

Acta Geographica Silesiana

1



Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk o Ziemi
Sosnowiec 2007

Rada Redakcyjna (Editorial Board):

Wiaczesław ANDREJCZUK – *Uniwersytet Śląski, Sosnowiec*

Jacek JANIA – *Uniwersytet Śląski, Sosnowiec*

Andrzej T. JANKOWSKI – *Uniwersytet Śląski, Sosnowiec*

Regina MORKŪNAITĖ – *Instytut Geologii i Geografii, Wilno (Litwa)*

Bolesław NOWACZYK – *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań*

Iwan I. PIROŻNIK – *Białoruski Uniwersytet Państwowy, Mińsk (Białoruś)*

József SZABÓ – *Uniwersytet Debreczyński, Debreczyn (Węgry)*

Tadeusz SZCZYPEK – *Uniwersytet Śląski, Sosnowiec* – przewodniczący

Maria TKOCZ – *Uniwersytet Śląski, Sosnowiec*

Jurij B. TRZCINSKIJ – *Instytut Skorupy Ziemskiej SO RAN, Irkuck (Rosja)*

Sekretarz:

Jerzy WACH

Recenzenci (Reviewers):

Wiaczesław ANDREJCZUK, Andrzej KAMIŃSKI, Andrzej KOWALCZYK, Oimahmad RAHMONOV,

Tadeusz SZCZYPEK, Maria TKOCZ, Jurij B. TRZCINSKIJ

Copyright © 2007

by Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego

by Authors

Wydawca:

Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego

Ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

ISSN 1897–5100

Druk tomu sfinansowano ze środków Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego

Druk:

Drukarnia Częstochowskiego Wydawnictwa Archidiecezjalnego „Regina Poloniae”

Ul. Ogrodowa 24/44, 42-200 Częstochowa

Tel. 0-34 368-05-60, fax 0-34 368-05-59, e-mail: reginapoloniae@czestochowa.opoka.org.pl

Spis treści

Renata D u l i a s : Wpływ górnictwa węgla kamiennego na zmiany rzeźby obszaru KWK Miechowice na Wyżynie Śląskiej (<i>Влияние разработки каменного угля на рельеф территории шахты Меховице на Силезской возвышенности; Influence of black coal mining on changes in relief of area of black coal mine Miechowice in the Silesian Upland</i>).....	5
Frédéric D u r a n d : Résurgence d'une ancienne frontière dans l'espace urbain silésien (<i>Odradzanie się dawnej granicy w konurbacji katowickiej; Появление давней границы в катовицкой конурбации; Appearance of former boundary in the Katowice conurbation</i>)	13
Aliona W. K a d i e t o w a , Artiom A. R y b c z e n k o : Rozwój miast syberyjskich i zmiany powierzchniowej sieci hydrograficznej – na przykładzie Irkucka (<i>Развитие сибирских городов и изменение поверхностной гидросферы – на примере г. Иркутска; The development of Siberian cities and changes in the surface hydrosphere – a case study of Irkutsk city</i>)	23
Elena A. K o z y r i e w a , Tadeusz S z c z y p e k , Jurij B. T r z c i n s k i j , Stanisław W i k a : Krajobraz eoliczny wyspy Jarki na północnym Bajkale (<i>Эоловый ландшафт острова Ярки на северном Байкале; Aeolian landscape of Yarki Island in northern Baikal</i>)	29
Gábor N é g y e z i : Formation of soil crusts and measuring crust resistance by penetrometer (<i>Powstawanie skorupy glebowej i badanie jej odporności przy zastosowaniu penetrometru; Формирование почвенных корок и анализ их устойчивости с использованием пенетрометра</i>)	35
Jolanta P e ł k a -G o ś c i n i a k : Procesy eoliczne na starych i nowych obszarach uprzemysłowionych Wyżyny Śląskiej (<i>Эоловые процессы на старых и новых промышленных территориях Силезской возвышенности; Aeolian processes in old and new industrialised areas in the Silesian Upland</i>)	41
Jolanta R a d o s z : Topoklimat Płaskowyżu Rybnickiego w świetle niektórych elementów bilansu cieplnego (<i>Топоклиматические условия Рыбницкого плато на основании избранных составных теплового баланса; The Rybnik Plateau topoclimate considering some heat balance elements</i>)	45
Oimahmad R a h m o n o v , Natalya O. K i n : Role of allochthonous substance in initial stage of succession (<i>Rola substancji allochtonicznej w iniejalnym stadium sukcesji; Роль аллохтонного вещества на начальной стадии сукцессии</i>)	53
Irena S m o l o v á , Martin J u r e k : Selected problems in exploitation and mining of mineral resources in the Czech Republic after the year 1989 (<i>Wybrane zagadnienia eksploatacji surowców mineralnych w Republice Czeskiej po roku 1989; Некоторые вопросы эксплуатации месторождений полезных ископаемых в Чешской Республике после 1989 года</i>)	61

Renata Dulias

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

WPŁYW GÓRNICICTWA WĘGLA KAMIENNEGO NA ZMIANY RZEŻBY OBSZARU KWK MIECHOWICE NA WYŻYNIĘ ŚLĄSKIEJ

Дулиас Р. **Влияние разработки каменного угля на рельеф территории шахты Меховице на Силезской возвышенности.** В статье показаны геоморфологические следствия добывающей деятельности угольной шахты "Меховице", расположенной на возвышенной территории со слабообчлененным рельефом. На основании морфометрического анализа с использованием как архивных, так и современных картографических материалов, а также на основании баланса добычи каменного угля выявлено, что почти 100-летняя деятельность шахты стала причиной существенных изменений рельефа на 70% горнодобывающей территории. Поверхность этой „активной” местности понизилась в среднем на 10,3 м, причем темпы понижения были самыми высокими в период последнего 30-летия (в среднем 156 мм/год). Суммарные величины оседаний грунта пространственно дифференцированы и колеблются в пределах от 1 до 23 м.

Вследствие значительного понижения поверхности, в рельефе местности появились бессточные мульды оседания общей площадью 2,39 км². В результате, почти 31% бывшей „активной” горношахтной территории был исключен из флювиальной системы. Молодые, глубокие бессточные мульды выполняют особую роль в процессе круговорота вещества: будучи локальными базисами денудации выступают местом аккумуляции отложений. Темпы естественного „наполнения” подобных естественных бессточных седиментационных бассейнов будут, как минимум, в несколько сот раз медленнее, чем антропогенно обусловленные темпы их формирования. Таким образом, геоморфологические следствия кратковременного горношахтного вмешательства – весьма продолжительны.

Dulias R. **Influence of black coal mining on changes in relief of area of black coal mine Miechowice in the Silesian Upland.** The paper presents geomorphological effects of activity of black coal mine "Miechowice", located in upland area with weakly diversified relief. On the base of morphometric studies with archival and contemporary cartographic materials applying as well as coal outputbalance analysis it was stated that almost 100-years lasting mining activity caused essential changes in relief of about 70% of mining area. The area of "active" mining terrain was lowered on average of 10,3 m, but the largest lowering rate happened in the last 30 years and it amounted on average to 156 mm/year. Total sizes of subsiding are spatially diversified and they are included within the range from 1 m up to 23 m.

In result of significant terrain surface subsiding in the relief depression without outflow (subsiding depressions) of total area of about 2,39 sq km were separated. In consequence almost 31% of former "active" mining area was excluded from the fluvial system. This young, deep depressions without outflow play the special role in the process of matter circulation, because they make local denudation bases and therefore they are the place of deposits accumulation. The rate of natural "filling" of such sedimentation basins without outflow will be at least several hundred times slower than anthropogenically conditioned rate of their formation. Therefore geomorphological effects of short-lasting mining anthropopression will be long-lasing.

Zarys treści

W artykule przedstawiono geomorfologiczne skutki działalności kopalni węgla kamiennego położonej na obszarze wyżynnym o słabo urozmaiconej rzeźbie. Na podstawie studiów morfometrycznych z wykorzystaniem archiwalnych i współczesnych materiałów kartograficznych oraz bilansu wydobywania węgla stwierdzono, że w XX wieku powierzchnia obszaru górniczego obniżyła się średnio o 10,3 m, a w rzeźbie wyodrębniły się głębokie zagłębienia bezodpływowe, łączące aż 1/3 obszaru z systemu fluwialnego.

WPROWADZENIE

Od dwóch stuleci jednym z ważniejszych czynników przekształcania rzeźby Wyżyny Śląskiej

jest górnictwo węgla kamiennego. Morfologicznym skutkiem eksploatacji węgla są różne formy antropogeniczne – zwałowiska skały płonnej, osadniki mułowe, kopalnie odkrywkowe, a także leje zapadliskowe, progi, uskoki, szczeliny oraz niecki osiadania. Na niektórych obszarach Wyżyny nagromadzenie pogórnicych form antropogenicznych jest tak duże, że znacznemu zatarciu uległy cechy rzeźby uprzedniej.

Wspólną cechą większości form antropogenicznych jest ich młody wiek, dlatego w analizach geomorfologicznych szczególnego znaczenia nabierają metody badań krótkookresowych zmian rzeźby, rzędu kilkunastu–kilkudziesięciu lat. Z przeglądu literatury regionalnej wynika, że do takich analiz z powodzeniem wykorzystywano wielkoskalowe mapy topograficzne (JANKOWSKI, 1986; WACH,

1987; WACH, SZCZYPEK, 1996; MADOWICZ, 2001; DULIAS, 2003, 2005, 2006 i in.). Mapy te dobrze odzwierciedlają zmiany w rozmieszczeniu i cechach morfometrycznych zarówno form będących wynikiem bezpośredniej działalności górniczej (np. zwałowisk), jak i form trudniej identyfikowalnych w terenie, ze względu na swą naturalną fizjonomię, wynikającą z pośredniego wpływu górnictwa na ich powstanie, czyli niecek osiadania. Studia morfometryczne z wykorzystaniem różnowiekowych map topograficznych wskazują na szczególnie dużą przydatność krzywych hipsograficznych i profilów morfologicznych, które pozwalają w wymierny sposób przedstawić antropogeniczne oddziaływanie na rzeźbę.

Celem artykułu jest przedstawienie geomorfologicznych skutków działalności jednej kopalni położonej w obszarze wyżynnym o słabo urozmaiconej rzeźbie. Przedmiotem analizy są zmiany rzeźby wywołane deformacjami górotworu w następstwie podziemnych prac wydobywczych w granicach obszaru górniczego KWK Miechowice. Nie zajmowano się zatem takimi formami antropogenicznymi, jak zwałowiska, powierzchniowo wyrównane pod naziemne zakłady górnicze, czy nasypami torów kolejowych prowadzonych do kopalni.

METODY BADAŃ

Prace badawcze miały w przewadze charakter kameralny i polegały na przestudiowaniu treści archiwalnych i współczesnych materiałów kartograficznych odnoszących się do obszaru górniczego KWK Miechowice oraz zgromadzeniu danych o wielkości wydobywania węgla kamiennego w analizowanej kopalni (*Statystyka przemysłu węglowego*, 1945–1995; LUKSA, 1959). Do badań morfometrycznych, oprócz najnowszych map topograficznych 1 : 10 000 przedstawiających sytuację hipsometryczną z 1993 roku, wykorzystano niemiecką *Topographische Karte* 1:25 000 wydawaną w latach 1881–1883. Na bazie wymienionych map wykonano krzywe hipsograficzne dla dwóch cięć czasowych – dla 1881 i 1993 roku. Pomiarów powierzchni poszczególnych stref hipsometrycznych dokonano w przedziałach wysokościowych co 5 m w granicach obszaru górniczego kopalni wykreślonych na *Mapie przeobrażeń powierzchni ziemi województwa katowickiego* (1982). Wcześniejsze i późniejsze drobne korekty granic kopalni nie zostały uwzględnione. Na podstawie wykonanych krzywych hipsograficznych obliczono średnią wysokość te-

renu oraz wskaźnik objętości masy skalnej (STRAHLER, 1952; DORYWALSKI, 1953). Wynikiem analizy mapy topograficznej i rekonesansów terenowych jest szkic geomorfologiczny obszaru badań.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Obszar badań (11,143 km²) jest położony w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, a zarazem w zachodniej części Wyżyny Śląskiej. W szczegółowym podziale geomorfologicznym zaliczany jest do Wyżyny Miechowickiej, będącej częścią Płaskowyzu Bytomskiego (KARAŚ-BRZOZOWSKA, 1960). Prawie cały teren badań należy do dorzecza Odry i odwadniany jest przez Potok Rokitnicki do Bytomki. Jedynie niewielka, północno-wschodnia część obszaru górniczego należy do dorzecza Wisły i odwadniana jest poprzez Szarlejkę do Brynicy.

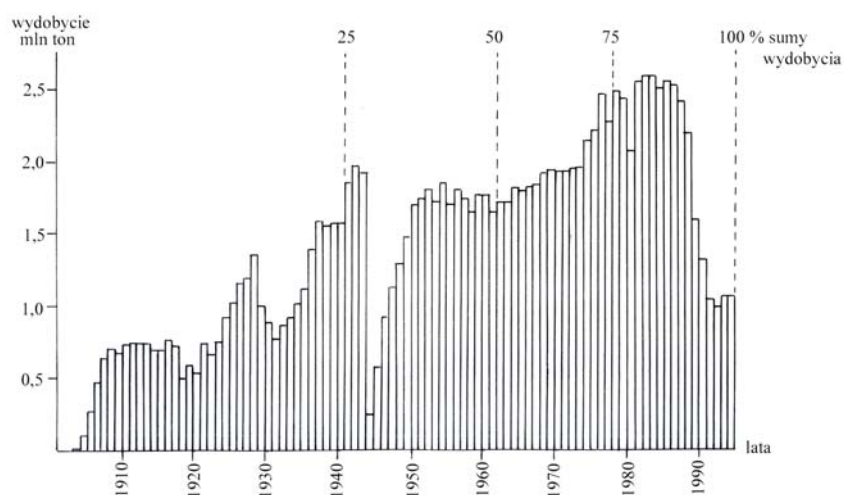
W granicach badanego terenu znajdują się dwie dzielnice miejskie – Miechowice należące do Bytomia oraz Rokitnica – dzielnica Zabrze. Rodowód każdej z nich sięga średniowiecza, ale do pierwszej połowy XIX wieku były to niewielkie i zaniedbane wsie, mimo iż w Miechowicach już co najmniej w XV wieku wydobywano galenę. Obie miejscowości oddzielał duży kompleks leśny, który w większości zachował się do czasów współczesnych. Wschodnia część obszaru miała charakter rolniczy, ale wśród pól istniały liczne małe kopalnie kruszców. W 1823 roku w Miechowicach, ale poza granicami przyszłej kopalni węgla, uruchomiono jedną z największych wówczas na Górnym Śląsku kopalni galmanu „Maria”. Od tego czasu niewielka osada rolnicza zaczęła się przekształcać w ośrodek przemysłowy. W 1900 roku rozpoczęto budowę kopalni węgla kamiennego „Miechowice”, która przez następne ponad 90 lat kształtowała krajobraz okolicy.

Obszar górniczy kopalni „Miechowice” objął znaczną część niecki bytomskiej, wykształconej tu w bardzo wyraźnej formie. Oś niecki karbońskiej biegnie w kierunku W–E. Skrzydło południowe w okolicach Miechowic odznacza się niewielkim upadem (do 15°), natomiast w skrzydle północnym pokłady zaczynają się gwałtownie stawiąć, a nawet przewalać. W granicach obszaru górniczego kopalni eksploatowane były bogate (5–6,5 m miąższości) pokłady warstw rudzkich i siodłowych (DYBEL, HEBLIŃSKI, 1988).

Podłoże karbońskie przykryte jest utworami triasu, wykształconymi jako wapienie i dolomity o miąższości 140 m. Mają one swoje wychodnie w trzech miejscach – przy wschodniej granicy obszaru górniczego (środkowotriasowe dolomity warstw tarnowickich) oraz w bezpośrednim sąsiedztwie zakładu wydobywczego (wapienie warstw wilkowickich). Dolomity zawierają złoża kruszców, w przeważającej części już wyeksploatowane. Osady neogenu i czwartorzędu, głównie piaski i gliny, mają sumaryczną miąższość 10–30 m. Na powierzchni, na prawie całym obszarze, z wyjątkiem den dolinnych, występują gliny pylaste.

HISTORIA KOPALNI I DZIAŁALNOŚCI WYDOBYWCZEJ

Kopalnia Miechowice została założona w 1900 roku na obszarze kilku połączonych pól górniczych, wyznaczonych już kilkadziesiąt lat wcześniej (1858–1861). Złoże zostało zbadane w 1899 roku tylko 3 wierceniami. Nie dały one prawidłowego jego obrazu, które, jak się później okazało, odznaczało się bardzo skomplikowaną budową geologiczną. W konsekwencji szyby wydobywcze zostały źle rozmieszczone i zaistniała konieczność wyznaczenia olbrzymich filarów ochronnych (np. chronione musiało być 50% zasobów pokładu 510).



Rys. 1. Wydobycie węgla kamiennego w KWK Miechowice w latach 1902–1995

Fig. 1. Black coal output in coal mine Miechowice in the 1902–1995 years

Tabela 1. Wydobycie węgla kamiennego w KWK Miechowice w latach 1902–1995
Table 1. Black coal output in coal mine Miechowice in the 1902–1995 years

Lata	Wydobycie w tonach	% całkowitego wydobycia	Wartości procentowe skumulowane
1902–1910	2 889 955	2,2	2,2
1911–1920	7 058 083	5,4	7,6
1921–1930	9 410 490	7,2	14,8
1931–1940	11 763 239	9,0	23,8
1941–1950	13 048 681	10,0	33,8
1951–1960	17 569 470	13,4	47,2
1961–1970	18 048 207	13,8	61,0
1971–1980	21 834 297	16,7	77,7
1981–1990	23 622 696	18,0	95,7
1991–1995	5 644 029	4,3	100,0
Suma	130 889 147	100,0	

Podczas głębiania szybów, natrafiono na warstwę kurzawki o grubości 11 m – pokonanie związanych z nią trudności technicznych opóźniło rozpoczęcie eksploatacji. Węgiel zaczęto wydobywać w 1902 roku (52 tony), ale pochodził on jedynie z robót przygotowawczych. Normalną eksploatację kopalnia rozpoczęła w 1905 roku (rys. 1, tab. 1). Do 1916 roku 70% wydobycia dawało pole południowe. Pierwszy, a zarazem główny poziom wydobywczy założono na głębokości 370 m (50% wydobycia), kolejne na 520 m (42%), 630 m i 720 m. Kopalnia eksploatowała głównie pokłady stojące metodą na zawał. Eksploatacja złoża charakteryzowała się jednak olbrzymią dekoncentracją – odbywała się równocześnie w 15 oddziałach na wymienionych poziomach głębokościowych. Do urabiania węgla stosowano wyłącznie materiały wybuchowe, a wybieranie prowadzono głównie do granic (DYBEL, HEBLIŃSKI, 1988). W latach 30. XX wieku ponad 3/4 wydobycia pochodziło z pokładów siedłowych. Najważniejszymi polami wydobywczymi były: pole północno-wschodnie, dające prawie połowę wydobycia oraz pole zachodnie (34,6 %).

Od początku działalności większość wydobycia kopalnia uzyskiwała systemem zawałowym. Przy mniejszych upadkach był to system filarowy podłużny, przy większych system – filarowy przekątny. Ten ostatni charakteryzował się znaczną ilością robót przygotowawczych z dużym zużyciem drewna, jak również dużymi stratami węgla i związanym z tym zagrożeniem pożarowym. W pokładach stojących prowadzono również, ale w znikomym stopniu, (2–6%) eksploatację systemem na podsadzkę suchą. Wydobycie z podsadzką wzrosło w latach 1954–1961. Stosowano ją podczas eksploatacji grubych pokładów zagrożonych tapaniami – w niektórych latach stanowiła ona nawet ponad 60% wydobycia (DYBEL, HEBLIŃSKI, 1988). Do 1995 roku kopalnia „Miechowice” wydobyla 130,9 mln ton węgla kamiennego.

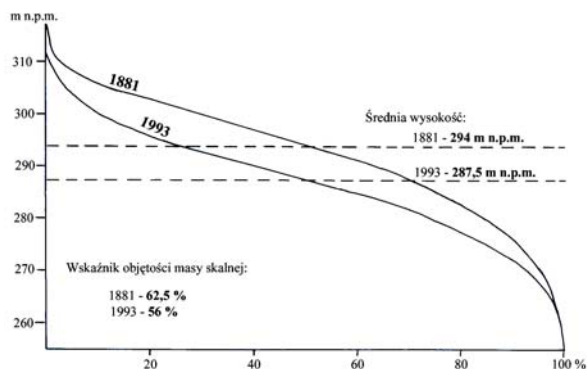
W 1996 roku kopalnia „Miechowice” została połączona z kopalnią „Bobrek”. Wydobycie w ramach połączonych kopalń „Bobrek-Miechowice” wyniosło w latach 1996–1999 w sumie 8 046 800 ton. W 1999 roku spółka została postawiona w stan likwidacji.

GLÓWNE CECHY RZEŻBY W OKRESIE PRZEDGÓRNICZYM

Rzeźba przeważającej części badanego obszaru jest dość monotonna. Jej głównymi elementami

są szerokie, spłaszczone garby rozczłonkowane płytkimi (do 20 m), nieckowatymi dolinami dopływów Bytomki. Większą intensywnością urzeźbienia odznacza się północno-zachodnia część obszaru, ze względu na rozczłonkowanie doliną Potoku Rokitnickiego i dolinami jego dopływów. Wcinają się one na głębokość 20–40 m, a ich wąskie, płaskodenne dna ograniczone są kilkumetrowej wysokości krawędziami po holocenijskim odmłodzeniu (KARAŚ-BRZOZOWSKA, 1960). Najwyższe wzniesienie o charakterze ostańca denudacyjnego osiąga wysokość 317,7 m n.p.m. i znajduje się w NE części opisywanego terenu. Najniższy punkt – 257 m n.p.m. – występuje w dolinie Potoku Rokitnickiego, zatem maksymalne deniwelacje dochodzą do około 60 m, ale przeciętnie wynoszą znacznie mniej: 15–25 m.

Analiza stosunków wysokościowych obszaru ujawniła, że pod koniec XIX wieku aż 51,6% jego powierzchni należało do strefy wysokościowej 290–305 m n.p.m. (tab. 2). Obszary położone poniżej 280 m n.p.m. zajmowały niewielką powierzchnię – 15,6%. W kształcie krzywej hipsograficznej dla 1881 roku można wyróżnić trzy odcinki (rys. 2). Środkowy odcinek jest wyrównany, umiarkowanie nachylony i przedstawia rodzaj spłaszczenia, który można identyfikować z neogeńską powierzchnią degradacyjną (KARAŚ-BRZOZOWSKA, 1960). Najwyższe elementy rzeźby (powyżej 310 m n.p.m.) mają charakter ostańców denudacyjnych wznoszących się ponad ten poziom. Przedstawia je górny, wklęsły, dość silnie nachylony odcinek krzywej hipsograficznej. Z kolei dolny odcinek krzywej (poniżej 280 m n.p.m.) podkreśla erozyjny charakter rzeźby i odpowiada wcięciu Potoku Rokitnickiego i jego dopływów. Średnia wysokość obszaru w 1881 r. wynosiła 294 m n.p.m., a wskaźnik objętości masy skalnej – 62,5% (rys. 2).



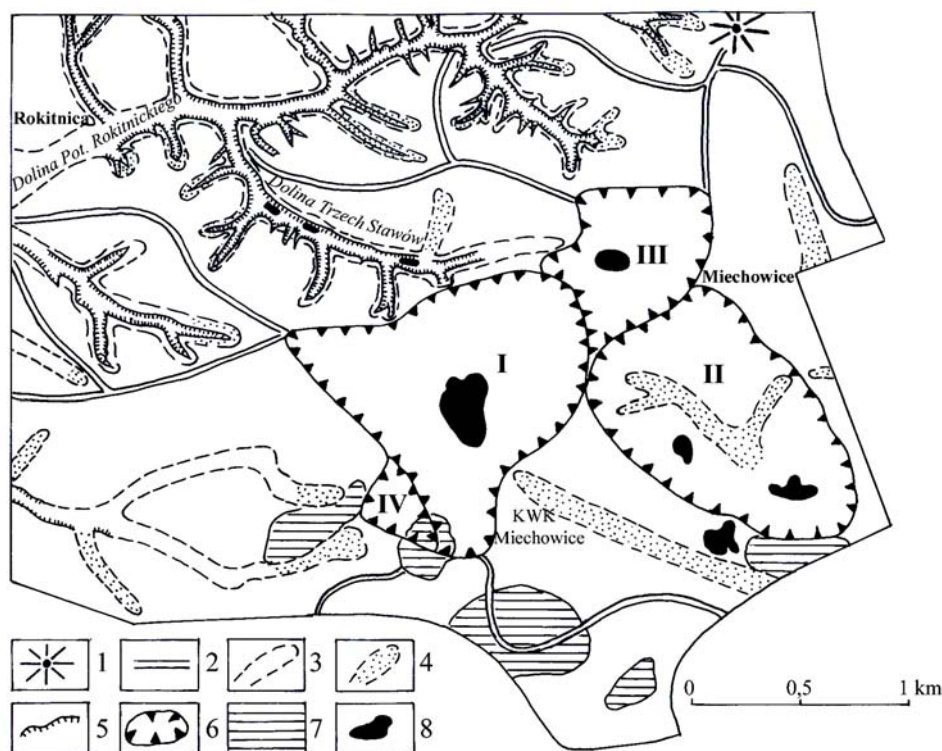
Rys. 2. Krzywe hipsograficzne obszaru badań dla 1881 i 1993 roku

Fig. 2. Hypsographic curves for area investigated for 1881 and 1993 years

GŁÓWNE CECHY RZEŻBY W OKRESIE POGÓRNICZYM

Główne rysy współczesnej rzeźby opisywanego obszaru nawiązują do rzeźby z okresu przedgórnego, natomiast lokalnie istotnie zmieniły się cechy form niższego rzędu. Przede wszystkim w centralnej i wschodniej części obszaru wyodręb-

niły się 4 zagłębienia bezodpływowe o powierzchniach: I – 1,01 km², II – 0,91 km², III – 0,38 km² i IV – 0,09 km² (rys. 3). Łącznie zajmują one powierzchnię 2,39 km², co stanowi aż 21,5% całkowitej powierzchni badanego obszaru. Zagłębienia I i III powstały w górnych odcinkach dolin – pierwsze w źródłowym odcinku bezimiennej doliny rzecznej, dopływu Bytomki (jej środ-



Rys. 3. Szkic geomorfologiczny obszaru KWK Miechowice w 1993 roku:

1 – ostaniec denudacyjny, 2 – główne linie grzbietowe, 3 – doliny rzeczne, 4 – suche doliny nieckowate, 5 – krawędzie erozyjne, 6 – zagłębienia bezodpływowe, 7 – zwałowiska skały płonnej, 8 – zbiorniki wodne

Fig. 3. Geomorphological sketch-map of black coal mine Miechowice in 1993:

1 – denudational relict hill, 2 – main crest lines, 3 – river valleys, 4 – dry denudational basins, 5 – erosional scarps, 6 – depressions without flow, 7 – dumps, 8 – water reservoirs

kowy odcinek w granicach obszaru badań jest obecnie suchy), zaś drugie w obrębie nieckowatej, suchej doliny stanowiącej przedłużenie doliny rzecznej, nazywanej Doliną Trzech Stawów (rys. 3). Zagłębienie II objęło niemal w całości krótką, suchą dolinę nieckowatą oraz część podrzędnego garbu wododzielniczego. Geneza najmniejszego zagłębienia jest częściowo związana z „podparciem” stoku przez zwałowiska materiału płonnego. Utworzenie w południowej części badanego terenu dużych zwałowisk spowodowało też wyraźną zmianę w przebiegu jednej z głównych linii grzbietowych oraz zasypanie górnego odcinka niewielkiej suchej doliny.

Prawie żadnych zmian w ukształtowaniu powierzchni nie odnotowano natomiast w rysunku

poziomicowym całej północno-zachodniej części obszaru, czyli na terenie, który nie był objęty działalnością górniczą. Obserwuje się tu niezwykle wysoką zgodność linii grzbietowych i osi dolin rzecznych i suchych. Na tej podstawie można wyrazić przekonanie o dużej dokładności archiwalnych materiałów kartograficznych.

Współczesne stosunki wysokościowe na badanym obszarze przedstawiają się odmiennie niż pod koniec XIX wieku (tab. 2). Największą powierzchnię mają tereny wzniesione na wysokość 280–295 m n.p.m. – zajmują one 52,3% ogólnej powierzchni obszaru badań. Wyraźnie zwiększyła się powierzchnia obszaru położonego poniżej 280 m n.p.m. – w stosunku do roku 1881 aż o 10,3%. Na obszarze badań nie ma już

przedziału wysokościowego 315–320 m n.p.m., który występował tu ponad 100 lat temu (tab. 2). Jednocześnie niemal 3-krotnie zmniejszyła się powierzchnia strefy wysokościowej 300–305 m n.p.m. – z 18,7% do 6,6%. Średnia wysokość obszaru wynosi obecnie 287,5 m n.p.m., czyli jest niższa o 6,5 m w stosunku do 1881 roku, natomiast wskaźnik objętości masy skalnej wynosi 56% (o 6,5% mniej w odniesieniu do okresu przedgórnego).

W kształcie krzywej hipsograficznej dla 1993 roku zwraca uwagę lekko wklęsły odcinek górny powyżej 295 m n.p.m., natomiast wyrównany odcinek środkowy dotyczy obecnie przedziału wysokościowego 280–295 m n.p.m. Dolny odcinek krzywej dla 1993 roku jest nieco mniej wypukły i nachylony w porównaniu z krzywą dla 1881 roku (rys. 2).

Tabela 2. Hipsometria obszaru górniczego KWK Miechowice w latach 1881 i 1993
Table 2. Hypsometry of area of black coal mine Miechowice in the years 1881 and 1993

Przedziały wysokościowe m n.p.m.	1881			1993		
	Powierzchnia km ²	%	Wartości skumulowane	Powierzchnia km ²	%	Wartości skumulowane
320–315	0,058	0,5	0,5	-	-	-
310–315	0,243	2,2	2,7	0,059	0,5	0,5
305–310	1,014	9,1	11,8	0,321	2,9	3,4
300–305	2,085	18,7	30,5	0,727	6,6	10,0
295–300	1,865	16,7	47,2	1,320	11,8	21,8
290–295	1,805	16,2	63,4	2,090	18,8	40,6
285–290	1,259	11,3	74,7	1,999	17,9	58,5
280–285	1,081	9,7	84,4	1,734	15,6	74,1
275–280	0,730	6,6	91,0	1,260	11,3	85,4
270–275	0,519	4,7	95,7	0,843	7,6	93,0
265–270	0,256	2,3	98,0	0,530	4,7	97,7
260–265	0,177	1,6	99,6	0,194	1,7	99,4
255–260	0,050	0,4	100,0	0,065	0,6	100,0
	11,142	100,0		11,142	100,0	

DYSKUSJA WYNIKÓW

Kopalnia „Miechowice” w ciągu 94 lat działalności wydobyla 130,9 mln ton węgla. DWUCET i in. (1992) przyjmują, że na 1 tonę wydobytego węgla przypada 400 kg skały płonnej, natomiast ŻMUDA (1973) w swoich obliczeniach dla całej konurbacji górnosląskiej przyjął wartość 200 kg. Na podstawie danych zawartych w pracach KUPKI i in. (2005a, b) dotyczących 6 kopalń w granicach Katowic można wyliczyć, że ilość „odpadów” na 1 tonę węgla wynosiła od około 125 do 380 kg. Biorąc powyższe pod uwagę, dla badanego obszaru przyjęto średnią wartość 200 kg i obliczono, że wydobyciu wskazanej ilości węgla towarzyszyło wydobycie 26,2 mln ton skały płonnej, co razem daje 157,1 mln ton kopaliny. Przyjmując za ŻMUDĄ (1973), że ciężar właściwy węgla śląskiego wynosi średnio 1,35, a skał płonnych 2,65, czyli 1 tona węgla ma objętość 0,74 m³, a 1 tona skały płonnej – 0,38 m³, wyliczono, że KWK Miechowice wydobyla 96,9 mln m³ węgla i 9,9 mln m³ skały płonnej. W rezultacie w górotworze powstała pustka o objętości 106,8 mln m³. Oszacowano, że metodą na zawał wyeksploatowano około 75% złoża, czyli objętość pustki wynosi teoretycznie 80,1 mln m³. Oznacza to, że w 94-letnim okresie działalności ko-

palni powierzchnia obszaru górniczego obniżyła się o 7,2 m, czyli średnio 77 mm/rok.

Wielkość rocznego wydobycia węgla była zróżnicowana w czasie (rys. 1, tab. 1). O ile pierwsze 25% ogólnej sumy wydobycia uzyskano w ciągu 40 lat (1902–1941), to ostatnie 25% – w ciągu 17 lat. Znamienne jest to, że połowa sumy wydobycia została osiągnięta w ciągu 61 lat, a druga połowa – w okresie prawie dwa razy krótszym (33 lata). Wynika stąd, że teoretycznie do 1962 roku obniżanie powierzchni zachodziło w tempie średnio 59 mm/rok, zaś w latach 1963–1995 – w tempie 109 mm/rok.

Na podstawie wykreślonych krzywych hipsograficznych obliczono, że średnia wysokość całego obszaru górniczego obniżyła się do 1993 roku o 6,5 m. Biorąc pod uwagę okres funkcjonowania kopalni uzyskujemy obniżenie średniej wysokości terenu w tempie 69 mm/rok. Istnieje zatem wysoka zgodność wyników wielkości obniżenia, uzyskanych dwiema metodami: na podstawie bilansu wydobycia oraz z wykorzystaniem krzywych hipsograficznych (por. też KUPKA i in., 2005b). Niewielka różnica w wynikach jest najprawdopodobniej związana z faktem uwzględnienia w pomiarach na mapie z 1993 roku dość rozległych, wypukłych form antropogenicznych (zwałowisk).

