

# PRZEMIANY KRAJOBRAZU

TOMASZ WOŁOWSKI

## Przeobrażenia ziemi sandomierskiej — skala obecnych zagrożeń

Województwo tarnobrzeskie, a używając nazwy, z której treścią zrosła się od wieków miejscowa ludność — ziemia sandomierska, kojarzy się nam z pięknym krajobrazu, z nagromadzeniem zabytków, a w szczególności z kompleksami puszczy i lasów, z płynącą wśród wiklinowych kęp i piaszczystych mielizn Wisłą i jej prawym dopływem Sanem, który w tym regionie właśnie do Wisły „domierza”.

Loworbrzeźna wyżyna — przedgórze Gór Świętokrzyskich — to wyjątkowo żyzny kraj o pofałdowanej powierzchni, poprzecinany dużą liczbą wąwozów, jak wszędzie tam, gdzie wiatry nawiały grubą warstwę lessów. Będą to obrosłe drzewami i gęstymi zaroślami, pełne wykrotów, wyjątkowo bogate, rozczłonkowane wąwozy naturalne — wypłukane przez nawalne deszcze burzowe — tam, gdzie krawędź wyżyny opada ku szerokiej dolinie Wisły, jak to ma miejsce w Górach Pieprzowych koło Sandomierza, w Słupczy opodal Dwikóz, wokół Zawichostu. Będą to też wąskie, żółcące się swymi ścianami, wcięte w pofałdowany krajobraz pół wąwozy, powstałe w wyniku działalności człowieka — wyjeżdżone niejako przez wozy, pogłębiane splotem wody, nieubłagane przy każdej ulewie podmywającej ściany, wyrwijającej dziury, co narzuca mieszkańcom okolicznym troskę o wyrównywanie ich dna, nadsypywanie ziemi i ubijanie jej po to, by nie dopuścić do połamania nóg końskich czy resorów w samochodach.

Wsi jest dużo — dostatnich, domy w ogródkach,

kwiaty. Mnożą się też bardzo w tym regionie sady, co zmienia nieco krajobraz. Dawniej, z uwagi na urodzajność gleb, mało tu było lasów. Wyraźnymi akcentami zieleni były tylko grupy zadrzewień — parków dworskich. Teraz potrafią, przy przemierzaniu dróg, zasłaniać horyzont duże połacie sadów.

Znamienne, że urodzajność ziemi wpłynąć musiała, również w dawniejszych latach, na strukturę osadnictwa. Miasteczka są tu rzadziej rozrzucone niż na sąsiadującej od południowego zachodu, nieco uboższej ziemi wiślickiej, lub na rozpościerającej się na północnym zachodzie równinie radomskiej. Natomiast wsi jest więcej i to wsi sięgających swą historią średniowiecza. Jest to kraj o najgęstszej sieci parafialnej. Odległości od kościoła do kościoła są nieduże. Dlatego też i kościoły niewielkie. Niektóre z nich są pięknymi zabytkami architektury drewnianej. Wiele z nich zniszczyła ostatnia wojna. Są jednak i takie, które najbardziej ucierpiały w wyniku normalnej działalności remontowej, choćby np. XVIII-wieczny drewniany kościół w Gierczycach koło Opatowa — nie tak dawno jeszcze kryty gontem, teraz zaś świecący cynkową blachą.

Są też miejscowości o zabytkach wielkiej klasy, by wymienić (nie mówiąc już o samym, unikalnym Sandomierzu) Opatów z jego romańską kolegiatą, Klimontów, Zawichost, z leżącą obok Świętą Trójcą, Ptkanów, Goźlice, pałace w Czyżowie, w Górkach koło Klimontowa, w Kurozwękach

koło Staszowa, zamek w Krzystoporzce koło Ujazdu i wiele innych. A u stóp wyżyny — już w pradolinie Wisły — klasztorny zespół cysterski w Koprzywnicy.

Lasy, po stronie zachodniej Wisły, stanowią niejako obrzeżenie ziemi sandomierskiej. Rosną tam, gdzie są już gorsze gleby. Na północnym zachodzie będzie to zwarty kompleks lasów, a właściwie borów iglastych na piaskach za Kamienną, ciągnący w górę tej rzeki aż po Skarżysko i jeszcze dalej na zachód, w drugą zaś stronę „rozsypany się” w okolicach Tarłowa, w jej wielkim zakolu, też na słabszych glebach, na mniejsze lasy i laski. Na zachodzie, wraz z podnoszeniem się wyżyny ku Górom Świętokrzyskim i z wychodzeniem na powierzchnię podłoża kamiennego, pojawią się także lasy należące do obrzeża Puszczy Świętokrzyskiej Wreszcie na południowym zachodzie, tam gdzie kończy się pokrywa lessowa, w okolicach Osieka i Połańca pojawiają się lasy, by ciągnąć się do Staszowa i dalej w górę rzeki Czarnej, w kierunku na Raków i Łagów, gdzie wtapiają się w lesiste, południowe przedpola Gór Świętokrzyskich.

Na opisywanej tu, żyźnej części Sandomierszczyzny, w niewielkim stopniu rozlokował się przemysł. Jedynym większym zakładem, i to pracującym tylko sezonowo, jest cukrownia we Włostowie koło Opatowa. Natomiast większe zakłady spotyka się na obrzeżu tej krainy. Najstarszym ośrodkiem przemysłowym jest bez wątpienia dynamicznie rozwijający się na północnym zachodzie Ostrowiec Świętokrzyski ze swą hutą i zakładami stalowniczymi. Niezbyt daleko odeń — w Ćmielowie — stara fabryka porcelany. Dalej od niej na wschód, a na północy regionu, położona kilka kilometrów na północ od Ożarowa — cementownia Ożarów, na szczęście o dość dobrze funkcjonujących filtrach. Niebezpieczny natomiast przemysł wtargnął na południowo-zachodnie obrzeże.

Tutaj w Grzybowie koło Staszowa po raz pierwszy w Polsce została zastosowana do wydobycia siarki z niezbyt głęboko zalegających złóż — metoda jej wytopu podziemnego przy pomocy wtlaczanej pod wysokim ciśnieniem pod ziemię gorącej wody o temperaturze ok. 160°C. Procesowi temu towarzyszy bardzo silna dewastacja gleb. Nie daje się bowiem uniknąć sporadycznych erupcji gorącej, zasiarczonej wody na powierzchnię ziemi, co wywołuje powstawanie płytkich zalewisk wydzielających siarkowodór. Jakkolwiek wydobycie zmierza na tym terenie ku swemu

końcowi i chociaż spodziewano się, że dojdzie do procesu stopniowego przywracania powierzchni do stanu naturalnego, na nieszczęście dla tego niezbyt wielkiego obszaru zlokalizowano na nim kruszarnię i przesyponnię siarki dostarczanej tu z innych rejonów wydobycia (z okolic Tarnobrzega) normalnym torem, w celu przeładowania jej na wagony szerokiego toru.













Znacznie jednak większe zagrożenie pojawiło się tam niedawno wraz z uruchomieniem, tuż za granicami województwa (w woj. kieleckim), największej w Europie fabryki dwusiarczku węgla — produktu silnie toksycznego. Pomijając już samą stałą emisję spalin niedostatecznie oczyszczonych, zakład ten nie dysponuje dostatecznym zabezpieczeniem na wypadek poważniejszej awarii, a jej skutki są w stanie zagrozić życiu ludzi i zwierząt w promieniu kilkunastu kilometrów, w zależności od siły wiatru i warunków pogodowych w momencie katastrofalnej erupcji dwusiarczku węgla. Niewielki więc rejon Grzybowa (ok. 1000 ha), sam skażony i doprowadzony do stanu zdewastowanego nieużytku, stanowi ze swej strony źródło stałej emisji siarkowodoru i dwutlenku siarki na szerszym obszarze, oraz potencjalne źródło zagrażające w promieniu kilkunastu kilometrów katastrofą ekologiczną.

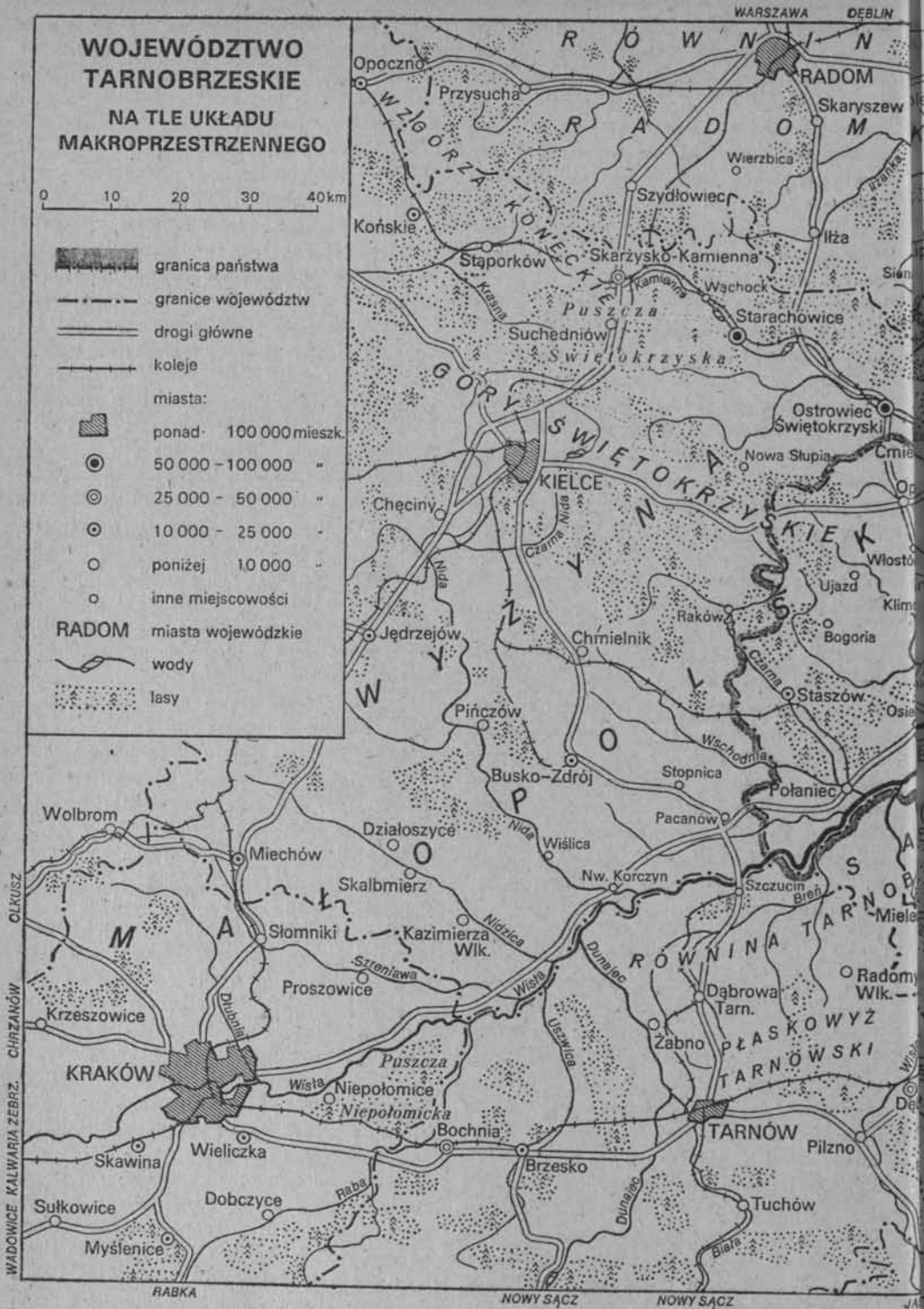
Omawiany dotąd region opada ku południowemu wschodowi i wschodowi ku Wiśle, która płynąc od Krakowa w kierunku północno-wschodnim w okolicy Sandomierza zakręca na północ. Dolina Wisły ma różną szerokość. Od ujścia Dunajca aż po Baranów Sandomierski, a nawet po Sandomierz, przylega do niej od południowego wschodu dość żyźna Równina Tarnobrzaska (niezbyt szerokim pasem, nieco ponad nią wyniesiona) z równoległymi do Wisły gęstymi układami drobnych cieków zbieranych między Dunajcem a Wiśłoką przez Breń, a między Wiśłoką a Sanem — przez Bublówkę i Trześniówkę. Po przeciwnej stronie ma się do czynienia z niekolekwalnymi wylotami dolin — ujściami znacznie wyższych dopływów lewobrzeżnych: Nidy, Czarnej ze Wschodnią, Koprzywianki, Opatówki, Kamiennej, Iżanki i wyżynnymi grzędami docierającymi prawie do brzegu doliny.

