

SUMY TEMPERATUR EFEKTYWNYCH JAKO ELEMENT PROGNOZY
AGROMETEOROLOGICZNEJ WIELKOPOLSKIEGO INTERNETOWEGO
SERWISU INFORMACJI AGROMETEOROLOGICZNEJ (WISIA)

Radosław Juszcak, Jacek Leśny, Janusz Olejnik

Katedra Agrometeorologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Piątkowska 94, 60-694 Poznań
e-mail: radjusz@au.poznan.pl

Streszczenie. W pracy opisano sposób wykorzystania sum temperatur efektywnych ($\Sigma^{\circ}D$) do opracowania prognozy terminu pojawienia się szkodliwych stadiów rozwojowych niektórych szkodników upraw rolnych i sadowniczych w Wielkopolskim Internetowym Serwisie Informacji Agrometeorologicznej (WISIA). Przeprowadzono ocenę precyzji prognozowania terminów pojawienia się szkodnika na podstawie porównania terminów wyznaczonych w oparciu o prognozowane wartości temperatury i temperatury pomierzone na stacjach meteorologicznych Katedry Agrometeorologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. $\Sigma^{\circ}D$ obliczane w oparciu o wymodelowane wartości temperatur ekstremalnych są zaniżone w porównaniu do wartości $\Sigma^{\circ}D$ obliczonych na podstawie temperatur pomierzonych, w różnym stopniu dla poszczególnych szkodników, miesięcy roku kalendarzowego i stacji pomiarowych. Z tego też względu, sygnalizowane terminy pojawienia się szkodliwego stadium owada są spóźnione nawet o kilka dni. Najmniejsze różnice stwierdzono dla stonki ziemniaczanej ($T_{dolna} = 11,5^{\circ}\text{C}$), a największe dla owocówki jabłkówekczki ($T_{dolna} = 10,0^{\circ}\text{C}$) i mszycy brzoskwiniowej ($T_{dolna} = 3,0^{\circ}\text{C}$).

Słowa kluczowe: stopnio-dni, sumy temperatur efektywnych, serwis agrometeorologiczny, prognozy terminów pojawienia się szkodników

WSTĘP

Odkąd Reaumur wprowadził w 1730 roku pojęcie „jednostek ciepła” wiele metod ich obliczania było z powodzeniem wykorzystywanych w naukach rolniczych do określania fizjologicznych etapów rozwoju różnych organizmów (Gilmore i Rogers 1958, Allen 1976, McMaster i Wilhelm 1997). Stwierdzono, że tempo rozwoju osobniczego wielu bezkręgowców (owadów i nicieni) oraz roślin zależy w bardzo dużym stopniu od tzw. „czasu fizjologicznego”, który wyznacza całkowitą ilość ciepła jaka musi być zaabsorbowana przez dany organizm w okre-

ślonym przedziale czasu do osiągnięcia konkretnego stadium rozwojowego (Allen 1976, Baskerville i Emin 1969, Roltsch i in. 1999, Synder i in. 1999, 2001). „Czas fizjologiczny” przyjęto wyrażać w jednostkach ciepła (np. stopnio-godzinach ($^{\circ}H$), lub stopnio-dniach ($^{\circ}D$)), które jako zakumulowany produkt czasu i temperatury są obliczane dla danego przedziału czasu (godziny, dnia) pomiędzy przyjętymi progowymi wartościami temperatury pomiędzy którymi organizm się rozwija. Jeden stopnio-dzień oznacza jeden dzień z temperaturą średnią dobową o 1 stopień wyższą od dolnej progowej wartości temperatury (Synder 1985, Synder i in. 1999, Cesaraccio i in. 2001).

Tempo rozwoju osobniczego, obliczane pomiędzy progowymi wartościami temperatury ma w przybliżeniu charakter liniowy w funkcji temperatury (Roltsch i in. 1999, Synder i in. 1999, Bonhomme 2000). Z tego względu, większość metod i modeli stosowanych do obliczania stopnio-dni opiera się na założeniu liniowej zmiany tempa rozwoju osobniczego i jak wykazywały analizy, modele takie bardzo dobrze sprawdzają się w warunkach polowych (Hochberg i in. 1986, Roltsch i in. 1990, Fan i in. 1992).

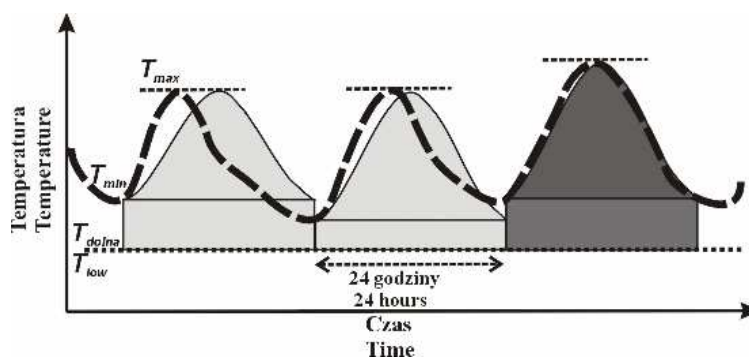
Stopnio-dni ($^{\circ}D$) powinny być wyznaczane jako suma stopnio-godzin ($^{\circ}H$) obliczanych dla każdej z 24 godzin danego dnia. Stopnio-godziny są obliczane jako średnia godzinowa wartość temperatury minus dolna progowa wartość temperatury poniżej której organizm się nie rozwija. W sytuacjach, w których jest określona górna progowa wartość temperatury i ma ona mniejszą wartość od średniej godzinowej wartości temperatury, stopnio-godziny oblicza się jako różnicę górnej i dolnej progowej wartości temperatury. Taki sposób obliczania stopnio-dni jest najbardziej dokładny i z tego względu zalecany przez specjalistów (Snyder 1985, Synder i in. 1999, Cesaraccio i in. 2001). Ponieważ jednak nie wszędzie dostępne są dane godzinowe temperatury opracowano wiele metod pozwalających na obliczanie stopnio-dni na podstawie dobowych wartości temperatury maksymalnej i minimalnej (Snyder i in. 1999, Roltsch i in. 1999). Metody te najczęściej mają charakter sinusoidalnego, lub trójkątnego przybliżenia (stosowanych jest wiele modyfikacji tych metod) krzywej dobowej przebiegu temperatury (Allen 1976, Baskwerwill i Emin 1969, De Gaetano i Knapp 1993, Roltsch i in. 1999, Yin i in. 1995, Cesaraccio i in. 2001). Choć jest wiele stosowanych metod wyznaczania stopnio-dni, Pruess (1983) zachęcał do stosowania metody pojedynczego przybliżenia sinusoidalnego. Analizy porównawcze różnych metod wykazały, że metoda ta w sposób najbardziej dokładny pozwala obliczać wartości stopnio-dni na podstawie znanych dobowych wartości T_{max} i T_{min} (błąd oszacowania jest najmniejszy w stosunku do $^{\circ}D$ obliczonych na podstawie godzinowych wartości temperatury) (Roltsch i in. 1999). Do obliczenia sum temperatur efektywnych ($\Sigma^{\circ}D$) w sygnalizacji terminu pojawienia się danego stadium rozwojowego organizmu zaleca się stosować metodę pojedynczego przybliżenia sinusoidalnego (zwłaszcza wtedy gdy nie jest znany sposób obliczenia stopnio-dni) (<http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html>).

