

Andrzej S. Zaliwski

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ORGANIZACJA MODUŁU POGODOWEGO KRAJOWEGO SYSTEMU
DORADZTWA W ZAKRESIE ZRÓWNOWAŻONEJ
PRODUKCJI ROŚLINNEJ*

Wstęp

Warunki pogodowe mają dominujące znaczenie dla produkcji roślinnej, decydują bowiem o wzroście, rozwoju i plonowaniu roślin uprawnych oraz o współegzystencji agrofagów, wpływają ponadto na organizację prac polowych (1, 8). Ocenia się, że około 75% wszystkich strat w produkcji roślinnej powodowane jest bezpośrednio lub pośrednio przez czynniki pogodowe (6). Najważniejszymi elementami pogody są: promieniowanie słoneczne, temperatura powietrza i gleby, opady atmosferyczne, wilgotność powietrza i gleby oraz wiatr. Poznanie wzajemnych relacji pogoda – rośliny – agrofagi umożliwiło budowę modeli prognostycznych wykorzystywanych w systemach wspomagania decyzji do generowania informacji przydatnych na różnych poziomach decyzyjnych: strategicznym, taktycznym i operacyjnym. Modele te, w zależności od poziomu decyzyjnego, wymagają zasilania danymi w różnej skali przestrzennej i czasowej. Modele strategiczne przeznaczone są do wspomagania planowania produkcji roślinnej i są konstruowane z wykorzystaniem danych historycznych (2, 4). Natomiast modele dostarczające prognoz na poziomie taktycznym (plony, fazy fenologiczne) i operacyjnym (ochrona roślin) wymagają obecności stacji meteorologicznych monitorujących przebieg pogody. Dla modeli tych potrzebne są precyzyjne i aktualne dane, które mogą zapewnić stacje lokalne umieszczone w pobliżu plantacji, wyposażone we wszystkie potrzebne czujniki wykonujące pomiary odpowiednio często (np. w cyklu godzinowym) i przesyłające dane na bieżąco. Wymaganą aktualność danych mogą zapewnić tylko stacje automatyczne. Niespełnienie wymagań co do jakości danych pogodowych prowadzi do generowania przez modele błędnych wyników (7).

Krajowy system doradztwa w zrównoważonej produkcji roślinnej (KSDPR), rozwijany w ramach zadania 2.9 w programie wieloletnim IUNG-PIB, wykorzystuje modele pracujące przede wszystkim na poziomie taktycznym i operacyjnym, które wymagają danych dekadowych, dobowych i godzinowych. Modele te w latach ubie-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.9 w programie wieloletnim IUNG - PIB

głych były zasilane danymi pogodowymi z sieci stacji synoptycznych nadzorowanych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) i tylko z jednej stacji agrometeorologicznej lokalnej. Rozwiązanie takie nie zapewniało wystarczającego pokrycia obszaru stacjami w systemie obejmującym cały kraj. Z tego powodu sieć stacji zasilających KSDPR zostanie w najbliższych latach uzupełniona przez znaczną liczbę agrometeorologicznych stacji lokalnych, należących do IUNG-PIB i innych instytucji.

Ze względu na ścisłe powiązanie operacji zasilania danymi pogodowymi z pracą modeli w systemie KSDPR, dodawanie nowych informacji ze stacji różnych typów – podczas jego eksploatacji w sezonie – zakłócałoby jego pracę i powodowało przerwy. Postanowiono więc oddzielić operacje związane z przesyłaniem i agregowaniem danych pogodowych od pozostałych funkcji systemu, tworząc oddzielny (tzn. pracujący niezależnie), centralny (tzn. dostarczający dane pogodowe w wymaganych formatach i cyklach czasowych do wszystkich modeli) moduł pogody.

Celem opracowania było przedstawienie koncepcji oddzielnego centralnego modułu pogodowego zasilającego system KSDPR.

