

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ines HREN

**TRAJANJE OMOČENOSTI LISTA V FUNKCIJI
VARSTVA KMETIJSKIH RASTLIN**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ines HREN

**TRAJANJE OMOČENOSTI LISTA V FUNKCIJI VARSTVA
KMETIJSKIH RASTLIN**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

LEAF WETNESS DURATION AS A TOOL IN CROP PROTECTION

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija agronomije in hortikulture. Opravljeno je bilo na Katedri za agrometeorologijo, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomske naloge imenovala doc. dr. Zaliko ČREPINŠEK ter somentorico mag. Andrejo SUŠNIK (ARSO).

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut BOHANEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Franci Aco CELAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Zalika ČREPINŠEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: mag. Andreja SUŠNIK
Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Agencija Republike Slovenije za okolje

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem besedilu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski verziji, identična tiskani.

Ines HREN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 551.586: 551.50: 632.11 (043.2)
KG	agrometeorologija/kmetijske rastline/trajanje omočenosti lista/funkcija/varstvo rastlin
KK	AGRIS P40/H01
AV	HREN, Ines
SA	ČREPINŠEK, Zalika (mentor)/SUŠNIK, Andreja (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2012
IN	TRAJANJE OMOČENOSTI LISTA V FUNKCIJI VARSTVA KMETIJSKIH RASTLIN
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 42 str., 13 pregl., 19 sl., 33 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	S pomočjo agrometeorološkega modela LEAFWET nemške meteorološke službe, ki ga uporablja tudi agrometeorološka služba na Agenciji Republike Slovenije za okolje, smo simulirali trajanje omočenosti lista (TOL), ki je pomembna spremenljivka pri razvoju nekaterih rastlinskih bolezni. Potrebne meteorološke podatke smo dobili iz mreže avtomatskih meteoroloških postaj (temperatura zraka, relativna zračna vlaga, hitrost vetra, globalno obsevanje ter količina padavin) za meteorološki postaji Bilje pri Novi Gorici in Kromberk. Modelirane vrednosti TOL smo primerjali z že izmerjenimi vrednostimi TOL na postaji Bilje pri Novi Gorici za april, maj in junij leta 2010. Za april nam je regresijski koeficient pojasnil 45 % variabilnosti meritev TOL, za maj 73 %, najmanj pa za junij, le 9 %. Kot izhodni podatek smo z modelom LEAFWET dobili tudi informacijo o izvoru TOL. Za postajo Bilje leta 2010 je izhlapevanje kapljic kot vzrok za omočen list predstavljalo največji delež ur, skupno 244 ur v treh mesecih, kar predstavlja 32,9 % od vseh vzrokov TOL. Rosa je bila prisotna le nekaj ur manj in sicer 226, kar predstavlja 30,5 %, dež 28,9 % z 214 urami ter najmanj kapljajoča voda z lista, ki je bila prisotna 57 ur oz. v 7,7 %. Ugotovili smo, da se izmerjene vrednosti TOL na postaji Bilje ter postaji Kromberk med seboj razlikujejo. Na to vpliva sama lokacija postaje. Postaja Bilje leži na ravnem, odprtem terenu, medtem ko Kromberk na višji nadmorski višini, z večjim nagibom terena. Povprečno so izmerjene vrednosti TOL manjše na postaji Kromberk.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDK 551.586: 551.50: 632.11 (043.2)
CX agrometeorology/crops/leaf wetness duration/function/crops protection
CC AGRIS P40/H01
AU HREN, Ines
AA ČREPINŠEK, Zalika (supervisor)/SUŠNIK, Andreja (co-supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2012
TI LEAF WETNESS DURATION AS A TOOL IN CROP PROTECTION
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO IX, 42 p., 13 tab., 19 fig., 33 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Using agro-meteorological model LEAFWET of the German weather service, which is used also by the Department for Agrometeorology of the Environmental Agency of the Republic of Slovenia, we simulated leaf wetness duration (LWD), which is an important parameter in the development of certain plant diseases. Necessary meteorological data were obtained from a network of automatic weather stations (air temperature, relative humidity, wind speed, global radiation and rainfall) for Bilje and Kromberk. Modeled values of LWD were compared with the measured values of LWD at the stations Bilje pri Novi Gorici and Kromberk of April, May and June 2010. For the April the regression coefficient explained 45 % of the variability of measured LWD, 73 % for May and the lowest for June, only 9 %. As output data of the model LEAFWET we also received information about the origin of the LWD. For the station Bilje in 2010, the evaporation of droplets as a cause for leaf wetness represented the largest part of hours, total 244 hours in three months, representing 32,9 % of all causes LWD. Dew was present only few hours less, namely 226, which represents 30,5 %, rain 28,9 % with 214 hours and a minimum of water dripping off leaves, which was present 57 hours or in 7,7 %. We found that the measured value of LWD being recorded at the station Bilje and station Kromberk differed. On this affects the location of the station itself. Bilje station is located on flat, open terrain, while Kromberk at higher altitude, with slope. On average, the measured value of LWD is lower at the station Kromberk.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Okrajšave in simboli	IX
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA DIPLOMSKO NALOGO	1
1.2 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 OMOČENOST LISTA	3
2.2 TRAJANJE OMOČENOSTI LISTA	3
2.3 VPLIV TRAJANJA OMOČENOSTI LISTA NA RAZVOJ GLIVIČNIH BOLEZNI	3
2.4 PADAVINE	4
2.4.1 Padavinski režim v Sloveniji	4
2.5 PRISPEVEK ROSE K OMOČENOSTI LISTA	6
2.6 MERILNIKI ZA MERJENJE TRAJANJA OMOČENOSTI LISTOV	7
2.7 MODELI TRAJANJA OMOČENOSTI LISTA	8
2.7.1 Modeliranje in merjenje TOL v Sloveniji	9
2.8 JABLANOV ŠKRLUP (<i>Venturia inaequalis</i> [Cooke] G. Winter)	10
2.9 PERONOSPORA VINSKE TRTE (<i>Plasmopara viticola</i> [Berk. & M.A. Curtis] Berl. & de Toni)	12
3 MATERIALI IN METODE	14
3.1 METEOROLOŠKI PODATKI	14
3.2 OPIS POSTAJ	14
3.3 STATISTIČNE METODE OBDELAVE PODATKOV	18
3.3.1 Regresija: analiza odvisnosti	18
3.3.2 Korelacija: analiza povezanosti	19
3.4 MODEL LEAFWET	19
3.4.1 Teorija modela	21
3.5 SLUŽBA ZA VARSTVO RASTLIN SLOVENIJE	22
4 REZULTATI	24

