



Potrzeba nawodnień w centralnej Polsce na przykładzie powiatu kutnowskiego

Piotr Stachowski

Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań

Justyna Markiewicz

Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych, Łódź

1. Wstęp

Globalne zmiany klimatu wywołują zwiększanie się częstości i intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych, w tym susz, w skali lokalnej i regionalnej. Badania pokazują, że w wyniku zmian klimatu i warunków ekonomicznych rolnictwa w południowo-wschodniej Anglii zapotrzebowanie wody do nawodnień netto wzrośnie do 2020 roku o 70% w stosunku do 1995 r., a w północnych Niemczech o 40%. Powierzchnia nawadniana na świecie powinna wzrosnąć do 2,1 mln ha, z czego 1,6 mln ha na trwałych użytkach zielonych nawadnianych podsiąkowo i 0,5 mln ha na gruntach ornych i sadach [8]. W ostatnich latach susze w Polsce pojawiają się coraz częściej, są intensywniejsze i obejmują znaczne obszary kraju, wywołując ujemne skutki w rolnictwie, zwłaszcza w produkcji roślinnej. Polska jest zaliczana do krajów ubogich w zasoby wodne i nie jest przygotowana do zapobiegania skutkom suszy,

ponieważ istnieje dysproporcja między suszami w rolnictwie a powierzchnią nawadnianą i ilością wody pobieraną do nawodnień. Nawet w latach przeciętnych i mokrych w środkowej części dorzecza Warty, w którym w okresie wegetacyjnym suma opadów wynosi od 240 do 290 mm, występują niedobory wody [10]. W latach suchych, w których opady w okresie wegetacyjnym są znacznie niższe (około 150 mm) niedobory wody dla uprawianych roślin są bardzo duże i mogą osiągnąć wartość nawet 250 mm.

W chwili obecnej w Polsce nawodnienia odgrywają znikomą rolę zarówno w produkcji rolnej, jak i gospodarce wodnej. Są stosowane zaledwie na około 0,5% powierzchni użytków rolnych.

W Polsce obszar wyposażony w urządzenia i systemy nawodnień w 2007 roku wynosił 415000 ha, z tego: 365000 ha systemy grawitacyjne, 49000 ha systemy ciśnieniowe. Powierzchnia nawadniana zmniejszyła się o 75% w stosunku do 1990 roku.

Do prowadzenia nawodnień przystosowano zaledwie 440000 ha użytków rolnych głównie użytków zielonych (76000 ha) tj. nieco ponad 2% wszystkich użytków rolnych. W ostatnich latach wdrażane są prawie wyłącznie nowoczesne systemy nawodnień deszczowniach na obszarze około 10 000 ha, jak deszczownie pasmowe, nawodnienia kropłowe, mikronawodnienia lub nawodnienia wgłębne, których zakres ogranicza się przeważnie do sadów, warzyw, szkółek lub upraw specjalnych.

Do programu rozwoju melioracji nawadniających należy włączyć również działania w zakresie zwiększenia małej retencji wodnej w krajozbrazie rolniczym, traktując ją jako jeden ze sposobów wzbogacenia określonych siedlisk w wodę. W opracowanym przez Podkładka i Nycy [9] wskaźniku potencjalnych potrzeb melioracji nawadniających w Polsce, w wysokości: 2100 tys. ha, w tym 1600 tys. ha na trwałych użytkach zielonych i 500 tys. ha na gruntach ornych, wysokość tych potrzeb w Polsce centralnej jest ogromna. Na użytkach zielonych potrzeby melioracji nawadniających sięgają powierzchni 82 tys. ha, a na gruntach ornych na powierzchni 44 tys. ha [5, 9].

Rolnictwo jest jedną z ważniejszych gałęzi produkcji w tej części Polski ze stosunkowo dobrymi glebami oraz różnorodnością upraw. Jednak na ilość i jakość uzyskiwanych plonów ogromny wpływ wywiera przebieg warunków klimatycznych, gdyż region ten jest zaliczany do obszarów z najniższymi opadami w kraju. W wieloleciu 1951÷1990 najniższe

średnie roczne opady w tym rejonie (około 510 mm) notowane są w rejonie Koła, a najwyższe (około 550 mm) w rejonie Płocka.

Potrzeba rozwoju nawodnień w tej części kraju wynika również z bardzo niekorzystnego przebiegu warunków meteorologicznych, przede wszystkim opadów atmosferycznych. Województwo łódzkie w hierarchii potrzeb małej retencji zostało zakwalifikowane w całości do II strefy największych potrzeb retencji, a północno-zachodnia jego część – powiat kutnowski do I strefy [7]. Nawodnienia na tym obszarze podobnie, jak w Polsce mają charakter interwencyjny i uzupełniają okresowy niedobór opadów. Są potrzebne w krótszych bądź dłuższych okresach w czasie trwania okresu wegetacyjnego, w których występują częste i silne susze. Można przyjąć, że statystycznie raz na 3 lata istnieje potrzeba stosowania nawodnień.

Dalszy rozwój nawodnień przy braku naturalnych zbiorników wodnych i małych zasobach rzek województwa łódzkiego (dopływów głównych rzek województwa) możliwy jest przez zwiększanie zasobów wody to jest między innymi budowę zbiorników retencyjnych.

2. Materiał i metody badań

Celem pracy była ocena potrzeb zastosowania nawodnień w centralnej Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem powiatu kutnowskiego, na tle uwarunkowań klimatyczno-przyrodniczych występujących na tym obszarze.

Potrzeby nawadniania użytków rolnych na tym obszarze określono na podstawie:

- analizy klimatycznych bilansów wodnych w wieloleciu 1949÷2008, a także w okresach wegetacyjnych w różnym przebiegu warunków meteorologicznych,
- efektów produkcyjnych już stosowanych nawodnień deszczowniowych w gospodarstwie indywidualnym,
- informacji i opinii Terenowych Inspektoratów Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urzędzeń Wodnych oraz WZMiUW w Łodzi.

Zebrane wnioski zweryfikowano m.in. w czasie praktyki współautorki pracy w Urzędzie Miasta oraz Urzędzie Gminy Kutno i pracy w WZMiUW w Łodzi.

W pracy wykorzystano materiały:

- dane Urzędu Statystycznego w Łodzi.
- dane i opracowania uzyskane w Urzędzie Miasta oraz Urzędu Gminy Kutno w ramach własnej praktyki współautorki pracy,
- dane Głównego Urzędu Statystycznego.