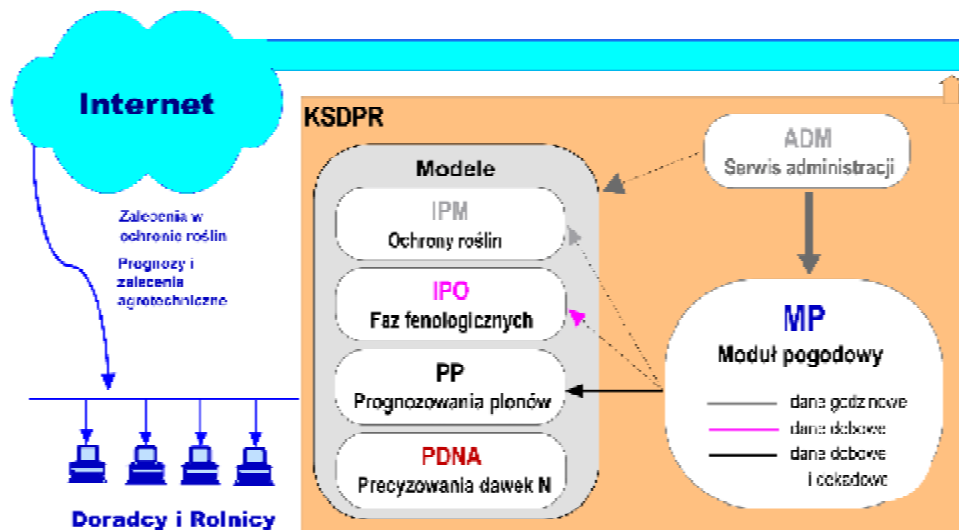
Komponenty systemu doradztwa

Koncepcja krajowego systemu doradztwa w zrównoważonej produkcji roślinnej zakłada integrację:

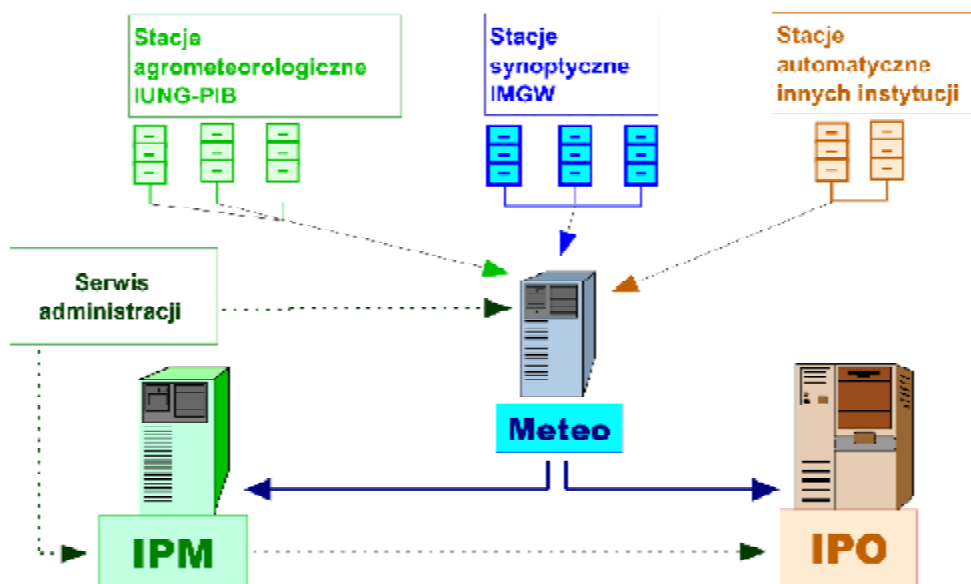
- istniejących modeli ochrony roślin „Internetowego systemu wspomagającego podejmowanie decyzji w integrowanej ochronie roślin” (komponent IPM, rys. 1);
- modeli prognozowania plonów wybranych roślin uprawnych (komponent PP), zrealizowanych w projekcie na podstawie istniejących algorytmów (3) opracowanych w Zakładzie Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki IUNG-PIB;
- nowo opracowanych modeli fenologicznych roślin uprawnych (komponent IPO);
- modelu precyzowania dawek nawożenia azotem (PDNA).

System IPM jest w eksploatacji od 2002 roku (10). Jego prototyp (5) został opracowany w latach 2000–2002 przy współpracy IUNG-PIB w Puławach, IOR w Poznaniu i IHAR (Radzików i Bonin) oraz obecnego Wydziału Nauk Rolniczych Uniwersytetu w Aarhus w Danii (dawniej Duński Instytut Nauk Rolniczych). Komponenty IPO, PP, ADM i MP są obecnie testowane, a model precyzowania dawek azotu PDNA jest w stadium projektu.

W chwili obecnej wszystkie komponenty systemu KSDPR są umieszczone na serwerze IPM. Koncepcja zakłada, że system będzie wykorzystywał trzy serwery: IPM, Meteo i IPO (rys. 2). Wszystkie dane pogodowe są przesyłane ze stacji meteorologicznych do serwera Meteo, którego zadaniem jest gromadzenie danych z pomiarów i ich przetworzenie do formatów wymaganych przez modele. Dane przetworzone mogą być weryfikowane ręcznie z wykorzystaniem stron internetowych serwisu administracji (rys. 5), a zmiany zapisywane są do tabel danych agregowanych na serwerze Meteo, powodując jednocześnie automatyczną aktualizację ich odpowiedników na serwerach IPM i IPO.