Najbardziej malowniczo opada wyżyna od zachodu do Wisły między Sandomierzem a Zawichostem. Jeden z fragmentów tego obrywu nosi nazwę Gór Pieprzowych. Od Zawichostu po Puławę rozciąga się Małopolski Przełom Wisły. Dolina się tu zwęża średnio do 4 km szerokości, a nawet

# WOJEWÓDZTWO TARNOBRESKIE NA TLE UKŁADU MAKROPRZESTRZENNEGO

0 10 20 30 40km

-  granica państwa
-  granice województw
-  drogi główne
-  koleje
- miasta:
-  ponad 100 000 mieszk.
-  50 000 - 100 000 "
-  25 000 - 50 000 "
-  10 000 - 25 000 "
-  poniżej 10 000 "
-  inne miejscowości
- RADOM** miasta wojewódzkie
-  wody
-  lasy





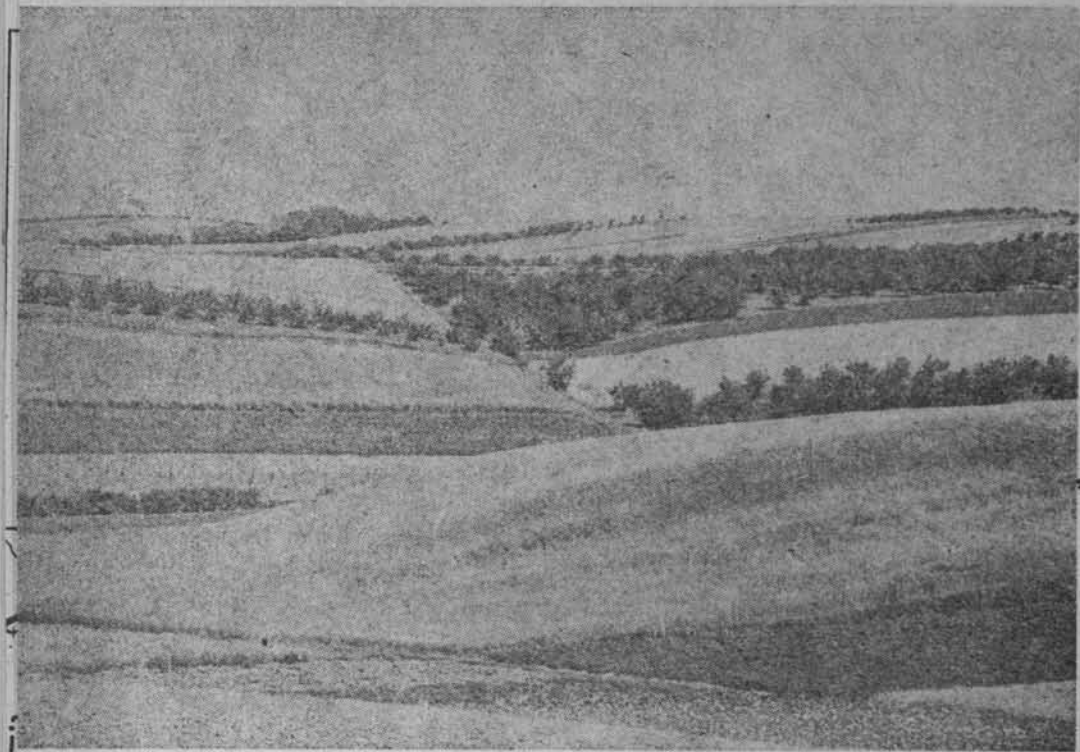




na niektórych odcinkach do 1,5 km. Jedynym większym rozszerzeniem jest przylegająca od wschodu Kotlina Chodelska, od rzeki Chodelki wpadającej do Wisły na zachód od Opola Lubelskiego — szerokość dochodzi tu do kilkunastu kilometrów. Zbocza, tam gdzie zbliżają się do Wisły, wznoszą się 60—80 m ponad poziom rzeki. Widać to zwłaszcza w okolicy Annapola, gdzie Wzniesienia Urzędowskie, stanowiące część Wyżyny Lubelskiej, opadają niemal bezpośrednio do Wisły oraz w miejscu największego wężenia doliny — pod Kazimierzem.

Dolina Wisły, zwłaszcza po jej lewej stronie, stanowi wielki ciąg osadniczy. Przeplatają się w nim miasta, miasteczka, osady i pokaźne wsie. Fakt jednak, że przez ponad sto lat brzeg rzeki stanowił w okresie zaborów granicę między państwami, a potem jeszcze kilkadziesiąt lat przebiegała wzdłuż niego granica administracyjna, wpłynął na kompletny zastój procesów miastotwórczych. Przecież zaczynając nieco za granicą województwa: takie osady jak Wiślica z sąsiadującymi z nią Nowym Korczynem, Pacanów, Polaniec, Osiek, Koprzywnica, wojewódzki przed rozbiorem Sandomierz, a na północ od niego Zawichost, Lassocin, Solec nad Wisłą, Chotcza, Lucim in i przeciwległy Kazimierzowi Janowiec miały szansę — jako miejscowości zlokalizowane wzdłuż głównej arterii wywozu zboża i dysponujące pokaźnym zapleczem rolniczym — stać się ośrodkami zaopatrzenia, handlu, rozwoju rzemiosł.

To samo dotyczy ciągu osad, miasteczek i miast po prawej stronie Wisły, zaczynając od położonego na przeciw ujścia Nidy Bolesławia, poprzez Mędrachów, Szczucin, Otałęż, nieco cofnięty od Wisły Mielec nad Wisłoką, Baranów, wojewódzki obecnie Tarnobrzeg i dalej na północ, poniżej ujścia Sanu — przeciwległy Zawichostowi Janiszów, leżący na przedłużeniu Wzniesień Urzędowskich Annapol, cofnięte nieco od Wisły Opole Lubelskie, wreszcie wciśnięty między Wisłą a skłon Wyżyny Lubelskiej Kazimierz Dolny. Tymczasem raz zniszczone w okresie wojen szwedzkich wymienne tu prawie wszystkie miasta i miasteczka nigdy już nie uzyskały szans wydzwignięcia się z upadku (wyjątek stanowią tylko ostatnio Mielec



Ziemia sandomierska — jeden z najpiękniejszych regionów w Polsce. I jeden z najbardziej zagrożonych przez dobroczynny skądinąd rozwój przemysłu. Na zdjęciu — pejzaż z okolic Sandomierza. Fot. Zbigniew Puławski

i Tarnobrzeg, które swój obecny rozwój zawdzięczają wielkim inwestycjom przemysłowym). Mostów nie budowano, do dziś są tylko cztery drogowe mosty na Wiśle: w Szczucinie, Nagnajowie koło Tarnobrzega, Sandomierzu, Anopolu. Przeprawy zredukowały się do minimum. Dotyczy to także upadku znaczenia głównego niegdyś miasta tego rejonu, wojewódzkiego przez 500 lat Sandomierza. Stał się on prowincjonalnym miasteczkiem, leżącym na peryferiach zainteresowań władz administracyjnych.

Ten regres i stagnację przełamać miał zakrojony z dużym rozmachem tuż przed drugą wojną światową rozwój Centralnego Okręgu Przemysłowego (COP), którego stolicą miał stać się właśnie Sandomierz. Z Sandomierza (według koncepcji rozwoju COP) promieniście miały wychodzić pasma rozwoju. Przewidzianych było osiem kierunków; wymieńmy je zaczynając od najbardziej uprzemysłowionego:

I — na Ostrowiec, Starachowice, Skarżysko, Końskie, z odgałęzieniem na Radom;

II — nad Wisłą w kierunku Puław, Dębina;

III — na Kraśnik, Lublin, Chełm;

IV — wzdłuż Sanu na Stalową Wolę, Jarosław, Przemyśl, z odgałęzieniem na Biłgoraj, Zamość;

V — na południe na Nową Dębę, Rzeszów;