Powyższe założenia wykorzystano konstruując w Wielkopolskim Serwisie Informacji Agrometeorologicznej WISIA kalkulator stopnio-dni ($^{\circ}D$) i sum temperatur efektywnych ($\Sigma^{\circ}D$). Obliczone wartości $\Sigma^{\circ}D$ wykorzystano w serwisie do prognozy terminów pojawienia się niektórych szkodliwych stadiów rozwojowych szkodników roślin uprawnych i sadowniczych. Celem artykułu jest weryfikacja jakości obliczeń $^{\circ}D$ wykonywanych na podstawie prognozowanych w serwisie wartości temperatury, a wartościami $^{\circ}D$ obliczanymi na podstawie temperatur pomierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych Katedry Agrometeorologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Poznań-Ławica.

MATERIAŁ I METODY

Metoda obliczania stopnio-dni

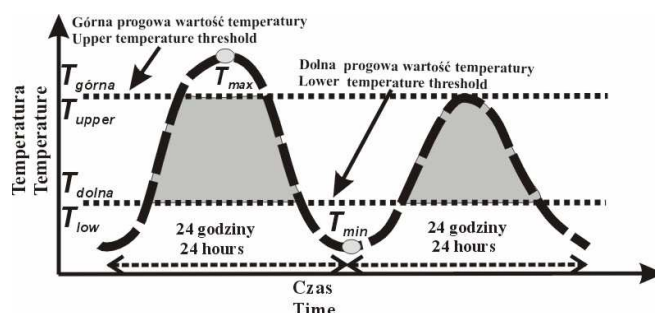
W artykule obliczano stopnio-dni z wykorzystaniem metody pojedynczego sinusoidalnego przybliżenia krzywej dobowego przebiegu temperatury powietrza/gleby (ang. *single sine*) w oparciu o znane wartości temperatury maksymalnej (T_{max}) i minimalnej (T_{min}) oraz progowe wartości temperatury wyznaczające możliwości rozwojowe organizmów. Szczegółowy opis metody znajduje się w pracy Allen'a (1976) oraz w zmodyfikowanej wersji na stronach Uniwersytetu Kalifornijskiego UC IPM (<http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html>). W metodzie tej oblicza się pole pod wykresem sinusoidy, przy założeniu dobowej symetryczności tego wykresu względem wartości T_{max} (rys. 1).



Rys. 1. Graficzna interpretacja metody pojedynczego przybliżenia sinusoidalnego wykresu dobowego przebiegu temperatury i obliczania stopnio-dni (Źródło: <http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html>)

Fig. 1. Graphic interpretation of single-sine method used for approximation of daily temperature curve and calculation of degree-days (Source: <http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html>)

Przyjmuje się zatem, że temperatura minimalna dnia następującego po dniu dla którego oblicza się $^{\circ}D$ ma taką samą wartość jak dla dnia poprzedniego. W zależności od przyjętych wartości progowych, które mogą (lub nie) przecinać wykres sinusoidy, stosuje się inne formuły obliczeniowe pozwalające na wyznaczenie pola pod wykresem sinusoidy pomiędzy progowymi wartościami temperatury (rys. 2).



Rys. 2. Progowe wartości temperatury i stopnio-dni (Źródło: <http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html>)

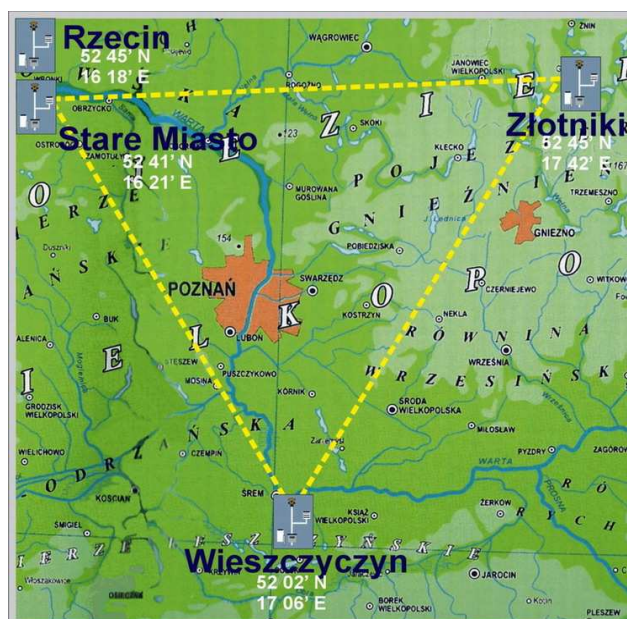
Fig. 2. Temperature thresholds and degree-days (Source: [tp://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html](http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html))

Metody weryfikacji

W Wielkopolskim Internetowym Serwisie Informacji Agrometeorologicznej (www.agrometeo.pl) stopnio-dni ($^{\circ}D$) i sumy temperatur efektywnych ($\Sigma^{\circ}D$) obliczane są w oparciu o prognozowane wartości temperatury powietrza, dla każdego z węzłów 17 km siatki, na której pracuje model prognozy pogody UMPL (Juszczak i in. 2005). Chcąc zweryfikować jakość prezentowanych w serwisie prognoz wartości sum temperatur efektywnych porównano wartości $\Sigma^{\circ}D$ obliczone w oparciu o prognozowane temperatury ($\Sigma^{\circ}D_{prognoza}$) z tymi, które zostały obliczone z wykorzystaniem wartości pomierzonych ($\Sigma^{\circ}D_{pomiar}$) na stacjach Katedry Agrometeorologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz dodatkowo na stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Poznań-Ławica. Stacje Katedry Agrometeorologii zlokalizowane są w Rzecinie, Starym Mieście (koło Wronek, powiat Szamotulski), Żłotnikach (koło Żnina, powiat Żniński) i Wieszczyzynie (koło Śremu, powiat Śremski) – rysunek 3.

Porównywano ze sobą dzienne wartości sum temperatur efektywnych w okresach kwartalnych (styczeń-marzec, kwiecień-czerwiec, lipiec-wrzesień, październik-grudzień) 2006 roku dla każdej ze stacji i wyznaczono współczynnik determinacji R^2 . Miesięczne wartości sum temperatur efektywnych porównywano ze sobą obliczając różnice wartości prognozowanej i obliczonej na podstawie temperatur pomierzonych (na koniec każdego miesiąca). Uzyskane w ten sposób bez-

względne wartości różnic stopnio-dni nie informują jaka jest różnica w dniach terminu osiągnięcia określonej wartości progowej Σ^oD . W tym celu przeanalizowano uzyskaną serię danych dzieląc obliczone wartości Σ^oD z okresu całego roku na progi o wartości 100-200 oD (0-1000 Σ^oD dla stonki ziemniaczanej, 0-1200 Σ^oD dla owocówki jabłkowieczki, 0-2700 Σ^oD dla mszycy brzoskwiowej). Następnie określono różnice w dniach terminu przekroczenia określonej wartości progowej.



Rys. 3. Lokalizacja automatycznych stacji meteorologicznych Katedry Agrometeorologii Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Fig. 3. Location of automatic weather stations of the Agrometeorology Department of Faculty of Land Reclamation and Environmental Engineering, Poznan University of Life Sciences

Ponadto, dla okresów kwartalnych obliczono średni błąd kwadratowy RMSE celem oceny dokładności obliczeń oD na podstawie prognozowanych wartości temperatur, ze wzoru:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (^oD_{prognoza} - ^oD_{pomiar})^2}{n}} \quad (1)$$

gdzie n oznacza liczbę dni w analizowanym kwartale.

Sumy temperatur efektywnych w serwisie WISIA obliczono dla różnych progowych wartości temperatury, w zależności od wymagań cieplnych szkodnika, dla którego sporządzano prognozę terminu pojawienia się szkodliwego stadium rozwojowego. W niniejszym artykule przeprowadzono analizy dla 3 szkodników: stonki ziemniaczanej (*Leptionotarsa decemlineata* Say) – szkodnik ziemniaka; owocówki jabłkówekczki (*Cydia pomonella* L.) – szkodnik jabłoni i gruszy; oraz mszycy brzoskwiniowej (*Myzus persicae* Sulz.) – szkodnik wielu gatunków roślin sadowniczych i ogrodniczych. Szczegółowe zestawienie wykorzystanych progowych wartości temperatur oraz $\Sigma^{\circ}D$ po osiągnięciu których pojawia się stadium szkodliwe owada przedstawiono w tabeli 1. Jako górną progową wartość temperatury powyżej której tempo rozwoju organizmu już się nie zwiększa przyjęto w obliczeniach 30°C.

