/wody_ocena_2008.pdf))

[http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/raporty/raport09/3\\_wody.pdf](http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/raporty/raport09/3_wody.pdf)

**Ocena eutrofizacji** przeprowadzona została na podstawie wyników monitoringu WIOŚ, prowadzonego w latach 2007-2009. Uwzględnia ona wskaźniki biologiczne (fitoplankton, fitobentos) oraz wskaźniki fizykochemiczne: BZT-5, ogólny węgiel organiczny, azot amonowy, azot Kjeldahla, azot azotanowy, azot ogólny, fosfor ogólny, fosforany. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz.U. Nr 162 poz. 1008) oraz z „Wytocznymi do oceny eutrofizacji wód za lata 2007-2009” Głównego Inspektora Ochrony Środowiska przyjęto założenie, że woda zanieczyszczona i oceniona jako eutroficzna, nie osiąga stanu dobrego. Średnie roczne stężenia azotu ogólnego w przekrojach pomiarowo-kontrolnych na Wiśle powyżej Krakowa i miejscowości Grabie – wykazują lekką tendencję malejącą. Wiele jednolitych części wód powierzchniowych wykazało cechy eutrofizacji (tabela 30) (Raport... 2010).

**Tabela 30. Zeutrofizowane jednolite części wód powierzchniowych w 2009 r.(WIOŚ, Kraków, 2010)**

Nazwa jcwp	Kod jcwp	Wskaźnik przekraczający stan dobry
<b>Sanka</b>	PLRW20007213589	fitobentos, azot azotanowy
<b>Wilga</b>	PLRW2000162137299	azot amonowy, azot Kjeldahla
<b>Potok Kostrzecki</b>	PLRW200016213592	fitobentos, BZT-5, OWO, azot Kjeldahla, azot amonowy, azot og., fosfor og., fosforany
<b>Sidzinka</b>	PLRW200016213572	fitobentos, BZT-5, azot Kjeldahla, azot amonowy, fosfor og., fosforany
<b>Rudawa od Raclawki do ujścia</b>	PLRW20009213699	azot Kjeldahla, fosforany
<b>Prądnik od Garliczki (bez Garliczki) do ujścia</b>	PLRW20009213749	fitobentos, BZT-5, azot Kjeldahla, fosfor og., fosforany
<b>Bibiczanka</b>	PLRW20006213744	fitobentos, azot Kjeldahla, azot azotanowy, fosfor og., fosforany
<b>Sudół Dominikański</b>	PLRW20006213748	fitobentos, BZT-5, OWO, azot Kjeldahla, azot amonowy, azot og., fosfor og., fosforany
<b>Sudół od Modlnicy</b>	PLRW20006213746	fitobentos, BZT-5, OWO, azot Kjeldahla, azot amonowy, azot og., fosfor og., fosforany
<b>Baranówka</b>	PLRW200062137669	fitobentos, azot Kjeldahla, azot azotanowy, fosforany
<b>Dłubnia od Minożki (bez Minożki) do ujścia</b>	PLRW20009213769	fitobentos, fosforany
<b>Serafa</b>	PLRW2000262137749	fitobentos, BZT-5, azot Kjeldahla, azot amonowy, azot azotanowy, azot og., fosfor og., fosforany
<b>Wisła od Skawy do Podłęzanki</b>	PLRW2000192137759	fitobentos, azot Kjeldahla
<b>Potok Kościelnicki z dopływami</b>	PLRW20006213789	fitobentos, azot Kjeldahla, azot azotanowy, fosforany

Na podstawie ocen przeprowadzonych przez WIOŚ w punktach pomiarowo-kontrolnych monitoringu diagnostycznego i operacyjnego została opracowana (przez IMGW Oddz. w Katowicach na zlecenie GIOŚ) ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych za 2009 r. Wyniki zostały zamieszczone na stronach internetowych WIOŚ w styczniu 2011 r.

Ocena stanu wód w stałym wieloletnim punkcie pomiarowym powyżej Krakowa (66,4 km) klasyfikuje stan wody Wisły jako zły. Ocena wykonana została poprzez porównanie wyników oceny stanu ekologicznego oraz stanu chemicznego w latach 2007-2009, zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. Stan chemiczny w tym punkcie oceniony był w kolejnych latach jako dobry (2007, 2008) oraz poniżej dobrego (2009). Stan ekologiczny natomiast przez cały ten okres oceniony był jako umiarkowany (*Stan czystości rzek... 2010*).

Zbiornik „Zakrzówek”, mimo że stanowi akwen zagrożony eutrofizacją, to stężenie fosforu w zbiorniku nadal pozwala na zaliczenie zalewu do wód klasy I, czyli wód o bardzo dobrej jakości. Fosfor jest podstawowym pierwiastkiem decydującym o troficzności wód oraz o składzie gatunkowym i ilościowym glonów i zooplanktonu. Zbiornik wykorzystywano do

celów rekreacyjnych, gdyż wg obowiązujących wówczas kryteriów, wskaźniki jakości spełniały wszystkie wymagania, jakim powinna odpowiadać woda w kąpieliskach (wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia, Dz.U.02.183.1530, uchylonego 1.01.2011). Jednak należy się liczyć z możliwością pogorszenia jakości wody w przypadku niewłaściwego lub zbyt intensywnego użytkowania (*Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego Zakrzówka*, 2008).

Planując wykorzystanie zbiorników wodnych do różnorodnych celów należy wziąć pod uwagę, iż osady dennego zbiorników wodnych znajdujących się w starorzeczach Wisły odciętych zwłaszcza w XX w. zawierają podwyższone stężenia metali ciężkich, co wiąże się z transportem zawiesiny przez Wisłę. Oprócz metali ciężkich, w osadach znajduje się także rad-226 (Ciszewski i inni, 1996-1997; Pociask-Karteczka, 1999). Starsze zbiorniki – choć mniej zanieczyszczone – nie są atrakcyjne z powodu małych rozmiarów i bujnej roślinności porastającej brzegi. Mogą one być jednak wykorzystane w celach estetycznych.

## 15. JAKOŚĆ I ZAGROŻENIA WÓD PODZIEMNYCH (JOANNA POCIASK- KARTECZKA)

### 15.1. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH

O wielkości i sile zagrożenia wód podziemnych decyduje charakter litologiczny nadkładu, m.in. obecność skał słaboprzepuszczalnych, miąższość strefy aeracji, charakter ośrodka (krasowy, porowy, szczelinowy), intensywność wymiany wód (różnica ciśnień), obecność stref przyspieszonego krążenia (spękania tektoniczne). Biorąc pod uwagę te cechy i potencjalne zagrożenia wód, wszystkie GZWP na terenie Krakowa zakwalifikowano do kategorii **OWO** (obszary wymagające wysokiej ochrony) i **ONO** (obszary wymagające najwyższej ochrony), co oznacza, iż są to zbiorniki bardzo silnie zagrożone ze względu na jakość wód i wymagające szczególnej ochrony.

Zagrożenie dla wód podziemnych wynika głównie z dużego uprzemysłowienia obszaru i związanych z tym:

- składowisk odpadów przemysłowych i elektroenergetycznych,
- dużej emisji gazowej i pyłowej w obrębie miasta (emisja kominowa, transport) i poza jego granicami (Górny Śląsk, Oświęcim).
- ścieków przemysłowych i komunalnych, zbiorników ropopochodnych,
- zanieczyszczenia wód powierzchniowych (rzek, zbiorników).

Może także dochodzić do zasilania wód gruntowych zanieczyszczonymi wodami rzecznyymi wskutek ciśnienia brzegowego. Zła jakość wód podziemnych jest także wynikiem przenikania zanieczyszczeń z powietrza atmosferycznego do gleby, a stamtąd do wód podziemnych, zwłaszcza do pierwszego horyzontu wód gruntowych. W częściach peryferyjnych Krakowa, gdzie obszary spełniają funkcję rolniczą, zagrożeniem dla jakości wód podziemnych są środki ochrony roślin i nawożenie.



Wypływ zanieczyszczeń do kanału melioracyjnego w rejonie Nowej Huty (fot. B. Degórska)

## 15.2. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH

Wody podziemne Krakowa charakteryzują się w większości średnim, wysokim lub bardzo wysokim stopniem zagrożenia. Niezagrożone użytkowe poziomy wód podziemnych stanowią jurajskie bloki tektoniczne odizolowane od powierzchni nadkładem utworów mioceńskich (plansza nr 5).

Jeszcze w końcu lat pięćdziesiątych skład chemiczny wód większości studzien krakowskich był naturalny. Pewne zastrzeżenia budził jedynie stan bakteriologiczny niektórych studni. Według badań przeprowadzonych w połowie lat 90. ubiegłego stulecia jakość wód w studniach znajdujących się na terenie Krakowa była zła. Wody zdatne są do picia dopiero po przetworzeniu. Czynnikiem najczęściej dyskwalifikującym je jako wody pitne są: zawartość azotanów, manganu, żelaza, metali ciężkich, a także twardość ogólna oraz ich stan bakteriologiczny. Zdarza się, iż duża zawartość żelaza nie jest pochodzenia antropogenicznego, lecz naturalnego i wiąże się z żelazieniem plejstocenijskich warstw wodonośnych. W celu uzdatnienia wody do picia instaluje się w studniach chloratory.

Obecnie ocenę stanu chemicznego wód przeprowadzi się zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U. Nr 143 poz.896). Form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych dotyczy rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2009 r. (Dz.U. 2009 nr 81 poz. 685).

Badania są prowadzone w oparciu o krajową sieć obserwacyjno-badawczą zgodną z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej w ramach monitoringu krajowego. Przedmiotem monitoringu są jednolite części wód podziemnych (JCWPd; w tym części uznane za zagrożone nieosiągnięciem dobrego stanu), ze szczególnym uwzględnieniem obszarów narażonych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego oraz jednolitych części wód podziemnych przeznaczonych do poboru wody dla potrzeb zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Na terenie Krakowa znajduje się jeden punkt objęty

monitoringiem diagnostycznym Państwowego Instytutu Geologicznego (nr w bazie danych Sieci Obserwacji Hydrogeologicznych: II /771/1; Środowisko geologiczne: czwartorzęd (Q); Symbol JCWPd: 150; Współrzędne punktu pomiarowego: PUWGX 567 689, 69 PUWGY 247 055,19). Zakres badań monitoringu diagnostycznego obejmuje następujące wskaźniki:

- wskaźniki ogólne: odczyn, ogólny węgiel organiczny, przewodność w 20 °C, temperatura, tlen rozpuszczony,
- wskaźniki nieorganiczne: amoniak, arsen, azotany, bar, bor, chlorki, chrom, cynk, fluorki, fosforany, glin, kadm, magnez, mangan, miedź, nikiel, ołów, potas, siarczany, sól, wapń, wodorowęglany, żelazo,
- substancje organiczne: AOX – adsorbowane związki chloroorganiczne.

Może on być rozszerzony o wskaźniki, które mogą wystąpić w wodach z uwagi na wykonaną identyfikację ognisk zanieczyszczeń i może być różnicowany w obrębie poszczególnych JCWPd.

Według badań wykonanych przez Państwowy Instytut Geologiczny w punkcie nr 771 reprezentującym piętro czwartorzędowe, zlokalizowanym na Żabińcu w pobliżu koryta Białuchy, wody te w latach 2008 i 2009 odznaczały się zadowalającą jakością (III klasa) w odniesieniu do 5-klasowej oceny jakości wód podziemnych (klasa I – wody o bardzo dobrej jakości, klasa II – wody dobrej jakości, klasa III – wody zadowalającej jakości, klasa IV – wody niezadowalającej jakości, klasa V – wody złej jakości).

**Tabela 30. Cechy fizyczno-chemiczne wody w otworze 771 w latach 2008 i 2009**

Cecha	Jednostka	2008	2009
Przewodność elektr. właściwa	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^2$	864	1106
Suma substancji rozpuszczonych	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	720,25	847,39
pH		7,13	7,09
Tlen rozpuszczony	$\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$	8,7	<2,00
HCO <sub>3</sub>	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	346,48	379,42
SO <sub>4</sub>		72,00	92,20
Cl <sup>-</sup>		57,00	110,00
Ca <sup>2+</sup>		133,93	160,80
Mg <sup>2+</sup>		12,08	16,94
Na <sup>+</sup>		53,71	48,34
K <sup>+</sup>		5,95	6,33
Fe		0,04	0,03
Mn		0,06	0,05
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		21	15,70
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0,03	0,04
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		<0,05	0,06

**Tabela 31. Jakość wody w otworze 771 w latach 2008 i 2009**

Rząd/ nr punktu/ nr otworu <sup>1</sup>	Typ chemiczny wody <sup>2</sup>	Klasy jakości <sup>3</sup>	Przekroczenia wymagań dotyczących jakości wód przeznaczonych do spożycia <sup>5</sup>
2008	HCO <sub>3</sub> -Ca-Na	III	Mn
2009	HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca	III	

Źródło: Roczniki Hydrogeologiczne Państwowej Służby Hydrogeologicznej; 2008, 2009

Najbardziej zagrożony jest plejstoceniowy poziom wodonośny (Q) głównie ze względu na płytkie zaleganie zwierciadła wody i częsty kontakt z ogniskami zanieczyszczeń. Dotyczy to zwłaszcza niskiej terasy Wisły, gdzie czwartorzędowy poziom wodonośny pozbawiony jest gliniasto-pyłastego nadkładu chroniącego go od wpływów zewnętrznych. Na tych terenach znajduje się hałda popiołów elektrowni Łęg i wiele ognisk zanieczyszczeń w rejonie kombinatu hutniczego, Bieżanowa i Niepołomic oraz Borku Fałęckiego. W rejonie Rybitw i Kokotowa stężenia żelaza są znaczne (do 75 mg·dm<sup>-3</sup>); również manganu. Stopień zagrożenia wód czwartorzędowych jest bardzo wysoki. Nieco mniejszy stopień zagrożenia (średni) występuje tam, gdzie czwartorzędowy poziom wodonośny przykryty jest izolującą warstwą gliniasto-pyłastą.

W przypadku zbiornika piasków bogucickich, wysokim stopniem zagrożenia cechują się obszary wychodni. Tam, gdzie piaski są chronione przed wpływami zewnętrznymi – stopień zagrożenia jest średni. Ze względu na słabą nieodnawialność tego zbiornika, nie należy dopuścić do jego przeeksploatowania.

Wody zbiornika kredowego związane ze spękanymi marglami posiadają wysoki stopień zagrożenia, podobnie, jak i wody poziomu jurajskiego, z wyjątkiem obszarów, gdzie wapienie jurajskie chronione są warstwą ilów (średni stopień zagrożenia).

Szczegółowa dokumentacja hydrogeologiczna dotycząca m.in. wielkość mineralizacji wód poszczególnych zbiorników wód podziemnych oraz ich jakości w ostatnich latach jest opracowana przez Oddział Karpacki PIG i znajduje się w Urzędzie Marszałkowskim Województwa Małopolskiego.

Dostępne opracowanie kartograficzne ukazujące przestrzenny obraz jakości wód podziemnych w Krakowie pochodzi z końca lat 90. XX w. (Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000). Przyjąć można, że ukazuje przybliżony przestrzenny stan zanieczyszczenia, w skali trzystopniowej (plansza nr 5).





**Osadniki kombinatu hutniczego – jedno z ognisk zanieczyszczeń plejstocenijskiego poziomu wodonośnego (fot. B. Degórska)**

*Źródła: Chowaniec, 1997; Duda i in., 1997; Kowalski, 1997; Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków, Plansza A, 2004; Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków, Plansza B, 2004; Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków, 1997; Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Myślenice, 1997; Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Niepołomice, 1997; Objaśnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Myślenice, 2004; Objaśnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków, 2004; Opracowanie ekofizjograficzne, 2004; Raport o stanie środowiska..., 2008.*

## 16. MOŻLIWOŚCI POPRAWY JAKOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM OCHRONY WODY UJMOWANEJ DLA CELÓW KOMUNALNYCH I PRZEMYSŁOWYCH (BOŻENA. DEGÓRSKA)

W celu zapewnienia odpowiedniej jakości wody przeznaczonej do spożycia utworzone zostały następujące strefy ochronne (plansza nr 14).

- **strefa ochronna ujęcia wody z rzeki Sanki.** z podziałem na strefę ochrony bezpośredniej, wewnętrzny teren ochrony pośredniej i zewnętrzny teren ochrony pośredniej (Decyzja Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie, pismo znak: OS.III.6210-1-29/96 z dnia 20.12.1996 r. ustanawiająca strefę ochrony pośredniej ujęcia wody z rzeki Sanki i Decyzja Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie z dnia 4 kwietnia 1994 ustanawiająca strefę ochrony bezpośredniej rzeki Sanki).
- **strefa ochronna ujęcia wody z rzeki Rudawy,** z podziałem na teren ochrony bezpośredniej, wewnętrzny teren ochrony pośredniej i zewnętrzny teren ochrony pośredniej (Strefa ochronna ujęcia wody z rzeki Rudawy – Decyzja Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie, pismo znak:OS.III.6210-1-29/97 z dnia 15.04.1997 r.).

W celu ochrony ujęć wód podziemnych ustanowiono następujące strefy ochronne (plansza nr 14).

- **strefa ochronna ujęcia wody podziemnej Mistrzejowice** z podziałem na teren ochrony bezpośredniej, wewnętrzny teren ochrony pośredniej, zewnętrzny teren ochrony pośredniej (Decyzja Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie, pismo znak: OS.III.6210-1-58/98 z dnia 11.09.1998 r. o udzieleniu pozwolenia wodnoprawnego na pobór wody z ujęcia wód podziemnych Mistrzejowice oraz ustanawiająca strefę ochronną ujęcia Mistrzejowice);
- **strefa ochronna ujęcia wody podziemnej Pasa „A” między kombinatem hutniczym a rzeką Dłubią,** z podziałem na teren ochrony bezpośredniej, teren ochrony pośredniej (Decyzja Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie, pismo znak: OS.III.6210-1-3/97 z dnia 17.11.1997 r.);
- **strefa ochronna ujęcia wody podziemnej Pasa „D” między kombinatem hutniczym a osiedlem Ruszcza,** z podziałem na teren ochrony bezpośredniej, teren ochrony pośredniej – strefa „A”i teren ochrony pośredniej – strefa „B” (Decyzja Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie, pismo znak: OS.III.6210-1-9/98 z dnia 27.04.1998 r.).

Przytoczone Decyzje stanowią o zakazach i ograniczeniach działalności w obrębie wymienionych stref.

Oprócz szczególnej dbałości o strefy ochronne i ich odpowiednie zagospodarowanie i użytkowanie, w tym zwiększanie udziału lasów, niezastąpiona jest także ochrona całych zlewni rzek, zwłaszcza tych, na których zlokalizowano ujęcia wodne oraz obszarów zasilania zbiorników wód podziemnych. Poprawa jakości wód dotyczy zarówno działań prewencyjnych jak i ograniczania lub eliminacji skutków zanieczyszczeń.

Zmniejszenie zagrożenia wód powierzchniowych i podziemnych wymaga konsekwentnej realizacji wytycznych *Programu ochrony środowiska i stanowiącego jego element planu gospodarki odpadami dla Miasta Krakowa - plan na lata 2005 - 2007 z uwzględnieniem zadań zrealizowanych w 2004 roku oraz perspektywa na lata 2008 - 2011.* (Uchwała nr LXXV/737/05 Rady Miasta Krakowa z dnia 13 kwietnia 2005 roku). Jako główne obszary działań wskazano oczyszczanie ścieków i gospodarkę odpadami. Szczególne działania dotyczyć muszą budowy systemowych rozwiązań, opartych o europejskich standardach. Kraków powinien być wyposażony w sieci kanalizacyjne, zakończone głównie zbiorowymi oczyszczalniami o wysokich standardach, dopuszczając indywidualne oczyszczalnie tylko na obrzeżach miast, przy zabudowie rozproszonej.

Rozwiązania problemu wymaga także oczyszczanie ścieków przemysłowych, z uwagi na zbyt duży udział wyłącznie mechanicznego procesu oczyszczania ścieków.

Ważne będzie także oczyszczanie ścieków opadowych, które obecnie w większości pozbawione oczyszczenia odprowadzane są bezpośrednio do cieków, a trudnorozkładające się substancje i metale ciężkie, powodują utrudnienia w procesie samooczyszczania się wód. Ścieki opadowe jako bardzo skażone chemicznie i bakteriologicznie powinny podlegać oczyszczaniu z zastosowaniem skomplikowanych procesów, a nie tylko podczyszczania często bez procesu filtracji. W tym zakresie Helman-Grubba ([www.ecol-unicon.com](http://www.ecol-unicon.com)) proponuje kanalizowanie wód opadowych, budowę urządzeń retencyjnych i podczyszczających na sieci kanalizacji deszczowej, a na sieci kanalizacji ogólnospławnej - zastępowanie przelewów burzowych zbiornikami retencyjnymi i kierowanie wszystkich ścieków do oczyszczalni w okresie zmniejszonego obciążenia ściekami komunalnymi. Ponieważ skuteczne oczyszczanie wód deszczowych i roztopowych należy do procesów kosztownych istnieje możliwość szerszego wykorzystania samooczyszczania się wód odprowadzanych do cieków. Proces ten wspomaga zachowanie naturalnych koryt i biologicznej obudowy rzek i zbiorników wodnych.

Szczególnie ważna jest także dbałość o czystość całej zlewni, istotna w przypadku spływów obszarowych i przesiąkania zanieczyszczeń do wód gruntowych. Nie bez znaczenia jest także czystość powietrza, czego wynikiem jest zanieczyszczenie wód opadowych infiltrujących do wód gruntowych.

## **17. KLIMAT AKUSTYCZNY (BOŻENA DEGÓRSKA, ALINA MACIEJEWSKA)**

Zły stan klimatu akustycznego Krakowa, zarówno w jego strefie śródmiejskiej, jak i w dzielnicach mieszkaniowych wiąże się przede wszystkim ze wzrastającym ruchem samochodowym i lotniczym oraz z konfliktozennym przebiegiem ciągów komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu, niejednokrotnie tranzytowych. Układ komunikacyjny Krakowa przeprowadza potoki ruchu samochodowego i ruch kolejowy przez strefę śródmiejską i inne tereny o wysokim zaludnieniu (np.: tzw. Al. Trzech Wieszców, ul. Wielicka – ul. Kamieńskiego, ul. Nowohucka, ul. Konopnickiej, ul. Dietla, ul. Powstanców

Wielkopolskich). Spośród kategorii hałasu komunikacyjnego największe zagrożenie stanowi hałas drogowy.

Oprócz hałasu drogowego i kolejowego stan akustyczny pogarsza hałas lotniczy, przemysłowy i komunalny. Hałas lotniczy i przemysłowy występuje lokalnie, a zatem nie jest on odczuwalny w skali całego miasta. Oprócz nasilenia hałasu komunikacyjnego w ostatnich latach zwiększony został hałas związany z rozwojem sektora usług generowany poprzez: małe obiekty usługowe i rzemieślnicze, hurtownie, urządzenia wentylacyjno-klimatyzacyjne i chłodnicze obiektów handlowych, parkingi oraz lokale rozrywkowe, restauracje, puby i kluby.

Wartości dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. (Dz. U. 120, poz. 826 z dnia 5 lipca 2007 r.) w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. W 2002 roku sporządzona została pierwsza mapa akustyczna Krakowa. Z uwagi na obowiązujące przepisy zawarte w Dyrektywie 2002/49/WE oraz ustawie *Prawo ochrony środowiska*, która nakłada obowiązek sporządzania przez Prezydenta co 5 lat mapy akustycznej w 2007 roku została zaktualizowana mapa z 2002 r. Najnowsza *Mapa akustyczna Krakowa* ukazuje stan w 2007 r. Następnie opracowano *Program ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa (2009)* przyjęty Uchwałą NR LXXXIII/1093/09 Rady Miasta Krakowa z dnia 21 października 2009 r. Opracowania te umożliwiają identyfikację poziomu hałasu drogowego (Plansza nr. 15) i kolejowego (Plansza nr 16) na podstawie wskaźników  $L_{DWN}$  (dzień-wieczór-noc) i  $L_N$  (noc), zarówno w ujęciu ogólnym, jak i wskazują obszary o szczególnym narażeniu na hałas komunikacyjny.

## 17.1. HAŁAS DROGOWY

Największy udział w generowaniu hałasu mają drogi tranzytowe, charakteryzujące się dużym całodobowym natężeniem ruchu, po których poruszają się również pojazdy ciężkie oraz te ulice, wzdłuż których zlokalizowane są torowiska tramwajowe. Poważne źródło hałasu stanowi przebiegający przez Kraków odcinek autostrady A4, której zabezpieczenia na wielu odcinkach nie zapewniają skutecznej ochrony (*Program ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa, 2009*). Oprócz nich generują uciążliwy hałas drogi lokalne, głównie dojazdowe do dużych osiedli mieszkaniowych, lotnisk i zakładów produkcyjnych oraz drogi w strefie śródmiejskiej, w tym zwłaszcza ulice z towarzyszącymi im liniami tramwajowymi. Występuje tu hałas o znacznej zmienności dobowego natężenia, nasilającego się w porze dziennej i zmniejszającego się w porze nocnej. Przyczyną wzrostu poziomu hałasu jest także zwiększający się udział podróży samochodami. Uciążliwość akustyczna spowodowana ruchem drogowym ma coraz większy zasięg, pomimo stosowanych rozwiązań komunikacyjnych i zabezpieczeń. Ciągi powiązań międzydzielnicowych nadal w zbyt dużym stopniu wprowadzają ruch do strefy śródmiejskiej.

Zestawienie terenów, przy których zabudowa znajduje się w zasięgu hałasu o poziomie przekraczającym wartość dopuszczalną wskaźnika  $L_{DWN}$  oraz na poziomie granicznych wartości, przedstawiono w tabelach 32, 33, 34, na podstawie *Programu ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa (2009)* oraz na planszy nr 15.

Wartości dopuszczalne wskaźnika wskaźnika  $L_{DWN}$  odnoszą się do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 4 czerwca 2007 r. (Dz. U. Nr 106, poz. 728 i 729)

**Tabela 32. Tereny zagrożone hałasem drogowym, na których zabudowa znajduje się w zasięgu hałasu o poziomie przekraczającym wartość dopuszczalną wskaźnika  $L_{DWN}$**

Dzielnica	Tereny, na których zabudowa znajduje się przy ulicach w zasięgu hałasu o poziomie przekraczającym wartość dopuszczalną wskaźnika $L_{DWN}$ .	Tereny, na których stwierdzono przekroczenia na granicy wartości dopuszczalnej wskaźnika $L_{DWN}$	Tereny, na których stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnej wskaźnika $L_{DWN}$ przy braku skuteczności urządzeń ochrony akustycznej
Dzielnica I	Al. Krasińskiego, Al. Mickiewicza, Al. Słowackiego, Basztowa, Straszewskiego, Dietla, Św. Gertrudy, Westerplatte, Starowiślna, Krakowska, Pawia, Warszawska		
Dzielnica II.	Grzegorzeczka, Al. Pokoju, Al. Powstanców Warszawy, Mogilska, Lubomirskiego, Rakowicka, Lubicz, Kopernika, Daszyńskiego, Beliny Prażmowskiego, Brodowicza, Olszyny, Fabryczna, Chrobrego, Łukaszewicza		ul. Kotlarska
Dzielnica III	Al. 29-go Listopada, Powstanców, Dobrego Pasterza, Meissnera, Młyńska, Pilotów, Opolska, Lublańska, Strzelców, Al. Gen. B. Komorowskiego, Al. Jana Pawła II, Ułanów, Miechowity, Brogi, Czerwonego Prądnika, Majora, Łepkowskiego		
Dzielnica IV	Jasnogórska, Radzikowskiego, Conrada, Opolska, Al. 29-go Listopada, Mackiewicz, ul. Pleszewska, Białoprądnicka, Łokietka, Ojcowska, Wybickiego, Prądnicka, dr. Twardego, Zdrowa	Siewna, Dożynkowa, Pacholskiego, Weissa, Krowoderskich Zuchów	
Dzielnica V	Ul. Zbożowa, ul. Kamienna, ul. Królewska, ul. Podchorążych		
Dzielnica VI	Armii Krajowej, Radzikowskiego, Pasternik, Piastowska, Głowackiego, Osterwy, Balicka, Na Błonie, Katowicka, Zielony Most, Zarzecze, Przybyszewskiego	Ul. Zarzecze. Ul. Rydla, Lindego	
Dzielnica VII	Ks. Józefa, Olszanicka, Chełmska, Junacka Królowej Jadwigi, Piastowska, Focha, Kosciuszki, Senatorska, Dunin Wąsowicza, Jesionowa	Jodłowa, Kasztanowa, Modrzewiowa, 28 lipca 1943	Autostrada A4 - Zabudowa zlokalizowana przy ul. Amazonek i na Borach
Dzielnica VIII	Kapelanka, Tyniecka, Skotnicka, Monte Cassino, Konopnickiej, Gen. Zielińskiego, Skwerowa, Bałuckiego, Praska, Barska, Kobierzyńska, Gen. Grota Roweckiego, Bolesława Śmiałego, Bogucianka, Zawila, Skośna	Nowaczyńskiego, Bunscha, Bobrzyńskiego, Dąbrowa, Pszczelna, Podhalańska, Turonia, Strąkowa, Miłkowskiego, Autostrada A4 – zabudowa przy ul. Wrony	
Dzielnica IX	Z. Herberta, Turowicza, ks. Tischnera, Brożka, Zakopiańska, Zawila, Kościuszkowców, Jugowicka	Żywiecka, Mareckiego, Zdunów, A. Fredry, Podhalańska, Turonia, Strąkowa	
Dzielnica X	Zakopiańska, Kapielowa, Myślenicka, Kuryłowicza, Krzemieniecka, Jugowicka, Zawila, Rabsztyńska, Judyma, Sawiczewskich, Szybisko, Chałubińskiego, M. Polskiego	Taklińskiego, Pietrażyńskiego, Myślenicka, Krzyżskiego, Żelazowskiego, Niebieska, Borkowska,	Autostrada A4 (granica dzielnicy – węzeł Opatkowicki – węzeł Nowotarski) zabudowa zlokalizowana przy ul. Ks. Maja, Kłuszyńskiej

		Forteczna	
Dzielnica XI	Witosa, Nowosądecka, Kamińskiego, Wielicka, Sławka, Kosocicka, Rżaca, Cechowa, Stojałowskiego, Z. Herberta, Halszki, Beskidzka, Klonowaci, Malborska, Łużycka, Trybuny Ludów		Autostrada A4 (Południowe obejście Krakowa), ul. Kamińskiego
Dzielnica XII	Wielicka, Nowosądecka, Teligi, Ćwiklinskiej, Biezanowskiego, Sucharskiego, Mokotowska, Półhanki, Prosta, Snycerska, Kosocicka, Mokotowska	Mała Góra, Włotowa, Na Kozłowie	
Dzielnica XIII	Brożka, Wadowicka, ks. Tischnera, Konopnickiej, Kamińskiego, Powstańców Śląskich, Powstańców Wielkopolski, Nowohucka, Kalwaryjska, Limanowskiego, Na Zjeździe, Zabłocie, Herlinga Grudzińskiego, Klimeckiego, Płaszowska, Myśliwska, Saska, Przewóz, Lipska, Surzyckiego, Rybitwy, Christo Botewa, Półhanki, Dworcowa, Prokocimska, Nadwiślańska, Długosza, Dąbrowskiego, Dekerta, Portowa	Raczna, Lutnia	
Dzielnica XIV	Al. Pokoju, Al. Jana Pawła II, Nowohucka, Ciepłownicza, Isep, Sołtysowska, Centralna		
Dzielnica XV	Gen. Okulickiego, Wiślicka, Al. Gen. Bora Komorowskiego, Jancarza, Dobrego Pasterza, Powstańców, Mistrzejowicka	Piasta Kołodzieja	
Dzielnica XVI	Gen. Okulickiego, Al. gen. Andersa, Dąbrowskiej, Bieńczycka, Kocmyrzowska, Obrońców Krzyża, Mikołajczyka, Makuszyńskiego, Nad Dłubiną, Bulwarowa	Fatimska, Cienista, Broniewskiego, Dunikowskiego	
Dzielnica XVII	Kocmyrzowska, Łowińskiego, Makuszyńskiego, Ujastek, Wańkowicza	Łuczanowicka, Bystronia, Glinik, Wegrzynowicza, Wadowska, Lubocka, Darwina, W. Jagiełły, Mrozowa	
Dzielnica XVIII	Al. Solidarności, Al. Jana Pawła II, Bieńczycka, Kocmyrzowska, Igołomska, Ptaszyckiego, Brzeska, Bulwarowa, Żeromskiego, Ludźmierska, Mościckiego, Struga, Rydza Śmigłego, Aleja Róż, Klasztorna	Drożyska, Podbipiety, Mierzwy, Sieroszewskiego	

Źródło: Program ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa (2009).

**Tabela 33. Tereny zagrożone hałasem tramwajowym.**

Dzielnica	Tereny, na których zabudowa znajduje się przy ulicach w zasięgu hałasu o poziomie przekraczającym wartość dopuszczalną wskaźnika $L_{DWN}$ .	Tereny, na których stwierdzono przekroczenia na granicy wartości dopuszczalnej wskaźnika $L_{DWN}$
Dzielnica I	Basztowa, Dunajewskiego, Straszewskiego, Westerplatte, Karmelicka, Zwierzyniecka, Św. Gertrudy, Stradomska, Krakowska, Starowiślna, Długa, Dietla (na odcinku Starowiślna - Morsztynowska Blich)	
Dzielnica II.	Grzegórzecka, Al. Powstańców Warszawy, Mogilska, Lubicz, Rakowicka (od ul. Lubisz do ul. Lubomirskiego)	Al. Pokoju, Rakowicka (na odcinku Lubomirskiego - Grochowska)
Dzielnica III	Al. Jana Pawła II	
Dzielnica IV		
Dzielnica V	Zbożowa, Kamienna, Królewska, Podchorążych	
Dzielnica VI	Bronowicka, Osterwy	
Dzielnica VII		

Dzielnica VIII		Kapelanka,
Dzielnica IX		
Dzielnica X		
Dzielnica XI		Witosa, Nowosądecka
Dzielnica XII		Nowosądecka, Wielicka, Ćwiklińskiej
Dzielnica XIII	Kalwaryjska, Brożka, Wadowicka, Limanowskiego, Legionów Piłsudskiego, Na Zjeździe, Wielicka,	
Dzielnica XIV	Al. Jana Pawła II, Bińczycka	Al. Pokoju
Dzielnica XV		Jancarza, Piasta Kołodzieja Przekroczenia
Dzielnica XVI		Mikołajczyka, Broniewskiego, Al. gen. Andersa, Kocmyrzowska
Dzielnica XVII		
Dzielnica XVIII		Aleja Solidarności, Bińczycka

Źródło: *Programm ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa (2009).*

## 17.2. HAŁAS LOTNICZY

Źródłem hałasu lotniczego w Krakowie są głównie operacje lotnicze związane z funkcjonowaniem Międzynarodowego Portu Lotniczego w Balicach, położonego 11 km od centrum Krakowa w kierunku północno-zachodnim. Ze względu na to, iż lotnisko nie jest położone w granicach administracyjnych Krakowa, Prezydent Miasta nie jest władny do wykonywania map akustycznych dla lotniska. Obowiązek taki nakłada na zarządców lotniska art. 179 ustawy *Prawo ochrony środowiska*. W związku z niewypełnieniem powyższego obowiązku przez MPL na mapach akustycznych Krakowa nie został uwzględniony hałas, którego źródłem jest lotnisko w Balicach.

W ostatnich latach w związku z znacznym zwiększeniem natężenia ruchu lotniczego, a głównie liczby startów i lądowań na lotnisku w Balicach wzrosła także uciążliwość hałasu lotniczego, która dotyka zwłaszcza mieszkańców północno-zachodniej części Krakowa. W związku z dużym natężeniem hałasu lotniczego w rejonie lotniska Balice utworzono w 2009 r. obszar ograniczonego użytkowania dla lotniska Kraków-Balice (Uchwała Nr XXXII/470/09 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 25 maja 2009 r. – Dz. Urz. Województwa Małopolskiego Nr 377, poz. 2693 w sprawie utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania dla lotniska Kraków-Balice, zarządzanego przez Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice Sp. z o.o.).

## 17.3. HAŁAS KOLEJOWY

Emisja hałasu kolejowego (plansza nr 16) związana jest przede wszystkim z funkcjonowaniem dużych dworców kolejowych (Kraków Główny, Kraków Płaszów) i głównych szlaków kolejowych w kierunku Katowic, Warszawy, Tarnowa i Zakopanego. Dodatkowo hałas generuje szereg przystanków kolejowych oraz bocznicy i obwodnicy najczęściej przeznaczonych do transportu towarowego. Pomiary hałasu kolejowego wzdłuż przebiegających przez miasto szlaków wykazały, że utrzymuje się od wielu lat na podobnym

poziomie, z możliwością wystąpienia lokalnie wyższych wartości, ze względu na pogarszający się stan infrastruktury, mimo zmniejszającej się liczby przejazdów.

