

MERITVE IN MODELIRANJE TRAJANJA OMOČENOSTI LISTA (TOL)

Andreja Sušnik¹, Ana Žust², Klaus-Peter Wittich³

^{1,2}Agencija RS za okolje, Urad za meteorologijo, Agrometeorologija

³Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Forschung, Germany

IZVLEČEK

Trajanje omočenosti lista (TOL) je ena od pomembnejših agrometeoroloških spremenljivk, ki vpliva na razvoj rastlinskih bolezní. Kljub pomenu spremenljivke ne obstajajo standardi za monitoring TOL. Modeliranje predstavlja dobro alternativo meritvam. V članku je predstavljena ocena nemškega modela LEAFWET za oceno TOL v primerjavi z umerjenim merilnikom Agencije RS za okolje (ARSO) in neumerjenimi merilniki mreže Fitosanitarne uprave RS Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (FURS) v letih 1999-2003. Rezultati kažejo na nekonsistentnost meritev TOL, kar nakazuje potrebo po rednem umerjanju merilnikov. Uporaba modelov je dobra alternativa pri preverjanju kvalitete meritev in pri fitopatološki prognozi.

Ključne besede: energijska bilanca lista, fitopatološki modeli, trajanje omočenosti lista

ABSTRACT

MEASUREMENTS AND MODELLING OF LEAF WETNESS DURATION (LWD)

Leaf wetness duration (LWD) is very important agrometeorological parameter in the spreading of plant diseases. In spite of its importance there is no standard available for LWD monitoring. Several attempts have been made to build models in order to simulate LWD. Our study was performed in two steps: in first part validation of LEAFWET model via calibrated measurements of Environmental Agency of the Republic of Slovenia was carried out in Bilje in 2003 and in second part model was compared to uncalibrated measurements of the network of Phytosanitary Office in the years 1999-2003 in Ljubljana. The results pointed out that there is a strong inconsistency of LWD measurements and therefore a need for regular calibration of sensors. The application of LWD model is very useful alternative source for LWD estimation in phytopathological prognosis.

Key words: leaf energy balance, leaf wetness, phytopathological models

1. UVOD

TOL je predpogoj za sprožanje infekcijskih procesov številnih foliarnih rastlinskih bolezní. Rastlinski patologi in agrometeorologi so razvili številne tehnike za merjenje TOL. Najpreprostejši delujejo na mehničnem principu (Armstrong *et al.*, 1993) z zaznavanjem spremembe stanja merilne površine zaradi depozita vode. Modernejšé tehnike uporabljajo merilnike, ki TOL zaznajo na osnovi spremembe električne upornosti ali daljinskega zaznavanja (Hoppmann *et al.*, 1997). Meritve TOL so problematične zaradi pomanjkanja standarda ter protokola postavitve merilnikov. Da bi premostili nekonsistentnost meritev so bili razviti številni modeli. V grobem ločimo dvoje vrst modelov: empirične, ki temeljijo na statističnem pristopu in simulacijske, ki so kompleksnejše. Simulacijski modeli so enoplastni in večplastni, slednji vključujejo tudi sloj tal in več ploskev v rastlinskem sklopu. Iz enoplastnega modela, ki je osnovan na energijski bilanci, razvila sta ga Pedro in Gillespie (1982), izhajajo številne različice modela za potrebe varstva rastlin pred boleznimi. Med novejšimi modeli sta znana ameriški model SWEB (Magarey, 2002) in nemški model LEAFWET (Wittich, 1995). V zadnjem času se pogosto uporabljajo kot vir podatkov za

¹univ. dipl. inž. kmet., Vojkova 1 b, SI-1000 Ljubljana

²univ. dipl. inž. kmet., Vojkova 1 b, SI-1000 Ljubljana

³dr., Bundesalle 50, D-38116 Braunschweig

modeliranje TOL novi pristopi, kot je uporaba nevronske mreže (Francl *et al.*, 1997) in radarskih podatkov (Cicogna *et al.*, 2003). Modeliranje TOL je vse bolj uporabljen vir podatkov za napoved bolezni s fitopatološkimi modeli, pri čemer pa številni avtorji opozarjajo na previdnost uporabe TOL v fitopatoloških modelih, saj že majhna precenitev TOL lahko močno preceni napovedane infekcijske procese (Dalla Marta *et al.*, 2004).

2. MERITVE IN MODELIRANJE TOL V SLOVENIJI

Meritve in modeliranje TOL v Sloveniji nimajo dolge tradicije. Ob koncu devetdesetih let so se z avtomatizacijo merilne mreže začele prve meritve TOL v sklopu mreže meteoroloških postaj ARSO. V mreži je bilo poskusno nameščenih 5 merilnikov TOL, vendar so bile prve meritve dokaj nekonsistentne. Zato je bilo leta 2004 izvedeno umerjanje merilnikov. Vzporedno obstaja v Sloveniji mreža meteoroloških postaj FURS, kjer meritve potekajo od leta 1997 dalje. Sistem kontrole podatkov v sklopu te mreže še ni vzpostavljen. Modeli TOL so bili v sklopu ARSO prvič uporabljeni v okviru članstva v Evropski komisiji za znanstveno in tehnično sodelovanje COST 718 (Meteorološke aplikacije za kmetijstvo) (Sušnik, 2002).