Tabela 1. Wartości progowej temperatury powietrza powyżej której rozwija się szkodnik (T_{dolna}) oraz wartości sum temperatur efektywnych ($\Sigma^{\circ}D$) po osiągnięciu których określone stadia rozwojowe szkodnika zaczynają oddziaływać negatywnie na uprawy i należy podjąć zwalczanie szkodnika (Pruszyński i in. 1993, Boczek 1988)

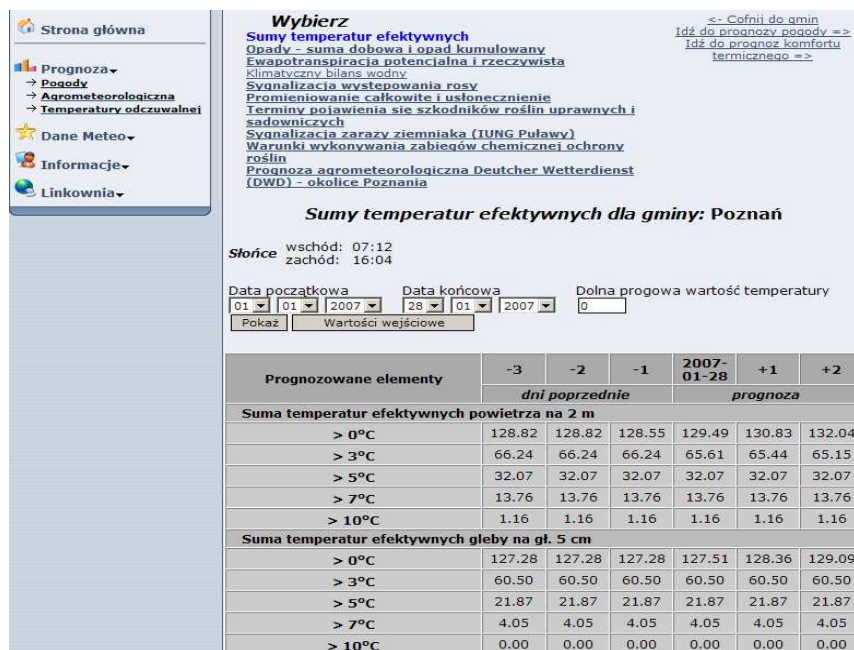
Table 1. Air temperature thresholds above which the pests begin to develop (T_{low}) and cumulated value of degree-days above which crops are impacted negatively by some pest development stages (Pruszyński *et al.* 1993, Boczek 1988)

Szkodniki – Pests	$T_{dolna} - T_{low}$	$\Sigma^{\circ}D$
Stonka ziemniaczana <i>Leptionotarsa decemlineata</i> Say	11,5°C	$\Sigma^{\circ}D = 220$ – masowy wylęg larw mass hatching of larvae
Owocówka jabłkówekczka <i>Cydia pomonella</i> L.	10,0°C	$\Sigma^{\circ}D = 230$ – wylot 50% motyli I pokolenia 50% of butterflies of 1st generation are flying
Mszycy brzoskwiniowa <i>Myzus persicae</i> Sulz.	3,0°C	$\Sigma^{\circ}D = 137$ – wylot muchówek Flies are flying

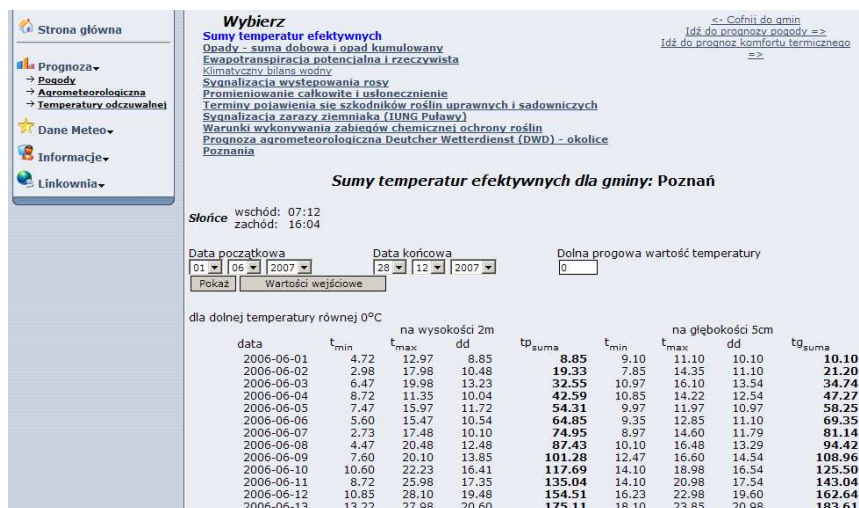
Sumy temperatur efektywnych w serwisie WISIA

Prognozy sum temperatur efektywnych są przygotowywane dla gmin znajdujących się w zasięgu oddziaływania serwisu i są dostępne na stronie serwisu www.agrometeo.pl w zakładce „prognozy agrometeorologiczne”. Użytkownik serwisu uzyskuje informacje o wartościach sum temperatur efektywnych powietrza na 2 m wysokości i gleby na głębokości 5 cm w danym dniu, z 3 dni poprzednich oraz

prognozę na dwa dni do przodu (rys. 4). Wartości sum temperatur efektywnych prezentowane w serwisie WISIA obliczane są dla kilku progowych wartości temperatur: $>0^{\circ}\text{C}$, $>3^{\circ}\text{C}$, $>5^{\circ}\text{C}$, $>7^{\circ}\text{C}$ i $>10^{\circ}\text{C}$, na podstawie wartości temperatur prognozowanych przez Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego Uniwersytetu Warszawskiego (ICM UW), począwszy od 1 stycznia danego roku. W niektórych zastosowaniach praktycznych istnieje potrzeba obliczania sum temperatur efektywnych powyżej ściśle określonych wartości progowych temperatury i dla ściśle określonego okresu czasu. Dlatego użytkownik serwisu ma do dyspozycji kalkulator stopnio-dni i sum temperatur efektywnych obliczanych w oparciu o metodę pojedynczego przybliżenia sinusoidalnego (rys. 5). Wpisując początkową datę od której mają być wykonywane obliczenia (najwcześniej od kwietnia 2005) oraz dolną progową wartość temperatury, użytkownik serwisu może uzyskać wartości $^{\circ}D$ i $\Sigma^{\circ}D$ dla dowolnej gminy znajdującej się w zasięgu oddziaływania serwisu.