**Tabela 34 . Tereny zagrożone hałasem kolejowym.**

Dzielnica	Tereny, na których zabudowa znajduje się przy ulicach w zasięgu hałasu o poziomie przekraczającym wartość dopuszczalną wskaźnika $L_{DWN}$	Tereny, na których stwierdzono przekroczenia na granicy wartości dopuszczalnej wskaźnika $L_{DWN}$
Dzielnica I	Halicka, Morsztynowska, Blich	
Dzielnica II.	Halicka, Morsztynowska, Blich, Linia kolejowa (granica dzielnicy – al. Pokoju – ul. Mogilska – Olszyny – granica dzielnicy) – pierwsza linia zabudowy	
Dzielnica III	Linia kolejowa (ul. Mogilska – Olszyny – granica dzielnicy), Linia kolejowa (ul. M. Langiewicza – Opolska – granica dzielnicy) - Pierwsza linia zabudowy	
Dzielnica IV	Linia kolejowa (granica dzielnicy – Opolska – Al. 29-go Listopada – Reduta), Linia kolejowa (Armii Krajowej – Dr. Twardego – granica dzielnicy)	
Dzielnica V		
Dzielnica VI	Linia kolejowa (w ciągu ul. Wieniawy Długoszowskiego)	
Dzielnica VII		
Dzielnica VIII	Linia kolejowa (Sołówki – Prażmowskiego – granica dzielnicy)	
Dzielnica IX	Linia kolejowa	
Dzielnica X	Linia kolejowa (Sołówki – Węzeł Opatkowicki – Podmokła)	
Dzielnica XI	Linia kolejowa (J. Turowicza - Kamińskiego)	
Dzielnica XII	Linia kolejowa (granica dzielnicy – Taborowa – granica dzielnicy)	
Dzielnica XIII	Linia kolejowa (granica dzielnicy – estakada im. Obrońców Lwowa – granica dzielnicy) Linia kolejowa (granica dzielnicy – Powst. Wielkopolskich – granica dzielnicy)	
Dzielnica XIV		
Dzielnica XV		Linia kolejowa w ciągu ulicy Dziekanowickiej, Powstańców
Dzielnica XVI		
Dzielnica XVII		
Dzielnica XVIII		Linia kolejowa w ciągu ulicy Czeceńskiej

Źródło: Program ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa (2009)..

## 17.4. HAŁAS PRZEMYSŁOWY

Emisja hałasu przemysłowego na terenie Krakowa pochodzi głównie z zakładów przemysłowych oraz małych zakładów rzemieślniczych i innych obiektów produkcyjno-składowo-magazynowych.



Według *Programu ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa (2009)* największymi źródłami emisji hałasu z dużych zakładów są ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie i Elektrociepłownia Kraków S.A. Ich uciążliwość zwiększa ruch całodobowy. Mimo że realizują one programy ograniczania hałasu, to jednak powodują nadal przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu głównie w porze dziennej. Hałas związany z działalnością kombinatu hutniczego dotyka zwłaszcza osiedle Pleszów. Emisja hałasu pochodzi zwłaszcza z dwóch źródeł: spiekalni i stalowni. Elektrociepłownia „Kraków” S.A. emituje niewielki hałas ciągły związany z pracą maszynowni oraz okresowy, wytwarzany podczas zrzutów pary do atmosfery z kotłów parowych. Wśród zakładów rzemieślniczych na stan klimatu akustycznego wpływają głównie zakłady stolarskie, betoniarskie i ślusarskie. Zakłady rzemieślnicze emitują hałas zazwyczaj w porze dziennej. Najliczniej zlokalizowane są w dzielnicach Śródmieście, Krowodrza i Podgórze. Najczęściej spotykanymi źródłami hałasu są: instalacje wentylacyjne, urządzenia chłodnicze, maszyny budowlane, środki transportu wewnętrznego i urządzenia stolarskie.

## **17.5. HAŁAS KOMUNALNY**

Hałas komunalny generują głównie punktowe źródła emisji, związane z działalnością lokali usługowych restauracji, barów i klubów, a także imprezy rozrywkowe i sportowe, zwłaszcza organizowane w przestrzeni otwartej. W strefie śródmiejskiej, zwłaszcza w obrębie Rynku Głównego oraz na Kazimierzu jego uciążliwość pogłębia duża koncentracja restauracji, barów i klubów oraz częsta organizacja imprez ulicznych. W obiektach handlowych, hotelarskich i gastronomicznych źródłami hałasu są najczęściej instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne, agregaty chłodnicze bez zabezpieczeń akustycznych. W ostatnim okresie obserwowana jest rosnąca liczba interwencji związanych z hałasem wytwarzanym przez urządzenia wentylacyjne i klimatyzacyjne restauracji, pubów lub klubów.

## **17.6. MOŻLIWOŚCI OGRANICZANIA HAŁASU I PRZECIWDZIAŁANIA JEGO SKUTKOM** *(BOŻENA DEGÓRSKA)*

Jedną z dróg ograniczania uciążliwego wpływu hałasu na środowisko, a zwłaszcza jakość życia jest ustanawianie obszarów ograniczonego użytkowania na terenach największego zagrożenia hałasem lotniczym i drogowym.

Obszar ograniczonego użytkowania dla lotniska Kraków – Balice utworzono w 2009 r. (Uchwała Nr XXXII/470/09 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 25 maja 2009 r. w sprawie utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania dla lotniska Kraków - Balice, zarządzanego przez Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków - Balice Sp. z o.o.).

Obszar dzieli się na trzy strefy (ryc. 30, plansza nr 17):

- strefę A, której granicę wyznacza od zewnątrz maksymalny zasięg izolacji hałasu nocnego LN=50 dB lub izolacji hałasu LDWN 60 dB, od wewnątrz granica lotniska;
- strefę B, której granicę wyznacza od zewnątrz izolacja LDWN=55 dB, od wewnątrz maksymalny zasięg izolacji LN=50 dB, LDWN=60 dB lub granica lotniska;
- strefę C, której granicę wyznaczają izolacje hałasu LN=45dB, od wewnątrz maksymalny zasięg izolacji LDWN=55 dB.

W obszarze ograniczonego użytkowania wprowadza się następujące ograniczenia zakresie przeznaczenia terenu i sposobu korzystania z terenów:

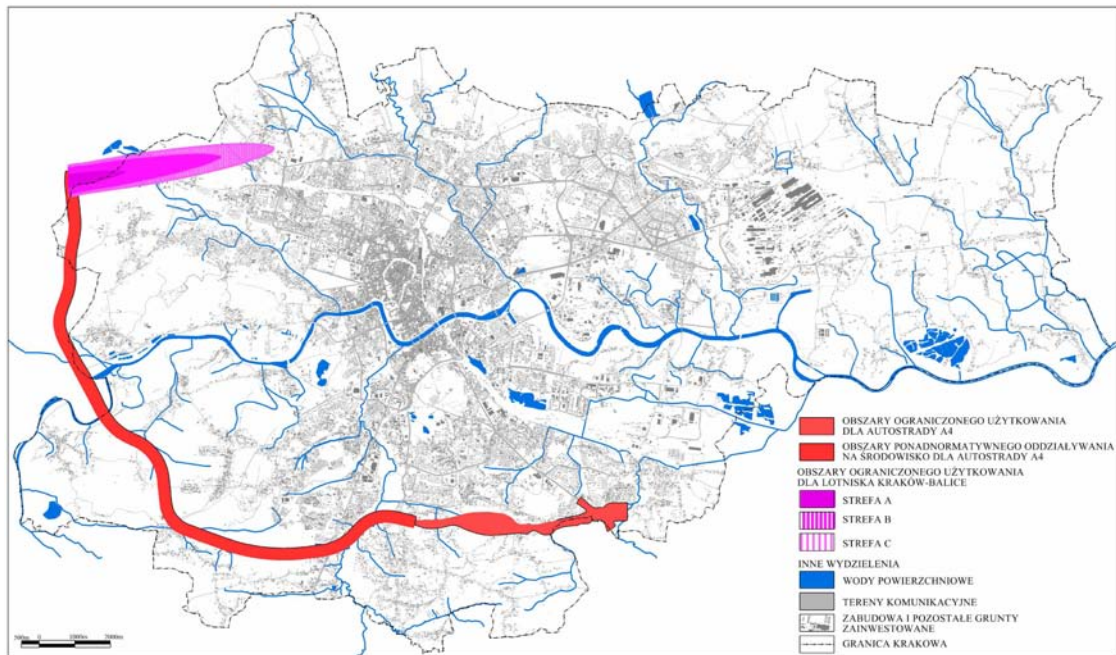
- w strefie A - zakaz lokalizowania i budowy nowych obiektów zabudowy mieszkaniowej jedno i wielorodzinnej, zabudowy zagrodowej i zamieszkania zbiorowego, zabudowy mieszkaniowo-usługowej, szpitali, domów opieki społecznej oraz zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci młodzieży, lokalizacji terenów rekreacyjno-wypoczynkowych; zakaz zmiany funkcji budynków z niemieszkalnych na mieszkalne;
- w strefie B - zakaz lokalizowania i budowy nowych obiektów szpitali, domów opieki oraz zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży;
- w strefie C - zakaz lokalizowania i budowy nowych obiektów zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży – działających w porze nocnej.

W Krakowie ustanowione zostały obszary ograniczonego użytkowania oraz ponadnormatywnego oddziaływania autostrady A4 na środowisko (ryc. 30):

- Obszar ponadnormatywnego oddziaływania autostrady A4 na środowisko od węzła „Balice I” do ul. Kąpielowej (Decyzja Nr 3/98 z dnia 29.12.1998 Wojewody Krakowskiego, uprawomocniona Decyzją Prezesa Urzędu Mieszkalnictwa i Rozwoju Miast z 03.08.01999 r.).
- Obszar ograniczonego użytkowania dla autostrady A4 Południowe obejście Miasta Krakowa – odcinek węzeł Nowotarski-potok Malinówka (Rozporządzenie Nr 20/2003 Wojewody Małopolskiego 28.06 2003 r., Dz.U. Województwa Małopolskiego Nr 182 z dnia 10.07.2003 r., poz. 2287),
- Obszar ograniczonego użytkowania dla autostrady A4 Południowe obejście Miasta Krakowa – odcinek węzeł Wielicka (Rozporządzenie Nr 20/2003 Wojewody Małopolskiego 28.06 2003 r., Dz.U. Województwa Małopolskiego Nr 182 z dnia 10.07.2003 r., poz. 2288).

Na obszarze ponadnormatywnego oddziaływania od węzła „Balice I” do ul. Kąpielowej obowiązują następujące ustalenia dotyczące poszczególnych stref:

- I strefa oddziaływań ekstremalnych o zasięgu 20 m od krawędzi jezdni – likwidacja wszelkich obiektów z wyjątkiem urządzeń infrastruktury technicznej autostrady i urządzeń ochrony środowiska,
- II strefa zagrożeń o zasięgu 50 m od krawędzi jezdni – zakaz lokalizacji obiektów budowlanych z pomieszczeniami przeznaczonymi na stały pobyt ludzi oraz zakaz prowadzenia gospodarki rolnej z wyjątkiem produkcji roślin nasiennych, przemysłowych i gospodarki leśnej,
- III strefa uciążliwości o zasięgu 150 m od krawędzi jezdni dla zapewnienia zakaz lokalizacji nowych obiektów budowlanych przeznaczonych na stały pobyt ludzi oraz urządzeń sportowych i rekreacji, a także zakaz prowadzenia upraw warzyw i lokalizowanie ogrodów działkowych.



**Ryc. 30. Strefy ograniczonego użytkowania przy autostradzie A4 i lotnisku Kraków-Balice**

Na obszarze ograniczonego użytkowania węzeł Nowotarski, potok Malinówka oraz węzeł Wielicka obowiązują następujące ustalenia;

- I strefa oddziaływań ekstremalnych – zakaz lokalizacji obiektów budowlanych za wyjątkiem urządzeń infrastruktury autostrady oraz urządzeń ochrony środowiska oraz zakaz produkcji rolnej.
- II strefa zagrożeń – zakaz lokalizowania nowej zabudowy mieszkaniowej i obiektów, użyteczności publicznej, służby zdrowia, oświaty, kultury, rekreacji i sportu oraz ogrodów działkowych, obowiązek stosowania środków technicznych gwarantujących dotrzymanie standardów w zakresie ochrony przed hałasem wewnątrz istniejących budynków mieszkalnych, obiektów użyteczności publicznej, służby zdrowia, oświaty, kultury, rekreacji i sportu oraz zakaz produkcji rolnej z wyjątkiem upraw roślin nasiennych i przemysłowych.
- III strefa uciążliwości akustycznej i zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego – zakaz lokalizowania obiektów służby zdrowia, ograniczenie wysokości nowoprojektowanych budynków mieszkalnych do jednej kondygnacji, obowiązek stosowania środków technicznych gwarantujących dotrzymanie standardów w zakresie ochrony przed hałasem wewnątrz istniejących i nowopowstających budynków, przeznaczonych na stały lub czasowy pobyt ludzi.

Ponadnormatywny hałas, oprócz obszarów ograniczonego użytkowania, stanowi uciążliwość generowaną niemal we wszystkich częściach Krakowa. Ta przykra i szkodliwa dla zdrowia ludzi, ułomność środowiska zamieszkania wymaga podejmowania różnorodnych działań w celu jej ograniczania.

Stosowane obecnie metody i środki ochrony polegają głównie na wprowadzaniu biernych zabezpieczeń, najczęściej w postaci ekranów akustycznych i szczelnych akustycznie elewacji budynków. Tymczasem możliwe jest podejmowanie systemowych działań walki z nadmiernym hałasem

Rekomenduje się przede wszystkim stosowanie rozwiązań wymienionych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, wynikających z badań nad mapą akustyczną Krakowa oraz wynikających z przyjętego *Programu ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa (Uchwała NR LXXXIII/1093/09 Rady Miasta Krakowa z dnia 21 października 2009 r. w sprawie przyjęcia i określenia Programu ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa)*. W Programie określono potrzeby i kolejność podejmowania działań mających na celu przywrócenie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku na poszczególnych obszarach miasta z uwzględnieniem możliwości finansowych Gminy Miejskiej Kraków. Zadania realizowane będą w latach 2009 - 2013 przez podmioty korzystające ze środowiska oraz organy administracji.

Zakres działań krótkoterminowych, określonych w załączniku nr 2 do wymienionej uchwały, niezbędnych do przywrócenia dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku według niniejszego *Programu... (2009)* obejmuje:

- ograniczenie liczby i zasięgu uciążliwości akustycznych dla terenów najbardziej narażonych na oddziaływanie hałasu – realizacja najwyższych priorytetów wg wskaźnika „M” charakteryzującego wielkość przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu i liczbę mieszkańców na danym terenie oraz przyjętych sposobów działania i metod ochrony,
- w odniesieniu do terenów zwartej zabudowy przygotowanie systemowych działań dotyczących:
  - wyznaczenie stref ruchu uspokojonego,
  - wyznaczenie stref zakazu wjazdu lub parkowania,
  - organizacji ruchu drogowego zmierzający do ograniczenia wykorzystania publicznych dróg lokalnych oraz dojazdowych jak również dróg wewnętrznych dla objazdów ulic przenoszących ruch tranzytowy,
  - wprowadzenie skutecznego nadzoru nad obowiązującymi ograniczeniami prędkości pojazdów mechanicznych,
  - zapewnienia poprawy warunków ruchu drogowego w okolicach skrzyżowań, w szczególności poprzez koordynację strumieni pojazdów mechanicznych poprzez skrzyżowania na długich ciągach ulic,
  - ograniczenia ruchu ciężkich pojazdów mechanicznych,
  - przebudowy dróg w sposób zapewniający minimalizację hałasu, w szczególności w zakresie nawierzchni i geometrii dróg, a także budowy szykan, rond, skrzyżowań równorzędnych.
- wprowadzania zabezpieczeń technicznych przed hałasem, takich jak:
  - zastosowanie cichej nawierzchni dla wybranych odcinków dróg,
  - wymiana nawierzchni dróg,
  - modernizacja torowisk tramwajowych,
  - szlifowanie torowisk tramwajowych,
  - toczenie kół pojazdów szynowych,
  - wymiana taboru komunikacji zbiorowej,
  - budowa niezbędnych barier akustycznych (ekranów / wałów),
  - wprowadzenie systemu zarządzania ruchem,
  - egzekwowanie ograniczeń ruchu,
  - zastosowanie pasów postojowych kosztem pasa ruchu (uspokojenie ruchu),
  - zastosowanie naprzemianległych krawędzi parkowania,

- ograniczanie tranzytowego ruchu drogowego poprzez przerwanie ciągłości niektórych dróg,
- weryfikacja sieci dróg jednokierunkowych oraz wprowadzenie jednego kierunku ruchu na niektórych drogach.

Zakres działań długoterminowych niezbędnych do przywrócenia dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku wraz ze szczegółowym opisem określa załącznik nr 1 do uchwały w punkcie 7.1.

W celu właściwego kształtowania klimatu akustycznego w sąsiedztwie dróg, linii kolejowych oraz tramwajowych niniejszy *Program...* wprowadza następujące wytyczne do planowania przestrzennego na terytorium Miasta Kraków:

- przeznaczanie w planach miejscowych pasów terenu na potrzeby rozbudowy systemu komunikacyjnego, w tym trasy szynowe i drogowe, dworce i pętle komunikacji miejskiej, parkingi w tym przesiadkowe w systemie Park & Ride – głównie w bezpośrednim sąsiedztwie trzeciej obwodnicy,
- lokalizowanie nowoprojektowanych dróg w sposób zapewniający jak najmniejszą ingerencję w tereny podlegające ochronie akustycznej,
- lokalizowanie nowej zabudowy mieszkaniowej poza zasięgiem uciążliwego hałasu komunikacyjnego, a w przypadku dopuszczenia planowanej zabudowy mieszkaniowej w zasięgu ponadnormatywnego oddziaływania hałasu należy uwzględnić niżej wymienione warunki:
  - zabudowa mieszkaniowa powinna być zabudową niską, zapewniającą ochronę akustyczną całego budynku poprzez zastosowanie ekranów dźwiękochłonnych,
  - strefowanie lokalizacji zabudowy - lokalizowanie obiektów o charakterze niemieszkalnym (np. garaże, obiekty handlowe itp.) bliżej źródła dźwięku, które będą stanowić naturalną barierę przeciwdźwiękową dla zabudowy chronionej akustycznie.

Ważne jest także rozwijanie urządzeń alternatywnej, zwłaszcza ekologicznej infrastruktury transportowej, takiej jak: premetro, szybki tramwaj, ścieżki rowerowe i pasaże piesze, a w horyzoncie długoterminowym ewentualnej budowy sieci metra.

Wskazane jest, aby wprowadzane rozwiązania były stosowane kompleksowo, uwzględniając istniejący i przyszłościowo nasilający się poziom hałasu.

## **18. DEGRADACJA POWIERZCHNI ZIEMI I JEJ OGRANICZANIE**

### **18.1. ZANICZYSZCZENIE I DEWASTACJA GLEB (ALINA MACIEJEWSKA)**

Przyczynami zanieczyszczeń gleb na terenie Krakowa są przede wszystkim skażenia przemysłowe i komunikacyjnej, jakkolwiek wpływają także niewłaściwie stosowane środki chemizacji w rolnictwie lub niewłaściwe metody uprawy. Silne zanieczyszczenie powietrza, jakie występuje w Krakowie, wpływać musi na przenikanie do gleby zanieczyszczeń. Do szczególnych zagrożeń zalicza się między innymi nadmierną zawartość metali ciężkich w

glebach, w tym ołowiu, cynku i kadmu, które są szczególnie niebezpieczne dla zdrowia, a w dużych stężeniach nawet dla życia mieszkańców. Wysokie zawartości tych metali występują głównie w glebach rejonów oddziaływania przemysłu oraz na obszarach dużych aglomeracji miejskich, do jakich należy Kraków.

Na podstawie badań przeprowadzonych w 22 punktach Krakowa (Maciejewska, red. 2008) w ramach prac nad studium określono stopień zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo metalami ciężkimi. Z badań tych wynikają następujące wnioski:

- zawartość metali ciężkich jest w Krakowie znacznie wyższa od naturalnej zawartości tych metali w glebach Polski;
- szczególnie duże zawartości metali występują w rejonach: kombinatu hutniczego, Podgórze, Tyńca i okolic Dębników;
- zawartość tych metali w próbach gleb pobranych we wszystkich za wyjątkiem dwóch punktów nie przekraczała dopuszczalnych zawartości objętych rozporządzeniem dla form użytkowania zaliczanych do grupy B (grunt orny);
- zawartość cynku i kadmu w glebie pobranej w rejonie Tyńca (taras zalewowy za wałem), znacznie przekraczała dopuszczalne rozporządzeniem zawartości tych metali dla grupy B;
- zawartość cynku w glebie pobranej w rejonie Lubocza na północ od kombinatu hutniczego była również przekroczona.

Stwierdzone przekroczenie norm w glebach wymienionych punktów, wskazuje w pierwszym przypadku na negatywne oddziaływanie kombinatu hutniczego w Nowej Hucie, w drugim zaś zakładów przemysłowych Skawiny, w tym nieczynnej od 1981 r huty aluminium.

Dewastacja gleby w wyniku wyłączania jej pod różnego typu zabudowę i rozwój komunikacji mimo że jest nieunikniona, to wskazać należy na potrzebę minimalizowania powierzchni przeznaczanej na parkingi towarzyszące, głównie centrom handlowym, a zastępowania ich parkingami podziemnymi lub budową parkingów wielopoziomowych. Największe obszary gleb całkowicie zdewastowanych w wyniku działalności przemysłowej (tzw „martwych gleb”), znajdują się w Nowej Hucie, na terenie zajęтым przez zabudowę i infrastrukturę przemysłową oraz składowiska popiołów i żużlu, laguny osadowe. Degradacja gleb wiąże się także z odkrywkowym pozyskiwaniem kopalin.



**Uprawy ogrodowe w bezpośrednim sąsiedztwie hałdy popiołów (fot. B. Degórska)**

## **18.2.OBSZARY ZDEGRADOWANE WYMAGAJĄCE REKULTYWACJI (BOŻENA DEGÓRSKA, ALINA MACIEJEWSKA)**

Główne obszary dotychczas zdegradowane lub będące w trakcie dewastacji a wymagające rekultywacji wiążą się z odkrywkową eksploatacją wapienia, piasków ze żwirem i surowców ilastych oraz składowaniem odpadów stałych i ciekłych. Perspektywicznie przewidziano rekultywację zarówno nieczynnych już obiektów, których część teoretycznie poddawano już nie w pełni udanej rekultywacji, jak i obecnie wykorzystywanych.

Są to następujące obszary:

- tereny składowisk stałych i ciekłych związanych z działalnością produkcyjną kombinatu hutniczego AcelorMittal Poland S.A. – w celu etapowej ich likwidacji i przeznaczenia w części dla obiektów biurowo-administracyjnych, parków technologicznych i innych usług, a w części dla poszerzenia rejonów zieleni. Działania dla całego obszaru kombinatu i jego najbliższego otoczenia wskazano w Miejskim Programie Rewitalizacji,
- teren składowiska odpadów komunalnych Barycz – w celu ich etapowego zalesiania po zamknięciu poszczególnych części,
- teren po eksploatacji złoża surowców ilastych Bonarka-Łagiewniki – w celu jego przeznaczenia w części na zielen o charakterze miejskim, w części pod zabudowę mieszkaniowo-usługową,
- teren po eksploatacji kruszyw Brzegi – w celu etapowego kształtowania tu zieleni ze zbiornikami wodnymi, w ramach obszarów wyłączonych z zabudowy w granicach SSEK, jako miejsce rekreacji nad wodą,
- teren po eksploatacji złoża surowców ilastych Zesławice w celu utrzymania go jako obszaru wyłączonego z zabudowy w granicach SSEK, z dopuszczeniem etapu deponowania mas ziemnych,
- teren po eksploatacji złoża kruszyw Wolica – w celu ich etapowego zagospodarowania jako terenów zieleni ze zbiornikami wodnymi, jako miejsce rekreacji nad wodą (w granicach SSEK)

Inną grupę obszarów, stanowią tereny zdegradowane, którym mimo przeprowadzonej rekultywacji nie przywrócono w pełni wartości użytkowych lub przyrodniczych. Do takich należą:

- teren składowisk poprodukcyjnych po zakładach chemicznych Solway - Bardzo trudnym zabiegiem będzie pomyślnie przeprowadzenie rekultywacji lagun osadowych tzw. Białych Mórz, ze względu na zalegające w dnie toksyczne osady, w celu przystosowania terenu dla turystyki pielgrzymkowej, związanej z Sanktuarium Bożego Miłosierdzia oraz mającym powstać Centrum Jana Pawła II „Nie lękajcie się”. Wskazuje się na wytworzenie pasm zieleni powiązanych z parkiem rzeczonym Wilgi,
- obszar dawnej eksploatacji złóż siarki techniką szybowo-chodnikową i jej wytapiania w Swoszowicach, charakteryzujący się dużym przekształcenie powierzchni gruntu, głównie przez pozostałości hałd. Mimo że większość terenu przekształconego porasta obecnie las, będący efektem przeprowadzonej rekultywacji, to nadal teren ten wymaga także zabiegów, gdyż stwarza zagrożenie dla osób szukających odpoczynku w kompleksie leśnym,

- tereny nieczynnych kamieniołomów Liban, Zakrzówek, Mydlniki – niezbędne jest przekształcenie tych obszarów w celu podniesienia bezpieczeństwa (głównie Liban i Zakrzówek, oraz w kierunku ich ożywienia i zagospodarowania ich jako przestrzeń turystyczna, bardzo atrakcyjna krajobrazowo, stanowiąca m. in. cel turystyki geologicznej jako nowe bardzo atrakcyjne obiekty na mapie turystycznej Krakowa (np. kamieniołom Zakrzówek, Mydlniki, Liban) oraz tereny rekreacyjne lub miejsca imprez plenerowych co dotyczy głównie Zakrzówka, z uwagi na położenie w bliskiej odległości od centrum Krakowa.

Podniesienia wartości użytkowych w kierunku wytworzenia przestrzeni rekreacyjnej, wymaga także otoczenie zrehabilitowanych wyrobisk, a głównie zbiorników Przyłasek Rusiecki, Bagry, Zakrzówek, Staw Płaszowski. Adaptacja tego terenu uwzględniać musi fakt, że obiekty te są ważnym miejscem rozrodu chronionych gatunków płazów i ptaków.

Wskazane kierunki rekultywacji, polegające na ukształtowaniu nowych wartości użytkowych miejsca, mogą przyczynić się do stworzenia miejsc o unikatowej wartości.

Ze względu na ochronę przyrody i krajobrazu złoża św. Piotra i złoża Nowa Huta – Zalew nie powinny być dopuszczone do eksploatacji. Z uwagi na bliskość zabudowy złoża Bonarka-Łągiwniki należałoby na stałe wyłączyć z eksploatacji.

Likwidacji wymagają także liczne dzikie składowiska odpadów, będące nie tylko źródłem zanieczyszczenia gleby i wód, ale także degradujące krajobraz.

## 19. ZAGROŻENIA AWARIAMI (ALINA MACIEJEWSKA)

Na terenie miasta Krakowa do grupy potencjalnych sprawców awarii przemysłowych zakwalifikowane zostały przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie zakłady i przedsiębiorstwa o zwiększonym ryzyku i dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej. W tabeli 35 zestawiono zakłady, które znalazły się na liście potencjalnych sprawców poważnych awarii przemysłowych.

**Tabela 35. Rejestr potencjalnych sprawców poważnych awarii**

Numer identyfikacyjny	Nazwa obiektu
<b>Zakłady Dużego Ryzyka (ZDR)</b>	
121104	ArcelorMittal Poland S.A. - Oddział w Krakowie
<b>Zakłady Zwiększonego Ryzyka (ZZR)</b>	
121201	„ECKSA” Elektrociepłownia „KRAKÓW” Spółka Akcyjna
121203	BM 81 Kraków-Olszanica Baza Magazynowa nr 81 - PKN „ORLEN” S.A.
121205	Air Liquide Polska Sp. z o. o. Wytwórnia Gazów Technicznych
<b>Potencjalni Sprawcy Poważnych Awarii</b>	
121331	MPWiK S.A. - ZUW „BIELANY” - Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji - KRAKÓW - Zakład Uzdatniania Wody
121342	Destylernia POLMOS w Krakowie S.A.
121343	Regionalne Przedsiębiorstwo Przemysłu Chłodniczego „IGŁOKRAK” Spółka z o.o.
121345	ARMATURA KRAKÓW S.A.
121363	ArcelorMittal Tubular Products Kraków Sp. z o. o.
121364	KOLPREM Sp. z o. o. Przedsiębiorstwo Usług Kolejowych - Oddział w Krakowie



## **20. ODDZIAŁYWANIE PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH (ALINA MACIEJEWSKA)**

Elektromagnetyczne promieniowanie może występować wszędzie zarówno w miejscach zamieszkania, pracy czy wypoczynku. Pola i promieniowanie elektromagnetyczne występują w otoczeniu wszystkich odbiorników energii elektrycznej. Promieniowanie elektromagnetyczne niejonizujące powstaje w wyniku działania zespołów sieci i urządzeń elektrycznych, urządzeń elektromedycznych do badań diagnostycznych i zabiegów fizykochemicznych, stacji nadawczych, urządzeń energetycznych, telekomunikacyjnych, radiolokacyjnych i radionawigacyjnych.

Na terenie miasta Krakowa znajdują się następujące źródła promieniowania elektromagnetycznego: stacje i linie energetyczne, radiowe i telewizyjne centra nadawcze, pojedyncze nadajniki radiowe, stacje bazowe telefonii komórkowej, wojskowe i cywilne urządzenia radionawigacji i radiolokacji, radiostacje amatorskie i stacje CB-radio, stacje bazowe trunkingowej sieci łączności radiotelefonicznej, urządzenia emitujące pola elektromagnetyczne pracujące w przemyśle, placówkach naukowo-badawczych i ośrodkach medycznych, urządzenia powszechnego użytku emitujące pola elektromagnetyczne, w tym pojedyncze aparaty telefonii komórkowej, sterowniki radiowe, telewizory, itp.

Z pomiarów tych wynika, że we wszystkich punktach pomiarowych, zlokalizowanych w miejscach ogólnie dostępnych dla ludzi, gęstość mocy mikrofalowej była poniżej wykrywalności stosowanego zestawu pomiarowego tj. co najmniej pięciokrotnie mniej niż wartość dopuszczalna. W punktach pomiarowych, gdzie jest możliwy dostęp tylko dla obsługi technicznej zanotowano wyższe stężenia, jednakże punktów tych nie dotyczyło wówczas obowiązujące rozporządzenie. W najbliższych latach należy jednak uwzględnić ciągły rozwój techniki i powstawanie nowych źródeł promieniowania elektromagnetycznego i podjąć stosowne działania ochronne.

*Źródło: Program ochrony środowiska dla miasta Krakowa, 2005.*

## **21. ZAGROŻENIE POWODZIĄ (MARIA BAŚCIK, BOŻENA DEGÓRSKA)**

### **21.1. CZYNNIKI GENERUJĄCE POWODZIE, ZAGROŻONE OBSZARY**

O skali zagrożenia powodzią Krakowa decydują głównie przepływy na rzekach generujących największe wezbrania na Wiśle powyżej miasta, czyli na Sole i Skawie, ale również na rzece Skawince. Dorzecze górnej Wisły, w obrębie którego położony jest Kraków stanowi obszar, na którym wskaźniki opadu i odpływu znacznie przewyższają średnie wartości charakteryzujące teren Polski, co wynika z górskiego charakteru dorzecza. W ostatnich latach obserwowany jest wzrost intensywności opadu deszczu i długości okresów z dużymi sumami opadów deszczu oraz występowanie nagłych roztopów. Czynniki te są szczególnie niebezpieczne na terenach dorzeczy o charakterze górskim i podgórskim. Generuje to wyższy stopień zagrożenia powodziowego niż w pozostałej części kraju. Problem zagrożenia powodziowego Krakowa stanowi nie tylko Wisła, ale również jej dopływy oraz mniejsze

cieki. Zagrożenie powodziowe na Wiśle ciągle wzrasta również z powodu nieracjonalnej gospodarczej działalności człowieka w dorzeczu górnej Wisły, polegającej głównie na nadmiernej regulacji koryt rzecznych, ścinaniu naturalnych zakoli, stosowaniu kamiennej obudowy koryt, zmianach w użytkowaniu ziemi, a głównie zmniejszaniu powierzchni lasów i użytków zielonych. Czynniki te wpływają m. in. na zmniejszanie naturalnej retencji oraz wzrost intensywności spływu powierzchniowego i szybkości przemieszczania się fali wezbraniowej. Na początek obecnego stulecia odcinek od ujścia Skawy do ujścia Raby fala wezbraniowa pokonywała średnio w ciągu 44 godzin, zaś po II wojnie światowej o trzy godziny krócej, a ostatnio czas ten skrócił się dwukrotnie. Wyręby lasów przyczyniły się także do zwiększenia zmienności przepływów. Regulacja rzek, polegająca na ścięciu zakoli i tym samym skróceniu rzek i zwiększeniu ich spadku, spowodowały również zwiększenie koncentracji fal powodziowych (Punzet, 1972, 1985). W Krakowie, podobnie jak w innych dużych miastach Polski, obserwuje się szybki ubytek powierzchni biologicznie czynnej głównie na wskutek rozwoju zabudowy i innych typów nieprzepuszczalnych powierzchni (m. in. dróg, terenów składowo-magazynowych, brukowania podjazdów i podwórek). Sytuację zagrożenia powodzią Krakowa pogarsza niewystarczający rozwój infrastruktury przeciwpowodziowej w dorzeczu górnej Wisły, jak i braki wyposażenia Krakowa w zbiorniki małej retencji, szczególnie istotne w sytuacji zamknięcia śluz wałowych oraz niesprawność, lub niekiedy nawet brak systemu odwadniania wielu osiedli. Na przestrzeni minionych dziesięcioleci doświadczono, że mimo zabudowy hydrotechnicznej, jakimi są zbiorniki wielozadaniowe na Sole i obwałowania, zagrożenie powodziowe Krakowa wzrasta.

Najbardziej niebezpieczne wezbrania, jakie zdarzały się w ostatnich 50 latach wystąpiły w: 1958, 1960, 1970, 1972, 1996, 1997, 2010 r. Tragiczną w skutkach była powódź w lipcu 1997 r.; objętość fali powodziowej w okresie od 1 do 14 lipca (Kraków-Bielany) wynosiła 734 mln m<sup>3</sup>. W czasie tej powodzi stan wody na Wiśle w Bielanych wynosił 872 cm, a maksymalne natężenie przepływu – 1920 m<sup>3</sup>/s (*Monografia Powodzi 1997*). W 2010 r. w Krakowie na Wiśle odnotowano przejście dwóch fal powodziowych – w maju oraz we wrześniu, przy czym w czasie wezbrania majowego stan wody na Wiśle wynosił 957 cm (tj. 437 cm powyżej stanu alarmowego) i był najwyższym stanem notowanym w okresie 1965-2010. Przepływ w czasie tego wezbrania wynosił 2330 m<sup>3</sup>/s (*Pogodynka IMGW*).

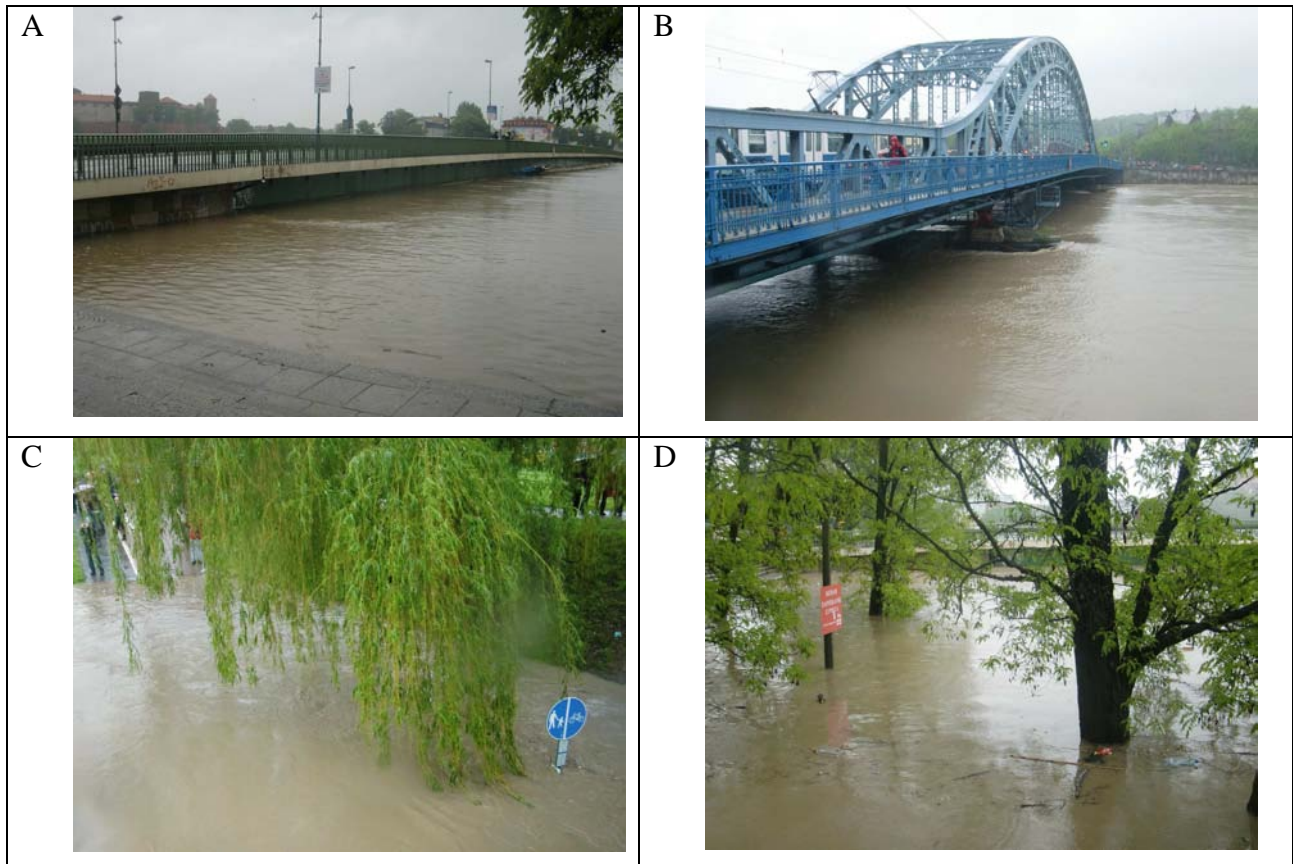
W czasie powodzi w maju 2010 r. woda Wisły przerwała wały przeciwpowodziowe przy ul. Na Zakolu Wisły, co spowodowało zalanie głównie w rejonie ulic: Nowohuckiej, Koszykarskiej, Os. Dywizjonu 308, Stoczniovców, Portowej, Ofiar Dąbia. Wały przeciwpowodziowe w obrębie miasta okazały się nieszczelne na kilku odcinkach i wymagały zabezpieczenia. Bardzo istotna jest sprawność kanalizacji miejskiej; w przypadku powodzi – nie jest ona bowiem w stanie pomieścić całej masy wody, co w efekcie prowadzi do lokalnych podtopień.