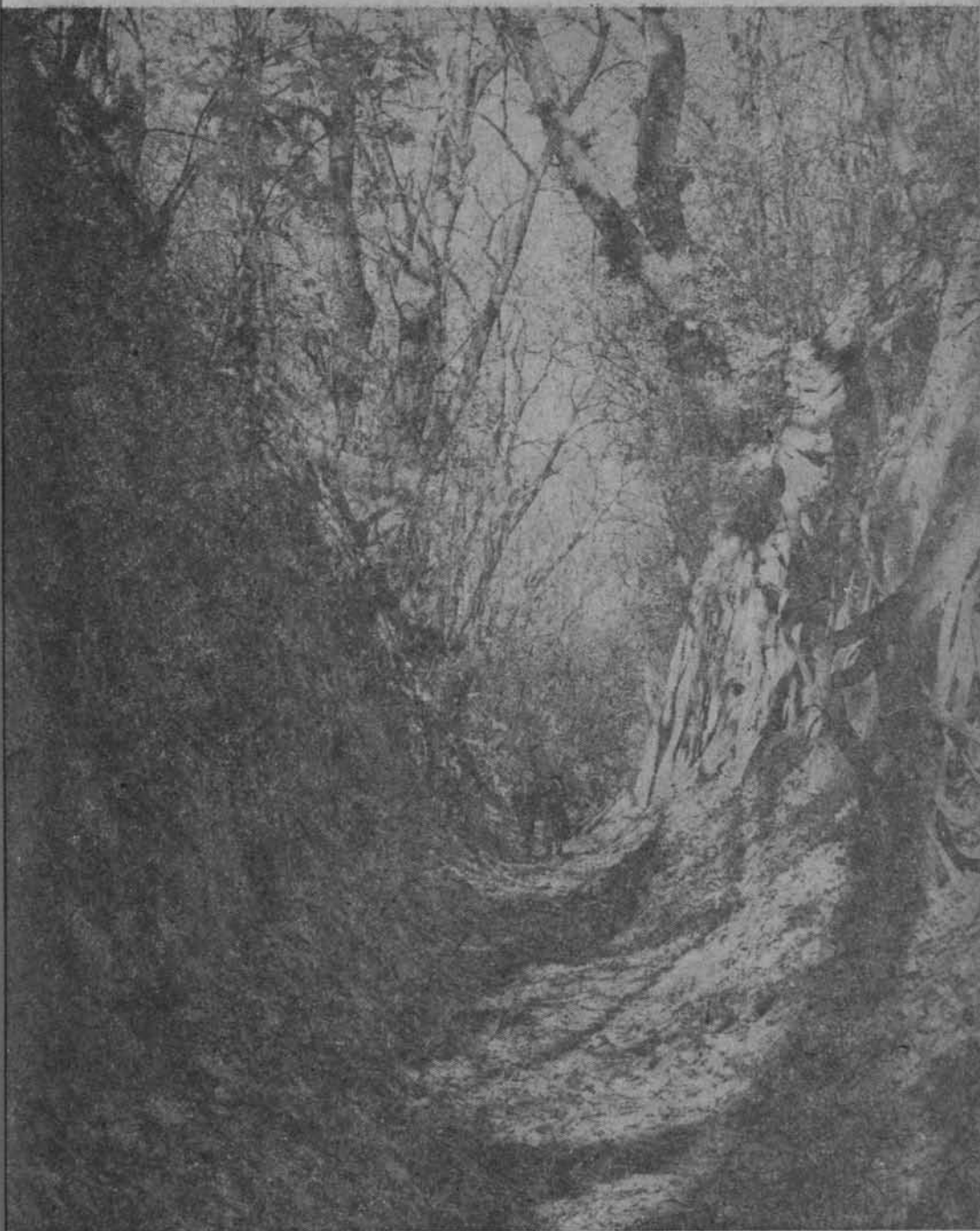
VI — na południowy zachód na Mielec, Dębicę, Tarnów;

VII — nad Wisłą w kierunku Połańca, Wiślicy, Krakowa;

VIII — na Staszów, Jędrzejów, z odgałęzieniem na Kielce.

Wśród tych kierunków istotne dla koncepcji rozwoju znaczenie miały właśnie kierunki wzdłuż Wisły.

Tymczasem wojna przecięła te perspektywy. Nigdy nie został zrealizowany podstawowy warunek aktywizacji i zagospodarowania arterii wodnej — zdublowania jej komunikacją szynową. Linia Sandomierz — Kraków i Sandomierz — Dęblin nie dojrzała nawet do fazy zasygnalizowania projektu w planach przestrzennych. A że takie dublowanie wywiera poważny wpływ, można w celach



Wąwóz lessowy im. Królowej Jadwigi w Sandomierzu (zabytek przyrody). Fot. Zbigniew Puławski



Figura przydrożna we wsi Błonie. Fot. Zbigniew Puławski

porównawczych przyjrzyć się innemu promieniście od Sandomierza odchodzącemu szlakowi wodnemu — szlakowi Sanu, nad którym już od ponad stu lat biegnie linia kolejowa, i gdzie rozwinięta się łańcuch miast i miasteczek poczynając od odległego Jarostawia, przez Sieniawę, Leżajsk, Sarzynę, Rudnik, Ulanów, Nisko aż po Stalową Wolę i wreszcie po leżące w bliskim sąsiedztwie Sandomierza Gorzyce.

Dużo obiecywano sobie po Programie „Wisła”. Tymczasem obecne perspektywy jakiegokolwiek jego kompleksowej realizacji oddaliły się w odległą, nie dającą się określić przyszłość. Jedyna nadzieja w tym, że nowe, prężne województwo, ze stolicą

leżącą tuż przy jednym z największych „węzłów” wodnych kraju, zechce zagospodarowaniu swych „osi” wodnych poświęcić baczną uwagę, tak że w końcu płynąca dziko wśród wiklinowych kęp królowa polskich rzek — Wisła, zamiast rozdzielać brzegi zacznie je z sobą wiązać, a nadbrzeżne miasteczka poczną pełnić rolę rynków lokalnych w stosunku do swego tak bardzo żywnego zaplecza.

Nie czekając jednak na zagospodarowanie doliny Wisły wtargnął na nią i stworzył tam poważne zagrożenie przemysł. Owszem, w przedwojennych planach COP tereny nadwiślańskie miały stanowić miejsce lokalizacji przemysłu. Przecież przed wojną w Dwikozach między Sandomierzem a Zawichostem powstała największa wówczas w Polsce przetwórcza owocowo-warzywna. Przewidziana była również w tej samej miejscowości fabryka kabli. Nie był to jednak przemysł specjalnie zagrażający środowisku. Natomiast rozwój przemysłu po wojnie poszedł w innym kierunku. Jeszcze lokalizacja największej huty szkła okiennego w Sandomierzu, po prawej nizinnej stronie Wisły, bezpośrednio naprzeciw sandomierskiego Starego Miasta, nie stanowiła sama w sobie bardzo dużego zagrożenia środowiska. Kwestionować można natomiast dobór szczegółowej lokalizacji. Huta krajobrazowo przysłoniła perspektywę miasta, ale nade wszystko zablokowała samemu miastu bezpośrednie przejście na drugi brzeg, na tereny najbardziej dlań rozwojowe.

Najpoważniejsze jednak zagrożenie stworzył wkraczający w dolinę Wisły, choć w przeważającej swej części zlokalizowany na tarasie Równiny Tarnobrzskiej, w tej jej części, która leży w widłach Wisły i Sanu (a zwanej także Niziną Sandomierską) — przemysł wydobywczy i przetwórczy siarki. Co prawda pierwsza odkrywka — ta, od której startowało wydobycie siarki w Polsce — znalazła się w dolinie Wisły i to po przeciwległej stronie w stosunku do Tarnobrzega, a więc i w stosunku do Machowa (gdzie dziś postępuje odkrywkowe wydobycie siarki).

Obecnie ta pierwsza wyeksploatowana już odkrywka w Piasecznie, mimo że po zakończeniu wydobywania nie jest już źródłem wycieków siarkowodoru, stanowi jednak nadal, wskutek swych rozmiarów i swej głębokości, nieustanne zagrożenie tamtejszych stosunków wodnych. By nie dopuścić do zalania jej przez silnie zaśiarczone wody trzeciorzędowe, stale pracować w niej muszą pompy zrzucające owe zmineralizowane wody

do Wisły (mimo zaprzestania już dawno robót górniczych). Być może to odpompowywanie zakończy się wraz z przeznaczaniem wyeksploatowanej odkrywki pod wielkie wysypisko popiołów dla elektrowni Połaniec — popioły są bowiem w stanie zakolmatować (tj. zamulić — przyp. red.) szczelnie czaszę odkrywki. Wówczas gotów jest jednak pojawić się nie mniej uciążliwy problem — pylenie popiołów ze składowiska w trakcie ich deponowania w tym wielkim otworze. A to może zagrozić dokonanej już poważnej inwestycji — wydobytym w trakcie eksploatacji i składowanym na miejscu wyjątkowo czystym piaskom szklarskim o wysokiej jakości — piaskom, z których Huta „Sandomierz” ma korzystać przez wiele lat.

Nie odkrywka jednak piaseczyńska stanowi podstawowy problem dla środowiska, ani też o wiele potężniejsza odkrywka rozbudowywana naprzeciwko w Machowie. Nie stanowią go też wielkie zwałowiska zewnętrzne. Te powstałe z odkrywki w Piasecznie zostały zalesione i jak dotąd las pięknie się na wydobytych z głębi żyznych iltach krakowieckich rozwija. Te, które buduje się na południe od Machowa, na obszarze blisko 900 ha, są wielkimi tarasowymi płaszczowinami wznoszącymi się do 80 m ponad otaczający je teren. Mają one być przeznaczone pod uprawę rolniczą i zdają się rokować nadzieje na wysokie plony.

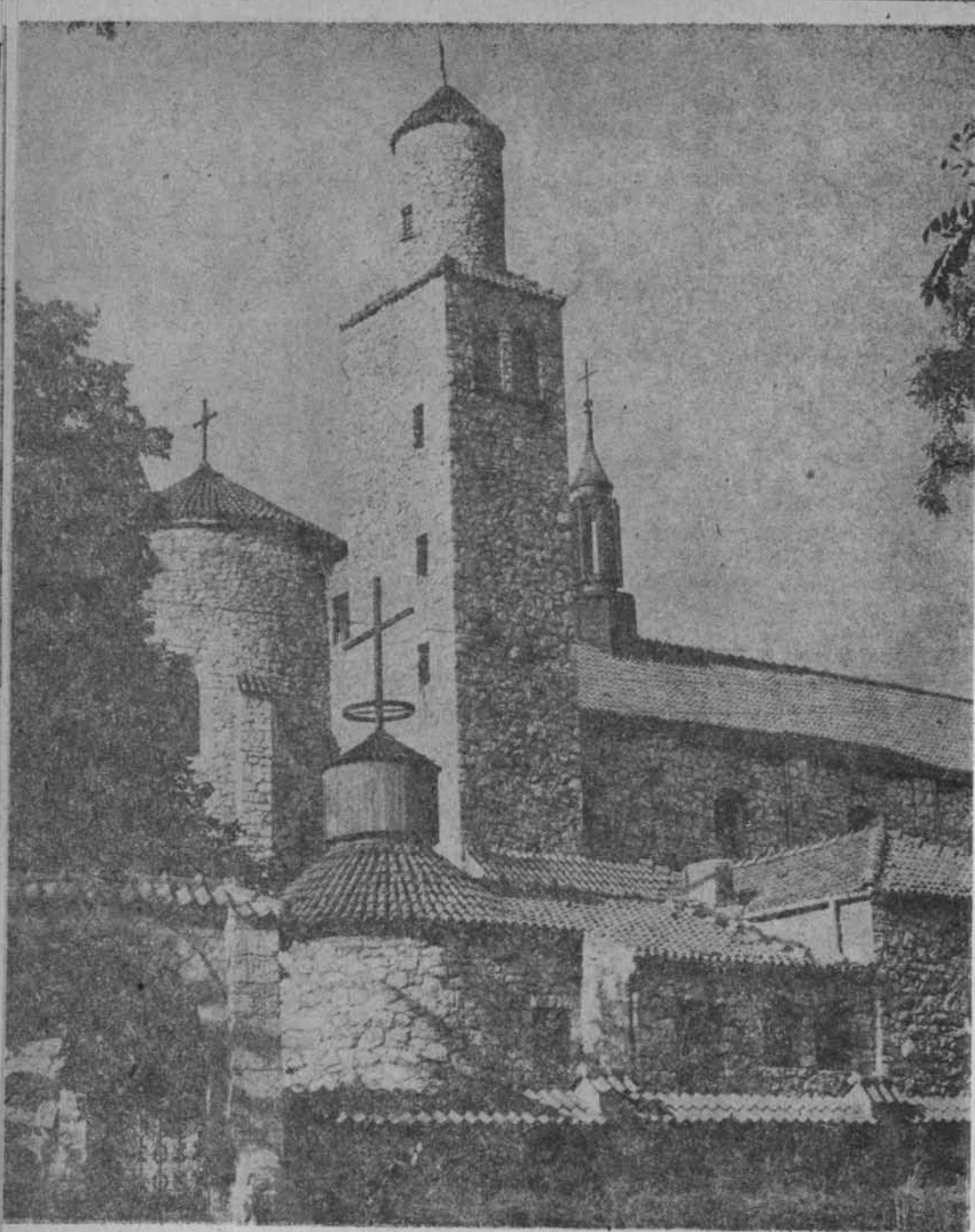
Zdecydowanie największe dla środowiska naturalnego i dla zdrowia ludzkiego problemy stwarzają wykorzystujące na miejscu wydobywaną siarkę zakłady przemysłu chemicznego, zlokalizowane w tymże Machowie, produkujące kwas siarkowy, kriolit, nawozy fosforowe. Im to cały tamtejszy region zawdzięcza, obok znacznego spągowania emisji siarkowych, jedne z najintensywniejszych w Polsce emisji fluorowych. Wody Wisły zaś, odbierając ścieki z Kombinatu Siarkowego w Machowie, zanieczyszczone często związkami fluoru i kwasami nieorganicznymi, spadają w okolicy Tarnobrzega poniżej III klasy czystości i stają się na przestrzeni nie mniej niż trzydziestu kilometrów wielkim ciekim pozaklasowym.