Powyższe obliczenia odnoszą się do całego obszaru górniczego kopalni „Miechowice”. Działalność wydobywcza kopalni koncentrowała się jednak wyłącznie w południowej i wschodniej części obszaru górniczego, natomiast część północno-zachodnia nigdy nie była w zasięgu prac eksploatacyjnych. Zatem całość wydobycia kopaliny (węgla i skały płonnej razem) należy odnieść do około 70% powierzchni obszaru górniczego (około 7,8 km²). Oznacza to, że pustka po wyrobiskach, istniejąca pod czynnym polem górniczym spowodowała obniżenie powierzchni o 10,3 m, czyli średnio 110 mm/rok (156 mm/rok w ostatnim 30-leciu). Tak duże obniżenie powierzchni potwierdza analiza zmian hipsometrii badanego obszaru w latach 1881–1993. Zagłębienia bezodpływowe I i III powstały wskutek obniżenia pierwotnej powierzchni o 11–12 m, a zagłębienie III – wskutek obniżenia aż o 23 m.

Wyniki uzyskane metodą krzywych hipsograficznych można porównać z wynikami dla kilku innych obszarów. Według MADOWICZ-FLAK (informacja ustna) średnia wysokość obszaru testowego w okolicach Jastrzębia Zdroju-Szerokiej w Rybnickim Okręgu Węglowym w latach 1984–1997 zmniejszyła się o 1 m, czyli tempo osiadania wynosiło około 71 mm/rok. Podobne tempo osiadania obliczono dla okolic Piekar Śląskich na Płaskowyżu Bytomskim – 70 mm/rok (DULIAS, 2005) oraz dla zlewni dopływu Bzianki na Płaskowyżu Rybnickim – 84 mm/rok (DULIAS, 2006). Bardzo duże tempo osiadania – 290 mm/rok obliczono dla zlewni dopływu Potoku Radziejowskiego w granicach intensywnej działalności wydobywczej kopalni „Chwałowice” w ROW (DULIAS, 2006), zaś stosunkowo małe dla obszaru Katowic – średnio około 14 mm/rok na podstawie bilansu wydobycia węgla oraz około 46 mm/rok na podstawie obniżenia średniej wysokości terenu w ostatnim 40-leciu (KUPKA i in., 2005a, b). We wszystkich jednak przypadkach denudacja antropogeniczna jest nieporównywalnie większa od naturalnej. Porównanie otrzymanych wartości z wynikami badań PULINY (1974), który szacuje naturalną denudację całkowitą na 41–54 mm/1000 lat, wskazuje, że denudacja antropogeniczna jest co najmniej 260-krotnie, a w większości ponad 1000-krotnie większa.

Wskaźniki objętości masy skalnej wyliczone z dotychczas opracowanych krzywych hipsograficznych dla różnych obszarów, każdorazowo dla dwóch cięć czasowych zmieniają się w granicach 1–8 %, przy czym są zarówno wyższe, jak i niższe. Prawdopodobnie można to interpretować jako pewne odmłodzenie lub postępu-

jącą dojrzałość rzeźby, ale na obecnym etapie badań formułowanie takich wniosków jest przedwczesne.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Blisko 100-letnia eksploatacja węgla kamiennego na obszarze KWK Miechowice spowodowała istotne zmiany rzeźby na około 70% powierzchni obszaru górniczego. Z tego względu, że była ona prowadzona od początku na dużej głębokości, nie obserwuje się tu deformacji nieciągłych typu lejów zapadliskowych czy uskoków, ale wyłącznie deformacje ciągłe górotworu, wyrażone obniżeniem powierzchni w postaci niecek osiadania. W okresie działalności kopalni powierzchnia „aktywnego” górniczo terenu obniżyła się średnio o 10,3 m, przy czym tempo tego obniżania było największe w ostatnim 30-leciu i wynosiło średnio 156 mm/rok. Sumaryczne rozmiary osiadania są przestrzennie zróżnicowane i zawierają się w przedziale od 1 m do 23 m.

Wskutek znacznego obniżenia powierzchni terenu w rzeźbie w ciągu kilkudziesięciu lat wyodrębniły się bezodpływowe zagłębienia (niecki osiadania) o łącznej powierzchni 2,39 km². W konsekwencji prawie 31% dawnego „czynnego” obszaru górniczego zostało wyłączone z systemu fluwialnego. Nowe (młode) bezodpływowe niecki o głębokościach rzędu 11–23 m, odgrywają szczególną rolę w procesie krążenia materii, gdyż – jako lokalne bazy denudacyjne – są miejscem gromadzenia osadów. Tempo naturalnego „wypełniania” takich bezodpływowych basenów sedymentacyjnych będzie nieporównywalnie, gdyż co najmniej kilkaset razy wolniejsze niż antropogenicznie uwarunkowane tempo ich powstania. Zatem geomorfologiczne skutki krótkotrwałej antropopresji górniczej będą długotrwałe.

Przedstawione wyniki badań potwierdzają (przypominają) też, że mapa topograficzna jest ważnym narzędziem badań geomorfologicznych, umożliwiającym obiektywną analizę różnych cech morfometrycznych rzeźby. Szczególnie na obszarach o rzeźbie antropogenicznej wyniki analiz morfometrycznych z wykorzystaniem różnowiekowych map wielkoskalowych mogą stanowić dobre uzupełnienie tradycyjnych badań terenowych, a niejednokrotnie wyraźnie je ukierunkować.

LITERATURA

- Dorywalski M., 1953: Matematyczno-statystyczne metody w geomorfologii. *Prz. Geogr.*, 25/2: 61–71.
- Dulias R., 2003: Subsidence depressions in Upper Silesian Coal Basin. In: Mentlik P. (ed.): *Geomorfologický sborník*, 2, ČAG, ZČU, Plzeň: 11–16.
- Dulias R., 2005: Krzywe hipsograficzne obszaru osiadań górniczych (na przykładzie okolic Piekar Śląskich). W: Kotarba A., Krzemień K., Świąchowicz J. (red.): *Współczesna ewolucja rzeźby Polski*, SGP, IGiP UJ, IGiPZ PAN, IG AP w Krakowie, Kraków: 115–120.
- Dulias R., 2006: Możliwości wykorzystania map topograficznych do badań rzeźby obszarów górniczych na przykładzie Rybnickiego Okręgu Węglowego. *Dokumentacja Geograficzna*, 32, PAN, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Warszawa: 60–63.
- Dwucet K., Krajewski W., Wach J., 1992: Rekultywacja i rewaloryzacja środowiska przyrodniczego. UŚ Katowice.
- Dybeł T., Hebliński J., 1988: Historia Miechowic i kronika kopalni „Miechowice”. GIG, Katowice.
- Jankowski A. T., 1986: Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysłowionym i zurbanizowanym (na przykładzie ROW). UŚ, Katowice.
- Karaś-Brzozowska C., 1960: Charakterystyka geomorfologiczna Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. *Biul. Komitetu do Spraw GOP PAN*, nr 37, Warszawa.
- Kupka R., Szczypek T., Wach J., 2005a: Skutki 200-letniej eksploatacji węgla kamiennego w Katowicach. W: Rypl J. (ed.): *Geomorfologický sborník*, 4, ČAG, JČU, České Budějovice: 11–13.
- Kupka R., Szczypek T., Wach J., 2005b: Morphological effect of 200-year long hard coal exploitation in Katowice. In: Szabó J., Morkūnaitė R. (eds): *Landscapes – nature ad man*. University of Debrecen, Lithuanian Institute of Geology and Geography, Debrecen-Vilnius: 95–100.
- Luksa J., 1959: Rozwój wydobywania w kopalniach węgla kamiennego w Polsce w latach 1769–1948. *Studia i Materiały PTE*, Katowice.
- Madowicz A., 2001: Osiedlenia terenu na obszarze Jastrzębia Zdroju w latach 1974–199. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 31. UŚ, WBiOŚ, WNoZ, Katowice-Sosnowiec: 15–21.
- Mapa przeobrażeń powierzchni ziemi województwa katowickiego 1:50 000. WOŚ, UW, Katowice 1982.
- Mapy topograficzne 1:10 000 arkusze Bytom Miechowice, Zabrze Mikulczyce. OPGK, Białystok 1994–1995.
- Pulina M., 1974: Denudacja chemiczna na obszarach krasu węglanowego. *IG PAN, Prace Geograficzne*, 105, Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Statystyka przemysłu węglowego w Polsce 1945–1995.
- Strahler A., 1952: Hypsometric analysis of erosional topography. *Bull. Geoll. Soc. Am.*, 43: 1117–1141.
- Topographische Karte 1 : 25 000 arkusze Beuthen i Zabrze. *Geogr. Lith. Inst. u. Steindr.*, v. W. Greve, Kgl. Hoflith, Berlin 1881–1883.
- Wach J., 1987: Zmiany profilu podłużnego Kłodnicy w wyniku osiadań górniczych. W: *Problemy geograficzne górnośląsko-ostrowskiego regionu przemysłowego*. ODN IKN, UŚ WNoZ, Katowice-Sosnowiec: 126–130.
- Wach J., Szczypek T., 1996: Preobrazowania rel'efa mestnosti v raionakh gornodobyvaiushchei promyshlennosti vsledstvie osedanii grunta (na primere Katowickovo voevodstva). In: Pirozhnik I. I. (Ed.): *Geograficheskie problemy prirodopolzovania v usloviakh antropogennoi deiatelnosti*. Belorusskii Gosudarstvennyi universitet, Belorusskoe Geograficheskoe obshchestvo, Minsk.
- Żmuda S., 1973: Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej. PWN Warszawa-Kraków.

Frédéric Durand

16 rue Principale 67300 SCHILTIGHEIM, ATER à l'Université Paul Verlaine de Metz; Doctorant en cotutelle avec le Laboratoire Frontières, Limites, Discontinuités dans un système géographique complexe, Université Louis Pasteur, Strasbourg 1 et le Laboratoire CAPIRE, Université de Silésie, Sosnowiec

RÉSURGENCE D'UNE ANCIENNE FRONTIÈRE DANS L'ESPACE URBAIN SILÉSIEN

Durand F. **Odradzanie się dawnej granicy w konurbacji katowickiej.** Artykuł stanowi próbę poznania problemu dawnej granicy Górnego Śląska, która dzieliła jego obszar w XIX i XX wieku. Zagadnienie to jest o tyle ciekawe, że granice Górnego Śląska obecnie już nie istnieją, a państwo polskie ich nie zniósło (czy istniały takie możliwości?), ponieważ ponad 80 lat później one ciągle pozostały w mentalności mieszkańców. Czego można się nauczyć na tym przykładzie aby zrozumieć, co stanie się z przyszłymi granicami Europy? Zainteresujemy się w szczególności dwoma największymi miastami tej konurbacji: Katowicami i Sosnowcem, które graniczą a jednocześnie konkurują ze sobą, gdyż pomimo ich bliskiego sąsiedztwa różnią się zarówno pod względem przeszłości, jak i położenia geograficznego: Katowice należą do Górnego Śląska, Sosnowiec – do Zagłębia. Należy zatem stwierdzić, dlaczego te dwa miasta jeszcze dziś różnią się pod wieloma względami, nawet jeśli stanowią część tej samej konurbacji. Czy te różnice odzwierciedlają powrót do dawnych granic? W artykule tym zostanie przeanalizowana możliwość ponownego połączenia terenów na obszarze Górnego Śląska, zarówno od strony granicy rosyjskiej, jak i pruskiej w obecnym kontekście przemian postkomunistycznych oraz wstąpienia Polski do Unii Europejskiej, biorąc pod uwagę znaczenie historii oraz spuścizny różnych epok w tworzeniu się nowych przynależności terytorialnych. Artykuł stara się odpowiedzieć na trzy pytania: 1) co stało się wraz ze zniesieniem granicy cesarskiej, 2) co się nie stało po zniesieniu tej granicy, 3) co dzieje się obecnie. Uczestniczymy w procesie przywracania dawnych granic. Pojawiają się one na nowo w przestrzeni oraz świadomości społecznej nie w sensie przeszkody fizycznej, lecz jako bariera kulturowa, ograniczająca relacje oraz współpracę między tymi miastami.

Дуранд Ф. **Появление давней границы в катовицкой конурбации.** В статье сделана попытка исследования проблемы давней границы Верхней Силезии, которая разделяла регион в XIX и XX вв. Вопрос весьма интересный, поскольку границ Верхней Силезии, как таковой, в настоящее время не существует, а польское государство их не ликвидировало (а было ли это возможно?), так как по прошествии более 80 лет они все еще остаются в ментальности обитателей региона. Чему нас может научить этот пример, чтобы понять, что произойдет в будущем с европейскими границами? Конкретным примером такой границы могут служить территории городов Катовице и Сосновец, разделенные границей прошлого. Катовице исторически „принадлежат” к Верхней Силезии, Сосновец – к Заглембю. Почему эти два города до сегодняшнего дня, несмотря на принадлежность к единой городской конурбации, существенно отличаются между собой со многих точек зрения? В статье анализируется вопрос возможности воссоединения разделенных территорий Верхней Силезии в новых – посткоммунистических реалиях сегодняшней Польши, включая вхождение Польши в Европейский Союз. Автор пытается ответить на 3 вопроса: 1) что случилось после ликвидации границы? 2) чего не случилось после ее ликвидации? 3) что происходит в настоящее время? Мы участвуем в процессе формирования давних границ. Они появляются снова как в пространстве, так и в общественном сознании в виде культурного барьера, ограничивающего взаимодействие и сотрудничество между этими городами..

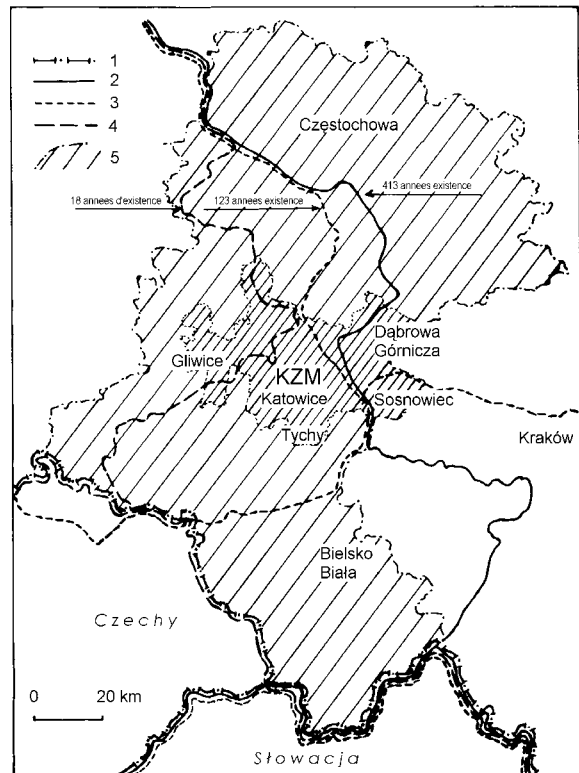
Durand F. **Appearance of former boundary in the Katowice conurbation.** The paper is the attempt to know the problem of old boundary of the Upper Silesia, which divided this area in the 19th and 20th centuries. This issue is very interesting because of the fact that boundaries of the Upper Silesia presently already do not exist, but the Polish State did not suppress them (did such possibilities exist?), because more than 80 years later they still remained in inhabitants mentality. What can we learn on this example to understand the future of Europe boundaries? We will be particularly interested in two the largest cities of this conurbation: Katowice and Sosnowiec, which border and simultaneously rival with each other, because despite of their close neighbourhood they differ in the past as well as in the geographical location.: Katowice belongs to the Upper Silesia whereas Sosnowiec – to Dąbrowa Basin. Therefore one should state, that these both cities still differ in many respects, even if they make the part of the same conurbation. Do there differences reflect the return to the former boundaries? In this paper the possibility to renewal connecting of terrains in the area of Upper Silesia will be analysed from the side of both Russian and Prussian boundaries in the present context of post-communistic transformations as well as Poland joining the European Union, regarding the importance of history as well as heritage of different epochs in the formation of new territorial status. This paper enables to answer three questions: 1) what became together with imperial boundary?, 2) what not became after this boundary suppressing?, 3) what presently happen? Presently we take part in the process of former boundaries restoring. They appear again in the space and social consciousness – not in the sense of physical barrier, but as the cultural barrier, limiting relations and cooperation between these cities.

Cet article est l'étude d'un cas, celui d'une ancienne frontière de la Haute Silésie (fig. 1), qui découpait l'espace silésien aux XIXème et XXème siècles (voir carte des anciennes frontières de la Haute Silésie – fig. 2). L'exemple des frontières silésiennes est intéressant en ce sens, qu'elles n'existent plus aujourd'hui et qu'un Etat, qu'une Nation, comme la Pologne, ne les a pas résorbées (en a-t-elle eu les moyens?) car plus de 80 ans plus tard, elles subsistent toujours! Quelles leçons peut-on tirer de cet exemple pour comprendre ce qu'il va se passer aux futures anciennes frontières de l'Europe?

La Haute Silésie est une région du Sud de la Pologne (dessin 1, 2) qui n'a cessé, durant son histoire d'être ballottée d'un Empire à un autre, d'un pays à un autre, traçant au gré des conquêtes territoriales et des décisions politiques, des frontières sur l'ensemble de l'espace silésien. Durant la deuxième moitié du XIXème siècle et au XXème siècle, la région de Haute Silésie a été un lieu d'enjeux économiques et politiques importants, car elle offrait d'énormes ressources en matières premières, grâce à l'exploitation de ces nombreuses mines de charbon, d'argent, de cuivre et de plomb et au développement rapide des industries lourdes (sidérurgies, métallurgies, cokeries). Aujourd'hui, le cœur de la région est constitué d'une conurbation centrée sur la capitale régionale: Katowice. Cette conurbation, aux contours urbains assez flous, se compose d'une quinzaine de villes qui s'agglomèrent; elle est le fruit de la révolution industrielle. Les villes qui composent cette conurbation connurent une croissance exceptionnelle depuis cette période: Katowice n'était qu'un village au début du XVIIIème siècle, elle est devenue en moins d'un siècle le centre économique et politique de toute une région.



Dessin 1. Localisation de la Haute-Silésie en Pologne
Rys. 1. Położenie Górnego Śląska (województwa śląskiego) w Polsce



Dessin 2. Frontières nationales historiques:
1 – frontières nationales de 1945, 2 – 1327–1740 – Pologne, Tchéquie et Autriche Hongrie, 3 – 1795–1918 – Russie, Prusse et Autriche Hongrie, 4 – 1921–1938 – Pologne, Allemagne et Tchécoslovaquie, 5 – Voïvodie de Silésie (source: Voïvodie de Silésie, service d'architecture et d'urbanisme)

Rys. 2. Historyczne granice państwowe:
1 – granice państwowe od roku 1945, 2 – granice 1327–1740 – Polska, Czechy i Austrowęgry, 3 – 1795–1918 – Rosja, Prusy i Austrowęgry, 4 – 1921–1938 – Polska, Niemcy i Czechosłowacja, 5 – województwo śląskie (źródło: Województwo śląskie, Wydział Urbanistyki i Architektury)

Nous nous intéresserons plus particulièrement aux deux plus grandes villes de cette conurbation, Katowice et Sosnowiec, qui se juxtaposent dans cet espace urbain; qui se font face devrait-on écrire, car malgré leur proximité spatiale, ces deux villes se distinguent tant par leur histoire que par leur géographie. Katowice est une ville «Śląsk» (silésienne) alors que Sosnowiec est une ville de «Zagłębie¹». Pendant 123 ans (de 1795 à 1918), ces deux territoires étaient séparés par une frontière impériale et étaient le théâtre d'un affrontement plus économique que

¹ La «région» de Zagłębie se compose de quelques villes (Będzin, Czeladź, Dąbrowa Górnicza, ...) qui constituent une partie de la conurbation; Sosnowiec en la ville la plus importante, «la capitale» de ce «pays».

militaire entre les Empires russe et prussien. La fin de la première guerre mondiale sonne comme la renaissance de la République de Pologne et la fin des grands Empires continentaux! Les nouvelles frontières du pays sont définitivement tracées en 1922. A cette date, la frontière entre Katowice et Sosnowiec est officiellement effacée. L'interrogation est de savoir pourquoi, ces deux villes s'opposent encore aujourd'hui, sur bien des points, alors qu'elles font partie de la même voïvodie. Cette opposition entre les deux villes ne reflète-t-elle pas la réaffirmation, voire la réapparition de la frontière passée? A travers cette communication, il s'agira d'envisager, la recomposition des territoires dans la région de Haute Silésie, de part et d'autre de l'ancienne frontière entre Russie et Prusse, dans un contexte actuel de transition post-communiste et d'entrée dans l'Union Européenne, tout en évoquant l'importance de l'histoire passée et des héritages des différentes époques, dans la construction des territorialités jeunes ou naissantes.

DE L'EFFACEMENT DES FRONTIÈRES IMPÉRIALES, À LA RECONSTRUCTION DE TERRITOIRES ET D'UNE IDENTITÉ NATIONALE POLONAISE EN HAUTE SILÉSIE

La suppression de la frontière impériale en 1922 met fin à une situation de point de rencontre des Empires continentaux dans la région de Haute Silésie. C'est la fin d'une situation de confrontation frontalière pour les villes de Katowice, sous autorité prussienne et de Sosnowiec, alors sous le joug russe. Avec la restauration de l'Etat polonais et la mise en place d'une nouvelle structure politique, il y a une volonté nationale de remodeler l'espace polonais et de le réorganiser; de rassembler les territoires et de remobiliser les populations après des années d'occupations étrangères. L'effacement de la frontière en 1922 a permis d'ouvrir l'espace; les contraintes imposées par les frontières s'estompèrent, rendant les déplacements plus faciles et augmentant la mobilité locale de part et d'autre de l'ancienne frontière. Un des principaux changements concerne les lignes de chemins de fer, car la largeur des rails différait de part et d'autre des Empires; du côté russe, la largeur des voies était plus grande. Avec le rétablissement de leur pays, les autorités polonaises harmonisèrent le réseau ferré sur tout le territoire national. Dès 1922, avec l'instaura-

tion d'un nouveau régime, la frontière entre les deux villes disparaît pour apporter quelque chose de nouveau et symbolique : «un changement d'identité nationale», en effet, les villes de Katowice et Sosnowiec deviennent toutes les deux polonaises. Mais jusqu'en 1939, les deux villes n'appartiennent pourtant pas à la même voïvodie. Sosnowiec et les villes de Zagłębie sont rattachées à la voïvodie de Kielce. Les anciennes communes, sous ancienne juridiction prussienne, comme Katowice, sont regroupées en une seule voïvodie, distincte du reste des autres voïvodies, par sa petite taille. L'effacement de la frontière a pourtant été mal perçu par les populations silésiennes, car d'une part elles voyaient leurs territoires se morceler, une nouvelle frontière s'était dessinée au cœur de la Silésie entre l'Allemagne et la Pologne, séparant ainsi des familles et des villes qui jusque là avaient toujours été liées. D'autre part, elles virent d'un mauvais œil l'arrivée sur leurs territoires de populations polonaises non silésiennes venues s'installer et trouver du travail. Avec la fin des conflits et les tracés des frontières de 1922, la Haute Silésie (du moins dans sa partie polonaise) était devenue la partie la plus développée de Pologne. De plus, une bureaucratie polonaise (venant de Galicie) arriva en Haute Silésie, car il n'y avait jamais eu auparavant d'administration polonaise en Haute Silésie, qui était l'exemple type de région périphérique sans élites, les occupants étrangers s'en chargeaient. Les populations silésiennes perçurent cette classe moyenne comme importée de l'extérieur, amplifiant ainsi les tensions.

A la fin de la première guerre mondiale se posa le problème de l'identité polonaise dans les territoires de la Silésie. Les populations silésiennes étaient-elles de nationalité polonaise? En 1921, il n'existe pas forcément de sentiment national polonais fort pour les populations d'origine silésienne, les résultats des plébiscites de 1921 le prouvent², même s'il ne faut pas oublier

² Les frontières occidentales de la Pologne sont fixées par le traité de Versailles. Par ailleurs le traité délimite également des territoires sur lesquels doit avoir lieu un plébiscite. Tout le territoire plébiscitaire est attribué à l'Allemagne. Le plébiscite de Haute Silésie, le 20 mars 1921, donne 707 605 voix pour l'Allemagne et 489 359 pour la Pologne. Mais la commission inter-alliée de plébiscite est incapable de proposer une solution du fait des divergences d'opinions et de sensibilités entre les villes et la campagne relevées dans les résultats du plébiscite. La question de la Haute Silésie devient l'objet de négociations directes entre les gouvernements. Déclenchements de nombreuses insurrections polonaises (la troisième le 2 mai 1921). Le conseil suprême réunit en août 1921 à Paris ne réussit pas à se mettre d'accord

que les trois insurrections de la population polonaise de Haute Silésie (1919–1921) contre les velléités allemandes, entraînent le rattachement d'une partie de cette région à la Pologne. «La nécessité de choisir entre l'appartenance allemande ou polonaise semblait étrange aux habitants de Haute Silésie qui ne s'étaient jamais sentis ni Allemands, ni Polonais, même si les deux alternatives faisaient partie de leur culture. [...] Parce que leur conscience territoriale s'appliquait au niveau régional, la décision de l'affiliation nationale a dû être dans bien des cas accidentelle. De manière dramatique, les familles ont été divisées par leurs options nationales centrifuges. Non seulement la division de la Haute Silésie était inintelligible mais elle était territorialement absurde³». En effet, les nouvelles frontières tracées, en 1922, découpaient l'espace silésien à travers les zones industrielles, à travers les lignes de chemins de fer, de tramway, à travers les différentes lignes électriques, à travers le réseau d'approvisionnement en eau, d'autant que certains tunnels de mines exploitées du côté polonais conduisaient au territoire allemand, et vice et versa, transgressant ainsi la nouvelle frontière tracée.

La fin de la deuxième guerre mondiale va changer la forme du territoire polonais qui en 1945, subit une translation vers l'Ouest, en acquérant tous les territoires allemands de Silésie et de Poméranie, à la place des pertes territoriales à l'Est (région de Wilno, de Lwów) qui devinrent des territoires sous domination russe. Après la deuxième guerre mondiale donc, toute la Silésie devint polonaise. En 1946, le gouvernement communiste au pouvoir crée un nouveau découpage administratif territorial (à trois échelons: gmina, powiat et voïvodie), il choisit de regrouper au sein d'une même voïvodie, les entités

sur la ligne de partage; l'affaire est donc portée devant le Conseil de la SDN. Elle est définitivement tranchée par la Conférence des Ambassadeurs qui trace la ligne frontière (et coupe la Silésie en deux), mais stipule que l'Allemagne et la Pologne doivent conclure une convention réglant, pour une période de 15 ans maximum, les dispositions transitoires relatives à l'économie de la Haute Silésie, aux droits des nationalités et à la protection des minorités, et enfin, instaurer une commission mixte de Haute Silésie et un tribunal arbitral pour veiller à l'exécution de ces mesures. La convention germano-polonaise est signée à Genève le 15 mai 1922.

³ D'après l'article de Z. Rykiel, Pour comprendre l'intégration culturelle régionale: une approche conceptuelle et l'exemple de la région de Katowice, dans l'ouvrage coordonné par M. Roux: Nations, Etat et Territoire en Europe de l'Est et en URSS éditée par L'Harmattan.

territoriales de Zagłębie et de Silésie⁴, qui n'avaient alors jamais été regroupés auparavant dans une même entité administrative, et qui n'ont jamais été séparés depuis.

Que se fabrique-t-il alors avec la disparition de la frontière entre Katowice et Sosnowiec? En 1945, dans un premier temps, il y a eut une volonté des pouvoirs politiques au niveau central, de créer une zone régionale, de part et d'autre des anciennes frontières d'Empires. En effaçant la frontière, devenue simple limite administrative régionale, cela permit de créer un continuum spatial (entre Zagłębie et la Haute Silésie), de rassembler les «forces vives», de les regrouper pour former une «unique» région industrielle et façonner du même coup, un pôle de développement économique pour la Pologne. Dans un second temps, il y a une volonté politique de joindre, le «pays» de Zagłębie à la Haute Silésie, pour contrer la tradition germanique qui s'y était installée. Après 1945, la nouvelle configuration territoriale de la Pologne provoqua des grandes migrations de populations: les populations allemandes furent expulsées de Silésie (4 millions de personnes), «remplacées» par les populations polonaises des anciens territoires polonais d'avant guerre, modifiant ainsi la composition de la population régionale. De voisins étrangers, les communes silésiennes et les communes de Zagłębie devinrent des partenaires au sein de la même voïvodie. L'effacement des frontières permit, avec le temps, un rapprochement entre les communes et déboucha sur des coopérations et des réalisations en commun durant toute la seconde partie du XXème siècle: un aéroport régional fut construit, une université régionale fut créée. En 1951, un organisme d'Etat (Wojewódzkie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne⁵) vit le jour, pour gérer et organiser le réseau des transports en commun dans toute la conurbation urbaine de Haute Silésie, passant ainsi au-delà des anciennes frontières pour relier et réunir toutes les villes de la conurbation.

⁴ Remarque: même s'il y eut d'autres recompositions territoriales, par la suite (en 1961, 1975 et 1999), la conurbation silésienne, formée par l'agglutination des villes n'a plus jamais été divisée, elle s'est même agrandie et affranchie des frontières de 1922 avec l'Allemagne.

⁵ Depuis 1991, cette organisation est en liquidation. Elle a été divisée en 18 entreprises publiques qui se partagent le réseau de lignes de bus existant. Chaque ville peut choisir aujourd'hui quelle entreprise s'occupera des transports en commun dans sa circonscription; l'association KZK GOP regroupe le plus grand nombre des villes de la conurbation, aussi bien les villes silésiennes que les villes de Zagłębie.

Après 1989: la chute du système politique communiste permit aux autorités locales et régionales d'acquiescer plus de liberté et de compétences notamment dans la gestion du territoire. A l'échelle locale et régionale, des nouvelles lois furent votées pour mettre en place des plans régionaux d'aménagement et de développement du territoire et de laisser plus d'alternative en matière de gestion et d'organisation de l'espace aux communes, qui décidèrent à leur échelle des choix de développement et d'aménagement de leur territoire. Ce changement de législation apparut comme une ouverture et permit plus de dialogue entre les communes de la conurbation; auparavant l'omniprésence de l'autorité centrale paralysait les initiatives au niveau local. De nouvelles associations parapubliques intercommunales virent le jour, notamment pour l'aide au développement économique, comme le GARR (Agence pour le développement régionale en Haute Silésie) et le GAPP (Agence pour la restructuration des entreprises) créée après les lois de 1994.

En effaçant les frontières du XIX^{ème} siècle et celles de 1922, les pouvoirs politiques pensaient mettre fin aux divergences, aux différences existantes de part et d'autre des villes de la conurbation. Pourtant, pendant longtemps (et encore aujourd'hui) il n'en a rien été. Les différences persistent, restent de part et d'autre de l'ancienne frontière!

PERSISTANCE DE CLIVAGES ENTRE KATOWICE ET SOSNOWIEC APRÈS L'EFFACEMENT DE LA FRONTIÈRE

En 1922, la frontière entre Katowice et Sosnowiec disparaît. Pourtant, il n'y a pas eu de réelle tentative, de la part des autorités au niveau national (ni le temps nécessaire?) d'intégrer la région de Haute Silésie et sa population, à la Pologne. La création de la voïvodie de Katowice en 1922, qui ne regroupait que les anciennes villes du côté prussien⁶, disposait d'une autonomie régionale avec son parlement et son budget propre. Cela n'a pas facilité son intégration à l'ensemble du territoire polonais, notamment à une échelle plus régionale. Les frontières antérieures à 1914 continuèrent à former en Haute Silésie des bar-

⁶ Obligation internationale de donner une autonomie aux anciennes communes prussiennes pour préserver d'une part les populations allemands (respect du droit des nationalités... et de leurs capitaux, principal rouage de l'économie régionale!) et d'autre part la minorité silésienne.

rières considérables. Durant toute la période d'industrialisation de la région, des stéréotypes s'étaient modelés entre la «Silésie noire» et «Zagłębie, la rouge»; des particularités persistaient encore de part et d'autre des anciennes frontières créant ainsi une barrière psychologique: les valeurs morales restaient différentes (en ce qui concerne le travail, la famille, l'éducation) comme les systèmes d'épargne et sanitaires⁷. Les populations silésiennes furent déçues par des formes de relations qui ne changèrent pas avec le nouveau tracé des frontières, d'une part la domination du capital allemand qui était propriétaire dans une large majorité des industries et des mines aussi bien du côté silésien que du côté de Zagłębie, et d'autre part les relations sociales que cela impliquait. Même si les populations et les territoires étaient dorénavant «polonais», la situation économique et sociale était la même qu'avant la guerre, sous l'emprise allemande. Il a fallu attendre la fin de la deuxième guerre mondiale pour que cela s'estompe.

Pourquoi, malgré les recompositions des territoires, les effets de frontières persistent? Qu'est ce qui ne se fabrique pas avec l'effacement de la frontière? Les anciennes pratiques sociales voire spatiales subsistent, les mentalités et les représentations de l'espace, de la société, du voisin ne changent pas, même avec l'arrivée massive de populations d'origines diverses et l'émigration d'une partie des populations germanophones. Il existe deux discours à ce propos: certains acteurs interrogés disent que malgré les différentes migrations qu'a connues la Silésie, la tradition, la culture silésienne a perduré, elle a même «converti» les Polonais venus d'autres parties de la Pologne. Aujourd'hui encore, la culture silésienne, dans sa pratique, reste forte. Pour ces personnes, il y a de grandes différences entre Silésie et Zagłębie. Alors que pour d'autres personnes interrogées, ils pensent que les migrations ont permis un mélange des cultures et des représentations dans la société, donc un étiolement de la culture silésienne. Pour ces personnes, qui ne sont généralement pas de familles autochtones, ils ne se soucient pas forcément du passé tumultueux et conçoivent l'espace différemment, car ils ne l'ont jamais connu autrement.

