WODA-ŚRODOWISKO-OBSZARY WIEJSKIE 2005: t. 5 z. 2 (15)
WATER-ENVIRONMENT-RURAL AREAS s. 157–173
www.imuz.edu.pl
© Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, 2005

AGROMETEOROLOGICZNY SYSTEM WSPOMAGANIA DECYZJI W ORGANIZACJI PRAC GOSPODARSTW ROLNYCH W WIELKOPOLSCE – ETAP PIERWSZY TWORZENIA SERWISU

Radosław JUSZCZAK[1)], Jacek LEŚNY[1)], Janusz OLEJNIK[1)], Bogumił JAKUBIAK[2)], Hans FRIESLAND[3)]

[1)] Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Agrometeorologii
[2)] Uniwersytet Warszawski, Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego
[3)] Agrarmeteorologische Forschung Deutscher Wetterdienst, Braunschweig, Niemcy

Słowa kluczowe: agrometeorologia, agrometeorologiczne systemy wspomagania decyzji w rolnictwie, automatyczne stacje meteorologiczne

S t r e s z c z e n i e

W pracy przedstawiono koncepcję pierwszego w Wielkopolsce i drugiego w Polsce internetowego serwisu informacji agrometeorologicznej, mającego stanowić system rolniczego wspomagania decyzji w organizacji prac gospodarstw rolnych. Serwis ten będzie obejmował swym zasięgiem rolników w Wielkopolsce i południowej części województwa kujawsko-pomorskiego. Zasadniczym elementem udostępnianej rolnikom informacji agrometeorologicznej będzie prognoza pogody generowana przez model UMPL, pracujący od 1997 r. w Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego Uniwersytetu Warszawskiego. Stworzona sieć automatycznych stacji meteorologicznych ma dostarczać danych, które po zasymilowaniu do modelu UMPL poprawią jakość prognozy meteorologicznej. Na jej podstawie będzie tworzona prognoza agrometeorologiczna, składająca się z informacji o najbardziej odpowiednich terminach wykonywania najważniejszych zabiegów agrotechnicznych (siewu i zbioru roślin uprawnych, koszenia i zbioru traw, wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin). O potrzebie tworzenia takiego serwisu świadczą wyniki przeprowadzonych badań ankietowych, z których jednoznacznie wynika, że rolnicy w Wielkopolsce są bardzo zainteresowani tego typu informacjami.

Adres do korespondencji: dr inż. R. Juszczak, Akademia Rolnicza, Katedra Agrometeorologii, ul. Piątkowska 94b, 61-691 Poznań; tel. +48 (61) 846-65-52, e-mail: radjusz@au.poznan.pl

WSTĘP

Pogoda stanowi jeden z podstawowych elementów, wpływających na warunki produkcji rolniczej na całym świecie. W niektórych przypadkach aż 80% zmienności ilości uzyskiwanego plonu można wyjaśnić zmiennością warunków meteorologicznych [PETR, 1991]. Silne uzależnienie produkcji roślinnej oraz organizacji systemu pracy zarówno w tradycyjnych, jak i nowoczesnych, intensywnych gospodarstwach rolnych od warunków atmosferycznych stawiają poważne i pilne wyzwania współczesnej agrometeorologii.

Obecnie na całym świecie istnieje coraz większe zapotrzebowanie na prognozy agrometeorologiczne, dostarczające informacji nie tylko o warunkach pogodowych przewidywanych na najbliższe dni, ale także o spodziewanym wpływie warunków meteorologicznych na wzrost, rozwój i plonowanie roślin uprawnych, jak również na prawdopodobieństwo wystąpienia określonych chorób i szkodników roślin [HOOGENBOOM, 2000; RIJKS, BARADAS, 2000; STIGTER, SIVAKUMAR, RIJKS, 2000; STRAND, 2000; WEISS, VAN CROWDER, BERNARDI, 2000]. Agrometeorologia i prognozy agrometeorologiczne stały się kluczowym elementem wszystkich systemów wspomagania decyzji w rolnictwie, umożliwiając optymalizację warunków produkcji roślinnej w skali nie tylko pojedynczego gospodarstwa, ale także całego regionu, a nawet kraju [HOOGENBOOM, 2000; SIVAKUMAR, GOMES, BAJES, 2000]. Optymalizacja ta polega przede wszystkim na dostosowaniu terminów chemicznych zabiegów ochrony roślin, ochrony przed przymrozkami i wiatrami, nawadniania, nawożenia, a nawet zasiewów i zbiorów do warunków meteorologicznych panujących w danym okresie. Działania takie wiążą się z koniecznością opracowania modeli prognozujących wystąpienie określonych zjawisk i zagrożeń w zależności od tych warunków. Co więcej, działania te z pewnością poprawiają jakość plonu oraz zwiększają jego ilość i przynoszą wymierne korzyści ekonomiczne [JONES i in., 2000, RIJKS; BARADAS, 2000]. Oczywiście, im mniej towarowa produkcja roślinna, tym mniejsze są korzyści opracowywania systemów wspomagania decyzji bazujących na informacji agrometeorologicznej. Wysokie koszty opracowania i wdrażania takich systemów ograniczają potencjalne możliwości i korzyści korzystania z informacji agrometeorologicznej, zwłaszcza w krajach rozwijających się [STIGTER SIVAKUMAR, RIJKS, 2000]. Największy problem to brak odpowiednich danych agrometeorologicznych, co jest konsekwencją słabo zorganizowanej i zbyt rzadkiej sieci stacji agrometeorologicznych.

Sieci automatycznych stacji agrometeorologicznych w krajach wysoko rozwiniętych powstawały już na początku lat 90. XX w. [HUBBARD, ROSENBERG, NIELSEN, 1983]. Od 1991 r. istnieje np. Zautomatyzowana Sieć Obserwacji Środowiska, kierowana przez Uniwersytet Georgia w USA [CHOJNICKI, HOOGENBOOM, 2002; HEINEMANN, HOOGENBOOM, CHOJNICKI, 2002]. Podobne sieci są tworzone i działają również w wielu innych krajach. Do najlepiej rozwiniętych w Europie należą sieci automatycznych stacji agrometeorologicznych w Niemczech (Deutcher

Wetterdienst) i Holandii (MeteoConsult) [WEISS, VAN CROWDER, BERNARDI, 2000]. Wspólną cechę wszystkich tych serwisów stanowi kompleksowa obsługa końcowego odbiorcy informacji agrometeorologicznej. Odbiorca uzyskuje, poza kilkudniową prognozą pogody (zazwyczaj codziennie uaktualnianą), informacje o prawdopodobieństwie wystąpienia przymrozków, gradu, nasilenia występowania szkodników i patogenów, o optymalnych terminach wykonywania zabiegów ochrony roślin, siewu i in.