Rys. 4. Przykładowa prognoza sum temperatur efektywnych w serwisie WISIA dla gminy Poznań
Fig. 4. Example of cumulative degree-days forecast available in the WISIA service for Poznań commune



Rys. 5. Kalkulator stopnio-dni i sum temperatur efektywnych w serwisie WISIA. Przykład dla gminy Poznań, liczony w okresie od 1 czerwca 2007 przy dolnej progowej temperaturze 0°C

Fig. 5. Degree-days calculator and cumulative degree-days in the WISIA service. An example for the Poznań commune, calculated since the 1st of June 2007 at lower temperature threshold of 0°C

W oparciu o obliczane prognozowane wartości stopnio-dni i sum temperatur efektywnych opracowano w serwisie WISIA system sygnalizacji terminów pojawienia się określonych stadiów szkodliwych szkodników roślin uprawnych i sadowniczych. Prognozy te wykonuje się dla następujących owadów: *stonka ziemniaczana*, *paciornica lucernianka*, *ploniarka zbożówka*, *rolnica zbożówka*, *nasionnica trzęsniówka*, *owocówka jabłkowiec* i *śliwkowiec*, *mszyce brzoskwińowe i jabłoniowe*. Szczegółowa charakterystyka termiczna szkodników oraz opis ich szkodliwości i metod zwalczania znajduje się na stronie serwisu (www.agrometeo.pl). Użytkownik serwisu WISIA uzyskuje informacje nie tylko o wartościach sum temperatur efektywnych (w danym dniu, 3 dni wstecz i prognozę na 2 dni), ale także czytelną informację graficzną o stopniu ryzyka pojawienia się danego stadium owada. Kolor żółty informuje o braku zagrożenia; kolor pomarańczowy – wzrost ryzyka pojawienia się danego szkodliwego stadium rozwojowego owada (ΣD jest mniejsza od wartości krytycznej o mniej niż 10%), a kolor czerwony – informuje o bardzo wysokim ryzyku i prawdopodobnym pojawieniu się szkodnika (ΣD przekroczyła wartość krytyczną). W każdym wypadku, prognozy te są tylko wskazówką, która ma zachęcić rolnika do podjęcia czynnego monitoringu polowego celem jednoznacznego potwierdzenia obecności szkodnika (rys. 6).

Terminy pojawienia się szkodników roślin uprawnych i sadowniczych
 Szkodniki roślin uprawnych i sadowniczych
 Serwis WISIA – serwis informacyjny o zagrożeniach szkodnikami roślin uprawnych i sadowniczych

Terminy pojawienia się szkodników roślin uprawnych i sadowniczych dla gminy: Wronek

Stacja: wronek 04-39
 Co roku: 2011

Wymagowane warunki	rok 2006					
	3	4	5	6	7	
Szkodniki roślin uprawnych i sadowniczych (terminy pojawienia się szkodników na podstawie sumy temperatur efektywnych)						
Ważność: $T_{\Sigma} > 1400^{\circ}\text{C}$ - 1 kw. wczesny szkodnik wiosenny $T_{\Sigma} > 1600^{\circ}\text{C}$ - 2 kw. wczesny szkodnik wiosenny	105,11	109,02	110,33	111,55	112,07	115,96
Ważność: $T_{\Sigma} > 1800^{\circ}\text{C}$	426,32	429,05	444,74	444,08	441,99	474,03
Ważność: $T_{\Sigma} > 1450^{\circ}\text{C}$	153,73	154,26	156,42	158,26	157,63	164,28
Ważność: $T_{\Sigma} > 1200^{\circ}\text{C}$	101,47	101,01	107,15	109,02	108,43	108,00
Ważność: $T_{\Sigma} > 1600^{\circ}\text{C}$	153,73	154,26	156,42	158,26	157,63	164,28
Ważność: $T_{\Sigma} > 1300^{\circ}\text{C}$ - w poł. przewidywanego i zachowania $T_{\Sigma} > 1500^{\circ}\text{C}$ - w poł. przewidywanego i zachowania $T_{\Sigma} > 1600^{\circ}\text{C}$ - w poł. przewidywanego i zachowania	153,73	154,26	156,42	158,26	157,63	164,28
Ważność: $T_{\Sigma} > 1500^{\circ}\text{C}$	153,73	154,26	156,42	158,26	157,63	164,28
Ważność: $T_{\Sigma} > 1400^{\circ}\text{C}$ - początek wlotu masy (zachowania)	105,11	109,02	110,33	111,55	112,07	115,96
Ważność: $T_{\Sigma} > 1600^{\circ}\text{C}$ - w poł. przewidywanego i zachowania	153,73	154,26	156,42	158,26	157,63	164,28
Ważność: $T_{\Sigma} > 1200^{\circ}\text{C}$	101,47	101,01	107,15	109,02	108,43	108,00
Ważność: $T_{\Sigma} > 1400^{\circ}\text{C}$ - w poł. przewidywanego i zachowania	105,11	109,02	110,33	111,55	112,07	115,96
Ważność: $T_{\Sigma} > 1600^{\circ}\text{C}$	426,32	429,05	444,74	444,08	441,99	474,03
Ważność: $T_{\Sigma} > 1450^{\circ}\text{C}$	153,73	154,26	156,42	158,26	157,63	164,28
Ważność: $T_{\Sigma} > 1200^{\circ}\text{C}$	101,47	101,01	107,15	109,02	108,43	108,00
Ważność: $T_{\Sigma} > 1600^{\circ}\text{C}$	153,73	154,26	156,42	158,26	157,63	164,28

Legenda:
 Zielony: 0-20% szkodliwych szkodników
 Żółty: 20-40% szkodliwych szkodników
 Pomarańczowy: 40-60% szkodliwych szkodników
 Czerwony: 60-80% szkodliwych szkodników
 Czarny: 80-100% szkodliwych szkodników

Rys. 6. Prognoza terminu pojawienia się niektórych szkodliwych stadiów rozwojowych szkodników roślin rolniczych i sadowniczych w serwisie *WISIA*

Fig. 6. Forecast of occurrence dates of some harmful development stages of crop and orchard pests in the *WISIA* service

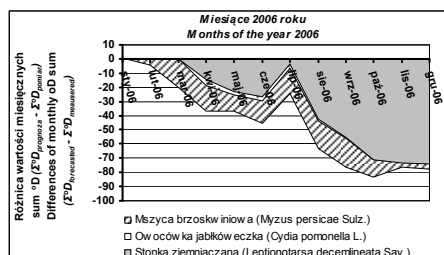
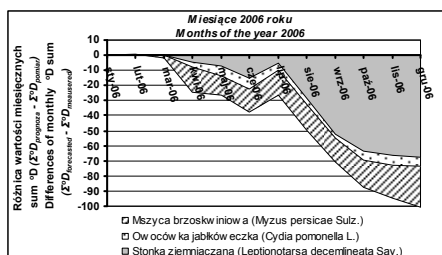
WYNIKI i DYSKUSJA

W pracy przedstawiono wyniki analiz porównawczych wartości stopnio-dni ($^{\circ}D$) i sum temperatur efektywnych ($\Sigma^{\circ}D$) obliczonych na podstawie prognozowanych wartości temperatury powietrza (w modelu prognozy pogody UMPL) oraz wartości $^{\circ}D$ i $\Sigma^{\circ}D$ pomierzonych na stacjach meteorologicznych IMGW Poznań-Ławica oraz Katedry Agrometeorologii AR Poznań w Złotnikach (k. Gniezna), Wieszczycynie (k. Śremu) i Starym Mieście (k. Wronek).