Les différences économiques et sociales qui existaient auparavant, de part et d'autre de la

⁷ Rykiel Z., 1990: «Ujęcie empiryczne: region Katowicki jako region stykowy» (étude empirique: la région de Katowice, comme région de contact) quatrième partie d'un article sur le concept de la région-contact et de la question de l'intégration culturelle en Haute Silésie.

frontière impériale entre Katowice et Sosnowiec, persistent encore aujourd'hui malgré l'effacement de celle-ci. Les compositions des couches sociales sont toujours différentes⁸: du côté de Zagłębie, les populations connaissent encore actuellement plus de difficultés que les populations «plus riches» de la région de Silésie (Śląsk): leurs revenus sont en moyenne inférieurs à ceux de leurs voisins silésiens, leurs habitations sont en général plus vétustes et moins bien équipées et le nombre de personnes par ménage y est supérieur. Les chiffres du chômage sont aussi un indicateur statistique fort qui marque des différences: en 2002, à Sosnowiec 22 100 personnes étaient dans une situation de recherche d'emploi (soit 24,1% de la population active, 9,8% en 1998) alors qu'à Katowice, le nombre de chômeurs était de 16 970 (soit 8,1% de la population active)⁹. Ces disparités peuvent s'expliquer par des différences de dynamisme économique: depuis 1989, Sosnowiec connaît de nombreux problèmes liés à la restructuration industrielle (fermeture d'usines et de mines, chômage, privatisation,...) alors que Katowice profite de l'attractivité que peut avoir une capitale régionale et du développement du secteur tertiaire, pour atténuer, voire résorber ces mêmes difficultés.

Les opinions et les conceptions politiques sont radicalement différentes de part et d'autre de cette ancienne frontière! Du côté de Zagłębie, la politique est envisagée selon des logiques partisans avec une tendance au vote très à gauche. Tandis que du côté silésien (Śląsk), ce sont des comités électoraux et des «protopartis» qui façonnent la vie politique, comme «Związek Górnośląski», le rassemblement des Silésiens qui est une association de la culture silésienne mais qui intervient aussi sur la scène politique lors d'élections. Cette association, souhaite que la région ait davantage d'autonomie, ils ont une vision politique plus «libérale». Les hommes politiques, par la force des choses ne considèrent pas la frontière (la frontière n'existe pas puisqu'elle a été effacée par l'Etat) tant dans la gestion du territoire que dans les relations entre communes. Pourtant ils utilisent dans leur discours, l'argument que la frontière existe toujours, certes pour des raisons électorales. Mais ce sentiment partagé reflète les opinions politiques et les représentations divergentes des populations.

⁸ D'après l'ouvrage «Historia Polski w Liczbach – Ludność Terytorium» de l'office des statistiques polonaises, le GUS (Główny Urząd Statystyczny) paru en 1993.

⁹ Données provenant de bulletins d'informations des mairies.

En plus de ces différences économiques, sociales et politiques, subsistent des héritages du passé qui continuent de perpétuer des différences sur l'espace ou de les (re-)créer :

- Les héritages architecturaux sont visibles encore aujourd'hui et marquent de leurs empreintes les paysages : style «sécession¹⁰» des immeubles allemands de la fin du XIXème et du début du XXème siècle, architecture plus laconique, sans véritable recherche esthétique du côté de Zagłębie, présence également d'églises orthodoxes, d'anciens postes de douanes qui rappellent la situation passée. L'histoire urbanistique des deux villes divergent. La cité industrielle de **Katowice** a été construite par les Allemands en 1865, après la construction du chemin de fer en 1848. Katowice n'était alors qu'un village. L'aménagement urbain a été pensé (structure urbaine en quadrillage, rues droites, longues avenues) et organisé pour les besoins de l'époque: acheminement des produits et des matières premières, et rendre accessible la région avec le reste de l'Allemagne. La ville s'est donc bâtie autour de la gare, entre les deux places les plus importantes de la ville (Rynek – la place du marché et la place Wolności – place de la liberté). Katowice n'a cessé de s'étendre spatialement durant tout le XXème siècle, agglomérant les nombreux villages autour; sa superficie actuelle est de 164,5 km².

Sosnowiec a connu un développement en deux étapes, durant la période d'occupation russe (jusqu'en 1914) où elle obtient du tsar Nicolas II les droits municipaux en 1902 et sous l'autorité polonaise (principalement dans les années 70). La structure urbaine de la ville est beaucoup plus chaotique qu'à Katowice, les aménagements sont désordonnés, héritages de la gestion russe. A cette époque la ville était tout comme Katowice, une ville frontière, en périphérie de l'Empire, mais où un dynamisme industriel émergeait. Alors que les Allemands eurent la volonté d'intégrer Katowice à leur centre et de l'aménager en conséquence, les Russes n'eurent pas les mêmes préoccupations et laissaient faire les choses... Sous la direction d'Edward Gierek¹¹, natif de Sosnowiec, un projet urbain eut pour objectif de réunir des villes à Sosnowiec. La ville s'agrandit tant spatialement que démographiquement et devint l'une des villes les plus grandes et les plus dynami-

¹⁰ Art nouveau allemand né en 1892 à Berlin.

¹¹ Premier secrétaire du Parti ouvrier unifié (PZPR) de 1970 à 1980.

ques de la conurbation (entre 1950 et 1975, la taille de la ville passa de 96 400 à 195 700 habitants). Avec ces nouvelles dimensions, la ville s'affirma en tant que «capitale» de Zagłębie. Le projet urbain avait pour but d'optimiser les problèmes d'infrastructures sociales et techniques de la ville, mais aussi de la région de Zagłębie, et permit notamment la reconstruction du réseau de communication de toute la région de Zagłębie, et la réalisation d'un réseau de routes modernes à Sosnowiec.

- Des héritages dans les manières de gérer l'espace apparaissent encore. Malgré l'harmonisation du réseau ferré avec la restauration de l'Etat polonais, la densité des lignes de chemins de fer n'est de loin pas la même. Du côté Śląsk, le réseau ferré est beaucoup plus dense que du côté de Zagłębie, legs des choix d'aménagements prussiens, qui avaient réussi à intégrer la région silésienne à leur réseau national pour des raisons logistiques et économiques. Avec l'effacement des frontières, les autorités polonaises n'ont pu réduire ces différences trop importantes, malgré un effort certain pour améliorer le réseau ferroviaire dans l'ensemble du pays. De plus, entre la région de Zagłębie et la région Śląsk, le nombre de points de passage n'a pas été augmenté depuis le XIX siècle, pour exemple il n'y a qu'une seule ligne de chemin de fer entre Sosnowiec et Katowice, et trois axes routiers (dont deux ne sont que des routes secondaires). Autre exemple, il existait à l'époque des trois Empires, différentes législations de part et d'autre de la frontière qui posent encore problème aujourd'hui notamment dans le droit foncier, par exemple du côté allemand, les autorités concevaient une différence entre le droit du sol et le droit du sous-sol, alors que du côté russe il n'y avait pas de distinction, le propriétaire du sol était aussi propriétaire du sous-sol. Cette situation crée aujourd'hui des litiges que ne tient pas compte la loi polonaise. Dans un autre registre, on se rappellera aussi qu'après la deuxième guerre mondiale, l'aménagement local et régional était organisé en fonction des décisions de Varsovie (dans ces circonstances, peut-on parler d'aménagement local?) et des réalisations locales éparses et lentes. On privilégiait alors les plans nationaux au détriment des besoins locaux ; ignorant de ce fait la complexité

des géographies locales et ne considérant nullement les pouvoirs locaux¹².

- Les différences induites par les héritages de l'histoire imprègnent aussi la culture, les pensées et l'imaginaire des habitants. Pendant plus de deux siècles, les villes silésiennes et leurs populations étaient prussiennes; sous Bismarck, elles vécurent une vague de germanisation intense, l'allemand était devenu la langue officielle dans l'administration et celle étudiée à l'école. Aujourd'hui la culture silésienne, même si elle s'en distingue, est imprégnée de cette culture germanique, à travers son dialecte notamment, qui est un mélange de polonais et d'allemand, mais aussi dans ses valeurs morales (traditions de travail, catholicisme et famille). Les populations de Zagłębie n'ont pas du tout les mêmes affinités culturelles et ne parlent pas le dialecte silésien. Les legs culturels du passé marquent clairement une distinction entre ces populations.

La frontière avait séparé des systèmes territoriaux différents, qui avaient structuré l'espace. Malgré l'effacement de la frontière en 1922, les éléments constitutifs de ces espaces ne sont pas tous oblitérés aujourd'hui et animent toujours la société et ses représentations. Tout cela amène à penser que la frontière se reproduit aujourd'hui sur l'espace et au sein de la société. Il y a un phénomène de reproduction de la frontière, un phénomène de réémergence d'une ancienne frontière qui ne s'est pas effacée totalement.

LA REPRODUCTION DE LA FRONTIÈRE ENTRE KATOWICE ET SOSNOWIEC

Cette reproduction de la frontière s'accompagne d'une redéfinition de la notion de frontière, d'une nouvelle conception, car bien entendu cette frontière n'existe plus officiellement, il n'y a plus de barrières douanières, ni de frein à la mobilité. Cette frontière se reproduit car elle est pensée, imaginée. «On vit toujours avec la frontière!». Elle est présente encore dans la vie de tous les jours, les gens en parlent encore, se la représentent; le fait d'en re-parler, d'y repenser, la fait ressurgir. On peut donc écrire que la frontière se ré-invente en changeant de sens, de signification et même de nature. Elle n'existe plus matériellement, même si l'on peut voir encore les anciens

¹² D'après l'article de B. Barbier «Le rôle des acteurs locaux et régionaux dans le développement local et régional en Pologne»

emplacements des postes de douanes, mais elle a changé de forme. Auparavant la frontière entre Katowice et Sosnowiec était une zone frontalière, c'était un espace de transition entre les empires russe et prussien, aujourd'hui, après l'extension spatiale des villes, la frontière apparaît plus comme linéaire. Il s'agit certes d'une frontière mentale, mais qui agit sur la société, qui a des répercussions sur les représentations de l'espace par les sociétés et sur la gestion et l'organisation de cet espace. Pour un grand nombre d'individus de la région, Zagłębie ne fait pas partie de la culture silésienne. Les résultats de l'enquête menée sur le terrain le prouvent¹³, les trois quarts des personnes interrogées sont d'accord avec cette affirmation. Les principales raisons évoquées sont l'usage du dialecte silésien, les différences de mentalités et de culture. Les populations ont tendance à se distinguer les unes des autres. Cette distinction culturelle provoque chez certains groupes d'individus une volonté ferme, parfois violente, de marquer son identité, d'afficher ses différences par rapport à l'autre, par l'intermédiaire de divers symboles (supporters des clubs de football et de hockey, chansons «vulgaires», nombreux tags sur les murs et les ponts, blagues récurrentes...). La plaisanterie la plus fréquente est de demander si vous avez votre passeport pour passer la frontière entre Sosnowiec et Katowice; comme par le passé! On utilise des mots, des expressions, pour la plupart anciens, mais qui font ressurgir la frontière. Voici un exemple de graffiti: «Zagłębie-Sosnowiec, *Lowcy Hanysów*»: «Zagłębie-Sosnowiec, *chasseur de Hansy*». Les «*Hanys*» ou «*Hanysy*» sont les mots utilisés par les habitants de Zagłębie pour désigner les habitants silésiens, car «on ne les comprend pas, ils parlent comme des Allemands!». «Gorol», est un mot du dialecte Śląsk, qui qualifie les habitants de la Haute Silésie qui sont étrangers, qui ne sont pas de culture silésienne. Tous ces signes montrent un certain désir de se séparer culturellement du voisin, de construire ou de prolonger l'existence de la frontière linguistique et culturelle.

Que se passe-t-il aujourd'hui à la frontière? L'étude des migrations pendulaires nous permet de comprendre les jeux de part et d'autre des villes de Zagłębie et de Silésie. D'après les enquêtes réalisées et les observations sur le terrain, nous pouvons écrire que peu de personnes de Katowice se déplacent à Sosnowiec, hormis les

étudiants¹⁴, que se soit pour aller au travail, chez de la famille ou des amis, encore moins pour faire les courses et pratiquer des loisirs. Généralement les habitants de Katowice ne vont jamais du côté de Zagłębie. La principale raison est qu'ils n'ont rien à y faire là bas... Par contre, les habitants de Sosnowiec se déplacent plus vers Katowice, parce qu'ils ont trouvé un emploi, parce qu'ils ont besoin de renseignements et documents administratifs. Ce mouvement de population concerne principalement les jeunes et ceux qui ont trouvé un travail, les autres personnes se déplacent rarement vers la capitale régionale, la principale raison est la même que pour les Silésiens: les habitants n'éprouvent aucune nécessité de se rendre à Katowice. Nous pouvons écrire qu'il existe un flux migratoire journalier, qui voit une partie des habitants de Zagłębie aller vers Katowice, mais ce flux est à sens unique. La ville de Katowice a un pouvoir d'attraction sur les populations de Zagłębie grâce à ces activités et son dynamisme. Les observations et les résultats de l'enquête révèlent surtout le peu d'interconnexions sociales, le peu de liens sociaux entre les populations des deux villes. Les habitants traversent la frontière généralement pour aller au travail, pas pour se créer des relations; chacun reste dans son coin.

«La région de Katowice, en tant que région historique nouvelle, est l'une de celles qui tentent dans leur développement d'effacer les barrières spatiales inscrites dans les tracés frontaliers du XIX^e siècle¹⁵». En observant les relations intercommunales, la frontière apparaît clairement. Les villes de Zagłębie ont tendance à se regrouper plus facilement entre elles, tout comme les villes de Silésie, afin surtout d'échanger des idées et d'évoquer les problèmes rencontrés dans le développement de la ville, dans les choix d'aménagement du territoire et dans la restructuration de l'économie locale. Même si les difficultés sont plus ou moins les mêmes pour toutes les villes de la conurbation (fermeture des différentes mines et des industries lourdes, entraînant un fort taux de chômage, manque de moyens financiers, image de la ville négative), il y a très peu de réalisations faites en commun. Entre les villes

¹³ 200 personnes ont été enquêtées lors d'une mission de terrain, effectuée au printemps 2004.

¹⁴ Il y a plusieurs écoles, facultés et universités à Sosnowiec, notamment les sciences de la terre, les langues étrangères, l'informatique, la médecine, l'économie.

¹⁵ D'après l'article de Z. Rykiel: Pour comprendre l'intégration culturelle régionale: une approche conceptuelle et l'exemple de la région de Katowice, dans l'ouvrage coordonné par M. Roux: Nations, Etat et Territoire en Europe de l'Est et en URSS éditée par L'Harmattan.

de Katowice et de Sosnowiec, les relations sont bonnes au vue des discours des politiques et des différents services communaux, mais hormis la rénovation de routes et la mise en place de réseaux électriques et de canalisations, rien n'est envisagé en terme de coopérations intercommunales. Il n'y a pas de projets d'aménagement en commun concrétisés entre les villes qui se font face de part et d'autre de l'ancienne frontière impériale. La priorité n'est pas de collaborer avec la ville voisine, qui n'est pas perçue comme un partenaire, mais bel et bien comme une rivale, notamment pour l'obtention de l'argent (provenant des fonds européens ou de l'Etat polonais) nécessaire à la réalisation de projets d'aménagement locaux. Il existe réellement une compétition entre toutes les villes de la conurbation: compétition économique, compétition en terme de recherche d'investissements et d'investisseurs, compétition en terme d'image et de culture; mais tout se passe dans une «saine» concurrence, d'après les dires de tous les acteurs rencontrés.

CONCLUSION

A l'intérieur de la conurbation silésienne, alors qu'il existe un continuum spatial et une mobilité des hommes et des biens sur cet espace, se (re)-construit une frontière entre deux villes: Katowice et Sosnowiec. Nous assistons à un face à face entre ces deux villes, représentantes de deux cultures, de deux territoires, où s'observent une volonté de part et d'autre d'affirmer son identité, de se démarquer de son voisin. Car il est question de se distinguer des uns des autres, ce qui a pour conséquence d'ériger une frontière mentale entre les territoires de Zagłębie et de la Silésie pour délimiter ces deux «aires culturelles», héritées de l'Histoire et de ses événements passés, héritées des traditions culturelles. La frontière mentale suit d'ailleurs l'ancien tracé de l'ancienne frontière entre les deux Empires, le long de la rivière Brynica.

La frontière devient un lieu de paradoxe. Nous constatons une persistance des décalages entre les représentations des uns et des autres qui tantôt imaginent et vivent la frontière, tantôt ne la considèrent nullement; et les projets des politiques au niveau local, régional et national, qui tentent d'effacer la frontière ou de la renforcer. Cette frontière mentale impose aussi des effets sur la société: crispation des relations entre les villes, succession de contraires et de dissemblances. Elle crée ainsi une rupture sociale, une bar-

rière culturelle au sein de la conurbation entre Zagłębie et le Górny Śląsk. Comment se recomposent aujourd'hui les territoires dans un contexte postcommuniste et d'entrée à l'Union Européenne ? Entre la permanence des différences locales et les changements entrepris à l'échelle nationale et régionale, les acteurs jonglent avec le passé, les difficultés économiques, les problèmes sociaux et le manque de moyens, en essayant de changer l'image de leur ville, en essayant de promouvoir leur ville.

Avec l'élargissement de l'Union Européenne et l'adhésion des pays de l'Europe centrale, se produit un phénomène d'ouverture, qui favorise notamment les échanges avec l'extérieur. Dans ce nouveau contexte, la frontière dont nous évoquons créée curieusement de la distance entre les villes de la région, voire de l'isolement. Alors que sous le régime communiste, les politiques souhaitaient faire fusionner et créer une conurbation, pôle économique de la Pologne, sans véritablement miser sur l'intégration commune des villes, maintenant, les villes se préparent au libéralisme (en offrant des possibilités d'accessibilité meilleure sur leur territoire; c'est le choix politique envisagé pour tenter de faire venir des capitaux étrangers pour le développement de leur commune et de résoudre les problèmes structurels) et ne soucient plus de leur voisin... Elles partent toutes en quête des subventions et des investisseurs étrangers, notamment européens. Nous assistons à un phénomène de cloisonnement de villes qui se juxtaposent de part et d'autre d'une ancienne frontière qui se reproduit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bafoil F., 1996: La question silésienne: autonomie et restructuration industrielle dans le *Courrier des pays de l'Est*, n°413 octobre 1996.
- Barbier B.: Le rôle des acteurs locaux et régionaux dans le développement local et régional en Pologne.
- Cordell K.: «Upper Silesia 1918–1945» dans l'ouvrage *The politics of ethnicity in central Europe*, aux Editions Macmillan Press LTD, 224 p.
- Delsol Ch., Maslowski M., Nowicki J. (sous la direction de), 2002: *Mythes et symboles politiques en Europe centrale* aux Editions PUF, Collection Politique d'aujourd'hui, 690 p.
- Foucher M. (sous la direction de), 1993: *Fragments d'Europe, Atlas de l'Europe médiane et orientale* aux éditions Fayard.
- Halamska M.: Le pouvoir local en Pologne face aux intérêts individuels, locaux et généraux.
- Lepesant G., 2001: *Frontières européennes et imaginaires centre-européens*, article prolongeant les *Rencontres de*

- Besançon sur le thème, «L'Europe rêvée, Rêver d'Europe», 29, 30 novembre et 1 décembre 2001.
- Marand C., Piermay J.-L., 1993: Prélude à l'effacement des frontières dans la Revue Géographique de l'Est, n°3.
- Rykiel Z., 1990: Ujęcie empiryczne: region katowicki jako region stykowy (étude empirique: la région de Katowice, comme région de contact) quatrième partie d'un long article sur le concept de la région-contact.
- Rykiel Z.: Pour comprendre l'intégration culturelle régionale: une approche conceptuelle et l'exemple de la région de Katowice, dans l'ouvrage coordonné par Michel Roux: Nations, État et Territoire en Europe de l'Est et en URSS éditée par L'Harmattan.
- Saez G., Lersche J. P., Brassan M. (sous la direction de), 1997: Gouvernance Métropolitaine et Transfrontalière. Edition L'Harmattan, Collection Logiques Politiques, 314 p.
- Tazbir J., 2000: Atlas historyczny szkoła średnia 1815–1939 et Atlas historyczny szkoła średnia 1939–2000. Wydawnictwo Demart.
- Tkocz M., 1995: Katowice jako ośrodek regionalny w latach 1865–1995. Editions Université Śląsk.
- Tymowski M., 2003: Une histoire de la Pologne traduit du polonais par Jean-Yves Erhel, La librairie polonaise les éditions noir sur blanc, 270 p.
- Zaborowska M., 2001: La réforme administrative et territoriale polonaise dans le contexte européen, étude effectuée pour la revue Notre Europe, sous la direction de Marjorie Jouen, 53 p.

Aliona W. Kadietowa, Artiom A. Rybczenko

Institut Skorupy Ziemskiej SO RAN, 664033 Irkuck, ul. Lermontowa 128, Rosja

ROZWÓJ MIAST SYBERYJSKICH I ZMIANY POWIERZCHNIOWEJ SIECI HYDROGRAFICZNEJ (NA PRZYKŁADZIE IRKUCKA)

Кадетова А. В., Рыбченко А. А. **Развитие сибирских городов и изменение поверхностной гидросферы (на примере г. Иркутска)**. В статье приводится анализ изменения поверхностной гидросферы территории г. Иркутска от начала освоения города до наших дней. Рассмотрены примеры преобразования как крупных гидрологических объектов (р. Ангара, Иркутское водохранилище), так и небольших ручьев и водоемов. Кроме того, проанализированы техногенные факторы, вызвавшие изменения вышеперечисленных объектов и развитие экзогеодинамических процессов.

Kadetova A. V., Rybchenko A. A. **The development of Siberian cities and changes in the surface hydrosphere (a case study of Irkutsk city)**. The paper deals with the changes in the surface hydrosphere in the territory of Irkutsk-city within the whole period of its development, since its early years till present days. The cases of changing of both the large hydrological objects such the Angara-river and Irkutsk water-storage reservoir, and small water streams, as well as the factors influencing these changes, are discussed. Besides the exogeodynamical processes caused by the changes in the surface hydrosphere are described.

Zarys treści

Artykuł przedstawia analizę zmian powierzchniowej sieci hydrograficznej na obszarze Irkucka od początku istnienia miasta po dzień dzisiejszy. Podano przykłady przekształceń zarówno dużych obiektów hydrologicznych (Angara, Zbiornik Irkucki), jak i niewielkich potoków oraz zbiorników. Oprócz tego przeanalizowano czynniki antropogeniczne, które spowodowały wspomniane zmiany i rozwój procesów egzogeodynamicznych

WSTĘP

Stare miasta obwodu irkuckiego cechują się historią rzędu 300–400 lat. W tym czasie wywarły one poważny, lecz zróżnicowany wpływ na środowisko. Dla miasta Bodajbo, na przykład, typowe są procesy związane z wieloletnią zmarzliną i jej degradacją. W Czeremchowie istotny wpływ wywarła eksploatacja węgla kamiennego. Nad podziemnymi wyrobiskami, powstałymi w początkach XX wieku, tworzą się niecki osiadania i zapadliska (ALIOSZINA, 2006). Dla Tułuna szczególnie charakterystyczne są systematycznie powtarzające się wezbrania i powodzie. Sliudianka i Bajkalsk podlegają wpływom potoków sielowych. W mieście Usolje-Sibirskoje obserwuje się okresowe podtapianie poszczególnych jego fragmentów, wywołane wahaniami poziomu

Zbiornika Brackiego. Przykłady takie można mnożyć. Należy przy tym podkreślić, że w większości przypadków nie prowadzono szczegółowych badań antropogenicznych zmian środowiska geograficznego w tych miastach. Dlatego w niniejszym artykule przedstawiamy charakterystykę Irkucka, jako miejsca najpełniej pod tym względem zbadanego.

Obszary wielkich miast stanowią skomplikowane systemy przyrodniczo-techniczne, w których granicach różnorodne elementy środowiska geograficznego współdziałają z czynnikami antropogenicznymi. Całokształt tych działań w ciągu długiego okresu spowodował zmianę niektórych składników środowiska, np. powierzchniowej sieci rzecznej.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAŃ

Podstawę niniejszej pracy stanowi materiał zebrany w trakcie badań terenowych w Irkucku w latach 2000–2006, w których trakcie prześledzono skutki oddziaływania suffozji, osiadań gruntu, abrazji. Poznanie tych procesów pozwoliło na określenie podstawowych naturalnych i antropogenicznych czynników ich rozwoju. Analiza ewolucji powierzchniowej sieci hydrograficznej Irkucka i związanych z nią procesów wymagała

przestudiowania kronik i planów zabudowy obszaru miasta w różnych etapach jego funkcjonowania, co pozwoliło na przedstawienie tych zmian w ciągu całej historii jego rozwoju.

ZMIANY WARUNKÓW HYDROLOGICZNYCH NA OBSZARZE IRKUCKA

Obecnie głównymi arteriami wodnymi na obszarze Irkucka są trzy rzeki: Angara i wpadające doń Irkut oraz Uszakowka. Jednak, sądząc na podstawie kronik oraz map miasta z XVIII i XIX oraz początku XX wieku, sytuacja hydrologiczna była tu wówczas nieco inna. W ciągu całego okresu istnienia miasta i terenów przyległych sieć rzeczna uległa znacznym zmianom.

Na rys. 1 przedstawiono zmiany obiektów wodnych na dziale wodnym między Angarą i Uszakówką. Na tym obszarze na współczesnych mapach i schematach geomorfologicznych są zaznaczone następujące doliny: Pszenicznaja, Topka, Kasztak. Na mapie z początku XX w., w miejscu, gdzie znajduje się dolina Pszenicznaja istniała rzeka o takiej samej nazwie. Rzeka ta jest również wspomniana w kronice Irkucka, jak również, że wpadała ona do Uszakowki. Obecnie dnem tej doliny przepływa niewielki potok. Rzeka stała się płytka w związku ze zmianą warunków zasilania, co zostało spowodowane wyrębem lasu powyżej jej źródeł.

Na tej samej mapie zaznaczono rzekę Sarafanówkę, której ujście znajdowało się po przeciwnej stronie Sadu Intendanckiego (w połowie XX wieku w tym miejscu znajdowała się fabryka produkująca ciężkie maszyny, a obecnie targ „Fortuna”). Źródła tej rzeczki były zlokalizowane na prawym brzegu Uszakowki (później zbudowano tu cerkiew pod wezwaniem Kniazia Władimira i żeńską szkołę diecezjalną). Jej koryto znajdowało się w sąsiedztwie obecnej ulicy Sarafonowskiej. O tym, że dawniej był to rzeczywiście płynący potok, świadczą także zapiski w kronikach. Na przykład, w kwietniu 1881 roku w czasie wiosennych wzbrań Uszakowka i Sarafanowka wylały i woda „płynęła ulicami” (ROMANOW, 1993). Obecnie źródła zasilające potok uległy zmianie z powodu osuszenia zabagnionego terenu, z którego brał on początek. Teraz rzeka stanowi niewielki strumień, który aktywizuje się w czasie wiosennych roztopów oraz podczas letnich ulew. W okresach obfitych opadów atmosferycznych strumień zatapia stojące obok domostwa. Zimą natomiast w jego korycie tworzą się nalodzia.



Rys. 1. Zmiany niektórych rzek i potoków na obszarze zlewni Angary i Uszakowki:

A – Fragment mapy z początku XX wieku: 1 – Pszenicznaja, 2 – Sarafonowka, 3 – Kasztaczna; B – fragment mapy z końca XX wieku: 1 – koryta rzek, 2 – kierunek płynięcia rzek, 3 – terasa zalewowa Angary i Uszakowski, 4 – 1 terasa nadzalewowa Angary i Uszakowski, 5 – stoki średnio-nachylone, 6 – obszar zlewni, 7 – zbocza dolin, 8 – zasięg den dolin potoków stałych i okresowych

Fig. 1. Changes in some water streams within drainage area of rivers Angara and Ushakovka:

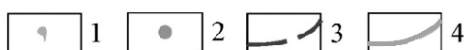
A – A fragment of map dated to early XX century: 1 – Pshenichnaya river, 2 – Sarafonovka river, 3 – Kashtachny stream; B – A fragment of map dated to late XX century: 1 – river channels, 2 – direction of river flow, 3 – floodplain of Angara and Ushakovka rivers, 4 – 1st terrace above the Angara floodplain, 5 – midelegradient slopes, 6 – drainage areas, 7 – valley sides, 8 – beds of creek valleys and intermittent streams

Podobna sytuacja miała miejsce w okolicach doliny Kasztak (rys. 1 i 2). Porównując mapę z początku XX wieku ze współczesną można stwierdzić pewne zmiany w przebiegu koryta: w początkach XX wieku źródła strumienia znajdowały się na północo-zachodzie, aktualnie – na północy. Obecność starego koryta wynika z analizy osadów ściany wkopu o głębokości 60 cm (rys. 3):

0,43 m – pokrywa glebowo-roślinna;

0,43–0,52 m – piasek koloru ciemnobrązowego, średnioziarnisty, ilasty, z domieszką miki;

0,51–0,61 m – grunty ilasto-gliniaste z wyraźnie zaznaczającą się laminacją, z przeplatającymi się warstewkami jasnoszarymi, szarymi i ciemnoszarymi. W materiale ilasto-gliniastym widoczne są przewarstwienia z czarną substancją węglową.

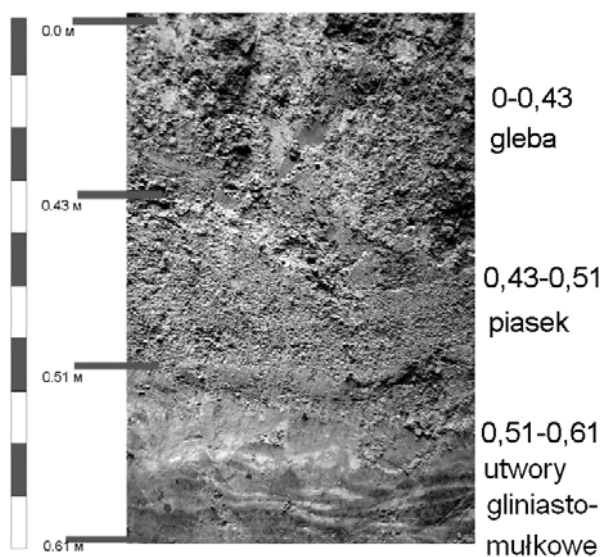


Rys. 2. Zmiana koryta potoku Kasztaczny (fotografia z NASA):

1 – punkty wypływu wody gruntowej, 2 – punkty pomiarowe, 3 – nowe koryto potoku Kasztaczny, 4 – stare koryto potoku Kasztaczny

Fig. 2. Changed channel of Kashtachny stream (photo derived from NASA site):

1 – groundwater discharge points, 2 – sampling points, 3 – new channel of Kashtachny stream, 4 – old channel of Kashtachny stream

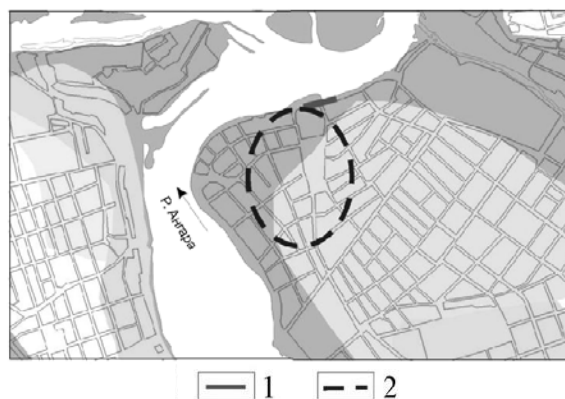


Rys. 3. Profil dolnej części osadów dennych w dolinie potoku Kasztaczny

Fig. 3. Profile of Kashtak creek valley bed part

Między gruntami ilasto-gliniastymi i piaskami jest widoczna wyraźnie zaznaczająca się granica. Wszystkie warstwy na ścianie wkopu są silnie wilgotne. Przypuszczamy, że mamy tu do czynienia z aluwium terasy zalewowej. Dzisiaj koryto jest suche, a woda pojawia się w nim w czasie roztopów oraz deszczów. Koryto to jest wyraźne, ale zupełnie zadarnione. Zadarnienie świadczy, że strumień zmienił swój bieg.

Powyżej staro koryta strumienia, na terenie działu wodnego wycinano lasy i cały ten obszar został zamieniony na sady. Spowodowało to zmianę bilansu wodnego tego terenu, co w konsekwencji doprowadziło do zmiany warunków zasilenia strumienia (rys. 2).



Rys. 4. Fragment mapy Irkucka (okolice Placu Kirowa) z zaznaczonym zasięgiem starorzecza:

1 – lokalizacja rowu odsłaniającego osady aluwialne, 2 – obszar występowania starorzecza

Fig. 4. Fragment of the Irkutsk city map (area of Kirov square) with oxbow contour:

1 – ditch exposing the alluvial deposits, 2 – oxbow lake area

Rozpatrzmy teraz sytuację w historycznym centrum Irkucka. W 1690 roku na obszarze podgrodzia (dzisiaj znajduje się tu plac Kirowa) istniało jezioro, będące w rzeczywistości starorzeczem Angary (rys. 4). Podczas zagospodarowywania tego obszaru mieszkańcy wykopali głębokie kanały, za których pomocą odprowadzili z niego wodę do Angary, a samo obniżenie zasypali (*Irkutskaja letopis'*, 2003). Zapiski w kronikach są też potwierdzone przez opis przekroju geologicznego. W październiku 2000 r. wykopano rów wzdłuż Niżniej nabrzeżnej Angary (za wiecznym ogniem). Na jego ścianach o głębokości 3 m są widoczne ciemnoszare delikatnie laminowane utwory pylaste, reprezentujące aluwium facji starorzeczy. Ich obecność wskazuje na istnienie w tym miejscu jakiś czas temu dość głębokiego jeziora (WOROBJOWA, BIERDNIKOWA, 2003).

Nie jest to jedyny fakt zmian powierzchniowej sieci hydrograficznej w centralnej części miasta. Kroniki wspominają, że w 1752 roku zbudowano drewniany gmach Arsenалу Irkuckiego. Wówczas położone na południe od niego bagno, z którego brała początek rzeka Griaznucha, zaczęto zasypywać ziemią oraz odpadami budowlanymi. Później utworzono tu plac nazwany Arsenalskim (obecnie jest tu Centralny Rynek). Rzeka Griaznucha była prawym dopływem Angary; jej źródła znajdowały się – jak wspomniano – na obszarze bagna, w tym miejscu, gdzie obecnie istnieją gmachy centrum handlowego i Centralnego Rynku, a ujście – w miejscowości Potieriaicha – koło cerkwi Troickiej, gdzie zaczynała się ulica Troicka (obecnie ul. 5 Armii) (*Irkutskaja letopis'*, 2003). Znacznie później, w początkach XX w., w kronikach zapisano, że w czasie silnych ulew na miejscu byłego bagna tworzyło się jezioro (rys. 5).