SERWISY INFORMACJI AGROMETEOROLOGICZNEJ W POLSCE

W Polsce już w latach 60. XX w. zainicjowano tworzenie sieci stacji agrometeorologicznych [MOLGA, 1970]. Niestety, na skutek niedoborów finansowych oraz głębokich zmian polityczno-gospodarczych, projekt ten nigdy nie doczekał się pełnej realizacji. Kolejną próbę stworzenia serwisu informacji agrometeorologicznej podjęto na terenie obecnego województwa zachodniopomorskiego w 1998 r. Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Boninie k. Koszalina we współpracy z Instytutem Hydrologii i Agrometeorologii w Padwie, korzystając ze środków funduszu PHARE, stworzył sieć czterech automatycznych stacji meteorologicznych, będących podstawowym źródłem informacji agrometeorologicznej w regionie [BAC, KOŹMIŃSKI, ROJEK, 1998]. Na podstawie prognozy pogody IMGW, danych pomiarowych z ww. stacji oraz obserwacji polowych przygotowywano informację agrometeorologiczną udostępnianą rolnikom w regionie szczecińskim za pomocą różnych mediów. Serwis ten, podobnie jak stworzona sieć stacji, przestał działać w 2003 r., głównie z powodu braku środków finansowych na utrzymanie i konserwację stacji meteorologicznych.

Dodatkowe informacje agrometeorologiczne, uzupełniające systemy wspomagania decyzji o zagadnienia związane z ochroną roślin, pochodzą przede wszystkim z IUNG w Puławach i IOR w Poznaniu. W wyniku współpracy tych instytucji oraz IHAR w Radzikowie, PIORiN w Warszawie, a także WODR w Końskiej Woli i IMGW w Warszawie powstał Internetowy System Wspomagający Podejmowanie Decyzji w Zintegrowanej Ochronie Roślin, dostępny na stronie internetowej http://www.ior.poznan.pl/ipmdss/start.asp. Znajdują się tam modele oraz wyniki modelowania, prognozujące wystąpienie niektórych chorób zbóż i ziemniaka. System ten powstawał w latach 2000-2002 ze środków dwóch uzupełniających się projektów międzynarodowych, koordynowanych przez Duński Instytut Nauk Rolniczych. Niestety, do dzisiaj nie działa on w pełnym zakresie i nie spełnia swej funkcji doradczej.

Od 2004 r. na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska w Katedrze Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Poznaniu trwają prace nad stworzeniem internetowego Wielkopolskiego Serwisu Informacji Agrometeorologicznej. To przedsięwzięcie jest realizowane we współpracy z Interdyscyplinarnym Centrum Mode-

lowania Matematycznego (ICM) Uniwersytetu Warszawskiego w ramach projektu badawczego finansowanego przez KBN pt.: „Zastosowanie cyfrowych prognoz pogody do konstrukcji lokalnych prognoz agrometeorologicznych oraz ocena jakości ich aplikacji w agrometeorologicznej osłonie rolnictwa" (Projekt KBN nr 3P06R 013 25).

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie dotychczasowego postępu prac w realizacji zadań wyznaczonych w ww. projekcie KBN oraz opis koncepcji stworzenia Wielkopolskiego Agrometeorologicznego Systemu Wspomagania Decyzji w organizacji prac gospodarstw rolnych. Serwis ten będzie obejmował swym zasięgiem całą Wielkopolskę i południową część województwa kujawsko-pomorskiego.

POTRZEBA ORGANIZACJI SIECI AUTOMATYCZNYCH STACJI METEOROLOGICZNYCH I SERWISU AGROMETEOROLOGICZNEGO W WIELKOPOLSCE

Opracowanie ogólnodostępnego na terenie Wielkopolski internetowego serwisu informacji/prognoz agrometeorologicznych jest jednym z głównych celów wykonawców ww. projektu KBN. Przyjęto hipotezę, że informacje i prognozy agrometeorologiczne udostępniane rolnikom wpłyną na zwiększenie efektywności organizacji prac gospodarstw rolnych, co bezpośrednio przyczyni się do ograniczenia zużycia przemysłowych środków produkcji i obniżenia kosztów funkcjonowania gospodarstw.

Chcąc udowodnić tę hipotezę, w latach 2001–2002 przeprowadzono badania ankietowe wśród rolników w Wielkopolsce [GEPPERT, 2002; URBAŃSKA, 2002]. Łącznie przebadano 180 gospodarstw, w tym 83 gospodarstwa wielkoobszarowe (od 50 do 2 000 ha), 28 małoobszarowych (do 50 ha) oraz 69 specjalistycznych (od 0,5 do 1 000 ha). Wyniki badań są bardzo jednoznaczne – rolnicy wskazują na pilną potrzebę dostępu do prognoz agrometeorologicznych. Średnio w ok. 97% gospodarstw rolnych mówi się o potrzebie uzyskiwania informacji agrometeorologicznej, w 91% – informacji, jakie jest prawdopodobieństwo nasilenia występowania szkodników i chorób roślin uprawnych (tab. 1). Potrzeba uzyskiwania prognoz agrometeorologicznych jest tak silna, że zdecydowana większość (tj. 82%) rolników deklarowała zgodę na nieodpłatne umieszczenie stacji agrometeorologicznej na ich terenie. Co więcej, deklarowano na przyszłość – jeśli prognozy spełnią oczekiwania – skłonność do ponoszenia kosztów ich otrzymywania. Oczywiście, deklaracje składane przez rolników są niezobowiązujące. Zdecydowana większość spośród nich ma już dziś techniczną zdolność do odbioru informacji agrometeorologicznej, udostępnianej przez Katedrę Agrometeorologii. Prawie 100% ankietowanych rolników ma telefon stacjonarny, ok. 70% – telefon komórkowy, fax i komputer stacjonarny, a (co zaskakujące) ponad 50% – dostęp do Internetu.