4.1	ANALIZA TOL	24
4.1.1	Meritve TOL za Bilje in Kromberk	24
4.1.2	Merjene in modelirane vrednosti TOL za Bilje	26
4.1.3	Merjene vrednosti TOL za Bilje	29
4.2	ANALIZA VZROKOV TOL	31
4.3	PROGNOSTIČNA OBVESTILA	33
5	RAZPRAVA IN SKLEP	37
6	POVZETEK	39
7	VIRI	40
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 1: Millsova inkubacijska preglednica omočenosti lista v urah pri različnih temperaturah za primarne okužbe z jablanovim škrlupom (Varstvo sadnega drevja, 2010: 3)	11
Pregl. 2: Obravnavane postaje za meritve TOL, izvajalec ter časovno obdobje meritve za primerjavo TOLmod	14
Pregl. 3: Letni klimatski podatki za Bilje v časovnem obdobju od 1992 do 2011 (Arhiv..., 2012)	15
Pregl. 4: Letni klimatski podatki za Kromberk v časovnem obdobju 2008 do 2011	16
Pregl. 5: Primer izhodne datoteke modela LEAFWET za 31. 5. 2010 za Bilje	21
Pregl. 6: Primerjava TOLmer v urah po dekadah za Bilje (FURS) 2010 in Kromberk (FURS) 2010. 1. dekada zajema vsote TOL od 1. do 10. aprila, 2. dekada od 11. do 20. aprila ... 9. dekada od 21. do 30. junija	24
Pregl. 7: Primerjava TOLmer v urah po dekadah za Bilje (FURS) 2011 in Kromberk (FURS) 2011. 1. dekada zajema vsote TOL od 1. do 10. aprila, 2. dekada od 11. do 20. aprila ... 9. dekada od 21. do 30. junija	25
Pregl. 8: Primerjave TOL v urah po dekadah za Bilje (ARSO), TOLmod za Bilje (ARSO) ter Bilje (FURS) za leto 2010. 1. dekada zajema vsote TOL od 1. do 10. aprila, 2. od 11. do 20. aprila ... 9. dekada od 21. do 30. junija	26
Pregl. 9: Primerjava TOLmod in TOLmer (h) za april, maj in junij 2010 za Bilje (ARSO)	27
Pregl. 10: Primerjava TOLmer za april, maj in junij za Bilje (ARSO in FURS) za leto 2010	29
Pregl. 11: Primerjava vzrokov za omočen list Bilje (ARSO) za leto 2010 v urah na dan, model LEAFWET	31
Pregl. 12: Kemično varstvo jablan v letu 2010 v Sadjarskem centru Bilje pri Novi Gorici (Fajt, 2012)	35
Pregl. 13: Kemično varstvo jablan v letu 2011 v Sadjarskem centru Bilje pri Novi Gorici (Fajt, 2012)	36