Rys. 1. Główne komponenty systemu KSDPR: modele, moduł pogodowy i serwis administracji
Źródło: opracowanie własne.

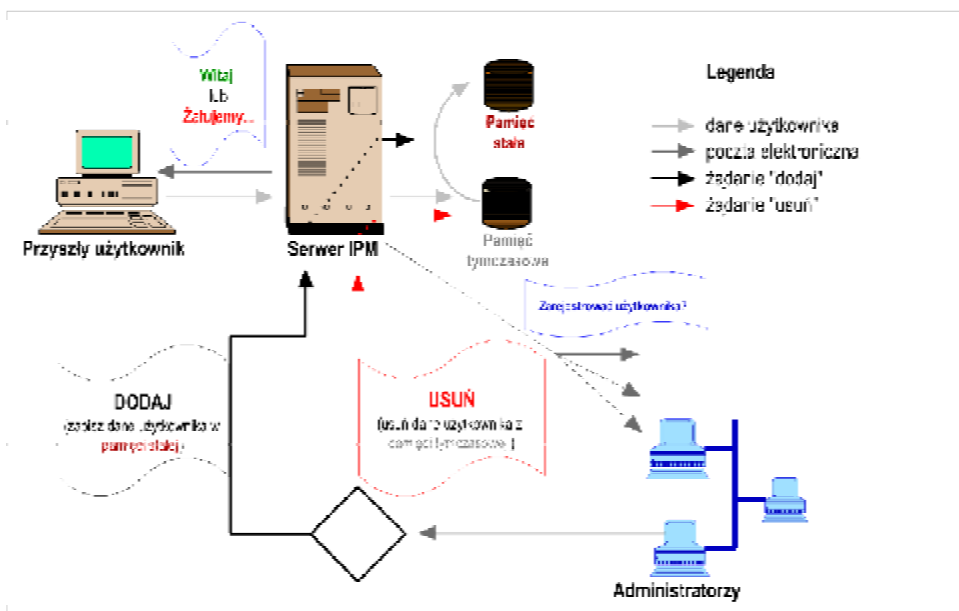


Rys. 2. Schemat zasilania danymi pogodowymi „Krajowego systemu doradztwa w zrównoważonej produkcji roślinnej” (koncepcja)
Źródło: opracowanie własne.

Modele ochrony roślin „Internetowego systemu wspomaganie decyzji dla integrowanej ochrony roślin” pozostaną na serwerze IPM, natomiast moduł pogodowy tego systemu zostanie przeniesiony na serwer Meteo, który przeznaczony jest do przetwarzania danych meteorologicznych. Modele faz fenologicznych IPO oraz modele prognozowania plonów PP (tworzące wspólnie „System zaleceń rolniczych związanych z przebiegiem pogody”) zostaną przeniesione na serwer IPO. Na serwerze tym zostanie również zainstalowany model precyzowania dawek azotu (PDNA). Wszystkie trzy serwery będą wyposażone we własne bazy danych.

System KSDPR posiada serwis administracji, który służy do zdalnego zarządzania bazami danych modeli IPM, IPO i PP oraz bazami danych modułu pogodowego (rys. 1). Serwis administracji składa się z szeregu aplikacji internetowych rezydujących na serwerze IPM, które umożliwiają rejestrację (rys. 3) i logowanie użytkowników, edycję danych (rys. 4 i 5) oraz ręczną aktualizację (przez przesyłanie plików z danymi) określonych tabel w bazach danych systemu. Opracowanie serwisu miało na celu rozdzielenie obowiązków administracyjnych na większą liczbę osób, umożliwiając skrócenie czasu aktualizacji danych w systemie.

Przyszły użytkownik, aby móc korzystać z usług serwisu administracji, musi zarejestrować się w systemie. Wypełnia w tym celu formularz rejestracji na stronie internetowej i przesyła go do serwera (rys. 3). Dane użytkownika zostają zapisane w tabeli danych tymczasowych i do administratorów systemu wysyłane jest pocztą elektroniczną zgłoszenie. Administrator podejmuje decyzję o zarejestrowaniu nowego



Rys. 3. Schemat działania aplikacji obsługującej rejestrację nowych użytkowników w serwisie administracji

Źródło: opracowanie własne.

użytkownika. Jeżeli decyzja jest pozytywna, dane użytkownika zostają zapisane do tabeli użytkowników zarejestrowanych, w przeciwnym razie są usuwane z bazy danych. Wiadomość o decyzji przesyłana jest pocztą elektroniczną osobie rejestrującej się oraz pozostałym administratorom. Użytkownicy zarejestrowani mogą logować się do systemu oraz uruchamiać aplikacje zgodnie z posiadanymi uprawnieniami (nadawanymi na poziomie aplikacji).