Tabela 1. Wyniki ankiety agrometeorologicznej przeprowadzonej w 2002 r. w wybranej grupie gospodarstw w Wielkopolsce

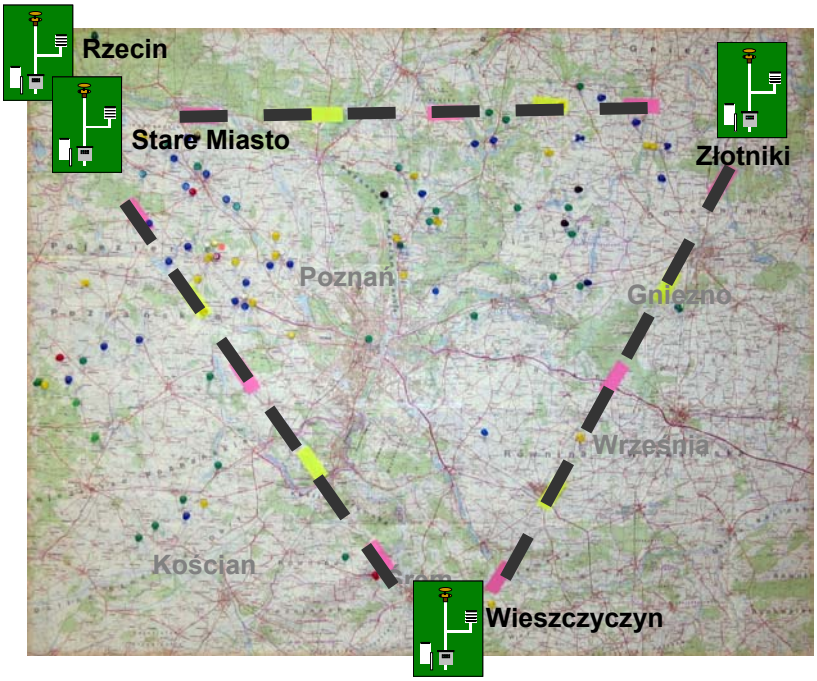
Table 1. Results of agrometeorological questionnaire carried out in 2002 for selected group of farms in the Wielkopolska Region

Wyszczególnienie Specification	Suma lub średnia Sum or average	Gospodarstwo Farm		
		50–2000 ha	5–50 ha	specjalistyczne specialist
Liczba gospodarstw Number of farms	180	83	28	69
Dostęp do urządzeń informatycznych, % Access to informatics' equipment, %				
– telefon stacjonarny phone	99	100	100	98
– telefon komórkowy mobile phone	67	75	50	77
– komputer computer	70	66	68	77
– Internet	52	49	46	60
– fax	68	36	79	37
Deklarowana potrzeba uzyskiwania informacji, % Declared need of information receiving, %				
– agrometeorologicznej agrometeorological	97	100	100	90
– o zagrożeniu agrofagami agrophages threat	91	90	100	84
Potrzeba otrzymywanie informacji agrometeorologicznej 2 razy w tygodniu Need for receiving agrometeorological information twice a week	78	87	79	67
Możliwość ponoszenia miesięcznych opłat w kwocie od 50 do 100 PLN, % Possibility of monthly payment in amount of 50 to 100 PLN, %	75	94	71	67
Deklarowana zgoda na umieszczenie stacji meteorologicznej na terenie własnego gospodarstwa, % Declared consent to the location of meteorological station on the own farm, %	82	88	82	77
Deklarowana zgoda na zainwestowanie w sprzęt do odbioru i analizy danych meteorologicznych, % Declared consent in the investment in equipment needed for receiving and analyzing meteorological data, %	88	97	82	85

W związku z tym, bez względu na sposób rozpowszechniania informacji agrometeorologicznej (telefon stacjonarny, komórkowy, fax, e-mail), rolnicy będą mogli być odbiorcami informacji udostępnianej przez Katedrę Agrometeorologii. Rolnicy, nieposiadający komputera lub innego urządzenia do odbioru lokalnych prognoz agrometeorologicznych, deklarowali natychmiastowe inwestycje w taki sprzęt, jeśli tylko lokalna sieć stacji agrometeorologicznych zacznie działać.

ORGANIZACJA SIECI AUTOMATYCZNYCH STACJI METEOROLOGICZNYCH

Sieć automatycznych stacji meteorologicznych Katedry Agrometeorologii AR Poznań powstała na przełomie listopada i grudnia 2004 r. i składa się z czterech stacji znajdujących się w Złotnikach k. Żnina, Wieszczyczynie k. Śremu, Starym w Mieście i Rzecinie k. Wronek (rys. 1) [LEŚNY, JUSZCZAK, OLEJNIK, 2004]. Określając miejsca lokalizacji stacji meteorologicznych, dążono do tego, aby stacja znajdowała się w odległości nie większej niż 70 km od Poznania (ale w odległości ≤100 km od sąsiedniej stacji), była usytuowana na terenie dobrze prosperującego gospodarstwa rolniczego, na polu (z wyjątkiem stacji w Rzecinie) i w niedalekiej odległości od zabudowy gospodarskiej, tak by stosunkowo łatwo i bez nadmiernych nakładów można doprowadzić energię elektryczną (stacje zasila prąd zmienny 24 V). Trzy pierwsze stacje, rozmieszczone w wierzchołkach trójkąta o bokach 100 km, na polach uprawnych, ok. 100–250 m od zabudowy gospodarskiej, zakupiono ze środków przeznaczonych na realizację projektu KBN. Czwarta stacja,



Rys. 1. Lokalizacja automatycznych stacji meteorologicznych Katedry Agrometeorologii Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej w Poznaniu

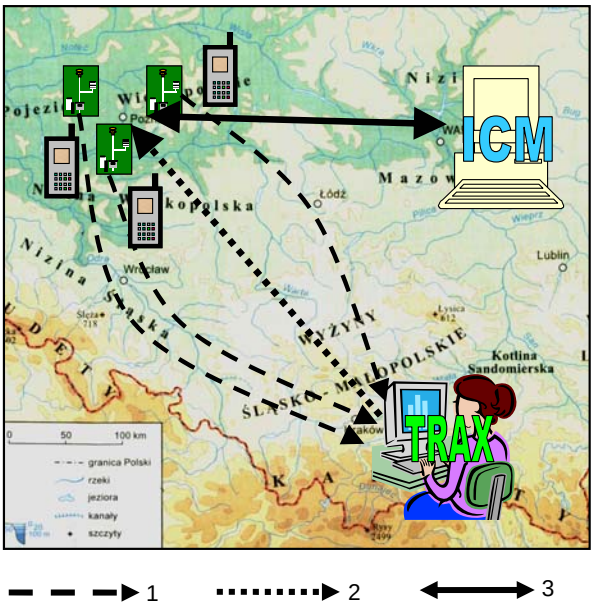
Fig. 1. Location of automatic weather stations of the Department of Agrometeorology, Faculty of Land Reclamation and Environmental Engineering of the Agricultural University in Poznań

znajdująca się w Rzecinie k. Wronek, jest położona w centralnej części mokradła otoczonego lasem.

