

Sergiusz JURCZUK

IMUZ Falenty

Andrzej CIEPIEŁOWSKI

Katedra Budownictwa Wodnego SGGW

Wykorzystanie własnych zasobów wodnych małej zlewni nizinnej do nawodnień użytków zielonych

Wstęp

W trakcie realizowania zleconego przez Komitet Badań Naukowych tematu badawczego "Metodyka zagospodarowania zasobów wodnych w małych zlewniach rzecznych" wyniknął problem zapewnienia wody dla użytków zielonych. Rozwiązanie metodyczne tego problemu, a zwłaszcza wykorzystanie najnowszych metod oceny potrzeb wodnych oraz zbadanie możliwości korzystania z wód własnych przy różnej wielkości zlewni, przeprowadzono na danych ze zlewni rzeki Zagożdżonki, położonej na Równinie Radomskiej, w profilach Płachty Stare i Czarna. Do oceny wielkości dyspozycyjnych zasobów wody przyjęto pomiary natężenia przepływu z okresu 1971–1990 wykonane przez Katedrę Budownictwa Wodnego SGGW. Potrzeby wodne użytków zielonych określono metodą opracowaną w IMUZ.

Problem jest istotny nie tylko metodycznie, w kontekście realizowanego tematu badawczego, ale również dla praktyki w przypadku zlewni, w której zasoby wodne są ograniczone. Urządzenia do nawodnień w małych zlewniach, najczęściej w postaci zastawek na rowach odwadniających, pra-

cujące w systemie odpływu regulowanego, nie we wszystkich przypadkach spełniają swoje zadanie. Straty ekologiczne wynikające z przesuszenia dolin wymuszają poszukiwanie rozwiązań, które zwiększyłyby skuteczność nawodnień tym systemem.

Charakterystyka zlewni

Zlewnia rzeki Zagożdżonki po profil wodowskazowy Płachty Stare o powierzchni $82,4 \text{ km}^2$ położona jest na Równinie Radomskiej na skraju Puszczy Kozienickiej. Poniżej tego profilu znajduje się miasto Pionki, w którym największym użytkownikiem wód są Zakłady Chemiczne "Pronit". Powierzchnie zlewni po profil wodowskazowy Czarna wynosi $23,4 \text{ km}^2$. Ma ona charakter denudacyjny, a przebiegające przez nią wąskie doliny są stosunkowo płytkie. W zlewni przeważają gleby bielcowe. Grunty orne są IV–VI klasy bonitacyjnej. W strukturze zasiewów dominują zboża (żyto, owies, pszenżyto) i ziemniaki. Głównymi ciekami są, oprócz Zagożdżonki, jej dopływ Mireńka i dopływ Mireńki — Księża Rzeczka. Płyną one w wąskich obniżeniach terenu, w dolinach miejscami o