Na rysunku 4 przedstawiono edycję danych dotyczących stacji meteorologicznych w bazie danych IPO. Pierwszy rekord tabeli jest w stanie edycji (szarym kolorem zaznaczone są pola tylko do odczytu). Współrzędne geograficzne stacji służą do pozycjonowania jej na mapie oraz do obliczania określonych elementów pogodowych na podstawie elementów mierzonych (np. ewapotranspiracji na podstawie temperatury, wilgotności, usłonecznienia, prędkości wiatru i szerokości geograficznej). Przyciskami „Ukryj” można ukrywać stacje – stają się one niewidoczne dla modeli IPO (dane z nich pochodzące nie są uwzględniane w obliczeniach) i dla użytkowników systemu. W aplikacji można także dodawać nowe stacje do tabeli (stacje synoptyczne IMGW i stacje agrometeorologiczne IUNG-PIB – służą do tego przyciski „Dodaj synop” i „Dodaj agro”). Przycisk „Województwa” wyświetla pomoc dotyczącą numeru województwa – numery te są wprowadzane w kolumnie „Wojew”.

Serwis administracji został zbudowany w IUNG-PIB z wykorzystaniem nowoczesnej technologii ASP.NET i języka C#, z wyjątkiem aplikacji służącej do rejestracji

Nr stacji	Lokalizacja	WMO ID	Sz. geog. [DU]	Dł. geog. [DU]	Wys. npm. [m]	Typ	Wzrjew	Widoczna		
1014	Malyszyn	1014				3			Zapisz	Ukryj
1013	Kramowice	1013				3			Anuluj	Ukryj
1012	Zaleszów	1012	50,000000	20,000000	0,00	3	3		Edytuj	Ukryj
1011	Werkowice	1011	50,000000	23,758889	188,00	3	3	*	Edytuj	Ukryj
1010	Rogów	1010	50,903330	23,492777	239,00	3	3	*	Edytuj	Ukryj
1009	Falków	1009	51,130000	22,301110	205,00	3	3	*	Edytuj	Ukryj
1008	Rogulów	1008	51,317220	22,143810	203,00	3	3	*	Edytuj	Ukryj
1007	Łaskowice	1007	51,083330	17,333330	134,00	3	1		Edytuj	Ukryj
1006	Turów	1006	50,800000	17,050000	120,00	3	1		Edytuj	Ukryj
1005	Osiny	1005	51,560000	22,086667	155,00	3	3		Edytuj	Ukryj
1004	Uchomsko	1004	52,583330	18,833330	75,00	1	1		Edytuj	Ukryj

Rys. 4. Aplikacja służąca do edycji danych dotyczących stacji meteorologicznych w bazie danych IPO

Źródło: opracowanie własne.

Edycja średnich / sum dobowych. Suma opadów [mm], stacja: Baborówko (1004)

Czas pozostały do końca sesji: 05:21

Data pomiaru	Suma opadów [mm]	Liczba pomiarów	Redaktor	Data aktualizacji
2008-05-10	0.10	1438		
2008-05-09	0.10	1439		
2008-05-09	0.10	1436		
2008-05-07	0.20	1436		
2008-05-06	1.70	1434		
2008-05-05	0.20	1438		
2008-05-04	0.10	1437		
2008-05-03	0.00	1440		
2008-05-02	0.00	1440		
2008-05-01	0.00	1436		
2008-04-30	0.00	1437		

Rys. 5. Aplikacja służąca do edycji danych dobowych agregowanych z danych ze stacji meteorologicznych w bazie danych AgroMeteo. Pierwszy rekord tabeli jest w stanie edycji (zawartość pól szarych tylko do odczytu). Wartości w kolumnach „Redaktor” i „Data aktualizacji” stanowią informację, kto i kiedy dokonał poprawek i są aktualizowane samoczynnie przez aplikację