3. MATERIAL IN METODE

3.1 Meteorološki podatki

Za rastno dobo od leta 1999 do 2003 smo uporabili urne podatke naslednjih meteoroloških spremenljivk: temperatura zraka, relativna vlaga zraka, hitrost vetra, globalno sevanje, oblačnost, dolgovalovno sevanje in TOL (umerjen merilnik Lambrecht 1525 acc. Haeckl) avtomatskih meteoroloških postaj Ljubljana (AMP Ljubljana) in Bilje (AMP Bilje). Meritve na ARSO AMP postajah so kontrolirane v postopku avtomatske kontrole meteoroloških postaj. AMP Ljubljana je na lokaciji Ljubljana-Bežigrad, v Biljah pa v sklopu Sadjarskega centra Bilje. Poleg teh podatkov smo uporabili podatke o povprečnih urnih vrednostih TOL izmerjenih na dveh postajah FURS z neumerjenimi merilniki Adcon Combo 730 SU. V letih 1999, 2000 in 2003 so meritve potekale na Kmetijskem inštitutu v Ljubljani (Adcon/KIS), v letih 2001 in 2002 pa na opazovalnem prostoru meteorološke postaje v Ljubljani (Adcon/ARSO). Obe lokaciji sta druga od druge oddaljeni le dobrih 200 metrov zračne razdalje.

3.2 Model LEAFWET

Model LEAFWET je podmodel obsežnega agrometeorološkega informacijskega sistema AMBER Nemške meteorološke službe. Model je bil razvit kot podmodel v sklopu modela za napovedovanje škrlupa (ASCHORF), ki je prav tako vključen v omenjeni sistem (Wittich, 1993). Model je sestavljen iz dveh podmodulov: prvi modul simulira oblikovanje rose in njeno evaporacijo; drugi simulira evaporacijski čas dežne kapljice na listu. Fizikalni princip modela je energijska bilanca v kombinaciji s teorijo prenosa toplote za horizontalno ploščico v obliki lista. Predpostavka modela je, da list leži horizontalno na vrhu sadovnjaka in, da zato ni senčenja zaradi okolja. TOL nastane ob pojavu padavin ali kondenzaciji in se konča, ko kapljice na listu popolnoma izhlapijo. Vhodni podatki za poganjanje modela so: temperatura zraka, relativna vlaga zraka, hitrost vetra, kratko in dolgovalovno sevanje in višina padavin. Dodatni modelski parametri kot so velikost lista in kapljice, debelina vodnega filma zaradi rose, odbojni, emisijski in adsorpcijski koeficienti so bili v analizi privzeti iz originalne različice modela. Izhodni podatek je TOL, model tudi označuje izvor TOL-a in sicer: 1 = rosa, 2 = dež, 3 = izparevanje kapljic, 0 = suh list.

3.3 Metodologija poskusa

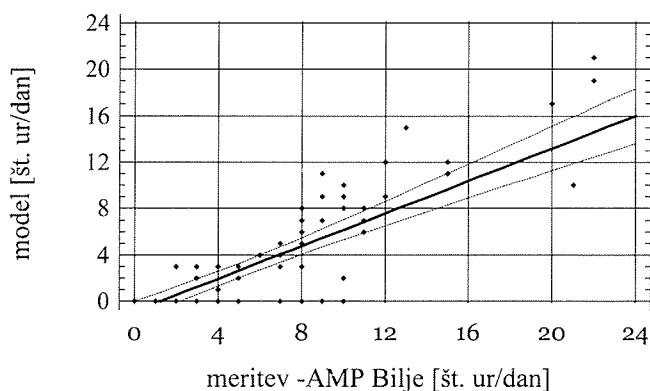
Analizo smo izvedli v dveh delih:

- validacija modela LEAFWET z meteorološkimi podatki AMP Bilje z umerjenim merilnikom AMP Bilje na osnovi izračuna dnevnih vsot ur TOL leta 2003;
- primerjava meritev z neumerjenima merilnikoma postaj Adcon/KIS, Adcon/ARSO in modeliranim TOL s podatki postaje AMP Ljubljana v obdobju od 1999 do 2003. S pomočjo tesnosti statistične povezave med modelskim in merjenim TOL smo ugotavljali spremembe TOL na obeh lokacijah.

4. REZULTATI

4.1 Validacija modela z umerjenim merilnikom Lambrecht

Rezultati primerjave modela z umerjenim merilnikom na postaji Bilje so pokazali dobro povezanost med merjenim TOL in modelom LEAFWET (slika 1). To potrjuje ugotovitve Wittich-a (1997), ki je model testiral v jablanovem nasadu in v vinogradu (slika 2). Regresijski koeficient kaže, da model pojasni 68 % variabilnosti meritev TOL in nakazuje razmeroma močno povezavo med spremenljivkama (koeficient korelacije 0.81). Iz tega sledi, da lahko model uporabljamo kot alternativo v razmerah, ko meritev ni ali pa so nezanesljive. Modelirana TOL so bila v primerjavi z izmerjenimi rahlo podcenjena. Možen vzrok pripisujemo nastavitvi visoke občutljivosti merilnika.