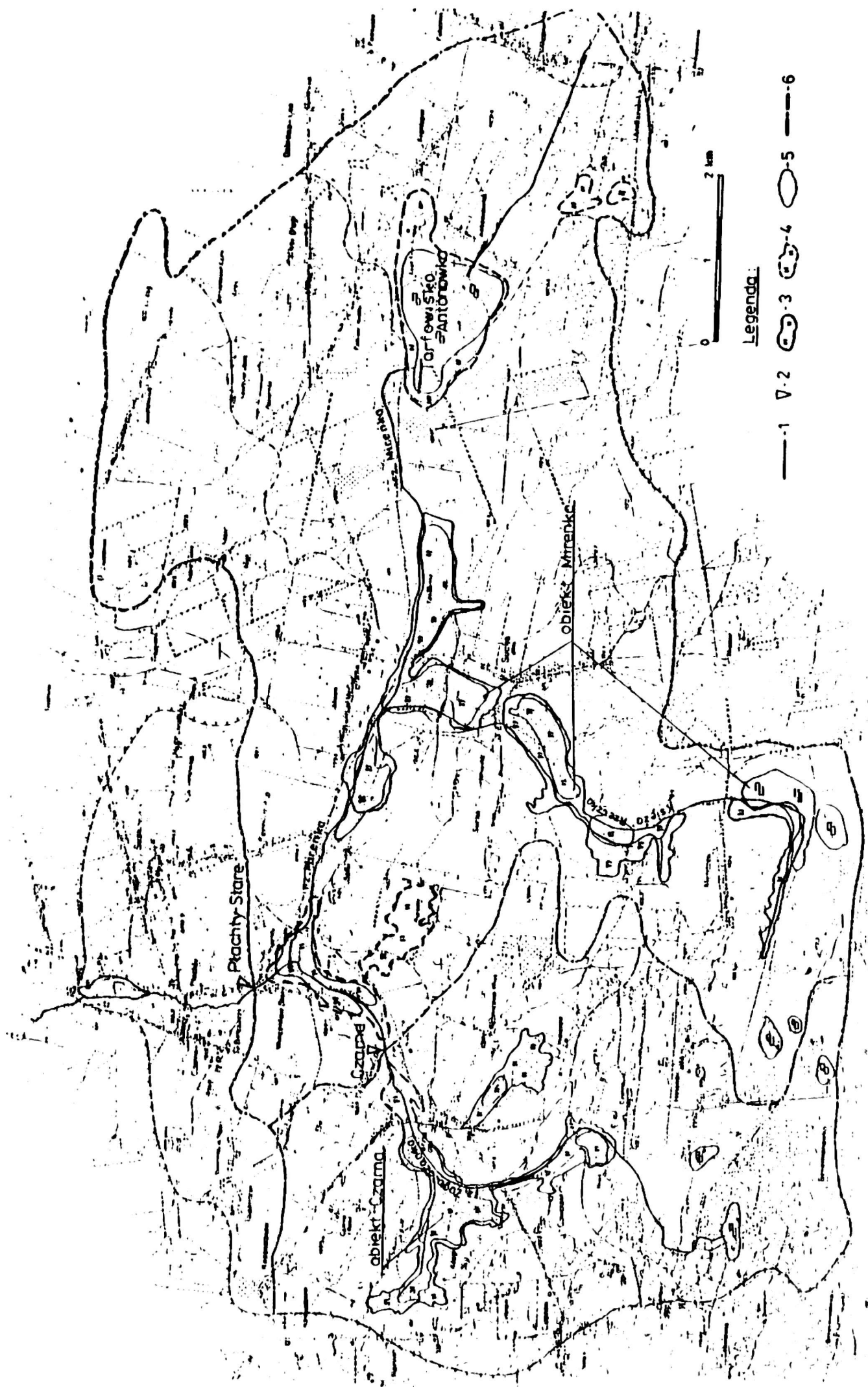
szerokości 300–500 m. Spadki dolin zarówno podłużne, jak i poprzeczne są wyraźne; podłużne wynoszą średnio 3,0‰, a poprzeczne są bardzo zróżnicowane — od kilku promili w przyrzecznych partiach dolin do kilkunastu procent na zboczach. Użytki zielone w zlewni zlokalizowane są głównie w dolinach wzdłuż cieków i zajmują 725 ha (rys. 1). Niewielkie obszary użytków zielonych występują ponadto sporadycznie w obniżeniach śródpolnych. Około 70% powierzchni dolin to torfowiska, które w całej zlewni zajmują 510 ha. Średnia miąższość złóż wynosi 1,0 m, a maksymalnie osiąga 2,7 m. W przewodzie występują torfy trzcinowe i turzycowe. W partiach wododziałowych spotyka się torfy wysokie. Popielność torfu wynosi 7–36%, a stopień rozkładu — 26–60%. W podłożu zalegają piaski, a sporadycznie gytia. Centralne partie torfowisk zmeliorowanych można zaliczyć do gleb pobagiennych typu murszowego, rodzaju MIIIbc, czyli do kompleksu wilgotnościowo-glebowego okresowo-posusznego BC. Ku obrzeżom torfy wypływają się, a gleby przechodzą w murszowate. Pobrzeża dolin zajmują gleby mineralne wytworzone w piaskach — od luźnych do gliniastych.

Melioracje dolin rzecznych

Do początku lat sześćdziesiątych w zlewni Zagożdżonki sieć odwadniająca stanowiły tylko wyżej wymienione cieki i kilka rowów będących w stanie zaniku. Głębokość Zagożdżonki zawierała się w granicach 0,3–1,4 m, z czego w górnym biegu wynosiła średnio 0,6 m, a w dolnym 0,8 m. Zwierciadło wody układało się od prawie równego z powierzchnią terenu na odcinku źródłowym i przy połączeniu z Mireńką (podtopienie przez próg młyna wodnego)

do około 1,0 m w miejscach znacznieszego wcięcia rzeki. Mireńka w górnym biegu miała charakter dzikiego rowu zanikającego w torfowisku Antoniówka, a w dolnym przybrała bardzo serpentynującą trasę. Jej głębokości wynosiły 0,6–1,5 m, a średnio 1,0 m. Poziom wody wahał się od 0,2 do 1,0 m od powierzchni terenu. Księża Rzeczka miała głębokość 0,3–0,5 m i była silnie zarośnięta. Przed melioracją poziom wody gruntowej układał się w glebach torfowych średnio 0,1 m od powierzchni terenu, wykazując zróżnicowanie od 0,0 do 0,3 m, a na glebach mineralnych — średnio na głębokości 0,3 m i w zależności od konfiguracji terenu zawierał się w granicach 0,0–0,7 m. W tych warunkach w poroście łąkowym dominowały turzyce i chwasty, a plony szacowano na 15–25 q/ha siana. W zlewni na ok. 145 ha, a szczególnie na torfowisku Antoniówka, kopano torf w celach opałowych.