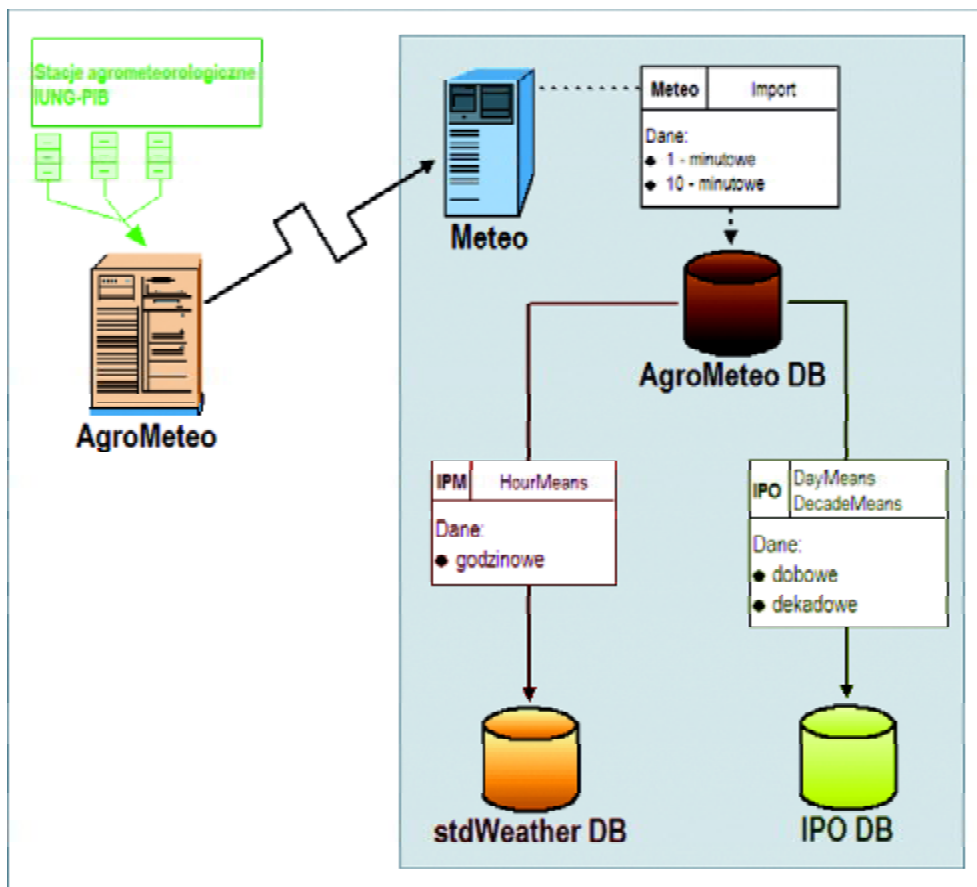
Źródło: opracowanie własne.

(napisanej w języku PHP). Jakikolwiek operacje na bazach danych wykonywane są za pomocą procedur składowanych zapisanych lokalnie w poszczególnych bazach uruchamianych zdalnie przez aplikacje serwisu pracujące na serwerze IPM. Dostęp do funkcji administracyjnych jest ograniczony na poziomie aplikacji do osób zarejestrowanych w serwisie. Wszystkie aplikacje serwisu (a także programy konsolowe obsługujące moduł pogodowy) posiadają instrukcje obsługi w formacie elektronicznym.

Moduł pogodowy systemu doradztwa

Na moduł pogodowy systemu KSDPR składają się bazy do gromadzenia danych nieprzetworzonych pochodzących ze stacji meteorologicznych, bazy z danymi przetworzonymi (zagregowanymi) oraz oprogramowania do ich przesyłania i przetwarzania (rys. 6).

Moduł pogodowy zasilany jest obecnie danymi z automatycznych stacji agrometeorologicznych IUNG-PIB i ze stacji synoptycznych IMGW. W najbliższym czasie planowane jest sukcesywne dołączanie dalszych stacji agrometeorologicznych, a także kilku stacji agrometeorologicznych Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu oraz stacji innych instytucji (rys. 2).



Rys. 6. Komponenty modułu pogodowego (koncepcja). Moduł będzie zainstalowany na wydzielonym do tego celu serwerze Meteo. Będzie posiadał bazę danych (AgroMeteo) do gromadzenia danych z pomiarów ze stacji meteorologicznych oraz odpowiedniki baz danych obsługujących modele IPM (baza danych stdWeather) i modele IPO (baza danych IPO)

Źródło: opracowanie własne.

Stacje agrometeorologiczne IUNG-PIB są obsługiwane przez serwer z bazą danych MySQL, do której przesyłają na bieżąco wszystkie dane z pomiarów w cyklu 1-minutowym lub 10-minutowym (rys. 6).