Przebieg warunków meteorologicznych przeanalizowano na podstawie codziennych pomiarów opadów atmosferycznych w posterunku opadowym oraz wyników codziennych pomiarów temperatury powietrza ze stacji meteorologicznej Łodzi – Lublinek jako stacji reprezentacyjnej dla tej części kraju. Parowanie terenowe dla analizowanych okresach wegetacyjnych obliczono metodą Penmana w modyfikacji Kędziora [6].

3. Wyniki badań

3.1. Ogólna charakterystyka analizowanego obszaru

Położony w centralnej części Polski powiat kutnowski zajmuje 5% powierzchni województwa łódzkiego i obejmuje 11 gmin, zamieszkałych przez 105584 mieszkańców [4]. Przemysł dominujący w powiecie związany jest z rolnictwem i zlokalizowany zarówno w miastach jak i na terenie gmin wiejskich. Użytki rolne stanowią 85% powierzchni powiatu, w tym 90% to grunty orne, większość II i III klasy bonitacyjnej. Opracowany przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej, zawierającego główne elementy środowiska, wpływających na warunki produkcji rolnej (tj. warunki wodne, rzeźbę terenu, agroklimat, jakość gleb) dla województwa łódzkiego wynosi 61,9 pkt i jest wyraźnie niższy od średniej krajowej – 66,6 pkt.

Powiat kutnowski posiada lepsze warunki do produkcji rolnej, gdyż wskaźnik ten jest wyraźnie wyższy i wynosi 83,5 pkt. (w jakości gleb 64,6, w Polsce 49,5), agroklimat 10,1 pkt., w rzeźbie terenu 4,6 pkt., a w warunkach wodnych 4,1 pkt. Również warunki wodne powiatu kutnowskiego według wskaźnika IUNG, kształtują się powyżej średniej wojewódzkiej (2,8) i średniej krajowej (3,3). Najwięcej gleb dobrych (II i III i IV klasy), znajduje się powiatach: kutnowskim (83,5%) i łęczyckim (72,8%). Wśród rzek przepływających przez gminy powiatu kutnowskiego najkorzystniejsze warunki hydrologiczne ma rzeka Bzura, zasilana

w znaczącym stopniu wodami podziemnymi. Pozostałe ciekły na terenie powiatu charakteryzują się niskimi przepływami i skromnymi zasobami dyspozycyjnymi, jednymi z najniższych w Polsce. Na ograniczone zasoby wód powierzchniowych wpływa znacząco charakterystyczna dla tych terenów mała ilość opadów atmosferycznych. Rezultatem niedoboru opadów jest zauważalny proces stepowienia zlewni rzeki Bzury, głównie na obszarze pomiędzy Żychlinem, Strzelcami i Kutnem. Obszar ten praktycznie pozbawiony jest naturalnych powierzchniowych wód stojących. Spotyka się jedynie nieliczne, niewielkie obszarowo stawy, a jeziorność waha się w granicach od 0,01 do 0,05.

Zasoby wodne zlewni rzek tego regionu można zwiększyć retencjonując wodę, tj. m.in. ograniczając szybkość spływu powierzchniowego na korzyść odpływu gruntowego. Na terenie gmin powiatu kutnowskiego istnieją liczne obiekty, które po odbudowie i zmodernizowaniu z powodzeniem mogłyby pełnić funkcję małych zbiorników retencyjnych. W chwili obecnej odbudowuje się stopniowo zabudowę hydrotechniczną rzek. Rozpatrywany jest też wariant budowy na rzece Głogowiance, w pobliżu ujścia do rzeki Ochni, zbiornika retencyjnego dla miasta Kutna.

Naturalne zasoby wód powierzchniowych tej części kraju oraz możliwości pokrycia występujących potrzeb z opadów atmosferycznych są bardzo niskie i ograniczone. Analiza wielkości średniego odpływu jednostkowego z omawianego obszaru wykazuje, że ta część Polski zalicza się do najmniej zasobnych w wodę regionów. Jednostkowy własny zasób wody, na 1 mieszkańca na rok w województwie łódzkim nie przekracza 900 m^3 i jest on wyższy jedynie od woj. śląskiego (700 m^3) i mazowieckiego (800 m^3) [11]. Tak trudna sytuacja wodna powiatu kutnowskiego wynika z jego wododziałowego położenia, gdzie dopływy wód z innych terenów są bardzo małe.

Najważniejsze problemy rozwoju rolnictwa Polski centralnej to:

- niekorzystna, struktura agrarna – mała wielkość gospodarstw rolnych i znaczne ich rozdrobnienie (gospodarstwa o powierzchni do 5 ha, stanowią ponad 46% ogółu gospodarstw). Jednocześnie następuje polaryzacja struktury agrarnej; z jednej strony powstają duże, wielkotowarowe gospodarstwa rolne, z drugiej zaś zwiększa się liczba gospodarstw najmniejszych i nierentownych,

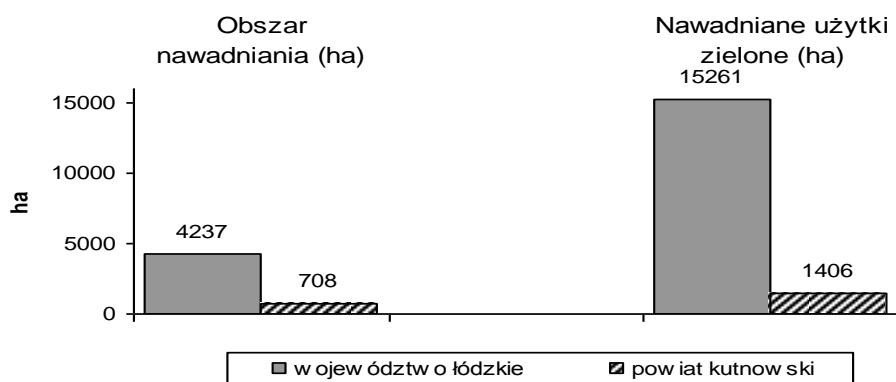
- deficyt wód powierzchniowych, który dotyczy przede wszystkim północnej i zachodniej części obszaru centralnego kraju, w której położony jest powiat kutnowski,
- niski poziom infrastruktury technicznej na obszarach wiejskich tej części Polski, znacznie poniżej średniego poziomu w kraju.

