

Wojciech Owczarzak, Andrzej Mocek

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu

WPLYW OPADÓW ATMOSPHERYCZNYCH NA GOSPODARKE WODNA GLEB AUTOGENICZNYCH PRZYLEGŁYCH DO ODKRYWEK KOPALNI WĘGLA BRUNATNEGO

EFFECT OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON WATER REGIME OF AUTOGENIC SOILS ADJACENT TO LIGNITE OPENCAST MINES

Słowa kluczowe: opady, reżim wodny gleby, gleby autogeniczne, kopalnie odkrywkowe.

Streszczenie: W pracy przedstawiono wpływ opadów atmosferycznych na stan uwilgotnienia gleb autogenicznych, usytuowanych w sąsiedztwie wyrobisk kopalni węgla brunatnego. Przeanalizowano ten problem na przestrzeni ponad 35 lat, uwzględniając zarówno ilość i rozkład opadów w skali roku, jak i w okresie wegetacyjnym. Dowiedziono, iż głównym źródłem wody decydującym o wysokości plonów roślin w glebach o typie gospodarki opadowo-wodnej są opady atmosferyczne, gdyż poziom zalegania zwierciadła wód gruntowych w tych utworach znajduje się na ogół poniżej profilu glebowego. Tym samym obecność wyrobisk kopalnianych nie powoduje obniżki plonowania roślin na tego typu glebach.

Key words: precipitation, soil water regime, autogenic soils, opencast mining.

Summary: The paper presents the influence of atmospheric precipitation on the state of moisture content of autogenic soils situated in the neighbourhood of lignite opencast workings. The problem was analysed within the span of 35 years taking into account both the amount and distribution of precipitation throughout the year as well as during the vegetation season. It was demonstrated that atmospheric precipitation was the main source of water influencing the harvest of crop plants in the case of soils characterised by the precipitation-water type of regime, as the level of ground water table in those formations was, as a rule, below the soil profile. Therefore, it can be said that the presence of opencast workings does not lead to declines of plant crops on those types of soils.

WSTĘP

Z eksploatacją odkrywkową surowców nieuchronnie związane jest przeobrażenie środowiska geograficznego, szczególnie stosunków wodnych, a więc zarówno zmiany układu wód powierzchniowych, jak i podziemnych [Kaniewski, 1991]. Przyczynia się

do tego także kopalnictwo odkrywkowe węgla brunatnego. Dotyczy to przede wszystkim zmian geomechanicznych i hydrologicznych w wierzchniej warstwie litosfery. Zmiany reżimu wodnego w nadkładzie nie muszą jednak zawsze wywierać negatywnych skutków w uwilgotnieniu gleb, stanowiących miąższość zaledwie 1-2 m w wierzchniej warstwie skorupy ziemskiej. Zjawiska takie występują głównie w tych terenach, w których rolnicy obserwowali w przeszłości lustro wód studziennych poniżej 3-4 m od powierzchni gleb. Woda ta nie wpływała bowiem nigdy na produkcję rolniczą, gdyż znajdowała się zdecydowanie poza zasięgiem możliwym do wykorzystania przez systemy korzeniowe większości roślin uprawnych.

Problemy wpływu kopalnictwa odkrywkowego węgla brunatnego na stan uwilgotnienia gleb przyległych do wyrobisk kopalnianych były wielokrotnie prezentowane na różnych konferencjach. Powstało wiele publikacji naukowych i opracowań monograficznych poświęconych przekształceniom hydrologicznym zachodzącym w nadkładzie przykrywającym kopalinę [Praca zbiorowa..., 1991; Owczarzak i in., 1998; Mocek i in., 1998; Rząsa i in., 1999]. Temat ten wielokrotnie był także omawiany i wyjaśniany podczas licznych rozpraw sądowych w Koninie przez pracowników naukowych z dziedziny nauk rolniczych, głównie z zakresu gleboznawstwa z takich ośrodków w kraju, jak Akademii Rolniczych w Poznaniu i Wrocławiu, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Instytut Ochrony Środowiska oraz Politechnika Warszawska.

Wobec jednak stale istniejących wątpliwości licznej rzeszy rolników, odnośnie reżimów wodnych spotykanych w glebach przyległych do wyrobisk i ich roli w plonowaniu roślin, celem niniejszej pracy jest poddanie szczegółowej analizie wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych w wieloletniu, a także w wybranych okresach rocznych i wegetacyjnych, na możliwości retencjonowania wody w utworach glebowych, szczególnie w zasięgu ryzosfery roślin uprawnych.

OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Obiektem badań były gleby autogeniczne, zajmujące powierzchnię około 15 tys. ha, w pobliżu wyrobisk kopalnianych KWB KONIN. Należą one w większości do typu pływowych, w mniejszym stopniu do rdzawych i arenosoli. Gleby te wykształciły się głównie z glin zwałowych bądź piasków fluwioglacjalnych [PTG, 1989; Rząsa i in., 1999]. Mają one tzw. pozytywne położenie w rzeźbie terenu, zajmując obszary równin morenowych i lokalnych wyniesień [Krygowski, 1961]. Ze względu na perkolatywny ruch wody [Puchalski i Prusinkiewicz, 1975], gleby te charakteryzują się typową gospodarką opadowo-wodną, a więc ich reżim powietrzno-wodny zależy niemal wyłącznie od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych. Wśród tych utworów występują lokalnie, przeważnie w rynnowych obniżeniach, gleby semi- i hydrogeniczne, takie jak czarne ziemie, murszowe torfowe. Z racji swojego położenia wykazują one typ gospodarki wodnej przemiennej lub gruntowo-wodnej.

Analiza pokrywy glebowej badanego terenu na podstawie specjalistycznych badań gleboznawczych (179 profili i 923 wierceń glebowych) wykazała, że gleby o gospodarce opadowo-wodnej zajmują aż około 95% powierzchni [Mocek i Owczarzak,

1997]. Ze względu na zaleganie ustabilizowanego poziomu wód gruntowych w tych glebach na głębokości poniżej 2,0 m, najczęściej jednak w przedziale 3-5 m, utwory te nie ulegają degradacji odwodnieniowej pod wpływem działalności kopalnictwa odkrywkowego [Rzasa i in., 1999]. Tym samym ich reżim wodny, a zatem i zaopatrzenie roślin w wodę, zależy głównie od ilości opadów atmosferycznych. Wielkość uzyskiwanej biomasy determinowana jest w znacznym stopniu rozkładem opadów, szczególnie w okresie wegetacyjnym.

REZULTATY BADAŃ

Powszechnie wiadomo, że głównym źródłem wody glebowej – niezależnie od typu gospodarki wodnej – są opady atmosferyczne. Różnice w miesięcznych i rocznych opadach oraz ich przestrzennym zróżnicowaniu kształtują w znacznym stopniu plonowanie roślin. Dotyczy to przede wszystkim gleb o wspomnianej wcześniej gospodarce opadowo-wodnej (retencji opadowej), w mniejszym stopniu utworów z gospodarką przemienną (na wiosnę – gruntową, w okresie letnim – opadową).

Na podstawie obszernych danych meteorologicznych za okres 1967-2002 (35 lat) charakterystycznych dla rejonu odkrywek KWB Konin (Kazimierz, Państwów, Józwin i Lubstów), przeprowadzono szczegółową analizę zmienności opadów atmosferycznych zarówno w całym wieloleciu, jak również w wybranych, charakterystycznych okresach (rys. 1 i 2). Czasowe przedziały tych okresów wybrano nieprzypadkowo. Dotyczą one bowiem takich lat, które poprzedzały wykonywanie na tych obszarach w latach 60. i 70. ubiegłego stulecia badań gleboznawczych do celów klasyfikacji bonitacyjnej gleb lub hydrogeologicznych przed powstaniem wyrobisk kopalnianych. W analizie tej uwzględniono nie tylko ilość opadów w skali rocznej, ale również w okresach wegetacyjnych i retencji pozimowej. Bardzo istotnym jej elementem było umiejscowienie w czasie początku budowy wymienionych wyżej odkrywek i rozpoczęcia eksploatacji węgla (lata 1967-1997). Powstawanie bowiem wyrobisk kopalnianych – we wszystkich znanych nam przypadkach – wywoływało zawsze wśród rolników przekonanie o odwadnianiu terenów przyległych, a szczególnie o zabieraniu wody glebowej, produkcyjnej i związanej z tym obniżce plonowania roślin.