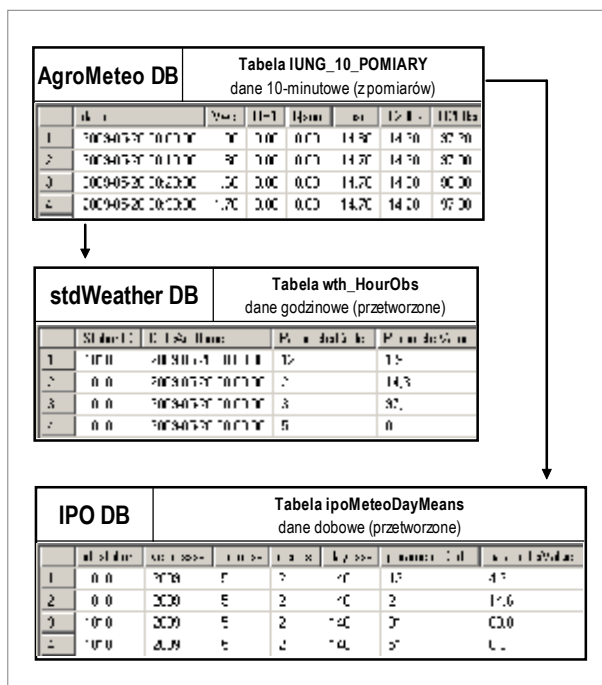
W ramach modułu pogodowego testowane jest obecnie przesyłanie danych z serwera AgroMeteo (z bazy danych AgroMeteo) do serwera IPM (do bazy danych również o nazwie AgroMeteo). Przesyłanie danych realizowane jest przez program Import, pracujący w cyklu 10-minutowym (rys. 6). Według koncepcji systemu KSDPR moduł pogodowy na serwerze Meteo będzie gromadził dane z pomiarów w osobnych tabelach (tabelach stacji), o strukturze odpowiedniej dla każdej stacji meteorologicznej lub dla grupy stacji tego samego typu. Modele IPM, IPO i PP (na serwerach IPM i IPO) wykorzystują różne dane pogodowe zarówno pod względem długości cyklu, jak

i elementów pogodowych. Z tego względu modele te mają swoje własne tabele danych różniące się strukturą rekordów.

Zakłada się, że każda stacja lub grupa stacji będzie miała własną tabelę danych na serwerze Meteo. Wszystkie tabele danych agregowanych również będą miały swoje odpowiedniki na serwerze Meteo. Zadaniem modułu pogodowego będzie pobieranie danych z serwerów obsługujących stacje w ustalonych dla tych stacji formatach i tworzenie ich kopii w tabelach stacji na serwerze Meteo. Następnie programy modułu będą agregowały i przetwarzały dane z tabel stacji do formatów wymaganych przez modele wraz z zapisem do tabel danych agregowanych. Przetworzone dane z tabel danych agregowanych będą trafiały do ich odpowiedników na serwerach IPM oraz IPO i stąd będą pobierane przez modele.

Sposób przetwarzania danych przez moduł pogodowy obrazuje rysunek 7. W bazie danych AgroMeteo składowane są dane z pomiarów, skąd po przetworzeniu przesyłane są do baz danych stdWeather i IPO. Na rysunku 7 przedstawiono fragment tabeli IUNG_10_Pomiary w bazie AgroMeteo z danymi ze stacji Rogów w woj. lubelskim. Każdy rekord w tabeli zawiera wszystkie elementy pogodowe mierzone przez czujniki stacji meteorologicznej wraz z datą i czasem pomiaru zapisanym z rozdzielczością 10-minutową, jako typ DateTime – dokładny opis typów danych, np. Vieira (9). Przetwarzanie danych oznacza nie tylko ich agregację, ale także zmianę struktury rekordów, odpowiednio do potrzeb modeli korzystających z tych danych. W tabeli wth_HourObs zapisywane są dane godzinowe agregowane z sześciu rekordów 10-minutowych. Każdy rekord tabeli wth_HourObs zawiera wartość tylko jednego elementu pogodowego i zostaje przyporządkowany jednoznacznie do stacji meteorologicznej za pomocą indeksu (kolumna StationID) oraz elementowi pogodowemu za pomocą kodu (kolumna ParameterCode). Data i czas pomiaru są nadal zapisane jako typ DateTime, ale inna jest ich interpretacja, bowiem rozdzielczość czasowa danych zmienia się z 10-minutowej na godzinową. W tabeli ipoMeteoDayMeans struktura rekordów jest jeszcze inna. Sposób przyporządkowania rekordów stacjom i elementom pogodowym jest analogiczny, jak w tabeli wth_HourObs, ale data ma rozdzielczość dobową i jest zakodowana w postaci roku i kolejnego dnia. Podane są także miesiąc i dekada, zgodnie z wymaganiami modeli IPO.