Stacje w Złotnikach, Starym Mieście i Wieszczyczynie znajdują się na terenie ogródka ogrodzonego siatką, o wymiarach 4 x 2 m. Stacja w Rzecinie jest osadzona na drewnianej, ogrodzonej siatką platformie (o wymiarach 4 x 4 m) znajdującej się na środku 100-hektarowego mokradła. Niewielka powierzchnia zajmowana przez stacje, odbiegająca od standardów IMGW i WMO, wynika z dwóch przesłanek praktycznych. Po pierwsze, dzięki takim rozmiarom stacja nie utrudnia nadmiernie prac polowych i wyłącza z użytkowania niewielką powierzchnię pola (dzięki czemu łatwiej było namówić rolników do współpracy). Po drugie, znajduje się w bezpośrednim otoczeniu łanu roślin uprawnych i w efekcie dobrze reprezentuje mikroklimat otaczających ją upraw.

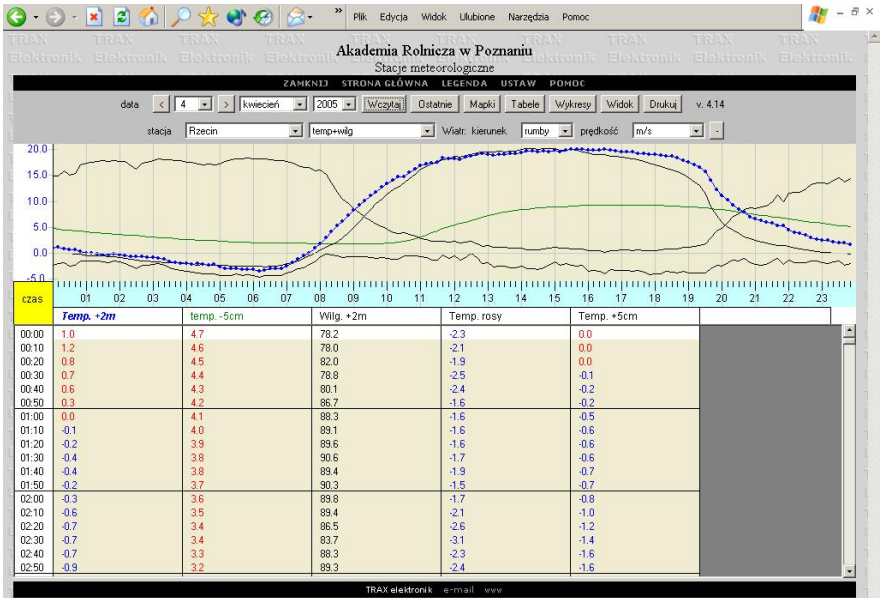
Każda ze stacji jest wyposażona w czujnik prędkości i kierunku wiatru (Wind Sonic), czujnik temperatury i wilgotności powietrza (Hydroclip C3), czujnik ciśnienia atmosferycznego (CAM 2.1), czujnik promieniowania całkowitego (SP 1110) i całoroczny podgrzewany czujnik opadu atmosferycznego (OPG2). Na stacjach w Złotnikach, Starym Mieście i Wieszczyczynie zainstalowano dodatkowo czujniki wilgotności gleby TDR (CS616), a na stacji w Rzecinie – czujniki mierzące saldo promieniowania (SKP215), grubość pokrywy śnieżnej (SR50) i poziom wody gruntowej (SG-25). Na stacjach pracują rejestratory danych wyposażone w moduły pakietowej transmisji danych GPRS.

Wszystkie pomiary wykonuje się w sposób ciągły, a co 10 minut oblicza średnie wartości zmierzonych elementów meteorologicznych. Wyznaczone w ten sposób wartości elementów meteorologicznych przekazuje się za pomocą modemów sieci telefonii komórkowej do serwera operatora sieci, skąd już za pomocą łączy internetowych pobiera je instytucja nadzorująca pracę stacji i udostępnia jej właścicielowi (KA AR w Poznaniu). Schemat funkcjonowania systemu przedstawiono na rysunku 2. Od momentu przekazania danych ze stacji pomiarowych do serwera operatora dalszy ich przepływ odbywa się za pomocą Internetu. Stwarza to możliwość odbioru danych i ich wykorzystania przez dowolny komputer, pod warunkiem że będzie on podłączony do sieci internetowej i jego użytkownik będzie miał odpowiednie uprawnienia. Dzięki takiej konfiguracji stacji pomiarowej można ciągle monitorować jej pracę i mieć łatwy, bieżący dostęp do danych pomiarowych. Obraz strony internetowej, na której znajdują się wykresy i tabele z zarejestrowanymi przebiegami mierzonych elementów meteorologicznych, przedstawiono na rysunku 3. Strona ta jest tak skonfigurowana, że zapewnia prezentację dowolnego elementu meteorologicznego dla dowolnej stacji i dowolnego dnia. Przykładowy przebieg pomierzonych wartości temperatury powietrza i temperatury gleby na głębokości 5 cm, zestawiony dla stacji znajdujących się w Złotnikach, Starym Mieście, Rzecinie i Wieszczyczynie, przedstawiono na rysunku 4.