Zagrożeniem o prawdopodobieństwie wystąpienia (Q 1%) objęte są tereny między wałami przeciwpowodziowymi oraz rejon północnego Bieżanowa w zlewni Serafy, a także tereny nadrzeczne, głównie wzdłuż Dłubni i północnego odcinka Prądnika. Szczególnie zagrożone obszary znajdują się w rejonie północnego Bieżanowa ze względu na duże zainwestowane, w tym przemysłowe oraz mieszkaniowe (plansza nr 17).



**Zakole Wisły pod Wawelem przed i w czasie powodzi w maju 2010 (fot. M. Bascik)**

Mimo że w ciągu ostatnich lat zmodernizowano wały i mury bulwarowe Wisły, to nadal obecny stan zabezpieczenia Krakowa przed powodzią nie spełnia wymogów normatywnych i w przypadku przelania się wody tysiącletniej ( $Q_{0,1\%} \approx 3600 \text{ m}^3/\text{s}$ ) przez koronę obwałowań lub przerwania wałów około 25% obszaru miasta narażone jest na niebezpieczeństwo powodzi. W części historycznej miasta mury bulwarowe w czasie zagrożenia powodziowego podnoszone są systemem rozbiernalnych ścianek.





**Przejście fali kulminacyjnej przez Kraków w dniu 18 maja 2010 r. (fot. B. Degórska)**

A- Woda sięga do podstawy mostu Dębnickiego, B – w całości zalane filary mostu Zwierzynieckiego, C i D – zalana bulwary Wiślane, E – ochrona kładki pieszo-rowerowej montowanej na bulwarach wiślanych poprzez budowę tymczasowego wału z worków, **F - Mury bulwarowe z systemem rozbiernych ścianek montowanych w czasie zagrożenia powodzią**

## **21.2. MOŻLIWOŚCI PRZECIWDZIAŁANIA ZAGROŻENIU POWODZIOWEMU I PODTOPIENIOM**

Najistotniejszym działaniem związanym z zabezpieczeniem Krakowa przed skutkami powodzi jest budowa wałów i zbiorników retencyjnych, a także ochrona przed zabudową i właściwe użytkowanie terenów w strefie bezpośredniego zagrożenia powodzią. Ponieważ w generowaniu wezbrań największy udział mają dopływy karpackie, znaczącą rolę w spłaszczeniu fal powodziowych Wisły spełniają także zbiorniki retencyjne na Sole (Żywiecki, Międzybrodzki, Czaniec) i Wiśle (Wiśla, Goczałkowice). W ochronie przeciwpowodziowej Krakowa ważny będzie także obecnie budowany zbiornik w Świnnej Porębie na Skawie.

### **Wały przeciwpowodziowe**

Decyzję o budowie obwałowań Wisły na terenie Krakowa podjęto po wielkiej powodzi, jaka miała miejsce w 1903 r. W obrębie granic miasta znajduje się obustronnie obwałowany odcinek Wisły o długości ok. 36 km. Na odcinku śródmiejskim funkcję obwałowań głównie pełnią mury bulwarowe. Wykonane (jeszcze przed powodzią w 1997 r.) badania stanu technicznego obwałowań wykazały, iż budowle te wykonane przed 80 laty przeważnie z niejednorodnego materiału w większości wykazują zbyt niski wskaźnik zagęszczenia gruntu. Szczególnie na odcinku śródmiejskim są one znaczne zaniżone w stosunku do wymagań normatywnych. Zgodnie z obowiązującymi przepisami budowle ochronne Krakowa powinny spełniać warunki techniczne I klasy. Oznacza to, że ich wysokość powinna być taka, aby pozwalała na bezpieczne przejście fali powodziowej o prawdopodobieństwie występowania raz na 1000 lat, z przewyższeniem rzędnej korony obwałowań o 30 cm ponad poziom położenia zwierciadła tej wody. Biorąc powyższe względy pod uwagę w 1999 r. przystąpiono do modernizacji obwałowań. Działania przyspieszyła powódź w 1997 r., po której

podwyższono wały Wisły w postaci kamiennego muru. W przeciągu ostatnich lat zmodernizowano wały i mury bulwarowe Wisły na odcinkach: od stopnia Dąbie do Mostu Zwierzynieckiego – na lewym brzegu rzeki oraz do stopnia Kościuszko – na prawym brzegu (wraz z obwałowaniami cofkowymi Wilgi i Rudawy). Inwestycje te w znacznym stopniu poprawiły zabezpieczenie przed powodzią zabytkowego centrum Krakowa. Obecna przepustowość międzywała na tym odcinku wynosi  $Q_{0,2\%} \approx 3300 \text{ m}^3/\text{s}$  tj. o ok.  $800 \text{ m}^3/\text{s}$  więcej niż dawniej. W dalszej kolejności będą modernizowane obwałowania na wschód od stopnia Dąbie. Dotychczas zmodernizowano ok. 26 km obwałowań w ramach realizacji I etapu. Do zakończenia tego etapu pozostaje odcinek ok. 4 km lewostronnego obwałowania w rejonie stacji uzdatniania wody MPWiK na Bielanych. Generalnie modernizacja obwałowań polega na ich odpowiednim podwyższeniu, zagęszczeniu oraz uszczelnieniu korpusu i podłoża, a także remoncie śluz (przepustów) wałowych. Na odcinkach gdzie ze względów architektoniczno-krajobrazowych nie było możliwe podwyższenie obwałowań w sposób trwały, zastosowano system tzw. rozbieralnych ścianek przeciwpowodziowych DPS-2000, które, gdy zajdzie taka potrzeba, są montowane na zagrożonych odcinkach. Dotyczy to lewostronnego obwałowania pomiędzy Mostem Dębnickim a Wzgórzem Wawelskim, o długości 450 m oraz prawostronnego obwałowania powyżej Mostu Dębnickiego, o długości 330 m.

Mimo że modernizacja obwałowań Wisły w dużej mierze podnosi zabezpieczenie Krakowa przed powodzią, to nadal niezbędne są dalsze prace nad ich modernizacją oraz modernizacją lub budową wałów pozostałych cieków, na odcinkach stwierdzonego zagrożenia bezpieczeństwa. Pilnego rozwiązania problemu wymaga uprzedziona część Bieżanowa, w związku z istnieniem rozległego obszaru zagrożonego powodzią o prawdopodobieństwie wystąpienia  $Q=0,1\%$ , w tym na znacznej części terenu przewidywanego w SUiKZP Krakowa z 2003 r. pod zabudowę stwierdzono zagrożenie  $Q=1\%$ . Poważne ryzyko powodziowe dotyczy także terenów w dolinie Wisły i nad Rudawą, które wynika z dużego zainwestowaniem w ich dolinach. Istotne jest również wprowadzenie skutecznych przepisów blokujących inwestycje na terenach zalewowych. Zgodnie z prawem bowiem – w planie zagospodarowania przestrzennego można dokonać zapisu zakazu budowy na terenach zalewowych pod warunkiem, że istnieją dla tych terenów opracowane przez RZGW odpowiednie mapy. Takie mapy nie są jeszcze opracowane dla mniejszych cieków; dla nich wyznaczane są obszary bezpośredniego zagrożenia powodziowego, gdzie nie można wprowadzać zabudowy. Za granicę bezpośredniego zagrożenia powodziowego na nieobwałowanych odcinkach rzek przyjmuje się strefę zalewową odpowiadającą prawdopodobieństwu 1%, tj. wodzie mogącej pojawić się teoretycznie nie częściej niż raz na 100 lat. W przypadku terenów obwałowanych za obszar bezpośredniego zagrożenia powodzią przyjmuje się, zgodnie z zapisami art. 82 ust 1 pkt 1 ustawy Prawo wodne, tereny położone pomiędzy linią brzegu rzeki a wałem przeciwpowodziowym.

### **Kanał Krakowski**

System ochrony przeciwpowodziowej Krakowa, a głównie jego historycznej części wzmocnić może, planowany już przed 100 laty, **Kanał Krakowski** o długości ok. 4 km i szerokości ok. 100 m., stanowiący kanał ulgi, którego zadaniem będzie m.in. przeprowadzenie części wód wezbraniowych poza zakolem Wisły pod Wawelem (plansza nr 4), a tym samym obniżenie zwierciadła wód powodziowych w centrum Krakowa o 50 cm. Najnowsza koncepcja Kanału Krakowskiego, oprócz funkcji przeciwpowodziowej, uwzględnia także funkcję żegludową oraz rekreacyjną. Znaczącą będzie także jego funkcja krajobrazowa i klimatyczna.

*Ocena zasadności budowy Kanału Krakowskiego w zakresie obniżenia zwierciadła wód powodziowych na obszarze Krakowa* (2006) wykonana przez Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej potwierdziła skuteczność budowy Kanału Krakowskiego połączoną z modernizacją stopnia wodnego Dąbie, a także stopnia wodnego Przewóz, dla przeprowadzenia wód katastrofalnych przez miasto, przy znacznym obniżeniu poziomu ich zwierciadła. Inwestycja ta podniesie niezawodność systemu ochrony wałami przeciwpowodziowymi oraz ustrzeże przed przypadkami nieprzewidywalnymi (uszkodzenia wynikające z przenoszonych przez wody katastrofalne znacznej wielkości przedmiotów), a także pozwoli na zwiększenie przepustowości koryta Wisły z dotychczasowego 2900 m<sup>3</sup>/s do poziomu 3200-3300 m<sup>3</sup>/s, a nawet do 3470 m<sup>3</sup>/s (co odpowiada przepływowi o prawdopodobieństwie przewyższenia p=0,1 %). Równocześnie warunkiem niezbędnym dla osiągnięcia takiego efektu jest ukończenie budowy zbiornika retencyjnego na Skawie o pojemności przeciwpowodziowej wynoszącej 60 mln m<sup>3</sup>.

### **Mała retencja**

Mała retencja obejmuje działania mające na celu wydłużenie czasu obiegu wody poprzez zwiększenie zdolności do zatrzymywania wód opadowych i roztopowych oraz spowolnienia odpływu, zatrzymywanie zanieczyszczeń oraz ograniczenie strat energii wody i ruchu rumowiska. Spełnienie warunków zrównoważonego rozwoju wymaga nie tylko retencjonowania wód powierzchniowych w zbiornikach wodnych i podpiętrzania cieków, ale także stosowania jako równie istotnych zabiegów agrotechnicznych i fitomelioracyjnych oraz zwiększanie lesistości dla zwiększenia retencji gruntowej, retencję glebową oraz wykorzystania naturalnych terenów zalewowych. Dodać należy, że wszystkie zabiegi zwiększające retencję wód powierzchniowych i spowolnienie ich odpływu, zwiększają także retencję wód podziemnych.

W ramach *Programu Małej Retencji Województwa Małopolskiego* na terenie Krakowa przewiduje się budowę trzech zbiorników małej retencji o charakterze jednozadaniowym – przeciwpowodziowym. Są to zbiorniki: Pychowice na Potoku Pychowickim, Bieżanów na Serafie i Tonie na cieku Sudół od Modlnicy. Zakwalifikowano je kolejno do I, II i III grupy wg kolejności realizacji (tab.36). Przykładowo: Zbiornik Pychowice – ma chronić niżej położony, intensywniej zagospodarowany teren zlewni, gdzie w czasie wysokich stanów wody w Wiśle przy zamkniętej śluzie wałowej tworzą się rozlewiska wskutek braku odpływu (Rajda i in. 2008). Powierzchnia zbiornika przy maksymalnym poziomie piętrzenia wyniesie 9,7 ha, wysokość piętrzenia 1,9 m, a pojemność 55,1 tys. m<sup>3</sup> (Siwek i in., 2007).

Małe zbiorniki wodne, na których nie prowadzi się na bieżąco gospodarki wodnej, zaliczane są do retencji niesterowalnej, poprawiającej jednak bilans wodny, przyczyniając się do zwiększenia atrakcyjności terenu.

Oprócz budowy zbiorników retencyjnych ważne są także inne zabiegi techniczne jak: regulowanie odpływu z urządzeń odwadniających, prawidłowe eksploataowanie systemów melioracyjnych polegające na gromadzeniu wody w rowach melioracyjnych i systemach drenarskich; regulacja (tam gdzie to możliwe) odpływu ze stawów i oczek wodnych, prawidłowe eksploataowanie jazów i stopni piętrzących pozwalających na regulowanie poziomów wody.

Istotna jest również budowa polderów w dolinie Wisły, zwłaszcza powyżej Krakowa. Efektywność tego systemu jest porównywalna do skuteczności przeciwpowodziowej zbiornika Świnna Poręba. Zgodnie z opracowanym w 2004 r. *Programem Małej Retencji*

Województwa Małopolskiego, mają one spowodować obniżenie fali powodziowej w Krakowie o 40 cm.

**Tabela 36. Zbiorniki przewidziane do realizacji w Programie małej retencji województwa małopolskiego, położone na terenie Krakowa Uchwała nr XXV/344/04 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 25 października 2004 r.**

Nazwa obiektu	Administrator	Charakterystyka obiektu	
		Pojemność [tys. m <sup>3</sup> ]	Przewidywany koszt [tys. zł]
<b>ZLEWNIA WISŁY</b>			
Pychowice	MZMiUW	55	3 793
Bieżanów	MZMiUW	68	8 054
<b>ZLEWNIA PRĄDNIKA</b>			
Tonie		75	6 710

### **Gospodarowanie wodami opadowymi (spływu powierzchniowego)**

Na terenie miasta funkcjonuje 628 km rowów odwadniających, przy czym wydzielono rowy w ilości 68 784 mb o znaczeniu strategicznym w systemie odprowadzenia wód powierzchniowych. Ocenia się, że 60% rowów jest sprawnych technicznie, w stopniu dobrym. W obrębie prawobrzeżnej części doliny Wisły rowy tworzą gęstą sieć drenującą. obszary Główne ciągi rowów w południowej części miasta tworzą: Rów Królewski i Rów Pychowicki odwadniające, wraz z systemem rowów bocznych, rejon Pychowic. Rowy mają zatem znaczenie w osuszaniu terenów okresowo i stale podmokłych, zarówno tych, w których gromadzi się woda ze spływu powierzchniowego, jak i terenów, gdzie zwierciadło wody gruntowej znajduje się blisko powierzchni. Regulacja odpływu polegać musi nie tylko na odprowadzaniu nadmiaru wody, ale także na jej zatrzymywaniu na wypadek suszy i posuchy.

Brak jest sprawnego systemu odprowadzenia wód opadowych z wielu obszarów zabudowanych (m.in. na terenach osiedli: Lesisko, Sidzina, Kostrze, Tynec, Rybitwy - Przewóz, Bronowice Małe i Duże, Wola Justowska oraz Borek Fałęcki) i ewentualnego ich retencjonowania. Zabezpieczenie odpowiedniej powierzchni terenów biologicznie czynnych jest zatem działaniem szczególnie istotnym, zwłaszcza w rejonach zabudowanych lub przeznaczonych pod zabudowę, charakteryzujących się podwyższonym zagrożeniem podtopieniami.

W związku z powstałym problemem odwodnienia miasta Krakowa, dotyczącym m.in. ograniczonej przepustowości odbiorników, intensywnej zabudowy terenów zielonych oraz biorąc pod uwagę ostatnią sytuacją pogodową (wezbrania powodziowe oraz intensywne opady deszczu) działając zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną, a także mając na uwadze uwarunkowania uwzględnione w projekcie „Programu ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły”. W zakresie dotyczącym gospodarowania wodami opadowymi rekomenduje się:

- zagospodarowanie wód opadowych na terenach przeznaczonych pod przyszłe inwestycje winno być zgodne z celami Ramowej Dyrektywy Wodnej poprzez zastosowanie rozwiązań ułatwiających przesiąkanie wody deszczowej do gruntu (powierzchnie przepuszczalne, parkingi zielone), spowolnienie odpływu oraz wzrost retencji (tworzenie w sieci kanalizacyjnej pojemności retencyjnej, wykonywanie niecek i zagłębień do gromadzenia wód opadowych);

- odprowadzenie do odbiorników (cieków naturalnych, rowów, kanalizacji) wód i ścieków opadowych w ilości jaka powstaje na terenie przed zagospodarowaniem (przy współczynniku spływu 0,1). Pozostałą ilość wód i ścieków opadowych określoną z wykorzystaniem współczynników zależnych od zagospodarowania terenu należy retencjonować;
- wykorzystanie instrumentów podatkowych, jak wprowadzenie podatku od odprowadzania spływu powierzchniowego, liczonego od sztucznych powierzchni nieretencjonujących wody (np. dachy, podjazdy, wybetonowane powierzchnie, itp.). Pozwala to z jednej strony motywować właścicieli gruntu do utrzymywania powierzchni biologicznie czynnych retencjonujących opady, a Miastu zdobyć środki finansowe na konserwację, ewentualną rozbudowę kanalizacji opadowej i działania na rzecz małej retencji.

Niezbędne jest wykonanie szczegółowego rozpoznania terenów narażonych na gromadzenie się wód opadowych, które do czasu wyposażenia we właściwą infrastrukturę w zakresie odprowadzania i retencjonowania nadmiaru wód nie powinny podlegać zabudowie.

## **22. ZAGROŻENIE SUSZĄ (ALINA MACIEJEWSKA)**

Susza należy do zjawisk bardzo niekorzystnych z punktu widzenia funkcjonowania systemu środowiska geograficznego, w tym również dla prawidłowego kształtowania się procesów społeczno-gospodarczych. Długotrwały brak wody w środowisku jest przyczyną naturalnych zaburzeń w przebiegu podstawowych procesów fizjologicznych w biosferze oraz utrudnień w pozyskaniu wody na cele konsumpcyjne i gospodarcze. Susza powodowana jest poprzez większą ewapotranspirację nad opadami. Niewielkie opady lub ich brak w warunkach wysokich temperatur powietrza prowadzą w konsekwencji do suszy atmosferycznej ( w Polsce przyjmuje się 20 dni), a w wyniku przedłużania się niedoboru opadów następuje przesuszanie coraz głębszych warstw gleby (susza glebowa). Ostatnią fazą jest susza hydrologiczna, której konsekwencjami są obniżenie poziomu wód gruntowych, zmniejszenie się przepływów w rzekach, wysychanie źródeł, a nawet mniejszych cieków wodnych. Bezpośrednim skutkiem suszy jest zakłócenie naturalnego bilansu wodnego danego obszaru.

Szczególnie niebezpieczne są zjawiska suszy na obszarach zurbanizowanych, charakteryzujących się ograniczoną powierzchnią biologicznie czynną, czyli obszarami posiadającymi naturalne zdolności retencyjne. Jakkolwiek przesuszanie gleby w obszarach zielonych miasta jest jeszcze bardziej narażone na negatywne skutki suszy, a w konsekwencji obniżenie jakości życia i pogorszenie funkcjonowania systemu społeczno-gospodarczego miasta. Sytuacja hydrologiczna Krakowa, jak i zagrożenie suszą związane jest przede wszystkim z występowaniem tego zjawiska w dorzeczu górnej Wisły. W obecnym stuleciu zjawiska suszy odnotowano już w 2003 i 2006 r., której skutki odczuwalne były one również w Krakowie.

Z uwagi na zmiany klimatu jakie obserwujemy w ostatnich dwu dekadach, należy liczyć się ze zwiększaniem liczby i częstotliwości susz, a w konsekwencji z coraz trudniejszym pozyskiwaniem wody dla celów konsumpcyjnych i gospodarczych miasta w okresach suszy i posuchy. Już obecnie, według danych z 2003 roku, obniżenie poziomu wody w ciekach lub całkowity zanik mniejszych cieków wystąpił na 77 % cieków z obszaru działania RZGW w Krakowie, z tego 6 % to całkowity zanik (ciek nie prowadzi wody). Na podstawie tych samych danych z 2003 roku, na 456 gmin z obszaru działania RZGW w Krakowie 74 % gmin (335) zaobserwowało obniżenie zwierciadła wód gruntowych (konieczność ograniczenia poboru wody), a 10 % gmin (47) zgłosiło całkowity zanik wody w studniach gospodarskich.



## 23. ZAGROŻENIA RUCHAMI MASOWYMI

(WG. J. CHOWANIEC, P. FREIWALD, NESCIERUK P., PATORSKI R., 2005, 2006 I 2007)

Zagrożeniami związanymi z ruchami masowymi występującymi na terenie Krakowa są głównie procesy spęływania i w mniejszym zakresie osuwiska. Ich natężenie zależy od nachylenia stoku, rodzaju utworów i ułożenia warstw, czynników atmosferycznych, wilgotności gleby, obecności roślin, podcinania przez wody, a z czynników antropogenicznych głównie natężenia drgań. W przypadku zdarzeń katastrofalnych, jakimi są ruchy osuwiskowe, istotne są zagrożenia dla dróg i budownictwa. Zsuwy mogą również powodować lokalne podtopienia i utworzenie jezior, kiedy dna dolin rzek i potoków wypełnione są koluwiami. Tego typu zagrożenie przez wypełnienie den dolin koluwiami występuje szczególnie w górnych odcinkach dolin na obszarze dzielnicy Zwierzyniec, Dębniaki i Swoszowice (ryc. 31). W Krakowie nie ma dużego zagrożenia czynnymi osuwiskami. Przeważają procesy spęływania gruntu.

W dzielnicach Krakowa zagrożenie ruchami masowymi zobrazowano na podstawie dokumentacji opracowanych w latach 2005, 2006 i 2007 na zamówienie UMK w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego (Chowaniec, Freiwald, Nescieruk, Patorski, 2005, 2006 i 2007). Według wymienionych ekspertyz zagrożenie to przedstawia się następująco (ryc. 31) :

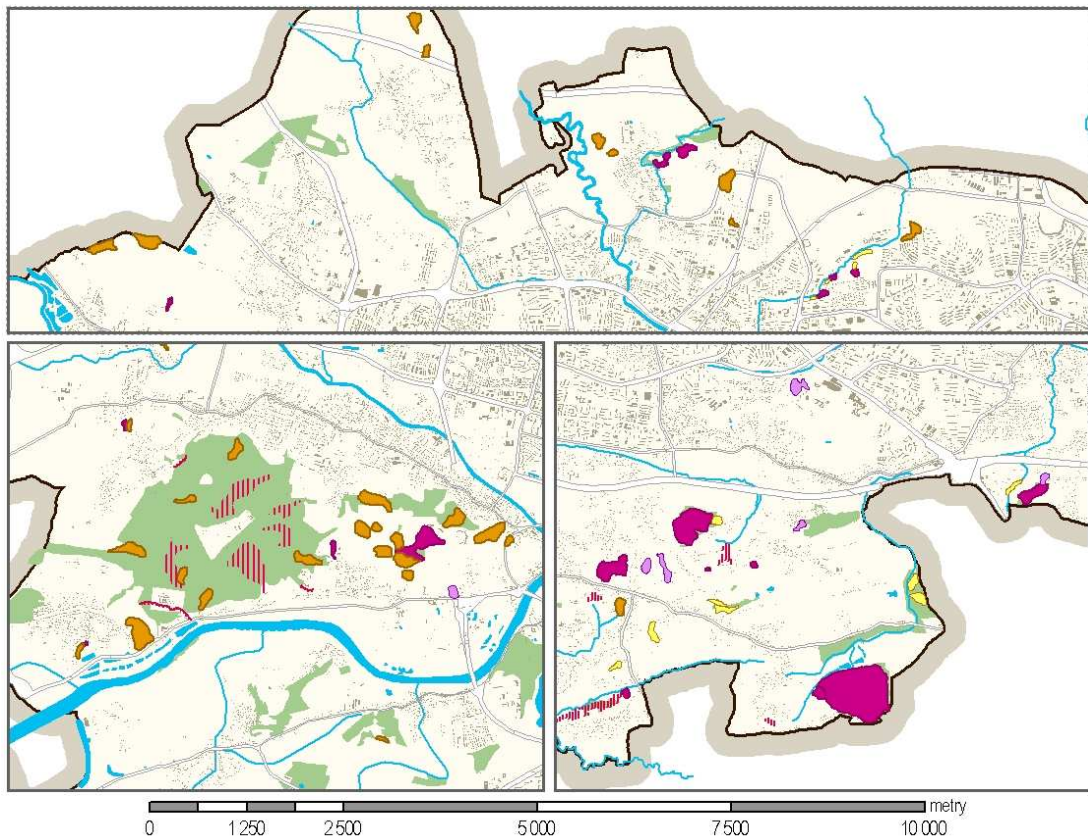
- **Dzielnice: XIV – Czyżyny, XVI – Bieńczyce** – brak naturalnych zagrożeń związanych z powierzchniowymi ruchami masowymi.
- **Dzielnice: I – Stare Miasto, II – Grzegórzki, V – Krowodrza, IX – Łagiewniki-Borek Fałęcki** – Na niewielką skalę ruchy masowe mogą wystąpić jedynie w obrębie stromych skarp form przekształconych antropogenicznie (np. wkopów, nasypów) i naturalnych (np. brzegi rzek, krawędzie teras) itp.
- **Dzielnica III – Prądnik Czerwony** – Naturalne zagrożenia związane z ruchami masowymi ograniczone są wyłącznie do obszaru prawobrzeżnej skarpy wzdłuż potoku Sudoł, od ul. Strzelców po granice dzielnicy. Na terenie tym wyznaczono 3 formy osuwiskowe oraz 5 obszarów objętych intensywnym spęływaniem. Wymienione formy należą do grupy płytkich i obejmują głównie utwory pokrywy glin lessopodobnych.
- **Dzielnica IV – Prądnik Biały** – wydzielono 9 obszarów objętych ruchami masowymi. Dwa obszary intensywnego spęływania zlokalizowane są na południowo-zachodnim stoku doliny rozciągającego się pomiędzy ul. Na Zielonki a Fortem Syberia. Pozostałe skupione są w rejonie os. Witkowice. Są to głębsze formy osuwiskowe, obejmujące zarówno utwory pokrywy jak i skał podłoża. Nie stwarzają one bezpośredniego zagrożenia dla infrastruktury występującej w tym rejonie.
- **Dzielnica VI – Bronowice** – forma osuwiskowa występuje w środkowej części stoku pomiędzy ulicą Majora Łupaszki a stacją PKP Kraków-Mydlniki. Na niewielką skalę ruchy masowe mogą wystąpić w obrębie miejsc przekształconych antropogenicznie, tj. stromych skarp, wkopów i nasypów oraz na stromej skarpie wzdłuż lokalnego cieków wodnego pomiędzy Mydlnikami a Rajskiem.
- **Dzielnica VII – Zwierzyniec** – wyróżniono największą ilość obszarów z odnotowanymi procesami ruchów masowych. Dominują tu formy związane ze spęływaniem, występującym w obrębie utworów lessopodobnych i rumoszków zwietrzelinowych. Formy osuwiskowe skupione są głównie w rejonie Lasu Wolskiego

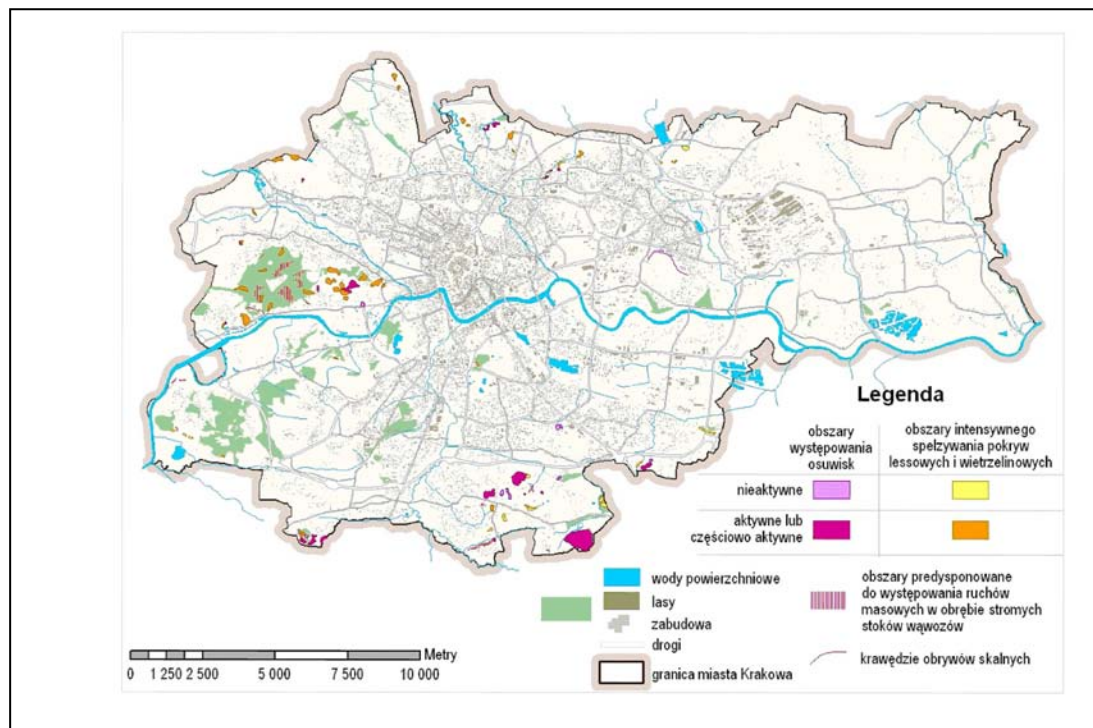
i wzgórza Św. Bronisławy. Na terenie tym występują liczne krawędzie morfologiczne, które mogą być przyczyną powstawania obrywów skalnych. Na występowanie procesów spełzywania i erozji narażone są także strome skarpy wąwozów.

- **Dzielnica VIII – Dębniki** – na stromych powierzchniach zrębów wapienia jurajskiego dochodzi do silnych zjawisk spełzywania. Proces ten obejmuje zarówno materiał zwietrzelinowy (wapień i margle), jak również pokrywę glin lessopodobnych bądź piaszczystych. Osobnym zagadnieniem jest występowanie wysokich krawędzi erozyjnych zarówno naturalnych, jak i sztucznych (związanych z eksploatacją wapieni), które powodują zagrożenie obrywami. W południowej części tej dzielnicy (Sidzina–Olszyny) odnotować należy fakt występowania kilku osuwisk i towarzyszących im powierzchni objętych spełzywaniem. Obszary te nie stanowią jednak zagrożenia dla elementów występującej tu infrastruktury.
- **Dzielnica X – Swoszowice** – wydzielono 18 obszarów objętych ruchami masowymi. Są to zarówno obszary intensywnego spełzywania obejmujące głównie skarpy przykorytowe silnie wciętych potoków, jak i głębsze formy osuwiskowe obejmujące zarówno utwory pokrywy, jak i skał podłoża. Na terenie tej dzielnicy znajduje się kilka znaczących (powierzchniowo) osuwisk strukturalnych w znacznej mierze nieaktywnych bądź drzemiących. Należy zaznaczyć, iż w tej części Krakowa duże powierzchnie zajmują obszary potencjalnie predysponowane do wystąpienia ruchów masowych ziemi. Bezpośrednio związane jest to z morfologicznym ukształtowaniem powierzchni tego rejonu, jak i rodzajem utworów go budujących (piaski, gliny, ility).
- **Dzielnica XI – Podgórze Duchackie** – Naturalne zagrożenie związane z ruchami masowymi ograniczone jest wyłącznie do obszaru występowania starej i nieaktywnej formy usuwiska strukturalnego znajdującego się w pobliżu akademików Collegium Medium UJ.
- **Dzielnica XII – Prokocim-Bieżanów** – procesy związane z ruchami masowymi obejmują dwa rejonu. Pierwszy związany jest ze zjawiskiem spełzywania na stromej skarpie wzdłuż ulicy Kokotowskiej i nie stanowi żadnego zagrożenia dla infrastruktury tam zlokalizowanej. Większe formy osuwiskowe występują natomiast w środkowej części północnego stoku Bogucic, co związane jest z piaszczystymi utworami tego rejonu.
- **Dzielnica XIII – Podgórze** – naturalne zagrożenia związane z ruchami masowymi ograniczone są wyłącznie do jednego obszaru, gdzie występują procesy spełzywania pokryw zwietrzelinowych. Inną formą zagrożenia tu występującego jest niewątpliwie możliwość występowania obrywów skalnych w tak licznych starych wyrobiskach.
- **Dzielnica XV – Mistrzejowice** – wydzielono jeden obszar objęty intensywnym spełzywaniem. Teren ten położony jest na północ od ulicy Zjazdu Gnieźnieńskiego (Os. Srebrnych Orłów) i obejmuje częściowo sztuczną skarpe po starym wyrobisku. Na niewielką skalę procesy takie mogą wystąpić jedynie w obrębie stromszych skarp przy potoku Sudoł, zajętych obecnie przez ogródki działkowe (na NW od Fortu Batowice).
- **Dzielnica XVII – Wzgórza Krzesławickie** – naturalne zagrożenia związane z ruchami masowymi ograniczają się do dwóch rejonów. Pierwszy związany jest ze zjawiskiem płytkiego spełzywania na zachodnich zboczach Wzgórz Krzesławickich, powyżej doliny potoku Dłubnia. Jednak nie stanowi on żadnego zagrożenia dla infrastruktury tam zlokalizowanej (ogródki działkowe, w sąsiedztwie nasypu kolejowego). Większa forma osuwiskowa występuje natomiast na wschód od rekultywowanego obecnie wyrobiska „Zesławice”. Obejmuje ona obszar po starym i silnie antropogenicznie przekształconym fragmencie wyrobiska, na którym zlokalizowane są ogródki działkowe. Procesy spełzywania obejmują jedynie strome

skarpy poeksploatacyjne, co związane jest z obecnością cienkiej warstwy piaszczystych utworów przykrywających ilowe kompleksy miocenu. Na wyznaczonym obszarze brak jest zagrożenia dla infrastruktury tam zlokalizowanej.

- **Dzielnica XVIII – Nowa Huta** – obszar aktualnie objęty procesami spełzywania, związany jest ze starą skarpią wiślaną na terenie Pleszowa (przy ulicy Suchy Jar). Brak jest tu wyraźnych przesłanek dla powstania większego osuwiska. Podobne zjawiska w obrębie starej lewobrzeżnej skarpy wiślanej odnotować należy wzdłuż jej przebiegu na odcinku od Parku Kultury do os. Na Skarpie. W rejonie tym mają one jednak bardzo ograniczony zasięg zarówno powierzchniowy jak i głębokościowy. Płytkie osunięcia (spełzywania) w stronę starorzecza Wisły nie stwarzają zagrożenia dla posadowionych tu budynków. Powyższa uwaga dotyczy również stromej skarpy na obszarze osiedla „Wyciąże”.