Prace melioracyjne na terenach dolinowych, wykonane w latach 1962–1965, objęły 506 ha użytków zielonych. W zlewni wykonano dwa następujące obiekty melioracyjne: Czarna — nad Zagożdżonką, o pow. 170 ha — i Mireńka — nad Mireńką i Księżą Rzeczką o pow. 336 ha. Z melioracji wyłączono trudny do odwodnienia kompleks łąk Antoniówka, o pow. 141 ha, w 50% pokryty wyrobiskami torfowymi, oraz łąki nad Zagożdżonką przy ujściu Mireńki o pow. 79 ha. Przekroje poprzeczne rzek, na odcinkach przebiegających przez obiekty melioracyjne zaprojektowano tak, aby woda normalna Q_z znajdowała się w granicach 0,6–1,0 m od powierzchni terenu, dopuszczając niewielkie wylewy wielkiej wody letniej. Duże spadki podłużne zmniejszono za pomocą stopni drewnianych i faszynowych z ubezpieczeniem dna. Na pozostałych odcinkach rzeki pozostawiono je w naturalnym stanie. Jako odwo-



Rys. 1. Rozmieszczenie użytków zielonych w zlewni rzeki Zagożdżonki po profil Płachty Stare: 1 — ciek, 2 — wodowskazy, 3 — użytki zielone zmeliorowane, 4 — użytki zielone niezmeliorowane, 5 — torfowiska, 6 — granice zlewni

dnienie zastosowano sieć rowów o rozstawach rzędu 100 m i głębokościach ok. 1,0 m. Ze względu na duże spadki poprzeczne dolin rowy najczęściej prowadzono wzdłuż dolin, a tylko ich końcowe odcinki kierowano ku odbiornikom. Niektóre części dolin przewidziano do tzw. nawodnień z retencji. Na obiekcie Czarna w 5 miejscach, a na obiekcie Mireńka w 16 miejscach, przeważnie na rowach bocznych, zaprojektowano zastawki do regulowania odpływu. W projektach nie podano, jaką powierzchnię można byłoby za ich pomocą nawodnić. Na podstawie planów sytuacyjno-wysokościowych i informacji służb eksploatacyjnych można ocenić, że obecnie istniejące urządzenia melioracyjne pozwalają na przeprowadzenie nawodnień na powierzchni ok. 50 ha, co stanowi 10% powierzchni zmeliorowanej.

Po melioracji poziomy wody gruntowej obniżyły się na glebach organicznych do głębokości średnio 0,5–0,6 m, a na mineralnych do 0,5–0,7 m. W okresach suszy zwierciadło wody gruntowej opadało do ok. 1,0 m od powierzchni terenu. Na obszarach niezmeliorowanych zwierciadło wody gruntowej przeważnie układało się podobnie jak przed melioracją, z tym że w ostatnich ekstremalnie suchych latach obniżało się do 0,7–0,8 m od powierzchni terenu. W projektach zakładano uzyskiwanie plonów 50–70 q/ha siana. W ostatnich latach na obszarach zmeliorowanych uzyskiwano plony 65–70 q/ha siana. W tym samym czasie na obszarach niezmeliorowanych plony szacowano na 30–40 q/ha mało wartościowego siana, którego często nie zbierano z powodu trudno dostępnego terenu. Melioracje umożliwiły znaczne zwiększenie bazy paszowej w tym ubogim rolniczym regionie. Mogą one jednakże także stwarzać zagrożenie dla środowiska. Na użytkach zielonych w latach suchych noto-

wano spadki plonów. Obniżenie wód w dolinie ma też niekorzystny wpływ na zachowanie substancji organicznej torfowisk, na stany wód na terenach przyległych i na zasoby wodne w całej zlewni. Zwiększa też niebezpieczeństwo pożarów torfowisk. Ograniczenie negatywnych skutków melioracji możliwe jest przez rozszerzenie nawodnień.