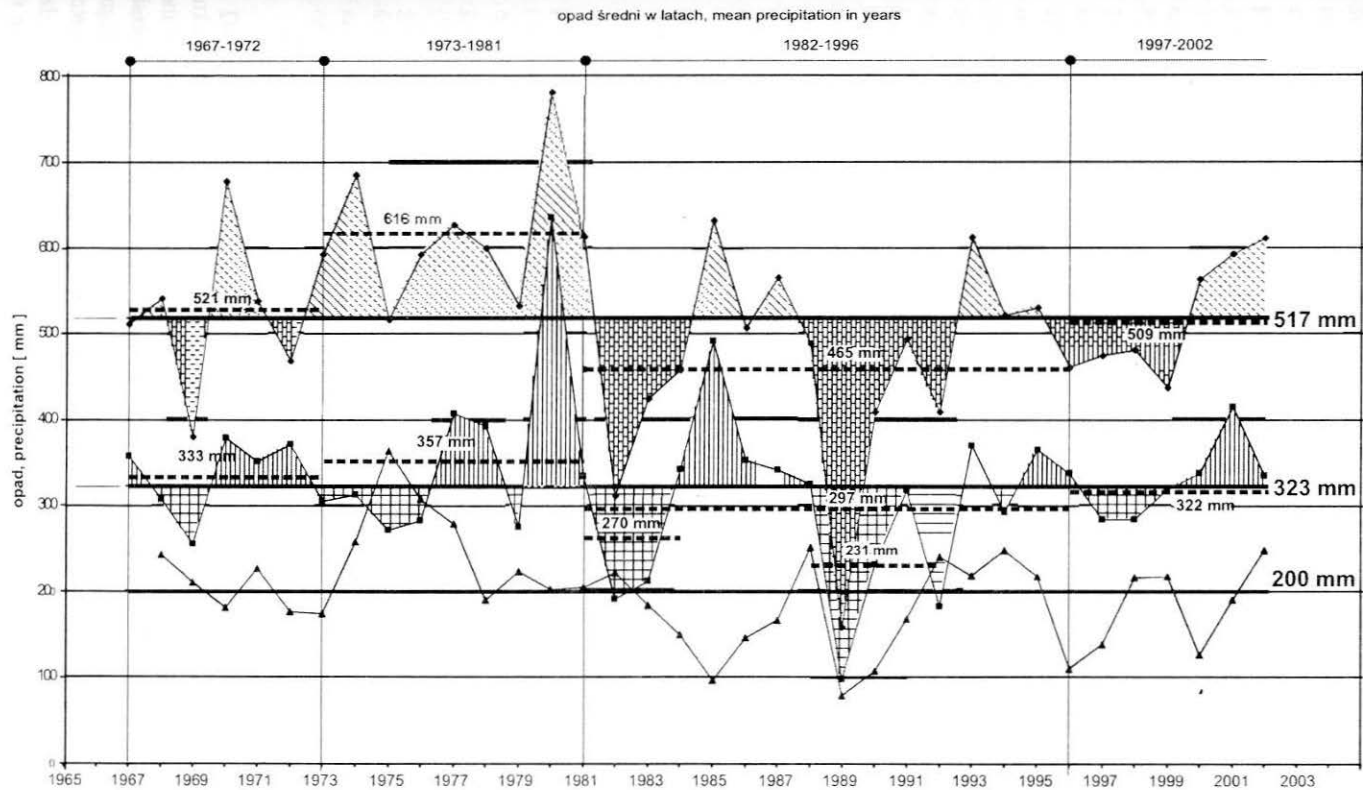
Zinterpretowane graficznie na rys. 1, 2 dane meteorologiczne, w powiązaniu z wymienionymi wyżej faktami, pozwalają na przeanalizowanie kilku kwestii i sformułowanie wynikających z nich wniosków.

W rejonach odkrywek KWB Konin i terenach do nich przyległych wielkość opadów atmosferycznych w analizowanych latach 1967-2002 wykazywała duże zróżnicowanie. W tym przedziale czasowym średnie sumy opadów atmosferycznych wynosiły: 517 mm – dla wielolecia, 323 mm – dla okresu wegetacyjnego, 200 mm – dla retencji pozimowej. Wartości te stanowią poziom odniesienia w dalszej analizie zmienności warunków atmosferycznych. W tym 35-letnim okresie można wyróżnić 4 przedziały czasowe, w których wystąpiły względnie wyrównane, aczkolwiek na różnym poziomie wysokości i rozkładu opady atmosferyczne (rys. 1).