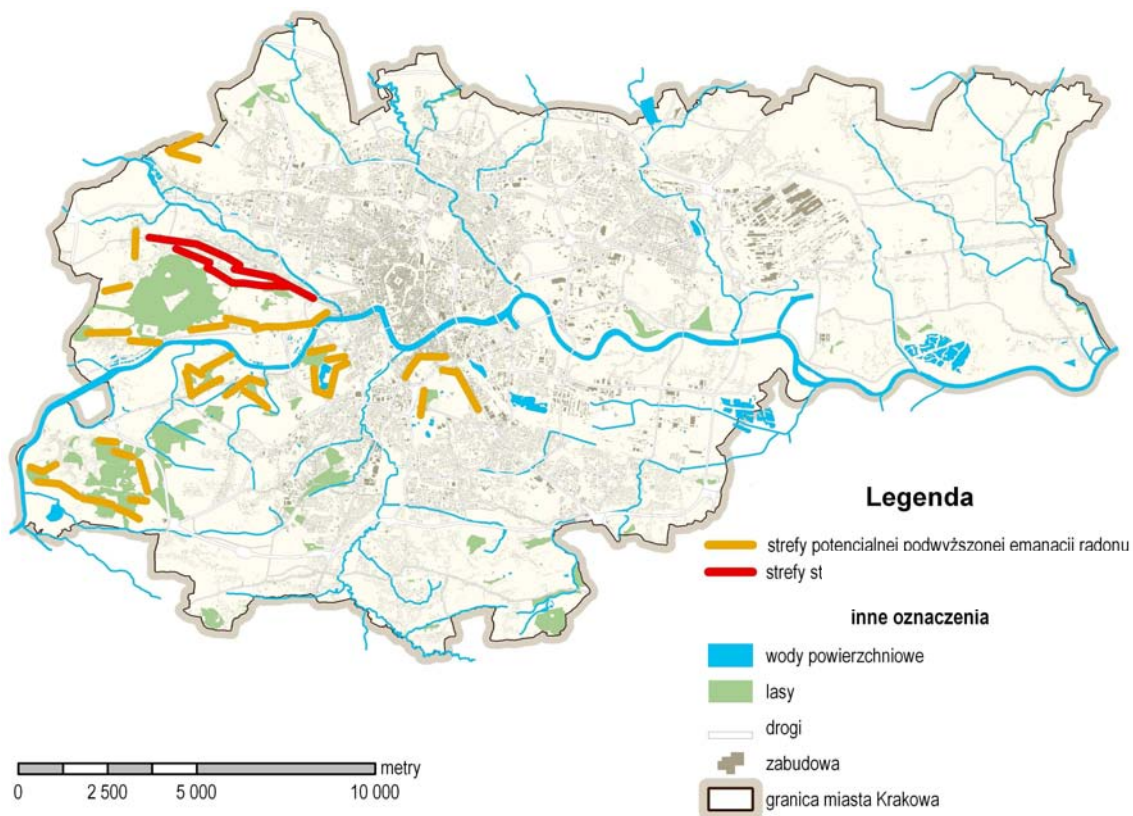




Ryc. 31. Zagrożenia ruchami masowymi ródła: Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi..., 2005, 2006, 2007. (opracowanie GIS J. Jaroszewicz).

## 24. ZAGROŻENIA EMANACJĄ RADONU (MICHAŁ GRADZIŃSKI, RYSZARD GRADZIŃSKI)

Przy ocenie warunków geotechnicznych szczególnego rozpoznania wymaga poziom radonu w podłożu. Wykonane prace pomiarowe na północnym obrzeżeniu zrębu Sowińca wykazały istnienie emanacji radonu ku powierzchni terenu wzdłuż tensyjnych uskoków obrzeżających ten zręb (Swakoń i in., 2005). Emanacje te zaznaczają się szczególnie wyraźnie bezpośrednio ponad liniami uskoków, ponad oknami erozyjnymi, gdzie wapienie jurajskie mają bezpośredni kontakt z pokrywą lessu. Są również wyraźne ponad strefami, gdzie pokrywa lessu leżąca bezpośrednio na wapieniach jurajskich ma większą przepuszczalność, na przykład na skutek uszczelnienia lub penetracji korzeni, bądź charakteryzuje się mniejszą miąższością. Stężenie  $^{222}\text{Rn}$  w powietrzu glebowym przekracza w tych strefach  $80 \text{ kBq/m}^3$  (Swakoń i in., 2005) i jest zdecydowanie wyższe od średniego stężenia dla rejonu Krakowa, które wynosi  $13 \text{ kBq/m}^3$  (Mazuri in., 2001). Na załączonej mapie w skali 1:25 000 oznaczono strefy wykrytej przez Swakonia i in., (2005) emanacji radonu wzdłuż północnego obrzeżenia zrębu Sowińca, a także strefy prawdopodobnych emanacji wzdłuż innych tensyjnych uskoków tnących wapienie jury górnej. Biorąc pod uwagę powyżej przedstawione wnioski potencjalnych emanacji radonu należy się spodziewać także na obszarach, gdzie wapienie jury górnej znajdują się płytko pod powierzchnią terenu. Przestrzenne zróżnicowanie zagrożeniem emisją radonu przedstawiono na ryc. 32.



**Ryc. 32. Zagrożenia emanacją radonu.**



# **CZEŚĆ V. SZANSE I OGRANICZENIA ROZWOJU FUNKCJI UŻYTKOWYCH ZWIĄZANE Z ISTNIEJĄCYMI ZASOBAMI I WARUNKAMI ŚRODOWISKA**

## **25. OCENA UWARUNKOWAŃ DLA BUDOWNICTWA (BOŻENA DEGÓRSKA)**

Z dominujących w podłożu typów skał wapienie jurajskie, iły miocenne, piaski czwartorzędowe i lessy stanowią generalnie podłoże korzystne dla budownictwa (Rutkowski, 1993). Jednak istniejące w obrębie wapieni jurajskich formy krasowe, zarówno czwartorzędowe jak i starsze, wypełnione osadami, decydują o bardzo dużej zmienności warunków geotechnicznych na niewielkim obszarze (Gardziński M., Gardziński R., 2008).

Dla rozwoju budownictwa największym ograniczeniem na terenie Krakowa jest zagrożenie powodzią obejmujące blisko ¼ miasta oraz podtopieniami. Zakaz zabudowy zgodnie z ustawodawstwem obejmować musi tereny bezpośredniego zagrożenia powodzią, 50-metrową strefę wzdłuż zewnętrznej skarpy wałów przeciwpowodziowych. Wskazane jest nielocalizowanie lub znaczne ograniczanie zabudowy na terenach potencjalnego zagrożenia powodzią i podtopieniami.

Morfologiczne obniżenia terenu, gdzie stosunkowo płytko zalegają wody gruntowe, stanowią tereny niekorzystne dla budownictwa. Dodatkowo są to obszary o niekorzystnych warunkach bioklimatycznych z uwagi na warunki wilgotnościowe, stagnację powietrza lub występowanie inwersji termicznych i zastoiska zanieczyszczonego powietrza.

Niewskazane dla budownictwa są obszary związane z występowaniem procesów geodynamicznych, zwłaszcza terenów czynnych i potencjalnych osuwisk. Występowanie relatywnie dużych nachyleń zboczy wymaga przeprowadzenia szczegółowych badań przed rozpoczęciem inwestycji lub jej wykluczenia. Niekorzystne warunki występują na stokach w obrębie pokryw lessowych, które sprzyjają rozwojowi sufozji i ruchów masowych. Wyłączeniu powinny podlegać tereny zagrożone osuwaniem się mas ziemnych, jakkolwiek przy mniejszych spadkach wymagane są tylko pewne obostrzenia, polegające na stosowaniu odpowiednich rozwiązań technicznych i sposobu lokalizacji budynków lub infrastruktury.

Podobnie niesprzyjającym obszarem są grunty nasypowe związane zarówno z wydobyciem surowców skalnych jak i wielowiekowym osadnictwem. Szczegółowe rozmieszczenie takich gruntów powinno być przedmiotem osobnego opracowania.

Dalszego szczególnego rozpoznania wymaga poziom radonu w podłożu i jego skutki dla zdrowia ludzi. Tereny o podwyższonej emanacji radonu nie są wskazane do dłuższego przebywania ludzi.

Zakaz zabudowy dotyczyć powinien terenów o szczególnych walorach przyrodniczych i krajobrazowych, a nie tylko rezerwatów, użytków ekologicznych, obszarów Natura 2000. Ochronie przed zabudową podlegać powinna Sieć Stabilności Ekologicznej Krakowa, a także większości obszarów tworzących system wymiany i regeneracji powietrza.

Również gleby o wysokich cechach użytkowych dla rolnictwa powinny być najdłużej pozostawać w użytkowaniu rolniczym, mimo że na obszarach miejskich nie obowiązuje już ich ochrona przed zabudową.

## **26. ROZWÓJ FUNKCJI UZDROWISKOWEJ I OCHRONA WÓD LECZNICZYCH** (BOŻENA DEGÓRSKA)

Marginalizowany dotychczas potencjał Krakowa, jako uzdrowiska i miejsc termalnych kąpielisk, może przyczynić się do zwiększenia atrakcyjności oferty turystycznej i wydłużenia pobytu turystów, a ponadto stanowić atrakcyjną ofertę rekreacyjną dla mieszkańców. Podniesienie potencjału Krakowa w zakresie rozwoju funkcji uzdrowiskowych wymaga w pierwszej kolejności podniesienie atrakcyjności i rangi uzdrowiska Swoszowice oraz lepszego wykorzystania wód w celach leczniczych i poszerzenia oferty uzdrowiskowej. W tym celu niezbędne jest:

- poprawa standardu i estetyki obiektów uzdrowiskowych oraz lokalizowania nowych obiektów, takich jak pensjonaty, restauracje i kawiarnie, wkomponowane w krajobraz i służące obsłudze pacjentów, turystów i odwiedzających,
- rozbudowa lub budowa obiektu zdrojowego świadczącego ogólnodostępne usługi rekreacyjno-zdrowotne,
- urządzenie i rozszerzenie zaplecza parkowo-rekreacyjnego i kulturalnego uzdrowiska, w postaci parku zdrojowego,
- lepsze skomunikowanie uzdrowiska środkami transportu zbiorowego ze śródmieściem Krakowa.

Ustalenia dotyczące ochrony i kształtowania środowiska oraz zagospodarowania terenu uzdrowiska Swoszowice wynikają ze *Statutu Osiedla Uzdrowisko Swoszowice*, stanowiącego załącznik do Uchwały NR LX/784/08 RMK z dnia 17 grudnia 2008 r. oraz *Ustawy o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz gminach uzdrowiskowych* z dnia 28 lipca 2005 r. (Dz. U. Nr 167, poz. 1399 z późn. zm.) i są zróżnicowane w obrębie wydzielonych stref ochrony uzdrowiskowej („A”, „B” i „C”) – plansza nr 18.

W obrębie ustanowionych stref ochrony uzdrowiskowej ustalono następujące wskaźniki terenów zielonych oraz powierzchni nowo wydzielanych działek (plansza nr. 16):

- W strefie „A”, gdzie realizowane jest lecznictwo uzdrowiskowe, wskaźnik powierzchni terenów zielonych ustalono na nie mniej niż 75% powierzchni strefy, a minimalną powierzchnię nowo wydzielanych działek pensjonatowych na 1500 m<sup>2</sup>.
- W strefie „B”, stanowiącej otulinę strefy „A”, wskaźnik powierzchni terenów zielonych ustalono na nie mniej niż 55% powierzchni strefy, a minimalną powierzchnię nowo wydzielanych działek budowlanych na 800 m<sup>2</sup>.
- W strefie „C” minimalna powierzchnia nowo wydzielanych działek dla wszystkich rodzajów zabudowy ustalono na 600 m<sup>2</sup>, a na wyznaczonych w zał. Nr 7 do statutu obszarach potencjalnego zagrożenia jakości wód leczniczych oraz spływu wód pierwszego poziomu wodonośnego do obszarów zasilania zbiornika wód leczniczych, na nie mniej niż 1000 m<sup>2</sup>.



Wszystkie kierunki zagospodarowania w ustanowionych strefach ochronnych („A”, „B” i „C”) muszą być podporządkowane ochronie wód leczniczych, podnoszeniu walorów krajobrazowych oraz poprawie mikroklimatu, klimatu zapachowego i akustycznego.

Oprócz wymienionych wskaźników w poszczególnych strefach ochrony uzdrowiskowej ustalono zakazy dotyczące użytkowania poszczególnych stref, które wynikają z wyżej wymienionej ustawy oraz statutu uzdrowiska, w którym dodatkowo określono zakazy inne niż w *Ustawie o lecznictwie uzdrowiskowym*. Ustalenia dotyczą głównie:

- lokalizacji zakładów przemysłowych i innych inwestycji zaliczonych do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko,
- lokalizacji budownictwa mieszkaniowego, obiektów noclegowych, campingowych i biwakowych, parkingów, stacji paliw, infrastruktury emitującej fale elektromagnetyczne,
- ochrony przed hałasem, działalnością rolniczą, działalnością handlową, odprowadzania ścieków, gospodarki odpadami, wydobywania kopaliny innych niż wody lecznicze, utrzymania nieczynnych studni.

W zakresie ochrony złoża wód leczniczych ustalenia ochrony dotyczą obszarów wyznaczonych na podstawie „Dokumentacji hydrogeologicznej określającej zasoby eksploatacyjne wód leczniczych ujęcia „Źródło Główne” i „Źródło Napoleon” w Krakowie Swoszowicach” (przyjętej bez zastrzeżeń zawiadomieniem Ministra Środowiska znak: DGkdh-479-6542-7/7012/05/MJ z dnia 21.09.2005 r.) wskazanych na załączniku nr 7 do statutu.

Na obszarze potencjalnego zagrożenia jakości wód leczniczych, zasilania zbiornika wód leczniczych oraz spływu wód pierwszego poziomu wodonośnego do obszarów zasilania zbiornika wód leczniczych, wprowadzono dodatkowo następujące zakazy:

- wykonywania robót melioracyjnych;
- wykonywania odwodnień budowlanych lub górniczych;
- lokalizowania nowych ujęć wody, zmiany stosunków wodnych na gruncie oraz zmiany ukształtowania terenu;
- głębokiego posadowienie obiektów budowlanych (tj. poniżej 1,2 mppt.), z wyłączeniem obiektów liniowych;
- wykonywania garaży podziemnych;
- lokalizowania zakładów przemysłowych, myjni, parkingów (z wyłączeniem miejsc postojowych lokalizowanych przy zabudowie mieszkaniowej i usługowej o wielkości do 10 miejsc), warsztatów samochodowych, ferm chowu zwierząt, cmentarzy, grzebienia zwłok zwierzęcych, mycia pojazdów mechanicznych;
- wyłącznie na obszarze zasilania zbiornika wód leczniczych - lokalizacji obiektów budowlanych z wyłączeniem liniowych;
- wyłącznie na obszarze potencjalnego zagrożenia jakości wód leczniczych oraz na obszarze spływu wód pierwszego poziomu wodonośnego do obszarów zbiornika wód leczniczych - lokalizacji obiektów budowlanych bez ich włączenia do kanalizacji sanitarnej i sieci wodociągowej.

Oprócz ustaleń wynikających z prawa ogólnego i lokalnego, atrakcyjność Swoszowic można zwiększyć poprzez:

- budowę nowych wartości krajobrazowych i rekreacyjno-uzdrowiskowych, jak: utworzenie dużego założenia parkowego obejmującego centralną część parku

zdrojowego (głównie w strefie „A”) oraz tereny na zachód (nad Potokiem Wróblowickim) i północny zachód od strefy „A”, do rzeki Wilgi, z ukształtowaniem atrakcyjnej przestrzeni rekreacyjnej w postaci szerokich pasm zieleni półnaturalnej nad Potokiem Wróblowickim i Wilgą.

- wyznaczenie układu pieszych i pieszo-rowerowych ciągów w kierunku Centrum Jana Pawła II i parku rzecznej Wilgi oraz na wschód w kierunku zespołu fortów Rajsko, Kosocice i Barycz,
- zahamowanie chaotycznej zabudowy, tworzącej amorficzną przestrzeń, na rzecz kształtowania nowej, atrakcyjnej przestrzeni uzdrowiskowej, także w strefie B i C,
- lokalizację nowych obiektów rekreacyjno-uzdrowiskowych, z otwartą szeroką ofertą dla mieszkańców i turystów,
- zwiększenie skuteczności ochrony obszaru zasilania zbiornika wód leczniczych poprzez zalesienia,
- stworzenie skutecznej strefy izolacyjnej od autostrady ograniczającej hałas.

## **27. POZYSKIWIAMIE ENERGII GEOTERMALNEJ** (RED. BOŻENA DEGÓRSKA)

Wyniki ekspertyzy *Ocena możliwości pozyskania energii cieplnej z wód geotermalnych na terenie gminy miejskiej Kraków oraz wstępna analiza ekonomiczna dla przedsięwzięcia pod nazwą budowa miejskiego zakładu geotermalnego*, wykonanej przez Zakład Energii Odnawialnej w 2005 wykazały, że z pięter paleozoicznych piętro dewonu ma największe znaczenie hydrogeologiczne oraz stwarza najlepsze perspektywy dla wykorzystania zgromadzonych wód termalnych. Szczególnie korzystnie w aspekcie wykorzystania wód termalnych w utworach dewonu przedstawiają się strefy: Kraków Wschód: Wyciąże, Kościelniki, Przylasek Rusiecki – Niepołomice- Wola Zabierzowska, Łapczyca-Cikowice, Słomniki- Raclawice, Bieżanów. W zachodniej strefie miasta również zbiornik kambryjski w strefie: Libertów – Tyniec – Wola Justowska – Kryspinów – Balice stwarza możliwości uzyskania wód termalnych o temperaturach 50 – 70°C, jednak wydajności tych wód, ciśnienia złożowe oraz ich mineralizacja są nieznane i mogłyby zostać ocenione dopiero po odwierceniu otworu do głębokości co najmniej 2000 m. Odnosi się to również do wód w utworach dewonu, zalegających przypuszczalnie w tej strefie na głębokości od 800 do 1800 m, które również wymagają szczegółowych badań. Analizy dotyczące jurajskiego piętra wodonośnego wskazują, że korzystne warunki dla wykorzystania wód termalnych występują wzdłuż strefy: Słomniki – Pietrzejowice k/Kocmyrzowa – Więclawice – Tropiszów – Kraków Wschód. Niezależnie od potrzeby rozstrzygnięcia kwestii możliwości wykorzystania wód termalnych paleozoiku w zachodniej części Krakowa poprzez wykonanie otworu badawczego, przesłanki geologiczne wskazują na znaczne ryzyko ekonomiczne lokalizacji zakładu geotermalnego w oparciu o obecny stan rozpoznania tego rejonu, głównie ze względu na nieznaną wydajność wód i ciśnień złożowych.

Mniejsze ryzyko związane jest ze strefą wschodnią miasta, gdzie w rejonie Kościelnik stwierdzono samowypływy wód dewońskich z głębokości 1450 – 1800 m (temperatury szacowane 40 – 50°C), ale również bez badań wydajności tych wód (otwór Wyciąże 6). Tak, więc i w tej strefie istnieje jedynie potencjalna możliwość lokalizacji zakładu geotermalnego wymagająca potwierdzenia wiertniczego. Niezależnie od powyższego, szacowane temperatury wyraźnie wskazują, że wykorzystanie tych wód dla potrzeb c.o. wymagałoby zastosowania systemu pomp ciepła, a brak w tej strefie sieci ciepłowniczej stwarza dodatkową barierę. Interesujące byłoby natomiast wykorzystanie wód dewońskich

tej strefy dla celów balneo-rekreacji zarówno ze względu na mniejsze wymagania, co do wydajności i temperatur wód jak i zbyteczność sieci ciepłowniczej. Realne możliwości wykorzystania wód termalnych związane są z wodami jurajskimi (Wyciąże, Kościelniki, Ruszcza, Przylasek), gdzie znane są zarówno wydajności jak i temperatury. Temperatury te (około 25°C) oraz wydajności (do 60 m<sup>3</sup>/h) predestynują je jednak wyraźnie do wykorzystania w ramach lokalnych projektów związanych głównie z rekreacją. Ekspertyza wykazała, że wykorzystanie wód termalnych zbiornika górnourajskiego (temperatury ok. 25°C) jest obarczone najmniejszym ryzykiem geologicznym, natomiast w przypadku zbiornika dewońskiego (temperatury 40 – 45°C) jego rzeczywista przydatność dla celów geotermii winna być potwierdzona przez wykonanie otworu badawczego do głębokości ok. 1800 m zlokalizowanego we wschodnim rejonie miasta. Pozostałe rejony Krakowa nie stwarzają większych perspektyw dla wykorzystania energii geotermalnej, przede wszystkim ze względu na złe parametry zbiornikowe tych stref gdzie występują temperatury powyżej 20°C (w centralnej części miasta poniżej głębokości około 500 m występują utwory niemal bezwodne).

## **28. POZYSKIWANIE ENERGII WODNEJ (MARIA BAŚCIK)**

Piętrzenie wody na trzech stopniach wodnych oprócz zapewnienia warunków dla żeglugi wykorzystywane jest również do celów energetycznych. Przy stopniu Przewóz znajduje się elektrownia szczytowa o mocy 2,94 MW. Na stopniu Dąbie funkcjonuje elektrownia wodna przepływowa o mocy 2,9 MW. Ze stopniem wodnym Kościuszko związane jest funkcjonowanie małej elektrowni wodnej o mocy 3 MW należąca do Fundacji im. ks. Siemaszki.

## **29. ROZWÓJ DROGI WODNEJ NA WIŚLE (MARIA BAŚCIK)**

Wiślę wykorzystywano do celów transportu od najdawniejszych czasów. Początkowo – na trasach lokalnych, stopniowo – na coraz dłuższych odcinkach rzeki. Po II wojnie światowej koryto rzeki w obrębie Krakowa zostało skrócone o 4,3 km w wyniku ścięcia zakoli Wisły przekopami, w których zlokalizowano stopnie wodne. Budowa stopni wodnych wiązała się z programem, którego głównym celem było przystosowanie Wisły do celów żeglugowych. Na górnej Wiśle na odcinku do Niepołomic przewidywano budowę kilku stopni wodnych: w Dworach, Smolicach, Łączanach, Krakowie, Dąbiu, Przewozie i Niepołomicach. Z planowanej kaskady zrealizowano tylko część – m.in. trzy stopnie wodne w Krakowie. Wchodzą one w skład drogi wodnej III klasy, mającej znaczenie regionalne. Scharakteryzowane poniżej stopnie wodne wykorzystywane są również do celów energetycznych.

**PRZEWÓZ** – jest pierwszym stopniem wodnym, jaki został wybudowany na górnej Wiśle po wojnie, a zarazem najniższym położonym stopniem Kaskady Górnej Wisły. Stopień wodny usytuowany został w przekopie skracającym duże zakole starego koryta rzeki, na 92,6 km biegu Wisły (licząc od ujścia Przemszy). Zbudowany głównie dla potrzeb huty im. W. Lenina w Nowej Hucie, został oddany do użytku w 1954 r. Składa się z jazu z zasuwami o świetle 4x20 m i wysokości piętrzenia wynoszącej pierwotnie 4 m (aktualnie 6,5 m – wskutek wyerodowania dolnego stanowiska). Obecnie nie spełnia on swojej roli z powodu silnego pogłębienia koryta poniżej stopnia. Aby przywrócić jego funkcje należałoby

wybudować stopień Niepołomice. Budowa stopnia spowodowała podniesienie poziomu wód gruntowych na terenach położonych powyżej jego lokalizacji.

W ramach budowy stopnia, w obrębie jego górnego stanowiska został wykonany port rzeczny Kujawy typu basenowego, z pionowym nabrzeżem i boczną koleją, przeznaczony do obsługi transportowej. Na końcu basenu portowego zbudowano dużą pompownię wody przeznaczoną dla celów kombinatu. Port nigdy nie był używany przez żeglugę, spełniał jedynie rolę osadnika dla ujmowanej wody, czego następstwem jest dziś jego znaczne zamulenie.

**DĄBIE** – stopień jest zlokalizowany w 80+900 km rzeki Wisły<sup>9</sup>. Został wybudowany jako kolejny element drogi wodnej w 1961 r. Jego głównym zadaniem było – oprócz żeglugi – zahamowanie erozji dennej koryta Wisły, która stwarzała zagrożenie wystąpienia katastrofy budowlanej istniejących mostów w rejonie Krakowa. W skład stopnia wodnego Dąbie wchodzi jaz z pięcioma przęsłami wraz z odcinkami ziemnej zapory czołowej, krótka śluza o spadzie 3,7 m oraz elektrownia wodna przepływowa. Przepławka typu komorowego umieszczona jest w filarze oddzielającym jaz od siłowni.

Spiętrzenie wody w rzece spowodowało podniesienie się zwierciadła wód gruntowych na obszarach zwartej zabudowy miejskiej Krakowa. Dla przeciwdziałania tym zjawiskom został zbudowany rozległy system odwodnienia w postaci sieci studni, z których woda jest stale lub okresowo odpompowywana dla utrzymania poziomu wód gruntowych.

**KOŚCIUSZKO** – stopień został oddany do eksploatacji w 1990 r. W skład tego obiektu wchodzi: jaz, śluza o spadzie 4,4 m i zapora ziemna. Jaz posiada 3 przęsła o świetle 32,0 m. W lewym przyczółku znajduje się sterownia, w prawym – przepławka komorowa dla ryb. Sieć rowów opaskowych biegnących wokół korony spiętrzenia odwadnia tereny zawala w zasięgu cofki na obu brzegach. i zabezpiecza pobliskie tereny przed podtopieniem. Zakole Wisły poniżej Tyńca pozostawiono bez zasypania, jako zakole odcięte w charakterze starorzecza. Poniżej jazu, na prawym brzegu Wisły, od 2003 r. funkcjonuje mała elektrownia wodna. Odcinek Wisły poniżej stopnia Kościuszko stanowi drogę wodną III klasy. Możliwy jest transport wodny barkami o ładowności do 1000 ton (Siwek i in. 2007).

Od początku 2003 r. Wisła na odcinku od ujścia Przemśy do Stopnia Wodnego Przewóz posiada warunki żeglugowe umożliwiające transport wodny barkami o ładowności 1000 ton. Uwzględniając skróty wynikające z regulacji rzeki oraz przebiegu trasy żeglugowej kanałami: Łączany i śluzy Dwory droga wodna na tym odcinku ma długość ok. 72 km. Istniejąca droga wodna ma znaczenie zarówno z punktu widzenia gospodarki, jak również ochrony środowiska, a także dla celów turystyki.

Współcześnie, żegluga na Wiśle na odcinku krakowskim zdominowana jest przewozami turystycznymi. Przewóz towarowy barkami (żwir, piasek) jest niewielki. Przebudowa portu Kujawy (w rejonie stopnia Przewóz) pozwoli na ożywienie transportu wodnego, a regularna żegluga spowoduje również pozyskiwanie kruszyw z likwidacji odsypisk w korycie rzeki, co korzystnie wpłynie na stan budowli regulacyjnych i zabezpieczenie przeciwpowodziowe.

Odcinek Wisły poniżej stopnia Kościuszko stanowi drogę wodną III klasy. Możliwy jest transport wodny barkami o ładowności do 1000 ton (Siwek i in. 2007).

Rozwój żeglugi na Wiśle wymaga kilku niezbędnych inwestycji m. in. modernizacji stopni wodnych Dąbie i Przewóz, przebudowy Mostu Dębnickiego. Ofertę żeglugową może także wzmocnić budowa Kanału Krakowskiego, który oprócz stworzenia atrakcyjnego i dogodnego

---

<sup>9</sup> Kilometrąż Wisły liczony od ujścia Przemśy do Wisły.

opdcinka drogi wodnej, zwiększy zabezpieczenie przeciwpowodziowe, a przede wszystkim stworzy bardzo atrakcyjny ciąg przestrzeni publicznej wzdłuż kanału, a dodatkowo zabezpieczy ważny klin nawietrzający przed zabudową. Istnieje także potrzeba w zakresie rozwoju przystani i portów rzecznych.

## 30. EKSPLOATACJA KOPALIN (BOŻENA DEGÓRSKA)

### 30.1. UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN

Na terenie Krakowa znajduje się 7 udokumentowanych złóż kopalin, w tym 4 złoża piasków i żwirów, jedno złożo wapieni i dwa złoża surowców ilastych. Ich charakterystykę przedstawiono w tab. nr 37, a lokalizację na planszy nr 19.

**Tabela. 37. Udokumentowane złoża kopalin wg stanu na 31 XII 2009 r.**

L.p.	Nazwa złoża	Stan zagospodarowania złoża	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t)	Zasoby przemysłowe (tys. t)	Wydobycie (tys. t)
<b>Złoża piasków i żwirów</b>					
1	Brzegi II	E	4564	2572	231
2	Brzegi III	T	2423	2215	-
3	Nowa Huta Zalew	R	8743	-	-
4	Wolica I	E	966	604	121
<b>Złoża wapieni dla przemysłu wapienniczego (tys. t)</b>					
5	Wzgórze Św. Piotra	P	11151	-	-
<b>Złożo surowców ilastych ceramiki budowlanej (tys. m<sup>3</sup>)</b>					
6	Bonarka-Łagiewniki	T	2046	571	-
7	Zesławice	E	7525	1713	11

**Objaśnienia:** **P**- złożo o zasobach rozpoznanych wstępnie (w kat. C2), **E**- złożo eksploatowane, **R**- złożo o zasobach rozpoznanych szczegółowo (w kat. A+B+C1), **T**- złożo zagospodarowane, eksploatowane okresowo.

Źródło: Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce r. PIG 2010

Eksploatowane są złoża surowców ilastych Bonarka-Łagiewniki i Zesławice oraz piasków ze żwirem Brzegi II, Brzegi III i okresowo Wolica I, w tym Brzegi III i Bonarka-Łagiewniki – okresowo.

## 30.2.OBSZARY I TERENY GÓRNICZE

W związku z eksploatacją złóż kopalin stałych, na terytorium Krakowa ustanowiono następujące obszary górnicze oraz tereny górnicze (plansza nr 19), dla których określone zostały warunkami eksploatacji :

- Obszar i teren górniczy „Bonarka” – Decyzja Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie (pismo znak: OŚ.VI.7514/26/96/3/97 z dnia 23.01.1997 r.) udzielająca koncesję na wydobycie iłów i piasków ze złoża „Bonarka-Łagiewniki”.
- Obszar i teren górniczy „Zesławice I” – Koncesja Nr 31/93 na wydobycie surowców ilastych ceramiki budowlanej ze złoża „Zesławice” wydana w dniu 18.03.1993 r. przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Mineralnych i Leśnictwa.
- Obszar górniczy (pole zachodnie i pole wschodnie) i teren górniczy „Brzegi II” - decyzja Marszałka Województwa Małopolskiego znak: SW.V.BK.7515/1-20/08 z dnia 18 listopada 2008 r.), znosząca granice obszaru i terenu górniczego „Brzegi”.
- Teren i obszar górniczy „Brzegi III – Zachód”, ustanowiony dla wydobywania kruszywa naturalnego ze złoża „Brzegi III” – decyzja Marszałka Województwa Małopolskiego znak: RG.II.BK7515/1-6/09 z dnia 27 lipca 2009 r., znosząca granice obszaru i terenu górniczego „Brzegi III. i ustanawiająca granice obszaru i terenu górniczego Brzegi III – Zachód.
- Obszar i teren górniczy „Wolica II” - Decyzja Wojewody Małopolskiego znak: ŚR.V.RŁ.7415/17/03 z dnia 20.05.2003 r. zmieniająca Decyzja Wojewody Małopolskiego znak: OŚ.VI.RŁ.7415/17/01/02 z dnia 21.02.2002 r. w sprawie udzielenia koncesji na wydobywanie kruszywa naturalnego ze złoża „Wolica I” oraz ustanawiająca obszar i teren górniczy „Wolica II” z załącznikiem graficznym przedstawiającym zmienione granice koncesji.

Jak podają M. Gradziński i R. Gradziński (2009) na terytorium Krakowa surowcami skalnymi są przede wszystkim wapienie jurajskie, margle senońskie, iły mioceńskie i piaski czwartorzędowe (Kamieński, Rutkowski, 1975). Wapienie jurajskie były eksploatowane od dawna na potrzeby budownictwa i przemysłu chemicznego. Są one podstawowym budulcem wielu historycznych budynków w Krakowie. Wydobywane były w kilku większych i wielu mniejszych kamieniołomach położonych w dzisiejszych granicach miasta. Margle senońskie były stosowane do wyrobu cementu. Natomiast iły mioceńskie są surowcem do produkcji cegły i ceramiki budowlanej. Również na potrzeby budownictwa lokalnie wydobywane są piaski.

Dla zabezpieczenia obiektów infrastrukturalnych oraz stateczności ścian przed zagrożeniami jakie niesie eksploatacja surowców ze złóż zlokalizowanych na terenie Krakowa, utworzone zostały filary ochronne w obrębie złóż „Brzegi II”, „Bonarka-Łagiewniki” i „Zesławice” (tab. 38.).

**Tabela 38. Obiekty, dla których ustanowiono w złożu filar ochronny**

Złoże	Obiekt ochrony	Podstawa ustanowienia
<b>„Brzegi II”</b>	dwie nitki gazociągu przebiegające z południa na północ przez środkową część złoża kruszywa naturalnego „Brzegi II”, dla których ustalony został filar ochronny o łącznej szerokości 110 m,	decyzja lokalizacyjna kopalni
	linia wysokiego napięcia, przebiegająca z SE na NW przez część wschodnią złoża „Brzegi II”, dla której, ustalony został filar ochronny o szerokości 60 m (na terenie gminy Wieliczka).	decyzja lokalizacyjna kopalni
<b>„Bonarka-Łagiewniki”</b>	słup waporowy nr 18 linii napowietrznej wysokiego napięcia, dla którego ustalony został filar ochronny	Decyzja Wojewody Małopolskiego, znak OŚ.VI.7516/12/97 z dn. 25.09.1997r
	słup waporowy nr 19 linii napowietrznej wysokiego napięcia, dla którego ustalony został filar ochronny	Decyzja Wojewody Małopolskiego, znak OŚ.VI.7516/12/97 z dn. 25.09.1997r
	magistrala centralnego ogrzewania	Decyzja Wojewody Małopolskiego, znak: OŚ.VI.7417/7/01/Sz z dn. 2.07.2001.
<b>„Zesławice”,</b>	południowo-zachodnia ściana wyrobiska (zabezpieczenie stateczności)	Dodatek Nr 2 do PZZ, przyjęty przez Wojewodę Małopolskiego pismem dnia 16.11.2004r. znak ŚR.V.BA.7117-19-04,

Przeznaczenie pod eksploatację nowych terenów, w stosunku do których zakłady górnicze planują poszerzenie działalności wskazuje się na potrzebę zachowanie filarów ochronnych.

W przypadku przeznaczenia pod powierzchniową eksploatację terenu złoża „Brzegi II”, udokumentowanego w kategorii C1, w granicach przedstawionych planszy nr 9, wymaga zachowania filara ochronnego dla linii wysokiego napięcia 220 kV, przebiegającej we wschodniej części złoża „Brzegi II”, o szerokości przy słupach równej wysokości słupa (zgodnie z normą PN-G-02100) oraz 15 m od skrajnego przewodu pomiędzy słupami.

W przypadku przeznaczenia pod powierzchniową eksploatację terenów przylegających od strony północnej do złoża „Brzegi II” oraz terenów przylegających od strony zachodniej do złoża „Brzegi III”, rozpoznanych geologicznie kategorii C2 w granicach przedstawionych planszy nr 9, wymaga zachowania filarów ochronnych zgodnych z normą PN-G-02100 dla rzek Wisły, Serafy i Drwiny o szerokości 50 m od podstawy odpowietrznej skarpy wału. Tereny te rozpoznano geologicznie w Dodatku do dokumentacji geologicznej złoża „Brzegi” (Decyzja Głównego Geologa Kraju znak: KZK/012/W/5146/86 z dnia 12.09.1986).

Obecnie z uwagi na położenie złóż wapieni w obrębie lub bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy, a także na terenach chronionych – rezerwatach przyrody lub w parku krajobrazowym – eksploatacja takich złóż nie może być prowadzona. Ostatni duży kamieniołom wapieni jurajskich na Zakrzówku zaprzestał eksploatacji w 1991 r. Wyjątkiem są dwie czynne cegielnie wydobywające iły mioceńskie. Teren udokumentowanego złoża piasków ze żwirem „Nowa Huta Zalew” znajduje się także na terenie użytku ekologicznego i obszaru Natura 2000 „Łąki Nowohuckie”. Pozostałe wyrobiska poeksploatacyjne wapieni i iłów są nieczynne. Pewna część z nich jest zagospodarowana, jak na przykład kamieniołom na Krzemionkach Podgórskich, w którym znajduje się Park Miejski im. Bednarskiego. Większość wyrobisk jest niezagospodarowana, wymaga rekultywacji i może stanowić bardzo

dogodne tereny rekreacyjne np. Bagry, Przylasek Rusiecki lub obiekty rekreacyjno-  
edukacyjne np. Zakrzówek, Bonarka.

## **31. ROZWÓJ TURYSTYKI I REKREACJI NA BAZIE ZASOBÓW I WALORÓW ŚRODOWISKA (BOŻENA DEGÓRSKA)**

### **31.1.ROZWÓJ TURYSTYKI I REKREACJI NA BAZIE ZASOBÓW WODNYCH**

W rozwoju terenów rekreacyjnych Krakowa szczególną rolę odgrywać powinny planowane parki rzeczne, aczkolwiek pod warunkiem niedopuszczenia tych obszarów pod zabudowę. Funkcja rekreacyjna terenów nadrzecznych jest także realizowana poprzez ścieżki piesze i pieszo-rowerowe prowadzone zwłaszcza wzdłuż Wisły i części jej dopływów, które wymagają dalszej rozbudowy. Aktualnie realizowana jest trasa rowerowa wzdłuż prawego brzegu Wisły – przy ul. Tynieckiej. Niezbędne jest przedłużenie nadwiślańskiej trasy rowerowej w kierunku wschodnim, zapewniając powiązanie z Puszcza Niepołomicką i Przylaskiem Rusieckim – perspektywicznym obszarem rozwoju termalnych kąpielisk.

Żeglowny charakter koryta Wisły pozwala na dalszy rozwój turystycznych jednostek pływających Według ekspertyzy M. Baścik (2009) w Krakowie jest użytkowanych ok. 20 takich jednostek, w tym kilka dużych statków wycieczkowych cumujących przy bulwarach wiślanych pod Wawelem. Oferuje się przede wszystkim rejsy dzienne na odcinku od Wzgórza Wawelskiego do Tyńca. Od 2007 r. możliwe są także rejsy nocne między stopniami wodnymi Dąbie i Kościuszko. Ponadto organizowane są spływy kajakowe na trasach: od opactwa oo. Benedyktynów w Tyńcu przez Stopień Wodny Kościuszko do przystani pod Wawelem, od przystani pod Wawelem do Zamku w Niepołomicach lub na dowolnie ustalonych trasach. W 2009 r. uruchomiono tramwaj wodny kursujący między mostem Kotlarskim a opactwem oo. Benedyktynów w Tyńcu. Atrakcyjne byłoby wydłużenie trasy do Oświęcimia i Niepołomic.