Biorąc pod uwagę uwarunkowania rozwoju rolnictwa w tej części kraju, obszar powiatu kutnowskiego zaliczono do terenu o najkorzystniejszych warunkach dla rozwoju i intensyfikacji rolnictwa. Są to tereny o najkorzystniejszych warunkach przyrodniczych dla rozwoju produkcji rolnej, wysokim udziale użytków rolnych, rozwiniętej specjalizacji produkcji rolnej, wysokim stopniu wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej, wysokim zainwestowaniu rolniczym, niskim stopniu urbanizacji. Jako tereny preferowane dla rozwoju i intensyfikacji rolnictwa, winny być chronione przed zajmowaniem na cele nierolnicze oraz przed formami gospodarowania kolidującymi z ich funkcją żywicielską.

Na ogólną powierzchnię użytków rolnych zmeliorowanych w województwie łódzkim (473686 tys. ha), w powiecie kutnowskim znajduje się 14%. Ponadto aż 46,6% gospodarstw rolnych na tym terenie, ma powierzchnie do 15 ha, a 19,7% ogólnej liczby gospodarstw rolnych posiada powierzchnię większą niż 15 ha [4].

Systemy nawadniające położone są w dolinach rzeki Ner, Bzury i Pilicy, a więc największych rzek tej części kraju, charakteryzujących się największymi zasobami wody. Istotnym czynnikiem gwarantującym sprawne działanie systemów melioracji nawadniająco – odwadniających jest prawidłowa eksploatacja i utrzymanie obiektów. Zgodnie z ewidencją WZMiUW w Łodzi, na koniec 2006 roku w województwie łódzkim, ogólna powierzchnia użytków rolnych wynosiła 1886386 ha. W powierzchni tej grunty orne stanowiły 84%, a użytki zielone 16%. Na obszarze województwa łódzkiego wg ewidencji WZMiUW na ogółem zmeliorowanych 471510 ha użytków rolnych, w urządzenia nawadniające wyposażonych jest zaledwie 15414 ha, w tym 15261 ha na trwałych użytkach zielonych, a tylko 153 ha na gruntach ornych. Uwagę zwraca również fakt, że na ogólną powierzchnie obszarów zmeliorowanych dolin rzecznych, wynosząca na obszarze województwa łódzkiego 15261 ha (w powiecie kutnowskim 1406 ha) – zaledwie 27,5% jest aktualnie eksploatowanych, czyli nawadniane możliwe jest na zaledwie 4237 ha użytków

zielonych (w systemie nawodnień podsiąkowych 2712 ha i stokowych 1525 ha), a w powiecie kutnowskim na 708 ha (rys. 1). Aktualnie na terenie województwa łódzkiego dla nawodnień rolniczych i w leśnictwie oraz dla napełniania stawów rybnych i utrzymania w nich zalewu zużywa się 91,60 mln m³ wody.



Rys. 1. Wyposażenie w urządzenia nawadniające na użytkach rolnych województwa łódzkiego i powiatu kutnowskiego (dane WZM i UW Łódź)

Fig. 1. Equipment in irrigation units on the arable lands in Lodz province and Kutno county (data from Regional Board of Melioration and Water Facilities Lodz)

3.2. Celowość nawodnień rolniczych na obszarze centralnej Polski ze szczególnym uwzględnieniem powiatu kutnowskiego

Przeszkodą w rozwoju i realizacji nawodnień w centralnej Polsce, są małe zasoby wodne, które w opracowanej „*Hierarchii potrzeb obszarowych małej retencji*”, zakwalifikowano do obszarów o największych potrzebach wodnych [7]. Ponadto niekorzystne tendencje zmian klimatycznych, stwarzają potrzebę zwiększenia zdolności retencionowania wody i oszczędnego gospodarowania zasobami wodnymi, które będą stanowiły podstawę rozwoju systemów nawadniających. Realizacja małej retencji pozwoli nie tylko ograniczyć negatywne skutki niedoboru wody, ale i jej nadmiaru umożliwiając rozwój systemów dwustronnego działania; odwadniająco – nawadniająco, a także nawodnień deszczownianych.

Program małej retencji [11] przewiduje realizację nowych obiektów gospodarki wodnej. W zbiornikach o łącznej powierzchni 6000,4 ha,

można będzie gromadzić wodę w ilości 101,5 mln m³. Zdecydowana większość magazynowanej wody może być wykorzystana dla celów nawodnień rolniczych. Program zakłada, że funkcję tą może pełnić 79 zbiorników wodnych małej retencji o łącznej powierzchni 4667 ha i pojemności 82,1 mln m³. Pojemność użyteczną tych zbiorników oszacowano na 20 mln m³, z czego w programie założono, że do nawodnień można będzie wykorzystać 7 mln m³ wody. Przy średniej wielkości zapotrzebowania wody do nawodnień podsiąkowych wynoszącym 2500 m³ ta ilość wody winna wystarczyć do nawodnienia 2800 ha użytków zielonych. Ponadto zakłada się, że z uwagi na ograniczone zasoby wody w rzekach, realizacja obiektów nawadnianych prowadzona będzie w ścisłej korelacji z rozwojem małej retencji wody w województwie tj. budową zbiorników wodnych w dolinach rzek [11].

W ramach etapu I przewiduje się wykonanie: 65 obiektów o powierzchni 10673,82 ha, szacunkowym koszcie 160 mln. W etapie II przewiduje się wykonanie: 152 obiektów na powierzchni łącznej 15651,39 ha o szacunkowym koszcie 235 mln.

Do zwiększenia zasobów wodnych przyczyni się również realizacja nawodnień rolniczych, a przez to do zaspokojenia potrzeb wodnych rolnictwa, a także ekosystemów rolniczych. Umożliwi to także ochronę przed skutkami suszy poprzez budowę nowoczesnych wodooszczędnych systemów nawadniających. W głównej mierze wymagana jest odbudowa już istniejących zastawek i jazów, jak również budowa nowych urządzeń piętrzących na odpływach, bez potrzeby budowy kosztownych zapór przegradzających doliny rzek.

Wyrazem tego były zrealizowane obiekty melioracyjne wyposażone w urządzenia do prowadzenia nawodnień w powiatach: poddębickim, kutnowskim, sieradzkim, radomszczańskim. Są to przede wszystkim nawodnienia trwałych użytków zielonych, które przy braku naturalnych zbiorników wodnych (jezior), prowadzone były w oparciu o wykorzystywanie bieżącego przepływu wody w rzece. Dlatego nawodnienia te realizowane były w ograniczony sposób i są obecnie prowadzone głównie w dolinach największych rzek województwa: Ner, Bzura, Warta, Pilica na terenie powiatów poddębickiego, łęczyckiego, radomszczańskie-go, kutnowskiego, opoczyńskiego, pabianickiego i piotrkowskiego [11].