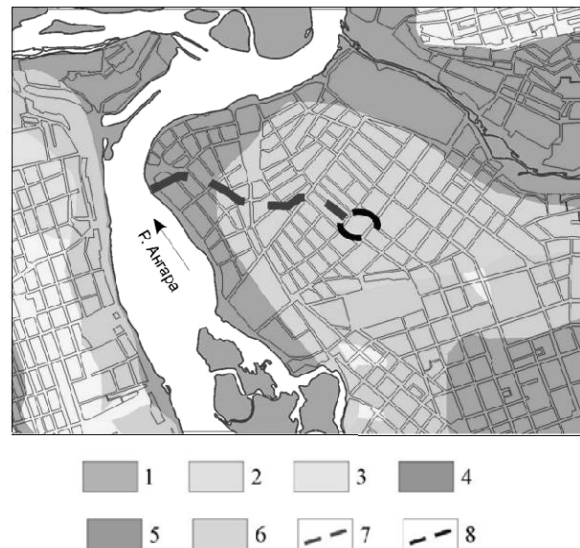
Na etapie zabudowy i przebudowy obszaru miejskiego, działalność człowieka była ukierunkowana na poprawę warunków budownictwa, co także miało wpływ na zmianę warunków hydrologicznych. Na mapach miasta z wieku XVIII, XIX i początku XX rzeka Uszakowka miała szerokie roztokowe koryto, co utrudniało zabudowę jej doliny; na dodatek długotrwałe letnie opady powodowały rozlewanie się tej rzeki i zatapianie przyległych obszarów. Spowodowało to konieczność wprowadzenia pewnych zmian koryta rzeki, o czym świadczą zapisy w kronikach:

„1891 rok, 1 września. Budowa głębokiego i długiego rowu przy ujściu rz. Uszakowki, od tamy Znamieńskiej w kierunku Angary, żeby skoncentrować nurt Uszakowki w jednym korycie” (ROMANOW, 1993).

Na przełomie XIX i XX wieku były także prowadzone – drogą budowy kolektora i kanału odwadniającego – prace osuszające zabagniony teren, na którym znajdowało się (za Irkutem) miasteczko wojskowe:

„1893 rok, maj. Osuszane są Bagna Topkińskie za pomocą kanalizacji i odprowadzania wody do Angary” (ROMANOW, 1993).

Najistotniejsze zmiany powierzchniowej sieci hydrograficznej miały miejsce po zakończeniu budowy Irkuckiej Elektrowni Wodnej. Ukończenie żwirowo-piaszczystej zapory elektrowni w latach 1956–1959 spowodowało powstanie Zbiornika Irkuckiego, którego maksymalna głębokość sięga 35 m, a szerokość – 2800 m. Do roku 1959 najniższy poziom wody w Angarze był obserwowany w maju, najwyższy – we wrześniu, po czym rozpoczął się jego spadek (do grudnia), a w sty-



Rys. 5. Fragment mapy Irkucka z zaznaczonym obszarem bagna i rzeką Griaznuchą:

1 – terasa zalewowa Angary, 2 – 1 terasa nadzalewowa Angary, 3 – dno dolin potoków stałych i okresowych, 4 – 3 terasa nadzalewowa Angary, 5 – 4 terasa nadzalewowa Angary, 6 – łagodnie pochylone obszary zlewni, 7 – stare koryto Griaznuchy, 8 – zasięg bagna

Fig. 5. Fragment of the Irkutsk city map with contours of swamp area and Gryaznukha river:

1 – Angara river floodplain, 2 – 1-st terrace above the Angara floodplain, 3 – beds of creek valleys and intermittent streams, 4 – 3-rd terrace above the Angara floodplain, 5 – 4-th terrace above the Angara river floodplain, 6 – gentle-dip drainage areas, 7 – abandoned channel of Gryaznukha river, 8 – swamp area borders

czniu – szybki wzrost i ponowne obniżanie do maja. Przed utworzeniem zbiornika maksymalny poziom wody w rzece w okolicach Irkucka miał związek z powstawaniem lodu dennego i lodu z zamarzania wody między krami, wypełniających miejscami (przede wszystkim w sąsiedztwie wysp) do 50% przekroju koryta, wskutek czego dosyć często zatapianiu ulegały liczne ulice w centrum miasta. W tym też okresie maksymalna amplituda wahań poziomu wody sięgała 3,7 m. Po powstaniu zbiornika odpływ wody w Angarze jest regulowany, a w granicach miasta rzeka nie zamarza.

Istnienie Zbiornika Irkuckiego w zasadniczy sposób zmieniło warunki hydrogeologiczne obszaru. Przed zaporą zwiększyła się miąższość poziomu wodonośnego w jurajskich utworach węglonośnych i jednocześnie zwiększył się napór poziomu zalegającego poniżej. Wskutek tego pojawił się też napór poziomu wodonośnego w utworach aluwialnych trzeciego poziomu terasowego. Rozwinęła się filtracja boczna, przede wszystkim na prawym brzegu Angary. Spowodowało to podniesienie się poziomu wody gruntowej w cen-

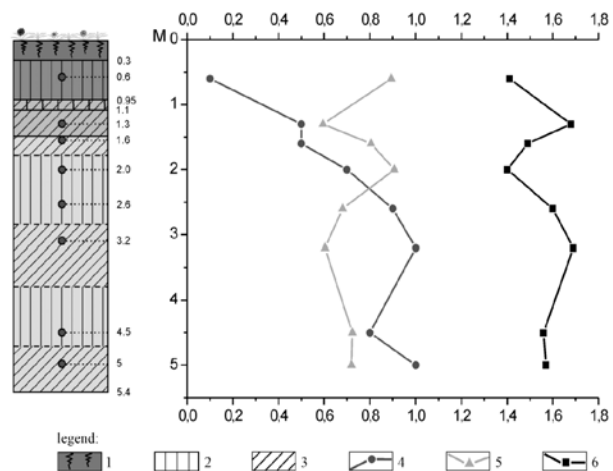
tralnej części miasta, które jednak nie przekroczyły wartości krytycznych. Razem z ogólnym podniesieniem się poziomu wód gruntowych, miało też miejsce ich obniżenie się w pasie o szerokości 1 km w wyniku ograniczonego zjawiska tworzenia się lodu dennego. Boczna filtracja w momencie stabilizacji (koniec 1959 roku) zapewniła podstawowe podniesienie się poziomu o 1,0–1,3 m. Strefa nasycenia nie przekroczyła zasięgu utworów zwirowo-otczakowych. Skutkiem utworzenia zbiornika jest także znaczne wysłodzenie, jakie obserwuje się na całym obszarze bocznej filtracji (SZEŃKMAN, SZEŃKMAN, 1997).

Powstanie Zbiornika Irkuckiego spowodowało nowe warunki hydrologiczne, które z kolei doprowadziły do rozwoju procesów abrazyjnych, jakie przed powstaniem tego obiektu z oczywistych względów nie istniały. W sąsiedztwie dzielnicy Słonecznej w Irkucku, (prawy brzeg) na zbiorniku o szerokości ponad 2 km tworzą się fale o średniej maksymalnej wysokości 0,4 m, a energia falowania waha się w przedziale 2,2– 8,4 tys. TM (OWCZINNIKOW i in., 1999).

Analiza rozmieszczenia wskaźników składu i stanu gruntów w przekroju pionowym pozwoliła na stwierdzenie, że jeśli naturalna wilgotność i stopień nasycenia wodą gruntu regularnie się zwiększają wraz z głębokością (od 3,5% do 22–23%; 0,1–1,0), to ich gęstość jest różnorodna. Można tu wydzielić trzy najbardziej mało zwarte warstwy: 1) 0,3–0,9 m; 2) 1,6–2,0 m i 3) 4,5–5,0 m (rys. 6). Silnie wilgotne grunty górnej części zbocza (nie w pełni zagęszczone) sprzyjają rozwojowi w okresie wiosennym, podczas ich tania, deformacji soliflukcyjnych. Utwory lessopodobne i pylaste środkowej i dolnej części przekroju terasy także cechują się niepełnym zagęszczeniem, zwiększonym uwilgoceniem i małą wytrzymałością (spoistość – 0,055 MIIa, kąt tarcia wewnętrznego 18°), co z kolei może powodować deformacje plastyczne. Zatem badane grunty cechują się zwiększonym potencjałem geodynamicznym, co sprzyja rozwojowi procesów abrazyjnych, kriogenicznych i grawitacyjnych.

Całokształt stworzonych warunków prowadzi do szybkiego rozmywania brzegu. Szerokość zniszczonego w ten sposób pasa od momentu napełnienia zbiornika, wg danych G. I. OWCZINNIKOWA i in. (1999), sięga od 30 do 150 m. Obecnie maksymalne cofanie się brzegów na tym odcinku wynosi 1,1 m/rok. Należy zaznaczyć, że lewy brzeg zbiornika, zbudowany z piaskowców jurajskich, jest niszczonej intensywnie: do 10 m od momentu napełnienia zbiornika.

W okresie przed budową zbiornika, cała lewostronna część w sąsiedztwie dzisiejszej zapory, zbudowana z utworów jurajskich, była dot-



Rys. 6. Przekrój przez luźne utwory w dzielnicy „Solnechny”:

1 – warstwa glebowo-roślinna, 2 – piasek gliniasty, 3 – glina, 4 – stopień nasycenia wodą, 5 – współczynnik porowatości, 6 – gęstość szkieletu gruntu (g/cm^3)

Fig. 6. Profile of the deposits in the area of „Solnechny” district: 1 – soil-vegetation cover, 2 – loamy sand, 3 – loam, 4 – water saturation degree, 5 – porosity ratio, 6 – density of soil skeleton (g/cm^3)

knięta intensywnym rozwojem osuwisk. Wg W. MASŁOWA (1933) osuwiska występowały na lewym brzegu Angary na 15 i 16 kilometrze Zabajkalskiej linii kolejowej naprzeciwko byłej wsi Bolsze-Razwodinskoj.

Po powstaniu zbiornika wszystkie osuwiska znalazły się pod wodą, a powstałe podcięcia abrazyjne nie spowodowały pojawienia się nowych. Jednak w roku 1990, podczas prac mających na celu rozbudowę ujęcia wodnego dla Irkucka w pobliżu Zatoki Jerszowskiej, podcięcie zbocza przez buldożer doprowadziło do powstania osuwiska o powierzchni 300 m^2 . Osunięcie było jednoczesne z wytworzeniem się niecki osuwiskowej i kilku stopni osuwiskowych. W celu zatrzymania ruchu tego osuwiska budowany obiekt został zabezpieczony przed zniszczeniem. Do pełnej stabilizacji zbocza jednak nie doszło: dolna część stopnia osuwiskowego w dalszym ciągu nasuwa się na wał (OWCZINNIKOW i in., 2002).

ZAKOŃCZENIE

Wszystkie przytoczone wyżej fakty wskazują, że w ciągu całej historii rozwoju miasta zmieniały

się – wskutek antropopresji – warunki hydrologiczne na jego obszarze. Przedstawione wyżej przykłady wskazują, że w ślad za zmianami sytuacji hydrologicznej zmienił się bilans wodny obszaru, poziom wód podziemnych, właściwości gruntów, co z kolei wpłynęło na aktywizację lub ograniczenie rozwoju egzogenicznych procesów rzeźbotwórczych.

Praca sfinansowana przez RFFI (PФФII), grant Nr 06-05-64186.

LITERATURA

- Aliosina I. N., 2006: Problemy geoekologiczne zagłębi węglowych obwodu irkuckiego (na przykładzie Zagłębia Czeremchowskiego). ZN WSE, ser. Ekologia, 2. WSE, Sosnowiec: 13–19.
- Irkuckaja lietopis' 1661–1940 gg. Sostawitel, awtor priedisłowija i primieczanij Ju. P. Kołamakow. Ottisk. Irkutsk, 2003: 848 s.
- Masłow W., 1933: O morfologii drierw nich opołzniej na bieriegu r. Angary koło Irkucka. Izw. Gos. Geogr. Obszczestwa, 45, 1–6. Otw. red. akad. W. L. Komarow. Gos. Tiech.-teor. Izdat., Sektor Nauki NKP, Leningrad: 140–146.
- Owczinnikow G. I., Pawłow S. Ch., Trzcinskij Ju. B., 1999: Izmienienije geologiczeskoj sriedy w zonach wlijanija Angaro-Jenisiejskich wodochraniliszcz. Nauka, Nowosibirsk: 254 s.
- Owczinnikow G. I., Trzcinskij Ju. B., Rzętała M., Rzętała M. A., 2002: Abrazionno-akkumulatiwnyje processy w bieriegowej zonie wodochraniliszcz (na primierie Jużnogo Priangarja i Siliezskej wozwyszennosti). Sosnowiec-Irkuck: 102 s.
- Romanow N. S., 1993: Lietopis' goroda Irkucka za 1881–1901 gg. Wost.-Sib. Knizn. Izd., Irkutsk: 544 s.
- Szeńkman B. N., Szeńkman I. B., 1997: Ewolucija gidrogeologiczeskich usłowij na tierritorii Bolszogo Irkucka. Problemy ocenki i prognoza ustojczivosti geologiczeskoj sriedy g. Irkucka. Otw. red. R. M. Łobackaja. Irkutsk: 39–43.
- Worobjowa G. A., Bierdnikowa N. E., 2003: Rekonstrukcija prirodných i kulturných sobytij na tierritorii Irkucka. W: Nauczno-metodiczeskije razrabotki mieždisciplinarných issledowanij gorodskogo kulturnogo stoja. Izd. IrGTU, Irkutsk: 90 s.

Elena A. Kozyriewa¹, Tadeusz Szczypek², Jurij B. Trzcinskij¹, Stanisław Wika³

¹Institut Skorupy Ziemskiej, Syberyjski Oddział Rosyjskiej Akademii Nauk, 664033 Irkuck, ul. Lermontowa 128, Rosja

²Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

³Uniwersytet Śląski, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

KRAJOBRAZ EOLICZNY WYSPY JARKI NA PÓLNOCNYM BAJKALE

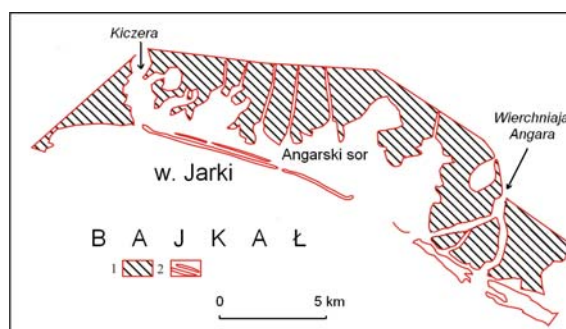
Козырева Е. А., Щипек Т., Трзцинский Ю. Б., Вика С. **Эоловый ландшафт острова Ярки на северном Байкале.** На фоне общей характеристики физико-географических условий Северного Байкала представлено происхождение (бар, возникший вследствие аккумуляции озерных и флювиальных отложений р. Верхней Ангары и Кичеры) и развитие о. Ярки, с акцентированием внимания на процессах его современной деградации под влиянием естественных (общее развитие байкальской впадины) и антропогенных факторов: развития туризма, уничтожения растительности, разветвления дюн и их размыва байкальскими волнами, интенсифицированного после сооружения иркутской плотины. Дано также описание современного эолового рельефа острова (доминирование разветвления древних дюн и расчленение эолового рельефа северо-восточными и – в меньшей степени – юго-западными ветрами), а также его флористически бедной, слабо дифференцированной и в значительной степени преобразованной человеком растительности.

Kozyreva E. A., Szczypek T., Trzcinsky Yu. B., Wika S. **Aeolian landscape of Yarki Island in northern Baikal.** Against the background of general characteristics of physico-geographical conditions of northern Baikal and its neighbourhood the origin (lagoon formed in result of accumulation of lacustrine and fluvial deposits of the Verkhnyaya Angara and Kichera) and development of Yarki island were presented, taking the special account into its contemporary degradation under the influence of natural factors (general development of Baikal rift) and anthropogenic ones: tourism development, vegetation disturbing, dune blowing out and their washing by Baikal waves, intensified after dam building in Irkutsk. The contemporary aeolian relief of island was also described (predominance of blown old dunes and diversifying of aeolian relief by north-eastern and – to smaller degree – by south-western winds, and vegetation, which is floristically poor, weakly diversified and to significant degree changed by human being, was also presented.

Zarys treści

Na tle ogólnej charakterystyki warunków fizycznogeograficznych północnego Bajkału przedstawiono genezę (mierzeja, powstała w wyniku akumulacji osadów jeziornych i fluwialnych rzek Wierchniaja Angara i Kiczera) i rozwój w. Jarki, zwracając uwagę na jej współczesną degradację pod wpływem czynników naturalnych (ogólny rozwój zapadliska Bajkału) oraz antropogenicznych: rozwoju turystyki, niszczenia roślinności, rozwiewanie wydym i ich rozmywania przez fale, zintensyfikowanego po wybudowaniu tamy w Irkucku. Przedstawiono współczesny morfologiczny krajobraz eoliczny wyspy (przewaga rozwiewania starych form wydymowych i różnicowanie rzeźby pod wpływem wiatrów północno-wschodnich i – w mniejszym stopniu – południowo-zachodnich) oraz opisano jej ubogą pod względem florystycznym, słabo zróżnicowaną i zmienioną przez człowieka roślinność.

tykanego akumulacyjnego typu wybrzeża tego jeziora (rys. 1). Oddziela tzw. Angarski sor (zalew) od otwartego akwenu. Zalew ten, obecnie



Rys. 1. Lokalizacja w. Jarki:

1 – Równina Kiczery-Angary, 2 – obszar mierzei

Fig. 1. Location of Yarki Island:

1 – Kichera-Angara Plain, 2 – area of bar

WSTĘP

Wyspa Jarki powstała w skrajnej północnej części Bajkału i stanowi przykład niezbyt często spo-

silnie zabagniony i zatorfiony, znajduje się przy ujściu dwu rzek wpadających od północy do Bajkału: Wierchniej Angary i Kiczery. Wyspa ta stanowi ochronę swoistego ekosystemu zalewu,

uznawanego za sanktuarium ptasie, przed niszcącym wpływem fal jeziornych. Celem pracy jest ukazanie – m. in. na podstawie własnych obserwacji – cech panującego tu krajobrazu eolicznego, intensywnie zmieniającego się pod wpływem wiatru oraz sztormowych fal Bajkału.

GENEZA I WSPÓŁCZESNY STAN WYSPY

Wyspa Jarki stanowi aktualnie bardzo wąską (50–100 m) kosę lub mierzęję i jest efektem akumulacji osadów przynoszonych przez wspomniane rzeki, a także oddziaływania fal bajkalskich. Jest więc formą holoceniową, zbudowaną z piaszczystych osadów rzecznych i jeziornych, które po wynurzeniu się nad poziom wody zaczęły być modelowane przez wiatr. Rozwinęły się tu liczne formy wydymowe o wysokości niegdyś do 10–12 m, których podstawę stanowią dawne wały brzegowe (ROGOZIN, 1993). Mierzeja ta zaczęła być dosyć silnie niszczone przez abrazję w wyniku naturalnych wahań poziomu wody w jeziorze około 2000 lat temu (AFANASJEW, 1967; SIZIKOW, 1987). Jeszcze w połowie XX wieku, o czym świadczy typowo syberyjski termin *jar* (wysoki stromy brzeg przy rzece lub jeziorze), wyspa ta wyraźnie wznosiła się nad poziom wody. Od tego czasu jest – pod wpływem antropopresji – wyraźnie degradowana (ROGOZIN, TRZCINSKI, 1993). Przyczyniły się do tego: 1) procesy eoliczne, wzmożone wskutek intensywnego niszczenia szaty roślinnej (rozwiwanie wydym i wnoszenie piasku do jeziora, tworzenie niecek deflacyjnych, których dna sięgają poziomu jeziora), 2) abrazja fal jeziornych, katastroficznie zintensyfikowana przez budowę zapory na Angarze w Irkucku (poziom wody w Bajkale podniósł się o 1 m). Obecnie w wielu miejscach podczas sztormów fale jeziorne przelewają się przez wyspę do zalewu (soru). Fale te spowodowały również, że wschodnia część w. Jarki praktycznie już nie istnieje, natomiast zachodnia została podzielona na dwa fragmenty (rys. 1).

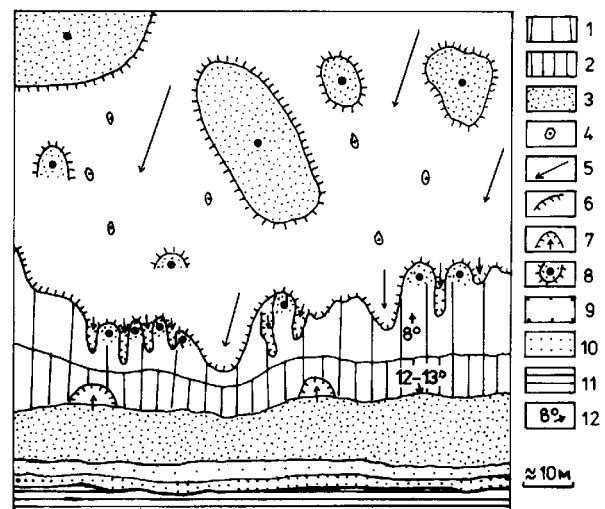
WSPÓŁCZESNA RZEŻBA EOLICZNA NA W. JARKI

Formy eoliczne są głównym elementem rzeźby powierzchni wyspy i występują na całym jej obszarze. Są to przede wszystkim formy stare (powstałe pod wpływem wiatrów – ogólnie rzecz biorąc – północnych), które uległy znacznemu przemodelowaniu przez współczesną działalność wiatru.

Morfogenetyczne znaczenie, jak wykazały obserwacje terenowe, mają tu wiatry wiejące z dwóch prawie przeciwstawnych kierunków: dominujące – 22,6–49,6° (od strony soru) i podrzędne – 218,2–239,6° (od strony otwartego Bajkału; CHAK, SZCZYPEK S., SZCZYPEK T., 2006). Wspomniane wiatry rozwiewają starsze formy eoliczne i jednocześnie tworzą szereg współczesnych mikroform.

Aktualny krajobraz w. Jarki w zakresie rzeźby eolicznej jest zróżnicowany. Można tu wyróżnić – nie wnikając w szczegóły – tzw. rzeźbę niską i rzeźbę wysoką, które nawiązują do wysokości form i ich wyrazistości morfologicznej. W obu przypadkach rzeźba ma oczywiście charakter typowo deflacyjny. Poniżej, na podstawie konkretnych przykładów, zostaną przedstawione główne cechy obu rodzajów rzeźby eolicznej Jarków.

Na w. Jarki dominuje niska rzeźba eoliczna. Jest ona reprezentowana przede wszystkim przez niewysokie faliste powierzchnie rozwiewanych piasków pokrywowych z towarzyszącymi im formami deflacyjnymi, a także przez wydmy poprzeczne o wysokości do 1–2 m (rys. 2; fot. 1).



Rys. 2. Przykład niskiej rzeźby eolicznej:

1 – stoki proksymalne wydym, 2 – stoki dystalne wydym, 3 – eoliczne piaski pokrywowe, 4 – kopczyki piaszczyste, 5 – płaszczyzny deflacyjne, 6 – podcięcia deflacyjne, 7 – niecki deflacyjne, 8 – ostańce deflacyjne, 9 – strefa osushki, 10 – plaża, 11 – woda, 12 – kąt i kierunek nachylenia stoków

Fig. 2. An example of low aeolian relief:

1 – windward slope of dunes, 2 – leeward slope of dunes, 3 – aeolian cover sands, 4 – sand shadows, 5 – deflation plains, 6 – deflation undercuts, 7 – blowouts, 8 – deflation remnants, 9 – zone of “osushka”, 10 – beach, 11 – water, 12 – slope inclination and direction

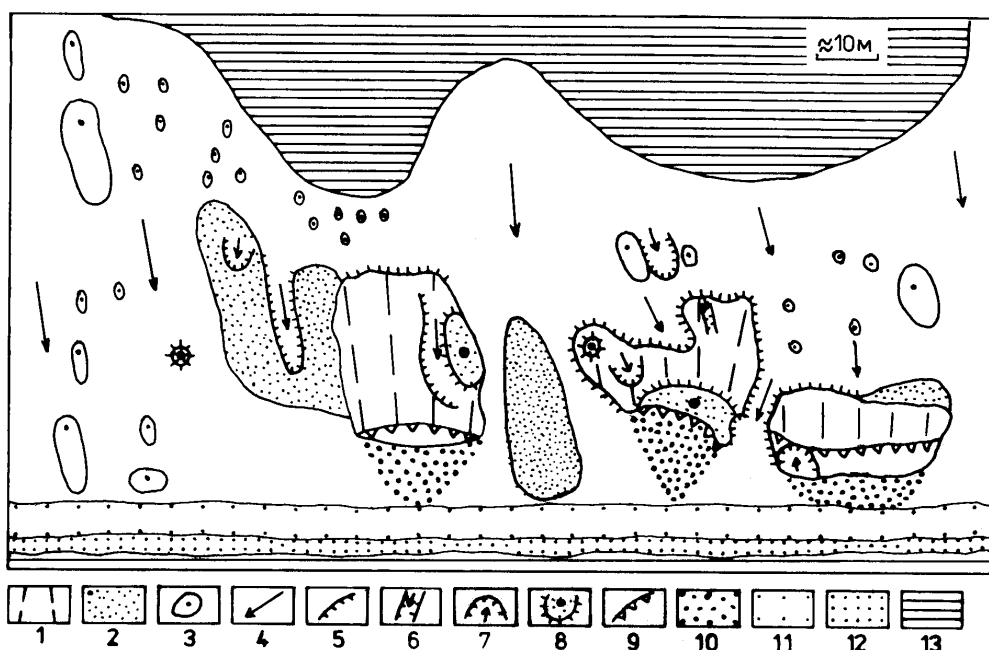
Mają one asymetrycznie wykształcone przeciwległe stoki, przy czym kąt ich nachylenia nie jest duży (8–12° : 13–21°). Stoki dystalne o ekspozycji generalnie SW są częściowo rozwiewane



Fot. 1. Południowa część stanowiska – wydmy – z niską rzeźbą eoliczną (fot. T. Szczypek)
 Phot. 1. Southern part of site – dunes – with low aeolian relief (phot. by T. Szczypek)



Fot. 2. Północna część stanowiska z wysoką rzeźbą eoliczną (fot. T. Szczypek)
 Phot. 2. Northern part of site with high aeolian relief (phot. by T. Szczypek)



Rys. 3. Przykład wysokiej rzeźby eolicznej:

1 – zniszczone stoki proksymalne wydym, 2 – eoliczne piaski pokrywowe, 3 – kopczyki piaszczyste, 4 – płaszczyny deflacyjne, 5 – podcięcia deflacyjne, 6 – korytarze deflacyjne, 7 – niecki deflacyjne, 8 – ostańce deflacyjne, 9 – podcięcia abrazyjne, 10 – osypiska piaszczyste, 11 – strefa osuszki, 12 – plaża, 13 – woda

Fig. 3. An example of high aeolian relief:

1 – destroyed windward slopes of dunes, 2 – aeolian cover sands, 3 – sand shadows, 4 – deflation plains, 5 – podcięcia deflacyjne, 6 – korytarze deflacyjne, 7 – niecki deflacyjne, 8 – ostańce deflacyjne, 9 – podcięcia abrazyjne, 10 – sandy screes, 11 – zone of "osushka", 12 – beach, 13 – water

przez rzadziej pojawiające się wiatry z tego kierunku. Wystawione ogólnie ku NE stoki proksymalne tych form są natomiast z reguły silnie zdegradowane przez deflację i na ich miejscu rozwijają się mniejsze lub większe niecki deflacyjne z pojawiającymi się między nimi ostańcami tej samej genezy. Podobnie zniszczone jest bezpośrednie zaplecze tych stoków: tu także funkcjonują różnej wielkości powierzchnie deflacyjne z zachowanymi ostańcami (rys. 2; fot. 2). Piasek wy-

noszony z północnej części wąskiej wyspy jest w większości akumulowany u podnóży stoków dystalnych wydym w postaci aktualnie rozwijających się pasów eolicznych piasków pokrywowych, ale jego część wędruje przybrzeżnej części Bajkału, przyczyniając się do jego wypłykania.

Wysoka rzeźba eoliczna na w. Jarki jest znacznie rzadziej spotykana, ale częściej kojarzona z pejzażem tego obszaru. Obecnie jest ona reprezentowana przez kilka niezwykle wyraźnych ostańców

wydmowych o wysokości do 4–5 m, długości 10–30 m i szerokości 20–30 m (rys. 3; fot. 3). Cechują się one obecnością fragmentarycznych, rozwianych stoków dowietrznych i zupełnym brakiem stoków odwietrznych, które zostały zniszczone przez abrazję. Podmyty, wcześniej eoliczny, materiał zalega obecnie u podnóży stromych stoków abrazyjnych w postaci piaszczystych osypisk. Według ROGOZINA (1993) w dolnej części obecnych ostańców występują osady wysokich wałów brzegowych, w których stropie obserwuje się warstwę humusową. Nad nią dopiero zalegają piaski eoliczne. Zatem, zdaniem wspomnianego autora, omawiane formy cechują się genezą przybrowo-eoliczną. Analizowane ostańce wyraźnie górują nad prawie płaskimi obszarami deflacyjnymi, na których są wyraźne oznaki przelewania się fal. Ostańce są rozdzielone mniej lub bardziej szerokimi korytarzami deflacyjnymi, na których dnie rozwijają się pokrywy piaszczyste. Na powierzchniach deflacyjnych tworzą się też liczne kopczyki piaszczyste o różnych rozmiarach, a czasem – płytkie niecki deflacyjne (WIKKA i in., 2006).



Fot. 3. Wysoka rzeźba eoliczna – widok ogólny (fot. S. Wika)
Phot. 3. High aeolian relief – general view (phot. by S. Wika)

ROŚLINNOŚĆ W. JARKI

Szata roślinna na w. Jarki jest słabo zróżnicowana, uboga pod względem florystycznym i silnie przekształcona przez człowieka. Na badanym obszarze stwierdzono niespełna 100 gatunków roślin naczyniowych, kilkanaście gatunków mchów, kilka gatunków porostów oraz 17 zbiorowisk roślinnych (w tym zaledwie 2 w randze zespołu). Udokumentowano je 41 zdjęciami fitosocjologicznymi wykonanymi metodą BRAUN-BLANQUETA (1964). O ubóstwie flory i roślinności najprawdopodobniej zadecydowały ekstremalne warunki klima-

tyczno-siedliskowe (średnia roczna temperatura powietrza: -3.3°C , temperatury okresu zimowego spadają do -51°C , w okresie letnim natomiast, w lipcu, mogą sięgać $+39^{\circ}\text{C}$; opady atmosferyczne są rozłożone w ciągu roku bardzo nierównomiernie: na okres zimowy przypada 7–21%, a na okres letni – 79–93% rocznej ich sumy – 300–400 mm), a także działalność człowieka (turystyka i rekreacja). Jeszcze w latach 1930. w niektórych częściach wyspy istniało osadnictwo, o czym dzisiaj świadczą dwa opuszczone domy. Wokół nich rozwija się roślinność ruderalna z udziałem m. in. *Artemisia mongolica*, *Chenopodium album* var., *Descurainia sophia*, *Elytrigia repens*, *Lamium album* ssp. *orientale*, *Polygonum arenastrum*. Zupełnie odmienne układy roślinności ruderalnej wykształcają się w wyraźnych zagłębieniach terenowych, które otoczone są zaroślami brzozywymi bądź innymi gatunkami krzewów. W tych zacisznych miejscach najczęściej są rozbijane obozowiska. W ich najbliższym otoczeniu widoczne są płaty zdominowane przez *Calamagrostis epigejos*, *Tanacetum vulgare* lub *Rumex acetosa*. Gatunkom tym towarzyszą niekiedy *Chamaerion angustifolium*, *Equisetum arvense*, *Lactuca sibirica*, *Silene repens*. Z reguły zbiorowiska ruderalne wykształcają się w środkowej części wyspy, gdzie posadzono *Betula pendula*, *Padus avium*, *Pinus pumila*, *Larix gmelini*, *Picea obovata*, *Salix triandra* ssp. *nipponica*. W tym fragmencie wyspy najczęściej spotkać można również płaty zbiorowiska z *Rosa acicularis*, traktowane przez niektórych fitosocjologów jako zespół *Stellario dichotomae-Rosetum acicularis* (CHYTRÝ, PEŠOUT, ANENCHONOV, 1993). Brak w tym przypadku *Oxytropis lanata*, *Phlojodicarpus baicalensis*, *Stellaria dichotomia*, *Aconogonon ocreatum* nie pozwala na ich identyfikowanie z zespołem opisanym z obszaru Płw. Swiatoj Nos. Wątpliwości budzić może samo pochodzenie *Rosa acicularis* na wyspie Jarki. Trudno dziś jednoznacznie przesądzić, czy jest ono naturalne czy też antropogeniczne.

Silne wiatry oraz inicjalne gleby piaszczyste umożliwiają zasiedlanie wyspy przede wszystkim psammofitom i kserofitom. Wytworzyły tu one szereg przystosowań, np. długi i rozczłonkowany system korzeniowy, silnie rozbudowaną część podziemną rośliny, obecność rozet liściowych, a także liście o twardych, zwijających się blaszkach (głównie w przypadku traw). W niektórych przypadkach, np. endemiczny gatunek *Craniospermum subvillosum*, cała roślina pokryta jest włoskami. Chronią ją one przed zranieniem zianenkami piasku w czasie wietrznej pogody.