Niedobory wodne użytków zielonych

Warunkiem wprowadzenia w większym zakresie nawodnień użytków zielonych jest właściwa ocena niedoborów wodnych. Metodyka ich określania, opracowana w IMUZ (Roguski, Sarnacka, Drupka 1988), opiera się na równaniu bilansu wodnego czynnej warstwy gleby ujmującym potrzeby wodne roślin nawadnianych (ilości wody zużywane na ewapotranspirację rzeczywistą) i naturalne przychody i straty wody:

$$N = E_{Tr} - P - ERU_p + ERU_k - W_g + H \quad (1)$$

gdzie (wszystkie wartości w mm): N — niedobory wody, E_{Tr} — ewapotranspiracja rzeczywista roślin nawadnianych, P — opad, ERU_p — zapas wody łatwo dostępnej w warstwie korzeniowej na początku okresu obliczeniowego, ERU_k — jak wyżej, lecz na końcu okresu obliczeniowego, W_g — podsiąk gruntowy do warstwy korzeniowej, H — odpływ.

Ewapotranspiracja rzeczywista jest iloczynem ewapotranspiracji potencjalnej i współczynników roślinnych.

Ewapotranspirację potencjalną obliczono wzorem Penmana w modyfikacji francuskiej o następującej postaci:

$$ET_p = n \{ [Go(1-a) (0,209 + 0,565 \cdot S/So) - \sigma T^4 (0,56 - 0,08 \sqrt{e}) (0,1 + 0,9 \cdot S/So)] / 59 \cdot F_T / (F_T + 0,65) + (e_w - e) (1 + 0,4v) \cdot 0,26 / (1 + F_T / 0,65) \} \quad (2)$$

gdzie: ET_p — ewapotranspiracja potencjalna w mm, n — liczba dni w dekadzie, Go — promieniowanie słoneczne na górnej granicy atmosfery, a — albedo, S — usłonecznienie w godz., So — usłonecznienie astronomiczne możliwe w godz., T — temperatura w K, σ — stała Boltzmana, e — prężność pary wodnej w hPa, e_w — prężność nasyconej pary wodnej w hPa, F_T — współczynnik zależny od e_w i T , v — prędkość wiatru w m/s.

Współczynniki roślinne przyjęto jak dla użytkowania dwukośnego i plonów 90 q/ha siana, zakładając terminy pokosów: I — 10.VI, II — 31.VIII i wolny wypas we wrześniu.

Efektywną retencję użyteczną czynnej warstwy gleby na początku okresu wegetacji przyjęto dla kompleksu BC w wysokości 80 mm, a dla kompleksu CD — 40 mm. Dopływ wód obcych przyjęto w wysokości 1,0 mm/dobę i 60 mm w okresie wegetacji kierując się obserwowanymi wysiawkami wody na stokach i poziomami wody gruntowej, opadającymi do 1,0 m w czasie suszy. Wartość niedoboru lub odpływu wynika z bilansowania efektywnej retencji użytecznej w kolejnych dekadach.

Obliczono niedobory dla każdej dekady w okresach wegetacji wielolecia 1971–1990 i na tej podstawie wyznaczono niedobory przy różnym prawdopodobieństwie dla okresów miesięcznych i okresu wegetacji (tab. 1, 2), korzystając z programu komputerowego opracowanego przez Łabędzkiego (1992). W rozpatrywanym wieloleciu niedobory nie pojawiłyby się tylko w 1980 r. Natomiast największe niedobory wystąpiłyby w latach 1982 i 1983 (213–256 mm). Niedobory w roku średnio suchym (o prawdopodobieństwie 20%) wynosiły 116

TABELA 1. Niedobory wodne użytków zielonych w zlewni rzeki Zagożdżonki w okresach wegetacyjnych lat 1971–1990 (w mm)

Rok	P	ETp	ETr	N ₁ *	N ₂ *
1971	260	544	502	120	160
1972	576	489	444	0	5
1973	358	545	493	40	80
1974	402	521	471	41	81
1975	320	562	506	71	123
1976	310	569	508	85	122
1977	428	545	486	11	51
1978	437	548	504	45	110
1979	286	580	533	127	167
1980	448	462	417	0	0
1981	294	543	493	81	121
1982	215	605	558	216	256
1983	293	646	586	213	253
1984	316	503	457	57	97
1985	346	535	489	17	57
1986	327	564	501	67	107
1987	331	516	460	12	52
1988	287	551	499	75	115
1989	301	537	487	49	89
1990	327	540	490	108	148
Średnio	343	545	494	72	110

* N₁ — niedobory wodne gleb kompleksu BC, N₂ — niedobory wodne gleb kompleksu CD.