Do kryteriów przyrodniczych decydujących o celowości i potrzebie wprowadzenia nawodnień w rolnictwie zalicza się przede wszystkim

kryteria klimatyczne. Wśród czynników klimatycznych, tworzących te kryteria, występujących na obszarze powiatu kutnowskiego, zalicza się przede wszystkim:

- średnią z wielolecia suma opadów rocznych, która wynosi od 500 do 600 mm, a w okresie wegetacyjnym nie jest większa niż 370 mm (w wieloleciu 1949÷2008 średnia roczna suma opadów w powiecie kutnowskim wynosiła 550 mm, a w okresie wegetacyjnym 356 mm). Oprócz wielkości opadów także ich rozkład w czasie jest niekorzystny dla rolnictwa, gdyż wiosną na tym obszarze, pojawiają się często okresy suszy, głównie w kwietniu i maju. Występujące niskie sumy opadów w miesiącach zimowych często nie odbudowują zimowej retencji gruntowej (w wieloleciu 1949÷2008 w powiecie kutnowskim, średnia suma opadów w półroczu zimowym wynosiła 202 mm),
- wielkość ewapotranspiracji potencjalnej w okresie wegetacyjnym większą od 515 mm [2], w latach 1949÷2008 na obszarze powiatu kutnowskiego wielkość ta wynosiła 590 mm,
- różnica pomiędzy ewapotranspiracją potencjalną w okresie wegetacyjnym, a sumą opadów atmosferycznych dla tego okresu jest równa lub większa od 150 mm. W latach 1949÷2008 różnica ta była równa 234 mm (tab. 1). stosunek ewapotranspiracji potencjalnej do sumy opadów okresu wegetacji (P_{WEG}) większy od 1,4 (w wieloleciu 1949÷2008 stosunek ten wynosił 1,7).

Drupka [1] posługując się wykładnikiem stosunku ETp/P_{WEG} , jako klimatycznym wskaźnikiem potrzeby nawodnień uzupełniających, opracował strefy zróżnicowanej celowości stosowania nawodnień deszczownianych. Obszar powiatu kutnowskiego usytuowany został w pierwszej strefie celowości stosowania nawodnień, czyli w strefie o największych potrzebach zmniejszania niedoborów wody. Deszczownie w tej strefie powinny być instalowane w pierwszej kolejności, a udział powierzchni nawadnianej w ogólnym areale upraw rolniczych nie powinien być mniejszy niż 20÷30%.

Potrzeba i celowość deszczowania upraw w tym rejonie Polski centralnej jest uzasadniona również wysokim poziomem intensyfikacji produkcji gospodarstw. W uprawie dominują zboża, rośliny przemysłowe, pastewne i okopowe na glebach klas III i IV klas bonitacyjnych, co w połączeniu z dobrą agrotechniką i kulturą rolną oraz wyższym zuży-

ciem nawozów mineralnych, pozwala uzyskiwać wyższe niż średnio w kraju plony [4]. Warunki klimatyczne i kultura rolna predestynują ten region do lokalizacji inwestycji deszczownianych w pierwszym rzędzie [1].

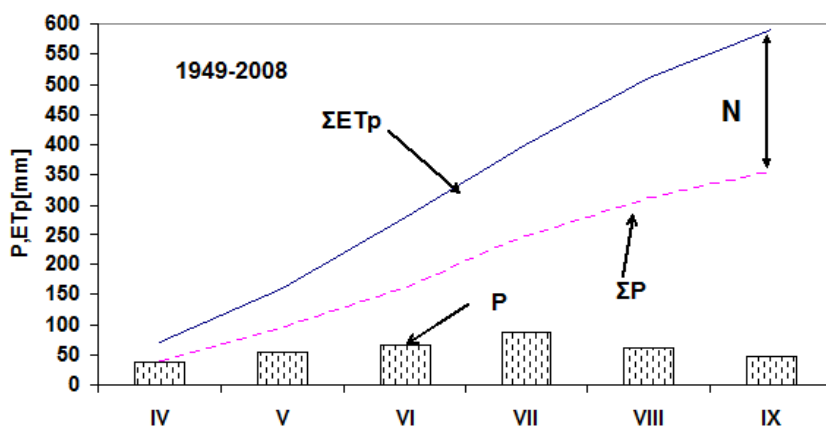
Tabela 1. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych P(mm) oraz ewapotranspiracji potencjalnej ETp (mm) z wielolecia 1949÷2008 według stacji meteorologicznej Łódź – Lublinek

Table 1. Monthly average sums of precipitation P(mm) and potential evapotranspiration ETp (mm) in the years 1949-2008, data from the meteorological station in Lodz – Lublinek

Miesiąc	Opad P (mm)	Ewapotranspiracja potencjalna ETp (mm)	Klimatyczny bilans wodny (mm)
I	27	12	+15
II	30	15	+15
III	27	35	-8
IV	38	70	-32
V	55	90	-35
VI	67	120	-53
VII	88	120	-32
VIII	62	110	-48
IX	46	80	-34
X	30	40	-10
XI	44	20	+24
XII	36	15	+21
IV÷IX	356	590	-234
XI÷X	550	727	-177

Na podstawie obliczonego z wielolecia niedoboru klimatycznego opadów, można wnioskować o niedoborach wody dla rolnictwa i potrzebie nawodnień roślin uprawnych i użytków zielonych. Największe niedobory opadów występują na tym obszarze w okresie wegetacyjnym. W latach przeciętnych wynoszą od 200 mm do 230 mm. W latach suchych niedobory zwiększają się odpowiednio do wartości od 360 do 390 mm. Największe niedobory występują w okresie od maja do lipca. Średnia wielkość niedoborów opadowych w wieloleciu 1949÷2008 wyniosła 234 mm. W ciągu roku parowanie przewyższa opad średnio o 177 mm (tab. 1).

Jak wynika z wykresu klimatycznego bilansu wodnego z wielolecia dla okresów wegetacyjnych od 1949 do 2008 roku, średnie parowanie wynosiło około 590 mm (tab. 1) Jest to wartość wyższa niż suma opadów w powiecie kutnowskim, która w wieloleciu w okresie wegetacyjnym wynosi około 350 mm, co powoduje niedobór opadowy na końcu tego okresu wynoszący 240 mm (rys. 2).