Od południowej strony wyspy, w odległości 4–5 m od brzegu Bajkału rozwijają się płaty zespołu *Craniospermo-Leymetum secalini*. Pod względem syngenezy jest to zbiorowisko naturalne perdochoryczne (FALIŃSKI, 1969). Jego fitocenozy ciągną się wąskim pasem praktycznie wzdłuż całego brzegu wyspy. Brak ich jedynie w miejscach systematycznie zalewanych przez fale jeziorne oraz na tych odcinkach, gdzie zarośla rosną blisko tafli wody, a więc tam gdzie nie ma typowych wałów piaszczystych. Z kolei najlepiej rozwinięte płaty *Craniospermo-Leymetum secalini* obserwuje się w tym fragmencie wyspy Jarki, gdzie powstały charakterystyczne ostańce wydmowe (wysoka rzeźba eoliczna). Są tu one mniej niszczone przez ludzi. Struktura pionowa i pozioma tego zespołu oraz jego fizjonomia są tu wykształcone w sposób klasyczny. Zdecydowana większość jego płatów ma z reguły komplet gatunków charakterystycznych i wyróżniających (CHYTRÝ, PEŠOUT, ANENCHONOV, 1993; CHYTRÝ, ANENCHONOV, DANIHELKA, 1995; WIKI i in., 2003). Obecne są w nich: *Aconogonon angustifolium*, *Astragalus sericeocanus*, *Carex sabulosa*, *Corispermum sibiricum*, *Craniospermum subvillosum*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*, *Isatis oblongata*, *Leymus secalinus*. Niekiedy pojawiają się też pojedyncze kępy *Vaccinium uliginosum*. Na wałach piaszczystych, silnie penetrowanych przez ludzi, zanikają w pierwszej kolejności *Astragalus sericeocanus*, *Craniospermum subvillosum*, a nieco później również – *Isatis oblongata*. Przy bardziej intensywnym wydeptywaniu roślinności psammofilnej, wypierany jest z płatów tego zbiorowiska sukcesywnie *Leymus secalinus*. Jego miejsce zajmują *Calamagrostis epigejos*, rzadziej *Elytrigia repens*. W typowych płatach *Craniospermo-Leymetum secalini* brak jest mchów i porostów. Pojawiają się one jedynie w stadiach degeneracyjnych tego zespołu.

Po stronie północnej wyspy ciągną się torfowiska w postaci pasa o szerokości od kilku do kilkunastu, a niekiedy do kilkudziesięciu metrów. W wielu przypadkach są one przesuszone, dlatego też bywają często porośnięte przez różne gatunki traw i bardziej kserofilne mchy. W niektórych fragmentach przesuszonych torfowisk pojawiają się też młode okazy drzew *Betula alba*, *B. pendula*, *Pinus sylvestris* oraz krzewów – *Salix caprea*, *Spiraea dahurica*. Jednak tam, gdzie fale zalewają łąd (przynajmniej okresowo), wykształcają się płaty zespołów *Caricetum limosae* i *Caricetum diandrae*. Na glebach torfowych licznie występują turzyce. Towarzyszą im – z re-

guly sporadycznie – rośliny kwiatowe, jak np. *Comarum palustre*, *Iris laevigata*, *Lathyrus palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Namburgia thyrsoflora*. W niewielkich rozlewiskach sprzyjające warunki znajduje roślinność wodna. Odnotowano tam m. in.: *Eloдея canadensis*, *Hippuris vulgaris*, *Lemna trisulca*, *Rorippa palustris*, *Scirpus radicans*, *Spirodela polyrhiza*, *Utricularia neglecta*.

Na granicy torfowisk i zarośli (które nie zawsze mają naturalny charakter), rozwijają się płaty naturalnych zbiorowisk *Vaccinium uliginosum* i *Empetrum nigrum*. Borówka bagienna dorasta do 50 cm, a w niektórych miejscach nawet do 80 cm wysokości. Kwitnie i dobrze owocuje. Często obydwie dominanty występują razem w różnych proporcjach ilościowych. Obydwie zbiorowiska różnią się wyraźnie warunkami siedliskowymi, liczbą gatunków, a zwłaszcza obecnością lub brakiem warstwy mszystej. Zbiorowisko *Vaccinium uliginosum* zajmuje gleby wilgotne, o czym świadczą m. in. takie gatunki, jak *Carex fusca*, *Lathyrus palustris*, *Moehringia lateriflora*. Pokrycie w warstwie mszystej wynosi z reguły 50% powierzchni płatu. Warstwę tę budują najczęściej: *Climacium dendroides* i *Hypnum* sp. Z kolei w zbiorowisku *Empetrum nigrum* w warstwie mszystej, znacznie słabiej zacienionej, przeważają gatunki kserofilne, typowe dla miejsc otwartych, np. *Ceratodon purpureus*, *Brachythecium albicans* i *Rhacomitrium canescens*.

W tej części wyspy Jarki do rzadkości należą płaty udziałem *Carex rostrata*, *Cicuta virosa*, *Equisetum variegatum*, *Majanthemum bifolium*, *Rubus arcticus*, *Veronica longifolia*.

UWAGI KOŃCOWE

Współczesny krajobraz eoliczny na w. Jarki ma przede wszystkim genezę antropogeniczną. Różnorodność form eolicznych wynika ze wzmożonej w ostatnich dziesięcioleciach morfotwórczej, głównie deflacyjnej działalności wiatru. Jest ona związana z degradacją szaty roślinnej przez okresowo, ale za to licznie przebywającego tu człowieka. Roślinność torfowiskowa na tym obszarze jest przywiązana głównie do głębokich niecek deflacyjnych, sięgających prawie poziomu jeziora. Drugim czynnikiem prowadzącym do niszczenia pierwotnych wydm jest intensywna abrazja, wywołana sztormowymi falami otwartego Bajkału. W kilku miejscach, gdzie formy eoliczne zostały właściwie zniszczone i rozmyte, spiętrzone fale jeziorne – jak wspomniano wcześ-

niej – przelewają się już do soru. Można więc stwierdzić, że stabilizacja wydm jest pewnego rodzaju gwarantem istnienia wyspy, a ona z kolei gwarantuje dalsze funkcjonowanie cennego – z ekologicznego punktu widzenia – soru. Jego ewentualna likwidacja będzie się wiązać z katastrofą ekologiczną i całkowitą przebudową ekosystemu północnego Bajkału.

LITERATURA

- Afanasjew A. N., 1967: Kolebanija gidromieteorologiczeskogo režima na territorii SSSR. Nauka, Moskwa: 231 s.
- Braun-Blanquet J., 1964: Pflanzensozologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Springer Verlag, Wien-New York: 865 p.
- Chak V. A., Szczypek S., Szczypek T., 2006: Naprawlenija wietrow. W: Wika S., Kozyriewa E. A., Trzcinskij Ju. B., Szczypek T.: Ostrowa Jarki na Bajkale – primier sowriemennogo priobrazowanija łańszafrow. IZK SO RAN–Fakultiet nauk o Ziemi Silijskogo uniwersiteta, Irkutsk–Sosnowiec: 36–38.
- Chytrý M., Pešout P., Anenchonov O. A., 1993: Syntaxonomy of Vegetation of Svjatoj Nos Peninsula, Lake Baikal. 1. Not Forest Communities. Folia Geobot. Phytotax., 28(3): 337–383.
- Chytrý M., Anenchonov O. A., Danihelka J., 1995: Plant communities of the Bol’šoj Čivyrkuj river valley, Barguzinskij Range, East Siberia. Phytocoenologia, 25(3): 399–434.
- Faliński J. B., 1969: Zbiorowiska autogeniczne i antropogeniczne. Próba określenia i klasyfikacji. Dyskusje fitosocjologiczne, (4). Ekol. Pol., B, 15(2): 173–182.
- Rogozin A. A., 1993: Bieriegowaja zona Bajkała i Chub-suguła. Morfologija, dynamika i istorija razwitija. WO Nauka, Nowosibirsk: 167 s.
- Rogozin A. A., Trzcinskij Ju. B., 1993: Tiechnogiennaja aktiwizacija abrazionno-akkumulatiwnych processow na bieriegach Bajkała. Gieoekologija, 6: 80–85.
- Sizikow A. M., 1987: Dołgopieriodiczeskije izmienenija gidrologiczeskogo rieżima riek Pribajkalja w gołocenie. W: Modielirowanije i prognozirowanije gieofiziczeskich processow. Nauka, Nowosibirsk: 36–39.
- Wika S., Kozyriewa E. A., Trzcinskij Ju. B., Szczypek T., 2006: Ostrowa Jarki na Bajkale – primier sowriemennogo priobrazowanija łańszafrow. IZK SO RAN–Fakultiet nauk o Ziemi Silijskogo uniwersiteta, Irkutsk–Sosnowiec: 69 s.
- Wika S., Namżałow B.-C. B., Owczinnikow G. I., Snytko W. A., Szczypek T., 2003: Prostranstwiennaja struktura eołowych urocziszcz wostocznogo pobierieżja oziara Bajkał. IG SO RAN, IZK SO RAN, Irkutsk: 76 s.

Gábor Négyesi

University of Debrecen, Department of Physical Geography and Geoinformatics, Egyetem tér 1, 4010 Debrecen, Hungary

FORMATION OF SOIL CRUSTS AND MEASURING CRUST RESISTANCE BY PENETROMETER¹

Négyesi G. **Powstawanie skorupy glebowej i badanie jej odporności przy zastosowaniu penetrometru.** Powstawanie skorupy glebowej jest bardzo ważnym procesem, hamującym niszczącą działalność wiatru, głównie na obszarach o nieutrwalonej powierzchni. Występują one przede wszystkim w klimacie arydalnym i subarydalnym, natomiast w strefie umiarkowanej są reprezentowane przez grunty orne.

Na podstawie badań sedimentologicznych oraz analizy odporności skorup różnych typów gleb wykazano, że skorupy te tworzą się nie tylko na glebach piaszczystych, ale także na powierzchniach zwięzłych, powstających pod wpływem zwiększonej ilości wilgoci. Różna miąższość skorup jest wynikiem zróżnicowanej intensywności uwilgocenia: istnieje tu liniowy związek między miąższością skorupy glebowej a wielkością opadów atmosferycznych.

Нейджези Г. **Формирование почвенных корок и анализ их устойчивости с использованием penetrometra.** Формирование почвенных корок – важный процесс, сокращающий дефляцию, прежде всего, на территориях с незакрепленной поверхностью. Они имеются, в основном, в зонах аридного и семиаридного климата, тогда как в умеренной зоне распространены значительно реже.

На основании седиментологических исследований и анализов устойчивости корочек разных типов почв выявлено, что они формируются не только на песчаных почвах, но также на плотных глинистых поверхностях, возникающих под влиянием переувлажнения. Различная мощность корок – результат неравномерного увлажнения: здесь существует прямая связь между мощностью корок и количеством атмосферных осадков.

Abstract

The form of soil crust is the most important factor in blocking or decreasing the destroying act of wind, mainly the areas where the surface is uncovered during the strong wind period. Such regions like these are found in the arid and semiarid areas, however, arable lands are also belong to this in the moderate climate.

INTRODUCTION

Crust formed on the soil's surface is one of the most important component of the soil. This is true in the case of arid, semiarid and the moderate environment as well (RAHMONOV, CZYŁOK, ŠIMANAUSKIENĖ, 2006). Gillette proved with his experiments carried out in wind tunnel that surface covered with crust is less vulnerable for wind erosion (GILLETTE et al., 1982). There are two main types of surface crusts: one of them is formed out in natural way and the other one is formed out by anthropogenic effects. The former one can be divided into two other groups: the one that is formed by moisture (this is called as

physical) and the one that has a biological origin (GOOSSENS, 2004). The latter one forms out as a result of the cementing effect of different algae, lichens and bacteria living in soil. These microplants can bind soil particles and don't let them start to move and protect them from the bombarding effect of other grains. Excretion of organic matter – for example polysaccharides – can increase the strength of such type of crust. The biological crusts are important in the arid and semiarid regions, because the vegetation cover is not developed enough to provide the stability of surface (ELDRIDGE, 1998). Investigations carried out in desert regions established that the biological crust has more strength and provide better protection than the other one evolved by the effect of precipitation (RAJOT et al., 2003; ZHANG et al., 2006).

Some other components must be taken into consideration when the crusts is examined:

- strength of the crusts;
- time of formation (some minutes or some hours are enough for the development of a strength crust. This is important, because this type of crust can provide efficient protection short after the soil surface starts to dry);

¹ This study was supportet by OTKA 061878

- durability of crusts (the formation of biological crust requires more time: it lasts from some hours to several years, however it can give protection much longer).

Different methods were developed for measuring the effect of crust formed out on the soil surface against wind erosion. Indirect procedures put down the structure and type of soil or insert the clay content into wind-erosion models. Direct procedures focus on the measure of crust strength, which is achieved by measuring the aggregate stability or by penetrometry.

The other part of the studies about crusting examines its effects from the aspect of agriculture. Through this the negative effects of the crust are pointed out, which are the following:

- restricts the growth of plants, because they are too weak to break through the crust, which can draw away considerable energy from their later growth;
- restricts air entering the soil and water movement in the soil.

They have an agreement that the conditions of crust formation have a negative effect on the soil structure, because the crust sets up when precipitation (or irrigation) take the soil into aggregates. In the consequences of this process the upper layer becomes silty so that it will be more vulnerable to water- and wind erosion (BLASKÓ, KARUCZKA, 1998). According to SHARMA & AGRAWAL (1979) there are important roles of salt content of soils in the formation and stability of crust.

KERESKÉNYI (1977) made crust examinations on sandy soils first in Hungary. He established that the protection effect of the crust takes just a little time in the case of very strong winds. Later the effect of crusting materials was examined in the case of more cohesive soils (LÓKI, 1995).

MATERIALS AND METHODS

Five soil samples collected from different sites were used in the examination. These belong to four genetic and five physical soil types (Table 1).

After sampling, these were dried out at 105°C and then they were placed in metal trays with a diameter of 30 x 50 cm and were irrigated with 1 mm and 5 mm of water. For the sedimentological investigations samples were taken before and after the drying out for comparability. The resistance of crusts was measured at several points up to 10 cm deep with millimetre devices with the help of 3T SYSTEM type penetrometer (phot. 1).

Table 1. Soils used in the experiment
Tabela 1. Gleby użyte do eksperymentu

	Genetic soil type	Physical soil type
Sample 1.	Kovárvány containing brown forest soil	silty-loamy-sand
Sample 2.	deep saline meadow chernozem	silty-sandy-clay
Sample 3.	Kovárvány containing brown forest soil	silty-loamy-sand
Sample 4.	Meadow solonetz	sandy-silty-clay
Sample 5.	wind blown sand	sand



Photo 1. The penetrometer
Fot. 1. Penetrometr

This instrument is generally accepted for measuring soil resistance in the case of soil monoliths as well as micropedological investigations (THOMAS et al., 2006). The instrument contains a power supply, a motor unit and a metal needle which can break into the soil up to 10 cm deep. The motor unit operates the needle, which break through the crust according to its resistance, while the power supply record the data in kilogram/millimetre into an I2C type memory card. These recorded data can be installed in computers and converted with a programme made for this, or can be used by Microsoft Excel.

RESULTS

Formation of soil surface crust

The formation of the crust is initiated when the upper layer of the soil dries. One of its sign is the change of the colour of the surface with the occurrence of smaller ruptures shortly after. The length and width of the ruptures continuously grow until they run all over the surface. The soil surface is co-

vered by different crust polygons which are different both in size and form depending on the soil type.

Between the crusts formed out on the surface some differences can be observed. In certain soil types the formed crust completely differs from the layer beneath while in others there are no significant differences between the two layers. This is observable especially in the case of soils having a high sand content.

The formation of the surface crust is explained by the accretion of the particles of the drying soil due to the reduction of the water film surrounding them. Drying out of soil and evaporation of water go together with loss of material and decrease of volume (due to the properties of clay particles as they can dilate by the effect of water and shrink by the effect of drying out), so that rupture forms where the cohesion is less. The roughness of surface changes with the formation of ruptures. The air entering the ruptures have a turbulent movement due to the effect of the rupture edges intensifying the drying of the edges of the polygons and help the drying of the lower layers. The quicker drying of the edges of polygons cause another decreasing in volume, which is observable in the up curve of the margins. This phenomenon can be observed very often in nature on surfaces without vegetation. Weathering and fragmentation processes play a role in the formation of the crust as soil particles fragment due to the effect of heavy rain causing the surface of the soil to become silty.

The up curve of the crust edges intensifies the turbulent movement of the air and the drying of the particles under the crust. At sufficient wind speed particles start to move from the rupture triggering the wind erosion. Air is pushed into the place of the out moving particles and the crust becomes in an unstable position without support from beneath within some time. The crust wobbles and dries further, loses its weight and its surface is bombed by the saltating particles released from the rupture (MCKENNA et al., 1996). The further condition of crust depends on its strength, size and the force of wind. It is frequent that the saltating particles cause the thinning and the breaking of the crust.

Protection effect of crusts depends on their size and strength. This varied by soil types, so that measurements were carried out to establish what kind of factors can influence the properties of crust forming out on different soil types.



Phot. 2. Crust formed out on silty soil
Fot. 2. Skorupa powstała na glebie ilastej

Results of sedimentological examination

Formation and parameters depend on the physical structure, humus and chalk content of the soil. In addition, different factors and water play role in crusting processes. Compared to the original soil and the crust formed on it we can establish the followings:

- in general, grains become finer in the crust. By the effect of humidity the grains fragment then these regroup in the humid soil and cohere forming different grain size when drying out (fig. 1);

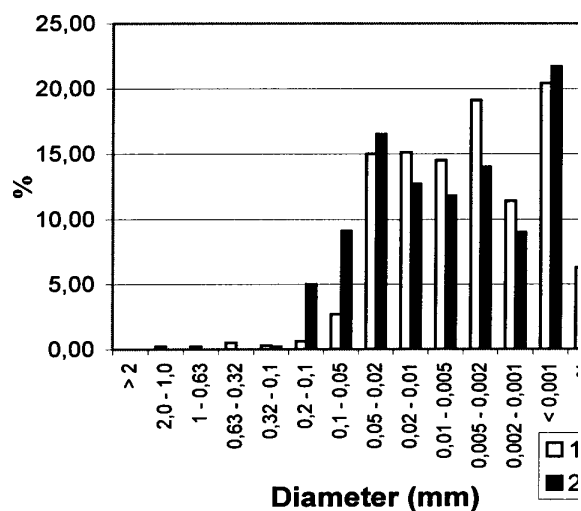


Fig. 1. Structure of soils (1) and crusts (2)
Rys. 1. Skład mechaniczny gleb (1) i skorup (2)

- the increase of the rate of grains with diameter of 0,1–0,2 mm and the increase of the silt content is very frequent in wind blown sand. Piling up of coarser particles is observable in many cases. These are surrounded and embedded by smaller particles. This phenomenon is typical of the clay soils. There is little cohesion between the grains in sandy soils because of the low clay and silt content so that the crusting is ne-

gible. Strength of the crust mainly depends on its carbonate content. In those samples where the carbonate content was high it further increased in the crust. Still crust with sufficient strength and thickness that would protect the surface for a longer time period does not form. The humus content of sandy soils is under 1% so it has no influence on crusting. In the case of more cohesive soils the increasing rate of finer fraction is measurable, but the increasing of certain grain sizes varies in a wide range. The crusts having more strength form on the surface of more cohesive soils;

- according to the results of measurements, in the case of soils where the carbonate content increased in the crust, the organic matter content decreased and *vice versa*: if a soil crust has smaller carbonate content than the soil itself, the rate of humus is higher than that in the soil itself.

Results of the examination with penetrometer

During the measures with penetrometer we take into account the values measured when the needle breaks through the crust. Crust forming after the 1 mm irrigation does not show any significant resistance. More notable resistance was observed after the 5 mm irrigation. It indicates that different amount of precipitation makes an important role in the formation and structure of the crust.

This is important as earlier it was determined that less amount of irrigation has a protective effect on the soil against wind erosion (LÓKI, 1995).

Our measurements with penetrometer support the results of the sedimentological examinations. The sandy-silty-clay soil containing the largest amount of clay shows the greatest resistance (fig. 2). This is explained by that soil particles can contract and consequently a hard, solid structure forms. Analyzing the resistance curves of different soils we can assess that in the case of four soils out of the five samples some resistance could have been measured even under the crust. It can be explained by that in the case of these soils the crust was not separated significantly thus resistance could extend onto a thicker layer. Another explanation may be that the rate of coarser fraction is higher in these soils due to their structure.

Results of measurements were reported with penetrometry by THOMAS & DOUGILL (2006) who quantifies the strength of biological crusts formed

on the surface as between 0,56–1,50 kg/cm³. These values are similar to our measurements on crust established with precipitation.

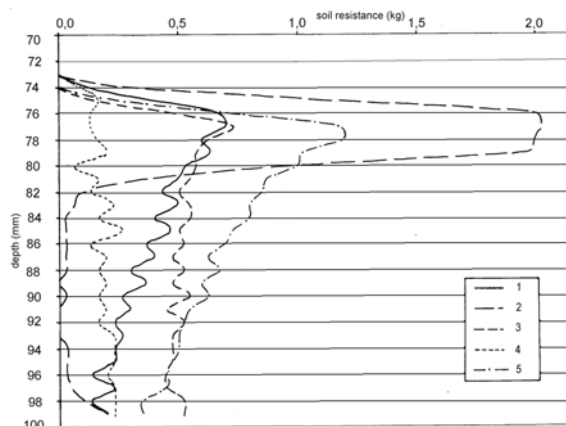


Fig. 2. Measured values of soil resistance:

1 – sand, 2 – sandy-silty clay, 3 – silty-loamy sand, 4 – silty-loamy sand, 5 – silty-sandy clay

Rys. 2. Zmierzone wartości odporności gleby:

1 – piasek, 2 – ił piaszczysto-mułkowy, 3 – piasek mulkowo-gliniasty, 4 – piasek mulkowo-gliniasty, 5 – ił mulkowo-piaszczysty

SUMMARY

Based on the sedimentological and crust strength investigations carried out on different soils, it was determined that in sandy soils no significant crust is formed only a compacted layer due to the effect of irrigation (which, however, presents some sort of a protection for the looser soil below) and that in more coherent soils (that are endangered at higher wind speed) a strongly cemented crust forms.

Different rate of irrigation has different effects on the thick of crust. There is a linear connection between the thickness of the crust and the precipitation. Some further investigations are required considering different size of irrigation to find further connection between the thickness of the crust and irrigation.

Further examination is needed in the question of the effect of crust having a thickness of a few millimetres on the growth of agricultural plants. It has to be also investigated that what effects the chemical processes operating in sandy soils of different composition as soils rich in carbonate and iron have on the crusts forming on these soils.

REFERENCES

- Blaskó L., Karuczka A., 1998: Crusting and tiling of soils and the possibilities of reducing surface cover. (in Hungarian) www.date.hu/kiadvány/tessedik/1/blasko.pdf
- Eldridge D. J., 1998: Trampling of microphytic crusts on calcareous soils and its impact on erosion under rain-impacted flow. *Catena*, 33: 221–239.
- Gillette D. A., Adams J., Muhs D., Kihl R., 1982: Treshold friction velocities and rupture moduli for crusted desert soils for the input of soil particles into the air. *Journal of Geophysical Research*, 87: 9003–9015.
- Goossens D., 1998: Effect of soil crusting on the emission and transport of wind-eroded sediment: field measurements on loamy sandy soil. *Geomorphology*, 58: 145–160.
- Kereskényi M., 1977: Study of the wind erosion process in wind tunnel (dissertation), Debrecen: 37 pp.
- Lóki J., 1995: The effect of wind and precipitation on the deflation. The presentation of scientific memory meeting held in anniversary 95 of Dénes Berényi: 211–223.
- McKenna Neuman C., Maxwell C., Boulton J. W., 1996: Wind transport of sand surfaces crusted with photoautotrophic microorganisms. *Catena*, 27: 229–247
- Rahmonov O., Czylok A., Šimanaszkienė R., 2006: The significance of biological soil crust in regeneration ecosystems of anthropogenic bare sand. *Anthropogenic aspects of landscape transformations*, 4. Sosnowiec: 88–95.
- Rajot J. L., Alfaro S. C., Gaudichet A., 2003: Soil crusting on sandy soils and its influence on wind erosion. *Catena*, 53: 1–16.
- Sharma D. P., Agrawal R. P., 1979: Relationship of crust stability of soils with the amount of substitutable sodium and the grade of dispersity. *Agrokémia és talajtan*. Tom 28: 39–44.
- Thomas A. D., Dougill A. J., 2006: Spatial and temporal distribution of cyanobacterial soil crust in the Kalahari: implications for soil surface properties. *Geomorphology*: in press.
- Zhang Y. M., Wang H. L., Wang X. Q., Yang W. K., Zhang D. Y., 2006: The microstructure of microbiotic crust and its influence on wind erosion for a sandy soil surface in the Gurbantunggut Desert of Northwestern China. *Geoderma*, 132: 441–449.

Jolanta Pełka-Gościniak

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

PROCESY EOLICZNE NA STARYCH I NOWYCH OBSZARACH UPRZEMYSŁOWIONYCH WYŻYNY ŚLĄSKIEJ

Пелка-Госьциняк Й. Эоловые процессы на старых и новых промышленных территориях Силезской возвышенности. Описаны антропогенно обусловленные эоловые процессы на старых и новых промышленных территориях Силезской возвышенности. Старыми промышленными территориями охвачены северная и восточная часть возвышенности, где в прошлом функционировали разработка и металлургия руд серебра и свинца, тогда как новыми – центральная и восточная части региона. Они связаны с добычей каменного угля, песка и современной металлургией руд свинца и цинка (рис. 1).

Вмешательство человека на данных территориях состояло в основном на сведении леса для различных целей: добычи и металлургии руд свинца и цинка, для сооружения штольной и возведения крепи, а также на разработке залочных песков для шахт каменного угля.

В обоих случаях: старых и новых промышленных территорий развитию эоловых процессов способствовал антропогенный фактор в виде создания человеком благоприятных условий: обнажения субстрата, легко поддающегося воздействию ветра. Благодаря тому возник новый, специфический круговорот песчаного вещества (фот. 1).

Pełka-Gościniak J. **Aeolian processes in old and new industrialised areas in the Silesian Upland.** The paper presents anthropogenically conditioned aeolian processes in old and new industrialised areas in the Silesian Upland. Old industrialised areas include the northern and eastern part of the upland, where in the past mining and metallurgy of silver and lead ores functioned, whereas new industrialized areas occur in the central and eastern part of the upland and they are connected with exploitation of black coal and sand as well as with metallurgy of zinc and lead ores (fig. 1).

Human interference consisted mainly in forest cutting for different needs – mining and metallurgy of zinc and lead ores, next building of draining galleries and timber lining, and finally – stowing sand exploitation for black coal mines.

Therefore in both cases old and new industrialized areas the development of aeolian processes was anthropogenically conditioned. Human being created advantageous conditions to aeolian processes development, in a natural way giving these areas „desert” character and causing the formation of specific new circulation of sandy material (photo 1).

Zarys treści

W artykule przedstawiono antropogenicznie uwarunkowane procesy eoliczne na starych i nowych obszarach uprzemysłowionych Wyżyny Śląskiej. Stare obszary uprzemysłowione obejmują północną i wschodnią część wyżyny, gdzie w przeszłości funkcjonowało górnictwo i hutnictwo rud srebra i ołowiu, natomiast nowe obszary uprzemysłowione występują w centralnej i wschodniej części wyżyny i związane są z eksploatacją węgla kamiennego, piasku oraz z hutnictwem rud cynku i ołowiu.

Ingerencja człowieka na tych obszarach polegała głównie na wycinaniu lasów w różnych celach – na potrzeby górnictwa i hutnictwa rud cynku i ołowiu, a następnie na potrzeby budowy sztolni i obudowy górniczej, aż w końcu na eksploatacji piasków podsadzkowych dla kopalń węgla kamiennego.

W obu przypadkach starych i nowych obszarów uprzemysłowionych rozwój procesów eolicznych był uwarunkowany antropogenicznie. Człowiek stworzył sprzyjające warunki dla rozwoju procesów eolicznych,

w naturalny sposób nadając tym obszarom pustynny charakter i przyczyniając się do powstania specyficznego nowego obiegu materiału piaszczystego.

Procesy eoliczne zachodzą na obszarach, gdzie występują sprzyjające warunki klimatyczne (optymalne warunki wilgotnościowe i względny brak roślinności) i odpowiednie warunki litologiczne (podłoże zbudowane z materiału drobnego, suchego i luźnego). Dlatego też zwykle utożsamiane są z suchymi obszarami pustyń strefy zwrotnikowej. W efekcie gospodarczej działalności człowieka procesy te, dotychczas występujące głównie w miejscach uprzywilejowanych klimatycznie, objęły również obszary zlokalizowane w strefie umiarkowanej.

Wyżyna Śląska stanowi bardzo interesujący przykład obszaru, na którym intensywnie rozwijały się procesy wiatrowe. Duża część Wyżyny zbudowana jest z osadów drobno- i średnioziar-

nistych, cechujących się dużą podatnością na czynnik eoliczny, a obecność różnorodnych bogactw naturalnych sprawiła, że od najdawniejszych czasów prowadzono tu działalność gospodarczą. Materiał podłoża pochodzi przede wszystkim z akumulacji fluwialnej w warunkach ekstraglacialnych w okresie zlodowacenia wisły. Już w trakcie akumulacji tego materiału dużą rolę odgrywał czynnik eoliczny, który zdecydował o cechach morfoskopowych i mechanicznej obróbce ziarna kwarcowego (PEŁKA, 1992). Ten sam czynnik u schyłku zlodowacenia wisły oraz na początku holocenu utworzył tu rzeźbę wydmową w wyniku przewiania utworów ekstraglacialnych (SZCZYPEK, 1988).

Efektom historycznego rozwoju gospodarki na Wyżynie Śląskiej są stare i nowe obszary uprzemysłowione (PEŁKA-GOŚCINIAK, WACH, SZCZYPEK, 2002). Obszar starego uprzemysłowienia jest związany ze średniowieczem, kiedy to w północnej i wschodniej części Wyżyny rozpoczęto wydobywanie oraz wytopienie rud cynku i srebra (rys. 1).



Rys. 1. Stare (1) i nowe (2) obszary uprzemysłowione na Wyżynie Śląskiej
Fig. 1. Old (1) and new (2) industrialised areas in the Silesian Upland

Rozwój górnictwa i hutnictwa srebra i ołowiu w okolicach Olkusza spowodował uruchomienie procesów eolicznych (PEŁKA-GOŚCINIAK, 2000a). Intensywne wycinanie lasów w celu pozyskania węgla drzewnego do opalania pieców hutniczych spowodowało powstanie nagich powierzchni piaszczystych o krajobrazie „pustynnym”: pustyni Błędnoskiej i Starczynowskiej. Na odsłoniętych piaskach przeważające wiatry z kierunku zachodniego ukształtowały wydmy i eoliczne piaski pokrywowe (SZCZYPEK, WACH, WIKI, 1994; PEŁKA-GOŚCINIAK, 2000b; fot. 1).



Fot. 1. Eoliczne piaski pokrywowe na Pustyni Starczynowskiej (fot. J. Pełka-Gościńskiak)
Phot. 1. Aeolian coversands in the Starczynów “Desert” (Phot. by J. Pełka-Gościńskiak)

Ożywienie procesów eolicznych miało miejsce również w XVI i XVII wieku (na co wskazują daty radiowęglowe gleb kopalnych znajdujących się pod osadami wydmowymi) kiedy ponownie nastąpiło odsłonięcie utworów piaszczystych w związku z kolejnymi wyrębami lasów w celu pozyskania drewna dla potrzeb budowy sztolni odwadniających pokłady kruszców na większych głębokościach (RAHMONOW, 1999; PEŁKA-GOŚCINIAK, 2000a; DULIAS, PEŁKA-GOŚCINIAK, SZCZYPEK, 2003; PEŁKA-GOŚCINIAK i in., 2006).

Okresem wzmożonych procesów eolicznych jest także przełom XVIII i XIX wieku. Poznanie technologii pozyskiwania cynku spowodowało ponowny rozwój górnictwa i hutnictwa kruszcowego a tym samym wzrost popytu na drewno i wyręb lasów (RAHMONOW, 1999; PEŁKA-GOŚCINIAK, 2000a).

W ciągu setek lat charakter rzeźby eolicznej stopniowo zmieniał się. Początkowo miał on charakter deflacyjny. Dominowały tu szerokie niecki deflacyjne a wielkie wydmy rozwinęły się jedynie na kontakcie z dolinami rzecznyymi Białej Przemszy i Sztoły, jak również u podnóża kuesty górnojurajskiej, stanowiącej orograficzną barierę i granicę pustyni od strony wschodniej (PEŁKA-GOŚCINIAK, 1999, 2000b; PEŁKA-GOŚCINIAK i in., 2006). Od lat 1950., a w szczególności od lat 1970. ubiegłego stulecia, kiedy człowiek ponownie wpłynął na ten obszar poprzez wprowadzenie krzewów *Salix acutifolia* i *Salix arenaria*, rzeźba eoliczna stopniowo zmieniała swój charakter na akumulacyjny. Pojawiły się tu systemy zmiennych w czasie i przestrzeni małych wydm poprzecznych oraz podłużnych. W tym czasie pola deflacyjne, jak również wydmy w dużym stopniu zostały utrwalone przez roślinność i krajobraz pustynny całkowicie zanikł (PEŁKA-GOŚCINIAK i in., 2006).

Ostatnim okresem intensyfikacji procesów eolicznych na tym obszarze były lata 90. ubiegłego stulecia, kiedy to wskutek olbrzymich pożarów lasów obszary pustyń Błędownskiej i Starczynowskiej stanowiły potencjalne aktywne pola deflacyjne. Jednak intensywne procesy zalesiania skutecznie zahamowały te procesy (PEŁKA-GOŚCINIĄK, 2000a, b).

Nowe obszary uprzemysłowione obejmują centralną i wschodnią część Wyżyny Śląskiej. Pochodzą one z przełomu XIX i XX wieku oraz z XX wieku i są związane z eksploatacją węgla kamiennego, piasku oraz z hutnictwem rud cynku i ołowiu (rys. 1).

Procesy eoliczne polegają tu głównie na intensywnym wywiewaniu drobnofrakcyjnego materiału z hałd kopalnianych, hutniczych, elektrownianych czy też osadników. Procesy te nie tworzą jednak żadnych form terenu, ale powodują pogorszenie stanu sanitarnego powietrza oraz widoczności. Szczególnie niebezpieczne są te hałdy i osadniki, w których są nagromadzone metale ciężkie, jak to ma miejsce w pobliżu huty metali kolorowych w Katowicach Szopienicach oraz w sąsiedztwie Zakładów Górniczo-Hutniczych w Bukowni (DULIAS, PEŁKA-GOŚCINIĄK, RADOSZ, 2002). W okresie silnych wiatrów duża ilość suchych cząsteczek tych metali jest wywiewana i transportowana na odległość nawet kilku kilometrów. W czerwcu 1990 roku SZCZYPEK i WACH (1991) obserwowali to zjawisko w Bukowni, skąd pył został przemieszczony na odległość 8 km w kierunku Olkusza, gdzie uległ depozycji, zanieczyszczając gleby w ogródkach działkowych.