mm na glebie kompleksu BC i 162 mm na glebie kompleksu CD. Niedobory w roku bardzo suchym (o prawdopodobieństwie 10%) wyniosły odpowiednio 152 i 196 mm. W kwietniu i w dwóch dekadach maja niedobory można uznać za zerowe. Potrzeba nawodnień pojawić się może w trzeciej dekadzie maja, a największe zapotrzebowanie wody — w sierpniu. Najczęściej dla użytków zielonych jako niedobory miarodajne przyjmuje się wartości z lat suchych o prawdopodobieństwie 20–25%. Najbardziej zbliżone do miarodajnych niedobory wystąpiły w latach 1979 i 1990. Jako rok mia-

TABELA 2. Niedobory wodne użytków zielonych w zlewni rzeki Zagożdżonki o różnych prawdopodobieństwach przewyższenia p % dla okresów miesięcznych i okresu wegetacji (w mm)

Kompleks wilgotnościowo glebowy	p	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
BC	1	0	10	60	94	120	51	257
	5	0	5	33	61	92	36	185
	10	0	3	22	47	78	29	152
	20	0	1	11	32	63	9	116
	50	0	0	0	11	36	0	61
CD	1	0	52	73	100	121	51	289
	5	0	29	52	74	99	36	227
	10	0	20	42	62	88	29	196
	20	0	11	31	48	75	21	162
	50	0	1	14	24	49	9	103

rodajny można uznać 1990, gdyż w jego poszczególnych miesiącach niedobory były bardziej zbliżone do miarodajnych miesięcznych niż w 1979 r.

Zapotrzebowanie wody do nawodnień

Przy spadkach terenu występujących na obiekcie uzasadnione byłoby stosowanie nawodnień stokowych. Stosowanie systemów stokowych wiąże się jednak z koniecznością posiadania większych zasobów wodnych, z większymi kosztami budowy, stratami powierzchni produkcyjnej, utrudnieniami mechanizacji prac agrotechnicznych, z koniecznością staranniejszej eksploatacji. W Polsce przy nawodnieniach wodami czystymi użytków zielonych powszechnie stosuje się nawodnienia podsiąkowe, jako wymagające stosunkowo niedużych ilości wody i niedużej robocizny przy efektach niewiele różniących się od bardziej intensywnych systemów. Zastosowanie nawodnień podsiąkowych na obiekcie jest jednak utrudnione. Gdyby wykorzystać odprowadzalniki do piętrzenia w nich wody, wówczas na głównych ciekach trzeba

byłoby zastawki lokalizować najwyżej co 150 m, co byłoby bardzo kosztowne, a i tak zasięg nawodnień byłby niewielki, nie sięgający płytkich torfów, najbardziej potrzebujących nawodnień. Bardziej skuteczny byłby układ niezależnych odprowadzalników i doprowadzalników. W tym przypadku woda byłaby podawana z ujęć na rzekach doprowadzalnikami w kierunku obrzeży i rozprowadzana do rowów bocznych. Rozpatrzono, czy przy małej zlewni możliwe jest zastosowanie przynajmniej podsiąku stałego, który charakteryzuje się wysokim współczynnikiem użytecznego działania wody (stosunek ilości wody zużywanego na parowanie do ilości wody doprowadzanej na obszar), zbliżonym do jedności (Ostromięcki 1973). Zasady gospodarowania wodą na obiekcie ustalono według instrukcji IMUZ (Jurczuk i in. 1989).

Niezbędne do zaspokojenia potrzeb wodnych dopływy obliczono ze wzoru:

$$Z = 0,116 \cdot N \cdot F / (n \cdot T) \quad (3)$$

gdzie: Z — dopływ w l/s, N — niedobór wody w mm, F — powierzchnia nawadniana w ha, T — czas nawodnienia w dobach,

n — współczynnik użytecznego działania wody.

Powierzchnie nawadniane ustalono kierując się zasadą, aby użytki zielone położone na torfach były nawadniane, uwzględniając ukształtowanie terenu. Po profil Czarna zakwalifikowano 92 ha, a po profil Płachty Stare 302 ha użytków zielonych do nawodnień. Dla poszczególnych obiektów ustalono procentowy udział gleb i obliczono sumę iloczynów niedoborów i powierzchni. Przyjęto 0,9 współczynnik wykorzystania wody. Obliczenia niezbędnych dopływów wykonano dekadowo.