**Tor kajakowy w dolinie Wisły w Tyńcu (fot. M. Baścik)**



Na prawym brzegu Wisły poniżej stopnia Kościuszko wybudowano tor dla kajakarstwa górskiego o długości 320 m (600 m wraz z kanałami doprowadzającymi wodę), będący żelbetowym, prostokątnym korytem o szerokości 12-14 m i głębokości 1,45 m. Teren ten jest jednak relatywnie słabo wypromowany w przestrzeni turystyczno-rekreacyjnej Krakowa.

Wydaje się, że rozwój żeglugi turystyczno-rekreacyjnej na Wiśle i formy spływów kajakowych oraz rewitalizacja i zagospodarowanie bulwarów Wisły jako przestrzeni rekreacyjnej na znacznie dłuższych odcinkach niż obecne, wydłużenie ścieżek rowerowych nad Wisłą, zwłaszcza w kierunku wschodnim, a perspektywnie budowa Kanału Krakowskiego i ożywienie jego nabrzeży, powinny być uważane za prace priorytetowe dla lepszego wykorzystania walorów związanych z krakowskim odcinkiem Wisły. Wykorzystanie turystyczne i rekreacyjne doliny Wisły należy godzić z jej funkcją europejskiego korytarza ekologicznego, co związane jest z takim poprowadzeniem szlaków turystycznych, w tym wodnych w taki sposób by omijać miejsca grupowania się żerujących i odpoczywających ptaków, np. prowadząc szlaki wodne środkiem koryta rzeki lub bliżej jednego z brzegów.

Większość zbiorników wodnych na terenie Krakowa charakteryzuje się potencjalnymi walorami turystyczno-rekreacyjnymi. Wymagają one jednak zainwestowania w infrastrukturę rekreacyjno-turystyczną w celu podniesienia ich atrakcyjności. Jedynym w pełni zagospodarowanym terenem jest bezpośrednio otoczenie Zalewu Nowohuckiego, jakkolwiek w jego dalszym jego sąsiedztwie znajdują się tereny ze zdekapilizowanymi obiektami sportowymi wymagającymi rewitalizacji.



**Rekreacyjne zagospodarowanie otoczenia Zalewu Nowohuckiego (fot. B. Degórska)**



**Niedoinwestowane tereny rekreacyjne nad zbiornikiem Bagry (fot. B. Degórska)**

Brak dostatecznie rozwiniętej infrastruktury rekreacyjnej, lub jej dekapitalizacja powodują, że pomimo zakazów jest ona rozwijana często w miejscach niebezpiecznych i zaniedbanych, czego jednym z przykładów jest teren plażowania i kąpieli na Zakrzówku.



**Dzika rekreacja na Zakrzówku (fot. B. Degórska)**

Zbiornik Zakrzówek może być celem turystyki kwalifikowanej w zakresie nurkowania, jakkolwiek obecna baza (ośrodek szkoleniowy pletwonurków policji) degraduje krajobraz, a korzystanie z niej jest ograniczone.



Ośrodek szkoleniowy pływacki na Zakrzówku (fot. B. Degórska)

### **31.2.ROZWÓJ TURYSTYKI I REKREACJI NA BAZIE WALORÓW RZEŻBY TERENU I ATRAKCJI GEOLOGICZNYCH**

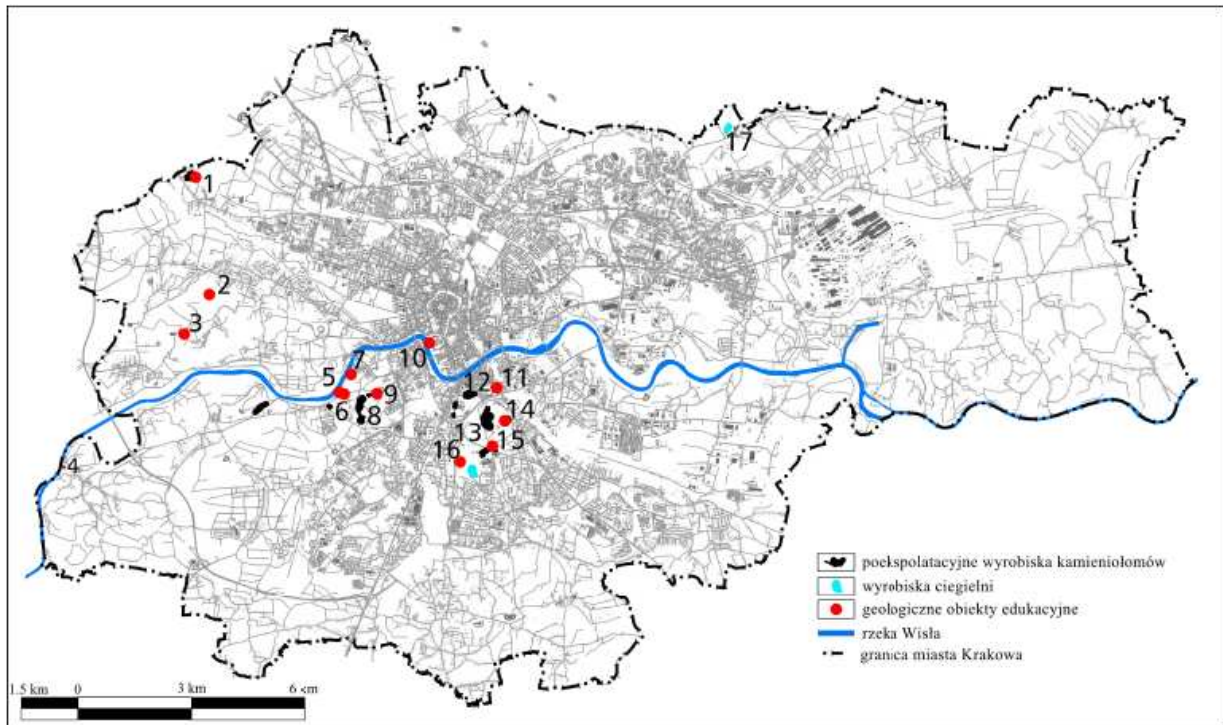
Kraków należy do miast, które obok bezcennych zabytków posiada tereny o bardzo interesującej rzeźbie, budowie geologicznej i bardzo atrakcyjnym krajobrazie. Koncentrują się one głównie w zachodniej części miasta, co potwierdza istnienie trzech parków krajobrazowych. Ogromne urozmaicenie rzeźby terenu powoduje, że na stosunkowo niewielkiej powierzchni występuje wiele form różnej genezy interesujących zarówno ze względów krajobrazowych jak i edukacyjnych. B. Izmań (2009) wskazuje, że spośród form rzeźby zrębowej szczególnie pociągowe są izolowane pagóry zrębowe i rowy tektoniczne, które są nie tylko atrakcyjne widokowo ale pozwalają również dzięki swoim niewielkim rozmiarom i niezbyt dużemu przekształceniu przez inne procesy morfogenetyczne - prześledzić związek ukształtowania terenu z ruchami tektonicznymi. Do wyjątkowo interesujących obiektów z punktu widzenia turystyki i rekreacji zalicza także naturalne i antropogeniczne kulminacje terenu, stanowiące godne zwiedzenia punkty widokowe, a także formy krasu wapiennego, przełom Wisły pod Tyńcem. Ich walory scharakteryzowano w rozdziale 12.

Kraków może być także celem turystyki geologicznej. M. Gradziński i R. Gradziński (2009) wskazują, że pod względem nagromadzenia cennych odsłoneń geologicznych Kraków jest unikatem wśród dużych miast Polski. Część tych obiektów znajduje się na terenie nieczynnych wyrobisk poeksploatacyjnych, a inne są naturalnymi odsłoneściami skalnymi. Część jest objęta ochroną rezerwatową – rezerwat przyrody nieożywionej Bonarka w wyrobisku nieczynnego kamieniołomu lub uwzględniona w Katalogu obiektów geoturystycznych w Polsce (Słomka *i in.*, 2006). Przestrzenne rozmieszczenie atrakcyjnych miejsc dla edukacyjnej turystyki geologicznej w Krakowie przedstawiono na ryc. 33. Obecnie wyrobiska te ulegają degradacji wskutek procesów erozji, zarastania i dewastacji, dlatego też wymagają stałej ochrony i przystosowania dla celów geoturystycznych.



**Kamieniołom Liban – jeden z potencjalnych celów turystyki geologicznej (fot. B. Degórska)**

Mimo bardzo atrakcyjnej rzeźby terenu i licznych wartości geologicznych najlepiej wypromowanym obiektem na mapie turystycznej Krakowa związanym z rzeźbą terenu jest Kopiec Kościuszki (punkt widokowy) i Smocza Jama we Wzgórzu Wawelskim, a miejscem czynnej rekreacji obszar Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. Pozostałe tereny wskazane w rozdziale 12 wymagają wypromowania, częściowego przystosowania dla celów turystyczno-rekreacyjnych oraz zapewnienia lepszej dostępności, zwłaszcza siecią bezpiecznych szlaków pieszo-rowerowych. Turystyka powinna nosić cechy zrównowżenia z ochroną przyrody i krajobrazu.



1 – nieczynny kamieniołom w Mydlnikach (wapień jury, wapień turonu, margle senonu), 2 – lej krasowy i jaskinia w Lesie Wolskim, 3 – leje krasowe, 4 – odsłonięcia wapieni skalistych i blokowisko obrywu skalnego pod klasztorem w Tyńcu, 5 – Jaskinia Jasna (w otworze wapień kredowate jury), 6 – Jaskinia Twardowskiego, 7 – nieczynny kamieniołom na Skałach Twardowskiego (wapień jury częściowo zdolomityzowane), 8 – nieczynny kamieniołom Zakrzówek (obecnie zalany), 9 – nieczynny kamieniołom na Kapelance (wapień jury górnej, powierzchnie ciosowe, gzymsy tektoniczne, krasowe kanały anastomozujące, kalicze), 10 – odsłonięcie wapieni skalistych u podnóża Wzgórza Wawelskiego, Smocza Jama, 11 – nieczynny kamieniołom pod fortem św. Benedykta (uławicowane wapień jury górnej, powierzchnie ciosowe), 12 – nieczynny kamieniołom zagospodarowany jako miejski park im. Bednarskiego, 13 – nieczynny kamieniołom Libana, 14 – nieczynny kamieniołom miejski – kopalne studnie krasowe, 15 – nieczynny kamieniołom, rezerwat geologiczny Bonarka (uławicowane wapień jury górnej, kredowa powierzchnia abrazyjna, margle senonu, uskoki), 16 – wyrobisko czynnej cegielni Łagiewniki (iły mioceńskie), 17 - wyrobisko czynnej cegielni Zesławice (iły mioceńskie).

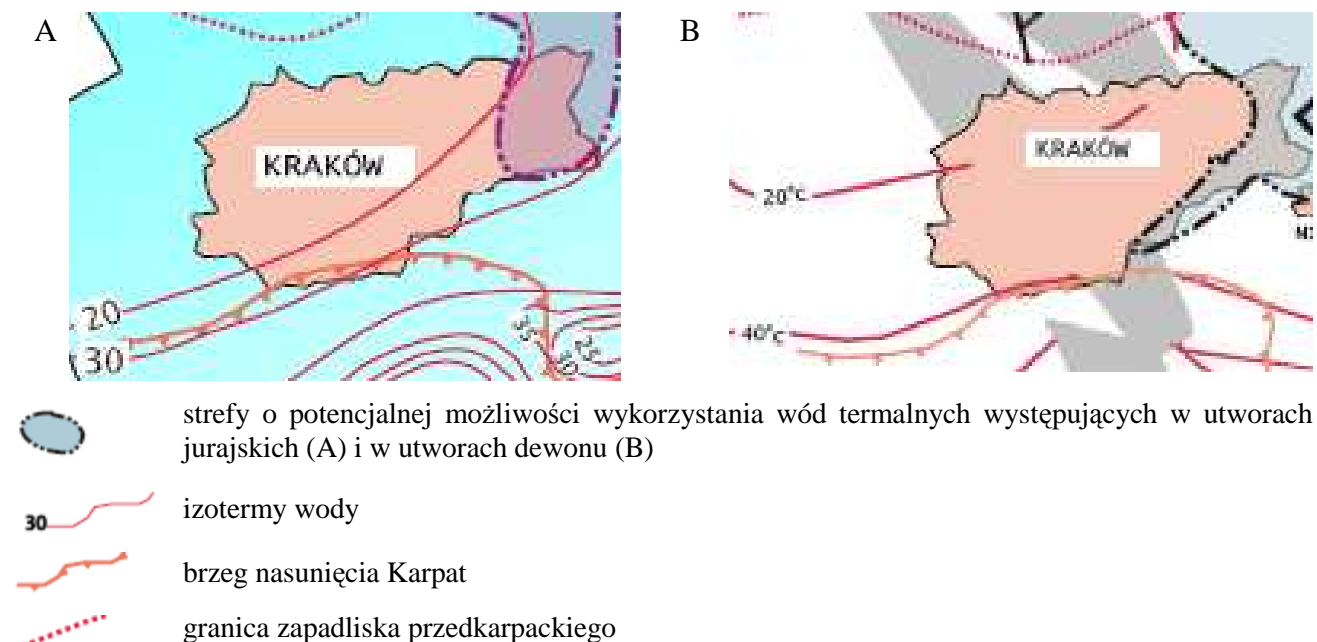
**Ryc. 33. Obiekty geologiczne o walorach dydaktycznych (wg M. Gradziński, R. Gradziński, 2009)**

### 31.3.ROZWÓJ TERMALNYCH KĄPIELISK

Wykorzystanie zasobów wód geotermalnych dla aktywizacji rekreacyjno-turystycznej wschodniej części Krakowa i wydłużenia okresu pobytu turystów w mieście, będzie warunkowane realizacją dużego kompleksu rekreacyjno-sportowo-kulturalnego w Przylasku Rusieckim, który obejmie: zespół basenów termalnych z podziałem na baseny całoroczne i sezonowe, baseny rekreacyjne, zespół parkowy, tereny sportowo-rekreacyjne, boiska sportowe, zespół półnaturalnych zbiorników wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych poszerzający ofertę rozwoju rekreacji wodnej i kąpeli słonecznych.

Wyniki ekspertyzy *Wstępne studium wykonalności zagospodarowania wód termalnych dla celów rekreacyjno-leczniczych w rejonie Kraków – Wschód wraz z biznesplanem ośrodka rekreacyjno-leczniczego* (Instytutu Energii Odnawialnej 2005), wskazują na realną możliwość wykorzystania wód dewońskich rejonu: Wyciąże, Kościelniki, Ruszcza, Przylasek dla celów balneo-rekreacji zarówno ze względu na wymagania, co do wydajności i temperatur wód, jak i zbyteczność sieci ciepłowniczej. Według przytoczonego opracowania wody termalne występują w dewonie na głębokości 1000-1700 m o mineralizacji od 35-136 g/l, temperaturze 30-45°C oraz w jurze górnej na głębokości około 700 m, mineralizacji 8 g/l i temperaturze około 24°C (ryc.33).

Możliwość wykorzystania złóż wód termalnych do rozwoju balneoterapii, postrzegać można jako dar natury i szczególną szansę dla podniesienia atrakcyjności południowo-wschodniej części Krakowa i ożywienia go poprzez budowę zespołu termalnych kąpielisk i rozwój infrastruktury towarzyszącej. Może to być także kolejny bardzo atrakcyjny obiekt na mapie turystycznej Krakowa, przyczyniający się do wydłużenia okresu pobytu turystów w mieście.



Źródło: Wstępne studium wykonalności zagospodarowania wód termalnych dla celów rekreacyjno-leczniczych w rejonie Kraków – Wschód wraz z biznesplanem ośrodka rekreacyjno-leczniczego, Zakład Energii Odnawialnej, Kraków 2005, ekspertyza wykonana na zamówienie UMK.

Ryc. 34. Mapa temperatur wód w zbiorniku górnourajskim (A) oraz w stropie zbiornika dewońskiego (B)

## **32. KIERUNKI ZAGOSPODAROWANIA TERENÓW LEŚNYCH**

Lasy Krakowa nie mają znaczenia produkcyjnego. Gospodarka w lasach Krakowa uwzględnia przede wszystkim wymogi lasów ochronnych oraz ich rolę rekreacyjno-turystyczną. Wszystkie lasy Krakowa objęte powinny być statusem lasów ochronnych. Obecnie lasy ochronne obejmują 604 ha lasów komunalnych oraz 238 ha lasów państwowych. W lasach ochronnych mogą być wznoszone budynki i budowle służące gospodarce leśnej, obronności lub bezpieczeństwu państwa, oznakowaniu nawigacyjnemu, geodezyjnemu, ochronie zdrowia oraz urządzenia służące turystyce /ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych/. Gospodarka leśna prowadzona będzie na podstawie planów urządzenia lasów.

Z uwagi na położenie kompleksów leśnych w granicach dużego miasta oprócz zabiegów ochronnych, takich jak: pielęgnacja upraw leśnych, zarówno zieleni niskiej, jak i wysokiej oraz pojedynczych drzew i gleby wokół sadzonek, odnawianie sztuczne drzewostanu, zabezpieczanie upraw leśnych przed zwierzyną, wykonywanie trzebieży i pasów przeciwpożarowych, muszą one także zostać przystosowane do pełnienia funkcji rekreacyjnej. W tym zakresie niezbędne jest utrzymywanie polan rekreacyjnych i dróg i alejek, rozwijanie szlaków pieszych i rowerowych, wykonywanie cięć krajobrazowych, dbałość o czystość kompleksów leśnych i ich bezpośredniego otoczenia.

W związku z bardzo małym arealem lasów w granicach administracyjnych Krakowa oraz w jego bezpośrednim otoczeniu istnieje potrzeba powiększania powierzchni leśnej. Szczególnie ważne jest zwiększanie ich powierzchni w strefach ochronnych ujęć wody, na obszarze uzdrowiska Swoszowice, zwłaszcza na obszarze zasilania zbiornika wód leczniczych, na terenie planowanego obszaru ochronnego GZWP 451 - subzbiornik Bogucice, na obszarach narażonych na występowanie relatywnie intensywnych ruchów masowych, a głównie osuwisk oraz w strefie przemysłowej Nowej Huty.

## **33. KIERUNKI ROZWOJU ROLNICTWA W GRANICACH KRAKOWA (STEFAN SKIBA, MAREK DREWNIK)**

Działalność rolnicza na obszarze miasta Krakowa, a szczególnie w jego lessowej części, rozpoczęła się wraz z osiedlaniem przez rolnicze społeczności kultur neolitycznych, co datowane jest na 3,5 tys. lat BC (Kruk i in. 1993, Skiba, Kołodziejczyk, 2004). Działalność rolnicza na terytorium współczesnego Krakowa jest więc starsza od historii polskiej państwowości. W czasach nowożytnych, za murami obronnymi miasta rozwijała się gospodarka rolnicza m.in. w rejonie Czarnej Wsi oraz gospodarka ogrodnicza w rejonie Łobzowa. W czasach współczesnych, szczególnie po 1945 r. obszar miasta Krakowa został powiększony o miejscowości wybitnie rolnicze np. Mogiła, Bieńczyce, Branice w ramach usytuowania tam kombinatu metalurgicznego (początkowo: Huta im. Lenina). Rozwój miasta nastąpił również w kierunku zachodnim, południowym i północnym, gdzie zostało przyłączonych do miasta Krakowa szereg wsi m.in. Bronowice, Tonie, Mydlniki. Obszary usytuowane na żyznych glebach lessowych (czarnoziemy w Nowej Hucie, gleby brunatne i płowe w Bronowicach) w dalszym ciągu stanowią obszary produkcji rolniczo-ogrodniczej (Skiba i in. 2008).

Przykładem takiej planistycznej nieroztropności i nieliczenia się z opinią przyrodników jest lokalizacja kombinatu i osiedli mieszkaniowych Nowej Huty na najlepszych w skali świata

glebach czarnoziemnych. W uzasadnieniu lokalizacji „nowego socjalistycznego miasta” przedstawiano te tereny jako gliniaste lub piaszczyste nieużytki (Blok-Iwińska, 1967).

Na terytorium Krakowa zgodnie z danymi Wydziału Kształtowania Środowiska powierzchnia użytków rolnych ogółem wynosi 13 683 ha, z tego 6840 ha stanowią grunty orne. Na podstawie zdjęcia satelitarne można jednak wnosić, że uprawianych jest prawdopodobnie tylko nieco ponad 5 tys. ha gruntów. Kierunkowo nie przewiduje się całkowitej likwidacji upraw polowych, a także łąkowych na obrzeżach Miasta. Rejon krakowski zaliczany jest bowiem do obszaru wysokiego potencjału przyrodniczego dla rolnictwa, a szczególnie produkcji warzyw. W mpzp będą wskazywane i obejmowane ochroną większe areale gruntów rolnych, szczególnie na glebach wysoko produkcyjnych /czarnoziemach i madach/.

Utrzymanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Krakowie warunkowane będzie, poza lokalnymi warunkami glebowo–bonitacyjnymi, również stanem zanieczyszczenia chemicznego gleb, oraz opłacalnością produkcji rolnej na terenach objętych procesami urbanizacji. Ze względu na zanieczyszczenia chemiczne gleb nie wszystkie grunty nadają się pod uprawę produktów żywnościowych. Uprawy rolne mogą jednak obejmować także produkcję roślin przemysłowych, która również może być ekonomicznie opłacalna. W Krakowie należy liczyć się z sytuacją prawną gruntów rolnych w związku z nowelizacją z dnia 19 grudnia 2008 r. ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych, która zlikwidowała konieczność uzyskiwania zgody na wyłączenie z gospodarki rolnej gruntów rolnych w granicach administracyjnych miast. Uchylenie takiej zgody nie oznacza likwidacji rolnictwa na terenach miast, ale jedynie pozostawienie w gestii właścicieli gruntów rolnych decyzji o ich uprawie rolniczej, która w znacznym stopniu uzależniona będzie od czynników ekonomicznych, tj. wysokości opłat za odrolnienie oraz rezygnacji z dopłat i świadczeń przysługujących rolnikom.

Ze względu na wartości ekologiczne, krajobrazowe i historyczny rozwój Miasta oraz konieczność zagospodarowania części terenów wyłączonych z zabudowy celowe byłoby objęcie ochroną wartości glebowych występujących na terytorium Krakowa, a w szczególności:

- Ocalić przed degradacją i trwałą utratą dla produkcji rolnej, funkcjonujących jeszcze wysokich klas płatów czarnoziemów w północno-wschodniej części Krakowa, gdzie gleby nie wykazują jeszcze znaczących przekroczeń zanieczyszczeń chemicznych i mogłyby stanowić cenne zaplecze produkcji rolnej. Ochroniona zostałaby w ten sposób również substancja przyrodnicza tych unikatowych w Polsce i bardzo ważnych pod względem ekologicznym i krajobrazowym czarnoziemów.
- Ograniczać osuszanie obszarów podmokłych zwłaszcza w południowej części Krakowa, gdzie występują organiczne utwory stanowiące naturalny „magazyn” wody w środowisku przyrodniczym, tworząc tam funkcjonujące naturalnie obszary gleb hydrogenicznych (torfowych, murszowych i glejowych). Obszary te mogłyby być przeznaczane, poza funkcjami rolniczymi /uprawy łąkowe i pastwiska/, na cele rekreacyjne.

W planach rozbudowy i zagospodarowania przestrzeni miasta Krakowa należy uwzględnić zasoby glebowe, ich walory rolnicze, ekologiczne i krajobrazowe (Skiba i in. 2008). Dlatego w tym opracowaniu przedstawione będą dane dotyczące gospodarki rolniczej w granicach miasta Krakowa oraz ocena istniejącego stanu i możliwych kierunków rolniczego użytkowania.



## 33.1. WARUNKI ROZWOJU ROLNICTWA

### 33.1.1. Warunki agroklimatyczne

Warunki agroklimatyczne obszaru miasta Krakowa zostały oszacowane na 14,8 punktu w 15-stopniowej skali bonitacji agroklimatycznej opracowanej przez IUNG w Puławach, a więc zostały one ocenione jako bardzo sprzyjające działalności rolniczej (Warunki..., 1979). Są to tereny, na których powinny się dobrze udawać m.in. takie wymagające rośliny jak kukurydza uprawiana na ziarno czy pszenica.

### 33.1.2. Potencjał produkcyjny gleb

Pod względem bonitacyjnym obszar miasta Krakowa wyróżnia się bardzo dużymi powierzchniami zajmowanymi przez gleby o bardzo wysokich walorach użytkowych. Gleby użytków ornych należące do I i II klasy bonitacyjnej (Tab. 39) zajmują ponad 38% powierzchni tych użytków (wobec średniej dla Polski wynoszącej niecałe 4%).

**Tabela 39. Bonitacja gruntów ornych i użytków zielonych na obszarze Krakowa na tle Polski (1979)**

Klasa bonitacyjna	Powierzchnia (ha)	Udział (%)	Polska
Użytki orne			
I	1459	10,6	3,7
II	3799	27,5	
IIIa	2422	17,6	18,8
III	1804	13,1	
IVa	1762	12,8	35,2
IVb	1277	9,3	
V	1089	7,9	37,3
VI	182	1,3	
Gleby górskie	0	0,0	5,0
Razem	13794	100,0	100,0
Użytki zielone			
I	54	1,2	.
II	332	7,2	.
III	1713	37,0	.
IV	1053	22,7	.
V	901	19,4	.
VI	580	12,5	.
Razem	4633	100,0	.

Źródło: IUNG, Puławy

Wysoki potencjał produkcyjny jest konsekwencją dużego udziału gleb wykształconych na utworach lessowych (czarnoziemy, gleby brunatne, gleby płowe) oraz mad występujących na wysokich, nadzalewowych terasach zbudowanych z pyłowych osadów aluwialnych (tab 40).

**Tabela 40. Struktura pokrywy glebowej Krakowa (2008 r.)**

Nr	Jednostka kartograficzna		Powierzchnia (ha)	Udział (%)
	Gleby główne	Gleby towarzyszące		
1	Rędziny brunatne i rędziny właściwe	Rędziny inicjalne	366,30	1,1
2	Bielice i arenosole	Gleby rdzawe	111,16	0,3
3	Gleby płowe typowe i gleby płowe opadowo-glejowe	Gleby brunatne właściwe, Gleby brunatne wylugowane	1852,93	5,7
4	Gleby brunatne kwaśne i gleby rdzawe	Gleby brunatne wylugowane	1469,13	4,5
5	Gleby brunatne właściwe i gleby brunatne wylugowane	Gleby płowe typowe, gleby brunatne deluwialne	2015,97	6,2
6	Gleby brunatne właściwe i gleby brunatne oglejone	Gleby glejowe	383,93	1,2
7	Gleby brunatne deluwialne	Gleby glejowe	455,08	1,4
8	Czarnoziemy właściwe i czarnoziemy zdegradowane	Gleby brunatne właściwe, Gleby deluwialne	2374,76	7,3
9	Czarnoziemy deluwialne	Gleby glejowe	132,54	0,4
10	Czarne ziemie	Gleby glejowe, Gleby murszowate	711,30	2,2
11	Gleby glejowe	Gleby torfiasto-glejowe, Gleby murszowate	267,43	0,8
12	Gleby murszowate i gleby murszaste	Gleby glejowe, Gleby murszowo-glejowe	1165,19	3,6
13	Gł. organiczne (torfowe, murszowe, torfowo-murszowe, mułowo-torfowe)	Gł. organiczno-mineralne (gl. torfowo-glejowe i gleby murszowo-glejowe)	410,94	1,3
14	Mady właściwe	Mady próchniczne	3514,83	10,8
15	Mady brunatne	Mady właściwe	1941,03	5,9
16	Urbanosole		10335,25	31,6
17	Technosole		4523,28	13,8
18	(wody)		652,05	2,0
	SUMA		32683,12	100,0

Źródło: *Maga gleb Krakowa (Skiba i in., 2008)*

Nieco gorszymi właściwościami odznaczają się gleby użytków zielonych, co wynika ze specyfiki miasta Krakowa, na terenie którego użytki zielone tradycyjnie występują na obszarach podmokłych (gleby: murszaste, torfowe, murszowe, glejowe).

Na najżyźniejszych glebach (czarnoziemy, gleby brunatne właściwe wykształcone z lessu, gleby płowe wykształcone z lessu oraz najlepsze mady, czarne ziemie i rędziny), za uzasadnione należy uznać zachowanie tam terenów rolniczych, pod warunkiem, że są to te obszary, które są zwarte powierzchniowo i jednocześnie nie są narażone na akumulację materiałów skażających gleby oraz na erozję. Nie wydaje się zatem celowe promowanie gospodarki rolniczej w dolinach rzek, na terasach zalewowych oraz w terenach mocno urzeźbionych, bowiem istnieje możliwość narażenia na erozję.

Dane zestawione w tab. 39 i 40 wskazują na bardzo wysoki udział gleb zaliczanych do najwyższych kompleksów pszennych, czyli kompleksu 1. i 2. (pszenny bardzo dobry i pszenny dobry). Na terenie dzielnicy Nowa Huta udział gleb zaliczonych do kompleksu 1. wynosi niemal 60% (tab. 41) przy średniej krajowej wynoszącej ok. 3,7%. Łącznie na obszarze miasta Krakowa ponad połowa obszaru gruntów ornych wg danych dla 1979 r. znajduje się w zasięgu kompleksu 1. i 2. Oznacza to wysoki udział gleb o bardzo korzystnych warunkach rozwoju rolnictwa.

**Tabela 41. Kompleksy przydatności rolniczej gleb na obszarze wybranych dzielnic i miasta Krakowa – udział w powierzchni (%) na tle danych dotyczących Polski (1979)**

	Krowodrza	Nowa Huta	Podgórze	Miasto Kraków	Polska
Grunty orne					
1. Pszenny bardzo dobry	29,3	59,9	3,7	30,6	3,7
2. Pszenny dobry	34,8	22,4	20,3	24,8	18,8
3. Pszenny wadliwy	3,8	1,8	2,9	2,7	3,6
4. Żytni bardzo dobry	6,7	2,2	8,0	5,6	15,4
5. Żytni dobry	14,9	1,6	16,3	10,6	16,2
6. Żytni słaby	8,5	0,2	17,5	9,0	18,0
7. Żytni bardzo słaby	0,2	0,0	2,7	1,1	11,5
8. Zbożowo-pastewy mocny	1,7	11,7	23,6	13,7	4,4
9. Zbożowo-pastewy słaby	0,1	0,0	4,8	1,8	3,4
14. Grunty pod użytki zielone	0,0	0,2	0,2	0,1	.
Razem grunty orne	100,0	100,0	100,0	100,0	.
Użytki zielone					
1z. Bardzo dobre i dobre	6,1	16,1	1,4	6,8	.
2z. Średnie	83,3	82,3	67,7	74,5	.
3z. Słabe i bardzo słabe	10,6	1,6	30,9	18,7	.
Razem użytki zielone	100,0	100,0	100,0	100,0	.

Źródło: IUNG, Puławy

Za najkorzystniejsze dla rozwoju rolnictwa należy więc uznać zwarte obszary gleb wykształconych z lessu znajdujące się na terenie dzielnic: IV (Prądnik Biały) – część północna, VI (Bronowice), VII (Krowodrza) – część zachodnia, XV (Mistrzejowice), XVII (Wzgórza Krzesławickie) oraz XVIII (Nowa Huta). Na obszarach zaliczonych do 1. i 2. kompleksu przydatności rolniczej gleb (kompleksy: pszenny bardzo dobry i dobry) bez ograniczeń przyrodniczych mogą być uprawiane wszystkie rośliny uprawne, m.in. pszenica, jęczmień oraz warzywa. Również bez ograniczeń przyrodniczych mogą być uprawiane rośliny pastewne.

Z ekologicznego punktu widzenia należy rozważyć możliwość przemysłowego zanieczyszczenia gleb. Badania nad zawartością metali ciężkich w glebach (Pd, Zn, Cd) na obszarze miasta Krakowa (Maciejewska i in., 2008) wykazały, że można mówić o podwyższonej zawartości tych pierwiastków w glebach, jednak wartości nie przekraczają dopuszczalnych norm wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz.U. nr 165 z dnia 4.10.2002 r., poz. 1359) poza pojedynczymi przypadkami np. gleb bezpośrednio przylegających do Kombinat Metalurgicznego w Nowej Hucie. W świetle tych danych

ocenia się stan zanieczyszczenia gleb miasta Krakowa jako nie powodujący stanu zagrożenia. Należy jednak prowadzić badania monitoringowe stanu zanieczyszczenia gleb. Ponadto celowe jest wyłączenie z użytkowania gleb namywanych (małd położonych na terasach zalewowych), gdyż może tu zachodzić zjawisko akumulacji zanieczyszczeń wraz z deponowanym materiałem. Zasadne jest także jest wyznaczenie wąskiej strefy wyłączonej z działalności rolniczej w bezpośrednim sąsiedztwie składowisk związanych z działalnością przemysłową, w celu zmniejszenia ryzyka nawiania pyłu z tych hałd.

### Warunki wodne

Bardzo korzystne na ogół uziarnienie gleb uprawnych na terenie miasta Krakowa skutkuje tym, że gleby te charakteryzują się bardzo korzystnymi warunkami wodnymi. W tabeli 42 zestawiono dane, z których wynika, że zwłaszcza na terenie Nowej Huty i Krowodrzy dominują gleby lessowe o optymalnych warunkach wodnych.

**Tabela 42. Kategorie warunków wodnych gleb dla rolnictwa na obszarze miasta Krakowa (1979 r.)**

Tereny z przewagą gleb o...	Udział w powierzchni użytków rolnych (%) w dzielnicy		
	Krowodrza	Nowa Huta	Podgórze
częstym i długotrwałym (ewent. stałym) nadmiarze wody	-	-	3
Okresowym nadmiarze wody	3	10	29
relatywnie optymalnej ilości wody	75	84	38
Okresowym niedoborze wody	20	6	26
stałym niedoborze wody	2	-	4

Źródło: IUNG, Puławy

## 33.2. STAN ROLNICTWA NA TERENIE KRAKOWA

### 33.2.1. Struktura użytkowania ziemi

Użytki rolnicze zajmują niemal połowę powierzchni miasta Krakowa. W strukturze użytków rolnych dominują grunty orne (w 2007 roku areał gruntów ornych wyniósł 6 840 ha, co stanowiło 20,9% powierzchni Krakowa) oraz użytki zielone, których powierzchnia w ostatnich latach znacząco zwiększa się, a to jest rezultatem zarzucania uprawy ornej.

**Tabela 43. Struktura użytków rolnych (dane dla gospodarstw indywidualnych) (2007 r.)**

	Powierzchnia (ha)	Wskaźnik zmian (2006=100)
Powierzchnia użytków rolnych ogółem (w tym grunty odłogowane), z tego:	13 683	100
Grunty orne	6 840	102
Sady	200	100
Łąki trwałe	1 500	115
Pastwiska	200	100

Źródło: Wydział Kształtowania Środowiska UMK

### 33.2.2. Produkcja roślinna i zwierzęca

W strukturze zasiewów (tab. 44) dominują zboża (w 2007 r. ponad 3 tys. ha) oraz ziemniaki (ponad 1,5 tys. ha). Stosunkowo dużą powierzchnię zajmują warzywa, których powierzchnia wynosi około 1 tys. ha i wykazuje coroczną tendencję do powiększania się.

**Tabela 44. Użytkowanie gruntów rolnych (2007 r.)**

	Powierzchnia upraw (ha)	Wskaźnik zmian (2006=100)
Zboża	3 155	99,5
Ziemniaki	1 525	101
Warzywa	920	100,5
Rośliny pastewne	600	100
Owoce (truskawki)	38	100
Pozostałe	602	129
Ogółem	6 840	102

Źródło: Wydział Kształtowania Środowiska UMK

Wysokości uzyskiwanych plonów roślin zbóż oraz ziemniaków (tab. 45) lokują obszar miasta Krakowa jako wyróżniający się na tle województwa małopolskiego i Polski. Natomiast słabe są wyniki zbioru siana, co można tłumaczyć tym, że na terenie Krakowa trwałe użytki zielone nie są wiodącym kierunkiem rolnictwa. Utrzymywanie trwałych użytków zielonych jest uzasadnione zwłaszcza na obszarach występowania gleb organicznych (torfowych, murszowych i torfowo-murszowych), gdyż mimo nienajlepszych plonów, jest to sposób na zachowanie obszarów bardzo cennych przyrodniczo. Lokalizacja tych gleb jest szczegółowo przedstawiona na mapie gleb (Plansza nr 6).