Procesy eoliczne zachodzą również w obrębie osadników poflotacyjnych. Po zakończeniu eksploatacji osadnika i jego odwodnieniu przesuszony materiał staje się podatny na działanie czynnika wiatrowego i z czasem pojawiają się tu różnorodne formy i mikroformy eoliczne (SZCZYPEK i in., 2002).

Wspomniane obszary piaszczyste Wyżyny Śląskiej są od wielu dziesięcioleci eksploatowane dla potrzeb górnictwa węgla kamiennego (piasek służył jako materiał podsadzkowy do zapewnienia pustek w kopalniach po wyeksploatowanym węglu; obecnie, w okresie restrukturyzacji przemysłu, jest on wykorzystywany głównie jako materiał budowlany). Morfologicznym skutkiem eksploatacji piasku są piaszownie, liczące od kilku do około 40 km² powierzchni i mające co najmniej kilkanaście metrów głębokości. Najlepiej poznany jest wschodni fragment piaszowni „Szczakowa”, znajdujący się w Bukowni. Dna i zbocza

piaskowni były i są areną rozwoju procesów eolicznych. Zachodziły one tu na wielką skalę, tworząc wiele form, będących przedmiotem licznych badań (m. in. SZCZYPEK, WACH, 1991, 1999; SZCZYPEK, SNYTKO, 1998; PEŁKA-GOŚCINIĄK, 2000a; PEŁKA-GOŚCINIĄK, WACH, SZCZYPEK, 2002). Obserwowanie przebiegu procesów wiatrowych, a także ich morfologicznych skutków może mieć spore znaczenie dydaktyczne. W piaszowni w Bukowni naturalne procesy, które zaczęły wpływać na podłoże całkowicie przygotowane przez człowieka, mogą w miniaturowej skali tworzyć ciekawe formy rzeźby, a także sprzyjać określonej sukcesji roślinności. Zatem obszar piaszowni może pełnić ważną rolę jako swoistego rodzaju naturalne, dobrze wyposażone laboratoria przyrodnicze, zwłaszcza eoliczne. Obszary piaszowni na Wyżynie Śląskiej mogą być specyficznymi morfologicznymi modelami klimatycznych pustyń, na których przez pewien czas są obserwowane morfologiczne skutki różnych typowych dla nich procesów morfogenetycznych, w tym także działalności wiatru (SZCZYPEK, SNYTKO, 1998). W Bukowni wiele lat temu można było obserwować rozwój typowej antropogenicznej wydmy krawędziowej, która przemieszczała się zgodnie z dominującym kierunkiem wiatru i zasypywała krawędź lasu sosnowego. Obecnie, wskutek procesów rekultywacyjnych forma ta została zupełnie zniszczona (SZCZYPEK, WACH, 1999).

W obu przypadkach: starych i nowych obszarów uprzemysłowionych rozwój procesów eolicznych był uwarunkowany antropogenicznie. Poprzez deforestację człowiek stworzył sprzyjające warunki dla rozwoju procesów eolicznych i przyczynił się do powstania specyficznego nowego obiegu materii piaszczystej (MASZLEJ, PEŁKA-GOŚCINIĄK, 2001).

Opisane wyżej obszary z antropogenicznie wymuszonymi procesami eolicznymi na Wyżynie Śląskiej ulegają zanikowi i odgrywają coraz mniejszą rolę. Przyczyny tego należy upatrywać w ponownej ingerencji człowieka, która polega na celowym nasadzeniu roślin jak również w naturalnej sukcesji roślinności (por. RAHMONOV, 1999, 2007; RAHMONOV, RAHMONOV, SZCZYPEK, 2005).

LITERATURA

- Dulias R., Pełka-Gościński J., Radosz J., 2002: Soil degradation in Olkusz-Chrzanów region. In: Anthropogenic aspects of landscape transformations, 2. University of Silesia, Sosnowiec: 20–26.
- Dulias R., Pełka-Gościński J., Szczypek T., 2003: Zmiany antropogeniczne utrwalone w osadach i rzeźbie eolicz-

- nej Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. W: Waga J. M., Kocel K. (red.): Człowiek w środowisku przyrodniczym – zapis działalności. PTG Oddział Katowicki, Sosnowiec: 29–37.
- Maszlej A., Pełka-Gościniak J., 2001: Rola wiatru w krążeniu materii piaszczystej – na przykładzie piaskowni w Bukownie na Wyżynie Śląskiej. W: Pełka-Gościniak J., Szczypek T. (red.): Dynamiczne aspekty geomorfologii eolicznej. WNoZ UŚ, SGP, Sosnowiec: 72–80.
- Pełka J., 1992: Rola wiatru w kształtowaniu cech osadów piaszczystych w Kotlinie Biskupiego Boru. W: Szczypek T. (red.): Wybrane zagadnienia geomorfologii eolicznej, WNoZ UŚ, SGP, Sosnowiec: 129–140.
- Pełka-Gościniak J., 1999: Influence of wind and older relief on the character of sandy deposits in the Starczynów “Desert” (southern Poland). In: Schirmer W. (ed.): Dunes and fossil soils. *GeoArchaeoRhein*, 3, Münster: 163–176.
- Pełka-Gościniak J., 2000a: Development of aeolian relief in areas transformed by human impact (a case study of Bukowno neighbourhood – eastern part of Silesian Upland). In: Dulias R., Pełka-Gościniak J. (eds): Aeolian processes in different landscape zones. University of Silesia, The Association of Polish Geomorphologists, Sosnowiec: 129–142.
- Pełka-Gościniak J., 2000b: Przestrzenna zmienność piasków eolicznych Pustyni Starczynowskiej, WNoZ UŚ, Sosnowiec: 75 s.
- Pełka-Gościniak J., Rahmonov O., Szczypek T., Wach J., 2006: Anthropogenically conditioned aeolian processes in the Silesian Upland. In: Szabó J. (ed.): *Földrajzi tanulmányok Lóki József 60. születésnapja alkalmából*. University of Debrecen, Debrecen: 9–16.
- Pełka-Gościniak J., Wach J., Szczypek T., 2002: Aeolian processes in old and new industrialized areas (a case study of Silesian Upland – Southern Poland). In: Proceedings of the 5th International Conference on Aeolian Research and the Global Change & Terrestrial Ecosystem – Soil Erosion Network, International Center for Arid and Semiarid Land Studies, Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA: 340–342.
- Rahmonov O., 1999: Procesy zarastania Pustyni Błędowskiej. WNoZ UŚ, Sosnowiec: 72 s.
- Rahmonov O., 2007: Relacje między roślinnością i glebą w inicyjalnej fazie sukcesji na obszarach piaszczystych. UŚ, Katowice: 200 s.
- Rahmonov O., Rahmonov M., Szczypek S., 2005: Czy zanieczyszczenia atmosferyczne mają wpływ na przyspieszenie procesu zarastania Pustyni Błędowskiej? W: Andrejczuk W. (red.): Regionalne problemy ekologiczne. WSE, Sosnowiec: 71–78.
- Szczypek T., 1988: Działalność eoliczna we wschodniej części Wyżyny Śląskiej na przykładzie okolic Bukowna. *Geographia. Studia et dissertationes*, t. 11, UŚ Katowice: 7–22.
- Szczypek T., Snytko W. A., 1998: Morfologiczny model ”rzeźby pustynnej” na obszarze przekształconym antropogenicznie. WNoZ UŚ, Sosnowiec: 48 s.
- Szczypek T., Wach J., 1991: Human impact and intensity of aeolian processes in the Silesian-Cracow Upland (Southern Poland). *Z. Geomorph. N.F., Suppl.*, 90: 171–177.
- Szczypek T., Wach J., 1999: Human impact and development of a modern scarp dune. In: Schirmer W. (ed.): Dunes and fossil soils. *GeoArchaeoRhein*, 3, Münster: 177–186.
- Szczypek T., Wach J., Wika S., 1994: Zmiany krajobrazów Pustyni Błędowskiej. WNoZ UŚ, Sosnowiec: 97 s.
- Szczypek T., Wika S., Snytko V.A., Molenda T., 2002: Relief poverkhnosti i rastitelnost’ neekspluatirowemykh iskusstvennykh vodoyomov. In: Andrejchuk V. N., Korzyk P. (eds): Regional aspects of land use. Technical University (Chernivtsy), University of Silesia, Chernivtsy-Sosnowiec: 165–171.

Jolanta Radosz

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

ТОПОКЛИМАТ ПЛАСКОВОЎЖУ РЫБНИЦКІЕГО В ШВІЕТЛЕ НІЕКТОРЫХ ЕЛЕМЕНТЎ БАЛАНСУ ЦІЕПНАГО

Радосъ Й. **Топокліматическіе условия Рыбніцкаго плато на основании избранных составных теплового баланса.** Цель статьи – показать дифференциацию топокліматических условий на территории Рыбніцкаго плато. На основании архивных картографических материалов и анализа литературных источников выявлено влияние использования земли и рельефа местности на структуру теплового баланса выделенных поверхностей. Проанализированы величины альбедо (табл. 1), суммы поглощенного излучения и их отклонения при дифференцированном рельефе (табл. 2). Табл. 3 демонстрирует ход теплового баланса в пределах различных экосистем для периодов года, на основании данных за 1995–2000 годы. Сравнение факторов теплового баланса и их значений (W/m^2) позволяет определить долю поверхностей с преобладанием теплового обмена путем эвапорации с конвекцией тепла. Анализы были выполнены на основании коэффициента Бовена (табл. 4).

Radosz J. **The Rybnik Plateau topoclimate considering some heat balance elements.** This elaboration's aim is to show topoclimate's differentiation in the area of the Rybnik Plateau. Effect of land use and relief on a heat balance structure of the chosen area is presented on basis of the archival cartographic materials and subject literature. The albedo values (tab. 1), absorbed radiation sums, as well as their deviation at different relief (tab.2) were undergone the analysis. Table 3 presents data, collected from 1995 to 2000, related to a seasonal course of the heat balance elements for the various ecosystems. Comparison of the heat balance factors given in the tables and their values (W/m^2) let to determine participation of surfaces with domination of heat exchange through evaporation over surfaces with convective heat exchange. This analysis was made on basis of the Bowen coefficient (tab. 4).

Zarys treści

Celem pracy jest określenie zróżnicowania topoklimatu na obszarze Płaskowyżu Rybnickiego. Na podstawie archiwalnych materiałów kartograficznych oraz analizy literatury przedmiotu przedstawiono wpływ użytkowania ziemi i rzeźby terenu na strukturę bilansu cieplnego wydzielonych powierzchni. Analizie poddano wartości albedo (tab. 1), sumy promieniowania pochłoniętego oraz ich odchylenia przy zróżnicowanej rzeźbie (tab. 2). Tabela 3 przedstawia dane zebrane w latach 1995–2000, dotyczące sezonowego przebiegu bilansu cieplnego w różnych ekosystemach.

W opracowaniu podjęto próbę określenia wpływu urzeźbienia, wilgotności gruntu oraz użytkowania ziemi na zróżnicowanie warunków topoklimatycznych Płaskowyżu Rybnickiego. Dyskusja nad zagadnieniem została przeprowadzona na podstawie publikowanych i niepublikowanych materiałów dotyczących wybranych elementów klimatu mezoregionu (analogiczną problematykę omawiają też: KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA, KRAWCZYK i BŁAŻEJCZYK, 1983). Szczególnie przydatne oka-

zały się wszelkie materiały kartograficzne, w tym mapy i atlasy poświęcone składnikom bilansu cieplnego, jak również skonstruowana przez autorkę mapa topoklimatów Płaskowyżu Rybnickiego.

Omawiany mezoregion, liczący 850 km² powierzchni, cechuje się intensywnym urzeźbieniem, wyrażonym w funkcjonowaniu licznych rozcięć erozyjnych w obrębie pokryw lessowych oraz strefy krawędziowej doliny Odry. Wierzchowiny w pasie płaskowyżu lessowego i wysoczyzny rybnickiej, o rzędnej 270–280 m n.p.m. mają charakter garbów, pagórów, izolowanych płatów o wąskich grzbietach. Na linii Racibórz–Rybnik–Żory wyznaczają strefę zasięgu występowania lessów, poza którą rozprzestrzeniają się utwory fluwio-glacialne, a w części północnej i skrajnie południowej – glacialne. Akumulacyjne pokrywy ekstraglacialne, zalegające na rzędnych 250–280 m n.p.m. wzdłuż szerokich dolin Odry, Wisły, Olzy, Rudy, Bierawki, tworzą szereg rozległych płatów wyżynnych o przebiegu NW–SE (*Mapa geologiczna...*, 1979). Wraz z dolinami rzecznyymi zajmują około 62% powierzchni omawianego obszaru. Szerokie doliny głównych rzek regionu (Odra, Ruda), przebiegają z SE na NW, podczas gdy

mniejsze rzeki i potoki, jak np. Sumina, Lesznica, Szotkówka, Piotrówka, Potok Bujakowski płyną w obrębie węższych dolin, najczęściej o kierunku SW–NE (DWUCET, 1986).

Maksymalne deniwelacje występują w środkowej i zachodniej części płaskowyżu lessowego, zwłaszcza w strefie krawędziowej doliny Odry (85 m), także w niektórych odcinkach dolin (np. Szotkówki). Na pozostałym obszarze amplituda tych wysokości mieści się w przedziale 30–45 m, za wyjątkiem wschodniej części, należącej do zlewni Pszczynki. Równie ważnym elementem jest gęstość sieci dolinnej, wyraźnie malejąca w kierunku wschodnim, co ma bezpośredni związek z wyżej położoną bazą erozyjną Wisły niż Odry. Przejawia się to także w charakterze dolin, zaliczanych do płytkich dolin nieckowatych, najczęściej o długości około 400 m, głębokości 3–10 m i zboczach nachylonych pod kątem zaledwie 3–7°. Obok nich funkcjonują również często rozgałęzione, głębokie nieraz do 20 m, podmokłe doliny denudacyjne, których zbocza o nachyleniu do 20° cechują się profilem wklęsło-wypukłym. Największą gęstością tego typu form cechuje się strefa krawędziowa oraz południowo-wschodnia płaskowyżu.

Na tak urozmaiconym obszarze należy spodziewać się zróżnicowanych warunków termicznych. Jak wykazali GREGORCZUK i ŻYCZYŃSKI (1978), w ciągu dnia najcieplej jest zazwyczaj nad powierzchniami wyniesionymi, pozbawionymi zwartej pokrywy leśnej, eksponowanymi na padające promienie słoneczne. W przypadku omawianego makroregionu takich miejsc jest niewiele i ograniczają się one do fragmentów niezalesionych, leżących w sektorze NE–NW zboczy doliny Lecznicy i licznych małych dolinek, wyerodowanych w utworach lessowatych. Ich niezalesione dna wypełnione są przez piaski, pyły piaszczyste, muły, torfy oraz glinki napływowe (DWUCET, 1986). Temperatura o godzinie 13 przekracza tutaj 15,6°C. Nieco niższa temperatura została stwierdzona nad szerokimi, wypełnionymi aluwiami dolinami, między innymi Szotkówki, Lesznicy, Syrynki, Rudy, przyczyny czego należy upatrywać w odmiennych warunkach wilgotnościowych. Temperatura tych miejsc, o wartości nie przekraczającej 15,5°C, jest podobna jak na dowietrznych stokach o zróżnicowanej ekspozycji (SE–SW lub NW–NE). Przeprowadzona interpolacja (GREGORCZUK, ŻYCZYŃSKI, 1978) dowiodła, że temperatura nad tymi obszarami wynosi około 14,6°C. Najniższe temperatury powietrza (poniżej 13,5°C) występowały w dzień w dnach zalesionych dolin oraz nad Zbiornikiem Rybnickim. Natomiast o temperaturze po-

wietrza obszarów o małym, nie przekraczającym 5° nachyleniu, a zwłaszcza płaskich powierzchni decydują, obok wilgotności gleb, również jej właściwości fizyczne, głównie porowatość, odpowiadająca za przewodnictwo cieplne i pojemność cieplną (LAZAR, 1977).

Nocą dna dolin większych rzek: Olzy, Szotkówki, Lesznicy, Rudy, Bierawki i Potoku Bujakowskiego oraz znacznie węższych, najczęściej zalesionych dolin ich dopływów są obszarami o najniższych temperaturach, których średnia wieloletnia wartość mierzona o godzinie 21 wynosiła poniżej 7,3°C. W dolnych partiach zboczy wąskich dolin wciętych w płaskowyż lessowy oraz rozcinających jego krawędź temperatura wahała się w przedziale 7,3–9,3°C. Obszarami cieplejszymi są górne partie garbów, wzniesień wysoczyzny rybnickiej i płaskowyżu lessowego, do których należą wzniesienia między innymi w okolicach Pszowa, Gorzyc, Wodzisławia Śląskiego, Jastrzębia Zdroju. Natomiast miejscami, dla których wyliczona temperatura przekracza 11°C są najwyższe partie tych stoków i zboczy. One to stanowią obszary źródłowe dla chłodnego powietrza spływającego i stagnującego w obniżeniach terenu. Zatem dominacja form wklęsłych w obrębie Płaskowyżu Rybnickiego skutkuje w nocy większą powierzchnią obszarów chłodniejszych w stosunku do równin (55%), czego nie obserwuje się podczas dni pogodnych (3% obszarów chłodniejszych w ogólnej powierzchni).

Saldo promieniowania słonecznego Płaskowyżu Rybnickiego, jak każdego innego obszaru, uzależnione jest w sposób najistotniejszy od albedo powierzchni czynnej, która wykazuje tutaj pewne uporządkowanie pod względem struktury użytkowania. Część północna i wschodnia, zdominowana przez lasy należące do kompleksu Lasów Pszczyńskich, wyraźnie odbiega od pozostałych powierzchni. Wprawdzie większe skupiska leśne zachowane są również fragmentarycznie w innych częściach płaskowyżu, lecz nie tworzą one już tak zwartych kompleksów, jak wzdłuż Rudy. Lesistość części północnej i wschodniej kształtuje się na poziomie 32%, podczas gdy w zachodniej nie przekracza 13%, a w gminach południowych – 10%. Przeważają tu bory sosnowe różnych typów, z przewagą boru świeżego, lokalnie z domieszką drzew liściastych. Z badań nad klimatem lasu wynika, iż w leśnych zbiorowiskach iglastych występuje duża ekstynkcja promieniowania, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia amplitudy temperatury i zwiększenia wilgotności względnej (OBREBSKA-STARKŁOWA, 1967). Jak wykazano (OLSZEWSKI, ŻARNO-

WIECKI, 1995), charakterystyczną cechą różnych borów jest ich podobieństwo pod względem termicznym. Amplituda temperatury w terenie otwartym wynosi $0,6^{\circ}\text{C}$, zaś w lesie – zaledwie $0,1^{\circ}\text{C}$. Takiego podobieństwa nie obserwuje się w przypadku wilgotności względnej, która w samym lesie wykazuje zróżnicowanie: od 81,6% (bór sosnowy świeży) do 78,3% (bór bagienny) i niespeł-

na 76% w terenie otwartym. Jak wykazał KĘDZIORA (1995), miesięczne wartości strumienia promieniowania pochłoniętego przez las iglasty, przy współczynniku albedo $\alpha = 0,15$ (tab. 1), kształtują się w zachodniej części Polski od 125 W/m^2 w kwietniu do 186 W/m^2 w czerwcu i 63 W/m^2 w październiku.

Tabela 1. Wartości albedo (w %) wydzielonych powierzchni czynnych w półroczu ciepłym (Kędziora i in., 1992)
Table 1. Albedo values (in %) of separated active surfaces in a warm half-year (Kędziora et al., 1992)

Powierzchnia czynna	Miesiące							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Grunty orne	18	19	20	22	23	20	19	19
Łąki i pastwiska	20	20	21	23	21	23	20	21
Lasy iglaste	11	13	15	15	15	15	15	12
Lasy liściaste	15	16	18	20	20	20	20	17
Nie użytki	17	17	17	18	18	18	17	17
Wody	9	7	7	6	7	7	8	11
Zabudowa wiejska	25	25	25	24	24	24	25	25
Zabudowa miejska	30	30	30	30	30	30	30	30

Pozostały obszar, z wyjątkiem terenów zurbanizowanych i uprzemysłowionych, zaliczany jest do gruntów orných, przy czym w części środkowej mezoregionu należą one do kompleksu żytniego, w części południowej – do kompleksu pszennego. Niewielkie powierzchnie zajęte są pod użytki zielone. Wartości albedo dla zielonych roślin wynoszą od $\alpha = 20$ na początku i w końcu okresu wegetacyjnego – do $\alpha = 23$ w jego pełni (tab. 1). W związku z tym strumień promieniowania pochłoniętego osiąga w kwietniu 113 W/m^2 , 168 W/m^2 w czerwcu oraz 100 W/m^2 w październiku.

Spośród wszystkich powierzchni czynnych najniższymi wartościami albedo, kształtującymi się przez całe ciepłe półrocze na poziomie $\alpha = 7$ charakteryzuje się woda, która pochłania strumień energii o gęstości od 138 W/m^2 w kwietniu do 205 W/m^2 w czerwcu i zaledwie 69 W/m^2 w październiku.

Całkowitym przeciwieństwem powierzchni wodnych są obszary zabudowy wiejskiej, miejskiej oraz wszelkie antropogeniczne formy wypukłe (tab. 1). Współczynnik ten na obszarach zabudowanych przez okres półroczu ciepłego utrzymuje tę samą wysoką wartość (25% i 30%) (KĘDZIORA, 1995).

Na podstawie rozkładów sporządzonych przez GREGORCZUKA i ŻYCYŃSKIEGO (1978) można przeprowadzić próbną klasyfikację salda promieniowania krótkofalowego dla różnych form powierzchni terenu (tab. 2).

Pierwsza grupa topoklimatów obejmuje obszary o konwekcyjnej wymianie ciepła, w obrębie których saldo promieniowania cechuje się dodatnimi odchyleniami w dzień. Urozmaicona rzeźba

o deniwelacjach sięgających 30–85 m jest przyczyną dużych wartości turbulencyjnego strumienia ciepła jawnego, jednak jego gęstość jest uzależniona od ekspozycji, warunkujących otrzymywane przez nie sumy promieniowania pochłoniętego. W związku z powyższym, na omawianym obszarze wyróżnia się następujące podtypy w tej kategorii topoklimatu: o dodatnich oraz ujemnych odchyleniach strumienia ciepła jawnego w nocy. Przewaga strumienia jawnego w dzień ma miejsce w obrębie stoków o ekspozycji południowej, nachylonych powyżej 10° , które otrzymują podwyższone sumy promieniowania podczas całego roku, a zwłaszcza w okresie zimy, w tym przypadku o 50% (tab. 2). Rozmieszczenie przestrzenne powierzchni o takim topoklimacie jest powszechne, lecz zajmują one sumarycznie niewielki obszar Płaskowyżu Rybnickiego. Występują zarówno w obrębie stoków w utworach lessowych i lessopodobnych płaskowyżu lessowego, jak i wzgórz rybnickich oraz dolnych biegnów Szotkówki i Lesznicy utworzonych w piaszczysto-zwirowo-gliniastych utworach lodowcowych.

Można tu też prawdopodobnie zaklasyfikować antropogeniczne formy wypukłe, o charakterze zwałowisk pokopalnianych, szeroko rozprzestrzenionych w środkowej i południowej części płaskowyżu. Są to formy pozbawione środowiska roślinnego i glebowego, nie mające również kontaktu z wodami gruntowymi. Budulcem ich jest czarna, luźna skała o bardzo dużej zdolności pochłaniania promieniowania słonecznego. W związku z tym czynniki radiacyjny i termiczny odgrywają tu wiodącą rolę w kształtowaniu bilansu cieplnego tych form, przy niemal zupełnie nieistotnej roli czynnika wilgotnościowego, a zatem i parowania.

Strukturę bilansu cieplnego powyższych powierzchni prawdopodobnie najlepiej odzwierciedla bilans ugoru. Z analizy tab. 3 wynika, iż w lip-

cu jawny strumień ciepła o średniej wartości -58 W/m^2 stanowi niemal największą składową rozchodową salda promieniowania, a w przypadku

Tabela 2. Średnie sumy promieniowania pochłoniętego (w MJ/m^2) oraz ich odchylenia w stosunku do obszaru równinnego na Płaskowyżu Rybnickim (w %)

Table 2. Average sums of absorbed radiation (MJ/m^2) and their deviations in relation to the plain area on the Rybnik Plateau (%) (Gregorczyk, Życzyński, 1978; changed by Jolanta Radosz)

Powierzchnia czynna	I		IV		VII		X		Rok	
	Σ	odchylenie	Σ	odchylenie	Σ	odchylenie	Σ	odchylenie	Σ	odchylenie
Stok N	<3,3	<-25	<6,3	-1	<44,4	-1	<16,7	-2	<21,3	-4
Wierzcho-wina, równiny	3,8-4,2	0-25	6,7-8,7	1-5	44,4-45,6	1-3	21,8-22,2	1-10	21,8-22,2	1-5
Stok S	4,6 -5,0	26-50	33,5-34,3	6-10	46,0-46,9	4-6	18,8-20,1	11-20	22,6-23,4	6-10
Stok S spadek 10°	>5	>50	>34,3	>10	>46,9	>6	>20,1	>20	>23,4	>10

(Źródło: Gregorczyk, Życzyński, 1978 – zmienione)

Tabela 3. Sezonowy bieg składników bilansu cieplnego oraz stosunki między nimi dla wybranych form użytkowania powierzchni (Kędziora, 1995; Kapuściński, 2000)

Table 3. Seasonal course of heat balance elements and relations between them for chosen forms of land use (Kędziora, 1995; Kapuściński, 2000)

Ekosystem	Okres	Składniki bilansu cieplnego W/m^2				Stosunki - Ratios			
		Rn	LE	S	G	LE/Rn	S/Rn	G/Rn	S/LE
Ugór	III-V	63	-34	-19	-10	-0,54	-0,30	-0,16	0,56
	VII	126	-62	-58	-6	-0,49	-0,46	-0,0	0,93
	IX	48	-24	-24	0	-0,58	-0,58	0	0,95
Uprawy	III-V	61	-42	-13	-6	-0,69	-0,21	-0,10	0,31
	VII	117	-97	-15	-5	-0,82	-0,13	-0,04	0,15
	IX	-47	-22	-22	3	-0,48	-0,48	0,006	0,76
Las iglasty	III-V	68	-50	-16	-3	-0,74	-0,24-0,31	-0,04	0,32
	VII	107	-72	-33	-2	-0,67	-0,29	-0,02	0,46
	IX	55	-37	-16	-2	-0,67	-0,16	-0,04	0,43
Las liściasty	III-V	66	-47	-15	-3	-0,71	-0,23--	-0,05	0,32
	VI	99	-83	-14	-2	-0,84	0,14	-0,02	0,17
	IX	49	-40	-8	-2	-0,82	-0,16	-0,04	0,20
Łąka	III-V	61	-44	-11	-6	-0,72	-0,18	-0,10	0,25
	VII	117	-96	-8	-3	-0,82	-0,06	-0,030	0,21
	IX	43	-35	-9	1	-0,81	-0,21	0,02	0,021
Woda	III-V	75	-40	-24	-11	-0,53	-0,32	-0,15	0,60
	VI	120	-89	-17	-14	-0,74	-0,14	-0,12	0,19
	IX	63	-59	7	-10	-0,94	0,11	-0,16	-0,12
Zabudowa wiejska	III-V	58	-30	-20	-8	-0,52	-0,34	-0,14	0,67
	VII	92	-43	-43	-6	-0,47	-0,47	-0,07	1,00
	IX	44	-21	-18	-4	-0,48	-0,41	-0,09	0,86
Zabudowa miejska	III-V	53	-25	-18	-11	-0,47	-0,34	-0,21	0,72
	VII	82	-35	-36	-11	-0,43-0,42	-0,44-0,37	-0,13	1,00
	IX	38	-16	-14	-8			-0,21	0,88

Tabela 4. Klasyfikacja powierzchni na podstawie wartości stosunku Bowena (Kędziora i in., 1992, zmienione)

Table 4. Classification of surfaces based on the Bowen ratio (Kędziora et al., 1992, changed by Jolanta Radosz)

Wartość stosunku Bowena β	Nazwa klasy
$\beta < 0$	skrajnie ewaporacyjna
$0 < \beta < 0,2$	silnie ewaporacyjna
$0,2 < \beta < 0,4$	ewaporacyjna
$0,4 < \beta < 0,6$	ewaporacyjno-konwekcyjna
$0,6 < \beta < 0,8$	konwekcyjna
$0,8 < \beta < 1$	silnie konwekcyjna
$\beta > 1$	skrajnie konwekcyjna

zwałowisk – przypuszczalnie również przez większą część roku, gdyż poza promieniowaniem nie jest on uzależniony od pozostałych czynników. Najlepszym odzwierciedleniem typu wymiany

energii tych powierzchni jest współczynnik Bowena, którego wartość, kształtująca się wg KĘDZIORY (1995) na poziomie 0,93, pozwala zaklasyfikować je do obszarów silnie konwekcyjnych lub – przez KAPUŚCIŃSKIEGO (2000) – nawet skrajnie konwekcyjnych (tab. 3, 4).

Na obszarach zalesionych, stanowiących około 21% w ogólnej powierzchni Płaskowyżu Rybnickiego, rozpowszechniony jest topoklimat o przewadze strumienia ciepła utajonego w dzień. Biorąc pod uwagę fakt, że jego gęstość osiąga $\frac{3}{4}$ strumienia salda promieniowania, zatem utajone ciepło parowania jest największą składową rozchodową bilansu cieplnego (PASZYŃSKI, MIARA,

SKOCZEK, 1999). Jest prawidłowością, że na siedliskach wilgotnych strumień ciepła w pierwszej kolejności wykorzystywany jest na parowanie, a mniej energii zostaje zużyta na ogrzanie podłoża. Jak podkreśla KĘDZIORA (1995), zasada parowania stanowi swoistą regułę w przyrodzie. Obszary leśne zużywają od 80–90% energii na parowanie, a 10–20% – na ogrzanie powietrza oraz gleby (KĘDZIORA, TAMULEWICZ, 1990; KĘDZIORA i in., 1992). Jak wykazał KAPUŚCIŃSKI (2000), przy saldzie promieniowania wynoszącym 90 W/m^2 strumień ciepła utajonego w lesie iglastym w cieplej porze roku osiąga średnią wartość -63 W/m^2 , podczas gdy strumień ciepła jawnego -24 W/m^2 , a w podłożu zaledwie -3 W/m^2 . Stosunek parowania do salda promieniowania kształtuje się zatem w sezonie wegetacyjnym na poziomie 0,71, podczas gdy w ciągu roku w Polsce środkowozachodniej zwiększa swoją wartość do 0,83. Ponieważ podobna wartość została uzyskana przez OLEJNIKA (1996) dla dorzecza Menu oraz wcześniej przez KIRCHNERA (1984) dla Bawarii, wskaźnik – ten być – może odzwierciedla również warunki Płaskowyżu Rybnickiego. Topoklimat lasu jeszcze wyraźniej charakteryzuje współczynnik Bowena, czyli stosunek strumienia ciepła jawnego do utajonego. Otóż dla lasów iglastych w sezonie wegetacyjnym kształtuje się on na poziomie 0,32–0,45 (KAPUŚCIŃSKI, 2000), przez co zaliczany jest do typu ewaporacyjnego lub ewaporacyjno-konwekcyjnego (tab. 3, 4). Ten typ topoklimatu rozpowszechniony jest głównie w części północnej i wschodniej Płaskowyżu Rybnickiego. Wraz z udziałem drzew liściastych pojawia się jego modyfikacja, wyrażona przede wszystkim większą gęstością strumienia promieniowania i mniejszą wartością stosunku strumienia ciepła jawnego do utajonego w porze wegetacji (0,20; tab. 3), wynikiem czego jest przypisanie go do typu silnie ewaporacyjnego (KAPUŚCIŃSKI, 2000; tab. 4).

Do omawianego podtypu topoklimatu zaliczono również tereny z uprawami okopowymi i zbożowymi na glebach brunatnych, lecz w innym położeniu morfologicznym, bo na wierzchowinie. Ich reżim termiczny niewiele odbiega od reżimu panującego w lesie, bowiem i tutaj większa ilość energii jest spożytkowana na parowanie. W sezonie wegetacyjnym strumień ciepła jawnego dla upraw zbożowymi wynosi od -15 W/m^2 i wzrasta do -22 W/m^2 po żniwach, utajonego od -97 W/m^2 do -22 W/m^2 , podczas gdy strumień salda promieniowania maleje od 117 W/m^2 w lipcu do 47 W/m^2 we wrześniu (KAPUŚCIŃSKI, 2000). Zatem stosunek strumienia ciepła utajonego do

salda promieniowania wynosi średnio 0,72, co oznacza, że 71–75% salda promieniowania pochłania parowanie z pól uprawnych: najmniej na polu pszenicy, najwięcej na polu z rzepakiem. I odwrotnie: na ogrzanie pola pszenicy wykorzystanych zostaje powyżej 30% tej energii, natomiast rzepaku poniżej 30% (KĘDZIORA, 1995). Ponieważ współczynnik Bowena dla tej powierzchni kształtuje się od 0,35, przez 0,19 do 0,57 (KAPUŚCIŃSKI, 2000), zatem obszary te cechuje bardzo zróżnicowany typ wymiany ciepła: od ewaporacyjno-konwekcyjnej w początkowym okresie sezonu wegetacyjnego, przez ewaporacyjną w jego pełni, aż do ponownie konwekcyjnej (tab. 3, 4.).