Wartości sum temperatur efektywnych prezentowane w serwisie *WISIA* są obliczane na podstawie prognozowanych wartości temperatury powietrza. Uzyskiwane w ten sposób wartości $\Sigma^{\circ}D$ liczone od początku roku kalendarzowego są mniejsze (praktycznie dla całego analizowanego okresu) od wartości obliczanych na podstawie temperatur pomierzonych dla wszystkich analizowanych stacji (rys. 7a-d). Różnice te, obliczane dla wartości $\Sigma^{\circ}D$ mszycy brzoskwiowej na końcu 2006 roku wahają się w zakresie od $85^{\circ}D$ (stacje Stare Miasto i Wieszczyczyn) do ponad $260^{\circ}D$ (dla stacji w Złotnikach). Najmniejsze różnice występują w wypadku prognoz terminów pojawienia się stonki ziemniaczanej. Na koniec 2006 roku różnice te nie przekraczają $50^{\circ}D$ dla stacji Wieszczyczyn, $70-80^{\circ}D$ dla stacji Poznań-Ławica i Stare Miasto oraz $170^{\circ}D$ dla stacji Złotniki. Różnice obliczonych wartości sum temperatur efektywnych

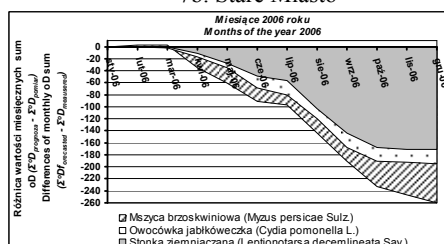
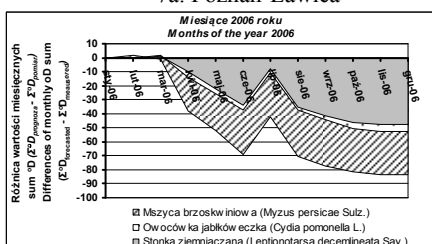
są najmniejsze dla stonki ziemniaczanej, nieznacznie większe dla owocówki jabłkowieczki, a największe dla mszycy brzoskwiowej. W tym ostatnim wypadku tak znaczne różnice są konsekwencją bardzo niskiego (ponad trzykrotnie mniejszego niż dla stonki i owocówki) dolnego progu temperatury ($3,0^{\circ}\text{C}$) wyznaczającego granice rozwojowe tego szkodnika. Stopnio-dni obliczane były zatem dla znacznie dłuższego okresu czasu, niż w wypadku pozostałych szkodników, przez co również i kumulowane wartości różnic wynikające z tych obliczeń były większe.

Opisane różnice $\Sigma^{\circ}D$ wydają się być znaczne w pewnych okresach 2006 roku i z pewnością mają duże znaczenie dla precyzji określenia terminów pojawienia się szkodników i podjęcia działań ochronnych. Pamiętać jednak należy, że z punktu widzenia zagrożeń roślin uprawnych i ich ochrony najważniejsza jest pierwsza połowa sezonu wegetacyjnego. Do pierwszych dni lipca 2006 roku analizowane różnice są niewielkie i nie przekraczają $60^{\circ}D$ dla stonki ziemniaczanej, $80^{\circ}D$ dla owocówki jabłkowieczki oraz $100^{\circ}D$ dla mszycy brzoskwiowej (rys. 7a-c). Różnice te zwiększają się od marca do czerwca, a następnie maleją do końca lipca.



7a. Poznań-Ławica

7b. Stare Miasto



7c. Wieszczyczyn

7d. Złotniki

Rys. 7a-7d. Miesięczne różnice wartości sum temperatur efektywnych ($^{\circ}D_{prognoza} - ^{\circ}D_{pomiar}$) obliczonych w oparciu o prognozowane w modelu UMPL wartości temperatury powietrza i temperatury pomierzone na wybranych stacjach meteorologicznych dla wybranych szkodników w roku 2006. Rys. 7a) Poznań-Ławica, b) Stare Miasto, c) Wieszczyczyn, d) Złotniki

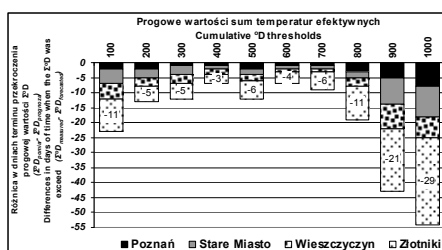
Fig. 7a-7d. Monthly differences of cumulative degree-day values ($^{\circ}D_{forecaster} - ^{\circ}D_{measured}$) calculated on the basis of air temperatures forecasted in the UMPL model and air temperature measured on some automatic weather stations for selected pests in the year 2006. Fig. 7a) Poznań-Ławica, b) Stare Miasto, c) Wieszczyczyn, d) Złotniki

Ta znaczna poprawa dokładności obliczenia stopnio-dni na podstawie wartości temperatur prognozowanych najprawdopodobniej związana jest z poprawą precyzji prognozowania temperatur ekstremalnych przez model UMPL w okresie lipca.

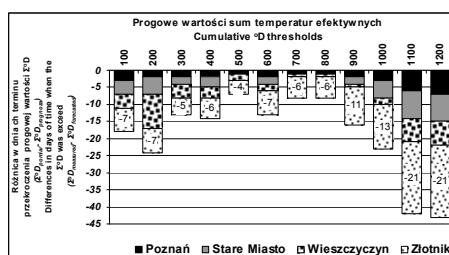
Celem sprawdzenia z jakim opóźnieniem mogą być prognozowane terminy pojawienia się szkodnika przy tak znacznych bezwzględnych wartościach różnic $\Sigma^{\circ}D$, analizowaną serię danych podzielono na progi o wartości 100-200 $\Sigma^{\circ}D$ (w zależności od szkodnika) określając różnice w dniach terminu przekroczenia wyznaczonej wartości progowej $\Sigma^{\circ}D$ (rys. 8a-c). Dla stonki ziemniaczanej progi wyznaczono w zakresie sum temperatur efektywnych od 0 do 1000, dla owocówki jabłkówekczki 0-1200, a dla mszycy brzoskwiniowej 0-2700. Za każdym razem, maksymalną wartość przyjętego zakresu $\Sigma^{\circ}D$ wyznacza roczne maksimum osiągniętej sumy temperatur efektywnych. Różnice w dniach terminów przekroczenia progowych wartości stopnio-dni są w każdym wypadku nieco większe na początku roku, przy niskich wartościach $\Sigma^{\circ}D$, największe pod koniec roku (przy wysokich wartościach $\Sigma^{\circ}D$), a najmniejsze w połowie roku. Różnice te wahają się od -1 dnia (dla wszystkich szkodników i analizowanych stacji) do maksymalnie -29 dni dla stonki ziemniaczanej, od -21 dni dla owocówki jabłkówekczki i -38 dni dla mszycy brzoskwiniowej (pod koniec 2006 roku). Tak znaczne różnice dotyczą tylko stacji w Złotnikach. Dla pozostałych stacji maksymalne różnice nie przekraczają kilkunastu dni. Znak „-” oznacza że termin przekroczenia wartości progowej $\Sigma^{\circ}D$ w wypadku prognozowanych wartości temperatur jest późniejszy (spóźniony) niż dla wartości obliczonych dla temperatur pomierzonych. Największe różnice wartości $\Sigma^{\circ}D$ występują jednak w okresie, w którym szkodnik już nie występuje, bądź nie stanowi bezpośredniego zagrożenia. Nie zmienia to jednak faktu, że w połowie przyjętego zakresu $\Sigma^{\circ}D$ opisywane różnice dochodzą nawet do kilku dni. Sytuacja taka ma istotne znaczenie dla precyzji wyznaczenia terminu pojawienia się szkodliwej fazy rozwojowej owada.