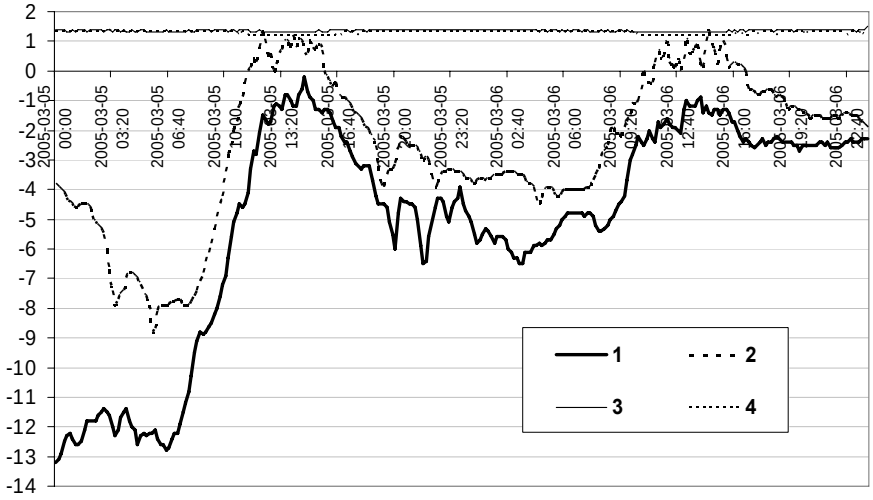
Rys. 2. Schemat funkcjonowania systemu prognoz agrometeorologicznych w Wielkopolsce: *1* – przekaz danych za pomocą operatora telefonii komórkowej, *2* – przekaz danych za pomocą Internetu pomiędzy firmą nadzorującą pracę systemu a jego właścicielem, *3* – dwustronny przepływ danych między współtwórcami systemu

Fig. 2. Design of agrometeorological forecast system in the Wielkopolska Region: *1* – data transmission by means of mobile phone operator, *2* – transmission of data by means of the Internet between company supervising the work of system and the system's owner, *3* – mutual data transmission between co-authors of the system



Rys. 3. Przykładowy przebieg pomierzonych elementów meteorologicznych dla stacji Rzecin, z 4 kwietnia 2005 r. [http://www.traxelektronik.krakow.pl/pogoda/AR_poznan/]

Fig. 3. Example of measured meteorological elements elements for Rzecin station, 4th of April 2005 [http://www.traxelektronik.krakow.pl/pogoda/AR_poznan/]



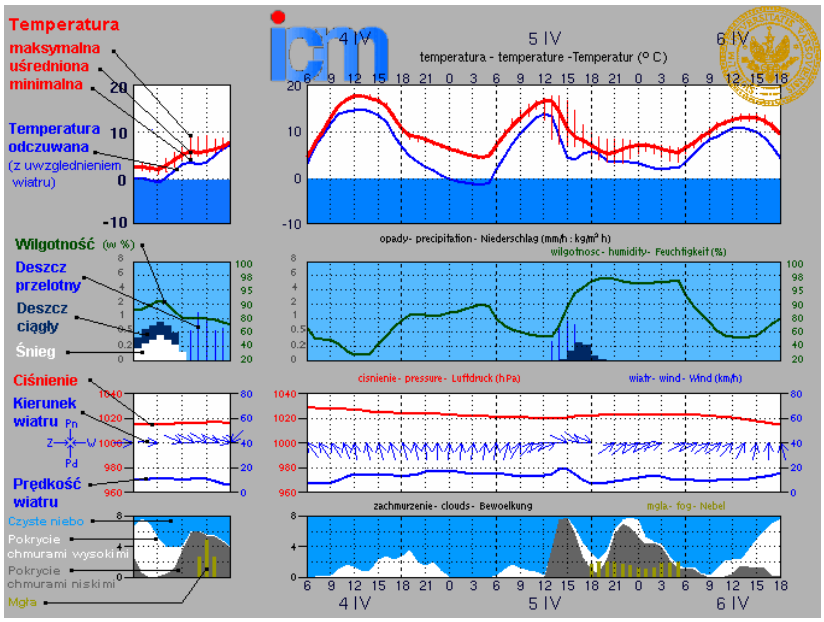
Rys. 4. Temperatura powietrza na wysokości 2 m (*1* – stacja Złotniki, *2* – stacja Stare Miasto) i temperatury gleby na głębokości 5 cm (*3* – stacja Złotniki, *4* – stacja Stare Miasto) 5 i 6 marca 2005 r.

Fig. 4. Air temperature at 2 m above ground (*1* – Złotniki station, *2* – Stare Miasto station) and soil temperature at 5 cm depth (*3* – Złotniki station, *4* – Stare Miasto station), on 5th and 6th of March 2005

OPRACOWYWANIE PROGNOZ METEOROLOGICZNYCH

Podstawowym elementem każdej informacji agrometeorologicznej jest prognoza meteorologiczna. Prognozy meteorologiczne wykorzystywane do opracowania informacji agrometeorologicznej dla rolników w Wielkopolsce pochodzą z Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego Uniwersytetu Warszawskiego. Cyfrowe prognozy meteorologiczne ICM są udostępniane w Internecie w formie graficznej na stronie http://weather.icm.edu.pl/ (rys. 5). Są to prognozy 3-dniowe, aktualizowane co 6 godzin i wyznaczane dla godzinnych przedziałów czasu.

Prognozy ICM zostały opracowane za pomocą modelu numerycznego UMPL (Unified Model for Poland Area), działającego operacyjnie w ICM od maja 1997 r. Model ten jest mezoskalową wersją brytyjskiego modelu prognostycznego UM (Unified Model), stosowanego przez Brytyjską Służbę Meteorologiczną (Met Office) [http://weather.icm.edu.pl/java/prog.html#umop]. Model UMPL pracuje na siatce 17-kilometrowej, a zatem jego przydatność do zastosowań agrometeorologicznych, z uwagi na stosunkowo małą rozdzielczość, jest dość ograniczona. Jednak, jak wykazały wyniki analiz porównawczych prognozowanych wartości elementów meteorologicznych z wartościami pomierzonymi, sprawdzalność prognoz generowanych przez model UMPL jest względnie duża i satysfakcjonująca [LEŚNY, JUSZCZAK, OLEJNIK, 2004; LUBIK, 2003].



Rys. 5. Obraz strony internetowej ICM z 3-dniową prognozą meteorologiczną dla Poznania na 5 kwietnia 2005 r.