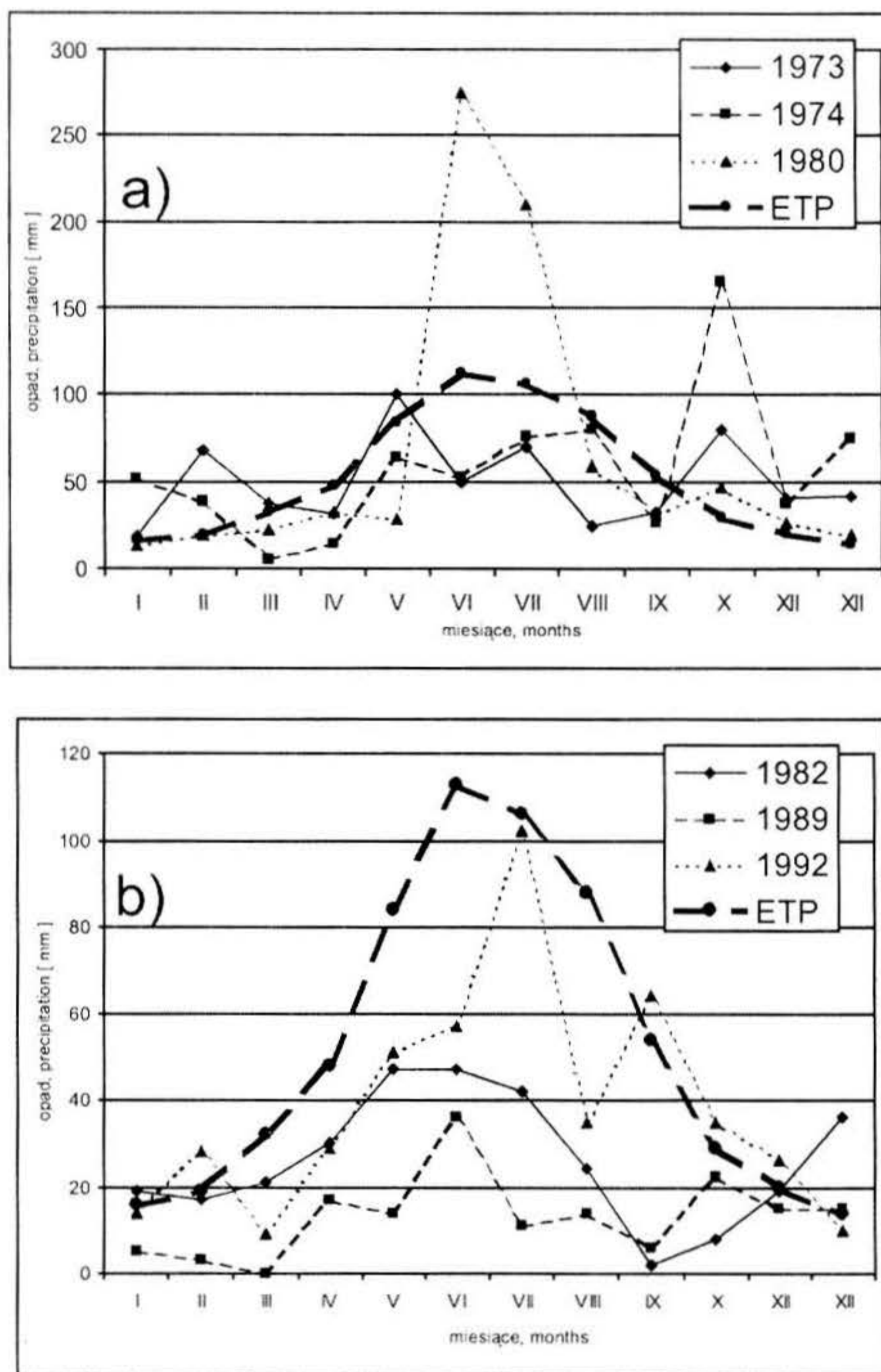
W pierwszym okresie (lata 1967-1972) średnie roczne sumy opadów były na poziomie 521 mm i nie odbiegały od średnich sum opadów z wielolecia – 517 mm. W

następującym po tym okresie 1973 roku prowadzono na badanym obiekcie prace gleboznawcze w ramach prac kartograficznych do wydania map glebowo-rolniczych w skali 1:5000. W trakcie badań terenowych, wykonywanych w październiku tegoż roku, w profilach glebowych zlokalizowanych w obrębie gruntów rolnych nie stwierdzono w zdecydowanej większości gleb autogenicznych występowania poziomy wód gruntowych. Stąd też klasyfikatorzy słusznie zaliczyli je do gleb IV kategorii stosunków wodno-powietrznych, a więc okresowo za suchych, nie wymagających melioracji. Mniejszy stan uwilgotnienia gleb w tym roku mógł wynikać z niższych opadów od średniej z tego okresu w sezonie wegetacyjnym, szczególnie w miesiącach od czerwca do września. W takich uwarunkowaniach wilgotnościowych gleb klasyfikatorzy musieli zaliczyć je do kompleksów zbożowych 6 i 7.