Dla końcowego odbiorcy informacji agrometeorologicznej najważniejsza jest precyzja wyznaczenia terminów pojawienia się konkretnego szkodnika. Z tego względu porównano terminy pojawienia się analizowanych szkodników wyznaczone na podstawie wartości sum temperatur efektywnych obliczanych na podstawie prognozowanych temperatur powietrza ($\Sigma^{\circ}D_{prognoza}$) z terminami wyznaczonymi na podstawie $\Sigma^{\circ}D$ obliczanych dla pomierzonych wartości temperatur ($\Sigma^{\circ}D_{pomiar}$). W każdym wypadku, dla każdej stacji i analizowanego szkodnika, termin pojawiania się szkodnika wyznaczony na podstawie $\Sigma^{\circ}D_{prognoza}$ był późniejszy niż ten, który wyznaczano w oparciu o $\Sigma^{\circ}D_{pomiar}$ (rys. 9). Różnice te nie przekraczały 5 dni i były najmniejsze dla stacji Poznań-Ławica (maksymalna różnica 2 dni). Dla stacji w Wieszczycynie i Starym Mieście różnice te wynosiły maksymalnie 4 dni, a dla stacji w Złotnikach 5 dni. W konsekwencji mogłoby to oznaczać, że decyzje dotyczące działań ochronnych podejmowane wyłącznie na

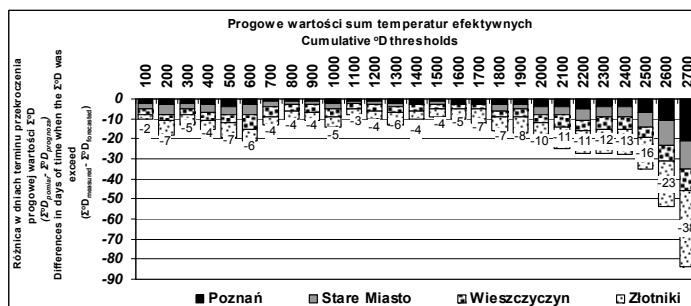
podstawie informacji pochodzących z serwisu WISIA byłyby spóźnione i nie przynosiłyby oczekiwanych rezultatów. Z tego też względu, terminy występowania szkodliwego stadium owada wyznaczone w serwisie WISIA nie mogą być jedyną informacją na podstawie której rolnik podejmuje decyzję związaną z wykonywaniem zabiegów chemicznego zwalczania szkodnika. Informacja prezentowana w serwisie może być co najwyżej wskazówką zmuszającą rolnika do czynnego monitoringu polowego występowania szkodnika w okresach, w których jego występowanie jest najbardziej prawdopodobne.



8a. Stonka ziemniaczana
(*Leptonotarsa decemlineata* Say)



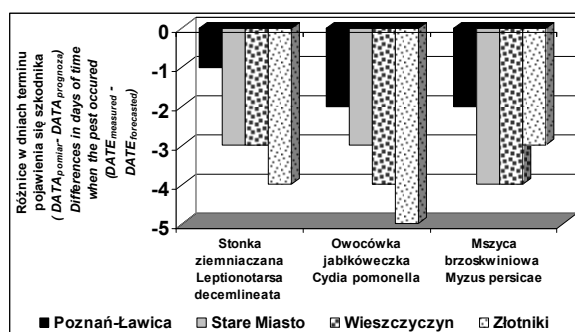
8b. Owocówka jabłkóweczka
(*Cydia pomonella* L.)



8c. Mszyca brzoskwiowa
(*Myzus persicae* Sulz.)

Rys. 8. Różnice w dniach terminu przekroczenia wyznaczonej progowej wartości sum temperatur efektywnych w roku 2006. Rys. 8a). *Leptonotarsa decemlineata* Say, 8b). *Cydia pomonella* L. i 8c) *Myzus persicae* Sulz

Fig. 8. Differences of days when specific threshold values of cumulative degree-days were exceeded in the year 2006. Fig. 8a). *Leptonotarsa decemlineata* Say, 8b). *Cydia pomonella* L. i 8c) *Myzus persicae* Sulz



Rys. 9. Różnice w dniach terminu pojawiania się szkodliwych stadiów owadów w roku 2006 wyznaczone w serwisie WISIA (data osiągnięcia progowej wartości $\Sigma^{\circ}D_{pomiar}$ – data osiągnięcia progowej wartości $\Sigma^{\circ}D_{prognoza}$). Stonka ziemniaczana (*Leptionotarsa decemlineata*) – pojawiła się około 170 dnia roku; owocówka jabłkowieczka (*Cydia pomonella*) – około 165 dnia roku; mszyca brzoskwińiowa (*Myzus persicae*) – około 110 dnia roku.

Fig. 9. Differences of days when specific harmful development stages of pests occurred in the year 2006, according to the WISIA service forecast (date of specific threshold value exceeding $\Sigma^{\circ}D_{measured}$ – date of specific threshold value $\Sigma^{\circ}D_{forecasted}$). Colorado potato beetle (*Leptionotarsa decemlineata*) occurred about 170 DOY, codling moth (*Cydia pomonella*) about 165 DOY and green peach aphid (*Myzus persicae*) about 110 DOY.

Na wszystkich stacjach analizowane różnice były najmniejsze dla stonki ziemniaczanej ($T_{dolna} = 11,5^{\circ}\text{C}$), a największe dla owocówki jabłkowieczki ($T_{dolna} = 10,0^{\circ}\text{C}$) i mszycy brzoskwińiowej ($T_{dolna} = 3,0^{\circ}\text{C}$). Wynika to z tego, że im wyższa wartość dolnej progowej temperatury powietrza i krótszy okres dla którego są obliczane stopniodni, tym mniejszy błąd w wartościach kumulowanych $\Sigma^{\circ}D$ i większa precyzja wyznaczania terminów pojawienia się szkodnika. Sygnalizowane terminy prawdopodobnego pojawienia się szkodnika w istotnym stopniu zależą również od lokalizacji punktu dla którego takie analizy są wykonywane oraz od precyzyjności prognozowania elementów meteorologicznych w tym punkcie. Pamiętać należy, że model prognozy pogody UMPL pracuje na siatce 17 km, a zatem wartości prognozowanych elementów meteorologicznych (w oparciu o które wykonywano obliczenia sum temperatur efektywnych), są wartościami związanymi z węzłami takiej siatki. Jeżeli położenie stacji meteorologicznej dla której wykonywano powyższe analizy pokrywa się z położeniem węzła siatki modelu UMPL, korelacja pomiędzy wartościami elementów meteorologicznych pomierzonych i prognozowanych powinna być znacznie lepsza, niż w sytuacji gdyby te dwa punkty się ze sobą nie pokrywały. Dlatego też jakość prognozy pogody, a tym samym i precyzyjność określenia terminu pojawienia się szkodnika, są najlepsze dla punktu Poznań-Ławica, dla którego położenie węzła siatki pokrywa się z lokalizacją stacji. W wypadku tego punktu, znacznie większe znaczenie ma również fakt, że dane pomierzone na stacji Poznań-Ławica są źródłem danych meteorologicz-

nych wykorzystywanych do interpolacji i ekstrapolacji prognozowanych elementów meteorologicznych nad obszarem Wielkopolski w modelu UMPL.

Pomimo opisywanych różnic, współczynnik determinacji pomiędzy wartościami sum temperatur efektywnych obliczonych w oparciu o temperatury prognozowane i pomierzone dla wartości $\Sigma^{\circ}D$ w okresach kwartalnych jest dla wszystkich stacji i analizowanych szkodników bardzo wysoki i waha się w zakresie od 0,84 do 1,00 (tab. 2).

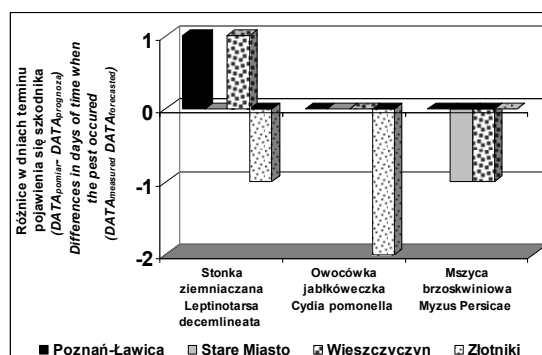
Tabela 2. Wartości sum temperatur efektywnych obliczone na podstawie wartości prognozowanych temperatury powietrza ($\Sigma^{\circ}D^*$), współczynnik determinacji (R^2) i średni błąd kwadratowy ($RMSE$) obliczane dla wartości sum temperatur efektywnych kolejnych dni w okresach kwartalnych 2006 roku (obliczonych na podstawie wartości temperatury powietrza pomierzonych i prognozowanych)