Fig. 5. View of ICM Web site presenting a 3-days meteorological forecast prepared for Poznań, 5th of April 2005

W celu zwiększenia stopnia sprawdzalności prognoz i poprawności prognozowania wartości elementów meteorologicznych dla Wielkopolski dane pomiarowe pochodzące ze stacji meteorologicznych Katedry Agrometeorologii zostaną włączone do modelu UMPL. Model ten wykorzystuje dane pomiarowe pochodzące z polskiej, niestety dość rzadkiej, sieci stacji synoptycznych i posterunków klimatologicznych IMGW. Stacje meteorologiczne Katedry Agrometeorologii, tworzące trójkąt z Poznaniem w środkowej części (rys. 1), zapewniają odpowiednie zagęszczenie stacji w regionie, a w konsekwencji zwiększają liczbę punktów, będących źródłem danych pomiarowych wprowadzanych do modelu. Asymilacja tych danych, chociaż nie zwiększy rozdzielczości modelu, to z pewnością może poprawić sprawdzalność prognoz dla rozpatrywanego regionu.

Mając na uwadze ograniczenia modelu UMPL związane z jego stosunkowo małą rozdzielczością (zbyt małą dla prognoz przygotowywanych w skali lokalnej, np. gminy), w najbliższym okresie (do końca 2005 r.) planuje się wykorzystanie prognoz generowanych przez model COAMPS (Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System). Model COAMPS został opracowany w USA przez Marine Meteorology Division (MMD) Naval Research Laboratory (NRL) i jest obecnie wykorzystywany przez marynarkę wojenną USA do generowania bardzo

trafnych, krótkoterminowych prognoz numerycznych dla dowolnych miejsc na kuli ziemskiej [http://www.nrlmry.navy.mil/coamps-web/web/home]. Model ten ma znacznie większe możliwości niż UMPL, w związku z czym jest obecnie testowany przez ICM i w ciągu najbliższych miesięcy powinien zastąpić model UMPL. Niewątpliwą zaletą i przewagą modelu COAMPS nad UMPL jest jego znacznie większa rozdzielczość (model COAMPS pracuje maksymalnie na siatce 4,3 km) oraz znacznie łatwiejsza asymilacja danych z dowolnej liczby stacji meteorologicznych. Ponadto, chociaż w początkowej fazie działania modelu COAMPS dostępne będą tylko prognozy 72-godzinne (podobnie jak w UMPL), to już w niedalekiej przyszłości również prognozy 120-godzinne. Tym samym możliwe będzie generowanie prognoz 5-dniowych z dużą rozdzielczością dla powierzchni ok. 18 km^2. Prognozy pogody generowane przez model COAMPS będą więc znacznie bardziej szczegółowe niż przez UMPL.

KONCEPCJA INTERNETOWEGO AGROMETEOROLOGICZNEGO SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZJI W ORGANIZACJI PRAC GOSPODARSTW ROLNYCH W WIELKOPOLSCE

Utworzona sieć automatycznych stacji meteorologicznych, asymilacja danych pomiarowych elementów meteorologicznych do modelu prognoz pogody oraz same prognozy są jedynie elementem wyjściowym do tworzonego internetowego Wielkopolskiego Serwisu Informacji Agrometeorologicznej. Serwis ten ma stanowić system rolniczego wspomagania decyzji i będzie pomocny w organizowaniu codziennej pracy w gospodarstwie rolnym.

Na tworzonej stronie internetowej wielkopolskiego serwisu agrometeorologicznego rolnicy znajdą informacje o aktualnym stanie pogody i dane pomiarowe ze stacji meteorologicznych w Rzecinie, Starym Mieście, Złotnikach i Wieszczyczynie (uaktualniane co 10 minut), dane meteorologiczne interpolowane dla całego regionu, meteorologiczne dane archiwalne (średnie z poprzedniego dnia, ostatniego tygodnia, miesiąca i roku kalendarzowego), a przede wszystkim 3-dniową prognozę meteorologiczną (generowaną przez ICM) i prognozę agrometeorologiczną. Dodatkowo będzie udostępniana wieloelementowa prognoza agrometeorologiczna tworzona dla Poznania i bezpośredniej jego okolicy przez Agrarmeteorologische Forschung des Deutscher Wetterdienst (AMF DWD). Prognoza ta będzie weryfikowana przez Katedrę Agrometeorologii i dostosowywana do warunków rolnictwa w Wielkopolsce w sposób zapewniający jej optymalne wykorzystanie. Fragment prognozy agrometeorologicznej opracowanej przez DWD dla Poznania przedstawiono w tabeli 2.

Przygotowywana przez Katedrę Agrometeorologii prognoza agrometeorologiczna będzie rolniczą interpretacją prognozy meteorologicznej, składającą się z następujących elementów:
- prognoza meteorologiczna;
- przestrzenna ocena ewapotranspiracji rzeczywistej i klimatyczny bilans wodny Wielkopolski;
- wskazówki dotyczące optymalnego terminu siewu najważniejszych roślin uprawnych;
- wskazówki dotyczące optymalnego terminu wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin – określone niespecyficznie (bez względu na roślinę i rodzaj agrofaga) na podstawie przebiegu warunków meteorologicznych, z uwzględnieniem różnych grup środków chemicznych;
- wskazówki dotyczące wyznaczenia prawdopodobnego terminu pojawienia się określonych szkodników roślin uprawnych i sadowniczych (wyznaczone na podstawie analizy stopniodni)[1)];
- wskazówki dotyczące terminu wykonywania zbioru roślin uprawnych, koszenia traw i zbioru siana.

Przedstawiony powyżej zakres informacji agrometeorologicznej udostępnianej rolnikom w ramach Wielkopolskiego Serwisu Informacji Agrometeorologicznej stanowi niezbędne minimum, które z pewnością będzie poszerzane o inne elementy związane z prognozowaniem prawdopodobieństwa wystąpienia chorób i szkodników roślin uprawnych, przymrozków, zagrożenia pożarami oraz wyznaczania optymalnych terminów wykonywania nawodnień itp. Prognozowanie ww. zjawisk wymaga opracowania odpowiednich modeli i programów komputerowych, czemu autorzy projektu obecnie nie mogą sprostać, chociażby ze względów kadrowych i finansowych.