W dolinie Wisły, 25 km powyżej kombinatu w Machowie, a kilka kilometrów poniżej ujścia Czarnej, tuż koło Połanica powstała inwestycja niezbędna w tej części Polski, a jednak stanowiąca na znacznych obszarach kraju, aż po Roztocze, a nawet i dalej zagrożenie wielką emisją tlenków siarki i azotu. Jest to elektrownia Połaniec o doce-



Kapliczka przydrożna we wsi Dębiany. Fot. Zbigniew Putawski

lowej mocy ok. 3000 MW. Potężne emitory tej elektrowni przyczyniają się do dalekiego transportu atmosferycznego wyrzucanych nimi gazowych zanieczyszczeń. Następnie, przy najczęstszych w tym rejonie kierunkach wiatrów w okolicach Tarnobrzega, zachodzi często nakładanie się wielkości własnych emisji siarkowych z kopalni i kombinatu chemicznego, rozchodzących się w bliższym promieniu, na nanoszone z większej odległości zanieczyszczenia pochodzące z Połanica, czyniąc w efekcie z tego rejonu obszar o podobnym do Śląska zanieczyszczeniu powietrza. Dodać tu należy, że przy drobnym, gęstym, powoli opadającym deszczu sytuacja się zmienia. Dwutlenek siarki i tlenki azotu wyplukiwane są ze smug spalin i docierają do ziemi w postaci opadów kwaśnych w niezbyt dużej odległości od elektrowni.



Kościół w stylu mauretańskim w Jankowicach koło Sandomierza. Fot. Zbigniew Puławski



Stary dworek miejski przy ulicy Zamkowej w Sandomierzu. Fot. Zbigniew Puławski

To ostatnie zjawisko unaocznia, jak bardzo ostrożnym być należy z otwieraniem nowej kopalni w pobliżu Osieka, o czym się obecnie zaczyna mówić. Kopalnia ta przede wszystkim, przy zastosowaniu metody podziemnego wytopu siarki, grozi dewastacją urodzajnych terenów nadwiślańskich — powstaniem zakwaszających zalewisk, mających bezpośredni kontakt z wodą gruntową i przybrzeżnymi ciekami, a przez to dalszym jeszcze skażeniem Wisły. Jeśli miasto Tarnobrzeg zagrożone jest od południa i wschodu przez wylewy siarkowodoru, przez zakwaszone opady, to tutaj dojdzie jeszcze następny czynnik: kierunek wiatrów mogący nanosić wylewy, tym razem z południowego zachodu. Wreszcie bliskość elektrowni Połaniec, być może technicznie wygodna ze względu na krótkodystansowy transport gorącej wody potrzebnej do wytopu podziemnej siarki, stwarzać będzie w okresach sytuacji deszczowych trudne do wytrzymania warunki w samej kopalni, gdzie kwaśny opad nałoży się na miejscowe kwaśne wylewy.

Kraina w widłach Wisły i Sanu, rejonu Tarnobrzega to obszar, na którym nastąpiły największe

zmiany krajobrazu naturalnego. W przeważającej części ziemia tam słaba, piaszczysta, o gęstej jednak sieci drobnych cieków wodnych. Od południa teren ten zamknięty jest wielkim kompleksem lasów — tzw. Puszczą Sandomierską, która ze względu na swój stan zagospodarowania traktowana być może jako skromna pozostałość po wspaniałych borach dawnych wieków. Na obrzeżu Puszczy występują liczne stawy rybne. Mimo że jakoś gleby pozostawia tu dużo do życzenia, spotyka się na tym terenie duże, dostatnie wsie o rozwiniętej gospodarce sadowniczej, zwłaszcza w urodzajniejszym pasie — wzdłuż doliny Wisły i wzdłuż Sanu. Z miast najważniejszy jest Tarnobrzeg, obecnie stolica województwa, oraz Baranów Sandomierski ze swym zabytkiem klasy zerowej — renesansowym zamkiem Leszczyńskich. W puszczy na południu schowała się Nowa Dęba ze swymi zakładami przemysłu metalowego — jeden ze śladów koncepcji COP. Podobnym śladem są zakłady WSK w Gorzycach, blisko ujścia Sanu do Wisły.

Zasadnicze piętno wycisnęła na tym rejonie siarka. To tu znajduje się więcej niż kilometro-

wej średnicy odkrywka o ponadstumetrowej głębokości — w Machowie, kilka tylko kilometrów na południe od Tarnobrzega. To tu wznoszą się na przestrzeni kilku kilometrów górujące kilkadziesiąt metrów nad okolicą zwłotwiska. To tu piętrzy się sprawiający wrażenie średniej wielkości jeziora, ujęty w wysokie obwałowania, zbiornik poflotacyjny. Wreszcie nigdzie nie ma tak zdewastowanych terenów (przez wydobycie siarki metodą wytopową), jak w rejonie na wschód od Tarnobrzega, tam gdzie kiedyś była wieś Jeziórko. Rozciągają się tu zalewiska, powstałe w wyniku erupcji gorącej wody na powierzchni, z których unoszą się bardzo intensywne wyziewy siarkowodoru, dające o sobie bardzo często w nieprzyjemny sposób znać w samym mieście, a zwłaszcza na terenach położonych bezpośrednio na północ, przeznaczonych na jego rozbudowę.

Tuż obok Tarnobrzega, na południe odeń, usadowiły się, o czym już wspomiano, zajmując pokaźne tereny, jedno z większych w kraju zakłady chemiczne Siarkopolu w Machowie. Ze swych emitorów ciepłych, ze swych oddziałów technologicznych wydzielają one tak wielkie ilości tlenków siarki, azotu, a zwłaszcza związków fluorowych, że stwarza to szczególne zagrożenie dla zdrowia ludzi tam pracujących i zamieszkujących pobliskie tereny. Stąd też dziwić się można, że mimo namiętnego odczuwania w Tarnobrzegu zagrożeń gazowych, zdecydowano się na zlokalizowanie tam stolicy województwa i na rozbudowę tego miasta, a więc na sukcesywne powiększanie liczby ludności podlegającej toksycznym wpływom.

Tereny, pod którymi znajdują się złoża siarki, ciągną się w kierunku Rozwadowa. Stopniowo też na wschód posuwa się eksploatacja wytopowa. Można postawić pytanie, dlaczego, zamiast intensyfikować wydobycie na tym terenie i tak już przeznaczonym do stopniowej „zagłady”, chce się otwierać nowy obszar wytopowego wydobycia w Osieku za Wisłą i dewastować inny teren, otaczając Tarnobrzeg wieńcem niejako obiektów o powierzchniowej, niezorganizowanej emisji związków siarki. Czy nie byłoby lepiej wejść tutaj z wytopem od drugiej strony, od wschodu, skoro i tak gorąca woda do Jeziórka dostarczana jest z przebudowywanej na elektrociepłownię elektrowni w Stalowej Woli?

Dochodzimy teraz do następnego wyraźnego pasma osadniczego, o którym już pobieżnie była mowa, do pasma trzymającego się brzegu Sanu. Jeśli posuwać się od ujścia Sanu do Wisły w górę

rzeki, to poczynając od Gorzyc koło Sandomierza i Radomyśla nad Sanem — po przeciwnej jego stronie — przez Rozwadów, Stalową Wolę, Nisko, Ulanów, Rudnik, Krzeszów ma się do czynienia z ciągiem wsi, osad, miasteczek i miast. Ciąg ten nie urywa się na granicy województwa tarnobrzeskiego, lecz ciągnie się dalej, by wymienić Nową Sarzynę, Leżajsk, Sieniawę, Jarosław, Radymno, aż po Przemyśl. Jednym z zasadniczych ogniw tego ciągu jest Stalowa Wola (ze swą hutą, zakładami maszyn budowlanych, elektrownią) główny ośrodek przedwojennych inwestycji COP, stanowiący dumę naszej sprawności konstrukcyjnej, skoro pierwszy wytop z huty osiągnięto w 11 miesięcy po wkroczeniu na teren budowy. W większości wymienione tu miasta ulokowały się po niższej, zachodniej stronie Sanu. Tylko mniejsze, tj. Radomyśl, Ulanów, Krzeszów i Sieniawa, znalazły się po wschodniej wyższej i bardziej malowniczej stronie.

Interesująca jest urbanistyka przedwojenna Stalowej Woli, ciekawe drewniane, niegdyś fliśackie miasteczko Ulanów. Historyczne zabytki, i to wysokiej klasy, znaleźć można w Leżajsku (klasztor bernardyński z największymi w Polsce organami), w Jarosławiu, w Sieniawie. A większe zakłady przemysłowe — przejawiające jednak dużą dbałość o ochronę środowiska — to zakłady chemiczne w Nowej Sarzynie. Stalowa Wola bowiem, zarówno jeśli chodzi o hutę, jak i o elektrownię, w dużym stopniu zanieczyszcza i własne środowisko, i ten rejon, o którym zaraz będzie mowa, rejon nad Tanwią i Bukową.

Za Sanem — po jego północno-wschodniej stronie — wkracza się bowiem na jeden z największych w Polsce obszarów leśnych. Lasy te ciągną się szerokim pasmem od Wisły, od ujścia do niej rzeczki Sanny naprzeciw Zawichostu, ku południowemu wschodowi na tzw. Równinie Biłgorajskiej (ograniczonej od północy krawędzią Wyżyny Lubelskiej i krawędzią Rostocza, a od południa doliną Sanu w jego dolnym biegu, a dalej na wschód Płaskowyżem Tarnobrzeskim), prawie aż po granicę ze Związkiem Radzieckim w okolicy Lubaczowa. Część południowo-wschodnia tego obszaru nosi nazwę Puszczy Solskiej, część północno-zachodnia — Lasów Zaklikowskich. Łącznie długość tego pasa wynosi ok. 120 km, a szerokość w środkowej części zbliża się do 30 km.