Okres drugi przypada na kolejnych 9 lat po 1972 roku. W przedziale lat 1973-1981 na analizowanym terenie wystąpiły opady znacznie wyższe od wartości średnich z wielolecia. Średnie sumy rocznych opadów w tym okresie kształtowały się na poziomie 616 mm i były o 95 mm wyższe od średnich sum opadów z wielolecia – 517 mm. Podobna tendencja zaznaczyła się w okresie wegetacyjnym: średnia 357 mm z tego okresu wobec 323 mm z wielolecia. Pod koniec omawianego przedziału lat, tj. w 1980 roku wystąpiły rekordowo wysokie opady – suma roczna osiągnęła wartość 781 mm. O tak wysokiej średniej zdecydowały przede wszystkim niespotykane dotychczas, jak również do chwili obecnej, bardzo wysokie opady w okresie wegetacyjnym: 275 mm w lipcu i 210 mm w sierpniu. Ten kilkuletni okres względnie dużych opadów mógł spowodować podniesienie się zwierciadła wód gruntowych na tym terenie, gdyż przypowierzchniowe warstwy gleb piaszczystych – charakteryzujące się niską pojemnością wodną – nie były zdolne zatrzymać tak znacznych ilości wody wolnej pochodzącej z opadów. Przy wysokim współczynniku infiltracji omawianych utworów glebowych, nadmiar dużych ilości wody grawitacyjnej bardzo szybko przemieszczał się w kierunku niżej położonych (0,8-2,0 m) słabo przepuszczalnych warstw utworów gliniastych, wysycając ich spiazczenia, a następnie tworząc płytko zalegające zwierciadło wód gruntowych pierwszego poziomu. Nadmiar wód gruntowych – wobec ogólnie wyrównanego terenu i braku otwartych cieków wodnych – nie mógł być szybko odprowadzony. Stąd też na początku lat 80. władze gminne podjęły decyzję o melioracji, najczęściej za pomocą drenowania niesystematycznego, znacznych powierzchni gruntów ornych i użytków zielonych. Złożone przez rolników wnioski o przeprowadzenie melioracji gruntów ornych w tym czasie wydają się całkiem słuszne z jeszcze jednego powodu. W tym bowiem okresie, a szczególnie w latach 1974-1977 wystąpiły także wysokie opady w okresach zimowych, co powodowało dalszą, znacznie wyższą (250-350 mm) od średniej z wielolecia (200 mm) retencję pozimową. Skutkiem tego mogły być bardzo płytko zalegające poziomy wód gruntowych na wiosnę, co mogło utrudniać, a nawet opóźniać terminowe wejście w pole z wiosennymi zabiegami agrotechnicznymi.



Rys. 1. Średnie roczne i za wybrane okresy sumy opadów atmosferycznych (wielolecie 1967-2002) dla stacji w Janowie (03.1967-06.1977), Goślavicach (07.1977-09.1977), Pątnowie (10.1977-12.1989), Kole (01.1990-12.1994) i Kleczewie (01.1995-12.2002)



Rys. 2. Zmienność opadów atmosferycznych w tzw. latach: a) wilgotnych (1973, 1974, 1980) i b) suchych (1982, 1989, 1992)