Opracowanie takich modeli jest długotrwałe i kosztowne, w związku z czym planuje się przystosowanie do warunków Wielkopolski wybranych modeli stosowanych w Niemczech przez AMF DWD w Braunschweig i Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) w Bad Kreuznach.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Organizacja serwisu agrometeorologicznego, pełniącego funkcję systemu doradczego wspierającego rolników w codziennej pracy, wydaje się dziś bardzo pil-

[1)] Stopniodzień (temperatura aktywna) – różnica między średnią dobową temperaturą powietrza/gleby a zerem fizjologicznym. Zero fizjologiczne jest to średnia dobowa temperatura, przy której zahamowana jest przemiana materii owadów. Stopniodni (suma temperatur aktywnych) wyrażamy poprzez sumę dobowych średnich temperatur powietrza/gleby określoną dla temperatur powyżej zera fizjologicznego.

nym zadaniem, chociażby z dwóch powodów. Po pierwsze, wynika to z oczekiwań ankietowanych rolników, którzy deklarują potrzebę uzyskiwania informacji agrometeorologicznej. Po drugie, agrometeorologia w Polsce ma znaczne zaległości w stosunku do światowej, a stworzenie serwisu agrometeorologicznego na wzór działających w krajach wysoko rozwiniętych jest szansą na nadrobienie tych zaległości. Serwisy, działające na takiej zasadzie, jak obecnie organizowany w Wielkopolsce, tworzono w krajach rozwiniętych już w latach 90. XX w. Serwisy te, najczęściej już skomercjalizowane, mają stałych odbiorców, stawiających coraz większe wymagania, stymulując rozwój agrometeorologii w tych krajach.

Tworzony od 2004 r. na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej w Poznaniu Wielkopolski Serwis Informacji Agrometeorologicznej będzie dostarczał rolnikom informacji nie tylko o pogodzie prognozowanej na najbliższe 72 godziny, ale również o warunkach sprzyjających wykonywaniu konkretnych zabiegów agrotechnicznych (terminy siewu i zbioru roślin uprawnych, wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin, nawodnień). Będzie więc pełnił funkcję systemu doradczego organizującego codzienną pracę w gospodarstwie rolnym. Będzie to pierwszy i jedyny serwis tego typu działający w Wielkopolsce i drugi w Polsce. Wszelkie informacje będą udostępniane rolnikom na tworzonej stronie internetowej.

Podstawowy element każdej informacji agrometeorologicznej to prognoza pogody. Ważne, by była to prognoza trafna, o dużej sprawdzalności i długim okresie prognozowania (minimum 72, najlepiej jednak 120 h). Prognozy pogody generowane przez model UMPL, pracujący w Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego Uniwersytetu Warszawskiego, spełniają te oczekiwania. Jedynym ograniczeniem tego modelu jest stosunkowo mała rozdzielczość (17 x 17 km). Nie będzie to miało jednak znaczenia w momencie, gdy wykorzystywane będą prognozy generowane przez inny model – COAMPS, pracujący na siatce 4,3 x 4,3 km. Asymilacja danych pomiarowych z sieci terenowych stacji meteorologicznych Katedry Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Poznaniu do modelu UMPL lub COAMPS zwiększy jakość prognoz przez zagęszczenie sieci punktów pomiarowych.

Utworzona sieć czterech automatycznych stacji meteorologicznych stwarza dobre warunki do rozwoju badań nad mikroklimatem pól uprawnych (po wyposażeniu stacji w dodatkowe czujniki, np. czujnik zwilżenia liści). Badania takie będą musiały być podjęte w sytuacji, kiedy wykonawcy projektu zdecydują się na adaptację do warunków Wielkopolski niemieckich modeli, prognozujących nasilenie wystąpienia agrofagów, zagrażających uprawom rolniczym, i modeli nawodnieniowych, wspomagających decyzję o terminie wykonywania nawodnień. Rozwój takich badań będzie wymagał nawiązania ścisłej współpracy ze specjalistami z zakresu ochrony roślin i meliorantami. Dzięki temu należy zakładać, że realizacja projektu przyczyni się do konsolidacji specjalistów z różnych dziedzin na terenie województwa wielkopolskiego.

LITERATURA

BAC S., KOŹMIŃSKI CZ., ROJEK M., 1998. Agrometeorologia. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 274.

CHOJNICKI B.H., HOOGENBOOM G., 2002. Sieć automatycznych stacji meteorologicznych jako źródło informacji agrometeorologicznej. Acta Agrophys. 60 s. 39-44.

GEPPERT Z., 2002. Ocena stopnia zapotrzebowania i możliwości aplikacyjnych informacji agrometeorologicznych w wielkoobszarowych gospodarstwach rolnych na terenie Wielkopolski. Poznań: AR pr. magist. maszyn. ss. 43.

HEINEMANN A.B., HOOGENBOOM G., CHOJNICKI B.H., 2002. The impact of potential errors in rainfall observation on the simulation of crop growth, development and yield. Ecol. Modelling 157 s. 1–21.

HOOGENBOOM G., 2000. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its applications. Agricult. Forest Meteorol. 103 s. 137–157.

HUBBARD K.G., ROSENBERG N.J., NIELSEN D.C., 1983. Automated weather data network for agriculture. J. Water Resources Planning Manage 109 s. 213–222.

JONES J.W., HANSEN J.W., ROYCE F.S., MESSINA C.D., 2000. Potential benefits of climate forecasting to agriculture. Agricult. and Forest Meteorol. 82 s. 169–184.

LEŚNY J., JUSZCZAK R., OLEJNIK J., 2004. Agrometeorologiczna osłona rolnictwa – tworzenie prognoz oraz ich możliwości aplikacyjne w praktyce rolniczej. Rocz. AR Pozn. 25 s. 295–304.

LUBIK Z., 2003. Ocena jakości i przydatności internetowych informacji pogodowych do wykorzystania w ustalaniu lokalnych prognoz agrometeorologicznych w aspekcie ochrony zasobów wodnych. Poznań: AR pr. magist. maszyn. ss. 97.

MOLGA M., 1970. Meteorologia rolnicza. Warszawa: PWN ss. 471.

PETR J., 1991. Weather and yield. Amsterdam: Elsevier ss. 180.

RIJKS D., BARADAS M.W., 2000. The clients for agrometeorological information. Agricult. Forest Meteorol. 103 s. 27–42.

SIVAKUMAR M.V.K., GOMES R., BAIER W., 2000. Agrometeorology and sustainable agriculture. Agricult. Forest Meteorol. 103 s. 11–26.