Dyspozycyjne ilości wody ustalano odejmując od pomierzonych przepływy nienaruszalne. Dla profilu Płachty Stare przepływ nienaruszalny, o wartości 29 l/s, ustalono przenosząc podawany przez Kostrzewę (1972) dla Zagożdżonki w Pionkach za pomocą zmodyfikowanej zależności Danović (Ciepielowski 1985):

$$Q_x = 10^{-3}(q_0 + 0,55 \lg A_x/A_0) \cdot A_x \quad (4)$$

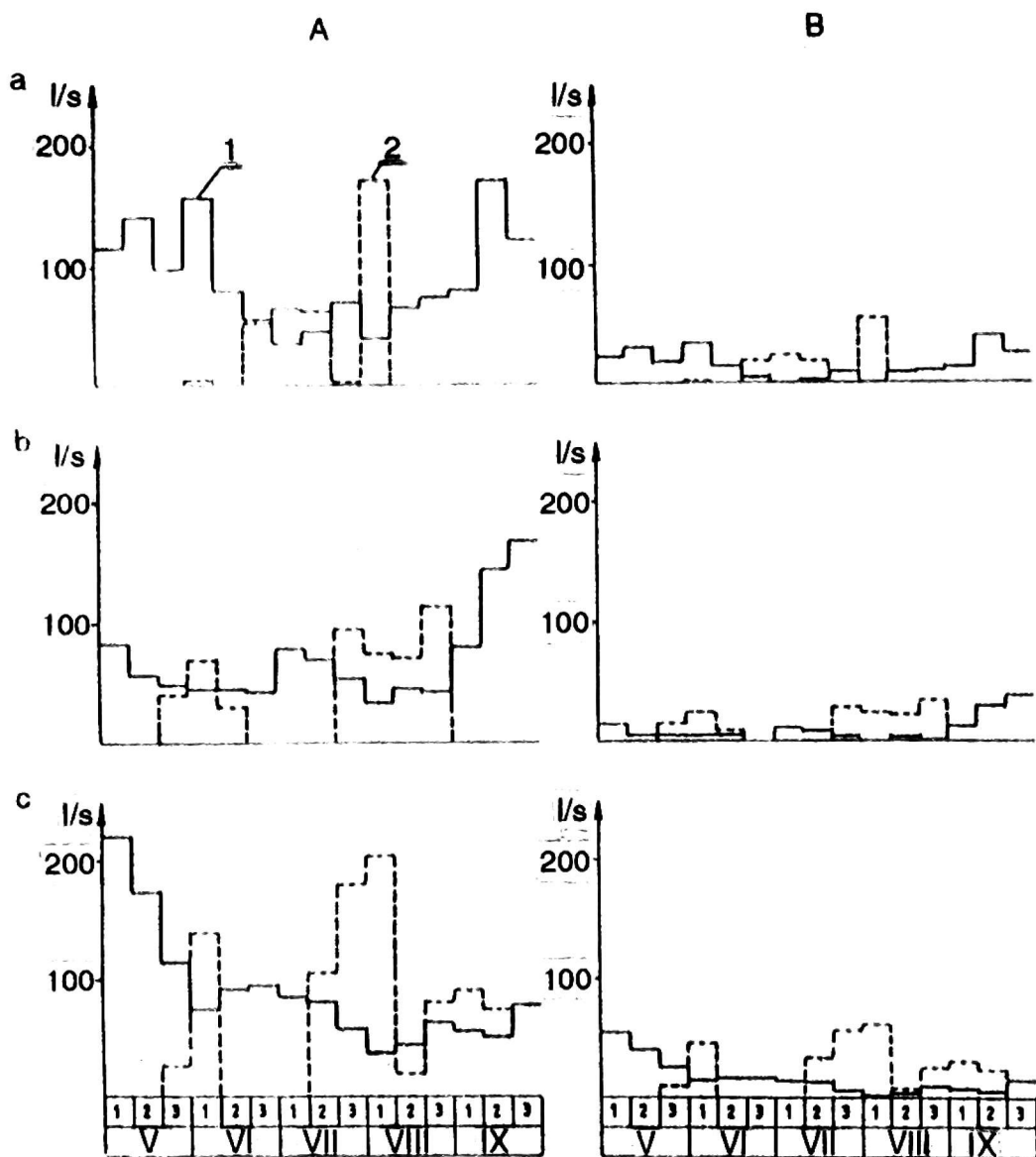
gdzie: Q — przepływ w m³/s, q — odpływ jednostkowy w l/(s·km²), A — powierzchnia zlewni w km².

Wartości z indeksem "x" dotyczą zlewni rozpatrywanej, z indeksem "0" — zlewni analogi.