Po 1981 roku rozpoczął się trzeci okres, ważny szczególnie ze społecznego punktu widzenia, głównie w kwestii roszczeń o odszkodowania za szkody w plonach wywołane rzekomym kopalnianym odwodnieniem gruntów rolnych przylegających do wyrobisk kopalnianych, przede wszystkim odkrywki Lubstów. Rok 1982 jest początkiem eksploatacji węgla z tej odkrywki, ale też zapoczątkowuje długi, bo kilkunastoletni okres niekorzystnych dla rolnictwa warunków meteorologicznych. W okresie 15. lat (1982-1996) obserwuje się wyraźne obniżenie opadów atmosferycznych. Zaledwie w

czterech latach 1985, 1987, 1993 i 1995 sumy rocznych opadów były wyższe od średniej z wielolecia (517 mm). W tym okresie natomiast wystąpiły katastrofalnie niskie roczne opady na poziomie 312 mm (1982 r.) i 159 mm (1989 r.). Średnia roczna suma opadów za analizowany okres wynosiła zaledwie 465 mm i w stosunku do przedziału lat go poprzedzającego (okres II) była aż o 150 mm niższa. Szczególnie jednak dotkliwe dla rolnictwa były okresy wegetacyjne w latach 1981-1984 i 1988-1992, w których średnie sumy opadów wynosiły odpowiednio 270 i 231 mm, spadając nawet do 192 mm i 98 mm we wspomnianych katastrofalnych latach 1982 i 1989. Podkreślić należy również, iż w tych 15 latach wystąpiły 3 okresy czasowe: 1983-1987, 1989-1991 i 1996-1997, w których była także bardzo niska retencja pozimowa w stosunku do średniej z wielolecia, kształtującej się na poziomie 200 mm. W latach 1985, 1989, 1990 i 1996 ilość wody zgromadzona w glebach po okresie zimowym osiągała najniższe wartości w okresie 35 lat, oscylując na poziomie zaledwie około 100 mm opadu, a więc 2-krotnie niższym od wspomnianej średniej z wielolecia. Fakt ten jest bardzo istotny w bilansie wodnym gleb, gdyż przy tak niskich opadach zimowych gleby wykazywały już wczesną wiosną znaczące niedobory wilgotności, które nie mogły być uzupełnione w kolejnych miesiącach, charakteryzujących się również bardzo niskimi opadami. Powodowało to zatem duży deficyt w tzw. wodzie produkcyjnej w całym okresie wegetacji. Skutkiem tego było w niektórych wymienionych wyżej krytycznych latach wyraźne obniżenie plonowania roślin. Zauważalnie niższe plony rolnicy zaczęli kojarzyć z odwodnieniem gleb przez działającą już wtedy od kilku lat zarówno odkrywkę Lubstów, jak i inne odkrywki.

Pod koniec tego okresu, tj. w latach 1996 i 1997 przeprowadzone zostały na obszarze 48 wsi specjalistyczne badania gleboznawcze przez Katedrę Gleboznawstwa AR w Poznaniu na zlecenie Sądu Rejonowego w Koninie [Mocek i Owczarzak, 1997]. W wyniku tych prac i analiz gleboznawczych oraz obserwacji plonowania roślin uprawnych, w tym także sadowniczych stwierdzono wówczas, iż około 90% powierzchni gruntów badanych wsi stanowiły gleby płowe i brunatne wylugowane (aktualnie rdzawe i arenosole). Wykazują one typ gospodarki opadowo-wodnej, a więc nie mogły być w żaden sposób odwodnione przez istniejące wyrobiska kopalniane, gdyż takie gleby z natury nie posiadały wód gruntowych w obrębie profilu glebowego (0-2 m), szczególnie w okresie wegetacyjnym. Jednakże znajdujące się na obszarze tych gleb liczne zagłębienia i „kacze dołki” oraz nieregularne rowki odwadniające świadczyły o tym, iż w przeszłości nieznaczne tereny mogły być okresowo podtapiane – szczególnie wczesną wiosną. Ta nadmierna podmokłość – w lokalnych obniżeniach – objawiła się charakterystyczną murszastością części gleb mineralnych.

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Zebrane dane dotyczące opadów atmosferycznych w wieloleciu 1967-2002 oraz dokonana po raz pierwszy tak szczegółowa analiza ich zmienności w ciągu 35 lat potwierdziła jedynie wcześniejsze poglądy naukowców, że w warunkach klimatycznych Wielkopolski plonowanie roślin uprawnych na glebach o gospodarce opadowo-wodnej zależy wyłącznie od ilości i rozkładu opadów w okresie wegetacyjnym [Owczarzak i