Odmianą grupę stanowią topoklimaty, których cechą podstawową są przeciętne wartości strumienia salda promieniowania podczas dnia. Kryterium morfologiczne oraz wilgotnościowe siedlisk umożliwiło ich zróżnicowanie na obszary o dodatnich, przeciętnych oraz ujemnych odchyleniach wartości strumienia ciepła jawnego w nocy. Mieszczą się tu zatem zarówno obszary płaskie, wierzchowinowe, jak i terasy nadrzeczne oraz dna niektórych dolin. Znaczną część podłoża Płaskowyżu Rybnickiego stanowią porowate i suche lessy, przy zwiększonym udziale części ilastych przechodzące w gleby średnio zwarte, podobnie jak piaszczysto-żwirowe utwory wodnolodowcowe, zdeponowane głównie w zlewni Rudy (LANGHAMER, 1990). Stopień ich zwartości w większym lub mniejszym stopniu sprzyja inwersjom termicznym oraz występowaniu lokalnych przymrozków. Z kolei zalegające po obu stronach dolnych odcinków dolin Lesznicy i Szotkówki nieporowate gliniaste utwory lodowcowe wykazują duże uwilgotnienie, przeciwdziałające tworzeniu się przyziemnych inwersji temperatury. Szczególnym przykładem są obszary o ujemnych odchyleniach tego strumienia w nocy, a należą do nich nie omawiane wcześniej formy dolinne. Występowanie poziomów terasy nadzalewowej z roślinami polnymi oraz zalewowej z charakterystyczną dla niej roślinnością szuwarową lub łąkową warunkuje odmienne udziały strumienia ciepła. O ile topoklimat wyższego z tych poziomów wyróżnia przewaga strumienia ciepła jawnego nocą, o tyle w kształtowaniu topoklimatu poziomu niższego większą rolę odgrywa przewodzenie ciepła w glebie. Wykazano, że wartość strumienia ciepła glebowego nie przekracza latem 5% salda promieniowania, jednak w sposób istotny zaznacza się jego udział zarówno na początku, jak i na końcu okresu wegetacyjnego (KAPUŚCIŃSKI, 2000). W marcu wykorzystywa-

ne jest 29% salda promieniowania przez ten strumień, który o gęstości -9 W/m^2 płynie w głąb gleby. Jesienią jest on najważniejszym składnikiem bilansu cieplnego, gdyż płynie ku powierzchni o gęstości przekraczającej -10 W/m^2 , wykorzystując aż 60% salda promieniowania. W ekosystemie tym średnia wartość stosunku Bowena w sezonie wegetacyjnym wynosi 0,17, zatem na ogrzewanie powietrza przeznaczane jest zaledwie 17% tej energii, co na parowanie, co pozwala obszary te zaliczyć do silnie ewaporacyjnych (KĘDZIORA, 1995; tab. 3, 4).

Kolejną grupę topoklimatów reprezentują obszary o ujemnych odchyleniach salda promieniowania w dzień. Ich wspólną cechą jest niska temperatura powierzchni czynnej (PASZYŃSKI, MIARA, SKOCZEK, 1999). Spadek wartości temperatury jest następstwem ich niekorzystnego położenia, a kierunki odchylenia strumienia ciepła jawnego wynikają z usytuowania bądź w dolnych partiach zboczy, bądź we wszystkich formach wklęsłych. Spływające nocą zimne powietrze z okolicznych wierzchołków ku szerokim, otwartym dolinom w strefie krawędziowej albo jest swobodnie odprowadzane, albo tworząca się warstwa inwersyjna nie sięga powyżej 1/4 wysokości zboczy. Górna partia stoków, o ile nie jest porośnięta lasem, jest cieplejsza, o dodatnim odchyleniu strumienia ciepła jawnego. Jednak większość dolin, a zwłaszcza tych wyciętych we wnętrzu płaskowyżu ma utrudniony odpływ zimnego powietrza, między innymi poprzez jej krętość lub przewężenia, co skutkuje niską termiką zboczy nieraz aż do 2/3 ich wysokości. Również większość zboczy dolin omawianego regionu porośniętych jest lasem, co stanowi dodatkowy czynnik oziębiający poprzez dominujący udział strumienia parowania w ich bilansie cieplnym. Ponieważ w zdecydowanej większości podmokłe dna głębokich wąwozów są siedliskiem lasów stanowiących ograniczenia w przepływie powietrza, panują tu skrajnie niekorzystne warunki termiczne, wyrażone poprzez ujemną wartość strumienia ciepła jawnego. Biorąc pod uwagę współczynnik Bowena można stwierdzić, iż są to miejsca o topoklimacie skrajnie ewaporacyjnym (tab. 3, 4). Omówione formy i ich siedliska mają znaczący udział w omówionych podtypach topoklimatu Płaskowyżu Rybnickiego.

Topoklimaty o dodatnich wartościach strumienia jawnego w dzień i ujemnych nocą przypisane powierzchniom wodnym, cechują najwyższe wartości niemal wszystkich strumieni energii w stosunku do powierzchni wcześniej omówionych. Elementem różnicującym jest udział strumienia

ciepła przewodzenia, o wartościach od -10 W/m^2 wiosną do -14 W/m^2 jesienią, kiedy to następuje odwrócenie jego kierunku wraz z ciepłem płynącym z głębszych warstw wody ku powierzchni czynnej. Straty energii wywołane zużyciem przez strumień ciepła jawnego wynoszą w tym ekosystemie 24%, 10% wykorzystuje na ogrzanie głębszych warstw wody strumień ciepła przewodzenia, a parowanie z wolnej powierzchni pochłania 65% salda promieniowania. Biorąc pod uwagę wartość współczynnika Bowena (0,37; tab. 3, 4), powierzchnie te zalicza się do ewaporacyjnych, lecz w porównaniu z obszarami leśnymi straty na parowanie są w tym ekosystemie mniejsze o około 25%. W przypadku Płaskowyżu Rybnickiego nie można wskazywać tej powierzchni za dominującą, jednak nie należy pomijać jej w powyższych rozważaniach.

Ich przeciwieństwo stanowią powierzchnie o topoklimacie kształtowanym przez strumienie ciepła antropogenicznego. Z tab. 3 wynika, iż żaden z ekosystemów nie posiada tak wysokiej wartości współczynnika Bowena, jak ma to miejsce w przypadku powierzchni zurbanizowanych i przemysłowych. Wykorzystują one na ogrzanie powietrza nawet 100% energii, w związku z powyższym, zgodnie z tab. 4 zalicza się je powierzchni skrajnie konwekcyjnych. Podobna sytuacja ma miejsce nad ugorami i najprawdopodobniej nad zwałowiskami, które to, będąc powierzchniami suchymi, nie wykorzystują energii na parowanie, lecz na ogrzewanie. Warto zwrócić również uwagę na stosunek ciepła przewodzenia do salda promieniowania, który wykazuje duże i zbliżone wartości w ekosystemach ugorowanych i zurbanizowanych. Powierzchnia nieużytków stanowi około 22% w ogólnej powierzchni Płaskowyżu Rybnickiego z czego około 5,5% to powierzchnie wodne (MACHOWSKI, RZĘTAŁA, 2006). Zatem antropogeniczne powierzchnie o konwekcyjnej wymianie ciepła obejmują około 15,5%.

PODSUMOWANIE

1. Wykazano, iż na zróżnicowanych morfologicznie powierzchniach Płaskowyżu Rybnickiego odchylenia średnich sum promieniowania wynoszą od -1 do 50% wartości sum obszaru płaskiego.
2. Najwyższe odchylenia mają miejsce zimą, na mocno nachylonych stokach południowych, najmniejsze wiosną na stokach północnych.
3. Wartości sum promieniowania pochłoniętego dla stoków południowych osiągają do 120%

sum salda dla obszarów płaskich i do 95% tego salda na stokach północnych w okresie wiosennym.

4. Obszary rozcięte erozyjnie, o niskim współczynniku Bowena zaklasyfikowane zostały do silnie lub skrajnie ewaporacyjnych.
5. Obszary leśnych zbiorowisk iglastych, w zależności od struktury bilansu cieplnego kwalifikują się do obszarów ewaporacyjno-konwekcyjnych lub ewaporacyjnych, podczas gdy łądy – do silnie ewaporacyjnych.
6. Powierzchnie wodne, o mniejszych stratach salda na parowanie niż w lasach są powierzchniami ewaporacyjnymi.
7. Do powierzchni skrajnie konwekcyjnych zaliczone zostały powierzchnie zurbanizowane oraz zwałowiska powęglowe.
8. Analiza wartości strumieni ciepła oraz stosunki pomiędzy nimi pozwoliły na stwierdzenie, że na ponad 70% powierzchni Płaskowyżu Rybnickiego wymiana ciepła zachodzi na drodze ewaporacyjnej.

LITERATURA

- Caputa Z., 2002: Struktura bilansu promieniowania na wybranych powierzchniach czynnych Wyżyny Śląsko-Krakowskiej (masz. pracy doktorskiej w KK UŚ). Sosnowiec): 182 s.
- Caputa Z., Leśniok M., 2002/2003: Zróżnicowanie mikroklimatyczne w świetle bilansu promieniowania słonecznego na przykładzie Ojcowskiego Parku Narodowego. Prace Muz. Szafera, 13, Prądnik: 7–31.
- Dwucet K., 1986: Zróżnicowanie rzeźby na tle litologii utworów pyłowych Płaskowyżu Rybnickiego. UŚ, Katowice.
- Gminy w Polsce w 1996 r.. GUS, Warszawa, 1998
- Gregorczyk M., Życzyński H., 1978: Analiza warunków mezo-klimatycznych Płaskowyżu Rybnickiego. Archiwum Ochrony Środowiska, 3–4, Ossolineum: 165–207.
- Grzybowski J., 1990: Próba wyróżnienia typów topoklimatu na obszarze Polski. W: Grzybowski J.: (red.): Problemy współczesnej topoklimatologii. Conf. Papers. IGI PZ PAN, Warszawa: 34–40.
- Kapuściński A., 2000: Struktura bilansu cieplnego powierzchni czynnej na tle warunków klimatycznych środkowozachodniej Polski. Roczn. AR w Poznaniu. Rozpr. Naukowe, 303: 249 s.
- Kędziora A., 1995: Podstawy agrometeorologii. PWRiL, Poznań: 80–116; 221–244.
- Kędziora A., Olejnik J., Kapuściński A., Moczko J., 1992: Obliczanie obszarowej struktury bilansu cieplnego i wodnego na przykładzie zlewni Wrześnicy. W: Ryszkowski A., Bałazy S. (red.): Wybrane problemy ekologii krajobrazu, Mat. konf., Poznań: 40–60.
- Kędziora A., Tamulewicz J., 1990: Bilans cieplny. W: Ryszkowski A., Marcinek J., Kędziora A. (red.): Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań: 47–57.
- Kirchner M., 1984: Influence of different land use on some parameter of energy and water balance. Progress in Biometeorology, vol. 3.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Błażejczyk K., 1983: Warunki bioklimatyczne południowego obrzeża Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Geographia, studia et dissertationes, 7. UŚ, Katowice: 7–67.
- Machowski R., Rzętała M., 2006: Wyżyna Śląska i jej obrzeżenie jako "pojezierze antropogeniczne". Wszechświat, 107, 1–3: 45–50.
- Mapa geologiczna Polski, skala 1:200 000, ark. Cieszyn, Gliwice. IG, Warszawa, 1979.
- Miara K., Paszyński J., Grzybowski J., 1987: Zróżnicowanie przestrzenne bilansu promieniowania na obszarze Polski, Przegl. Geogr., 59, 4: 487–509.
- Obrębska-Starkłowa B., 1967: Badania mikroklimatyczne w rezerwacie lipowym „Obrożyska” w Miliku koło Muszyny. Ochrona Przyrody, 32. PAN, Karków: 277–358.
- Olejnik J., 1996: Modelowe badania struktury bilansu cieplnego i wodnego zlewni w obecnych i przyszłych warunkach klimatycznych. Roczn. AR w Poznaniu, Rozpr. Nauk., 268: 124 s.
- Olszewski J. L., Żarnowiecki G., 1995: Zróżnicowanie klimatu ekosystemów leśnych. W: Krawczyk B., Błażejczyk K. (red.): Współczesne badania klimatologiczne. Conf. Papers, 23. IGI PZ PAN, Warszawa: 144–160.
- Paszyński J., Skoczek J., 1989: Struktura bilansu cieplnego upraw rolniczych. Roczn. AR w Poznaniu, 201, Melioracje, 8. Materiały Sesji „Mikroklimat i parowanie terenowe”: 25–30.

Oimahmad Rahmonov¹, Natalya O. Kin²

¹University of Silesia, Faculty of Earth Sciences, Będzińska str. 60, 41-200 Sosnowiec, Poland

²Institute of Steppe, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Pionerskaya str. 11, 460000 Orenburg, Russia

ROLE OF ALLOCHTHONOUS SUBSTANCE IN INITIAL STAGE OF SUCCESSION

Rahmonov O., Kin N. O. **Rola substancji allochtonicznej w początkowym stadium sukcesji.** Przedstawiono rolę substancji allochtonicznej w procesie formowania się układów ekologicznych w ekosystemach piaszczystych. Proces ten badano na przykładzie wierzby piaskowej *Salix arenaria*, która zatrzymuje substancję allochtoniczną z przyległych obszarów i w ten sposób sprzyja polepszaniu warunków siedliskowych. Na Wyżynie Śląskiej występują wielkopowierzchniowe obszary piaszczyste pozbawione – w wyniku eksploatacji piasków bądź innych surowców – pokrywy glebowej aż do skały macierzystej. Z tego powodu utrudniona jest tu inicjacja sukcesji roślinnej czy rozwój gleby. Wierzba piaskowa zatrzymuje między gałęziami cały opad własnych liści oraz nawiewane allochtoniczne substancje organiczne, które po rozkładzie wzbogacają piasek w składniki mineralne. Substancje te pochodzą najczęściej z sąsiednich kompleksów leśnych. Świadczy o tym analiza gatunkowa nierozłożonych resztek organicznych, w wyniku której stwierdzono w obrębie kęp wierzbowych obecność liści buka zwyczajnego *Fagus sylvatica*, czeremchy amerykańskiej *Padus serotina* oraz grabu zwyczajnego *Carpinus betulus*. Liście wspomnianych gatunków zawierają znaczne ilości makro- i mikroelementów niezbędnych dla rozwoju roślinności porastającej ubogie w składniki pokarmowe ekosystemy. Materiał ten wzbogaca dodatkowo lokalną warstwę ściółki glebowej i zapewnia wkraczanie innych gatunków roślin o wysokich wymaganiach ekologicznych.

Рахмонов О., Кин Н. О. **Роль аллохтонного вещества на начальной стадии сукцессии.** Показана роль аллохтонного вещества в процессе формирования экологических отношений песчаных экосистем. Процесс был исследован на примере ивы *Salix arenaria*, которая задерживает аллохтонное вещество из примыкающих территорий и, таким образом, способствует улучшению биотопных условий. В пределах Силезской возвышенности находятся обширные песчаные территории, лишённые – вследствие добычи песков или другого сырья – почвенного покрова. Такая обстановка затрудняет инициацию растительной сукцессии и развитие почв. Ива задерживает между своими ветвями всю опавшую листву, а также навеваемое, аллохтонное органическое вещество, благодаря которому песок, после его разложения, обогащается минеральными компонентами. Это вещество чаще всего поступает из соседних лесных массивов. Доказательством тому служит видовой анализ нерозложённых органических остатков: в пределах пучков ивы *Salix arenaria* наблюдается листва бука *Fagus sylvatica*, черёмухи *Padus serotina* и граба *Carpinus betulus*. Листья отмеченных видов содержат значительное количество макро- и микроэлементов, необходимых для развития растений на бедных биотопах. Данное вещество обогащает также местный слой почвенной подстилки и способствует экспансии других видов с высокими экологическими требованиями.

Abstract

The present work describes a role of allochthonous organic matter during succession, especially in its initial phases. It was investigated on the example of *Salix arenaria* through the determination of chemical composition of plant litter of allochthonous character within willow clump in open sandy areas. The results show that nutrient compounds from ex situ are of significant importance in the rate of succession.

INTRODUCTION

Open sandy areas being in initial phases of succession, especially in its zero phase, most often are devoid of vegetation or are settled by individual bushes, which distribution has a clear mosa-

ic character. These bushes will be of essential importance in the following progress of vegetation succession and soil development. At this stage the accumulation of nutrients is strongly connected with bush canopy, which lack is noted in open areas, then to a small degree they occur in microdepressions of natural or anthropogenic origin. Areas under the canopy of willow bushes, enriched in nutrients, create separate surfaces, called islands of fertility, similar situation occurs in almost every arid and semiarid area of the world (SCHLESINGER, PILMANS 1998; NOY-MEIR 1985; SCHLESINGER et al. 1996). The mosaic distribution of microorganism biomass (HERMAN et al., 1995), eelworms (FRECMAN, MANKAU, 1986) and arthropods (SANTOS et. al., 1978) is reflected in the heterogeneous distribution of nu-

trients in desert terrains, as well as at sandy surfaces of large areas, where the pedosphere scarcely develops or it is shaped (JANKOWSKI, BEDNAREK, 2000; BEDNAREK et al., 2002; RAHMONOV, 2007). In such areas floristic and faunistic diversity is strictly connected with heterogeneity of habitat, including the soil. Functioning of ecosystems in such areas takes part under the vegetation, especially under its canopy, which fulfils the function of phytogetic field. There the most important biocenotic processes happen, whereas in zone beyond canopy weak biotic activity is observed. To biotic processes belongs among others accumulation of plant litter of different genesis (autochthonous a allochthonous), which is arrested by bushes. Wind is responsible for its translocation. Thus place of potential uptake of basic nutrients originates through introducing plant species. In sandy areas of eastern part of the Silesian Upland the largest succession link and the barrier for arrested allochthonous substance is undoubtedly made by *Salix arenaria*.

The aim of this study is an attempt to present the role of allochthonous material in enriching with nutrients areas connected with creeping willow through the determination of chemical composition of plant litter of allochthonous character within clump of *Salix arenaria* and indirectly its influence on the acceleration of processes of vegetation succession and soil development.

MATERIALS AND METHODS

At deflation fields and sandy surfaces being in initial phases of succession with singularly covering *Salix arenaria* (phot. 1), the qualitative analysis of plant litter of allochthonous origin was made. The aim was to determine its species attachment.

Under the willow clump at the end of October plant litter (*Fagus sylvatica*, *Padus serotina* and *Carpinus betulus*) was collected, and to compare chemical composition green leaves were also collected directly from above-mentioned species. After segregation the litter underwent laboratory analyses to determine selected nutrients. After wet mineralisation the analyses were made by means of AAS.

RESULTS

Characterised by clump form *Salix arenaria* makes the barrier for sands transported by winds (phot. 1).

Wind forming hillocks with contribution of creeping willow not only transports sand, but also allochthonous organic substance mostly originating from neighbouring forest complexes (phot. 2).

It is proved by the species analysis of undecomposed organic remains, in result of which the occurrence of leaves of *Fagus sylvatica*, *Padus serotina* and *Carpinus betulus* was stated within the willow clumps. The clear differences in the amount of accumulated organic matter are observed in the clump and trailing willow forms. The nearest individuals of birch and hornbeam were located in the straight line in the distance of about 1 km from deflation field, where *Salix arenaria* grows.

The second way of accumulation of allochthonous matter in open areas is connected with anthropogenic depressions of different size (phot. 3), where accumulated matter can be covered with sand and after its decomposition mineral components release. It causes the formation of the following succession link, according to depression arrangement.

From bush species creeping willow as the first colonises open sandy terrains. Dynamics of recolonisation in sandy areas is strongly connected with autoecology of the given species, variety of life cycle, the possibility of dispersion and germination. Recruitment of seedlings can be limited through interactions of seeds and microhabitat availability. The main factor limiting germination and germ survivorship is probably weak water capacity of sandy substratum and the lack of soil colloids, especially in the initial phases of succession. Therefore not every species propagating in a generative way can be affixed into substratum. *Salix arenaria*, thanks to a large possibility of vegetative development, well manages under such habitat conditions. Generalising, germination of potentially occurring plant seeds in seed bank in the initial phase of communities development in sandy areas is very limited and therefore some species can start the colonisation of poor sandy deposit. The arrestment and accumulation of blown organic substance of allochthonous origin is significant for this willow clumps (phot. 2), because it enables the introduction of other species of early stage of succession.

At the surface of deflation field beyond the willow clump the lack of patches of other plants is often observed. In this case the vegetation mostly occurs in the intercanopy zone. In result of research performed within one clump of creeping willow of diameter not exceeding 1 m the occurrence of *Corynephorus canescens* and sin-

gular clumps of *Koeleria glauca* was observed. In dispersion also occur here species as follows:

Festuca ovina, *Rumex acetosella*, *Cardaminopsis arenosa* and *Chimaphila umbellatum* – i.e.



Phot. 1. *Salix arenaria* on deflation field (phot. by O. Rahmonov)
Fot. 1. *Salix arenaria* na polu deflacyjnym (fot. O. Rahmonov)



Phot. 2. Accumulation of organic matter under clump of *Salix arenaria* (phot. by O. Rahmonov)
Fot. 2. Akumulacja materii organicznej pod kępą *Salix arenaria* (fot. O. Rahmonov)



Phot. 3. Accumulation of organic matter in anthropogenic microdepression (phot. by O. Rahmonov)
 Fot. 3. Akumulacja materii organicznej w drobnych zagłębieniach antropogenicznych (fot. O. Rahmonov)



Phot. 4. *Salix arenaria* in terminal stage of succession (phot. by O. Rahmonov)
 Fot. 4. *Salix arenaria* w końcowym stadium sukcesji (fot. O. Rahmonov)

species typical for communities of coniferous forests. Within the clump also individuals of *Pinus sylvestris* develop, which in terminal succession stages (phot. 4) in sandy areas creates pine coniferous forest.

From cryptogamous species within willow clump often occur the species as follows: *Cladonia cervicornis* subsp. *verticillata*, *C. subulata*, *C. phyllophora*, *C. mitis*, *Cetraria aculeata*, *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, *P. formosum*,

whereas the borders of willow clumps and the top parts of hillocks at uncovered places are occupied by *Algae*, forming biological soil crust. The term Biological Soil Crusts should be understood as the mosaic, composed of cryptogamous plants, and especially algae, bryophytes, lichens and liverworts, making highly specialised plant communities (BELNAP, 2001). As research by RAHMONOV (2007) indicate, the relation C:N as the indicator of mineralisation processes and in consequence deciding of nutrient availability for plants is more advantageous in the case of fragments of surfaces covered with biological soil crust and in clumps of creeping willow. At this stage of succession such species diversity is among others conditioned by soil fertility within willow clumps.

Litter of these species additionally enriches interclump areas, which are essential from the point of view of plant nutrition. In chemical composition of these species the essential role is played by ash elements as follows Ca, Mg, Na, K, Na and others (tab. 1). One of tasks of these elements is maintenance of soil pH-reaction in the state of weakly acid in sandy deposits. In leaves investigated in the case of phosphorous the phenomenon of retranslocation is observed. At open sandy surfaces the additional portion of organic and mineral matter is of significant importance in initiation and acceleration of systems development.

DISCUSSION

Salix arenaria between branches arrests the whole litter of its own leaves and blown allochthonous and autochthonous organic substance, which undergoes covering up with sand. Processes of formation of succession chains at open sandy surfaces in eastern part of the Silesian Upland are mostly initiated by *Salix arenaria* and *S. acutifolia*, and to a less degree by *Pinus sylvestris*. Therefore the problem investigated will be discussed for the example of *Salix arenaria*. This species as the first after algae mostly introduces at sandy surfaces of large contribution of dusty-clayey material, as well as at loose and bare sands at open surfaces. Thus it makes the barrier for the wind. In the following years of development it increases its canopy and fixes sand. In the shadow of its canopy microhabitats of specific microclimate are formed. Then it favours occupancy by other species. Other tree-bush species create biogroup (RAHMONOV, 2000). Developing singular willow at open terrain also makes specific

trap for plant litters transported by wind and for fine dusty-clayey fractions, originating from blown soils, located at neighbouring areas. Apart from organic substance produced by biogroup and its components, the above-mentioned allochthonous organic matter makes the essential material for soil forming and it influences the communities maturation. Thus in open areas scattered soil and plant islands can create, which will become the place of acceleration of plant-soil succession in neighbouring areas through increasing in its range or through propagules providing in the case of plants. After sand stabilising species of small nutrition requirements still occur. In dunes some species show high viability resulting from decomposing buried organic matter. Just these favouring conditions allow formation of more advanced and extended vertical structure of plant communities.

The lack of seeds source, disadvantageous habitat conditions, anthropogenic disturbances or other biotic factors stop tree species introduction, and then the lack of shadow and the area of plant litter, especially leaves, can delay processes and changes occurring in the process of shaping of plant-soil succession in open areas devoid of vegetation, on contrary to areas covered with willows. In the majority of dunes or hillocks soils are characterised by better content of nutrients. It is possible to observe here clear relations between vegetation and soil, which provide arguments, explaining the occurrence of plant species in areas of significant thickness of organic-humus horizon, at formation of which the substance of allochthonous origin is of large importance. Together with increasing in the area of vegetation-soil clump processes of organic matter decomposition also occur, in result of which the nutrient releasing follows. Its occurrence is, as research by SCHLESINGER et al. (1998) and our prove, limited into the canopy. Therefore this zone is called island of fertility. Enriched areas under willows canopies are characterised by largest species richness than other areas (RAHMONOV, KRĘCIAŁA, 2001).

Important ecological factor in areas of loose sands is treading, which can be considered in two aspects – positive and negative. In the first case the treading causes the break up of dead, overground plant organs, which consequence is the increase in contact area of organic remains with soil and the acceleration of its mineralization rate. Most often it also causes mechanical stabilisation of seeds in the ground, what increases the probability of their germination. On the other hand

Table 1. Chemical composition of leaf-litter *Prunus serotina*, *Fagus sylvatica* and *Carpinus betulus*
 Tabela 1. Skład chemiczny liści *Prunus serotina*, *Fagus sylvatica* i *Carpinus betulus*

Nazwa próby	C	N	P	Si	Mn	Mg	Na	K	Ca	Mo	Co	Fe	Al	Zn	Cd	Pb	Sr	pH	
	[%]																		H ₂ O
[mg/kg]																			
<i>Padus serotina</i>																			
Liście zielone	56,5	2,03	884	904	306	2184	1244	7638	13306	20	0	246	132	30	0	4	50	5,16	4,94
Liście opadłe	53,9	0,59	184	606	180	3232	1604	10712	23450	18	0	374	172	94	0	4	45	4,27	4,07
<i>Fagus sylvatica</i>																			
Liście zielone	53,7	2,14	1052	888	522	1456	592	9510	9710	8	4	416	0	78	0	10	26	5,00	4,75
Liście opadłe	48,4	0,76	488	1624	912	1156	854	6526	2384	6	2	754	862	110	0	26	24	4,98	4,54
<i>Carpinus betulus</i>																			
Liście zielone	48,4	0,94	1384	398	1014	2514	1750	9518	16420	0	4	314	328	110	0	12	29	5,01	4,80
Liście opadłe	48,5	1,09	644	660	1242	2602	678	7218	15280	0	6	886	750	104	0	16	30	3,98	3,73

negative influence of treading reveals in disturbing of vegetation cover. It is especially marked at borders of eastern and northern part of the area investigated, which is connected with easy access and touristic use of this terrain. One should also emphasise that psammophytes are very sensitive to mechanical factors, which in this respect to significant degree hinder vegetation succession.

Dead plant organs – penetrating the soil or occurring at its surface – enrich substratum in nutrients. One of the most important forms of habitat-forming plant activity is the accumulation of dead remains and falling leaves in soil and its surface, which secures saprophytic components of biocoenosis basic food (matter and energy). On the other hand saprophytes activity has a bearing on edaphic conditions of plant growth, i.e. humidity relations, the content of mineral nutrients, soil aeration and its pH-reaction.

Leaves and decomposing timber and the accumulation of humus along willow bushes and pioneer tree species are very important elements differentiating ecological niches. The development and rate of succession depends on topographic conditions, water relations and the substratum. Sands in area investigated are mostly built of quartz. There very important biological processes happen, which change this environment. Accumulation of organic matter not only directly increases nutrient resources, nitrogen and others elements, but also modifies humidity, aeration and the capacity of exchangeable cations. Alkaline cations seem to be especially important for nutrient reserves of metallic cations (RAHMONOV, 2007), which are of large importance during the succession.

From study by RAHMONOV (1999) results, that in the process of ecosystems development on open sandy areas the essential role is played by the neighbouring biochores and artificial plantings, especially of broad-leaved species, because broad-leaved species produce large amount of phytomass, which is transported by wind towards open areas. It is very important phenomenon in the process of succession in areas which are poor in nutrients. The role of plantings in the initiation of succession generally can be considered in two aspects: positive and negative. The positive role of them consists in this, that areas of drift sands were decreased and simultaneously edaphic conditions were improved. On the other hand the negative role of plantings reflects in disturbances in processes of natural succession. Then in such places during 30 years poor pine monoculture has created, which has not any similarity

with nature pine coniferous forest. The consequence of these processes is artificial pine plantation, in the opposite case climax systems for the given ecoregion are created.

CONCLUSIONS

The rate and development of succession on sands and dunes initially is conditioned by the accumulation of organic matter and allochthonous factors.

Forest complexes surrounding sandpits and open sandy terrains are the potential source securing the organic material providing, enriching sand with humus compounds and tree seeds. The role of pioneer vegetation is extremely essential in open sandy areas, because it is the living barrier in the process of arrestment of allochthonous substance, brought by wind from the neighbouring terrains. In initial phases of succession the role of wind is very important, not only in the propagules providing, which decides of succession rate, but also in the allochthonous organic matter providing.

REFERENCES

- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojaska U., 2002: Pedological aspect of variability. *Ecological Questions*, 1: 35–41.
- Belnap J., 2001: Factors influencing nitrogen fixation and nitrogen release in biological soil crusts. In: Belnap J., Lange O. L. (eds.): *Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management*. *Ecological Studies*, 150: 241–261.
- Frecman D. W., Mankau R., 1986: Abundance, distribution, biomass and energetics of soil nematodes in a northern Mojave desert ecosystem. *Pedobiologia*, 29: 129–142.
- Herman R. P., Provencio K. R., Herrera-Matos J., Torrez R. J., 1995: Resource islands predict the distribution of heterotrophic bacteria in Chihuahuan desert soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 1816–1821.
- Jankowski M., Bednarek R., 2000: Quantitative and qualitative changes of properties as basis for distinguishing development stages of soils formed from dunes sand. *Polish Journal of Soil Science*, 33, 2: 61–69.
- Noy-Meir I., 1985: Desert ecosystem structure and function. In: Evenari M. et al. (eds.): *Hot Desert and Arid Shrublands*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam: 93–103.
- Rahmonov O., 1999. *Procesy zarastania Pustyni Będowskiej*. WNOZ UŚ, Sosnowiec: 72 s.
- Rahmonov O. 2000. The evolution and regeneration of ecosystems in Błędów “Desert” (Southern Poland) – undergone of medieval ecological disaster. *Geographia, studia et dissertationes*, 25: 61–72.
- Rahmonov O., 2007. *Relacje między roślinnością i glebą w inicyjalnej fazie sukcesji na obszarach piaszczystych*. UŚ, Katowice: 200 s.

- Rahmonov O., Kręciała M., 2004: Wyspy glebowe i pokarmowe oraz ich rola w procesie sukcesji roślinno-glebowej. W: Partyka J. (red.): Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, Tom I. Przyroda. Wyd. Ojcowski Park narodowy, Ojców: 233–238.
- Santos P. F., DePree E., Whitford W. G., 1978: Spatial distribution of litter and microarthropods in a Chihuahuan desert ecosystem. *Journal of Arid Environments*, 1: 41–48.
- Schlesinger W. H., Raikes J. A., Hartley A. E., Cross A. F., 1996: On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. *Ecology*, 77: 364–374.
- Schlesinger W. H., Pilmanis A. M., 1998: Plant-soil interaction in desert. *Biogeochemistry*, 4: 169–187.

Irena Smolová, Martin Jurek

Palacký University of Olomouc, Department of Geography, Svobody 26, 771 46 Olomouc, Czech Republik

SELECTED PROBLEMS IN EXPLOITATION AND MINING OF MINERAL RESOURCES IN THE CZECH REPUBLIC AFTER THE YEAR 1989

Smolová I., Jurek M. **Wybrane zagadnienia eksploatacji surowców mineralnych w Republice Czeskiej po roku 1989.** Republika Czeska tradycyjnie należy do grupy znaczących państw eksploatujących surowce mineralne. Z historycznego punktu widzenia eksploatacja na terenach państwa czeskiego zmieniała swoje priorytety, co znalazło odbicie w jej intensywności, jak również skutkach z tego wynikających (zwłaszcza krajobrazowych). W średniowieczu w dużym stopniu eksploatowano rudy złota i srebra, w okresie powojennym XX w. intensywnie było przede wszystkim wydobywanie surowców energetycznych: węgla kamiennego, węgla brunatnego oraz rudy uranowej. Dzisiaj eksploatacja przemysłowa sięga 1,4% PKB i zatrudnia około 50 tysięcy pracowników, co – porównaniu z rokiem 1990 – oznacza spadek zatrudnionych o 2/3.

Mimo długotrwałej eksploatacji baza surowcowa Republiki Czeskiej jest ciągle na dostatecznym poziomie, przede wszystkim w zakresie surowców budowlanych i kopalini, z wyjątkiem rud. Ich wykorzystanie po 1989 r. zmieniało się w znacznym stopniu pod wpływem transformacji ekonomicznej, jak również wpływem zwiększonego zainteresowania społeczeństwa ochroną środowiska naturalnego. Spowodowało to, że rozwój eksploatacji surowców po 1989 r. był bardzo specyficzny.

W pierwszej fazie lat 90. XX w. odnotowano duży spadek eksploatacji w wyniku recesji gospodarczej i w wielu przypadkach także malej rentowności. Oprócz uranu wydobywanie pozostałych rud zostało zakończone. Pod koniec lat 1990. rozpoczęła się druga etap rozwoju, zgodnie ze wzrostem gospodarczym kraju. Bardzo widoczny był tutaj udział firm zagranicznych, których produkcja jest kierowana nie tylko na rynek krajowy, ale także na rynki zagraniczne. Na tym etapie zwiększa się przede wszystkim udział firm zajmujących się wydobywaniem surowców budowlanych, w tym również na terenach objętych ochroną środowiska naturalnego.

Pod koniec 2005 r. całkowita powierzchnia obszarów przeznaczonych do eksploatacji wynosiła 1480 km², co stanowi 1,96% powierzchni kraju. Na dzień 30 VI 2006 r. było zarejestrowanych 995 obszarów eksploatacji, w tym 603 czynne o łącznej powierzchni 801 km².