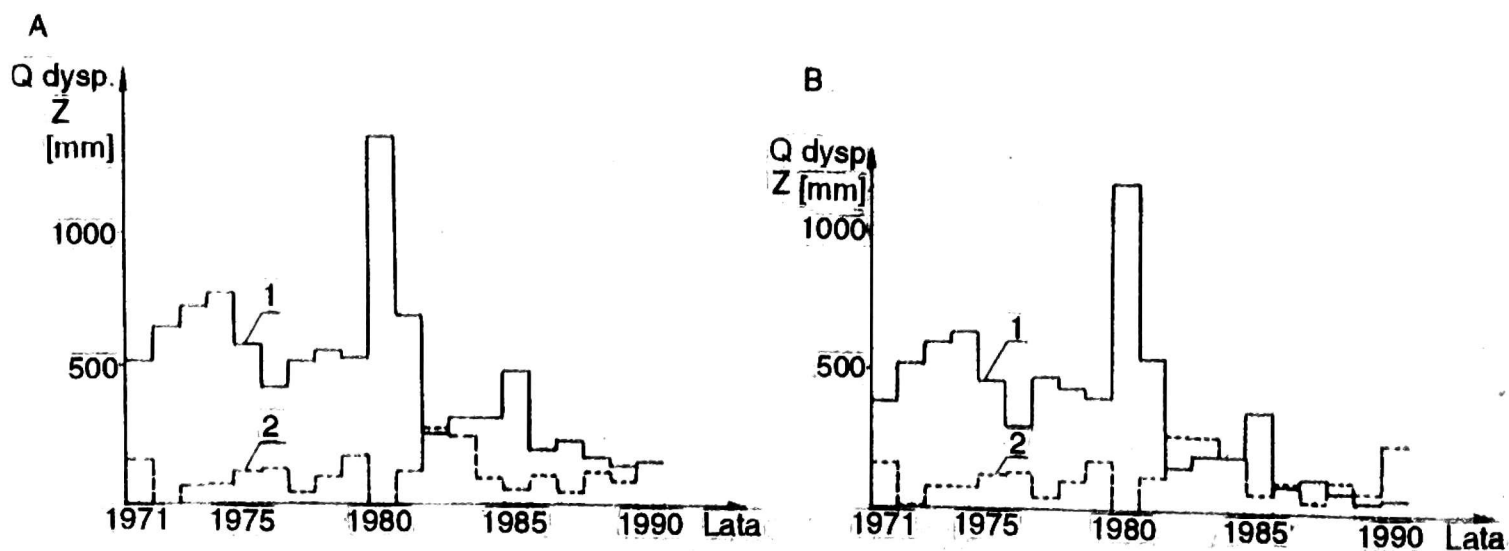
Dla profilu Czarna otrzymany powyższą metodą przepływ nienaruszalny jest bardzo mały, w granicach błędu pomiaru — 1 l/s. Kierując się względami ekologicznymi, chociaż nie było przesłanek wynikających z kryteriów przyjmowania przepływu nienaruszalnego, podniesiono wartość tego przepływu do 10 l/s. Należy nadmienić, że WRN w Kielcach w 1974 r. ustaliła dla Zagożdżonki po Pionki przepływ nienaruszalny w wysokości 1,65 l/(s·km²), co dawałoby przepływ nienaruszalny w Czarnej — 38,6 l/s i w Płachtach Starych — 136 l/s.

Są to wartości w wielu dekadach większe od rzeczywistych przepływów. Akceptacja tych wartości oznaczałaby rezygnację z nawodnień znacznej części dolin, a ponadto nie ma przesłanek ekologicznych uzasadniających przyjęcie tak dużych wartości. Problem ustalania przepływów nienaruszalnych w małych zlewniach wymaga rozwiązania.

Zapotrzebowanie wody do nawodnień i dyspozycyjne przepływy wody do nawodnień w dekadach, w roku średnim (1986 — prawdopodobieństwo ok. 50%), w roku średnio suchym (1990 — prawdopodobieństwo 20–25%) i w roku bardzo suchym (1982 — prawdopodobieństwo 1–5%) pod względem niedoborów, przedstawiono na rysunku 2. Wynika z niego, że w niektórych dekadach dyspozycyjne przepływy wody są mniejsze od zapotrzebowania i potrzebne jest wcześniejsze gromadzenie wody w glebie. Dla badanego 20-lecia zestawiono zapotrzebowanie wody do nawodnień i dyspozycyjne zasoby wody w okresach wegetacji przyjmując, że do nawodnień mogą być wykorzystane przepływy w okresach nawodnień I.V — 31.V i 20.IV — 20.VIII (rys. 3). Z danych wynika, że generalnie dla całej zlewni są wystarczające przepływy wody do przeprowadzenia nawodnień metodą podsiąku stałego, natomiast w zlewni cząstkowej, po profil Czarna, w latach suchych wystąpią deficyty wody. W przypadkach małych zlewni cząstkowych należałoby stosować regulowany odpływ i korzystać ze spływów poziomowych, a w okresach sianokosów nie obniżać zbyt wody gruntowej. Zmienność zapotrzebowania i zmienność zasobów mają różny charakter. Od 1982 r. nastąpiło wyraźne zmniejszenie dyspozycyjnych zasobów wody. Wynika z tego, że przy projektowaniu nawodnień powinien być uwzględniany nie tylko rozkład niedoborów, ale także rozkład przepływów