in., 1998, 2000; Mocek i in., 1998, 2001; Mocek i Owczarzak, 1997; Rząsa i in., 1999]. Przy dużym zróżnicowaniu uprawianych w kraju gatunków roślin (nawet w jednym gospodarstwie), o różnym i zmiennym w czasie ich zapotrzebowaniu na wodę produkcyjną, optymalne warunki dla wzrostu i rozwoju roślin są tylko wtedy, gdy wielkość opadów atmosferycznych oscyluje wokół wartości około 520 mm rocznie i około 350-370 mm w okresie wegetacji, przy czym ważny jest względnie równomierny ich rozkład w tym okresie. Każde odstępstwa od tak pojmowanego optimum warunków pogodowych powodować będą niekorzystne zmiany w uwilgotnieniu gleb, a także utrudnienia w stosowaniu właściwej i terminowej agrotechniki. Okresowo nadmierne uwilgotnienie gleb może tworzyć wymokliska (zanik roślin ze względu na procesy gnilne, beztlenowe) i utrudniać zbiór plonów. Natomiast dłuższy okres niedoboru wilgoci w glebie może zahamować rozwój roślin, a nawet spowodować ich obumieranie wskutek braku wody dostępnej, niezbędnej do procesów fizjologicznych. Jak duża może być zmienność w rozkładzie opadów atmosferycznych w ciągu roku – na tle ewapotranspiracji (ETP) pokazują krzywe ich przebiegu na rys. 2.

Miarą potrzeb wodnych roślin jest ewapotranspiracja potencjalna – ETP, która łącznie z opadem rzeczywistym – Pr decydują o klimatycznym bilansie wodnym danego terenu. Rejon Konina jest zaliczany do regionu poznańskiego [Gumiński, 1948], a zatem o ujemnym bilansie wodnym w skali roku na poziomie około 120 mm niedoboru opadu [Kędziora, 1995]. Przyjmując za okres 1951-1970 średnią wartość ewapotranspiracji dla obszaru Wielkopolski na poziomie 623 mm [Kędziora, 1995] i średnie roczne sumy opadów z okresu 35 lat na poziomie 517 mm (rys.1), klimatyczny wskaźnik niedoborów wodnych dla badanego obszaru jest nawet nieco niższy bowiem wynosi 106 mm opadu w skali roku i 170 mm w okresie wegetacyjnym.

Natomiast zupełnie inaczej wygląda problem niedoborów opadów, jeśli rozpatrywać go w odniesieniu do tzw. lat wilgotnych czy suchych (tab. 1). W latach 1973, 1974 i 1980, a więc w latach o rocznej średniej sumie opadów 686 mm, większych od opadów z wielolecia – 517 mm (rys.1), występuje nawet nadmiar opadów w skali roku na poziomie +63 mm oraz niedobór jedynie na poziomie – 75 mm w okresie wegetacyjnym. Z kolei w innych 3 latach 1982, 1989 i 1992, a więc w latach o rocznej średniej sumie opadów 293 mm, mniejszych od opadów z wielolecia, roczne niedobory wodne wynoszą aż 330 mm opadu, a w okresie wegetacji osiągają wartość 335 mm.

W przypadku zatem tzw. lat wilgotnych nieznaczne niedobory wody występują jedynie krótkotrwale, głównie późną wiosną i pod koniec lata. Natomiast w tzw. latach suchych, szczególnie przy niskim poziomie retencji pozimowej, klimatyczny wskaźnik niedoborów wody jest ujemny już od lutego aż do końca października (rys. 2).

Tab. 1. Klimatyczne wskaźniki niedoborów wody w wybranych latach wilgotnych i suchych

Lata	ETP /* 1951-1970 [mm]		Opad rzeczywisty Pr [mm]		Klimatyczny wskaźnik niedoborów wody [mm]	
			roczny	w okresie wegetacji	roczny	w okresie wegetacji
Lata wilgotne						
1973	623	493	592	306	-31	-187
1974			686	313	+63	-180
1980			781	636	+158	+143
Średni			686	418	+63	-75
Lata suche						
1982	623	493	312	192	-311	-301
1989			159	98	-464	-395
1992			408	183	-215	-370
Średni			293	158	-330	-335

/* -ETP - ewapotranspiracja potencjalna

O ile problem wpływu przebiegu warunków pogodowych na zmiany uwilgotnienia gleb i związane z nim plonowanie roślin jest możliwy do względnie łatwego uchwycenia i przeanalizowania, o tyle trudniejsze do oceny są zachodzące zmiany w położeniu zwierciadła wód gruntowych. W glebach o gospodarce opadowo-wodnej poziomy tych wód – w warunkach fizjograficznych Wielkopolski – mogą występować na głębokości poniżej 2-3 m, a więc poza zasięgiem profilu glebowego, który szczególnie podlega ocenie w badaniach gleboznawczych. Kontrola zmienności zalegania wód gruntowych wymaga natomiast wykonania szeregu wierceń wgłębnych (4-6 m p.p.t.) oraz obserwacji i pomiarów wód studziennych. Dopóki takie badania nie będą prowadzone odpowiednio wcześnie, szczególnie w rejonach powstawania głębokich wyrobisk kopalniach, dopóty trudna będzie jednoznaczna, obiektywna ocena czy rozgraniczenie naturalnych i antropogenicznych przyczyn zmian w zaleganiu wód gruntowych.