Rys. 2 Średnie miesięczne sumy opadów (P), ich krzywe sumaryczne (ΣP) oraz krzywe sumowania ewapotranspiracji potencjalnej (ΣETp) i wielkości niedoborów wody (N) w okresach wegetacyjnych w wieloleciu lat 1949÷2008

Fig. 2. Monthly average sums of precipitation (P), their summarized curves (ΣP) and summarized curves of potential evapotranspiration (ΣETp) and water shortage size (N) in vegetation periods of years 1949-2008

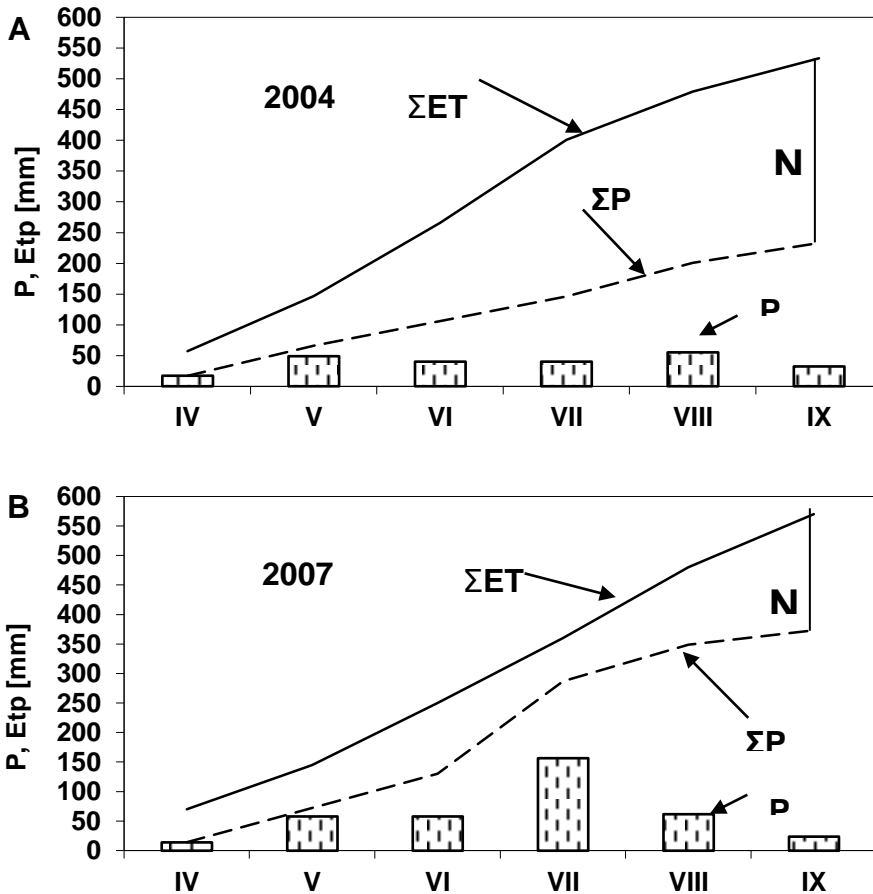
Szczegółowa analiza wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych w badanym wieloleciu 1949÷2008 na obszarze centralnej Polski wykazała, dość częste występowanie susz hydrologicznych. W północnej i zachodniej części obszaru (powiat kutnowski) jest ich najwięcej oraz trwają przez ponad miesiąc i dłużej. Początek zjawiska najczęściej ma miejsce w okresie wiosenno-letnim (około 65% przypadków). Koniec okresów posusznych przypadał najczęściej na miesiące jesienno-zimowe (listopad-luty). W analizowanym wieloleciu (1949÷2008) miesiącem, podczas którego najczęściej występowały susze atmosferyczne był marzec oraz okres od czerwca do września, a najrzadziej obserwowano je od grudnia do lutego.

Odzwierciedleniem potrzeb stosowania nawodnień w powiecie kutnowskim mogą być niedobory opadów (N), obliczone jako klimatyczne bilanse wodne z różnicy pomiędzy miesięcznymi sumami ewapotranspiracji potencjalnej (ΣET_p), a sumami opadów rzeczywistymi (ΣP). Po analizie krzywych obu tych wielkości można stwierdzić, że celowość uzupełnienia braków wody wystąpiła w każdym z badanych okresów wegetacyjnych, o różnej wielkości i rozkładzie opadów atmosferycznych.

W suchym i ciepłym okresie wegetacyjnym 2004 roku, w którym suma opadów (232 mm) była niższa od średniej z wielolecia aż o 88 mm, o prawdopodobieństwie wystąpienia łącznie z niższymi (75%) 1 raz na 4 lata. Potrzeba stosowania nawodnień wystąpiła już w maju, w którym niedobory opadów wynosiły 90 mm i stale się powiększając, trwały nieprzerwanie do końca 2004 roku wynosząc we wrześniu około 300 mm (rys. 3A). Rok 2004 był przykładem klasycznego roku suchego, w którym przy bardzo wysokich temperaturach w miesiącu czerwcu i lipcu wystąpił brak opadu, a właściwie ich niewielkie ilości wynoszące około 30% średniej z wielolecia. Długotrwała susza określona przez hydrologów jako największa od 100 lat oraz długo utrzymujące się wysokie temperatury (średnia w lipcu 24°C), doprowadziły do ogromnych strat. Przyspieszeniu uległo dojrzewanie zbóż przy niedostatecznym wykształceniu ziarna, zwłaszcza zbóż jarych.

Jak oszacował Urząd Gminy w Kutnie, w powiecie kutnowskim zbiory zbóż, w suchym i ciepłym okresie wegetacyjnym 2004 roku były o 18,4% mniejsze niż w średnio suchym, pod względem sumy opadów okresie wegetacyjnym 2005 roku, a zbiory kukurydzy na ziarno były niższe o 32,9%, a ziemniaków o 18,6% mniejsze niż w 2005 roku.

Odmienny przebieg warunków meteorologicznych wystąpił w średnio mokrym i ciepłym okresie wegetacyjnym 2007 r. Suma opadów (373 mm) w tym okresie była wyższa od średniej z wielolecia o 53 mm, prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów łącznie z wyższymi wynosi 20% (1 na 20 lat). Również w tym okresie potrzeba stosowania nawodnień wystąpiła już w maju, pomimo sumy opadów zbliżonej do średniej z wielolecia. Wyższa (o 2,2°C) od średniej temperatura powietrza spowodowała pojawienie się niedoborów opadów, które trwały do końca tego okresu. Związane były z wyższymi od średniej z wielolecia temperaturami powietrza w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego 2007 roku, przy sumach opadów zbliżonych do średniej. Na końcu okresu wegetacyjnego niedobór opadów wyniósł 175 mm (rys. 3B).