Można też stwierdzić, że po roku 1989 w znaczący sposób wzrosła eksploatacja ropy naftowej (Południowe Morawy), zaś wydobywanie innych surowców energetycznych (węgiel i uran) wyraźnie zmalało. Jednocześnie przemysł wydobywczy w nowych warunkach rynkowych oferuje gminom, na których terenach firmy prowadzą działalność gospodarczą, niemałe wpływy do ich budżetów. W ten sposób firmy wydobywcze przyczyniają się do rozwoju regionalnego, zwłaszcza w miejscach odległych od głównych ośrodków gospodarczych kraju.

Swego rodzaju specyfiką eksploatacji surowców mineralnych w Republice Czeskiej jest system prawny, kierujący wydobywaniem surowców energetycznych za pomocą limitów, ale niebawem mają być one zniesione. Powodem tego są duże złoża węgla brunatnego na terenie kilku gmin w północno-zachodnich Czechach, a także węgla kamiennego w północnych Morawach oraz zapotrzebowanie energetyczne kraju w przyszłości (w tym także interesy ekonomiczne lobby wydobywczego).

Смолова И., Юрек М. **Некоторые вопросы эксплуатации месторождений полезных ископаемых в Чешской Республике после 1989 года.** Чешская Республика традиционно принадлежит к странам с развитой горнодобывающей промышленностью. В историческом аспекте добыча полезных ископаемых претерпевала существенные изменения (приоритеты), что нашло свое отражение как в ее интенсивности, так и в последствиях, в том числе ландшафтных (в плане влияния на среду). В средние века добывались преимущественно золото и серебро, в послевоенные годы XX века – главным образом, энергетическое сырье: каменный и бурый уголь, урановые руды. В настоящее время на горнодобывающую промышленность приходится 1,4% от всего промышленного производства, в ней трудится около 50 000 человек, что в сравнении с 1990 годом означает сокращение на 2/3.

Несмотря на длительную эксплуатацию, запасы минерального сырья в республике остаются достаточно большими, особенно по отношению к стройматериалам и большинству ископаемых, за исключением рудного сырья. Их использование существенно изменялось в условиях экономической трансформации, а также в связи с усилением интереса общественности к природоохранным проблемам. Все это определило специфику развития горнодобывающей промышленности в период после 1999 года.

В первой фазе 1990-х зафиксировано существенное снижение эксплуатации месторождений в связи с экономическим регрессом, а во многих случаях также – в связи с малой рентабельностью. Добыча практически всех руд, кроме урановых, прекратилась. В конце 1990-х начинается второй этап – активизация добычных работ как в связи с экономическим подъемом, так и в связи с инвестициями иностранных фирм. Продукция горнодобывающих предприятий направляется не только на внутренний рынок, но и за границу.

На конец 2005 года общая площадь территорий, охваченных добычными работами, составила 1480 км², что составляет 1,96% площади страны. На 30.06.2006 зарегистрировано 995 добычных площадей, из которых 603 (801 км²) – действующие.

Можно также отметить, что начиная с 1989 года значительно возросла добыча нефти (Южная Моравия), в то время как добыча прочего энергетического сырья существенно уменьшилась. Добывающая промышленность в новых – рыночных условиях обеспечивает существенные поступления средств в местный бюджет, способствуя, таким образом, развитию регионов, особенно, расположенных вдали от крупных экономических центров.

Спецификой эксплуатации месторождений минерального сырья в Чешской Республике является законодательная база, предполагающая лимитирование добычи энергетических ископаемых, но в ближайшее время предполагается отмена лимитов. Связано это, прежде всего, с наличием крупных месторождений бурого и каменного угля на северо-западе страны и в Северной Моравии, а также с политикой энергетической безопасности страны в будущем и лоббированием интересов добывающих предприятий.

Abstract

In the last few years, structural changes in the Czech economy, especially in industry, have influenced both the role and importance of extracting and processing of minerals and materials of mineral origin. The changes are reflected by an index of mineral production share in GDP, which decreased from 3.7% in 1993 to 1.3% in 2005. Mining industry has many negative impacts on the environment; therefore production restrictions positively affect landscape and nature as well as other factors with environmental impacts. Very important is the decrease of mineral production in protected landscape areas. Mining volumes in these areas have dropped to one half in 2005 compared to 1993. However, in certain protected landscape areas restrictions have not been implemented and even the extent of mining has increased.

MINING AREAS IN THE CZECH REPUBLIC

As of December 31, 2005 there were 1,004 claimed mining spaces with a total area of 1,480 sq km in the Czech Republic (2% of the state territory; table 1). Delimitation of a mining area is the initial step in a procedure leading to an extraction permit,

entailing the beginning of anthropogenic transformation of relief. In accordance with Act No. 44/1988 Coll. on Protection and Utilization of Mineral Wealth (the Mining Act) as amended by Act of the Czech National Council No. 541/1991 Coll., mineral resources in the Czech Republic are property of the state. They consist of deposits of selected minerals claimed as “exclusive deposits”. Additionally, a “protected deposit territory” is established for exclusive deposits of mineral resources in order to prevent any construction activities unrelated to extraction of the exclusive deposit. Considering the fact that nearly 90% of mineral resources in the Czech Republic are extracted from opencast mines, the extent of anthropogenic influence on the landscape is evident. The extraction itself is controlled by the Czech Bureau of Mines.

At present, the importance of mineral resources extraction has been shifted from public interest to the interest of private mining companies that intend to economically profit from mineral resources of the territory. This leads to a variety of conflicts of interests between municipalities along with citizen-action associations and

Table 1. Mining areas in the Czech Republic (1990–2005)
Tabela 1. Obszary górnictwa w Republice Czeskiej (1990–2005)

Raw material	Number of mining areas				Total area of mining areas (sq km)			
	1990	1993	2005	Index 2005/1993 (%)	1990	1993	2005	Index 2005/1993 (%)
Hard coal	50	38	27	71.1	858.7	524.4	374.5	71.4
Brown coal and lignite	62	54	36	66.7	531.3	458.4	305.8	66.7
Crude oil and natural gas	25	27	93	344.4	267.8	253.9	432.7	170.4
Ores	31	18	5	27.8	45.3	29.6	5.6	18.9
Radioactive raw materials	21	16	11	68.7	136.5	99.7	65.6	65.8
Kaolin	28	25	27	108.0	10.1	9.6	11.1	115.6
Building stone	354	351	385	109.7	23.0	60.5	66.2	109.4
Gravel sand, sands	237	165	173	104.8	146.0	109.2	114.8	105.1
Limestones and dolomites	30	63	50	79.4	19.2	28.6	26.2	91.6
Brick clays	176	175	109	62.3	37.0	36.7	25.1	68.4
Other minerals	134	184	88	47.8	86.1	77.1	52.1	67.6
Total	1,148	1,091	1,004	92.0	2,161	1,678.1	1,479.7	88.2

Source: Makarius R., ed. (1993, 1995, 2005); Kavina P., ed. (2004); Czech Bureau of Mines database

the mining companies. Nevertheless, the “mining lobby” plays an important role in regional development, especially in areas with underdeveloped economies where the presence of mining companies is approached as mostly positive. Mining companies represent an important source of income for the municipal budget and often contribute to off-budgetary incomes despite the landscape risks and environmental impacts resulting from extraction activities. Municipalities whose territory is affected by extraction receive remunerations for the allotments and compensations from the extracted minerals in accordance with §32a of the Mining Act (No. 44/1988 Coll.). Remunerations are paid to accounts kept by regional branches of the Bureau of Mines and are subsequently distributed to authorised beneficiaries, i.e. to the municipalities and into the state budget. Annual payment per mining area larger than 2 hectares is CZK 10,000 plus additional fee per each extra sq km. The annual payment for mining areas smaller than 2 hectares is CZK 2,000.

According to the Mining Act, annual compensation for the extracted minerals is calculated as a percentage of the total revenues for the extracted mineral at the actual market price (the maximum compensation is 10%). 25% of the amount paid to the Bureau of Mines is transferred to the state budget of the Czech Republic. This money is used for reparation of damages to the environment caused by the extraction of exclusive and non-exclusive deposits. The remaining 75% is transferred to the budget of the municipality. Remuneration is paid in accordance with the kind of extracted mineral. The actual rate depends on the kind of mineral resource and is set by Decree No. 617/1992 Coll. of the Ministry of Economics, with e.g. 5% for oil and natural gas, 0.5% for underground mined coal, 1.5 % for opencast mined coal, 8% for kaolin, 10% for high-quality limestones, 3% for other types of limestone and other cement mineral resources, etc.

EXTRACTION OF MINERAL RESOURCES IN THE CZECH REPUBLIC

Although in modern history the Czech Republic and the previous state formations within its territory did not rank among leading mining countries, the utilisation of domestic raw deposits was high in the past. Over the course of each individual historical period, priorities in terms of extraction of minerals changed, and this was ref-

lected in the varied intensity of extraction with a number of consequences including noticeable changes in the relief. Ore extraction has, for example, a particularly old tradition with the oldest archaeological evidence of gold panning dating back to the 9th century B.C. In the Middle Ages, Bohemia was the centre for European mining of gold and silver. The last boom in mining was after 1948, during the period of socialist industrialisation when ore deposits were extensively extracted, even at the cost of substantial financial losses. Particularly common was that after long-term historical deep mining which damaged the environment to a relatively limited extent, i.e. without substantial anthropogenic transformations of the relief with a maximum attempt at effectiveness, the mining in the 1950s and 1960s broadly affected vast areas with a number of accompanying adverse effects. Vast opencast mining resulted in the destruction and liquidation of numerous underground mines, but especially the emergence of new anthropogenic shapes on the surface. The extraction was often accompanied by vast regulations of waterways and the emergence of new accumulated waste heap formations. After 1989, ore extraction was cut back considerably and later the mining of base metal deposit (+ Au) in Zlaté Hory was terminated. In 1994, ore extraction was definitively brought to an end in the Czech Republic. At present, the areas affected by extraction have been redeveloped and rehabilitated.

A somewhat different trend can be observed in the mining of deposits for energy producing raw materials. Coal has been mined from the beginning of the industrial revolution and the mining of uranium ore began after World War II. The extraction of energy producing raw materials reached its peak in the latter half of the 1980s. After 1989, a state reduction programme was launched, and the previous extensive mining was reduced considerably. Additionally, volume and territorial limits were set for coal mining. The extraction of uranium ore has also been substantially reduced and is limited to the Rožná deposit, where the uranium ore is mined by the traditional deep-mining method. In North Bohemia, however, uranium is still attained through leaching *in situ* as part of the liquidation program at the deposit in Stráž pod Ralskem (table 2). In contrast, the extraction of oil has been dynamically developing of late in South Moravia in the area around Hodonín and Břeclav (fig. 1). There is also new interest in the extraction of oil and natural gas in the Beskydy Mountains in the Trojanovice region where vast deposits of hard

Table 2. Extraction of mineral resources in the Czech Republic (1990, 1993 and 2005)
Tabela 2. Wydobycie surowców mineralnych w Republice Czeskiej (1990, 1993, 2005)

Raw material	Extraction			Index number 2005/1993 (%)
	1990	1993	2005	
Metallic ores out of uranium ore (10 ³ t)	1,025	131	0	0
Uranium ore (10 ³ t)	2,400	437	124	28.4
Hard coal (10 ³ t)	23,385	18,296	13,252	72.4
Brown coal and lignite (10 ³ t)	77,736	63,335	44,619	70.4
Crude oil (10 ³ t)	50	111	301	271.2
Natural gas (10 ³ m ³)	230	244	221	90.6
Kaolin (10 ³ t)	3,378	2,326	3,884	167.0
Building stone (10 ³ m ³)	23,396	9,677	13,684	141.4
Gravel sand, sands (10 ³ t)	20,359	12,305	15,921	129.4
Limestones (10 ³ t)	12,909	10,071	9,778	97.1
Brick clays (10 ³ m ³)	3,101	1,354	1,939	143.2

Source: Makarius R. ed. (1993, 1995, 2005); Czech Bureau of Mines database

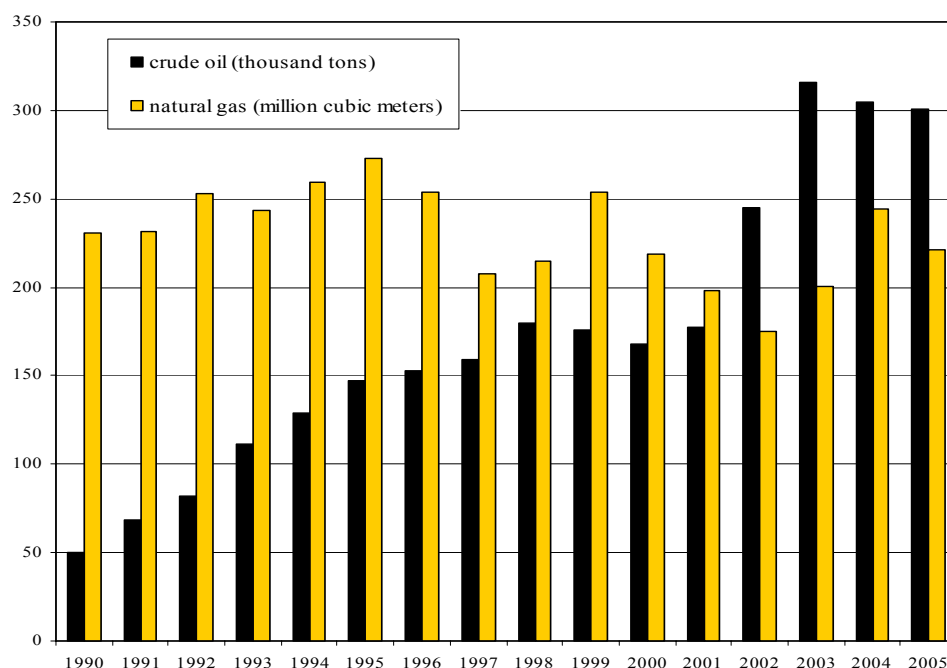


Fig. 1. Extraction of crude oil and natural gas in Czech Republic in 1990–2005

Rys. 1. Wydobycie ropy naftowej i gazu ziemnego w Republice Czeskiej w latach 1990–2005

coal have been found. The Trojanovice allotment was designed for the purposes of extensive hard coal extraction back in 1989, and with its area of 63 sq km is the largest allotment in the Czech Republic. At present, coal mining is concentrated in two areas: Podkrušnohoří (brown coal) and the Ostrava Basin (hard coal).

Coal mining in Podkrušnohoří, cause of the largest destruction to the environment in the Czech Republic in terms of volume, began at the end of the 18th century in locales with outcrops of coal seams and in shallow opencast mines. Since the latter half of the 19th century mining has become more intensive and the North Bohemia coal district has become the most important coal district in Central Europe. Deep mining methods predo-

minated in all basins (Chebská, Sokolovská, and Severočeská) at that time. From the beginning of the 20th century the amount of opencast mining was increasing, resulting in vast devastation to the landscape. While the share of opencast mining on the total volume of mined coal was about 25% at the end of the 1930s, since the 1950s it has gained absolute majority. The first reduction in extraction occurred in the southwest area of Podkrušnohoří in 1833, where mineral water resources protection zones were established for spa purposes. Consequently, the highest volume of extraction was concentrated in the Severočeská hnědouhelná pánev (SHP, North Bohemia Brown-Coal Basin) where 3.5 milliard tons of coal have been extracted so far, of which 2.6 milliard tons

(74.2%) in opencast mines. In the Sokolovská Basin, more than 1.0 milliard tons of coal have been mined (table 3, fig. 2 & 3).

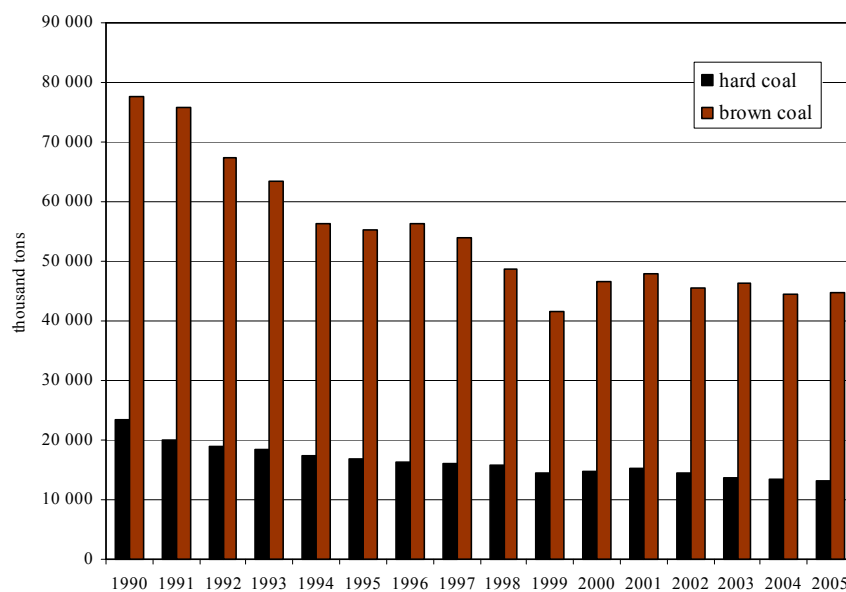
In addition to mineral fuels, industrial minerals represent the most important group of raw materials in the territory of the Czech Republic. In

Table 3. Coal extraction in the Czech Republic in 1990–2005 by mining districts
Tabela 3. Wydobywanie węgla w Republice Czeskiej w latach 1990–2005

Locales	Extraction (10 ³ t)			Number of workers*			
	1990	2005	Index 2005/1990	1990	2005	Index 2005/1990	
Hard coal							
1	Ostravsko-karvinský district	21,042	13,227	62.8 %	63 170	20 720	32.8 %
2	Rosicko-oslavanský district	137	0	0	1 660	0	0
3	Žacléřsko-svatoňovický district	575	25	4.3 %	822	10	1.2 %
4	Kladensko	1,322	0	0	4 862	0	0
5	Plzeňsko	309	0	0	1 152	0	0
Hard coal – Total		23,385	13,252	56.7 %	71 666	20 730	28.9 %
Lignite							
6	Hodonínsko	1,814	467	25.7 %	2,761	431	15.6 %
Brown coal							
7	Litvínovsko	8,400	469	5.6 %	8,919	398	4.5 %
8	Ústecko	4,126	0	0	842	0	0
9	Mostecko	26,633	15,641	58.7 %	9,717	4,576	47.1 %
10	Bílinsko	7,816	8,968	114.7 %	6,044	1,931	31.9 %
11	Chomutovsko	18,911	13,188	69.7 %	4,383	1,578	36.0 %
12	Sokolovská Basin	11,850	6,353	53.6 %	8,711	2,478	28.4 %
Brown coal – Total		77,736	44,619	57.4 %	38,616	10,961	28.4 %

Source: Makarius R. ed. (1993, 1995, 2005); Czech Bureau of Mines database; Kavina P. ed. (2004)

Note: * number of workers involved in extraction of coal



Source: Makarius, R. ed. (1993, 1995, 2005); Bureau of Mines database; Kavina P. ed. (2004)

Fig. 2. Extraction of hard and brown coals in the Czech Republic in 1990–2005
Rys. 2. Wydobywanie węgla kamiennego i brunatnego w Republice Czeskiej w latach 1990–2005

this group the largest reserves are of limestones, kaolin, clays, bentonite and natural (glass and foundry) sand. Other industrial minerals represent smaller nevertheless important raw material potential of the national economy. Kaolin, quartz sand, limestone, clays, feldspar and dimension stone are also important export commodities. There are very high geological reserves of construction materials – building stone, sand and gravel and brick clays – in the Czech Republic.

GLOBALISATION OF QUARRYING ACTIVITIES

The transformation process of the Czech economy introduced participation of foreign quarrying companies into exploitation of raw materials in the Czech Republic. Among the most significant ranks the participation of transnational companies in quarrying of construction raw materials. This participation is linked to the issue of gro-

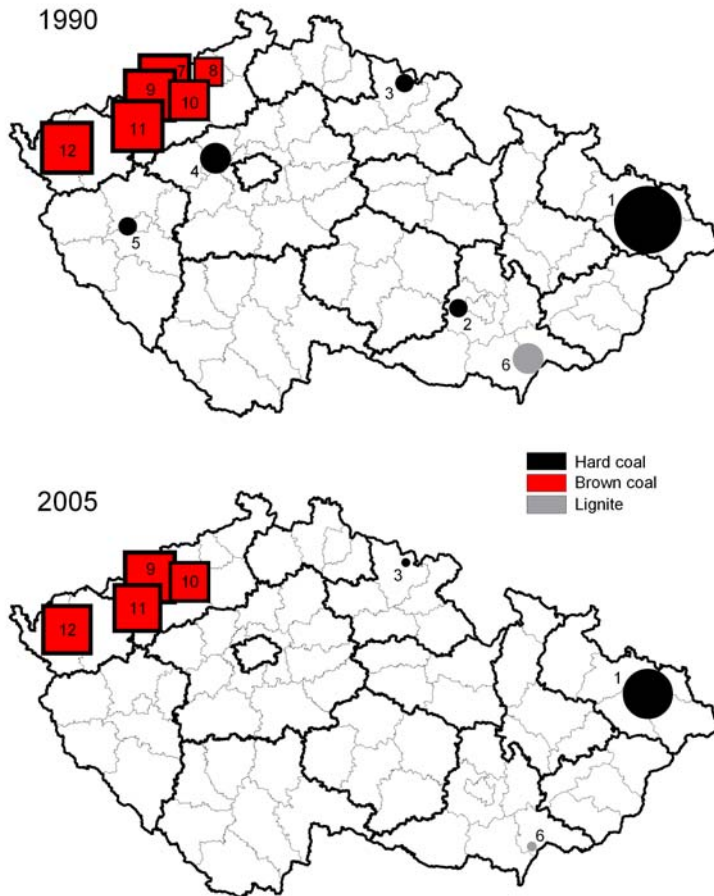


Fig. 3. Extraction of hard coal, brown coal and lignite in the Czech Republic in 1990 and 2005:

Localities:

Hard coal (black circles): 1 – Ostravsko-karvinský mining district; 2 – Rosicko-oslavanský mining district (locality Zbýšov); 3 – Žacléřsko-svatoňovický mining district; 4 – Kladensko; 5 – Plzeňsko (Tlučná, Krimich mine)

Lignite (grey circles): 6 – Hodonínsko
Brown coal (grey squares): 7 – Litvínovsko (Doly Hlubina Litvínov); 8 – Ústecko; 9 – Mostecko (Lom ČSA, Vršany, Jan Šverma); 10 – Bílinsko (Doly Bílina); 11 – Chomutovsko (Doly Nástup Tušimice); 12 – Sokolovská Basin

Rys. 3. Produkcja węgla kamiennego, węgla brunatnego i lignitów w Republice Czeskiej w roku 1990 i 2005:

Lokalizacja:

Węgiel kamienny (czarne koła): 1 – Ostrawsko-Karwiński Okręg Węglowy; 2 – Rosicko-Oslawański Okręg Węglowy (Zbýšov); 3 – Žacléřsko-Svatonický Okręg Węglowy; 4 – Kladno i okolice; 5 – Pilzno i okolice (Tlučná, Krimich)

Lignity (szary okrąg): 6 – okolice Hodonina
Węgiel brunatny (szare kwadraty): 7 – okolice Litwinowa (Hlubina Litvínov); 8 – okolice Usti nad Łabą; 9 – okolice Mostu (ČSA, Vršany, Jan Šverma); 10 – okolice Biliny (Bílina); 11 – okolice Chomutowa (Nástup Tušimice); 12 – Zagłębie Sokolowskie

Table 4. Share of foreign companies in overall quarrying amounts of selected raw materials in the Czech Republic
 Tabela 4. Udział kompanii zagranicznych w ogólnym wydobyciu wybranych surowców w Republice Czeskiej

Raw material	Share of company in total amount extracted in the Czech Rep.			
	Lasselsberger, a.s.	Holcim (Česko), a.s.	Heidelberg Cement Group	Wienerberger CP, a.s.
Kaolin	79.7 %	0	0	0
Gravel sands and sands	6.0 %	4.3 %	9.1 %	0
Limestones	6.3 %	9.8 %	11.4 %	0
Brick clays	0.2 %	0	0	43.4 %
Clays a bentonites	46.1 %	0	0	0

Note: 0 = no share in quarrying of the material

Source: Czech Bureau of Mines database, Makarius, R. ed. (2006), own calculations

wing export volumes of limestones, gravel sands, kaolin, and brick clays.

The largest shares in quarrying of construction raw materials belong to German, Austrian and Swiss companies (table 4). *Lasselsberger a.s.*, a subsidiary of an Austrian transnational company Lasselsberger, dominates in quarrying of kaolin (almost 80% of amount extracted in the Czech Republic). This Czech subsidiary with headquarters located in Plzeň quarries also clays in the Plzeň region, besides kaolin. The company has extended its activities into the region of Chodsko (feldspars, kaolin, clays, gravel sands), into the Třeboň region (feldspars, kaolin, clays, gravel sands), and into the Brno region (feld-

spars and gravel sands). In 2005 Lasselsberger a.s. has become successor of companies Kemat s.r.o. and LB Cemix s.r.o., this way extending its quarrying areas to the Cheb region (clays and gravel sands).

A significant participation of foreign companies is also connected to mining carbonate rocks (limestone, dolomite). Companies producing more than one tenth of total quarrying amounts are: *Lafarge Cement a.s.* (12.2% of all limestones quarried in the Czech Republic) and *Českomoravský cement a.s.* (11.4%), a member of the German concern *HeidelbergCement Group*. Among other important foreign quarrying companies belong *Holcim (Česko) a.s.* (9.8% of all limestones

quarried in the Czech Republic), Cement Hranice a.s. (8.6%), since 1997 with a major share owned by a German concern *Dyckerhoff*, and also *Lasselsberger a.s.*, holding a 75% share in Velkolom Kotouč in Štramberk since 2006. Austrian company *Omya a.s.*, quarries high quality limestones in the Jeseník region: in Vápenná (company headquarters) and Horní Lipová (municipality of Lipová-lázně).

Dominating in brick clay quarrying is the Austrian company *Wienerberger sklářský průmysl, a.s.*, active in the Czech Republic since 1992. It holds 12 industrial plants, including the newly opened brickworks Jezernice near Lipník nad Bečvou (since beginning of 2005).

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF EXTRACTION OF SELECTED MINERAL RESOURCES IN THE CZECH REPUBLIC

Extraction of mineral resources on the territory of the Czech Republic operates on the Mining Act (No. 44/1988 Coll.), which newly established the status of “protected deposit territory”, where it is forbidden to establish constructions and equipment not related to the extraction of the deposit (REICHMANN, 2000). For the sake of protection of nature and landscape there are further limitations determined for the extraction of mineral resources, especially those resulting from Act No. 114/1992 Coll. on Protection of Nature and Landscape, as amended by Act No. 218/2004 Coll., which states that on the whole territory of National Parks (NP) it is forbidden to extract minerals, rock and humolites, except for building stone for buildings on the territory of NP, and that on the territory of Protected Landscape Areas (PLA) it is forbidden to “transform the preserved natural environment”. However, explicit restriction of extraction applies to the 1st PLA zones only. Moreover, there are further restrictions in the protective zones of water resources, protected areas of accumulation of underground and surface waters, in the protected area of spas, etc. As of 1992 new intentions to extract raw materials were subject to consideration of their impact on the environment by application of Act No. 244/1992 Coll. In 2002, in accordance with the law of the European Communities, a new legislative tool came into force with Act No. 100/2001 Coll. on Consideration of Environmental Impact (latest amendment in 2004 by Act No. 93/2004 Coll.). In this law, consideration of environmental impact by the EIA (Environmental

Impact Assessment) procedure applies to determined intentions and concepts, the realization of which should have significant impact on the environment. The intentions and concepts are listed in two categories. One comprises intentions subject to consideration at all times (e.g. establishment of a new mining area or modification of an existing one, underground mining of coal exceeding 100,000 tons/year, increase of open-cast mining exceeding 1 million tons/year, or extraction of mineral resources between 10,000 and 1 million tons/year). The other category comprises intentions requiring declaratory proceedings. This is required for example for underground mining exceeding 100,000 tons/year, extraction of other raw materials exceeding 10,000 tons/year, or increase of existing extraction to 1 million tons/year.

The most extensive conflicts of interests are caused in the cases of extraction of limestone and other carbonates. With respect to exceptional nature of karst areas most karst localities are protected by law and extraction on their territory must be permitted by exception given by the Ministry of Environment. In the last few years extraction of limestone in specially protected areas is of opposite trend than in the cases of other raw materials. Despite the fact that the total volume of materials extracted in specially protected areas has decreased within the period from 1990 until present, in case of limestone the volume of its extraction has increased in the last few years after a decrease in the early 1990s. Whereas in 1995 the extraction of limestone in protected landscape areas was 2,327,000 tons, i.e. 21.6% of their total extracted volume in the Czech Republic, by 2003 this figure increased to 3,381,000 tons, which is over a third of the total extraction of limestone in the Czech Republic. Therefore the rate of the growth index for the period 1995–2003 reached 145%. Moreover, there are several other mining areas localized in close vicinity of specially protected areas. Right behind the boundary of PLA Železné hory there is extraction in progress with the volume exceeding 1 million tons/year in mining area Prachovice [Holcim (Česko) a.s. Prachovice] as well as in close vicinity of PLA Moravian Karst in mining area Mokrá (*HeidelbergCement*).

Extraction of limestone is a serious stress to protected landscape areas, which can be expressed by the volume of extraction per sq km. Among all PLAs in the Czech Republic, the most extreme stress occurs in PLA Český kras (Bohemian Karst) where the load exceeds 26,000 tons

of raw material produced per sq km and in the last few years a slightly increasing trend continues, in spite of the fact that stress exceeding 10,000 tons per sq km is considered as unbearable. High stress due to extraction of limestone occurs also in PLA Moravský kras (Moravian Karst; 2,000 tons of raw material produced per sq km) or in PLA Pálavské vrchy (Pálava Hills), one of the six UNESCO Biosphere Reserves in the Czech Republic (800 tons of raw material produced per sq km). Despite the effort of primarily ecological associations to reduce extraction in specially protected areas, it is very hard to reduce the extraction in most localities. The only outcome is that construction of new cement works was not realized (e.g. Tmaň in Bohemian Karst). A unique project, for the time being, is "Extraction of Limestone : Example of Involvement of the Public into the EIA Process", which was supported by the Ministry of Environment and which brought, for example, preclusion of further expansion of mine Čertovy schody in Bohemian Karst. Apart from that, also new areas for extraction are approved, which is always subject of consideration. Since 2001, the following limestone extraction areas were approved: mining area Chotěšov near Litoměřice (in 2002) and mining area Líšeň II in Brno. Mining area Hvozdečko near Olomouc, with expected extraction of 40,000 tons/year, is currently being approved.

CONCLUSION

Although in modern history the Czech Republic and its previous state formations within its territory did not rank among leading mining countries, the utilisation of domestic raw deposits was high in the past. Over the course of each individual historical period, priorities in terms of extraction of minerals changed, and this was reflected in the varied intensity of extraction with a number of consequences including noticeable changes in the relief. At present there are 1,004 mining spaces with a total area of 1,480 sq km in the Czech Republic. In 2005, 540 deposits were in operation in the Czech Republic, out of which 132 million tons of mineral resources were extracted. At present, the importance of extraction of mineral resources has been shifted from the area of public interest to the interest of private mining companies which intend to make profit from the mineral resources of the territory. In the last few years, structural changes in the Czech economy, especially in industry, have in-

fluenced both the role and importance of extracting and processing of minerals and materials of mineral origin. Index of mineral production share in GDP reflects the changes, as it has decreased from 3.7% in 1993 to 1.3% in 2005. Market economy caused reduction or even termination of non-profitable mining activities, previously supported by the socialist state subventions. Mining of ores was completely abandoned, mining of coal significantly limited, mining of uranium ore strictly reduced.

The strictest rules on the extraction of mineral resources are in areas established by Act on Nature and Landscape Protection No. 114/1992 Coll. In accordance with this law, it is forbidden to extract mineral resources in National Parks (with the exception of extraction of building blocks and sand for construction within the area of the National Park), in the first zone of Protected Landscape Areas and in Nature Reserves.

Although extraction in the second and third zones of the protected landscape areas is not explicitly forbidden by law, it is quite difficult to obtain an extraction permit. Although the overall extraction of mineral resources in the protected areas has decreased after 1989, the amount of extraction in some of them has actually increased. With some mineral resources, e.g. limestone, feldspar or precious stones, the extraction in the protected areas constitutes a substantial share of the total amount of extraction of a particular mineral. The landscape contains giant opencast mines, originating due to large volumes of extracted mineral resources, with noise and dust disturbing the surrounding environment and the natural system of groundwater often disturbed. Among the non-ore raw mineral resources, the extraction of limestone has a special position. The largest opencast mines include Mokrý u Brna, Čertovy schody, Mořina in Český kras, Kotouč near Štramberk, Hranice in Central Moravia and Prachovice in Železné hory. Opencast extraction of limestone often results in disturbances to the hydrogeological environment.

REFERENCES

- Kavina P. (ed.), 2002: Surovinové zdroje České republiky. Ministerstvo životního prostředí, Česká geologická služba-Geofond, Praha: 180 pp.
- Makarius R. (ed.), 1993: Hornická ročenka 1992. Český báňský úřad, vydavatelství Montanex Ostrava: 286 pp.
- Makarius R. (ed.), 1995: Hornická ročenka 1994. Český báňský úřad, vydavatelství Montanex Ostrava: 290 pp.
- Makarius R. (ed.), 2003: Hornická ročenka 2002. Český báňský úřad, vydavatelství Montanex Ostrava: 286 pp.
- Makarius R. (ed.), 2005: Hornická ročenka 2004. Český báňský úřad, vydavatelství Montanex Ostrava: 300 pp.
- Makarius R. (ed.), 2006: Hornická ročenka 2005. Český báňský úřad, vydavatelství Montanex Ostrava: 320 pp.
- Reichmann F. (ed.), 2000: Horninové prostředí ČR – jeho stav a ochrana. Český geologický ústav, Praha: 189 pp.
- Starý, J. Kavina P. (eds.), 2004: Surovinové zdroje České republiky. Ministerstvo životního prostředí, Česká geologická služba-Geofond, Praha: 204 pp.