Rozpatrując zatem wpływ opadów atmosferycznych na gospodarkę wodną gleb, należy je wiązać z możliwościami retencjonowania wody w zasięgu profili glebowych, które zależą głównie od uziarnienia określonych typów glebowych. Na badanym obiekcie dominujące gleby płowe, wykształcone z piasków gliniastych płytko lub średnio głęboko podścielonych glinami zwałowymi, zaliczane są do IIIb i IVa klas bonitacyjnych oraz 4 i 5 kompleksów przydatności rolniczej. Ich całkowita zdolność retencyjna (do głębokości 2,0 m) kształtuje się na poziomie około 420 mm, natomiast efektywna retencja użyteczna, decydująca o produkcji biomasy roślin, zawiera się – w zależności od przyjęcia górnej granicy dostępności wody (pF 2,0 lub pF 2,5) – odpowiednio w przedziale od 285 do 230 mm opadu [Owczarzak i in., 1998]. W nawiązaniu do niskich opadów zarówno w okresie wegetacyjnym, jak i jesienno-

zimowym, stosunkowo duże zdolności retencyjne analizowanych gleb nie są zatem w praktyce wykorzystane.

LITERATURA

- GUMIŃSKI R., 1948: Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Przegl. Meteorol. i Hydr.*, 1.
- KANIEWSKI A., 1991: Zmiany stosunków wodnych w rejonie Konina, związane z działalnością kopalnictwa odkrywkowego. [w:] *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Red. W. Stankowski. Inst. Bad. Czwartorzędu UAM, Poznań.
- KĘDZIORA A., 1995: *Podstawy agrometeorologii*. PWRiL, Poznań.
- KRYGOWSKI B., 1961: *Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej*. Cz. I. Geomorfologia. Wyd. Mat. Przyr. PTPN.
- MOCEK A., OWCZARZAK W., 1997: Mapy degradacji produktywności 48 wsi w rejonach odwadnianych przez Kopalnię Węgla Brunatnego Konin – jako podstawa wyceny szkód górniczych. *Opracowanie naukowe dla Sądu Rejonowego w Koninie (ekspertyza)*.
- MOCEK A., OWCZARZAK W., KACZMAREK Z., 2001: Evaluation of criteria of the extent of soil degradation in the vicinity of workings of opencast brown coal mines situated on the Central Polish Lowland. *Acta Agrophysica* 51, 131-142.
- MOCEK A., RZAŚA S., OWCZARZAK W., 1998: Ocena wpływu odkrywki węgla brunatnego „Władysławów” na degradację produktywności gleb wsi Russocice. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 460, 639-650.
- OWCZARZAK W., MOCEK A., RYBCZYŃSKI P., 2000: Zdolności filtracyjne oraz zasięg depresji w utworach piaszczystych przylegających do odkrywki „Drzewce”. *Rocz. AR Pozn. CCCXVII, Roln.* 56, 153-165.
- OWCZARZAK W., MOCEK A., RZAŚA S., 1998: Zdolności retencyjne gleb płowych przyległych do odkrywek węgla brunatnego KWB KONIN. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 455, 199-210.
- POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1989: *Systematyka gleb Polski*. Rocz. Glebozn. 40, 3/4, PWN, Warszawa.
- PUCHAŁSKI T., PRUSINKIEWICZ Z., 1975: *Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego*. PWRiL, Warszawa.
- Praca zbiorowa pod red. W. Stankowskiego, 1991: *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Inst. Bad. Czwartorzędu UAM, Poznań.
- RZAŚA S., OWCZARZAK W., MOCEK A., 1999: Problemy odwodnieniowej degradacji gleb uprawnych w rejonach kopalnictwa odkrywkowego na Nizinie Środkowopolskiej. *Wyd. AR Pozn.*