Ważną częścią modułu pogodowego, oprócz baz danych, jest oprogramowanie obsługujące operacje przesyłania, agregacji i składowania danych. Oprogramowanie to stanowią programy konsolowe uruchamiane przez harmonogram zadań systemu operacyjnego serwera Meteo. Wszystkie programy napisano w języku C#. Pracują one w sposób cykliczny z częstotliwością określoną przez wymagania stacji lub modeli: 10-minutową, godzinową, dobową i dekadową. Każdy program rejestruje swoją pracę w dwóch plikach tekstowych. W jednym z nich rejestrowane są błędy (wynikające z usterek przesyłu oraz nieprzewidziane przez programistę), a w drugim komunikaty o postępie pracy. Pliki rejestracji pracy są okresowo kompresowane i archiwizowane w sposób automatyczny, stanowiąc cenne źródło informacji do analizy działania modułu pogodowego, np. w sytuacjach awaryjnych.



Rys. 7. Przetwarzanie danych pogodowych ze stacji Rogów w woj. lubelskim w module pogodowym. Oznaczenia kolumn w tabeli IUNG_10_POMIARY: Vwsr – prędkość wiatru, OP1 – opad, Qsum – radiacja, T5sr – temperatura powietrza na wysokości 5 cm, T200sr – temperatura powietrza na wysokości 2 m, U200sr – wilgotność powietrza na wysokości 2 m. Oznaczenia kolumn w tabeli with_HourObs: StationID – indeks stacji (1010 dla stacji w Rogowie), DateAndTime – data i czas, ParameterCode – kod elementu pogodowego (12 – średnia prędkość wiatru, 21 – średnia temperatura powietrza na wysokości 2 m, 31 – średnia wilgotność powietrza na wysokości 2 m, 51 – suma opadów), ParameterValue – wartość elementu pogodowego. Oznaczenia kolumn w tabeli ipoMeteoDayMeans: id_station – indeks stacji w Rogowie); year_xxx, mon_xx, dec_x, day_xxx – dane określające datę (rok, miesiąc, dekada, kolejny dzień roku), ParameterCode i ParameterValue – kod elementu pogodowego i jego wartość (analogicznie, jak w tabeli with_HourObs).
 Źródło: opracowanie własne.

Modele IPM wykorzystują przede wszystkim dane godzinowe: temperaturę i wilgotność powietrza na wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu oraz sumę opadów. Dane te są agregowane z danych pomiarowych przez program HourMeans pracujący w cyklu godzinowym i są zapisywane bezpośrednio w bazie danych stdWeather modeli IPM. Docelowo operacje te będą wykonywane na serwerze Meteo, a zregulowane dane (pochodzące z różnych źródeł i wymagające odmiennych algorytmów agregowania ze względu na różne formaty i cykle zasilania) zapisywane będą w bazie danych stdWeather serwera Meteo i następnie przesyłane do serwera IPM w cyklu godzinowym. Pozostałe dane wymagane przez modele IPM są obliczane z danych godzinowych przez odpowiednie programy przygotowujące dane dla modeli (umieszczone na serwerze IPM).

Modele faz fenologicznych IPO (rys. 1) wymagają danych dobowych, natomiast modele prognozowania plonów PP danych dobowych i dekadowych. Dane te (temperatura i wilgotność powietrza, temperatura gleby, radiacja, prędkość wiatru, suma opadów i pokrywa śnieżna) są agregowane przez programy DayMeans i DecadeMeans pracujące odpowiednio w cyklu dobowym oraz dekadowym i zapisywane są w bazie danych IPO do tabel ipoMeteoDayMeans (rozdzielczość dobową) oraz ipoMeteo (rozdzielczość dekadową). Wynikiem agregacji są także usłonecznienie i ewapotranspiracja, w przypadku których algorytmy agregujące mają postać bardziej złożoną. Usłonecznienie obliczane jest na podstawie radiacji, a ewapotranspiracja na podstawie szerokości geograficznej, usłonecznienia oraz elementów mierzonych przez czujniki stacji meteorologicznych: temperatury, wilgotności i prędkości wiatru. Wszystkie algorytmy agregowania opracowano w Zakładzie Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki IUNG-PIB.