Table 2. Cumulative values of degree-days calculated on the basis of forecasted air temperatures ($\Sigma^{\circ}D^*$), determination coefficient (R^2) and root-mean square error ($RMSE$) calculated for the consecutive degree-day values in the quarter periods of the year 2006 (calculated on the basis of the measured and forecasted air temperatures)

Stacje Stations	Stonka ziemniaczana <i>Leptonotarsa decemlineata</i>			Owocówka jabłkowieczka <i>Cydia pomonella</i>			Mszycy brzoskwińowa <i>Myzus persicae</i>			
	$\Sigma^{\circ}D^*$	R^2	$RMSE$	$\Sigma^{\circ}D^*$	R^2	$RMSE$	$\Sigma^{\circ}D^*$	R^2	$RMSE$	
	T_{dolna} T_{low}	11,5°C		10,0°C		3,0°C				
Poznań Ławica	I-III	2,5	0,915	0,106	6,0	0,982	0,117	38,2	0,991	0,298
	IV-VI	315,2	1,000	0,808	400,1	1,000	0,879	969,6	1,000	1,140
	VII-IX	1018,0	0,998	1,112	1240,6	0,999	1,170	2456,1	1,000	1,131
	X-XII	1059,8	0,987	0,486	1313,5	0,995	0,570	2879,3	0,999	1,095
Stare Miasto	I-III	2,6	0,893	0,097	6,1	0,978	0,107	23,1	0,845	0,896
	IV-VI	306,9	0,997	0,907	390,3	0,998	0,991	960,5	1,000	1,699
	VII-IX	1006,3	0,997	1,288	1228,0	0,998	1,271	2444,6	0,999	1,229
	X-XII	1047,8	0,996	0,429	1303,4	0,999	0,468	2884,6	0,999	0,734
Wieszczęczyn	I-III	3,6	0,988	0,097	7,2	0,996	0,108	41,5	0,976	0,432
	IV-VI	336,6	0,998	0,839	426,9	0,999	0,884	1009,2	1,000	1,205
	VII-IX	1059,2	0,998	1,106	1287,2	0,998	1,117	2515,9	1,000	1,102
	X-XII	1110,1	0,996	0,324	1370,3	0,998	0,355	2955,2	1,000	0,621
Złotniki	I-III	1,0	0,937	0,059	3,5	0,947	0,206	36,3	0,930	0,322
	IV-VI	296,8	0,998	0,925	370,3	0,997	1,919	936,3	0,999	1,371
	VII-IX	981,5	0,996	1,332	1194,8	0,997	2,305	2404,8	0,999	1,396
	X-XII	1021,9	0,996	0,620	1271,3	0,995	1,146	2812,4	1,000	1,091

Nieznacznie słabsza korelacja występuje w pierwszym kwartale 2006 roku, ale też nie dla wszystkich stacji i analizowanych szkodników. Jest to związane ze znacznymi względnymi odchyleniami wartości sum temperatur efektywnych prognozowanych od pomierzonych w tej części roku. Najlepsza korelacja pomiędzy $\Sigma^{\circ}D_{prognoza}$ i $\Sigma^{\circ}D_{pomiar}$ występuje w drugim kwartale roku dla wszystkich analizowanych szkodników, a zwłaszcza dla punktu Poznań-Ławica ($R^2 = 1,0$).

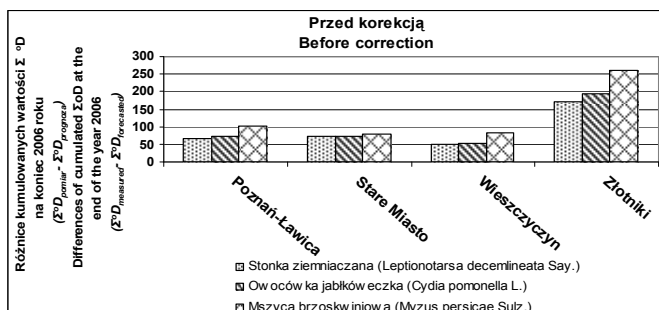
Celem poprawy jakości prognozowania sum temperatur efektywnych i zwiększenia precyzji wyznaczanie terminu pojawienia się szkodnika, uzyskiwane wartości $^{\circ}D$ w roku 2006 przemnożono przez wyznaczony empirycznie współczynnik korekcyjny. Współczynnik ten wyznaczono w sposób zapewniający maksymalne zmniejszenie różnic w wyznaczonych terminach pojawienia się szkodnika. Zwracano przy tym uwagę na to aby różnice wartości $\Sigma^{\circ}D$ ($\Sigma^{\circ}D_{pomiar} - \Sigma^{\circ}D_{prognoza}$) na koniec 2006 roku były jak najmniejsze. Dane prognozowane dla stacji Poznań-Ławica z okresu od 1 stycznia do końca czerwca zwiększono o 10%, a dane dla pozostałych stacji o 15%. W ten sposób zwiększono precyzję prognozowania terminu pojawienia się szkodnika, a opisywane różnice dla poszczególnych stacji wahają się od +1 do -2 dni (rys. 10). Dane z drugiej połowy roku pozostawiono bez zmian. Niemniej jednak uzyskiwane różnice wartości $\Sigma^{\circ}D$ na koniec 2006 roku uległy istotnej zmianie (rys. 11b) w stosunku do sytuacji przed korekcją (rys 11a).



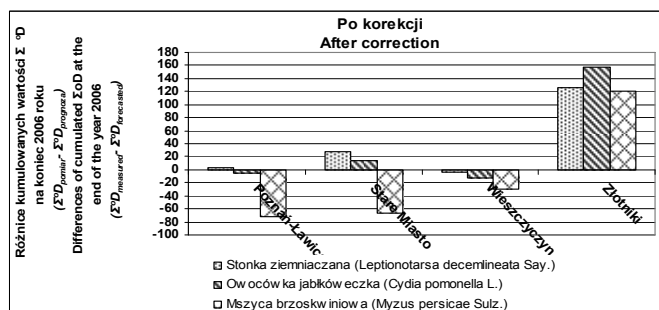
Rys. 10. Różnice w dniach terminu pojawienia się szkodnika wyznaczone na podstawie $\Sigma^{\circ}D$ ($\Sigma^{\circ}D_{pomiar} - \Sigma^{\circ}D_{prognoza}$) dla wartości skorygowanych

Fig. 10. Differences in days of time when the pest occurred, which were appointed on the basis of $\Sigma^{\circ}D$ ($\Sigma^{\circ}D_{measured} - \Sigma^{\circ}D_{forecasted}$) for corrected values.

Przyjętą procedurę korekcji obliczanych sum temperatur efektywnych wdrożono dla całego obszaru objętego zasięgiem oddziaływania serwisu WISIA. Prognozowane wartości sum temperatur efektywnych (za wyjątkiem Poznania) przemnażano w pierwszej połowie roku przez 1,15. W drugiej połowie roku prognozowane wartości pozostawiano bez zmian. Dla stacji Poznań-Ławica stosowano współczynnik 1,1.