Obszar to bardzo bogaty w wody powierzchniowe. Są to obfite w wodę rzeki spływające z krawędzi Wyżyny Lubelskiej i Rostocza ze wschodu na

zachód, w kierunku Sanu i Wisły. Jeśli zacząć od południowego wschodu, największą z nich jest Tanew, zbierająca z Roztocza liczne dopływy. Nad jednym z nich i najznaczniejszym — Ładą — położone jest główne miasto tego regionu: Biłgoraj. Dalej na północny zachód, w środkowej części tego obszaru, leży dorzecze następnego prawobrzeżnego dopływu Sanu — Bukowej. Najbardziej znanym jej dopływem jest Branew, nad którą został zlokalizowany leśny park krajobrazowy „Nad Branwią”. Wreszcie najmniejsza z tych przesuniętych względem siebie równoległe ku północnemu zachodowi rzek to wpadająca już do Wisły a przepływająca przez Zaklików Sanna. Nad nią zalega jeden z największych we wschodniej połowie kraju obszarów zajętych przez stawy rybne. Powstały one w XIX w., kiedy to zakładanie stawów stanowiło łatwy sposób obejścia obowiązków w gospodarce leśnej przepisów, dotyczących zezwoleń na wyrąb lasu. Dziś częściowo zarosnięte szuwarami, nabrały cech krajobrazu naturalnego.

Cały ten potężny obszar leśny rozpatrywać należy jako wielki naturalny pomost ekologiczny w południowo-wschodniej Polsce, stanowiący połączenie pomiędzy lasami wyżynnego, środkowego i wschodniego Roztocza, m.in. lasami Roztoczańskiego Parku Narodowego, poprzez lasy Puszczy Solskiej nad dawnymi rozlewiskami Tanwi aż po Lasy Zaklikowskie. Jeśli uwzględnić, że w rejonie na północ od Zawichostu Wisła, płynąc wśród licznych zadrzewionych kęp, ma bardzo jeszcze naturalny bieg, i że w tym rejonie od zachodu do Wisły dochodzą lasy stanowiące przedłużenie Lasów Starachowickich i Ostrowickich, dochodzi się do wniosku, że obszar ten stanowi jedno z zasadniczych ogniw krajowego układu ekologicznego — wymaga przeto specjalnej ochrony.

By spełnić on mógł swoją rolę, trzeba zwrócić uwagę na przylegający do niego od południa Płaskowyż Tarnogrodzki. Na szczęście nie ma tam jak dotąd zlokalizowanych, zanieczyszczających wodę i powietrze, wielkich zakładów przemysłowych natomiast wręcz przeciwnie znaleźć można wiele drobniejszych rozsianych przestrzeni leśnych, zwłaszcza w tej jego części, która spada ku dolinie Sanu. W ten sposób północno-wschodnie obrzeżenie tej doliny stanowi jak gdyby odgałęzienie omawianego układu ekologicznego, ciągnące się w kierunku Bramy Przemyskiej. Przeciwnie natomiast, wznoszące się od północy nad Równiną Biłgorajską zagospodarowane rolniczo tereny zachodniego

Roztocza (rejon Janowa-Frampola) i południowa część Wzniesień Urzędowskich (rejon Modliborzyc, Polichny) wymagają dużej troski o to, by nadmierna chemizacja rolnictwa nie zanieczyściła wód spływających stamtąd ku obszarom leśnym, gdzie na równinnym terenie i przy spowolnieniu odpływu wód tworzy się z nich gęsta sieć.

Nadmienić tu dodatkowo warto, że o ile na Równinie Biłgorajskiej występuje duża ilość cieków powierzchniowych, o tyle dysponuje ona bardzo małymi zasobami wód podziemnych, wobec czego całe tutejsze zaopatrzenie z wodę zdane jest na wykorzystanie tych wód płytkich, które są silnie powiązane ze wspomnianym układem wód powierzchniowych.

Tak to południowe skłony Wzniesień Urzędowskich i zachodniego Roztocza są tym rejonem, w stosunku do którego uwaga koncentruje się głównie na działalności rolnictwa, chociaż przemysł terenowy oraz gospodarka komunalna poddane muszą być również kontroli w zakresie wszelkiego zrzuć ścieków. Jest to więc teren, który choć z uwagi na swe powiązania geograficzne i z uwagi na swą specyfikę zagospodarowania pociętych jarami skłonów wyżynnych (przy wielkiej urodzie krajobrazów roztoczańskich) omawiany powinien być, (a nawet objęty tą samą administracją), łącznie z Wyżyną Lubelską, z Roztoczem, to jednak w tym fragmencie, w którym wody spływają ku południowi, objęty być musi polityką ekologiczną respektującą położony poniżej i uzależniony odeń obszar leśny.

Podobnie zresztą liczyć się należy z wpływem na ów leśny obszar położonego po przeciwnej stronie, omawianego już obszaru nad Sanem — rejonu Stalowej Woli, skąd zagraża lasom napływ zanieczyszczonego powietrza, zdolnego uszkodzić niektóre siedliska leśne. Jak wiem jednak, zagraża im także Połaniec, wskutek bardzo wysokiego wynosu spalin rozpraszanych na duże odległości. Więcej — zagrożenie niesione jest od Krakowa, od Górnego Śląska, w postaci nieprzerwanego potęgującego się z latami ła zanieczyszczeń powietrza. Toteż wydaje się, że w imię wszystkich dotąd omawianych wartości: wartości zdrowia ludzkiego, wartości bogactwa przyrody, kruchości i szczupłości zachowanych zabytków — wyzwolić trzeba dążenie do obniżania stopnia wszelkich, gdziekolwiek one powstają, zagrożeń, by świat człowieka, świat przyrody mógł trwać i rozwijać się bezpiecznie, także w tym rejonie, gdzie San do Wisły domierza.

# Urbanizacja a klimat

(Na przykładzie aglomeracji krakowskiej)

Nienotowany wcześniej gwałtowny rozwój miast, datujący się od lat pięćdziesiątych obecnego stulecia, spowodowany został przyrostem naturalnym ludności i migracją z obszarów wiejskich. W latach 1930—1975 ludność świata wzrosła dwukrotnie, tj. z 2 do 4 miliardów, a prognozy na rok 2025 szacują dalszy wzrost ludności do 8 miliardów. Ponad 5 milionów ludności liczyło w 1950 r. 7 miast świata, a w roku 1984 aż 34 (Fox, 1984).

Żywiotowy rozwój miast okazał się wysoce szkodliwy dla zasobów środowiska, które zamiast służyć człowiekowi zostało przez niego przekształcone i zdegradowane. Dotyczy to głównie zasobów wodnych, zanieczyszczenia powietrza i gleby.

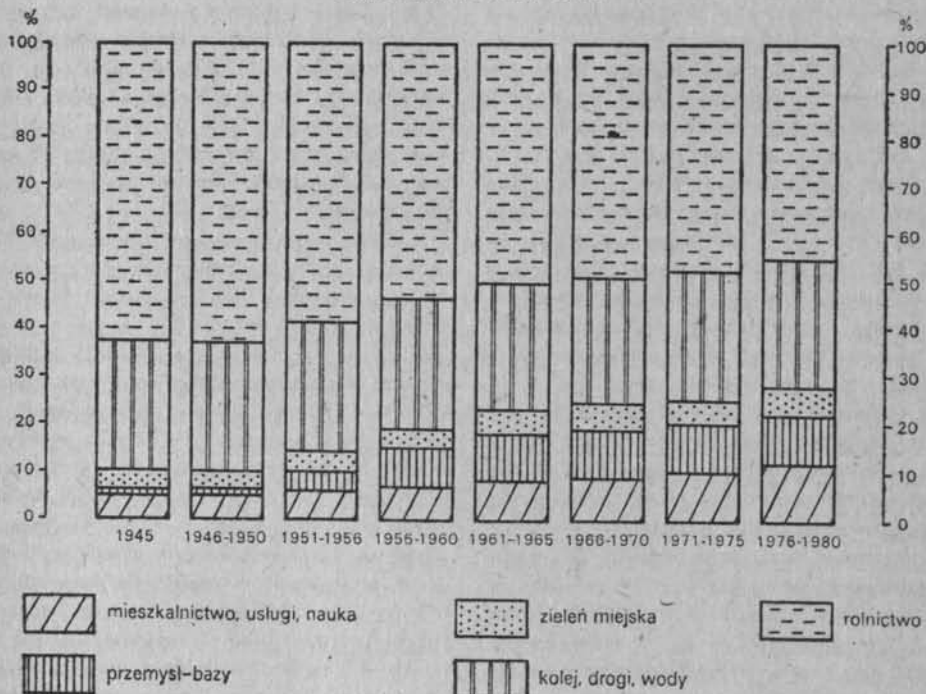
W wielu rejonach świata powyższy stan określa się już mianem katastrofy ekologicznej.

Meksyk (Mexico-City), drugie co do wielkości miasto świata po Tokio, liczy obecnie ok. 16 milionów ludności i nazywane jest nie metropolią, a megapolią. W wyniku ogromnego zanieczyszczenia powietrza, głównie przez spaliny samochodowe, uzyskało drugą nazwę — smogopolia. Obie te nazwy nie są podstawą do dumy dla mieszkańców wielkich metropolii, a raczej powodem do zadumy i troski o ich przyszłość.