Podsumowanie

System KSDPR, budowany w ramach zadania 2.9 w programie wieloletnim IUNG-PIB, składa się z wielu modeli dostarczających prognoz i zaleceń przede wszystkim na poziomie taktycznym i operacyjnym. Modele te wymagają ciągłego dopływu precyzyjnych przestrzennie danych pogodowych w czasie rzeczywistym w cyklu dekadowym, dobowym lub nawet godzinowym. Ze względu na zbyt rzadką sieć stacji meteorologicznych nadzorowanych przez IMGW w stosunku do potrzeb systemu KSDPR konieczne jest wykorzystanie agrometeorologicznych stacji automatycznych (przesyłających dane na bieżąco) umieszczonych w okolicach pól uprawnych. Przewidując przyszłe problemy techniczne przesyłania danych w odmiennych formatach za pomocą rozmaitych protokołów z dużej liczby stacji różnych producentów, zespół realizujący zadanie 2.9 opracował koncepcję oddzielenia od systemu KSDPR modułu pogodowego. Koncepcja ta realizowana jest od 2008 roku i zakłada, że moduł pogodowy przejmie wszystkie operacje związane z przesyłem danych ze stacji, ich przetwarzaniem i zasilaniem modeli. Tylko operacje na danych pogodowych specyficzne dla poszczególnych modeli będą nadal obsługiwane przez lokalne aplikacje. Moduł pogodowy ma za zadanie ujedynolnić format danych pochodzących ze stacji meteorologicznych różnych typów, podłączonych do systemu KSDPR, zgodnie z potrzebą modeli. Składa się on z baz danych i oprogramowania działającego automatycznie. Jedyne weryfikacja danych agregowanych przeprowadzana jest ręcznie ze względu na zapewnienie wysokiej jakości danych (w ograniczonym zakresie weryfikację przeprowadzają także procedury automatyczne, ale interwencja człowieka jest nadal konieczna).

Ważną częścią modułu pogodowego i całego systemu jest serwis administracji, który umożliwi rozdzielanie obowiązków przy pracach administracyjnych na większą liczbę osób, bez utraty kontroli nad całością. Jedyne operacje o kluczowym znaczeniu muszą być wykonywane przez głównego administratora.

Wykorzystanie nowoczesnej platformy programistycznej jaką jest ASP.NET i konsekwentne stosowanie zasad programowania obiektowego znacznie przyspieszyło proces realizacji koncepcji centralnego modułu pogodowego.

Literatura

1. Falińska K.: Ekologia roślin. PWN Warszawa, 2004.
2. Górski T.: Model średniej temperatury powietrza w Polsce. Acta Agroph., 2005, **125**: 73-83.
3. Górski T., Demidowicz G., Deputat T., Górską K., Marcinkowska I., Spoz - Pać W.: Empiryczny model plonowania pszenicy ozimej w funkcji czynników meteorologicznych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, seria Konf., 1997, **313**: 99-109.
4. Górski T., Górską K.: An algorithm for evaluating the cycle of sunshine duration in Poland. Proc. 2nd ISES - Europe Solar Congress, Portowo. Book of Proceedings, 1998, I. 1, **4**: 1-6.
5. Hostgaard M. B., Wolny S.: Założenia duńskiego systemu wspomaganie decyzji w ochronie roślin i możliwości jego wdrożenia w Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2002, **42(1)**: 358-390.
6. Mavi H. S., Tupper G. J.: Agrometeorology: principles and applications of climate studies in agriculture. Food Products Press, New York, 2004.
7. Rivington M., Matthews K. B., Bellocchi G., Buchan K.: Evaluating uncertainty introduced to process-based simulation model estimates by alternative sources of meteorological data. Agricult. Systems, 2006, **88**: 451-471.
8. Szewkowski Z.: Podstawy agrometeorologii. Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży, 1999. www.wsa.edu.pl/baza/pobierz/AgroMeteorologia.pdf.
9. Vieira R.: SQL Server 2005. Programowanie od podstaw. Helion, Gliwice, 2007.
10. Zaliwski A. S., Hołaj J.: System wspomaganie decyzji w ochronie roślin udostępniony w Internecie. Inż. Rol., 2002, **2(35)**: 341-350.

Adres do korespondencji:

dr Andrzej S. Zaliwski
IUNG - PIB
Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (081) 886-34-21 wew. 202
e-mail: Andrzej.Zaliwski@iung.pulawy.pl