Rys. 3. Miesięczne sumy opadów (P), ich krzywe sumaryczne (ΣP) oraz krzywe sumowania ewapotranspiracji potencjalnej (ΣETp) i wielkości niedoborów wody (N) w okresach wegetacyjnych 2004 roku (A) i 2007 roku (B)

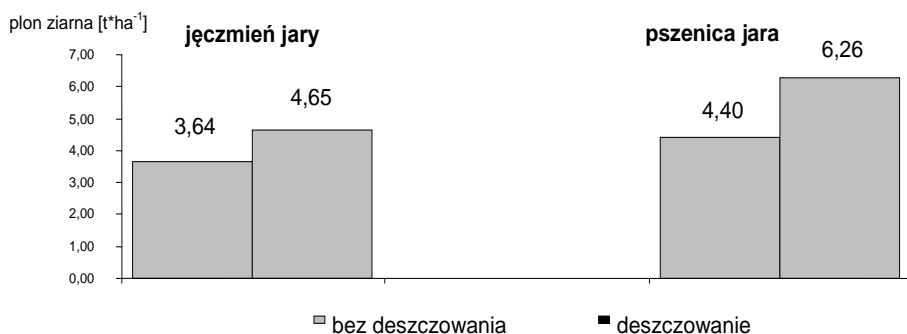
Fig. 3. Monthly average sums of precipitation (P), their summarized curves (ΣP) and summarized curves of potential evapotranspiration (ΣETp) and water shortage size (N) in vegetation periods in years 2004 (A) and 2007 (B)

Po przeanalizowaniu krzywych sumowania obu wielkości można stwierdzić, że uzupełnienia braków wody wystąpiły w każdym z badanych okresów wegetacyjnych. Potrzeby te były zróżnicowane w czasie, jednak w obu analizowanych okresach wystąpiły już w maju. Obliczone wielkości niedoborów opadów (N), w okresach wegetacyjnych o różnym

rozkładzie i wielkości opadów, wskazują na potrzebę stosowania nawodnień w warunkach klimatycznych powiatu kutnowskiego.

Mając na uwadze poddane analizie uwarunkowania klimatyczne, a także przyrodnicze przewiduje się następującą kolejność realizacji nawodnień w centralnej Polsce, z szczególnym uwzględnieniem powiatu kutnowskiego:

1. Odbudowa istniejących systemów nawodnień na obszarze trwałych użytków zielonych w dolinach rzek województwa z tym, że w pierwszej kolejności zakłada się odbudowę obiektów już nawadnianych, których zasilanie możliwe jest z istniejących zbiorników wodnych. Umożliwi to w stosunkowo krótkim okresie czasu uzyskanie efektu gospodarczego przy jednoczesnej dużej gwarancji pokrycia zapotrzebowania wody dla tych obiektów,
2. Budowa w dolinach nowych obiektów nawadnianych. Zakłada się, że z uwagi na ograniczone zasoby wody w rzekach realizacja tych obiektów prowadzona będzie w ścisłej korelacji z rozwojem małej retencji wody w tej części kraju. Jak wynika z opracowanej przez IMUZ Falenty w 1996 roku „Małej retencji-potrzeby i możliwości realizacji”, w powiecie kutnowskim przewiduje się budowę zbiorników retencyjnych (m.in. zbiorniki: Łanięta, Grodno, Kutno, Perna, Słudwia), ujęć powierzchniowych (brzegowe, sztolnie, stawy ziemne), ujęć wód podziemnych (stawy ziemne, studnie głębinowe), o łącznej pojemności 2781 tys. m³.



Rys. 4. Efekty produkcyjne deszczowania zbóż jarych w powiecie kutnowskim w 2007 roku

Fig. 4. Production effects of irrigation of spring cereals in Kutno County in 2007

O celowości stosowania nawodnień na terenie powiatu kutnowskiego świadczą również dotychczasowe rezultaty nawodnień deszczownianych. Nawadniano przy użyciu deszczowni szpulowej, zboża w gospodarstwie o powierzchni 14,25 ha we wsi Siemianów w gminie Strzelce. W okresie wegetacyjnym, zaliczanym pod względem sumy opadów do mokrego (2007 rok), nawadnianie miało tutaj charakter interwencyjny. Uzupełniało braki opadów atmosferycznych w okresie od 15 maja do 25 lipca i jak zauważa Żarski [12], zapobiegało spadkom plonów w okresach posusznych i stabilizowało plonowanie. W uprawie pszenicy jarej (odmiany: Jasna i Cytra) oraz jęczmienia jarego (odmian browarnych: Signora i Marthe), na glebie lekkiej o przewadze IV klasy bonitacyjnej, nawożeniu 155 kg NPK/ha, uzyskano bezwzględne przyrosty plonów ziarna rzędu $1,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (pszenica jara) i około $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (jęczmień jary). Niewielka wielkość tych efektów, nie stanowi być może dostatecznej zachęty dla potencjalnych innych inwestorów. Jednak powinno się zakładać pewien udział zbóż na polach wyposażonych w deszczownię, zasadniczo przeznaczonych do nawadniania innych roślin polowych. Argumentem nawadniania zbóż w gospodarstwie wielkotowarowym, powinny być również wymogi racjonalnego następstwa roślin i względy jakościowe. Jak wykazał wypiek laboratoryjny, deszczowanie pszenicy jarej polepszyło jej właściwości przemiałowe, w związku z lepszym wykształceniem ziarna.

Podobnie jak wyniki badań uzyskanych przez Żarskiego [12], poprawa zaopatrzenia pszenicy w wodę w wyniku deszczowania, przyczyniła się do zwiększenia dorodności ziarna, ale i zmniejszenia w nim procentowej zawartości białka i glutenu. Spadek procentowej zawartości białka był rekompensowany zwiększeniem jego plonu z jednostki powierzchni, natomiast spadek zawartości glutenu, znacznym polepszeniu jego jakości (mniejsza rozpływalność). Natomiast nawadnianie jęczmienia browarnego oprócz wzrostu plonu, zapewniło pozyskanie ziarna spełniającego wymagania dotyczące przydatności browarnej, powodując obniżenie zawartości białka ogólnego, zwiększając celność ziarna i poprawiając energię kiełkowania (tab. 2).