W Polsce nie mamy do czynienia ze zjawiskami migracji ludności do miast na taką skalę. Niemniej w okresie po 1945 r. nastąpił poważny rozwój

## STRUKTURA UŻYTKOWANIA ZIEMI (%%) W OBRĘBIE MIASTA KRAKOWA

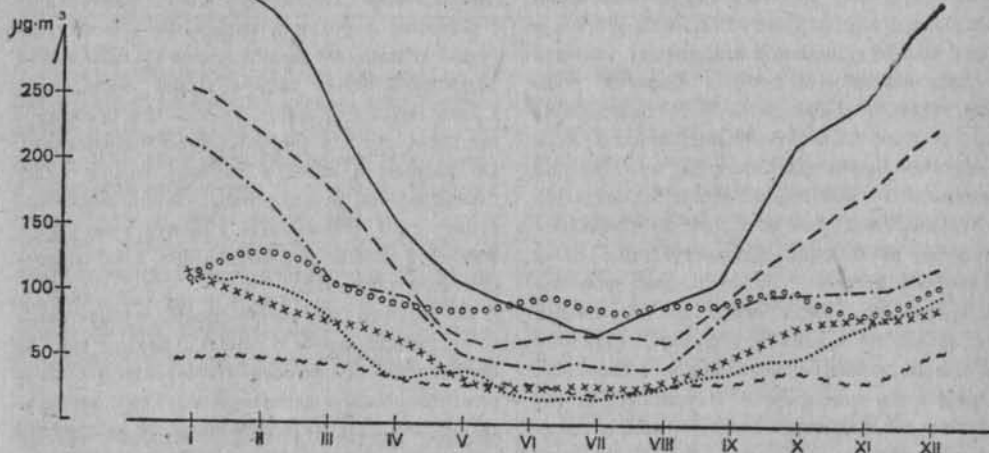
OKRES BADAŃ 1945—1980



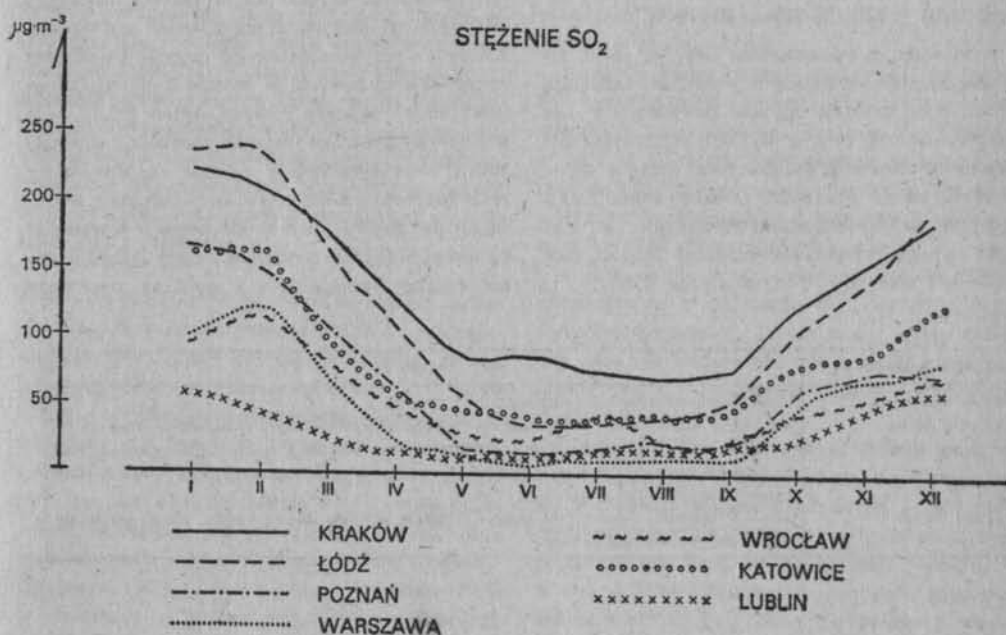
# ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA (STĘŻENIE SO<sub>2</sub> I PYŁU) W WYBRANYCH AGLOMERACJACH MIEJSKICH

OKRES BADAŃ 1976-1980r.

## STĘŻENIE PYŁU



## STĘŻENIE SO<sub>2</sub>



—————	KRAKÓW	- - - - -	WROCLAW
- - - - -	ŁÓDŹ	o o o o o	KATOWICE
- · - · -	POZNAŃ	x x x x x	LUBLIN
· · · · ·	WARSZAWA		

miast, spowodowany głównie przemysłowieniem kraju. Rozwój ten doprowadził do dwukrotnego wzrostu większości miast w Dolacie, a w przypadku aglomeracji krakowskiej nawet do trzykrotnego. Wraz ze wzrostem ludnościowym następowała zmiana sposobu użytkowania ziemi, czyli przekształcanie powierzchni naturalnych w sztuczne. Analizując zmiany struktury użytkowania ziemi i zachodzące między tymi strukturami proporcje na przykładzie aglomeracji krakowskiej, zauważa się stałą tendencję wzrostową obszarów przekształconych, a ubytek powierzchni naturalnych, zajętych przez rolnictwo. W miejsce utraconych powierzchni zieleni naturalnej, nie wprowadzono odpowiednich powierzchni zieleni miejskiej. W Krakowie, wskaźnik  $m^2$  zieleni na mieszkańca wynosi  $9,5 m^2/M$  i jest blisko trzykrotnie niższy od średniej krajowej. Zieleni miejska powinna być odpowiednio ukształtowana, tak aby można było uzyskać nie tylko efekty regulacji  $CO_2$  i  $O_2$  w atmosferze miasta i wzbogacenia jej o fitoncydy, tj. specyficzne substancje o charakterze leczniczym, lecz też ciągi przewietrzające miasto, i pasy tłumiące hałas.

## Ochrona atmosfery miasta

Wychodząc z założenia, że związki, jakie zachodzą między atmosferą a podłożem, kształtują klimat przyziemnych warstw powietrza, a ten odgrywa istotną rolę w dyfuzji zanieczyszczeń. uznano za celowe przedstawienie wpływu topografii na jakość powietrza. Oddziaływanie (czyli efekt) topografii na stosunki anemologiczne i warunki dyfuzyj przedstawia poniższa tablica (wg maloney i Spelglera, 1975, za Lyons, 1984).

odpowiada efektom wynikającym z oddziaływania głębokiej doliny. W Krakowie przeważają wiatry o kierunkach: wschód — zachód, związane z osią podłużną doliny Wisły o znacznej częstotliwości i słabych wiatrów (50% pomiarów).

Do atmosfery miasta emitowane są zanieczyszczenia gazowe, pyłowe, ciepło i para wodna. Zanieczyszczenie atmosfery stanowi bezpośrednie i pośrednie zagrożenie środowiska atmosferycznego i klimatu. Do bezpośrednich skutków zanieczyszczenia należy zmiana składu chemicznego i stanu fizycznego atmosfery, a w tym bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia, i życia biologicznego. Do pośrednich skutków zaliczyć można: straty ustępcznienia, w tym promieniowania ultrafioletowego (uv), powstawanie i rozwój wysp ciepła, wilgoci, osłabienie prędkości wiatru i wzrost opadów atmosferycznych.

Ze względu na powszechność występowania w atmosferze miasta dwutlenku siarki i pyłu są one przyjmowane do oceny stanu zanieczyszczenia powietrza. Najwyższe stężenia  $SO_2$  i pyłu występują z reguły zimą, najniższe latem. W aglomeracji krakowskiej stężenie  $SO_2$  w półroczu chłodnym jest dwukrotnie wyższe niż w półroczu ciepłym. W innych aglomeracjach ten stosunek jest wyższy. Zależy on przypuszczalnie od proporcji wielkości emisji przemysłowych w stosunku do globalnej ilości emisji. Roczny rozkład stężeń  $SO_2$  i pyłu jest typowy dla miast i wynika zarówno z większej emisji zanieczyszczeń w okresie chłodnej pory roku (ogrzewanie dla celów komunalnych) w stosunku do cieplej, jak i z odmiennych warunków pionowej wymiany powietrza zimą i latem. Średnie roczne stężenia  $SO_2$  i pyłu są najwyższe

Topografia	Efekt
teren wyniesiony	wzrost prędkości wiatru (i wentylacji)
głęboka dolina	wiatr wieje wzdłuż doliny (efekt tunelowy)
region pofalowany	wysoka koncentracja zanieczyszczeń (powietrza)
	wzrost turbulencji przy umiarkowanych i silnych wiatrach, niska koncentracja zanieczyszczeń, akumulacja zanieczyszczeń w zagłębieniach terenowych, podczas nocy w warunkach ciszy (pogody radiacyjnej)
obszar wodny	wzrost wilgotności, tworzenie się mgły. Cyrkulacja bryzowa lądowo-morska, wzrost parowania w warunkach słonecznej pogody

Położenie Krakowa w stosunkowo wąskiej i głębokiej dolinie rzeki Wisły i na jej płaskich tarasach, ograniczonych skłonami dwóch dużych jednostek morfologicznych. Wyżyny Krakowskiej od północy i Pogórza Karpackiego od południa,

w centrum miasta i maleją w kierunku peryferii. Rozkład ten może być zaburzony, w zależności od lokalizacji uciążliwego przemysłu.

Emisje i stężenia dwutlenku siarki w wybranych miastach Polski przedstawia poniższa tablica.

Miasto	Emisja SO <sub>2</sub> Mg · t <sup>-1</sup> · km <sup>2</sup>	Stężenie SO <sub>2</sub> $\frac{\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}}{\text{x}}$	$\frac{\text{pora chłodna}}{\text{pora ciepła}}$
Poznań	5,3	62	5,7
Lublin	8,9	29	4,5
Wrocław	11,3	53	2,5
Warszawa	35,2	49	6,7
Łódź	55,8	116	4,5
Kraków	75,4	130	2,1
Katowice	169,8	103	3,3

Miasta usytuowano według wielkości emisji przypadającej na km<sup>2</sup> powierzchni województwa. Stężenia SO<sub>2</sub> pochodzą z pomiarów w centrum miasta, stąd mogą zachodzić pewne rozbieżności, wynikające z zanizienia emisji w stosunku do stężeń SO<sub>2</sub>. Mimo to zauważa się zależność między wzrostem stężeń SO<sub>2</sub> w powietrzu a wielkością emisji zanieczyszczeń. Wyższe stężenie SO<sub>2</sub> w centrum Krakowa niż w Katowicach, w stosunku do emisji, wynika przypuszczalnie z napływu zanieczyszczeń z rejonu Śląska w kierunku Krakowa.

### Skutki klimatyczne rozwoju miasta

Klimat lokalny miasta jest wypadkową cech klimatu naturalnego, zanieczyszczenia atmosfery przez gazy, pyły, ciepło i parę wodną oraz przekształcenia podłoża. W wyniku powyższych przekształceń powstaje swoisty klimat miasta, charakteryzujący się powstaniem wysp ciepła, zmianą pola wiatru, wilgotności powietrza i opadów atmosferycznych. Do szczególnie uciążliwych należy zanieczyszczenie powietrza i wynikające z tego faktu straty usłonecznienia.

Wyspy ciepła powstają w wyniku ogrzania dolnych warstw atmosfery wskutek pochłaniania znacznych ilości energii promienistej słońca przez sztuczne podłoże oraz emisji sztucznego ciepła ze źródeł energetycznych, komunalnych i transportu. Częstość pojawiania się wysp ciepła i ich natężenia zależą od stopnia przekształcenia podłoża. Nad centrum miasta wyspa ciepła pojawia się najczęściej. Np. w Krakowie, nad centralną częścią miasta, wyspa ciepła pojawia się z częstością ponad 90% nocy i spada do około 70% w osiedlach o luźnej zabudowie, położonych na peryferiach miasta. Natężenie wysp ciepła wiąże się ze stopniem zainwestowania terenu, porą doby i warunkami pogodowymi. Wysoka intensywność wyspy ciepła wiąże się z pogodą typu radiacyjnego, odznaczającą się niewielkim zachmurze-

niem, słabym wiatrem i silnym nocnym spadkiem temperatury powietrza w terenach pozamiejskich. Trwałe zjawisko wysp ciepła przyczynia się do złagodzenia reżimu termicznego i bodźcowości bioklimatycznej miasta. Przejawia się ono zmniejszaniem amplitud temperatur powietrza (różnic między najwyższą i najniższą temperaturą powietrza), a w następstwie zmianą termicznych pór roku. Dla wyjaśnienia należy podać, że termiczne pory roku określane są w meteorologii jako liczba dni o temperaturze równej i wyższej od pewnego proggu termicznego.