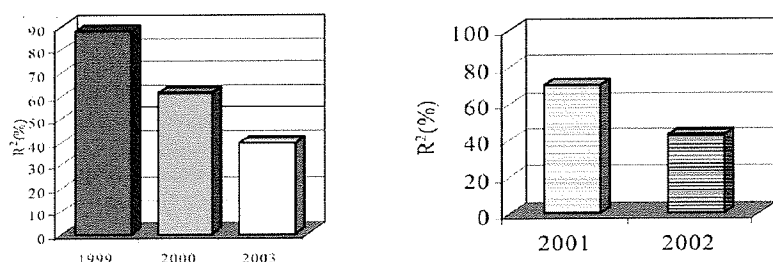


Slika 1. Primerjava modeliranega in merjenega TOL. Neprekinjena črta je linearna regresija z 99% intervalom zaupanja, (AMP Bilje, 1.4. – 31.7.2003).

Figure 1. Comparison of modelled and measured LWD. The continuous line is found by regression at the 99% confidence level.

4.2 Primerjava modela z neumerjenimi merilniki Adcon

Na obeh lokacijah v Ljubljani smo analizirali obnašanje modela v primerjavi z meritvami na FURS postajah. Analiza je pokazala, da se je tesnost povezave med modelom in meritvami zmanjševala s časom na obeh lokacijah, kar kažeta tudi sliki 2a in 2b. To potrjuje slabša skladnost z modelom, ki se je na postaji Adcon/KIS zmanjšala iz 80 % leta 1999 na 40 % leta 2003 in na lokaciji Adcon/ARSO iz 60 % leta 2001 na 40 % leta 2002.



a.)

b.)

Slika 2. Tesnost povezave R^2 (%) med meritvami (neumerjen merilnik) in modeliranimi vrednostmi Adcon/KIS (a) in Adcon/ARSO (b).

Figure 2. The R-Squared (%) of modelled and measured LWD (uncalibrated sensors Adcon/KIS (a) and Adcon/ARSO (b).

5. SKLEPI

1. Redno vzdrževanje in umerjanje merilnikov TOL je nujno vsako leto. Na ARSO merilnikih je bilo v postopku vzdrževanja ugotovljeno, da se na merilnikih pojavi korozija zaradi fitofarmaceutskih sredstev. V letu dni ob škropljenju nezavarovan merilnik lahko korodira tudi do 50 %.
2. Tesnost povezave nekalibriranih meritev TOL z modelom se je v obravnavanem obdobju z leti zmanjševala, za 10 do 20 % letno.
3. Primerjava med modeliranim in izmerjenim TOL kaže, da je modeliranje TOL lahko dobra alternativa meritvam in daje tudi dodatno informacijo o izvoru TOL-a.
4. Z vključevanjem prognoističnih numeričnih vremenskih modelov (mezomodel ALADIN) bomo lahko napovedovali TOL v dovolj gosti mreži za nekaj dni vnaprej in s tem lahko vključevali podatke v fitopatološke modele in sistem agrometeoroloških prognoz.

6. LITERATURA

- Armstrong, R., Barthakur, N.N., Norris, E., 1993. A comparative study of three leaf wetness sensors. *Int. J. Biometeorology*, 37: 7-10.
- Cicogna, A., Dietrich, S., Gani, M., Giovanardi, R., Sandra, M., 2005. Use of meteorological radar to estimate leaf wetness as data input for application of territorial epidemiological model (downy mildew – *Plasmopara viticola*). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 30: 201-207.
- Dalla Marta, A., De Vincenzi, M., Dietrich, S., Orlandini, S., 2005. Neural network for the estimation of leaf wetness duration: application to a *Plasmopara viticola* infection forecasting. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 30: 91-96.
- Francel, L. J., Panigrahi, S., 1997. Artificial neural network models of wheat leaf wetness. *Agriculture and Forest Meteorology*, 88: 57 – 65.
- Hoppmann, D., Wittich, K. P., 1997. Epidemiology-related modelling of the leaf-wetness duration as an alternative to measurements, taking *Plasmopara viticola* as an example. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 104 (6): 533-544.
- Magarey, R.D., Russo, J. M., Seem, R. C., Gadoury, D.M., 2005. Surface wetness duration under controlled environmental conditions. *Agriculture and Forest Meteorology*, 128: 111– 122.
- Pedro, M. J. Jr., Gillespie, T. J., 1982. Estimating dew duration. II. utilizing standard weather station data. *Agricultural Meteorology*, 25: 297-310.
- Wittich, K. P., 1995. Some remarks on dew duration on top of an orchard. *Agriculture and Forest Meteorology*, 72: 167 – 180.
- <http://agromet-cost.bo.ibimet.cnr.it/>