Jak podkreślono w *Wojewódzkim Programie Małej Retencji* [11] wyższą efektywność prowadzenia nawodnień, można uzyskać w układzie produkcyjnego deszczowania upraw warzywniczych przy zastosowaniu 1,5-krotnych dawek polewowych i zwiększonej intensywności deszczownia, co powinno być priorytetem stosowania nawodnień na terenie powiatu kutnowskiego [11].

Tabela 2. Wpływ deszczowania na przydatność browarną ziarna jęczmienia jarego w 2007 roku

Table 2. Influence of irrigation on brewery use of spring barley grain in 2007

Wariant	Energia kiełkowania (%)	Białko ogólne (% s.m.)
Bez deszczowania	91	13,2
Z deszczowaniem	96	10,8

4. Podsumowanie i wnioski

Podstawowym kryterium celowości nawodnień rolniczych na obszarze centralnej Polski są uwarunkowania klimatyczne, których wyrazem jest hierarchia potrzeb retencji wody, kwalifikująca ten rejon w całości do II kategorii potrzeb retencji, a więc do obszarów najbardziej narażonych na susze. Natomiast północno zachodniej części tego obszaru – powiat kutnowski, do kategorii I o największych potrzebach retencjonowania wody w skali kraju i o najpilniejszych potrzebach rozwoju małej retencji, wynikających z niekorzystnych warunków klimatycznych (niedoborów opadów) [7]. Wyrazem tego są zrealizowane obiekty melioracyjne wyposażone w urządzenia do prowadzenia nawodnień w tym powiecie. Są to przede wszystkim nawodnienia trwałych użytków zielonych, które przy braku naturalnych zbiorników wodnych (jezior) prowadzone są w oparciu o wykorzystywanie bieżącego przepływu wody w rzece. Nawodnienia te realizowane są w ograniczony sposób i obecnie prowadzone głównie w siedliskach dolinowych największych rzek województwa: Ner, Bzura, Warta, Pilica. Są to grawitacyjne systemy nawadniające zwane systemami dwustronnego działania, które w okresach deficytów wody w glebie służą do piętrzenia wody i podnoszenia zwierciadła wód gruntowych. Natomiast w okresach nadmiaru wody, otwarte urządzenia piętrzące przyczyniają się do obniżenia wysokich stanów wody. W ten sposób można w różnym stopniu intensyfikować gospodarowanie wodą w dolinie. W przyszłości powinni być realizowane zadania z zakresu małej retencji, tj. budowa kolejnych zbiorników retencyjnych, podpiętrzanie cieków, budowa małych zbiorników wiejskich i stawów oraz odbudowa oczek wodnych. Istotne znaczenie ma sterowanie retencją gruntową w dolinach rzek i małych ciekach za pomocą, regulowanego odpływu wody przez urządzenia piętrzące [11].

Potrzeby nawodnień w centralnej Polsce ze szczególnym uwzględnieniem powiatu kutnowskiego wynikają z:

- Dużej zmienności przebiegu warunków meteorologicznych z występującymi niedoborami opadów, a także ich niekorzystnym rozkładem, tym bardziej, że występowanie niedoborów opadów nie jest zjawiskiem charakterystycznym tylko dla lat suchych i średnich. Również w okresach wegetacyjnych zaliczonych do mokrych ale o niekorzystnym rozkładzie opadów, czego przykładem jest rok 2007, występują deficyty opadów.
- Dalszego intensywnego rozwoju rolnictwa w powiecie kutnowskim, o najkorzystniejszych warunkach przyrodniczych dla rozwoju produkcji rolnej, wysokim udziale użytków rolnych, rozwiniętej specjalizacji produkcji rolnej, wysokim stopniu wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej, wysokim zainwestowaniu rolniczym, niskim stopniu urbanizacji.

Celowość zastosowania nawodnień w tej części kraju wynika także z wyraźnego wzrostu zainteresowania różnorodnymi formami nawadniania upraw roślin polowych i trwałych użytków zielonych oraz upraw warzywnych i sadowniczych, a także ogrodów i terenów rekreacyjnych. Potrzeba nawodnień rolniczych szczególnie powiatu kutnowskiego wynika również z konieczności zapewnienia stabilności produkcji roślinnej oraz spełnienia coraz wyższych wymagań jakościowych. Dotyczy to zaopatrzenia w produkty rolne i ogrodnicze nie tylko rynku krajowego, ale także eksportu płodów rolnych, warzyw i owoców.

Potrzebę stosowania nawodnień w tej części kraju uzasadniają występujące deficyty klimatycznych bilansów wodnych. Ze szczegółowej analizy tych bilansów w wieloleciu 1949÷2008 wynika, że średnie niedobory wodne w okresie wegetacji w latach zaliczonych do suchych wahają się od 150 do 220 mm, w latach zaliczanych do średnich od 90 do 160 mm. W okresach wegetacyjnych zaliczanych do mokrych pojawiają się również okresy bezopadowe, powodujące występowanie niedoborów wody, które wynoszą od kilkunastu do kilkudziesięciu mm [11].

Jak wykazują dotychczasowe efekty produkcyjne, najbardziej skutecznym sposobem nawadniania jest deszczownie za pomocą nawijanych rurociągów. Nawet w okresie wegetacyjnym, zaliczanym pod względem sumy opadów do mokrego (2007 rok), gdzie nawadnianie miało charakter interwencyjny, uzupełniający braki opadów atmosferycznych, doszło do bezwzględnych przyrostów plonów ziarna rzędu $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (pszenica jara) i około $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (jęczmień jary). Oprócz tych efek-

tów nawadnianie pszenicy jarej polepszyło jej właściwości przemiałowe, w związku z lepszym wykształceniem ziarna oraz zwiększenia jego dorodności. Nawadnianie jęczmienia browarnego oprócz wzrostu plonu, zapewniło pozyskanie ziarna spełniającego wymagania dotyczące przydatności browarnej, powodując obniżenie zawartości białka ogólnego, zwiększając celność ziarna i poprawiając energię kiełkowania.