Rys. 2. Zapotrzebowanie wody dla użytków zielonych w zlewni Zagożdżonki na tle przepływów dyspozycyjnych w dekadach okresu V-IX w roku: średnim (a), średnio suchym (b) i bardzo suchym (c) pod względem niedoboru wody po profile Płachty Stare (A) i Czarna (B): 1 — przepływy dyspozycyjne w l/s, 2 — zapotrzebowanie wody w l/s



Rys. 3. Porównanie zasobów dyspozycyjnych ($Q_{dysp.}$) i zapotrzebowania wody (Z) w latach 1971–1990 w zlewni Zagożdżonki po profile Płachty Stare (A) i Czarna (B): 1 — $Q_{dysp.}$ w mm, 2 — Z w mm

Podsumowanie

Badania w zlewni Zagożdżonki po profile Płachty Stare i Czarna wykazują, że

obecnie możliwe jest nawadnianie tylko 10% powierzchni zmeliorowanej, podczas gdy przynajmniej torfowiska, zajmujące 70% powierzchni dolin, powinny być na-

wadniane. Obliczenia wykazują, że zasoby wodne zlewni pozwalają na zwiększenie powierzchni nawadnianej. Potrzebne są inwestycje mające na celu zwiększenie powierzchni nawadnianych i zwiększenie prawdopodobieństwa pokrycia niedoborów wodnych w latach ekstremalnie suchych. Wymaga to uprzedniego opracowania zasad gospodarowania wodną, uwzględniając zmienność niedoborów wody i dyspozycyjnych zasobów wody do nawodnień. Potrzebne są prace eksperymentalne mające na celu ulepszenie urządzeń nawadniających, dostosowując je do warunków małych dolin rzecznych w niewielkich zlewniach. Należałoby opracować zasady eksploatacji systemu, sprzyjającej retencjonowaniu w glebie wody ze spływów poziomych i po większych deszczach. Spółki wodne powinny otrzymać pomoc na działalność proekologiczną, gdyż częstokroć wymagania ochrony przyrody są sprzeczne z interesami rolników jako producentów żywności. Nawodnienia nie mogą być tylko zabiegiem interwencyjnym zapobiegającym spadkowi plonów przy dużej suszy, lecz ciągłym działaniem regulującym zasoby wody w glebie w całym okresie wegetacji. Stąd potrzeba rozwijania koncepcji sterowania zasobami wodnymi w skali całej zlewni, z uwzględnieniem wszystkich użytkowników wody i przepływów nienaruszalnych oraz zmienności naturalnych zasobów wodnych. Temu zagadnieniu, między innymi, poświęcone są badania prowadzone w ramach tematu zleconego przez KBN.

Literatura

- CIEPIEŁOWSKI A. 1985: *Wybrane zagadnienia hydrologiczne regulacji rzek*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- JURCZUK S. i in. 1989: *Zasady gospodarowania wodą na zmeliorowanych użytkach zielonych*. Materiały Instruktażowe 70, IMUZ Falenty.
- KOSTRZEWA H. 1972: *Przepływy nienaruszalne w profilach kontrolnych rzek Polski — Gospodarowanie zasobami wodnymi*. Materiały Badawcze IGW, seria nr 17.
- ŁABĘDZKI Ł. 1992: *Pakiet programów do określania potrzeb nawodnień podsiąkowych i deszczownianych dla celów planowania i projektowania*. IMUZ Falenty, mszynopis.
- OSTROMEŃCKI J. 1973: *Podstawy melioracji nawadniających*. PWN, Warszawa.
- ROGUSKI W., SARNACKA F., DRUPKA S., 1988: *Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych*. Materiały Instruktażowe 66, IMUZ Falenty.

Summary

Using own water resources of the small lowland catchment for irrigation of arable grounds.

The work contains methodological solution of problem connected with supplying arable grounds with water.

For the catchment of the river Zagożdżonka to the area up to Płachty Stare the estimation of water needs has been carried out, using the method elaborated by IMUZ., and the possibilities to use own water resources had been investigated.

Special attention had been payed to several particular problem — smethodological as well technical — which should be solved.