Zimą określa próg termiczny < 0°C

Lato określa próg termiczny > 15°C

W stosunku do wartości tła pozamiejskiego, lato w centrum Krakowa trwa średnio o 25 dni dłużej, a zima o 23 dni krócej.

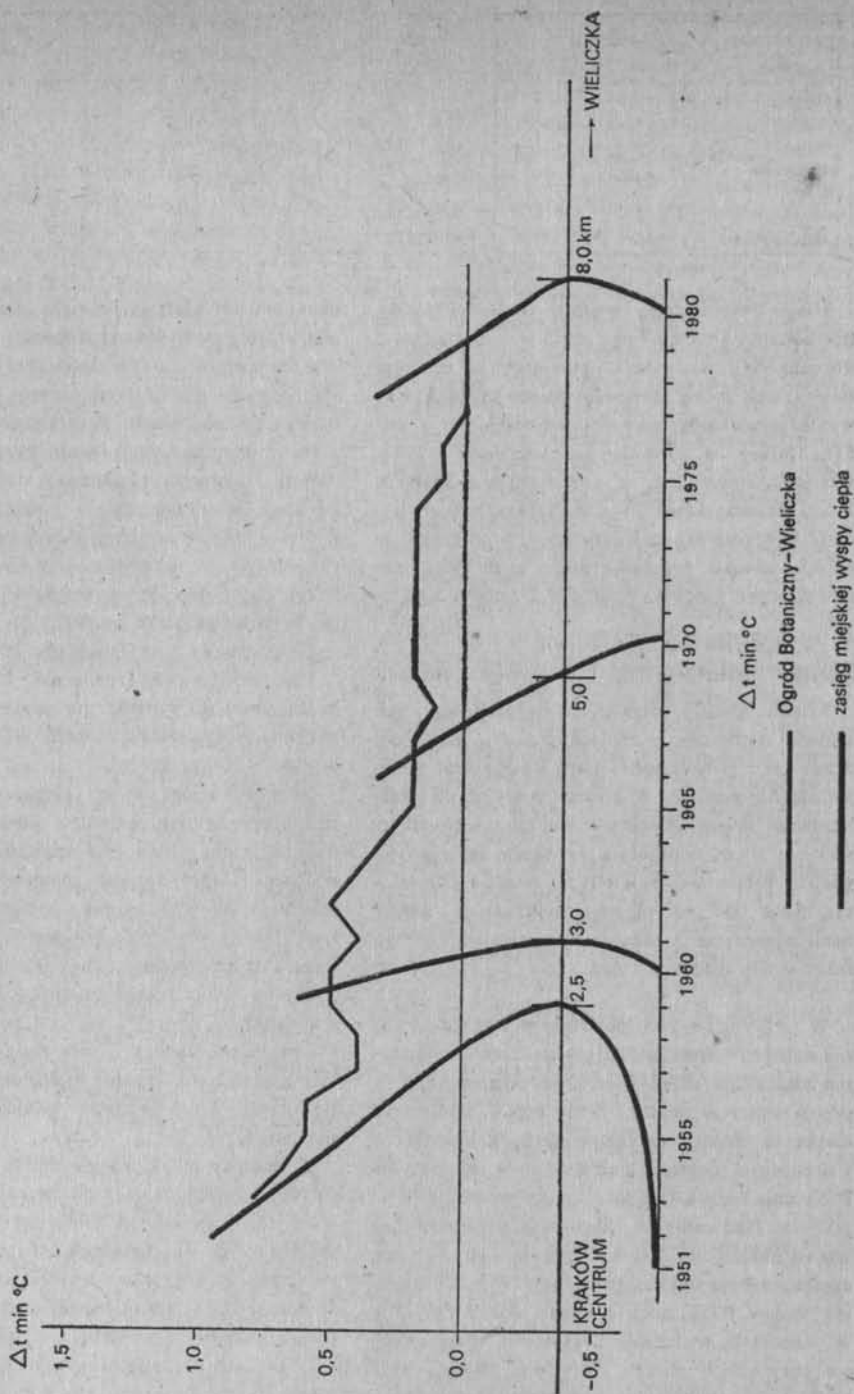
Pionowy zasięg wyspy ciepła określa pułap, w którego obrębie zachodzą pionowe ruchy powietrza w atmosferze nad miastem. Warstwa powietrza, w której zachodzi pionowa wymiana powietrza, nazywa się warstwą mieszania. Wysokość i jej przestrzeń decydują o warunkach rozprzeszczenia się zanieczyszczeń powietrza.

Wyspa ciepła osiąga pułap od 200 do 500 m (przeciętnie), w zależności od pory roku, doby i sytuacji pogodowej. Latem zasięg wyspy ciepła jest znacznie wyższy niż zimą, dzięki konwekcji termicznej, która wyzwala pionowe ruchy mas powietrza.

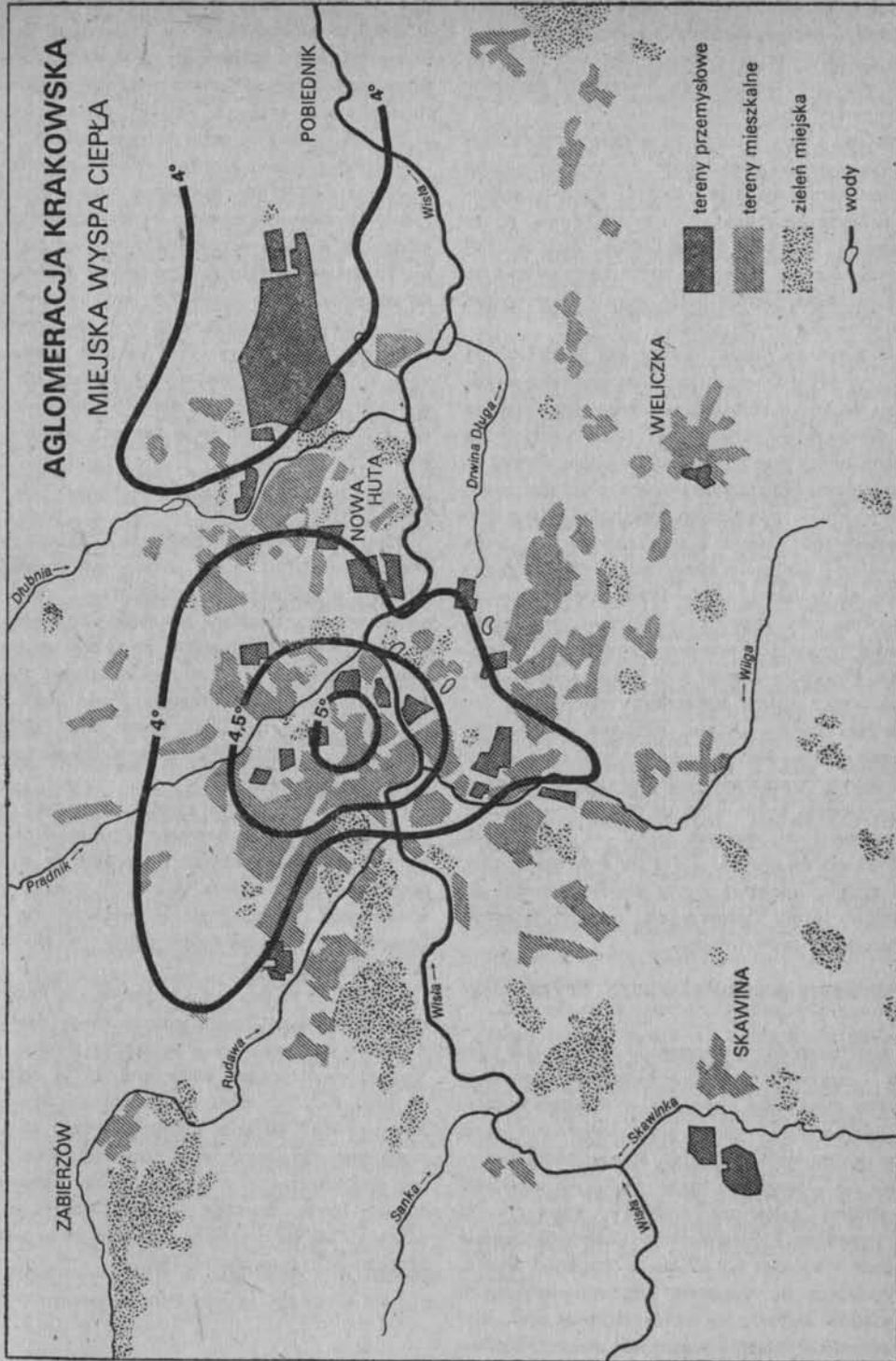
Termiczna struktura powietrza nad miastem nie jest jednorodna, lecz odznacza się występowaniem zarówno warstw cieplejszych i chłodniejszych od otoczenia. Badania struktury termicznej powietrza nad Krakowem ujawniały ponadto, że w dolnej 200—300 metrowej warstwie powietrza można wyróżnić dwa poziomy ciepłejsze: pierwszy na wysokości około 50 m nad podłożem — nazwano go warstwą dachową, i drugi na wysokości około 200—300 m — nazwano go warstwą kominową. Te ciepłejsze warstwy powietrza związane są przypuszczalnie: pierwsza z emisją ciepła z pa-

# ŚREDNIE KONSEKUTYWNE 5-LETNIE RÓŻNICE TEMPERATURY MINIMALNEJ POWIETRZA

OKRES BADAŃ 1951-1981



# AGLOMERACJA KRAKOWSKA MIEJSKA WYSPA CIEPŁA



- tereny przemysłowe
- tereny mieszkalne
- zieleni miejska
- wody

lenisk domowych i niskich kominów oraz ciepła energii słonecznej akumulowanej przez powierzchnię dachów, druga z emisją ciepła z kominów elektrowni, elektrociepłowni i wysokich kominów przemysłowych.

Można zatem przyjąć, że w związku z działalnością człowieka następuje zasadnicza zmiana reżimu termicznego przyziemnej warstwy powietrza. Szczególnie daje się to zaobserwować w odniesieniu do obszarów wklęsłych, nad którymi często tworzą się inwersje temperatury powietrza. Wyspa ciepła podnosi pułap warstwy inwersyjnej lub prowadzi do jej zaniku.

W ostatnich latach wzbogacono wyniki badań wysp ciepła o dokumentację kartograficzną wykonaną techniką obrazowania termalnego podłoża w podczerwieni. Dzięki tym materiałom można ocenić zasięg przestrzenny wyspy ciepła w związku z zabudową i zainwestowaniem powierzchni ziemi. Na podstawie powyższych zależności odwzorowano hipotetyczne zasięgi przestrzenne wysp ciepła w okresie silnego rozwoju aglomeracji krakowskiej, tj. w latach 1945—1980. Stwierdzono, że podobnie do rozwoju przestrzennego miasta, wzrósł obszar podwyższonej temperatury powietrza. Powyższe wnioski potwierdzono na podstawie zaniku różnic temperatury minimalnej powietrza między centrum Krakowa a obszarem zewnętrznym. Na załączonym wykresie na osi odciętych zaznaczono kolejne zasięgi miejskiej wyspy ciepła w km, a na osi rzędnych — różnice temperatur minimalnych w °C w tych samych odciwkach czasowych. Z analizy wykresu wynika, że rozwój miejskiej wyspy ciepła prowadzi do zaniku różnic termicznych między miastem, a obszarem zewnętrznym.