Reasumując można sformułować następujące wnioski:

1. Potrzeba nawodnień na obszarze centralnej Polski wynika z bardzo niekorzystnych warunków klimatycznych. Wielkość i rozkład opadów w czasie jest niekorzystny dla rolnictwa, gdyż wiosną pojawiają się często okresy suszy. W analizowanym wieloleciu 1949÷2008 średnia roczna suma opadów wynosiła 550 mm, a w okresie wegetacyjnym 356 mm. Na pojawianie się niedoborów opadów w okresie wiosennym mają wpływ niskie sumy opadów w miesiącach zimowych, często nieodbudowujące zimowej retencji gruntowej. W latach 1949÷2008 średnia suma opadów w półroczu zimowym wynosiła 202 mm.
2. Szczegółowa analiza klimatycznych bilansów wodnych w wieloleciu 1949÷2008 wykazała, że największe niedobory opadów pojawiają się na tym obszarze, w okresie wegetacyjnym i wynoszą od 200 mm do 230 mm, a w okresach suchych zwiększają się do wartości od 360 do 390 mm.
3. Na potrzebę i celowość nawadniania upraw w tym rejonie kraju, wskazuje również wysoki poziom intensyfikacji produkcji gospodarstw. W uprawie dominują zboża (69% powierzchni zasiewów), rośliny przemysłowe (11%) pastewne (7%) i okopowe, na glebach klas III i IV, co w połączeniu z dobrą agrotechniką i kulturą rolną oraz wyższym zużyciem nawozów mineralnych, pozwala uzyskiwać wyższe niż średnio w kraju plony.
4. Potwierdzają to dotychczasowe efekty produkcyjne, nawadniania deszczownianego, gdzie nawet w okresie wegetacyjnym mokrym pod względem sumy opadów (2007 rok), przy nawadnianiu zbóż, uzyskano przyrostów plonów ziarna rzędu $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (pszenica jara) i około $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (jęczmień jary). Oprócz tych efektów nawadnianie pszenicy jarej polepszyło jej właściwości przemiałowe, w związku z lepszym wykształceniem ziarna oraz zwiększenia jego dorodności. Natomiast nawadnianie jęczmienia browarnego oprócz wzrostu plonu, zapewniło pozyskanie ziarna spełniającego wymagania dotyczące przydatności browarnej.

5. Przeszkodą w rozwoju nawodnień na tym terenie jest słabe wyposażenie użytków rolnych w urządzenia nawadniające. Na ogólna powierzchnie 473686 ha użytków rolnych w urządzenia nawadniające wyposażonych jest zaledwie 15414 ha, w tym 15261 ha na trwałych użytkach zielonych, a tylko 153 ha na gruntach ornych, co stanowi odpowiednio 3,2% i 0,03% powierzchni użytków rolnych.
6. Dalszy rozwój i planowanie nawodnień rolniczych w tej części kraju jest możliwy tylko i wyłącznie poprzez realizację opracowanego dla tego regionu programu małej retencji, zmierzającego do zwiększenia zasobów wodnych, poprzez budowę zbiorników retencyjnych, czy też zwiększenia zdolności retencyjnych małych zlewni.

Literatura

1. **Drupka S.:** *Deszczownie i deszczowanie*. PWRiL, Warszawa 1972.
2. **Dzięyc J.:** *Kryteria i zarys rejonizacji rolnictwa nawadnianego w Polsce*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. Warszawa: 224. 1976.
3. **Dzięyc J., Nowak L., Panek K.:** *Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. Warszawa: 314: 11÷34, 1987.
4. *Rocznik Statystyczny*. Wyd. Głównego Urzędu Statystycznego, Warszawa, 2005, 2008.
5. **Kaca E.:** *Gospodarka wodna w rolnictwie w warunkach niedoboru wody*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 3/2007.
6. **Kędziora A.:** *Podstawy agrometeorologii*. PWRiL – Poznań, wyd. II, poprawione i rozszerzone. 1999.
7. **Kowalczak P.:** *Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w Polsce*. IMGW, Poznań. 1996.
8. **Nyc K., Pokładek R.:** *Aktualne problemy melioracji użytków zielonych*. Wyd. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t.8, z.2b (24), s 97÷103. 2008.
9. **Pokładek K. Nyc R.:** *Celowość i kierunki rozwoju melioracji w Polsce*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 3/2007 r.
10. **Stachowski P., Szafrąński Cz.:** *Dynamika zmian uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb wytworzonych z gruntów pogórnicych*. Roczn. AR Poznań 317 Rol. 56 s. 367÷375. 2000.
11. *Wojewódzki Program Małej Retencji* – wykonany przez Biuro Projektów Gospodarki Wodnej Rolnictwa „Bipromel” Sp. z o.o. Warszawa 1995.
12. **Żarski J.:** *Potrzeby i efekty nawadniania roślin zbożowych w Polsce*. Mat. Konf. Nauk. nt.: „Potrzeby wodne oraz efekty produkcyjne i przyrodnicze nawadniania roślin” Poznań÷Sielinko, 21-22, 2006.

The Need of Irrigation in central Poland on the Example of Kutno County

Abstract

The basic criteria of the needs of agriculture irrigation in central Poland are the climate conditions. This area is considered as the most exposed to drought and the north west part – Kutno county – is the area with the biggest needs of water retention in whole Poland.

The central part of Poland has a large need of irrigation because of the important water deficit caused by the small water precipitation and its poor distribution. During the dry, average and wet vegetation periods, taking into consideration the sums of precipitation and due to the variability of precipitation, it is necessary to apply irrigation in this area in order to ensure the quality and quantity of agriculture production. The high level of intensification of farming justify the need and purposefulness of irrigation of crops in this area. The crops are predominantly fodder plants, pulse plants, root plants and are grown on soil of III and IV class. The good agro technique and agriculture policy, and high use of mineral fertilization result in higher than average crop yields in the country. The use of irrigation system is justified by the production effects. During the wet vegetation period, considering the sums of precipitation (2007), the use of cereal irrigation caused the increase of grain crops by $1.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (spring wheat) and by approximately $1.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ of spring barley. Apart from the yield effect, the irrigation of spring wheat improved its grinding properties due to the better formation of grain. However the irrigation of brewery barley insured the good quality of grain for brewery application. The obstacle in the development of irrigation is a weak infrastructure of the arable land in irrigation systems. Of the total area of 473 686 ha of arable lands, irrigation system are available only on 15 414 ha, 15 261 ha of them on the green fields and only 150 ha on the arable grounds which is 3.2% and 0.03% respectively.

Further development and planning of irrigation systems in this part of Poland is possible only through realisation of small retention program adapted to this area in order to increase the water retention, by building retention tanks and increasing the retention capacities of the small water catchment areas.