STIGTER C.J., SIVAKUMAR M.V.K., RIJKS D.A., 2000. Agrometeorology in the 21st century: workshop summary and recommendations on needs and perspectives. Agricult. Forest Meteorol. 103 s. 209–227.

STRAND J.F., 2000. Some agrometeorological aspects of pest and disease management for the 21st century. Agricult. Forest Meteorol. 103 s. 73–82.

URBAŃSKA J., 2002. Ocena stopnia zapotrzebowania i możliwości aplikacyjnych informacji agrometeorologicznych w małoobszarowych i specjalistycznych gospodarstwach rolnych na terenie Wielkopolski. Poznań: AR pr. magist. maszyn. ss. 43.

WEISS A., VAN CROWDER L., BERNARDI M., 2000. Communicating agrometeorological information to farming communities. Agricult. Forest Meteorol. 103 s. 185–196.

http://weather.icm.edu.pl/

http://weather.icm.edu.pl/java/prog.html#umop

http://www.ior.poznan.pl/ipmdss/start.asp

http://www.nrlmry.navy.mil/coamps-web/web/home

http://www.traxelektronik.krakow.pl/pogoda/AR_poznan/

Radosław JUSZCZAK, Jacek LEŚNY, Janusz OLEJNIK,
Bogumił JAKUBIAK, Hans FRIESLAND

AGROMETEOROLOGICAL DECISION SYSTEM SUPPORTING FARM MANAGEMENT IN THE WIELKOPOLSKA REGION – FIRST STEP OF SERVICE DEVELOPMENT

Key words: agrometeorology, agrometeorology decision support system in agriculture, automatic weather station

S u m m a r y

The concept of the Internet service of agrometeorological information which will be the first one in the Wielkopolska Region and the second in Poland is presented in this paper. This service will play a major function in agricultural decision support system useful for organization of daily work in farms involved in the project. The Internet agrometeorological service will be useful and available for farmers in the Wielkopolska Region and the southern part of the Kujawsko-Pomorskie region. A fundamental element of agrometeorological information addressed to farmers will be the weather forecast produced by the UMPL model, which has been working in the ICM of Warsaw University since 1997. Created network of automatic weather stations will deliver data, which after assimilation to the UMPL model should improve the quality of weather forecast. On the basis of this forecast the agrometeorological forecast will then be created. This agrometeorological forecast will mainly include information on the optimal dates of most important agrotechnical activities (sowing, harvesting, mowing of grass, spraying etc.). Results of questionnaire carried out in the Wielkopolska Region in 2002 indicate the urgent need of this kind of agricultural service development.

Recenzenci:
doc. dr hab. Leszek Łabędzki
prof. dr hab. Czesław Szafrański

Praca wpłynęła do Redakcji 23.06.2005 r.

Tabela 2. Wybrane elementy prognozy agrometeorologicznej tworzonej dla Poznania przez Agrarmeteorologische Forschung Deutscher Wetterdienst w Braunschweig (Niemcy) na przykładzie protokołu z 5-dniową prognozą (od: 28.04.2005)

Table 2. Selected elements of agrometeorological forecast made for Poznań by Agrometeorological Research of DWD (Deutscher Wetterdienst) in Braunschweig (Germany), example of protocol with a 5-day forecast, from: 28.04.05

Element prognozy Forecast element	Wtorek Tuesday	Środa Wednesday	Czwartek Thursday	Piątek Friday	Sobota Saturday	Niedziela Sunday	Poniedziałek Monday
	poprzednie dni previous days			prognoza forecast			
1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura powietrza na wysokości 2 m, °C Air temperature at 2 m above ground, °C							
– średnia dobowa daily mean	10,0	9,9	10	12	13	14	15
– maksymalna maximum	16,8	16,5	13	17	18	20	22
– minimalna minimum	3,5	0,9	6	6	7	9	7
Temperatura gleby, °C Soil temperature, °C							
– gleba piaszczysta bez roślin sandy unvegetated soil							
– na głębokości 5 cm at a depth of 5 cm	14,3	12,6	12,1	16,6	15,2	18,7	19,4
– na głębokości 10 cm at a depth of 10 cm	13,8	12,6	12,2	15,6	15,0	17,7	18,7
– gleba gliniasta z roślinnością loamy vegetated soil							
– na głębokości 5 cm at a depth of 5 cm	11,6	10,8	10,6	13,1	12,7	15,0	15,5
– na głębokości 10 cm at a depth of 10 cm	11,4	10,8	10,7	12,5	12,5	14,3	15,0
Wilgotność gleby % polowej pojemności wodnej Soil humidity % of field soil capacity							
– gleba piaszczysta sandy soil							
– trawa grass	52	60	60	58	57	54	52

cd. tab. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
– zboża ozime winter cereals	71	78	79	76	74	71	68
– zboża jare spring cereals	83	91	93	90	89	87	85
– buraki cukrowe sugar beet	88	96	98	95	95	93	92
– gleba gliniasta loamy soil							
– trawa grass	74	79	79	77	76	74	73
– zboża ozime winter cereals	85	89	89	87	86	84	82
– zboża jare spring cereals	92	97	97	95	95	93	92
– buraki cukrowe sugar beet	95	100	101	99	98	97	96
Dobowa suma opadu, mm Daily sum of precipitation, mm	0,0	8,9	3	0,0	0,0	0,0	0,0
Wilgotność względna, % Relative humidity, %							
– średnia dobowa daily mean	46	69	78	63	59	64	60
– liczba godzin z wilgotnością: number of hours with humidity:							
>90%	0	8	7	0	0	0	1
>80%	0	10	11	6	3	7	6
<70%	24	10	9	14	13	13	14
Średnia dobowa prędkość wiatru, $m \cdot s^{-1}$ Daily mean wind speed, $m \cdot s^{-1}$	3,6	3,0	5	2	2	3	3
Dobowa suma czasu zwilżenia, h Daily sum of the wetness time, h	0	11	15	5	0	2	1
Suma dzienna usłonecznienia, h Daily sum of sunshine duration, h	11,6	4,1	10	9	3	10	11
Bilans wodny dla 5 ostatnich dni, mm Water balance of the last 5 days, mm	–14,0	–5,4	–1,9	–1,6	–1,2	–1,4	–12,5
Suma dzienna ewapotranspiracji wg Penmana, mm Daily sum of Penman's evapotranspiration, mm	4,7	2,8	2,8	4,3	2,9	5,3	5,4