### Oslabienie prędkości wiatru, bryza miejska

Niejednorodna powierzchnia zabudowana miasta i zmienna wysokość budynków powodują wzrost szorstkości i oporu, a w następstwie osłabienie prędkości wiatru przy powierzchni ziemi i w profilu wysokościowym. Równocześnie obserwuje się odosobnione tereny, w których na skutek tunelowej zabudowy następuje konwergencja strug powietrza i zjawisko hiperwentylacji. Ogólnie jednak stwierdza się osłabienie prędkości wiatru, wyrażające się wzrostem cisz atmosferycznych i wiatrów słabych, na niekorzyść większych jego prędkości. Osłabienie wiatru nad centrum Krakowa wynosi średnio 30%, a w zabudowie osiedlo-

wej od 15 do 20% w stosunku do prędkości w obszarze pozamiejskim, co wskazuje z jednej strony na niekwestionowany wpływ miasta na ograniczenie prędkości wiatru, jak i na możliwość podejmowania realnych działań planistycznych w kierunku poprawy przewietrzania miasta.

W obrębie miasta powstaje lokalna cyrkulacja powietrza typu bryzy. Nagrzanie miasta w dzień i powolne oddawanie ciepła nocą wywołuje między miastem a terenem pozamiejskim różnicę ciśnień, a w konsekwencji słaby ruch powietrza skierowany do wnętrza, gdzie powietrze zostaje ogrzane i przemieszcza się wwyż, skąd odplywa w postaci antybryzy. Dośrodkowy układ wiatrów powoduje napływ powietrza z obszarów pozamiejskich — do centrum. Gdy przemysł zlokalizowany jest na obrzeżu miasta, bryza niesie zanieczyszczone powietrze do centrum.

### Straty usłonecznienia

Dopływ energii promieniowania Słońca do powierzchni Ziemi zależy głównie od wysokości Słońca i przejrzystości atmosfery. Z piśmiennictwa wynika, że straty promieniowania Słońca na skutek zanieczyszczenia powietrza osiągają znaczne wartości. W Górnośląskim Okręgu Przemysłowym osłabienie promieniowania dochodzi do 30%. Landsberg (1970) ocenia straty globalnej radiacji na 15—20%, a zmniejszenie czasu usłonecznienia na 5—15%.

Dla Krakowa określono związek strat promieniowania Słońca z zanieczyszczeniem pyłowym atmosfery i prędkością wiatru. Wykazano, że straty promieniowania wyższe od 20% występują w okresach małych prędkości wiatru i dużych koncentracji zanieczyszczeń pyłowych (Lewińska, Rutkowski, 1980).

Spośród 60 miejscowości w Polsce, dla których określono trendy usłonecznienia rocznego, Kraków wyróżnia się bardzo silną tendencją ujemną, co oznacza ciągły spadek usłonecznienia. W okresie od 1951 do 1980 straty usłonecznienia wyniosły średnio ponad 60 min. dziennie. Uważa się, że nadmierne zanieczyszczenie atmosfery Krakowa jest przypuszczalnie przyczyną spadku usłonecznienia. Nagły, znaczny spadek usłonecznienia zaznaczył się po uruchomieniu kombinatu metalurgicznego. (Kuczmarski, 1982)

Krażenie pary wodnej w środowisku jest ważnym ogniwem w transporcie i rozprzestrzenianiu się ciepła. Z badań prowadzonych w różnych miastach świata wynika, że wilgotność powietrza w obszarach miejsko-przemysłowych zależy od strumienia ciepła z procesów gospodarczych, szorstkości podłoża, parowania, zmiany bilansu cieplnego i topografii. Wilgotność powietrza może być wyrażona m.in., następującymi wskaźnikami:

- jako stosunek procentowy wilgotności zawartej aktualnie w powietrzu do wilgotności w warunkach pełnego nasycenia powietrza parą wodną,
- jako ciśnienie pary wodnej w mm Hg lub hPa,
- jako wilgotność bezwzględna w  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,
- jako wilgotność właściwa w  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Wprowadzenie to było konieczne, aby zorientować czytelników co do możliwości zastosowania różnych/wskaźników i wynikającej z tego faktu różnej interpretacji zjawiska.

Zawartość pary wodnej w atmosferze zależy od temperatury powietrza. Im temperatura powietrza jest wyższa, tym dana objętość powietrza może zawierać większą ilość pary wodnej. Pamiętając, że temperatura powietrza w mieście jest przeważająco wyższa niż w obszarze pozamiejskim, stwierdza się, że zarówno ciśnienie pary wodnej, jak i wilgotność bezwzględna są w mieście nieco wyższe. Odnośnie wilgotności bezwzględnej powietrza wykazano, że jest ona wyższa od 0,1 do 0,3  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Można zatem przyjąć, że atmosfera miasta zawiera więcej pary wodnej niż obszar pozamiejski.

W literaturze przeważa jednak pogląd, oparty na pomiarach wilgotności względnej ( $w\%$ ), że jest ona niższa w mieście niż w terenie pozamiejskim. Stąd rozpowszechnił się pogląd o niższej wilgotności powietrza w mieście. Różnice wilgotności powietrza między miastem, a terenem pozamiejskim są większe latem niż zimą. Np. w Stuttgarcie wilgotność względna jest niższa w mieście o ok. 6–7%, w Tokio zimą wilgotność względna jest niższa o ok. 3%, w lecie o ok. 10%. W centrum Krakowa wilgotność względna jest niższa o ok. 1 do 3%, natomiast wilgotność bezwzględna jest wyższa o ok. 0,10 do 0,20  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , a ciśnienie pary wodnej również wyższe od 0,2 do 0,4 hPa.

Od wielu już lat trwają dyskusje na temat wpływu miasta na wzrost opadów atmosferycznych. Na podstawie 10-letnich pomiarów prowadzonych w Krakowie stwierdzono wzrost opadów nad centralną i przemysłową częścią miasta, równy 25% sumy opadów na obszarze pozamiejskim. Wyniki badań z Paryża, St. Louis i Chicago (Lee, 1984) również wskazują na wpływ miasta na wzrost opadów atmosferycznych. Obok stałej tendencji wzrostowej opadów nad miastem, obserwowane są opady atmosferyczne nad częścią miasta, nie związane z ogólną sytuacją meteorologiczną, a zatem wskazujące na rolę czynników antropogennych (Harlfinger, Jaeneke, 1978).

Powyższe fakty wskazują, że miasto poprzez osłabienie prędkości wiatru, podwyższenie temperatury powietrza, emisję pary wodnej i zanieczyszczenie powietrza, stwarza warunki do wzmożonej kondensacji pary wodnej i opadów atmosferycznych. Zanieczyszczenie powietrza przez aerozol i pył powoduje, że w atmosferze miasta i nad ośrodkami przemysłowymi znajdują się znaczne ilości jąder kondensacji, stanowiących ośrodki, wokół których skupiają się maleńkie kropelki wody, aby po osiągnięciu wielkości ok. 0,5 mm średnicy, wystąpił opad atmosferyczny.

Do niezmiernie ważnych skutków, wynikających z opadów atmosferycznych należy zaliczyć wymywanie zanieczyszczeń z atmosfery. Z doniesień w literaturze wynika, że w godzinę po opadzie atmosferycznym powietrze zawiera tylko 28% stężeń pyłu i 26% stężeń  $\text{SO}_2$  w stosunku do stężeń średnich. Po dwunastu godzinach od zakończenia opadu, stężenia zanieczyszczeń są ponownie wysokie.

Prowadzone w aglomeracji krakowskiej pomiary zawartości siarczanów w opadach atmosferycznych wskazują że największe stężenia zanieczyszczeń występują przy najniższych opadach. W miarę wzrostu natężenia opadu atmosferycznego, koncentracja zanieczyszczeń maleje. Ilość siarki dostającej się do podłoża i zanieczyszczającej środowisko (wodę, glebę, roślinność) w wyniku opadów atmosferycznych w aglomeracji krakowskiej wynosi 2,61  $\text{Mg S km}^{-2} \text{ r}^{-1}$  (Kasina, 1981).

Przedstawione tu zmiany klimatu lokalnego pod wpływem urbanizacji i uprzemysłowienia można ująć następująco:

- zmiany klimatu lokalnego i ich natężenie są związane z topografią; najbardziej niekorzystne zmiany występują w obszarach głębokich dolin;
- zmiany klimatu lokalnego wynikają z przekształcenia podłoża (zabudowy), emisji zanieczyszczeń, ciepła i pary wodnej. Skutki klimatyczne urbanizacji dotyczą:
- powstania wysp ciepła, tj. obszarów podwyższo-

nej temperatury powietrza i związanej z nimi cyrkulacji bryzowej;

- tworzenia wysp wilgoci, tj. obszarów podwyższonej zawartości pary wodnej w powietrzu;
- osłabienia prędkości wiatru w wyniku zabudowy i zmiennej wysokości budynków i innych przegród terenowych;
- strat promieniowania, a w tym promieniowania ultrafioletowego oraz strat ustępcznienia;
- wzrostu opadów atmosferycznych nad obszarem aglomeracji, a pośrednio zanieczyszczenia środowiska w wyniku wymywania zanieczyszczeń z atmosfery.

## LITERATURA

- Robert W. Fox, *World's urban explosion*. Nat. Geographic vol. 166. no.2, 1984
- O. Harlfinger, M. Jaeneke, *Schneefall durch Industrieemissionen?* Umwelt, nr 6, 1978
- S. Kasina, *Procesy przemieszczania, transformacji i usuwania związków siarki z atmosfery*. Instytut Kształtowania Środowiska, Kraków 1981
- M. Kuczmarowski, *Ustępcznienie i zachmurzenie w Krakowie*. „Przegl. Geofiz.” R. XXVII z. 3—4, 1982
- H.E. Landsberg, *Climates and urban planning*. WMO Techn. Note No 108, 1970
- Derek O. Lee, *Urban climates*, Progr. Physical Geography, vol. 8 No 1, 1984
- J. Lewińska, D. Rutkowski, *Wpływ zanieczyszczenia atmosfery na straty promieniowania Słońca*, PAN, Oddział w Krakowie, 1980, Prace Komisji Górniczo-Geodezyjnej, Geodezja 28
- J. Lewińska i in., *Wpływ miasta na klimat lokalny (na przykładzie aglomeracji krakowskiej)* Instytut Kształtowania Środowiska, Kraków, 1982
- J. Lewińska, *Określenie uwarunkowań środowiska przyrodniczego dla krytycznej wielkości miasta*. Maszynopis w archiwum IKŚ, Kraków 1983
- T.J. Lyons, *Climatic factors in the siting of new towns and specialized urban facilities*. WMO Technical Conf. on Urban Climatology. Mexico D.F. Nov. 1984