**Tabela 45. Wynikowe szacunki plonów (2007 r.)**

	Miasto Kraków <sup>1)</sup>		Województwo małopolskie <sup>2)</sup>	Polska <sup>3)</sup>
	Plony (q/ha)	Wskaźnik zmian (2006=100)	Plony (q/ha)	
Zboża ogółem	33,7	130	25,6	28,6
Ziemniaki	350	218	150	183
Zbiory z łąk	15	172	40,4	43,8

Źródło: <sup>1)</sup>Wydział Kształtowania Środowiska UMK, <sup>2)</sup>Małopolski Urząd Statystyczny (dane: 2006 r.), <sup>3)</sup>Główny Urząd Statystyczny

Hodowla nie jest wiodącym kierunkiem rozwoju rolnictwa na terenie miasta Krakowa. Stan pogłowia zwierząt gospodarskich ilustruje tabela 46, z której wynika, że obserwowana jest tendencja spadkową liczby sztuk zwierząt hodowlanych (o kilka procent w stosunku rocznym 2006-07). Zagęszczenie liczby tzw. sztuk dużych dla obszaru miasta Krakowa wynosi ok. 9,6 szt./100 ha użytków rolnych, przy średniej krajowej wynoszącej ok. 48 szt./100 ha użytków rolnych (wg GUS).

**Tabela 46. Stan pogłowia zwierząt gospodarskich (2007 r.)**

	Sztuk	Wskaźnik zmian (2006=100)
Pogłowie bydła ogółem, w tym:	1 000	92,5

Krowy	450	93,7
Pogłowie trzody chlewnej ogółem, w tym:	4 500	91,8
Lochy	200	92,1

*Źródło: Wydział Kształtowania Środowiska UMK*

### **33.3. OCENA ZASADNOŚCI ZACHOWANIA TERENÓW ROLNICZYCH W ODNIESIENIU DO JAKOŚCI ROLNICZEJ PRZESTRZENI PRODUKCYJNEJ**

Przedstawiona analiza warunków przyrodniczych rozwoju rolnictwa na terenie miasta Krakowa wskazuje, że jest to obszar o wybitnie wysokich walorach na tle Polski<sup>10</sup>. Na obszarze miasta Krakowa istnieją korzystne warunki agroklimatyczne, glebowe i wodne do prowadzenia gospodarki rolniczej.

Najlepsze tereny do upraw rolniczych położone są w północnej części obszaru Krakowa, z reguły w obszarach słabo zabudowanych w miejscach gdzie występują zwarte powierzchnie czarnoziemów oraz gleb brunatnych i płowych wytworzonych na lessach. Czarnoziemy należą do najlepszych utworów glebowych w skali Polski, dlatego zachowanie tam produkcji rolniczej będzie miało podwójne znaczenie. Uzyskane płody rolne (ogrodnicze) będą przydatne dla mieszkańców miasta, a zachowanie upraw na czarnoziemach pozwoli ochronić te unikatowe w skali światowej gleby przed zabudową miejską. Tylko niewielkie powierzchnie gleb położonych w bliskim sąsiedztwie kombinatu metalurgicznego wykazują podwyższone zawartości metali ciężkich.

W obszarach lessowych uprawiane są głównie zboża (pszenica), ziemniaki, rzadziej rośliny przemysłowe np. tytoń lub rzepak. Obserwuje się coraz większe powierzchnie zajmowane pod uprawy warzyw, a także sadów owocowych. Duże obszary zajmowane pod ogrodnictwo są bardzo korzystne dla miasta, a zmiana kierunku produkcji rolniczej w kierunku przewagi obszarów ogrodniczych nad zbożami jest naturalnie wymuszana przez warunki ekonomiczne. Użytki zielone (np. nadwiślańskie łąki w Nowej Hucie) mogą być wykorzystywane do produkcji siana dla wielu krakowskich stadnin koni, czyli dla rekreacyjnej gospodarki hodowlanej. Pozostałe obszary łąk mogą być wykorzystywane do celów parkowo-rekreacyjnych.

Gorsze warunki do produkcji rolniczej występują w południowej części obszaru miasta Krakowa. Występujące tam gleby wytworzone są na utworach piaszczystych (gleby brunatne) lub na podłożu skał węglanowych (rędziny) tworząc kompleksy glebowo-rolnicze przydatne co najwyżej dla uprawy żyta lub ziemniaków. Z racji niskiej bonitacji, gleby te coraz częściej nie są użytkowane tworząc zachwaszczone obszary ugorowane. Tereny te docelowo można przeznaczyć pod zabudowę lub na cele parkowo-rekreacyjne.

Na obszarach użytkowanych rolniczo należy prowadzić badania monitorujące zawartość metali ciężkich oraz innych przemysłowych składników toksycznych. Należy pamiętać, że w

<sup>10</sup> Prawdopodobnie, obok Lublina, Kraków posiada najlepsze warunki rozwoju rolnictwa wśród dużych miast Polski

aglomeracjach miejskich istnieje możliwość nieoczekiwanych skażeń przemysłowych szczególnie w sąsiedztwie zakładów przemysłowych i terenów składowych.

W zakresie ochrony gleb i kieruków gospodarki rolnej:

- Ocalić przed degradacją i trwałą utratą funkcjonujące jeszcze płaty czarnoziemów północno-wschodniej części Krakowa . Nie można tam planować zwartej zabudowy. Dotyczy to Grębałowa, Cła, Wadowa i Wrózenic. Czarnoziemy tam występujące nie wykazują znaczących przekroczeń zanieczyszczeń chemicznych i mogą, wzorem dawnego Łobzowa, stanowić tzw. ogrody Krakowa. Ochroniona zostanie w ten sposób substancja przyrodnicza tych unikatowych w Polsce i bardzo ważnych pod względem ekologicznym i krajobrazowym czarnoziemów.
- Chronić występujące w części południowo-zachodniej interesujące pod względem krajobrazowym wychodnie wapieni, na których wytworzyły się różne jednostki rędzin. Należy uwzględnić ich walory krajobrazowo-siedliskowe (murawy kserotermiczne, zbiorowiska kalcifilne). Należy planować tam tereny parkowo-rekreacyjne.
- Ograniczać osuszanie obszarów podmokłych w południowej części Krakowa. Organiczne utwory stanowią naturalny „magazyn” wody w środowisku przyrodniczym, a jego zabezpieczenie tworzą funkcjonujące tam naturalne obszary gleb hydrogenicznych (torfowych, murszowych i glejowych). Obszary te mogą być również przeznaczone na cele rekreacyjne miasta.
- Wyłączyć pas o szerokości kilkuset metrów od terenów składowych kombinatu metalurgicznego.
- Docelowym kierunkiem gospodarki rolnej może być produkcja ogrodnicza z dominacją upraw warzyw i owoców, co jednak wiązać należy z ograniczeniem emisji zanieczyszczeń, zwłaszcza w rejonie kombinatu hutniczego oraz stałym monitoringiem zanieczyszczenia pokrywy glebowej oraz upraw rolnych.





# **CZEŚĆ VI. MOŻLIWOŚCI KRYSTALIZACJI STRUKTURY PRZESTRZENNEJ KRAKOWA NA KANWIE ZIELENI – SYNTEZA W ZAKRESIE STRUKTURY PRZESTRZENNEJ ZIELENI**

## **34. POWIĄZANIA PRZYRODNICZE KRAKOWA Z TERENAMI OTACZAJĄCYMI (BOŻENA DEGÓRSKA)**

System przyrodniczy Krakowa, jako system otwarty, stanowi część systemu regionalnego, krajowego i międzynarodowego, dlatego też zachowanie istniejących powiązań przyrodniczych ma ogromne znaczenie dla funkcjonowania ekosystemów. Spójność przestrzenną pomiędzy jego najcenniejszymi obszarami o priorytetowym znaczeniu, tj. obszarami węzłowymi, zapewniają korytarze ekologiczne różnej rangi. Biologiczna funkcja korytarzy ekologicznych polega na umożliwieniu przemieszczania się gatunków roślin, zwierząt i grzybów.

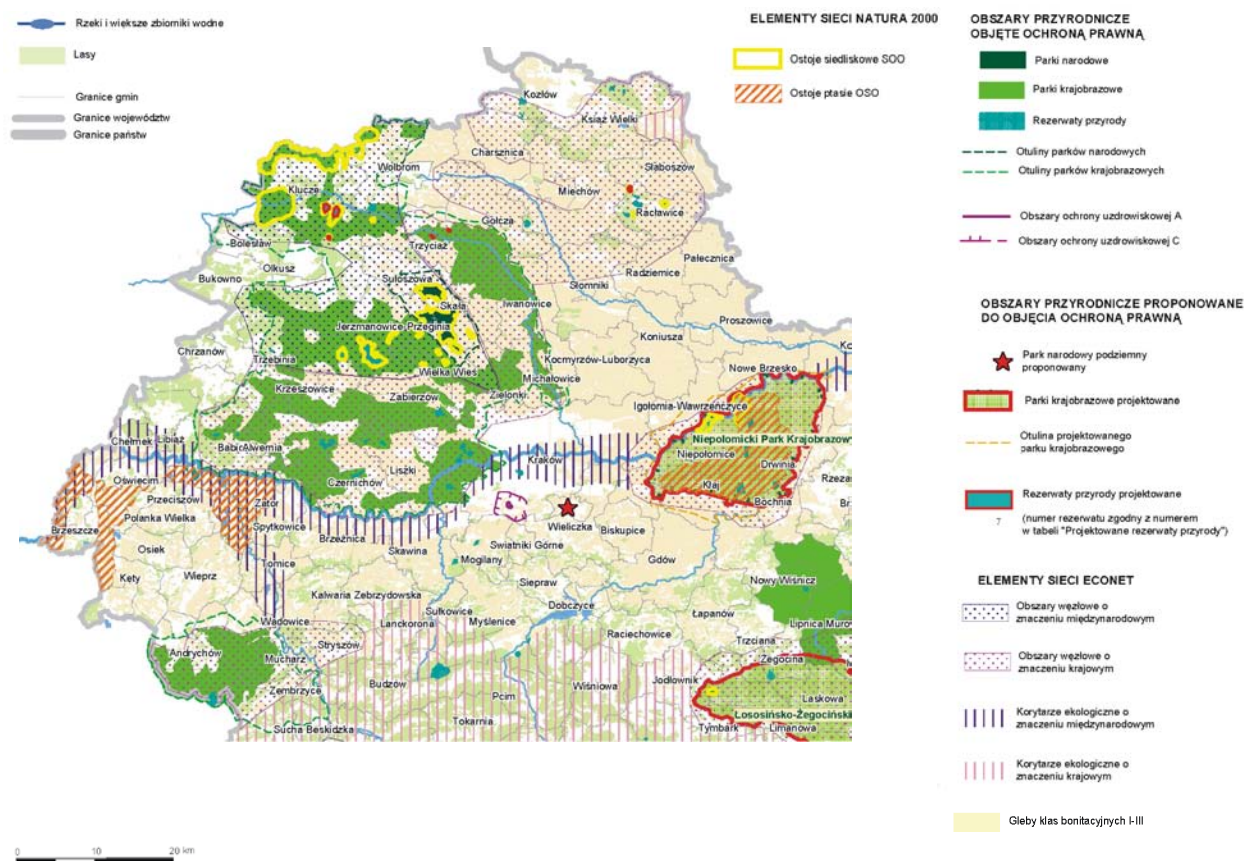
Głównym korytarzem ekologicznym na terenie Krakowa o znaczeniu międzynarodowym, włączonym do europejskiej sieci ekologicznej EECONET (European ECOlogical NETwork) jest dolina górnej Wisły, która zapewnia łączność przestrzenną trzema obszarami węzłowymi o znaczeniu krajowym: w kierunku wschodnim z Obszarem Puszczy Niepołomickiej (23K), w kierunku południowo-zachodnim z Obszarem Beskidu Śląskiego (29K), w kierunku północnym z Obszarem Krakowskim (16K). Północno-wschodnia część Obszaru Krakowskiego obejmuje położone w granicach Krakowa parki krajobrazowe. Obszar ten z kolei od północy i północno-zachodu sąsiaduje z rozległym terenem 30M - Obszarem Jury Krakowsko-Częstochowskiej o znaczeniu międzynarodowym. Koncepcja EECONET odgrywa istotną rolę we współpracy międzynarodowej. Wiąże się ściśle z Konwencją Różnorodności Biologicznej (1992), Paneuropejską Strategią Ochrony Różnorodności Ekologicznej i Krajobrazowej (1995), a także jest zgodna z polityką przestrzenną Unii Europejskiej (m.in. Europejską Perspektywą Rozwoju Przestrzennego oraz Tematyczną Strategią Rozwoju Miast). Podnoszony jest w nich problem spójności przestrzennej – w tym także ekologicznej – oraz znaczenie korytarzy ekologicznych w zapewnieniu takiej spójności. Należy bardzo wyraźnie zaznaczyć, że przerwanie ciągłości korytarza ekologicznego prowadzi m.in. do utrudnienia wymiany genów między populacjami, a w konsekwencji zmniejszenia szans przetrwania niektórych gatunków.

W zapewnieniu powiązań wymienionych obszarów węzłowych bezwzględne pierwszeństwo ma dolina Wisły, jako międzynarodowy korytarz ekologiczny. Dolina Prądnika zapewnia przestrzenną łączność z Ojcowskim Parkiem Narodowym, a dolina Dłubni z Dłubiańskim Parkiem Krajobrazowym. Duże znaczenie ma również dolina Rudawy usytuowana pomiędzy Parkiem Krajobrazowym Dolinek Krakowskich i Rudniańskim Parkiem Krajobrazowym, spinając te obszary poprzez system dolinny jej dopływów. W układzie powiązań doliny Wisły z Puszcza Niepołomicką (projektowanym parkiem krajobrazowym) ważne będzie zabezpieczenie spójności na terenie gminy Niepołomice. Ponadto dość istotną rolę korytarza migracji Kraków-Niepołomice pełni linia kolejowa. W granicach Krakowa połączenie w kierunku wschodnim z Puszcza Niepołomicką utrudniają składowiska i laguny osadowe

kombinatu hutniczego, a poza jego granicami urbanizacja przestrzeni przy drodze Niepołomice–Wola Batorska-Zabierzów Bocheński-Chobot. Łączność ekologiczna z karpackimi strukturami przyrodniczymi jest dość ograniczona. W zachowaniu powiązań przestrzennych z Pogórzem Karpackim największym zagrożeniem jest silnie urbanizujące się pasmo na linii Skawina-Wieliczka-Niepołomice, które perspektywicznie wraz z autostradą A4 może stać się szczelną barierą w łączności przestrzennej na kierunkach południowych. W tym układzie powiązań znaczenia nabierają korytarze Wilgi i Skawinki i ich dopływów.

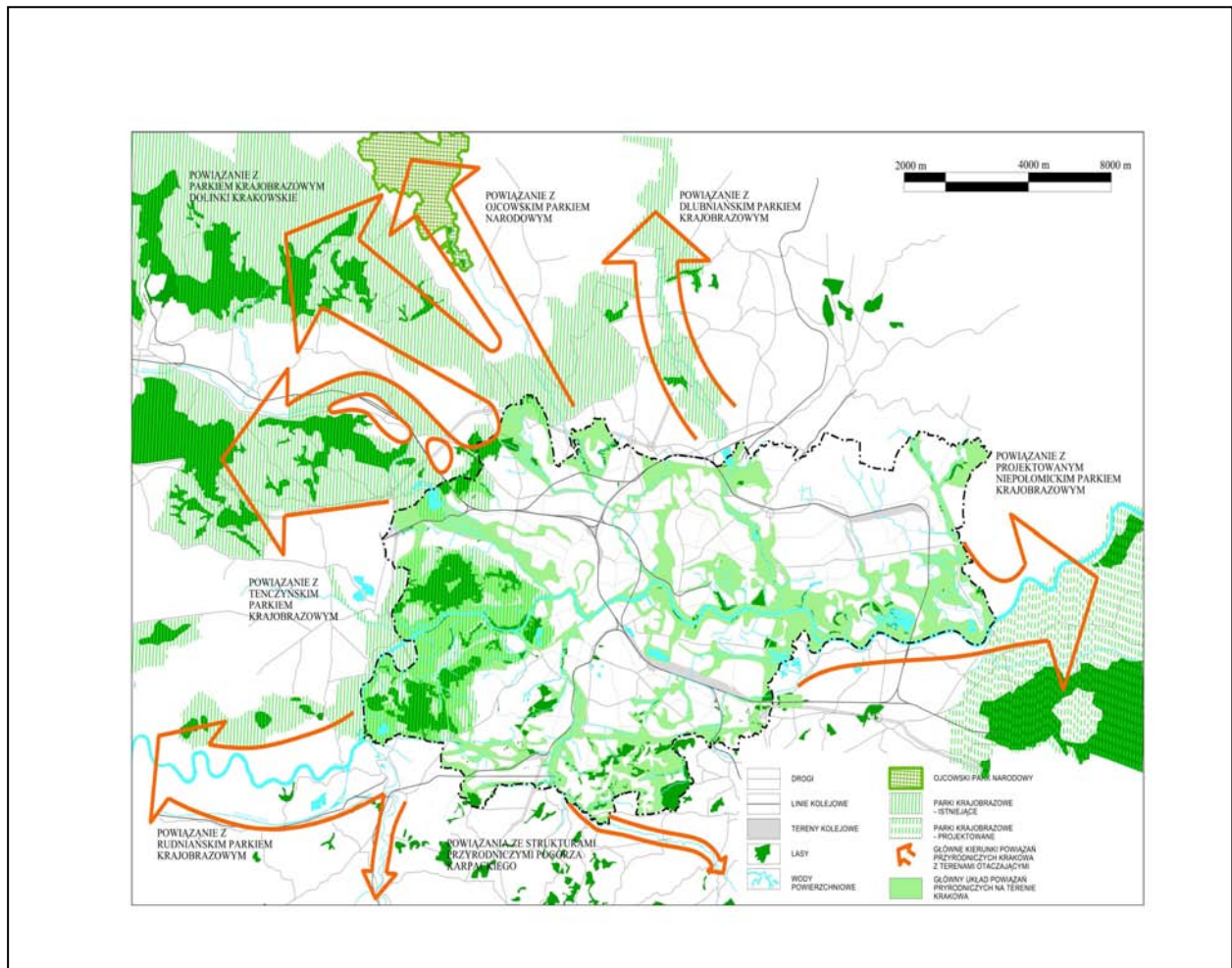
W Krakowie problem zapewnienia przyrodniczej spójności przestrzennej jest szczególnie, także ze względu na funkcjonowanie w granicach miasta obszarów Natura 2000. Wiąże się z tym wymóg ochrony korytarzy migracji pomiędzy takimi obszarami. Przez teren Krakowa nie przebiegają jednak główne powiązania wyznaczone dla obszaru Polski przez Ministerstwo Środowiska.

Zachowanie przyrodniczej spójności przestrzennej, zarówno wewnętrznej w obrębie miasta jak i zewnętrznej (łączność z terenami sąsiednimi) nie tylko wzmacnia sprawność ekosystemów miejskich, ale daje możliwość dla mieszkańców rozwoju rekreacji, w tym m. in. poprowadzenia szlaków turystycznych i ścieżek rowerowych w otoczeniu zieleni. Szczególne znaczenie, także społeczne przypadają będzie parkom rzeczonym. Korytarze ekologiczne związane z dolinami rzeczonymi odgrywają również ważną rolę w wymianie i regeneracji powietrza oraz retencji wodnej.



Źródło: Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Małopolskiego, 2003. Wycinek planszy B4 Ochrona i kształtowanie środowiska

**Ryc. 35. Kierunki ochrony i kształtowania środowiska w północno-zachodniej części województwa małopolskiego wg. Planu Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Małopolskiego**



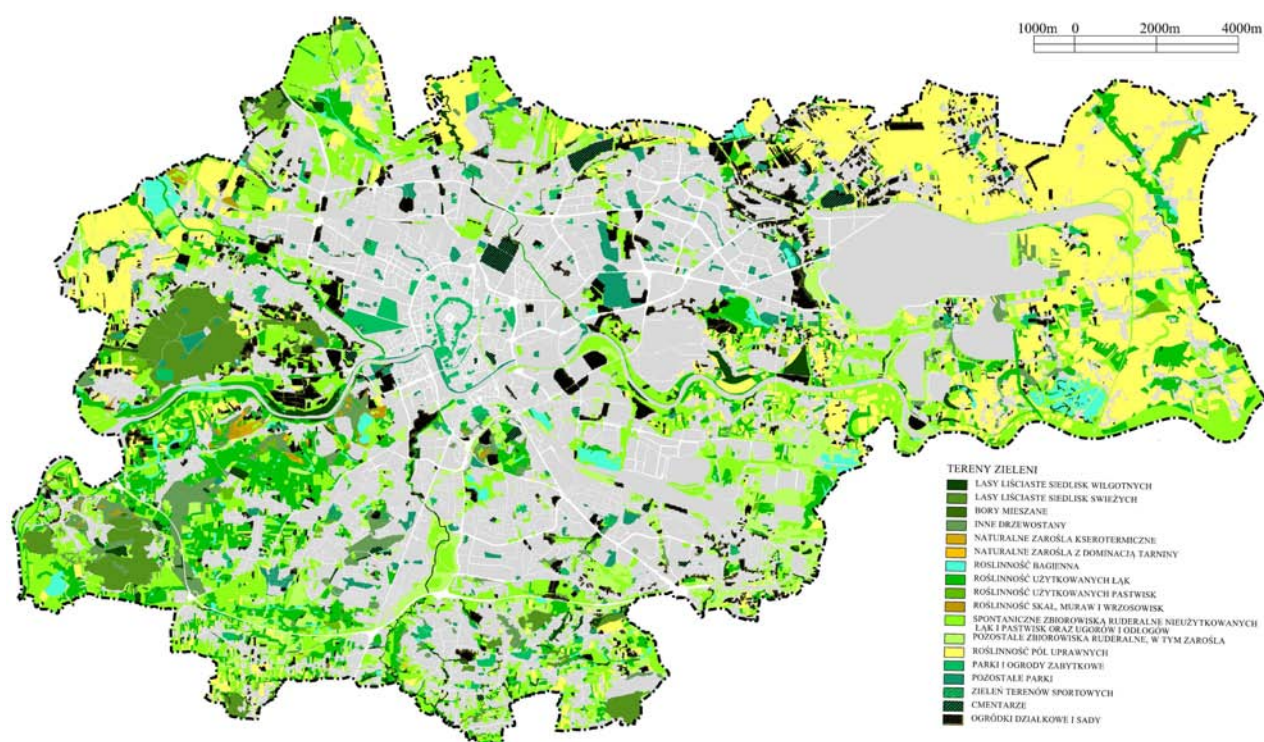
Ryc. 36 Główne powiązania systemu przyrodniczego Krakowa z otoczeniem

## 35. MOŻLIWOŚCI KSZTAŁTOWANIA STRUKTURY PRZESTRZENNEJ TERENÓW PRZYRODNICZYCH KRAKOWA (BOŻENA DEGÓRSKA)

Tereny zieleni w strukturze dużego miasta stanowią jeden z równie ważnych komponentów strukturotwórczych, jak układ komunikacyjny i układ terenów mieszkaniowych, tworzących swoistą triadę urbanistyczną. O niedocenianiu roli zieleni w procesie planowania przestrzennego Krakowa, świadczą bardzo interesujące lecz niezrealizowane koncepcje, m. in.: budowy struktury miasta na kanwie czterech pierścieni zieleni i czterech klinów zieleni (Bogdanowski, 1979) oraz postępujące obecnie zabudowywanie wyznaczonej w uchwalonym w 2003 r. *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa*, strefy kształtowania systemu przyrodniczego, a nawet planowanych parków rzecznych.

Obecny stan zagospodarowania Krakowa, wskazuje na występowanie wyraźnej dychotomii przestrzennej – intensywnie zabudowanej strefy wewnętrznej i relatywnie ekstensywnie

zagospodarowanej strefy zewnętrznej (ryc. 37), w której tereny otwarte stanowią około 2/3 powierzchni. Ponadto kład dolin rzecznych wnika wąskimi pasmami w strefę miasta zwartej. Uwarunkowania te, abstrahując od ustaleń miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego stwarzają podstawy do obrania dwóch alternatywnych rozwiązań krystalizujących strukturę przestrzenną Krakowa na kanwie zieleni, a mianowicie: utworzenie szerokiego pierścienia zieleni wokół silnie zurbanizowanego rdzenia Krakowa, o tradycyjnej strukturze pierścienia lub utworzenie struktury zbliżonej do układu pierścieniowo-klinowego, z założenia bardziej przyjaznej dla funkcjonowania systemu przyrodniczego dużego miasta, którego osnową będzie system dolin rzecznych z parkami rzeczno-terenowymi oraz obwodowymi powiązaniem w strefie zewnętrznej Krakowa.



**Ryc. 37. Otwarte tereny przyrodnicze w strukturze przestrzennej Krakowa (opracowano na podstawie *Mapy roślinności rzeczywistej Krakowa* – red. Dubiel, Szwagrzyk, 2008)**

Ważnym czynnikiem w sposób zasadniczy zmieniającym możliwości działań planistycznych mających na celu ochronę środowiska biotycznego miasta i zachowanie biologicznych podstaw życia w mieście jest dobre rozpoznanie jego zasobów przyrodniczych. Kraków jest pod tym względem w wyjątkowo korzystnej sytuacji. Wykonana w ostatnich latach przez zespół naukowców inwentaryzacja zbiorowisk roślinnych Krakowa wraz z ich waloryzacją dostarczyła potężnego narzędzia dla działań planistycznych. W powiązaniu z uzyskanym także w ostatnich latach, rozpoznaniem występowania gatunków zwierząt kluczowych do ochrony siedlisk (płazów, ptaków i motyli dziennych), dostarczono kompletnych informacji pozwalających na wytyczenie terenów, które nie powinny być zabudowane ze względu na swoje wartości przyrodnicze. Wyniki tych prac zaprezentowano w rozdziałach 9.3 i 9.4 oraz na planszy nr 9.

## **35.1. ZIELONY PIERŚCIEŃ KRAKOWA WOKÓŁ INTENSYWNIENIE ZURBANIZOWANEGO RDZENIA MIEJSKIEGO**

W Krakowie, z uwagi na dominację terenów otwartych w jego strefie zewnętrznej istnieje możliwość wykorzystanie niedocenianego w Polsce instrumentu planistycznego, jakim jest zielony pierścień, do porządkowania struktury przestrzennej. Jego utworzenie pozwoliłoby na wyznaczenie trwałej i czytelnej granicy pomiędzy strefą kształtowania miasta zwartej a strefą, w której przeważać powinny krajobrazy otwarte z enklawami osadniczymi. Ważnym celem byłoby zahamowanie bezładnego rozpraszania i rozlewania zabudowy, co dotyczy zwłaszcza strefy zewnętrznej, oraz łączenia się jednostek osadniczych poprzez utrzymywanie w krajobrazie enklaw terenów zabudowanych, głównie o charakterze osiedli zabudowy jednorodzinnej, z dopuszczeniem w uzasadnionych przypadkach enklaw niskiej zabudowy wielorodzinnej. Wewnętrzne granice pierścienia wyznaczać powinny dopuszczalne granice rozwoju terenów zabudowanych. Zabudowa w strefie zewnętrznej Krakowa nie może tworzyć dominant krajobrazowych. Ważne jest, aby osiedla takie wtapiały się w krajobraz, zwłaszcza w granicach parków krajobrazowych. Mimo że w ich obrębie forma i gabaryty budynków powinny nawiązywać do form architektury regionalnej, to w przypadku Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych, tradycyjne budownictwo podkrakowskich wsi może nie spełniać oczekiwań w odniesieniu do formy i gabarytów zabudowy, dlatego też celowe wydaje się opracowanie projektów podkreślających regionalną odrębność formy, na przykład z obowiązkowym wykorzystaniem miejscowego wapienia lub wprowadzeniem elementów drewnianych. W części uzdrowskiej konieczne wydaje się nawiązanie do tradycyjnej architektury uzdrowskiej.

Tereny wyłączone z dalszej zabudowy położone w strefie zewnętrznej Krakowa powinny zajmować nie mniej niż połowę obszaru, tworząc strukturę zielonego pierścienia wokół strefy miasta zwartej. Zbliżonymi proporcjami charakteryzuje się Zielony Pierścień Manchesteru (Ravetz, 2000). Sprawy infrastruktury liniowej wymagają natomiast odrębnego potraktowania.

Tak zarysowana strefa kształtowania zielonego pierścienia Krakowa nie jest strukturą jednorodną. Charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem głównych kierunków rozwoju, dlatego też jej struktura funkcjonalno-przestrzenna powinna zostać podporządkowana funkcjom wiodącym:

- W części zachodniej i północno-zachodniej – ochronie przyrody, krajobrazu i funkcji turystycznej i rekreacyjnej (ze względu na lokalizację parków krajobrazowych, rezerwatów przyrody, użytków ekologicznych, obszarów wskazanych do ochrony jako obiekty europejskiej sieci Natura 2000, relatywnie dużą koncentrację ekosystemów leśnych, występowanie atrakcyjnych krajobrazów jurajskich i dolinnych oraz krajobrazu warownego);
- W części południowej i południowo-wschodniej – funkcji uzdrowskiej i turystyczno-rekreacyjnej (w związku z lokalizacją uzdrowiska Swoszowice, fragmentów pierścienia Twierdzy Kraków, potencjalnymi możliwościami rozwoju kąpielisk termalnych i innych obszarów rekreacyjnych z wykorzystaniem sztucznych zbiorników wodnych);
- W części wschodniej i północno-wschodniej – funkcji rolniczej (ze względu na ochronę wyjątkowo żyznych gleb);

- W części północnej – z uwagi na skalę urbanizacji przestrzeni szczególne istotne jest wytworzenie powiązań przyrodniczych, pomiędzy wschodnim i zachodnim fragmentem pierścienia oraz ochrona istniejących jeszcze powiązań przestrzennych. Istnieje konieczność uzupełnienia ciągłości pierścienia o tereny położone na terenach sąsiednich miejscowości, domykając w ten sposób pierścień forteczny wielkiej rokadowej. Ta część miasta stanowi najbardziej problemowy fragment pierścienia.

W strukturze zielonego pierścienia strefy zewnętrznej Krakowa, szczególnego podejścia wymaga uczynienie możliwych do wyodrębnienia i ochrony odcinków pierścieniowego założenia fortecznego Twierdzy Kraków, w tym układu fortów z ich zielonym otoczeniem oraz walorów widokowych i zieleni towarzyszącej drogom rokadowym. Rewitalizacja Twierdzy Kraków obejmować powinna przywrócenie założeniom fortecznym walorów przyrodniczych kulturowych, widokowych, kompozycyjno-estetycznych i turystyczno-rekreacyjnych. Oprócz ochrony walorów krajobrazu fortecznego, trwałe zachowanie terenów otwartych w strukturze tej części miasta pozwala na ochronę otoczenia górujących w krajobrazie zespołów klasztornych oraz innych ważnych w tej części Krakowa naturalnych dominant, jak otaczające silnie zurbanizowaną część Krakowa liczne wzgórza i wyniesienia, dające szeroki wgląd w otaczający krajobraz. Wewnętrzne granice zielonego pierścienia chronić powinny także najlepiej zachowane historyczne układy urbanistyczne części dawnych osad. Struktura zielonego pierścienia stwarza możliwości zapewnienia ochrony obszarom o szczególnych walorach przyrodniczych, zachowania najżyźniejszych gruntów ornych w użytkowaniu rolniczym, dobrego zabezpieczenia powiązań przyrodniczych pomiędzy obszarami najcenniejszymi, wzmacniając funkcjonowanie systemu przyrodniczego w warunkach dużego miasta. Tereny zielone sąsiadujące z zabudową mieszkaniową stanowią doskonałe miejsce rozwoju funkcji rekreacyjno-sportowych.

Zaprezentowana koncepcja utworzenia zielonego pierścienia Krakowa w odniesieniu do obecnego stanu zagospodarowania pozwala na znaczne zwiększenie powierzchni terenów mieszkaniowych w strefie zewnętrznej Krakowa (średnio o około 25-30%), jednocześnie umożliwiając krystalizację struktury przestrzennej miasta na kanwie zieleni oraz zwiększenie jego atrakcyjności, a zatem i konkurencyjności w przestrzeni globalnej.

Wartość przyrodniczą zielonego pierścienia wzmacniają parki krajobrazowe, rezerwy przyrody, użytki ekologiczne, obszary Natura 2000) oraz lasy i doliny rzeczne, tworzące korytarze ekologiczne, które dają początek innej ważnej strukturze przestrzennej jaką jest układ parków rzecznych, wprowadzających zieleni oraz relatywnie czyste powietrze w strefę miasta zwartej. Ponadto dolinne korytarze ekologiczne zapewniają spójność strukturalną przyrodniczym Krakowa z terenami otaczającymi.

Rekapituluując można stwierdzić, że koncepcja utworzenia wielkiego pierścienia zieleni wokół strefy zwartej zabudowy miejskiej wydaje się bardzo trudna do wdrożenia, ponieważ za wyjątkiem obszaru parków krajobrazowych generowałaby zmiany większości miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, a zatem także duże koszty poniesione przez miasto. Ten układ zieleni, mimo że w bardzo czytelny sposób wyznaczać może dopuszczalne granice rozwoju intensywnej zabudowy miejskiej i terenów zabudowanych w strefie zewnętrznej Krakowa, niestety na obecnym etapie zaawansowania prac planistycznych uznać należy za strukturę czysto teoretyczną. Pozostaje więc nadal otwarte pytanie o kanwę zieleni w żywiolowo urbanizującej się przestrzeni Krakowa.

## 35.2. SIEĆ STABILNOŚCI EKOLOGICZNEJ KRAKOWA (SSEK)

System przyrodniczy, jako system otwarty, składa się ze zbiorów komponentów tworzących pewną powiązaną całość, która wyróżnia się w danym otoczeniu i charakteryzuje ją mnogość wejść i wyjść (system input-output). Dla funkcjonowania systemu środowiska przyrodniczego istotne są także czynniki zewnętrzne spoza systemu, czyli z tzw. otoczenia systemu. System środowiska przyrodniczego obejmuje cztery główne podsystemy: **biotyczny, wodny, glebowy i klimatyczny**. W każdym z wymienionych podsystemów wyróżnić można obszary, które mają największy wpływ na funkcjonowanie danego podsystemu i wymagają szczególnego potraktowania w procesie planowania przestrzennego, zwłaszcza gdy następuje kumulacja funkcji na danym obszarze. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę otwartość systemu przyrodniczego i jego podsystemów wyznaczanie ich ostrych granic przestrzennych stanowi pewną sferę umowną.

Tereny uznane za priorytetowe dla funkcjonowania systemu przyrodniczego i jego stabilności określono mianem sieci stabilności ekologicznej (plansza nr. 21). Wyznaczenie takiej sieci ma na celu:

- zapewnienie funkcjonowania ekosystemom w warunkach silnej antropopresji, w tym ciągłości przestrzennej ekosystemom przyrodniczym w skali ponadregionalnej, regionalnej i lokalnej,
- zachowanie obszarów o szczególnych walorach przyrodniczych i krajobrazowych oraz różnorodności biologicznej,
- zapewnienie dobrej jakości powietrza w mieście,
- ochronę wód i obszarów hydrogeniczych,
- zwiększenie naturalnej retencji wodnej i ochronę przed powodzią,
- ochronę i racjonalne wykorzystanie najcenniejszych gleb,
- ochronę przestrzeni wypoczynkowej i turystycznej
- zachowanie walorów widokowych.

Mając na względzie wymienione przesłanki kolejnym etapem jest inwentaryzacja i delimitacja przestrzeni miasta, która w warunkach Krakowa doprowadziła do identyfikacji następujących układów przestrzennych i obszarów priorytetowych dla funkcjonowania podsystemu lub całego systemu przyrodniczego. Należą do nich :

- układ dolinnych korytarzy ekologicznych wraz z parkami rzecznyymi oraz zielonych przerw pomiędzy terenami zabudowanymi,
- obszary o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronione, lub predysponowane do takiej ochrony, z wyłączeniem terenów o relatywnie intensywnej zabudowie,
- wody powierzchniowe i grunty hydrogeniczne,
- lasy, zadrzewienia
- układ zieleni urządzonej i półurządzonej, w tym głównie parki miejskie i tereny rekreacyjne,
- układ zieleni fortecznej Twierdzy Kraków,
- układ przewietrzania miasta,
- obszary występowania najżyźniejszych gleb.





siedliska, z których część objęto ochroną jako rezerваты przyrody i użytki ekologiczne, lub wytypowano do objęcia ochroną prawną (Kudłek, Pępkowska, Walasz Weiner, 2005; Walasz, 2003) oraz pozostałe lasy, parki miejskie i inne tereny stanowiące uzupełniające struktury przyrodnicze sieci. Z uwagi na położenie struktur przyrodniczych na obszarze wielkiego miasta muszą one łączyć cele ochrony przyrody z celami społecznymi tj. rekreacją i turystyką. Duże kompleksy żyznych gleb, poprzez włączenie do SSEK, powinny zostać zachowane dla produkcji rolnej.

W obecnej strukturze funkcjonalno-przestrzennej Krakowa wyraźnie zaznaczają się trzy wieloprzestrzenne jednostki SSEK: Bielańsko-Tyniecki Park Krajobrazowy w zachodniej części miasta, równoleżnikowy układ doliny Wisły oraz strefa wielkopowierzchniowych kompleksów gruntów ornych we wschodniej i północno-wschodniej części Krakowa (Plansza nr 21, ryc. 38). W strukturze SSEK uczytelnienia poprzez odpowiednie zagospodarowanie wymagają w szczególności dwie bardzo istotne w skali miasta struktury funkcjonalno-przestrzenne tj. układ pozostałych dolin rzecznych z parkami rzeczными oraz układ Twierdzy Kraków.