Rys. 11a



Rys. 11b

Rys. 11. Różnice kumulowanych sum temperatur efektywnych ($\Sigma^{\circ}D_{\text{pomiar}} - \Sigma^{\circ}D_{\text{prognoza}}$) wyznaczone na koniec 2006 roku dla wartości stopnio-dni prognozowanych: przed (rys. 11a) i po korekcji (rys. 11b)

Fig. 11. Differences of cumulated degree-days ($\Sigma^{\circ}D_{\text{measured}} - \Sigma^{\circ}D_{\text{forecasted}}$) appointed at the end of 2006 for forecast degree-days values: before (Fig. 11a) and after (Fig. 11b) correction

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Prognozy sum temperatur efektywnych oraz oparte na nich prognozy terminu pojawienia się szkodliwych stadiów rozwojowych niektórych owadów są wartościowym elementem prognoz agrometeorologicznych serwisu WISIA. Tym bardziej interesującym, że spośród znanych Europejskich serwisów agrometeorologicznych jedynie WISIA, IUNG Puławy i Deutscher WetterDienst (DWD) oferują możliwość uzyskania informacji o prognozowanych wartościach stopnio-dni. Jednak to tylko polski serwis daje możliwość obliczania przez użytkownika serwisu wartości stopnio-dni dla dowolnego okresu czasu i dowolnie wybranej progowej wartości temperatury. Z przeprowadzonych analiz wynika:

1. Sumy temperatur efektywnych obliczane w Wielkopolskim Internetowym Serwisie Informacji Agrometeorologicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w oparciu o prognozowane w modelu UMPL prognozy pogody wartości temperatur ekstremalnych są zaniżone w porównaniu do wartości sum temperatur efektywnych obliczonych na podstawie temperatur pomierzonych, w różnym

stopniu dla poszczególnych szkodników, miesięcy roku kalendarzowego i stacji pomiarowych. Z tego też względu, sygnalizowane terminy pojawienia się szkodliwego stadium owada były spóźnione nawet o kilka dni.

2. Wprowadzenie współczynników korekcyjnych w pierwszej połowie roku kalendarzowego pozwoliło na zwiększenie precyzji wyznaczania terminu pojawienia się szkodnika. Celem jednak dokładnej weryfikacji poprawności prognozowania terminu pojawienia się szkodników niezbędne jest porównanie uzyskiwanych wyników z danymi pochodzącymi z monitoringu polowego.

3. Precyzja określania terminów pojawienia się szkodnika zależy w istotnym stopniu od długości okresu dla którego obliczane są sumy temperatur efektywnych i zmniejsza się w miarę wydłużania się tego okresu. Długość tego okresu zależy przede wszystkim od dolnej progowej wartości temperatury (tzw. zera fizjologicznego) powyżej której szkodnik zaczyna się rozwijać.

4. Sygnalizacja terminów pojawienia się stadiów szkodliwych niektórych owadów, prezentowana w serwisie WISIA, może być pomocnym narzędziem w rękach rolnika/ogrodnika/sadownika, dostarczającym informacji o zbliżających się terminach pojawienia się różnych szkodników. Nie może służyć jednak jako jedyne źródło informacji w oparciu o które podejmuje się decyzje o terminie wykonania zabiegu chemicznej ochrony roślin. W każdym wypadku decyzja taka powinna być podejmowana indywidualnie przez odbiorcę informacji agrometeorologicznej w oparciu o obserwacje polowe.

PIŚMIENNICTWO

- Allen J.C., 1976. A modified sine wave method for calculating degree days. *Environm. Entomology*, 5, 388-396.
- Baskerville G. L., Emin. P., 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. *Ecology*, 50(3), 514-517.
- Boczek J., 1988. Nauka o szkodnikach roślin uprawnych: Podręcznik dla studentów akademii rolniczych. W-wa. Państw. Wyd. Roln. i Leśne.
- Bonhomme R., 2000. Bases and limits to using 'degree-day' units. *Europ. J. of Agronomy*, 13: 1-10.
- Cesaraccio C., Spano D., Duce P., Snyder R.L., 2001. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. *Int. J. of Biometeorolgy*, 45, 161-169.
- De Gaetano A., Knapp W.W., 1993. Standardization of weekly growing degree day accumulations based on differences in temperature observation and method. *Agric. and Forest. Meteorology*, 66, 1-19.
- Fan Y., Groden E., Drummond F.A., 1992. Temperature-dependent development of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) under constant and variable temperatures. *J. Econ. Entomol.*, 85, 1762-1770.
- Gilmore E.C., Rogers J.S., 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron. Journal*, 50, 611-615.
- Hochberg M.E., Pickering J., Getz W.M., 1986. Evaluation of phenology models using field data: case study for the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, and blue alfalfa aphid, *Acerthosiphon kondoi*. *Environm. Entomology*, 15, 227-231.
- Juszczak R., Leśny J., Olejnik J., Jakubiak B., Friesland H., 2005. Agrometeorologiczny system wspomaga-

- nia decyzji w organizacji prac gospodarstw rolnych w Wielkopolsce – etap pierwszy tworzenia serwisu. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, wyd. IMUZ Falenty, tom 5, Zesz. 2(15), 157-173.
- McMaster G.S., Wilhelm W.W., 1997. Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agric. and Forest Meteorology*, 87, 291-300.
- Pruess K.P. 1983. Day-degree methods for pest management. *Environm. Entomology*, 12, 613-619.
- Pruszyński S., Lipa J., Golenia A., Piekarczyk K. 1993. Metody sygnalizacji i prognozowania pojawu chorób i szkodników roślin. Instrukcja dla służby ochrony roślin z zakresu prognoz, sygnalizacji i rejestracji. IOR Poznań, tom I i II.
- Roltsch W.J., Mayse M.A., Clausen K., 1990. Temperature-dependent development under constant and fluctuating temperatures: comparison of linear versus non-linear methods for modelling development of western grapeleaf skeletonizer (Lepidoptera: Zygaenidae). *Environ. Entomology*, 19, 1689-1697.
- Roltsch W., Zalom F.G., Strawn A.J., Strand J.F., Pitcairn M.J., 1999. Evaluation of several degree-day estimation methods in California climates. *Int. J. of Biometeorology*, 42, 169-176.
- Snyder R.L. 1985. Hand calculating degree days. *Agric. and Forest Meteorology*, 35, 353-358.
- Snyder R.L., Spano D., Duce P., Cesaraccio C. 1999., Determining degree-day thresholds from field observations. *Int. J. of Biometeorology*, 42, 177-182.
- Snyder R.L., Spano D., Duce P., Cesaraccio C., 2001. Temperature data for phenological models. *Int. J. of Biometeorology*, 45, 178-183.
- Yin X., Kropff M.J., McLaren G., Visperas R.M., 1995. A nonlinear model for crop development as a function of temperature. *Agric. and Forest Meteorology*, 77, 1-16.
- www.agrometeo.pl
- www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html

CUMULATIVE DEGREE-DAYS VALUES AS AN ELEMENT
OF AGROMETEOROLOGICAL FORECAST OF THE WIELKOPOLSKA
REGION INTERNET BASED AGROMETEOROLOGICAL INFORMATION
SERVICE (WISIA)

Radosław Juszcak, Jacek Leśny, Janusz Olejnik

Agrometeorology Department, Poznan University of Life Science
ul. Piątkowska 94, 60-694 Poznań
e-mail: radjusz@au.poznan.pl

Abstract. The way in which the cumulative degree-day values (Σ^0D) are used for determination of appearing dates of some harmful developmental stages of some pests in the Wielkopolska Region Internet Based Agrometeorological Information Service (WISIA) are presented in this paper. On the basis of the comparison studies carried out between the Σ^0D calculated with forecast temperature and temperature measured at automatic weather stations of Agrometeorology Department the University of Life Science of Poznań, the evaluation of precision of pests appearing dates was conducted. The results showed that the Σ^0D calculated on the basis of the forecast extreme temperatures are lower than Σ^0D calculated on the basis of measured temperatures. These differences are different for the analysed pests, months of the year and weather stations. Due to this reason, the forecast dates of some pests appearance are delayed even by a few days in comparison to dates determined on the basis of measured temperatures. The lowest differences were estimated for *Leptonotarsa decemlineata* ($T_{down} = 11.5^{\circ}C$), while the highest for *Cydia pomonella* ($T_{down} = 10.0^{\circ}C$) and *Myzus persicae* ($T_{down} = 3.0^{\circ}C$).

Keywords: degree-days, cumulative degree-days, agrometeorological decision support service, forecasts of pests appearing dates