Z punktu widzenia funkcjonowania SSEK najważniejszymi strukturami są korytarze ekologiczne, których sprawność zależy przede wszystkim od stopnia ich ciągłości przestrzennej, ich szerokości, stanu zachowania ekosystemów przyrodniczych i ich odporności i użytkowania, powiązania z terenami otaczającymi, zapewnienia spójności wewnętrznej. Oprócz ciągłości przestrzennej konieczne jest zachowanie odpowiednich proporcji wolnych od zabudowy przestrzeni SSEK do terenów.

Trwałość funkcjonowania SSEK zapewnią tereny rekomendowane do wyłączenia z zabudowy, stanowiące struktury priorytetowe dla funkcjonowania sieci. Optymalnym rozwiązaniem byłoby wyłączenie całego układu przestrzennego SSEK z zabudowy, jakkolwiek w warunkach dużego miasta zazwyczaj nie jest to możliwe. Dotyczy to zwłaszcza parków krajobrazowych, ze względu na lokalizację osiedli mieszkaniowych, układu przewietrzania miasta ze względu na rozwój zabudowy w dolinach rzecznych, obszarów występowania żyznych gleb, niechronionych już zapisami *Ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych*, obszarów zasilania wód podziemnych, a także innych obszarów, które powinny podlegać znacznym ograniczeniom zabudowy. Z zabudowy muszą być wyłączone jego struktury priorytetowe, tj. , najcenniejsze obszary w parkach krajobrazowych, rezerваты przyrody, użytki ekologiczne, obszary Natura 2000, główne ciągi korytarzy ekologicznych, z parkami rzeczными, lasy, wody powierzchniowe wraz z ich najbliższym otoczeniem, tereny zieleni urządzonej i półurządzonej, tzw. zielen forteczna.

Nawiązując do doświadczeń niemieckich wydaje się, że struktury sieci stanowić powinny nie mniej niż 1/3 powierzchni miasta. Ponadto zaleca się aby na mieszkańca przypadało nie mniej niż 50 m<sup>2</sup> zieleni ogólnodostępnej.

Układ SSEK wymaga uczytelnienia w strukturze przestrzennej Krakowa, a także umocnienia formami ochrony przyrody oraz terenami zieleni urządzonej i półurządzonej.

Zagrożeniem dla funkcjonowania SSEK, a głównie korytarzy ekologicznych stanowi presja budowlana oraz infrastruktura transportowa, a głównie najbardziej obciążone szlaki komunikacyjne. Skutkuje to powstawaniem przewężeń lub fragmentacją istniejących korytarzy. Planowane obiekty infrastruktury komunikacyjnej w pasie przecięcia z istotnymi dla funkcjonowania systemu przyrodniczego korytarzami ekologicznymi muszą zapewniać przestrzenną łączność terenów przyrodniczych, systemem górnych lub dolnych przejść ekologicznych.

Jednak największym mankamentem planowania przestrzennego nie tylko Krakowa ale w skali ogólnokrajowej, jest brak trwałości ustaleń planów, zwłaszcza w zakresie kształtowania terenów zieleni. Rozrost miasta, a zwłaszcza niedostatecznie kontrolowane zjawisko rozpraszania i rozlewania zabudowy i wykorzystywanie często cennych korytarzy ekologicznych jako ciągów komunikacyjnych powoduje bezpowrotną degradację kolejnych terenów przyrodniczych, często pełniących ważne funkcje ekologiczne lub utratę walorów przyrodniczo-kulturowych i krajobrazowych.

### **35.2.1. Główne komponenty struktury przestrzennej SSEK**

#### **Korytarze ekologiczne**

Korytarze ekologiczne wraz z parkami rzecznyymi (Plansza nr 20) budują struktury przestrzenne odpowiedzialne za zachowanie przyrodniczej spójności ekosystemów, zarówno w obrębie Krakowa, jak i w układzie powiązań z otoczeniem. Nie tylko wzmacniają sprawność ekosystemów, zapewniając migrację zwierzętom, roślinom i grzybom, ale także zabezpieczają dość atrakcyjne miejsca rekreacji dla mieszkańców. Pasma przyrodnicze umożliwiają poprowadzenie szlaków turystycznych i ścieżek rowerowych w otoczeniu zieleni. Korytarze ekologiczne poza ich funkcjami przyrodniczymi odgrywają również ważną rolę w wymianie i regeneracji powietrza oraz retencji wodnej, a także porządkują strukturę przestrzenną.

W układzie korytarzy ekologicznych na terytorium Krakowa szczególną rolę odgrywają doliny rzeczne (tzw. wodne lub dolinne korytarze ekologiczne), z główną osią ekologiczną, którą wyznacza Wisła i osiami drugiego rzędu związanymi z dolinami jej większych dopływów: Rudawy, Prądnika z dopływem Sudół oraz Dłubni i Wilgi (ryc. 38, plansza nr 21). Poza układem radialnym istotne ciągi dolinne tworzą dolina Sidzinki, Potoku Kościelnickiego oraz Serafy z dopływami Potok Malinówka i Drwina Długa. Wymienione doliny stanowią ruszt ekologiczny powiązań przyrodniczych. W układzie tym ważne są także inne korytarze ekologiczne, w tym także lądowe. Istotny dla funkcjonowania ekosystemów układ powiązań przestrzennych tworzą korytarze ekologiczne łączące pomiędzy sobą zarówno najcenniejsze ekosystemy (obszary węzłowe sieci ekologicznej), jak i główne doliny rzeczne wnikające klinami w intensywnie zabudowaną tkankę miejską. Problemowi korytarzy ekologicznych poświęcono rozdział 9.3

W systemie korytarzy ekologicznych szczególne znaczenie społeczne i ekologiczne mają parki rzeczne (Plansza nr 20),

#### **Lasy**

Według mapy *Waloryzacja zbiorowisk roślinnych* (Dubiel, Szwaagrzyk – red., 2008), najcenniejszymi zbiorowiskami roślinnymi są oprócz łąk wilgotnych i zbiorowisk kserotermicznych, zbiorowiska leśne i drzewostany parków miejskich. W miastach mają szczególne znaczenie nie tylko dla funkcjonowania systemu przyrodniczego, ale przede wszystkim dla mieszkańców, zwłaszcza w zakresie rozwoju terenów rekreacyjnych, poprawy warunków aerosanitarnych i termicznych. Ich szczególna wartość wiąże się także z bardzo niską lesistością (4,5%). Według danych UMK lasy zajmują tylko 1 431 ha (stan grudzień 2008 r.). Na jednego mieszkańca przypada tylko 19m<sup>2</sup> powierzchni leśnej. Struktura wielkościowa jest także bardzo niekorzystna, ponieważ oprócz relatywnie dużego kompleksu Lasu Wolskiego (419 ha) i kilku kompleksów nieco mniejszych, pozostałe to małe i bardzo

małe enklawy leśne, a ponadto rozmieszczone nierównomiernie – głównie w zachodniej części Krakowa.

Dobłą stroną jest struktura własności gruntów leśnych (stan w końcu 2008):

- grunty leśne komunalne: 960,2 ha tj. 67,1% powierzchni leśnej, w tym lasy ochronne zajmują 604,2 ha. 900 ha (93,8%) zarządzanych jest przez Fundację Miejski Park i Ogród Zoologiczny w Krakowie, nad pozostałymi 60 ha nadzór sprawuje Gmina Miejska Kraków,
- lasy państwowe: 237,5 ha, tj. 16,6% powierzchni leśnej, w całości uznane za lasy ochronne, administruje Nadleśnictwo Myślenice,
- lasy prywatne: 194,6 ha, tj. 13,6% powierzchni leśnej,
- lasy innej własności 38,6 ha, tj. 2,7% powierzchni leśnej.

Do najlepiej zachowanych zbiorowisk leśnych należą grądy i buczyny Wzgórz Tynieckich i w Lasku Wolskiego. Do cennych należą także fragmentaryczne, płaty łągów wierzbowo-topolowych i łągi olchowo-jesionowe niskiej terasy doliny Wisły i Dłubni oraz łągu wiązowo-jesionowego, którego szczególnie piękny starodrzew zachował się w Lasku Mogilskim. Najlepiej zachowanym fragmentem doliny rzecznej z łągowymi zbiorowiskami roślinnymi jest dolina Prądnika w północnej części Krakowa, gdzie na znacznym odcinku znajduje się nieuregulowane, naturalnie meandrujące koryto.

Mimo że lasy należą do najważniejszych elementów środowiska przyrodniczego i pełnią w mieście bardzo ważne funkcje przyrodnicze, klimatyczne i społeczne, to w latach 2000-2008 przybyło tylko około 75 ha lasów, co w znaczący sposób nie poprawiło ani lesistości miasta ani struktury przyrodniczej. Gospodarka w lasach Krakowa uwzględnia przede wszystkim wymogi lasów ochronnych oraz ich rolę rekreacyjno-turystyczną. Nadal powierzchnia lasów na mieszkańca Krakowa nie przekracza 20 metrów kwadratowych, co uznaje się za bardzo niekorzystną sytuację, którą pogarsza niska lesistość terenów otaczających miasto. Wskazać należy na potrzebę dalszych zalesień. Z sytuacją tą wiąże się olbrzymia presja mieszkańców na istniejące kompleksy leśne, dlatego też ochrona każdego fragmentu lasu przed wycięciem i degradacją staje się w przypadku Krakowa bardzo ważnym celem ekologicznym. Ponadto lasy nie znajdują alternatywy w formie zieleni parkowej, co wobec globalnego ocieplenia klimatu nie będzie łagodziło uciążliwości miejskiej wyspy ciepła. Brakuje także ciągów leśnych tworzących leśne korytarze ekologiczne. Zagrożenie dla funkcjonowania ekosystemów leśnych stanowi również presja urbanizacyjna. Obecnie obrzeża lasów należą do bardzo atrakcyjnych terenów dla nowych inwestycji mieszkaniowych, pozbawiając ekosystemy strefy ekotonowej i trwale odcinając lasy od przyrodniczego zaplecza. Należy zaznaczyć, że na terenach graniczących z uciążliwym przemysłem, zieleń leśna powinna pełnić funkcję izolacyjną i sanitarną, czego nie można stwierdzić analizując otoczenie uciążliwych dla środowiska zakładów i składowisk.

Gospodarka w lasach Krakowa jest podporządkowana funkcji lasów ochronnych. W lasach ochronnych mogą być wznoszone budynki i budowle służące gospodarce leśnej, obronności lub bezpieczeństwu państwa, oznakowaniu nawigacyjnemu, geodezyjnemu, ochronie zdrowia oraz urządzenia służące turystyce /ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych/. Gospodarka leśna prowadzona będzie na podstawie planów urządzenia lasów.

Z uwagi na niewielką lesistość Krakowa oraz terenów otaczających miasto, istnieje potrzeba powiększenia obszaru leśnego przez zalesienia. W tym celu konieczny będzie wykup gruntów w celach zalesieniowych głównie w trzech strefach:

- południowej – na południe od obwodnicy A4,
- wschodniej - na wschód od obwodnicy S7,

- zachodniej - związanej z Zespołem Jurajskich Parków Krajobrazowych.

Analizę możliwości zalesienia danego terenu należy przeprowadzać indywidualnie w celu uniknięcia zalesiania cennych przyrodniczo terenów wymagających użytkowania łąkowego, a do takich należą m. in. obszary siedliskowe modraszków.

## Parki miejskie i parki rzeczne

Na terenie dzielnic mieszkaniowych, zwłaszcza w strefie intensywnie zabudowanego rdzenia Krakowa ważnym komponentem przestrzeni publicznych są parki miejskie. Ze względu na ważne funkcje społeczne, klimatyczne, aerosanitarne i biologiczne niezbędna jest ich ochrona przed zabudową i degradacją oraz rozwój nowych parków (głównie w obszarach niedosytu takich obiektów na terenach istniejącej oraz planowanej głównie intensywnej zabudowy mieszkaniowej).

Zgodnie z wytycznymi Komisji Planowania Przestrzennego i Ochrony Środowiska Rady Miasta Krakowa na posiedzeniu w dniu 23 stycznia 2006 r. przyjęła następujące stanowisko:

- ranking parków powinien być traktowany jako lista terenów wskazanych do ustanowienia parków rzecznych i miejskich, a nie jako ścisła kolejność realizacji,
- kryterium presji inwestycyjnej oraz wartość terenów do wykupienia powinny stanowić podstawę do zapisywania zadań budżetowych dotyczących wykupu terenów.

Jednocześnie część parków miejskich zakwalifikowano do parków rzecznych, stanowiących urządzoną część parków rzecznych. Zaprezentowana lista rankingowa wydaje się być słusznie przyjętym kierunkiem polityki przestrzennej miasta Krakowa w zakresie kształtowania zieleni miejskiej, jakkolwiek w takim ujęciu przy założeniu liczby ludności na poziomie 800 000 na osobę przypadać będzie około 15 m<sup>2</sup> zieleni miejskiej, co daje niewielki wzrost w odniesieniu do stanu obecnego, i łącznie z lasami nie pozwala osiągnąć zalecanego wskaźnika zieleni ogólnodostępnej 50 m<sup>2</sup> na osobę.

**Tabela 47. Lista rankingowa inwestycji miejskich w zakresie zieleni parkowej. Parki usystematyzowane zostały z uwzględnieniem ilości punktów**

L.p.	NAZWA PARKU	DZIELNICA	LOKALIZACJA	POW [HA]
1	Ruczaj	VIII	rejon ul. Kobierzyńskiej/ Lubostroń	14,1
3	Park Kurczaba (dawniej staw Rodoszczak)	XII	rejon ul. Kurczaka i Wielickiej	2,0
2	Zakrzówek I (teren BTPK; teren Parku Rzecznego Wisły)	VIII	rejon ulic: Zielna/Salezjańska/Wyłom/Ruczaj	51,6
5	Kliny-Zacisze	VIII	rejon ul. Korpala	6,3
4	Wilga-Rydlówka (teren Parku Rzecznego Wilgi)	IX	rejon ulic: Zakopiańska/ Rydlówka	25,9
6	Płaszów-Ogrody (część Parku Rzecznego Wisły)	XIII	rejon ulic: Gumniska/ Lasówka	9,5
7	Płaszów-Obóz	XIII, XI	rejon ul. Swoszowickiej	135,0
8	Rozrywka (część Parku Rzecznego Prądnika z dopływami)	III, XV	rejon ulic: Wawelska/ Rozrywka	36,6
9	Tetmajera	VI	rejon ul. Tetmajera	20,0

10	Jana Pawła II (wchodzi w Park Rieczny Wilgi)	IX	rejon ulic: Myślenicka/ Podmokła	97,0
11	Kamieniołom Mydlniki	VI	rejon ul. Balickiej	14,9
12	Dłubnia (część parku rzeczno Dłubni)	XV, XVI, XVIII, III	od zbiornika w Zesławicach do ujścia	136,6
13	Kamieniołom Tyniec	VIII	rejon ul. Bogucianka	28,3
14	Rudawa - Mydlńska (teren Parku Rieczno Rudawy)	VII	wzdłuż ul. Mydlńskiej do Rudawy	2,9
15	Park Podworski Skotniki	VIII	rejon ulic: Skotnicka/ Mochnaniec	3,0
16	Błonia Węgrzynowickie (część Parku Potoku Kościelnickiego)	XVII	rejon ulicy Węgrzynowickiej	5,3
17	Fort Skotniki	VIII	rejon ul. Kozienickiej	3,2
18	Aleksandry (część Parku Rieczno Drwinki i Serafy z Malinówką)	XII	rejon ulic: Wielicka/ Ćwiklińskiej	15,7
20	Pychowicki (teren BTPK; część Parku Rieczno Wisły)	VIII	rejon ulic: Tyniecka/Ruczaj/Falista	83,0
19	Zakrzówek II (teren BTPK; park miejski, nawiązuje do Parku Rieczno Wisły)	VIII	rejon ulic: Wyłom/ Św.Jacka	22,8
22	Nadwiślański (część Parku Rieczno Wisły)	II	od ul. Kotlarskiej do mostu Al. Pokoju/ Bielucha	21,5
24	Drwinka (część Parku Rieczno Drwinki i Serafy z Malinówką)	XI, XII	rejon ulic: Na Kozłowiec/ Facimiech/ Mokra	21,0
21	Wróblowicki (leśny)	X	rejon ulic: Wróblowicka/ Herbowa	4,0
25	Potok Siarczany (część Parku Rieczno Wilgi)	XI	rejon ulic: Stojałowskiego/ Cechowa	3,2
26	Ludwinów (część Parku rzeczno Wilgi)	VIII, XIII	rejon ulic: Rydlówka Ludwinowska	24,3
23	Las Rakowski (leśny)	X	rejon ulicy Stepowej	6,0
27	Aleksandry II (część Parku Rieczno Drwinki i Serafy z Malinówki)	XII	rejon ulic: Ćwiklińskiej Biezanowska	6,9
28	Park Duchacki	XI	rejon ulic. Estońskiej, Mochnackiego, ul. Białoruska	4,0
<b>Powierzchnia ogółem</b>				<b>804,6</b>

Źródło: Wydział Kształtowania Środowiska

W strukturze zieleni miejskiej, szczególną rolę odgrywają parki rzeczne, jakkolwiek obecna pozycja parków rzecznych wymaga jednoznacznego określenia przez Miasto stanowiska w odniesieniu do tych obszarów. Parki rzeczne, wymagają ochrony przed dalszą zabudową i uznania je za trwałe zielone struktury w przestrzeni miasta, z uwagi na funkcje społeczne (rekreacyjne), biologiczne (ważne odcinki korytarzy ekologicznych) i wentylacyjne (fragmenty systemu wymiany powietrza). Ochrona i kształtowanie parków rzecznych łączyć powinna zachowanie relatywnie naturalnych ekosystemów z zielenią kształtowaną oraz ochronę biologicznej obudowy rzek i zbiorników wodnych, jak i terenów podmokłych ważnych dla retencji wodnej i funkcjonowania siedlisk hydrogeniczych.

**Tabela 48. Powierzchnia parków rzecznych**

<b>Parki rzeczne – w zasięgu strefy ochrony:</b>	<b>POW. [HA]</b>
Park Rieczny Wisły	2614,0
Park Rieczny Prądnika z dopływami (w tym Białucha, Sudół od Modlnicy, Bibiczanka i Sudół Dominikański)	676,0
Park Rieczny Rudawy (z Młynówką Królewską)	420,0
Park Rieczny Wilgi (w tym Cyrkówka i Potok Siarczany)	350,0
Park Rieczny Dłubni(z Baranówką)	341,0
Park Rieczny Potoku Kościelnickiego	406,0
Park Rieczny Drwinki i Serafy z Malinówką	236,0

**Źródło:** Wydział Kształtowania Środowiska

Konieczne jest niedopuszczenie do zmiany formy własności gruntów komunalnych i państwowych na terenie planowanych parków miejskich i parków rzecznych. Zaleca się sukcesywny wykup takich gruntów, ponieważ docelowo parki miejskie, parki rzeczne i lasy powinny stanowić ogólnodostępne tereny zieleni. Lokalizację planowanych parków rzecznych przedstawiono na mapie nr. 20.

## **Obszary o szczególnych walorach przyrodniczych objęte ochroną prawną i rekomendowane do objęcia ochroną**

W strukturze sieci najważniejsza pozycja przypada obszarom o szczególnych walorach środowiska przyrodniczego, stanowiącym obszary węzłowe sieci (biocentra). Należą do nich obszary wskazane na mapie nr 9, w tym obszary Natura 2000, rezerваты przyrody, użytki ekologiczne, niezurbanizowane tereny parków krajobrazowych i tereny wskazane do objęcia ochroną prawną w *Koncepcji ochrony różnorodności biologicznej Krakowa* (Kudłek, Pępkowska, Walasz, Weiner, 2005). Charakterystykę obszarów chronionych z oceną funkcjonowania oraz rekomendacjami w zakresie ich zagospodarowania i ochrony przedstawiono w rozdz.11 , a ich lokalizacje w strukturze miasta na mapie nr 10 i ryc. nr 13. Ważne jest, aby tereny węzłowe miały zabezpieczoną łączność ekologiczną systemem korytarzy ekologicznych.

## PODSUMOWANIE (BOŻENA DEGÓRSKA)

W celu ochrony biologicznych podstaw funkcjonowania miasta jako swoistego megasystemu przyrodniczego i antropogenicznego oraz zabezpieczenia dziedzictwa przyrodniczego dla przyszłych pokoleń polityka przestrzenna miasta Krakowa w odniesieniu do środowiska przyrodniczego ukierunkowana powinna zostać przede wszystkim na:

- zabezpieczenie i wzmocnienie funkcjonowania systemu przyrodniczego w warunkach dużego miasta i związanej z tym silnej antropopresji, w tym zwłaszcza ochronę terenów o ważnych funkcjach biologicznych jak korytarze ekologiczne oraz tereny występowania cennych siedlisk wraz z florą i fauną, jak i ochronę różnorodności biologicznej,
- włączenie zieleni do krystalizowania struktury przestrzennej miasta,
- ochronę walorów krajobrazowych,
- łączenie funkcji ochronnych z rozwojem funkcji społecznych, takich jak: rekreacja, turystyka i dydaktyka ekologiczna,
- przeciwdziałanie naturalnym i antropogenicznym zagrożeniom środowiska,
- racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska dla rozwoju miasta.

Proponuje się, aby kanwą zieleni była Sieć Stabilności Ekologicznej Krakowa (SSEK). Tworzy ona czytelny układ przestrzenny oparty na sieci dolinnych korytarzy ekologicznych, wyłączający spod zabudowy tereny relatywnie mało korzystne lub niekorzystne do rozwoju funkcji mieszkaniowych, a najbardziej cenne pod względem przyrodniczym. Jako układ wielofunkcyjny zabezpiecza jednocześnie system wentylacji miasta i tereny rekreacyjne dla mieszkańców. Szczególną troską należy objąć ochronę wewnętrznej spójności sieci oraz zabezpieczenie powiązań z terenami otaczającymi.

Obecny stan urbanizacji przetrzeni Krakowa oraz przeznaczenia terenów w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, jak i percepcja przestrzeni miasta przez duże grupy mieszkańców postrzegających każdy niezabudowany teren jako grunt inwestycyjny, nie stwarzają realnych podstaw do ukształtowania optymalnej struktury przestrzennej terenów zieleni. Nie ma już powrotu ani do interesującej koncepcji profesora Bogdanowskiego „cztery pierścienie i cztery parki krajobrazowe”, ani nawet pojedynczego szerokiego pierścienia o typowej strukturze przestrzennej w strefie zewnętrznej Krakowa.

Uwzględniając istniejące uwarunkowania za kanwą zieleni Krakowa można uznać:

- zachodni klin zieleni, jaki tworzy niezabudowana część Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego,
- system dolin rzecznych z parkami rzeczными (tzw. wodne lub dolinne korytarze ekologiczne),
- wielkopowierzchniowe kompleksy gruntów ornych w rejonach występowania najżyźniejszych gleb,
- dwa pierścienie zieleni: zewnętrzny - relatywnie wąski pierścień zieleni z rozszerzeniem w rejonie parków krajobrazowych, częściowo nawiązujący do wielkiej rokadowej i wewnętrzny, jaki stanowią Planty.

Zaproponowany układ o charakterze promienisto-koncentrycznym, nawiązuje częściowo do koncepcji profesora Bogdanowskiego (1979), jakkolwiek z proponowanych przez wymienionego autora czterech pierścieni pozostały dwa.

W kształtowaniu struktury przestrzennej SSEK szczególną rolę pełni układ korytarzy ekologicznych z systemem parków rzecznych oraz tzw. biocentra, obejmujące najcenniejsze biotopy wraz z ich florą i fauną włączając także lasy i parki miejskie. Korytarze ekologiczne zapewniają powiązania przyrodnicze pomiędzy biocentrami, które tworzą tereny objęte formami ochrony przyrody (w tym obszary Natura 2000, rezerваты przyrody oraz najcenniejsze pod względem przyrodniczym tereny w parkach krajobrazowych), obszary proponowane do objęcia formami ochrony przyrody oraz inne tereny o dużej cenie przyrodniczej. Strukturę SSEK uzupełniają, szczególnie ważne dla mieszkańców Krakowa i równie cenne dla funkcjonowania systemu przyrodniczego w mieście, różnej wielkości enklawy parków miejskich i lasów. Wymienione tereny wymagają ochrony przed zabudową planami miejscowymi o charakterze ochronnym. W przypadku osłabienia zapisów dotyczących zakazu zabudowy na terenie SSEK, zwłaszcza w parkach rzecznych, ich rola jako głównych struktur zieleni i klinów nawietrzających w Krakowie zostanie na trwałe zaprzeczona.

Układ terenów zieleni nadal w zbyt małym stopniu stanowi czynnik traktowany jako równie ważny, porównywalny z terenami komunikacyjnymi i mieszkaniowymi, w kształtowaniu struktury przestrzennej Krakowa. Istnieje poważne zagrożenie, że głównymi pasmami terenów otwartych może stać się układ komunikacyjny, który przejmie kolejne pasma zieleni. Nadal aktualne jest pytanie Profesora Bogdanowskiego (1979), „*Czy w anachroniczny sposób wszechpotężny układ komunikacji stanie się kanwą Krakowa, czy zgodnie z humanitarnym rozwojem miasta utworzony zostanie jeden system zieleni, dając prawdziwie nowoczesny wątek miastu – kanwę zieleni*”. Niestety obecne podejście do terenów zieleni może przynieść odpowiedź, w której stronę przegraną pozostanie przyroda. Dalsza ochrona parków rzecznych i znajdujących się w granicach miasta parków krajobrazowych, stanowiących kanwę zieleni Krakowa, zależeć będzie od odpowiedzialnie prowadzonej polityki przestrzennej. W obecnej sytuacji prawnej oraz sytuacji wynikającej z zaawansowania prac planistycznych nawet obrona ostatniej koncepcji, dotyczącej tworzenia parków rzecznych (Böhm, 2003), zapisanej w *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Krakowa* z 2003 r. wydaje się trudna do realizacji, ze względu na olbrzymią presję zabudowy oraz brak akceptacji lokalnych społeczności.

Z uwagi na znaczne zanieczyszczenie Krakowa, oprócz działań ukierunkowanych na likwidowanie źródeł emisji, niezbędne są działania ukierunkowane na zwiększanie powierzchni terenów zieleni, a głównie zieleni wysokiej, stanowiącej naturalny filtr zanieczyszczeń, w tym zanieczyszczeń pyłowych, które stanowią dotychczas nierozwiązany problem dla mieszkańców Krakowa. Rozwój terenów zieleni to także skuteczny sposób na łagodzenie uciążliwości miejskiej wyspy ciepła.

Źródła emisji zanieczyszczeń w pierwszej kolejności powinny być likwidowane lub zastępowane alternatywną energią w granicach systemu wymiany i regeneracji powietrza. Do najpilniejszych działań należy redukcja pyłów i zanieczyszczeń komunikacyjnych. Szczególnie ważne jest także rozwiązanie problemu emisji niskiej i niedostatecznie kontrolowanej ze źródeł skoncentrowanych na terenie kombinatu hutniczego i w jego otoczeniu oraz w obrębie Starego Miasta.

Kraków posiada relatywnie dobre warunki dla budownictwa. Wśród niebezpiecznych zagrożeń pilnego rozwiązania wymaga ograniczenie zagrożenia powodzią, tym bardziej, że przejście fal wezbraniowych przez Kraków w 2010 r. wykazało niedostateczną ochronę



miasta przed powodzią. Nerozwiany jest także problem podtopień oraz odprowadzania wód opadowych i ich retencjonowania. Na obszarach o dużych spadkach istnieje możliwość wystąpienia ruchów masowych, w tym osuwisk. Najbardziej zagrożone obszary wymagają zakazu zabudowy, inne wprowadzenia ograniczeń.

Etapowego porządkowania wymaga także gospodarka odpadami, zwłaszcza pilne sfinalizowanie budowy spalarni odpadów.

Główne zagrożenia dla jakości wód wiążą się z odprowadzaniem nieoczyszczonych wód opadowych do cieków, brakiem pełnego wyposażenia miasta w sieciowe systemy odprowadzania ścieków z doprowadzeniem do oczyszczalni, zbyt dużym udziałem oczyszczalni mechanicznych w oczyszczaniu ścieków przemysłowych. Rozwiązania wymaga także problem składowania popiołu i żużlu na terenie miasta oraz lokalizacji lagun osadowych w strefie hydraulicznego kontaktu z Wisłą, na terenie projektowanej sieci stabilności ekologicznej, a dodatkowo w obszarze zagrożonym powodzią.

Coraz większe zagrożenie dla mieszkańców Krakowa stanowi hałas, którego ograniczanie wymaga nie tylko ekranizowania tras o dużym natężeniu ruchu, co w miastach degraduje krajobraz, ale skutecznych interwencji planistycznych poprzez odpowiednie kształtowanie przestrzeni i funkcji.

Wskazuje się na potrzebę przeciwdziałania rozpraszaniu i rozlewaniu się zabudowy. Zjawisko to nie tylko powoduje fragmentację korytarzy ekologicznych i izolację ekosystemów, ale także tworzy amorficzny krajobraz. Kraków wyróżniający się relatywnie harmonijnym krajobrazem śródmiejskim obecnie narażony jest na pogłębiający się chaos przestrzenny, zwłaszcza w strefie otaczającej intensywnie zabudowany rdzeń. Niezbędne jest także podjęcie studiów krajobrazowych w celu wskazania ewentualnej lokalizacji obiektów wysokościowych.

Wskazuje się na potrzebę rozwijania czystych energii, zwłaszcza na relatywnie duże możliwości zagospodarowania energii geotermalnej.

Rozwój żeglugi na Wiśle wymaga kilku niezbędnych inwestycji m. in. modernizacji stopni wodnych Dąbie i Przewóz, przebudowy Mostu Dębnickiego oraz budowy przystani i portów rzecznych. Do poprawy warunków transportu rzeczno-żeglownego, a jednocześnie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, mikroklimatu i walorów krajobrazowych może przyczynić się budowa Kanału Krakowskiego, pod warunkiem ochrony planowanej trasy przebiegu przed zabudową.

Zróżnicowanie krajobrazowe i walory przyrodnicze Krakowa powinny być w znacznie wyższym stopniu niż obecnie wykorzystywane do celów turystycznych. Licznie odwiedzający Kraków turyści, w tym także wycieczki szkolne mogłyby poznawać krajobraz i przyrodę Krakowa na specjalnie przygotowanych w tym celu trasach. Produkt turystyczny oparty na walorach przyrodniczych mógłby być dodatkowym celem rozszerzającym ofertę turystyczną, atrakcyjną również dla turystów z zagranicy.

Do zwiększenia atrakcyjności oferty turystycznej i wydłużenia pobytu turystów powinien przyczynić się rozwój uzdrowiska Swoszowice oraz termalnych kąpielisk w Przylasku Rusieckim. Rozwój tych funkcji wymaga jednak odpowiedniego zainwestowania i promocji.

Istnieje także możliwość wykorzystania w znacznie szerszym stopniu niż obecnie walorów turystyczno-rekreacyjnych związanych z wodami powierzchniowymi, zwłaszcza rozwijania turystycznej i komunikacyjnej żeglugi na Wiśle oraz zwiększenia terenów rekreacyjnych nad istniejącymi zbiornikami wodnymi, pod warunkiem, że zagospodarowanie otoczenia będzie znacznie bardziej atrakcyjne, a wody zapewnią wymaganą jakość do tworzenia kąpielisk.

Adaptacja obszarów o ważnych funkcjach ekologicznych dla celów turystyczno-rekreacyjnych i gospodarczych wymaga jednak przestrzegania zasady nadrzędności celów ochrony przyrody nad innymi i minimalizowania szkód dla środowiska przy realizacji ważnych dla Miasta inwestycji, w tym zachowania drożności i odpowiedniej szerokości korytarzy ekologicznych oraz zabezpieczenia terenów o wysokiej cenności przyrodniczej.

Wzrastający popyt na czyste środowisko, postrzegane coraz częściej jako jeden z ważnych czynników atrakcyjności wpływających na jakość życia pozwala stwierdzić, że **miasto, które nie będzie przyjazne dla środowiska nie przeżyje w konkurencyjnej przestrzeni XXI wieku** (Degórska, 2010).

## SPIS LITERATURY

- Alexandrowicz S., 1954, *Turon południowej części Wyżyny Krakowskiej*, Acta Geologica Polonica, 4, s. 361–389.
- Alexandrowicz S. W., 1956, *Stary obryw skalny w Tyńcu koło Krakowa*, Biuletyn Instytutu Geologicznego, 108, s. 5–16.
- Alexandrowicz S., 1960, *Budowa geologiczna okolic Tyńca*, Biuletyn Instytutu Geologicznego, 152.
- Alexandrowicz S. W., 1964, *Przejawy tektoniki mioceńskiej w Zagłębiu Górn Śląskim*, Acta Geologica Polonica, 14, s. 175–231.
- Atlas podziału hydrograficznego Polski*, H. Czarnecka (red.), 2005, IMGW, Ministerstwo Środowiska, NFOŚiGW, Warszawa.
- Balon J., German K., 2007, *Struktura krajobrazu jako wyraz odrębności fizycznogeograficznej Bramy Krakowskiej*, [w:] K. Ostaszewska i inni (red.), *Znaczenie badań krajobrazowych do zrównoważonego rozwoju*, Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- Baścik M., Chełmicki W., 2003, *Komentarz do Mapy Hydrograficznej w skali 1:50 000. Arkusz M-34-76-B Skawina*, Główny Geodeta Kraju i GEPOL, Poznań.
- Baścik M., Chełmicki W., 2003, *Komentarz do Mapy Hydrograficznej w skali 1:50000. Arkusz M-34-77-A Wieliczka*, Główny Geodeta Kraju i GEPOL, Poznań
- Baścik M., 2009, *Wody powierzchniowe Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, (CD, mapa).
- Bednarek R., Dębicki R., Skiba S., Zagórski Z., 2003, *Funkcje gleby w środowisku przyrodniczym*, [w:] S. Skiba, M. Drewnik, A. Kacprzak (red.), *Gleba w środowisku*, 26 Kongres Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego, Kraków, s. 32–35.
- Bieleński A.K., 1984, *Materiały do historii powodzi w dorzeczu górnej Wisły*, Politechnika Krakowska, Monografia, 30.
- Blok-Iwińska A., 1967, *Z problemów lokalizacyjnych Huty im. Lenina*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne 165, 15, s. 32–42.
- Błażejczyk K., 2008, *Analiza stanu aerosanitarnego Krakowa oraz opracowanie koncepcji układu nawietrzania miasta i regeneracji powietrza wraz ze wskazaniem możliwości rozwoju określonych funkcji i ograniczeń w użytkowaniu*, (CD, mapa).
- Bogacz K., 1967, *Budowa geologiczna północnego obrzeżenia rowu krzeszowickiego*, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, Prace Geologiczne, 41, s. 5–87.
- Bogdanowski j., 1979, *Warownie i zieleń Twierdzy Kraków*, Wydawnictwo literackie Kraków,
- Bokwa A., 2007, *Zanieczyszczenie powietrza*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 187–199.
- Bokwa A., 2010, *Wieloletnie zmiany struktury mezoklimatu miasta na przykładzie Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 2010.
- Böhm A., 2001, *Parki rzeczne w krajobrazie Krakowa*, Architektura Krajobrazu, 2-3/2001, s. 17-22

- Budek L., Wardas M., Kijas A., Gembalska R., 2004, *Zanieczyszczenie metalami ciężkimi środowiska rzeki Serafy (rejon Krakowa) – porównanie stanu sprzed i po powodzi w 1997 roku*, *Geologia*, 30, 2, s. 175–189
- Buła Z., 2000, *Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski*, *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 171, s. 1–89.
- Burtan J., 1954, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz M34 77A Wieliczka*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Bzowski M., Wiatrak W., 2005, *Prognoza oddziaływania na środowisko ustaleń Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego obszaru otoczenia Portu Lotniczego Kraków-Balice w Krakowie*, Eco-concept, Kraków.
- Chowaniec J., 1997, *Objaśnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Niepołomice (974)*, MOŚZNiL, PIG, Warszawa, 17. [1]
- Chowaniec J., Freiwald P., Nescieruk P., Patorski R., 2005, *Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których ruchy te występują w obrębie dzielnic I-VII, m.* Dokumentacja opracowana na zlecenie Urzędu Miasta Krakowa w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego
- Chowaniec J., Freiwald P., Nescieruk P., Patorski R., 2006, *Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których ruchy te występują w obrębie dzielnic VIII-XIII m. Krakowa*, Dokumentacja opracowana na zlecenie Urzędu Miasta Krakowa w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego
- Chowaniec J., Freiwald P., Nescieruk P., Patorski R., 2007, *Inwentaryzacja wraz z udokumentowaniem terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz terenów, na których ruchy te występują w obrębie dzielnic XIV-XVIII m. Krakowa, 2007*, Dokumentacja opracowana na zlecenie Urzędu Miasta Krakowa w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego
- Ciszewski D., Pociask-Karteczka J., Żelazny M., 1996–1997, *Metale ciężkie w osadach zbiorników wodnych na terenie Krakowa*, *Folia Geographica, seria Geographica-Physica*, 28, s. 27–33.
- Czaja S., 1998., *Globalne zmiany klimatyczne*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Czarnecka, L., Dębska B., 2009, *Ocena wstępna zanieczyszczenia powietrza pyłem PM<sub>2,5</sub> w województwie małopolskim*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie,
- Degórska B., 2003. *Przyrodniczy system terenów otwartych jako element stabilizujący strukturę przestrzenną obszarów metropolitalnych*, [w:] Z. Ziolo, T. Ślęzak (red.) *Spółeczno-gospodarcze i przyrodnicze aspekty ładu przestrzennego*, *Biuletyn PAN Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju* 205: 207–219.
- Degórska B. 2007. *Spontaniczny rozwój zabudowy na obszarze metropolitalnym Warszawy jako przykład istotnego problemu planowania przestrzennego*, [w:] S. Kozłowski, P. Legutko-Kobus (red.), *Planowanie przestrzenne – szanse i zagrożenia społeczno-środowiskowe*, *Katolicki Uniwersytet Lubelski*, Lublin: 292–311.
- Degórska B., 2009, *Sieć stabilności ekologicznej jako ważny czynnik zrównoważonego rozwoju dużego miasta na przykładzie Krakowa*, [w:] W. Jędrzejewski, D. Ławreszuk,

- (red.), Ochrona łączności ekologicznej w Polsce, „Wdrażanie koncepcji korytarzy ekologicznych w Polsce, Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża.
- Degórska B., 2010, *Krystalizacja struktury przestrzennej Krakowa na kanwie zieleni*. [w:] J.M. Chmielewski, G. Węclawowicz (red.) Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego a miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, Biuletyn KPZK PAN , zeszyt 245, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, Polska Akademia Nauk, 70-102 i 126-127,
- Degórska B., Deręgowska A. 2008. Zmiany krajobrazu Obszaru Metropolitalnego Warszawy na przełomie XX i XXI wieku, Atlas Warszawy Nr 10, IG i PZ PAN.
- Drewnik M., Skiba S., 2009, Ocena istniejących i perspektywicznych kierunków rolniczego użytkowania ziemi i rozwoju rolnictwa w granicach Krakowa, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, (CD).
- Drewnik M. Żyła M., Wójcik S., 2007, *Gleby*, [w:] *Atlas Kampusu 600-lecia odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, s. 46–47.
- Dubiel E., 2005, *Mapa zbiorowisk roślinnych III Kampusu Uniwersytetu Jagiellońskiego i okolic*.
- Dubiel E., Szwagrzyk J. (red.), 2007, *Mapa roślinności rzeczywistej Krakowa i wyznaczenie obszarów przyrodniczo najcenniejszych, niezbędnych dla zachowania równowagi ekosystemu miasta.*, ProGea Consulting, (CD).
- Dubiel E., Szwagrzyk J. (red.) 2008, *Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa*, Urząd Miasta Krakowa, Kraków.
- Duda R., Haładus A., Witczak S., 1997, *Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Kraków (wraz z objaśnieniami)*, PIG, Warszawa.
- Duda R., Haładus A., Witczak S., 1997, *Objaśnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków (973)*, MOŚZNiL, PIG, Warszawa, 33. [2]
- Dynowska I., 1980, *Stosunki wodne miejskiego województwa krakowskiego*, Folia Geographica, seria Geographica-Physica, 13, s. 51–73.
- Dynowski J., 1974, *Stosunki wodne obszaru miasta Krakowa*, Folia Geographica, seria Geographica- Physica, 8, s. 103–144.
- Dynowski J., 1988, *Mapa Hydrograficzna*, [w:] K. Trafas (red.), *Atlas Miasta Krakowa*, Instytut Geografii UJ, Urząd Miasta Krakowa, Wydż. Geodezji i Gospodarki Gruntami, PPWK.
- Dżużyński S., 1952, *Powstanie wapieni skalistych jury krakowskiej*, Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 21, s. 125–160.
- Dżużyński S., 1953., *Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej*, Acta Geologica Polonica, 3, s. 325–440.
- Dżużyński S., Henkiel A., Klimek K., Pokorny J., 1966, *Rozwój rzeźby dolinnej południowej części Wyżyny Krakowskiej*, Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 32, s. 320–343.
- Faracik R., Kurek W., Mika M., Palusiński R., Pitrus E., Piziak B., Ptaszycka-Jackowska., Rotter-Jarzębińska K., Wilkowska A., Zawilińska B., 2008, *Waloryzacja przestrzeni miejskiej Krakowa dla potrzeb turystyki*, UJ Kraków

- Felisiak I., 1992, *Osady krasowe oligocenu i wczesnego miocenu oraz ich znaczenie dla poznania rozwoju tektoniki i rzeźby okolic Krakowa*, Annales Societatis Geologorum Poloniae, 62, s. 173–207.
- Flisowski J., Konkol T., Wieczysty A., 1966, *Analiza wpływu próbnego piętrzenia Wisły w Dąbiu na poziom wody podziemnej w Krakowie*, [w:] *Problemy regulacji stosunków wodnych na obszarze miasta Krakowa w związku z piętrzeniem Wisły jazem w Dąbiu*, Politechnika Krakowska, Kraków, s. 97–116. [5]
- Gąsiorek M., 2003, *Wpływ antropogenicznych przekształceń na właściwości gleb ogrodów klasztornych Krakowa*, Rozprawa doktorska, AR w Krakowie (manuskrypt).
- Gilewska S., Starkel L., 1979, *Mapa Geomorfologiczna. Typy rzeźby*, Atlas Miejskiego Województwa Krakowskiego, Wyd. PAN Oddział w Krakowie, Komisja Nauk Geograficznych, Urząd Miasta Krakowa, Kraków.
- Głowaciński Z. 2002. *Czerwona Lista Zwierząt Ginących i Zagrożonych w Polsce*. IOP PAN. Kraków.
- Golonka J., Boryszowski A, Paul,Z., Ryłko W., 1978, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski – wydanie tymczasowe 1:50 000. Arkusz M34 76B Myślenice*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Gorczyca E., Izmailów B., Kłapyta P., Korpak J., Krzemień K., Michno A., Święchowicz J., Wrońska D., 2007, *Rzeźba terenu*, [w:] *Atlas otoczenia Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków.
- Gradziński M., Gradziński R., Paszkowski M., 1995, *Dwa poziomy caliche w osadach miocenu w Przegorzałach na terenie Krakowa*, Przegląd Geologiczny, 43, s. 644–646.
- Gradziński R., 1955, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz M34 65C Niepołomice*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Gradziński R., 1955, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Niepołomice*, PIG, Warszawa.
- Gradziński R., 1962, *Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej*, Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 31, s. 429–487.
- Gradziński R., 1972., *Przewodnik Geologiczny po okolicach Krakowa*, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Gradziński R., 1974, *Budowa geologiczna terytorium Krakowa*, Folia Geographica, seria Geographica-Physica, 8, s. 11–17.
- Gradziński R., Gradziński M., Michalik S., 1994, *Przyroda. Natura i kultura w krajobrazie Jury, t. 3*, Zarząd Jurajskich Parków Krajobrazowych w Krakowie, Kraków.
- Grodzińska K., Godzik B., Szarek G., 1996, *Krakowskie ogrody działkowe – skażenie warzyw i gleb metalami ciężkim*, Folia Geographica, seria Geographica Physica, 26–27, s. 113–138.
- Gradziński M., Gradziński R., 2009, *Charakterystyka budowy geologicznej miasta Krakowa (CD, mapa)*.
- Grzegorzczak K., 2008, *Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszarów ochronnych zbiornika wód podziemnych Częstochowa (E),(GZWP nr 326)*, PG Wrocław.

- Höppe P., 1995, *Effects of environmental ozone on the lung function of senior citizens*, International Journal of Biometeorology, 38, 2, s. 122–125.
- Hessman-Kosaris A., 1998, *Wpływ pogody na samopoczucie*, Diogenes, Warszawa.
- Hrebenda M., Kruk L., Leśniak J., Orłak M., Reczek D., *Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla potrzeb miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Wyciąże” w Krakowie*, KPG „Progeo”, Archiwum OK PIG, Kraków.
- IUSS Working Group WRB, 2007, *World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007*, A framework for international classification and communication, World Soil Resources Reports, 103, FAO, Rome.
- Izmałłow B., 2009, *Charakterystyka rzeźby miasta Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, (CD, mapa).
- Jaroszewski W., 1968, *Gzymsy tektoniczne – nowy element drobnej tektoniki*, Acta Geologica Polonica, 18, s. 179–203.
- Juda J., Chróściel S., 1974, *Ochrona powietrza atmosferycznego*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Juda-Rezler K., 2000, *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Kamieński M., Rutkowski J., 1975, *Surowce skalne*, [w:] M. Kamieński (red.), *Surowce mineralne regionu krakowskiego*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, s. 86–145.
- Kaniecki A., Pociask-Karteczka J., 1997, *Komentarz do Mapy hydrograficznej 1: 50 000. Arkusz M-34-64-D, Kraków Zachód, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.*
- Kleczkowski A., 1974, *Zaopatrzenie w wodę i regulacja stosunków wodnych w Krakowie*, Zeszyty Naukowe AGH, 361, Sozologia i Sozotechnika, 1, s. 69–77.
- Kleczkowski A., 2003, *Kształtowanie chemizmu wód podziemnych Krakowa 1870–2002: tendencje dalszych zmian*, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- Kleczkowski A. S., 1964, *Zarys warunków hydrogeologicznych na terenie miasta Krakowa*, Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Naukowych PAN, Oddział w Krakowie, styczeń-marzec 1964, 22. [6]
- Kleczkowski A.S., 1988, *Wody pitne o wysokiej jakości i wydajności z tak zwanych piasków bogucickich w Bieżanowie*, Problemy Ekologiczne Krakowa, 12, s. 9–18.
- Kleczkowski A.S., 1989, *Szkieł zagadnień hydrogeologicznych Krakowa*, Przegląd Geologiczny, 37, 6, s. 323–326.
- Kleczkowski A. S. (red.), 1990, *Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony (1:500 000), CPBP 04.10: Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego*, Wydawnictwo IHIGI AGH, Kraków. [7]
- Kleczkowski A.S., Myszka J., 1989, *Hydrogeologia regionu Krakowa*, Przewodnik 60 Zjazdu PTG, Kraków, s. 162–179.
- Kmietowicz-Drathowa I., 1964, *Rys budowy geologicznej czwartorzędu Krakowa*, Sprawozdania z Komisji PAN Oddział w Krakowie, s. 269–273.
- Kmietowicz-Drathowa I., 1965, *Regiony hydrogeologiczne i miąższość strefy zawodnionej Krakowa*, Kwartalnik Geologiczny, 9 (2), s. 441–442. [8]

- Komornicki T., 1974, *Gleby terytorium miasta Krakowa*, Folia Geographica, 8, s.145–151.
- Komornicki T., 1979, *Gleby*, [w:] *Atlas miejskiego województwa krakowskiego*, PAN Oddział w Krakowie, Urząd Miasta Krakowa.
- Komornicki T., 1986, *Gleby Plant Krakowskich*, Roczniki Gleboznawcze, 37(4), s. 187–200.
- Komornicki T., Oleksynowa K., 1989, *Zawartość ołowiu i cynku w glebach Plant Krakowskich*, Roczniki Gleboznawcze, 40(2), s. 213–226.
- Komornicki T., 1980, *Gleby miejskiego województwa krakowskiego*, Folia Geographica, 13, s. 87–73.
- Kondracki J., 1966, *Geografia fizyczna Polski*, PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 1998, *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*, PWN, Warszawa.
- Kosior A., Celary W., Solarz W., Rasmond P., Fijał J., Król W., Witkowski Z., Izerbyt S. 2008. Long-term changes in the species composition and distribution of Bombini (Apidae) in Cracow since the mid 1850s. *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 44 (4) : 393-407.
- Kowalski J., 1997, *Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Niepołomice (wraz z objaśnieniami)*, CAG, Warszawa.
- Kowalski J., 1997, *Objaśnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Niepołomice (974)*, MOŚZNiL, PIG, Warszawa, 27. [9]
- Kowanetz L., 2007, *Stosunki anemologiczne*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 149–167.
- Krajewski M., 2001, *Upper Jurassic chalky limestones in the Zakrzówek Horst, Kraków, Kraków-Wieluń Upland (South Poland)*, *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 71, s. 43–51.
- Kraków w liczbach*, 2007, *Wydział Strategii i Rozwoju Miasta, Urząd Miasta Krakowa*.
- Kruk J., Alexandrowicz S., Milisaukas S., Śnieszko Z. 1996, *Osadnictwo i zmiany środowiska naturalnego wyżyn lessowych*, *Studia nad archeologiczne i paleogeograficzne nad neolitem w dorzeczu Nidzicy*, Kraków.
- Krzysztofiński Ł., 2008, *Eksploatacja wód podziemnych w Krakowie*, Praca licencjacka, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, 31. [10]
- Kuchcik M., 2000, *Wpływ warunków aerosanitarnych i biometeorologicznych na zgony mieszkańców Warszawy*, maszynopis rozprawy doktorskiej, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa.
- Kudłek, J., Pępkowska A., Walasz K., Weiner J., 2005, *Koncepcja ochrony różnorodności biologicznej miasta Krakowa*. INoŚ UJ, Kraków.
- Landsberg H.E., 1981, *The urban climate*, Academic Press, Londyn.
- Lewińska J. (red.), 1991, *Klimat miasta. Vademecum urbanisty*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Kraków.
- Lewińska J., 2000, *Klimat miasta. Zasoby, zagrożenia, kształtowanie*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Oddział w Krakowie, Kraków.
- Lewińska J., Zgud K., Baścik J., Czerwieniec M., 1982, *Wpływ miasta na klimat lokalny (na przykładzie aglomeracji krakowskiej)*, Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa.



- Łaptaś A., 1974, *O dolomitach w wapieniach skalistych okolic Krakowa*, Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 34, s. 247–273.
- Maciejewska A. 2008, Ocena zagrożeń środowiska przyrodniczego miasta Krakowa i strefy podmiejskiej oraz kierunku eliminacji lub minimalizacji ich oddziaływania na system przyrodniczy miasta, (CD).
- Maciejewska A. (red.), 2008, *Ocena skażenia gleb metalami ciężkimi (ołowiem, cynkiem, kadmem) na obszarze miasta Krakowa*, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Warszawa (CD).
- Mapa akustyczna Krakowa*, 2007, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Kraków, (CD).
- Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków (973), Plansza A*, 2004, oprac.: A. Bogacz, M. Kawulak, M. Nieć, E. Poręba, E. Salamon, W. Woliński, Ministerstwo Środowiska, PiG, Warszawa.
- Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków (973), Plansza B*, 2004, oprac.: I. Bojakowska, J. Lis, A. Pasieczna, A. Romanek, Ministerstwo Środowiska, PiG, Warszawa.
- Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków (973)*, 1997, MOŚZNiL, PiG, Warszawa.
- Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Myślenice (996)*, 1997, MOŚZNiL, PiG, Warszawa.
- Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Niepołomice (974)*, 1997, MOŚZNiL, PiG, Warszawa.
- Mapa Topograficzna Polski 1:10 000 – arkusze obejmujące obszar Krakowa*, Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Maruszczak H. 2001, *Schemat stratygrafii lessów i gleb śródlessowych w Polsce*, [w:] H. Maruszczak (red.), *Podstawowe profile lessów w Polsce, II*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, s. 17–29.
- Matuszko D., Wojkowski J., 2007, *Zróźnicowanie przestrzenne wybranych cech klimatu Krakowa*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 201–204.
- Matuszko D., Wojkowski J., Ustrnul Z., 2007, *Klimat – średnia temperatura powietrza*, [w:] I. Jędrzychowski (red.), *Atlas kampusu 600-lecia Odnowienia UJ*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.
- Matyszkiewicz J., 1989, *Sedimentation and diagenesis of the Upper Oxfordian cyanobacterial-sponge limestones in Piekary near Kraków*, Annales Societatis Geologorum Poloniae, 59, s. 201–232.
- Matyszkiewicz J., 1997, *Microfacies, sedimentation and some aspects of diagenesis of Upper Jurassic sediments from the elevated part of the Northern peri-Tethyan Shelf: a comparative study on the Lochen area (Schwabische Alb) and the Cracow area (Cracow-Wielun Upland, Polen)*, Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe E, 21, s. 1–109.
- Mazur D., Janik M., Łoskiewicz J., Olko P., Swakoń, J., 1999, *Measurements of radon concentration in soil gas by CR-39 detector*, Radiation Measurements, 3, s. 295–300.

- Michalec B., Pęczek K., 2008, *Określenie stopnia zamulenia zbiorników wodnych w Zestawicach*, Przegląd Naukowy, Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 17, 2 (40), s. 178–184.
- Michalik M., Paszkowski, M., Szulc J., 1989, *Węglanowe utwory pedogeniczne miocenu okolic Krakowa*, [w:] J. Rutkowski (red.), *Przewodnik LX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Kraków, s. 190–195.
- Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego „Dolina Dłubni-Mogiła”, Prognoza Oddziaływania Na Środowisko*, 2008, opr.: A. Budnik, P. Mleczo, J. Padoł, Urząd Miasta Krakowa Biuro Planowania Przestrzennego, Kraków.
- Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego dla obszaru Zakrzówka, Prognoza Oddziaływania Na Środowisko*, 2008 (aktualizacja 2008), opr.: A. Budnik, P. Mleczo, Urząd Miasta Krakowa Biuro Planowania Przestrzennego, Kraków.
- Morawska-Horawska M., 1978, *Przebieg zmienności pionowego profilu prędkości wiatru w warstwie 300 m w Krakowie*, Wiadomości IMGW, 4, 2–3, s. 123–129.
- Motyka J., Postawa A., 2004, *Wody podziemne zrębu Zakrzówka (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska)*, Biuletyn PIG, 412, s. 71–130. [16]
- Myszka J., 1978, *Hydrogeologiczne warunki obszaru miasta Krakowa*, Praca doktorska, Kombinat Geologiczny „Południe”, Zakład Badań Geologicznych w Krakowie, 119. [17]
- Myszka J., 1992, *Piętra i poziomy wodonośne obszaru Krakowa*, [w:] *W służbie polskiej geologii. Materiały Sesji Naukowej poświęconej prof. A.S. Kleczkowskiemu*, Wydawnictwo AGH, Kraków, s. 43–52.
- Nazewnictwo geograficzne Polski, T. I – Hydronimy*, 2006, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Niedźwiedz T., Olecki Z., 1994, *Wpływ sytuacji synoptycznych na zanieczyszczenie powietrza w Krakowie*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 96, s. 55–67.
- Objaśnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Myślenice (996)*, 2004, PIG, Warszawa, 43.
- Objaśnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kraków (973)*, 2004, PIG, Warszawa, 54.
- Ocena możliwości pozyskania energii cieplnej z wód geotermalnych na terenie gminy miejskiej Kraków oraz wstępna analiza ekonomiczna dla przedsięwzięcia pod nazwą budowa miejskiego zakładu geotermalnego*, Zakład Energii Odnawialnej, Kraków, 2005
- Ocena zasadności budowy Kanału Krakowskiego w zakresie obniżenia zwierciadła wód powodziowych na obszarze Krakowa*, 2006, Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej (CD).
- Oke T.R., 1978, *Boundary layer climates*, Methuen, Nowy Jork.
- Opracowanie ekofizjograficzne*, 2006, Urząd Miasta Krakowa, Biuro Planowania Przestrzennego, Oddział Planowania Przestrzennego, Pracownia Urbanistyczna, Kraków, 79. [20]
- Paczyński B. (red.), 1993, *Atlas hydrogeologiczny Polski. Cz. I. Systemy zwykłych wód podziemnych*, PIG, Warszawa.

- Paczyński B. (red.), 1995, *Atlas hydrogeologiczny Polski. Cz.II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych*, PIG, Warszawa.
- Paczyński B., Sadurski A., 2007, *Hydrogeologia regionalna Polski, t. 1, Wody słodkie*, PWG, Warszawa, 542. [21]
- Paczyński B., Sadurski A., 2007a, *Hydrogeologia regionalna Polski, t. 2, Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane*, PWG, Warszawa, 204. [22]
- Pagaczewski J., 1972, *Catalogue of earthquakes in Poland in 1000–1970 years*, Publications of the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, 51, s. 3–36.
- Pająk B., Czarnecka L., Dębska B., 2009, *Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2008 roku*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Wydział Monitoringu Powietrza, Kraków.
- Pająk B., Czarnecka L., Dębska B., 2010, *Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2009 roku*. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.
- Paul Z., Rączkowski W., Ryłko W. Wójcik A., 1996, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Arkusz Myślenice*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Perzanowska J., Makomaska-Juchiewicz M., Cierlik G., Król W., Tworek S., Kotońska B., Okarma H., 2005, *Korytarze ekologiczne w Małopolsce*, Instytut Nauk o Środowisku UJ, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Pietrygowa Z., 1960, *Stosunki hydrogeologiczne na odcinku doliny górnej Wisły km 80–98 w okresie 1947-1957*, Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, 4a, 26. [23]
- Pietrygowa Z., 1989, *Wody gruntowe doliny Wisły między Oświęcimiem a Sandomierzem (wahania stanów)*, Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej, 17, s. 101–137. [24]
- Piotrowicz K., 2007, *Temperatura powietrza*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 99–112.
- Plan Rozwoju dla Osiedla Uzdrawisko Swoszowice, Gmina Miejska Kraków*, 2009, Załącznik do uchwały Nr LXXIV/952/09 Rady Miasta Krakowa z dn. 3 czerwca 2009 r.
- Pociask-Karteczka J., 1994, *Przemiany stosunków wodnych na obszarze Krakowa*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 96, s. 7–51.
- Pociask-Karteczka J., 1996, *Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych w Krakowie po II wojnie światowej*, Folia Geographica, seria Geographica-Physica, 26–27, s. 17–32.
- Pociask-Karteczka J., 2003, *Komentarz do Mapy Hydrograficznej w skali 1:50 000. Arkusz M-34- 65-C Kraków-Wschód*, Główny Geodeta Kraju i GEPOL, Poznań.
- Pociask-Karteczka J., Jasińska M., Mietelski J. W., 1999, *Koncentracja radu-226 w wodach górnej Wisły i jej dopływów*, [w:] Chełmicki W. (red.), *Interdyscyplinarność w badaniach dorzecza*, Kraków, s. 163–168.
- Pociask-Karteczka J., 2009, *Wody podziemne Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ (CD, mapa).
- Porębski S. J., Oszczytko N., 1999, *Litofacje i geneza piasków bogucickich (górnny baden), zapadlisko przedkarpackie*, Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 168, s. 57–82.

- Program ochrony środowiska dla miasta Krakowa*, Opracowany na zlecenie UMK przez firmę LEMTECH KONSULTING Sp. z o.o. Załącznik do uchwały Nr LXXV/737/05 Rady Miasta Krakowa z dnia 13 kwietnia 2005 r.
- Program ochrony środowiska przed hałasem dla Miasta Krakowa' – przyjęty Uchwałą Nr LXXXIII/1093/09 Rady Miasta Krakowa z dnia 21 października 2009 r.
- Punzet J., 1972, *Rozwój poglądów na wielkość maksymalnych przepływów Wisły w rejonie Krakowa*, Prace PIHM, 106.
- Punzet J., 1985, *Wezbrania Wisły w obrębie Krakowa dawniej i dziś*, Gospodarka Wodna, 8.
- PZW. 2010. Raport z badań monitoringowych ichtiofauny rzeki Wisły i jej dopływów w granicach obwodu rybackiego WISŁA NR 2. Kampania 2009. PZW. Kraków
- PZW. 2010. Raport z badań monitoringowych ichtiofauny rzeki Wisły i jej dopływów w granicach obwodu rybackiego WISŁA NR 3. Kampania 2009. PZW. Kraków
- Radwan J., Więclawik S., 1987, *Występowanie i ochrona wód mineralnych „Mateczny” w świetle badań geologicznych*, Problemy Ekologiczne Krakowa, 11, s. 9–18.
- Rajda W., Kanownik W., Goryl E., 2008, *Stężenie niektórych składników biogennych w wodzie Potoku Pychowickiego*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 528, s. 165–173.
- Raport o stanie miasta 2007*, Wydział Strategii i Rozwoju Miasta, Urząd Miasta Krakowa, Kraków.
- Raport o stanie Miasta 2008*, Wydział Strategii i Rozwoju Miasta, Urząd Miasta Krakowa, Kraków
- Program ochrony środowiska dla miasta Krakowa. Opracowany na zlecenie UMK przez firmę LEMTECH KONSULTING Sp. z o.o. Załącznik do uchwały Nr LXXV/737/05 Rady Miasta Krakowa z dnia 13 kwietnia 2005 r.*
- Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2007 r.*, 2008, WIOŚ, Kraków, <http://www.wrotamalopolski.pl> [28]
- Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2007 roku*, 2008, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Biblioteka Ochrony Środowiska, Kraków.
- Rocznik Hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej*, 2007, PIG, MŚ, KZGW, Warszawa, [http://www.psh.gov.pl/rocznik\\_hydrogeologiczny\\_pastwowej\\_suby\\_hydrogeologicznej\\_2008.html](http://www.psh.gov.pl/rocznik_hydrogeologiczny_pastwowej_suby_hydrogeologicznej_2008.html) [29]
- Rocznik Hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej*, 2008, PIG, MŚ, KZGW, Warszawa, [http://www.psh.gov.pl/rocznik\\_hydrogeologiczny\\_pastwowej\\_suby\\_hydrogeologicznej\\_2008.html](http://www.psh.gov.pl/rocznik_hydrogeologiczny_pastwowej_suby_hydrogeologicznej_2008.html) [30]
- Rocznik Statystyczny GUS*, 2007, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Rocznik Statystyczny Województwa Małopolskiego*, 2006, Małopolski Urząd Statystyczny, Kraków.
- Rutkowski J., 1965, *Senon okolicy Miechowa*, Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 35, s. 3–52.
- Rutkowski J., 1986, *O trzeciorzędowej tektonice uskokowej okolic Krakowa*, Przegląd Geologiczny, 36, s. 587–590.
- Rutkowski J., 1989, *Budowa geologiczna regionu Krakowa*, Przegląd Geologiczny, 37, 6, s. 302–308.

- Rutkowski J., 1989, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 973 Kraków*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Rutkowski J., 1993, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Arkusz Kraków*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Siwek J., Baścik M., Chełmicki W., Kasina M., Pociask-Karteczka J. Rzonca B., Żelazny M., 2007, *Hydrografia i gospodarka wodna*, [w:] I. Jędrychowski (red.), *Atlas Otoczenia Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 42–43.
- Skiba S., 2002, *Gleba w środowisku przyrodniczym*, [w:] *Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach*, Katedra Mikrobiologii AR w Krakowie, Kraków, s. 157–169.
- Skiba S., Drewnik M., Kacprzak A., Żyła M., Żelazowska E., 2005, *Pokrywa glebowa rejonu Kampusu Uniwersytetu Jagiellońskiego*, [w:] B. Domański i S. Skiba (red.), *Geografia i Sacrum*, s. 161–169.
- Skiba S., Drewnik M., Szymański W., Żyła M., 2008, *Charakterystyka pokrywy glebowej na obszarze miasta Krakowa*, Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Gleboznawstwa i Geografii Gleb, (CD, mapa).
- Skiba S., Kołodziejczyk M., 2004, *Geneza i taksonomia czarnoziemów polskich w świetle badań na stanowisku archeologicznym w Słonowicach*, [w:] *Zmiany Środowiska Geograficznego w dobie gospodarki rolno-hodowlanej*, Muzeum Śląskie w Katowicach, Stowarzyszenie Naukowe Archeologów Polskich, s. 87–98.
- Skiba S., Komornicki T., 1972, *Wstępne badania nad zasoleniem zieleńców miejskich w Krakowie*, XIX Zjazd PTGleb., Kraków-Puławy, s. 537–544.
- Słomka T., Kicińska-Świdarska A., Doktor M., Joniec, A., 2006, *Katalog obiektów geoturystycznych w Polsce*, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.
- Sorbjan Z., 1983, *Turbulencja i dyfuzja w dolnej atmosferze*, PWN, Warszawa.
- Sprawozdanie z realizacji „Lokalnego Planu Ograniczania Skutków Powodzi i Profilaktyki Powodziowej dla Krakowa”*, 2006, Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, Referat Ochrony Przed Powodzią, Kraków.
- Sroczyński J., 1988, *Wpływ zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na zdrowie ludzi*, PAN, Prace i Studia, 36, Ossolineum, Wrocław.
- Strzemski M., 1954, *Gleby województwa krakowskiego*, Przegląd Geograficzny, 26, 4, s. 54–99.
- Swakoń J., Kozak K., Paszkowski M., Gradziński R., Łoskiewicz J., Mazur J., Janik, M., Bogacz J., Horwacik T., Olko P., 2005, *Radon concentration in soil gas around local disjunctive tectonic zones in the Krakow area*, Journal of Environmental Radioactivity, 78, s. 137–149.
- Systematyka Gleb Polski*, 2008, (red.) R. Bednarek, J. Komisarek, J. Marcinek, H. Piaścik, S. Skiba, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze (w druku).
- Szwałko P., 2005, *Parki rzeczne*, [w:] *Poradnik ochrony dziedzictwa wodnego*, Fundacja Partnerstwa dla Środowiska, Kraków, s. 31–38.
- Tobiasz M., 1958, *Historyczny rozwój sieci wodnej Krakowa i jej wpływ na urbanistykę miasta*, Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, 5, Architektura, 2, s. 15–84.

- Tobiasz M., 1961, *Budowa magistrali górnej Wisły i jej wpływ na rozwój miasta Krakowa*, *Gospodarka Wodna*, 1, s. 11–14.
- Tobiasz M., 1965, *Rozwój przestrzenny Prądnika Białego i Czerwonego*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej*, 4, Architektura, 14.
- Trafas K., 1975, *Zmiany biegu koryta Wisły na wschód od Krakowa w świetle map archiwalnych i fotointerpretacji*, *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 40.
- Twardosz R., 2007, *Opady atmosferyczne*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 127–138.
- Tyczyńska M., 1968, *Rozwój geomorfologiczny terytorium miasta Krakowa*, *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 39.
- Tyczyńska M., 1974, *Rzeźba i budowa geologiczna terytorium miasta Krakowa*, *Folia Geographica*, seria Geographica-Physica, 8.
- Tyczyńska M., 1974, *Rzeźba terytorium miasta Krakowa*, *Folia Geographica*, 8, s. 19–43.
- Tyczyńska M., 1979, *Mapa głównych elementów rzeźby*, [w:] K. Trafas (red.), *Atlas Miejskiego Województwa Krakowskiego*, PAN, Urząd Miasta Krakowa, Kraków.
- Tyczyńska M., Chmielowiec S., 1988, *Mapa geomorfologiczna*, [w:] K. Trafas (red.), *Atlas Miasta Krakowa*, PPWK, Warszawa-Wrocław.
- Ustrnul Z., 2007, *Warunki cyrkulacyjne*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 21–40.
- Walasz K., 2003, *Program działań na rzecz środowiska Krakowa*, *Biuletyn PKE*, 5, s. 24–28.
- Walasz, K. 2005. *Rozmieszczenie i liczebność bociana białego w Krakowie*. *Wszechświat* 106, 10-12, 287-288 .
- Walasz K., 2008, *Koncepcja ochrony różnorodności biologicznej miasta – podstawowe założenia* [w:] P. Indykiewicz, L. Jerzak, T. Barczak (red.), *Fauna miast. Ochronić różnorodność biologiczną w miastach*, SAR „Pomorze”, Bydgoszcz, s. 39–43.
- Walasz K., 2009a, *Diagnoza stanu i funkcjonowania fauny na terenie Krakowa na potrzeby zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego*, (CD, mapa).
- Walasz K., 2009b, *Koncepcja kształtowania środowiska przyrodniczego miasta*, *Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych”*, Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania, Łódź, 16–17 czerwca 2008 r., KPZK PAN, 1–6.
- Walasz K. 2009c, *Koncepcja korytarzy ekologicznych na terenach zurbanizowanych*, [w:] W. Jędrzejewski, D. Ławreszuk (red.) *Wdrażanie koncepcji korytarzy ekologicznych w Polsce*, Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża, 20–22 XI 2008 r.
- Walasz K., 2009d, *Kształtowanie środowiska przyrodniczego Krakowa i ochrona różnorodności biologicznej*. [w:] A. Madej, W. Tyrański, M. Waszkiewicz (red.), *Przestrzeń publiczna w demokratycznym państwie. Konfederacja na rzecz Przyszłości Krakowa Cracovia Urbs Europaea*. s. 96-98.
- Walasz K., Gawroński S., 2008, *Ocena środowiska biologicznego Krakowa i wyznaczenie terenów, które nie powinny podlegać zabudowie z uwagi na ochronę cennych siedlisk flory i fauny oraz kształtowania korytarzy ekologicznych*, (CD, mapa).

- Walaszczyk I., 1992, *Turonian through Santonian deposits of the Central Polish Uplands; their facies development, inoceramid paleontology and stratigraphy*, Acta Geologica Polonica, 42, s. 1–122.
- Warunki przyrodnicze produkcji rolnej. Województwo krakowskie, 1979, oprac. W. Gondek, IUNG, Puławy.
- Wasylikowa K., Starkel L., Niedziałkowska E., Skiba S., Stworzewicz E., 1986, *Environmental changes in the Vistula Valley at Pleszow cased by Neolithic Man*, Przegląd Archeologiczny, 33, s. 19–55.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Małopolski Monitoring Powietrza, *Raporty roczne*, <http://www.krakow.pios.gov.pl/>
- Wojkowski J., 2007, *Promieniowanie słoneczne*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 55–73.
- Wojtaszek T., 1984, *W sprawie ratowania wód mineralnych i właściwego wykorzystania funkcji uzdrowiskowych Krakowa*, Problemy Ekologiczne Krakowa, 8.
- Wstępne studium wykonalności zagospodarowania wód termalnych dla celów rekreacyjno-leczniczych w rejonie Kraków – Wschód wraz z biznesplanem ośrodka rekreacyjno-leczniczego*, Zakład Energii Odnawialnej, Kraków 2005, ekspertyza wykonana na zamówienie UMK.
- Wypych A., 2007, *Wilgotność powietrza*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 113–125.
- Ziółkowski P., 2007, *Stratygrafia i zróżnicowanie facjalne górnej jury wschodniej części Wyżyny Krakowskiej*, Tomy Jurajskie, 4, s. 25–37.
- Zuber A., 1987, *Pochodzenie, zasoby, odnawialność i ochrona wód mineralnych „Mateczny” w świetle badań geologicznych*, Problemy Ekologiczne Krakowa, 11, s. 19–22.
- Żaba J., 1999, *Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego*, Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 156, s. 1–162.
- Żurek R., 2004a, *Operat rybacki obwodu rybackiego rzeki Dłubnia nr 1*. PZW Okręg w Krakowie, Kraków.
- Żurek R., 2004b, *Operat rybacki obwodu rybackiego rzeki Rzeki Rudawa nr 1*. PZW Okręg w Krakowie, Kraków.
- Żurek R., 2004c, *Operat rybacki obwodu rybackiego rzeki Rzeki Wisła nr 2*. PZW Okręg w Krakowie, Kraków.
- Żurek R., 2004d, *Operat rybacki obwodu rybackiego rzeki Rzeki Wisła nr 3*. PZW Okręg w Krakowie, Kraków.
- Żurek R. (red.), 2006, *Ichtyofauna i status ekologiczny wód Wisły, Raby, Dunajca i Wisłoki*. IOP PAN, Kraków.
- Żyła M., 2007, *Ewolucja gleb erodowanych w obszarach lessowych*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Rozprawa doktorska (manuskrypt).





# SPIS PLANSZ

- Plansza nr 1. Mapa geologiczna zakryta** –*Ryszard Gradziński, Michał Gradziński*
- Plansza nr 2. Rzeźba terenu**– *Bogdana Izmailow*
- Plansza nr 3. Podział geomorfologiczny** – *Bogdana Izmailow*
- Plansza nr 4. Wody powierzchniowe** – *Maria Baścik*
- Plansza nr 5. Wody podziemne** - *Joanna Pociask-Karteczka*
- Plansza nr 6. Gleby** - *Stefan Skiba, Marek Drewnik, Wojciech Szymański, Marcin Żyła*
- Plansza nr 7. Uproszczona mapa roślinności rzeczywistej** – wg *Eugeniusz Dubiel, Jerzy Szwagrzyk (red. 2008)*
- Plansza nr 8. Waloryzacja zbiorowisk roślinnych** – wg *Eugeniusz Dubiel, Jerzy Szwagrzyk (red. 2008)*
- Plansza nr 9. Mapa cennych siedlisk i korytarzy ekologicznych** - *Kazimierz Walasz, Stefan Gawroński*
- Plansza nr 10. Ochrona przyrody** – *Bożena Degórska*
- Plansza nr 11. Walory przyrodniczo-kulturowe** – red. *Bożena Degórska*
- Plansza nr 12. Planowane parki kulturowe** – red. *Bożena Degórska*
- Plansza nr 13. System wymiany i regeneracji powietrza** – *Krzysztof Błażejczyk*
- Plansza nr 14. Strefy ochronne ujęć wód powierzchniowych i podziemnych (zwykłych)** - red. *Bożena Degórska*
- Plansza nr 15. Hałas drogowy  $L_{DWN}$**  (wg *Mapy akustycznej Krakowa (2007)*)
- Plansza nr 16. Hałas kolejowy  $L_{DWN}$**  (wg *Mapy akustycznej Krakowa (2007)*)
- Plansza nr 17. Obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi** – red. *Bożena Degórska*
- Plansza nr 18. Zagrożenia i ochrona uzdrowiska Kraków-Swoszowice** – red. *Bożena Degórska*
- Plansza nr 19. Udokumentowane złoża kopalin, tereny górnicze i filary ochronne** – red. *Bożena Degórska*
- Plansza nr 20. Istniejące i planowane parki miejskie i parki rzeczne** – red. *Bożena Degórska*
- Plansza nr 21. Sieć Stabilności Ekologicznej Krakowa (SSEK)** – *Bożena Degórska*