KAZALO SLIK

Slika 1:	Meteorološke postaje v Sloveniji z meritvami padavin (ARSO, 2012)	5
Slika 2:	Rosa na travi ter vinski trti (foto: Hren, 2012)	6
Slika 3:	Karta agrometeoroloških postaj za KGZS Zavod GO, Izpostava Koper (FITO-INFO, 2012)	9
Slika 4:	Primer strani na FITO-INFO z informacijo o omočenosti lista za postajo Bilje (FITO-INFO, 2012)	10
Slika 5:	Razvojni krog glive <i>Venturia inaequalis</i> (Agrios, 1978)	12
Slika 6:	Število dni s padavinami nad 1 mm za Bilje v obdobju od 1992 do 2011 (Arhiv..., 2012)	15
Slika 7:	Število dni s padavinami nad 10 mm za Bilje v obdobju od 1992 do 2011 (Arhiv..., 2012)	15
Slika 8:	Nasad jablan v Sadjarskem centru Bilje (foto: Hren, 2012)	16
Slika 9:	Vinograd v ampelografskem vrtu Kromberk (foto: Hren, 2012)	16
Slika 10:	Vremenska postaja v Kromberku (levo spodaj), merilnik TOL na tej postaji (desno zgoraj), postaja Bilje FURS (levo zgoraj) (foto: Hren), merilnik TOL v AMP Bilje (desno spodaj) (foto: ARSO)	17
Slika 11:	Primerjava vsot TOLmer po dekadah za Bilje in Kromberk v obdobju 1. 4. do 30. 6. za leto 2010	24
Slika 12:	Primerjava vsot TOLmer po dekadah za Bilje in Kromberk v obdobju 1. 4. do 30. 6. za leto 2011	25
Slika 13:	Primerjava TOLmer in TOLmod za Bilje (ARSO) ter TOLmer za Bilje (FURS). Zadnji stolpec prikazuje padavine (mm) za območje Bilj v letu 2010	26
Slika 14:	Primerjava TOLmod in TOLmer za april 2010 za Bilje (ARSO) z vrisano linearno regresijsko premico	28
Slika 15:	Primerjava TOLmod in TOLmer za maj 2010 za Bilje (ARSO) z vrisano linearno regresijsko premico	28
Slika 16:	Primerjava TOLmod in TOLmer za junij 2010 za Bilje (ARSO) z vrisano linearno regresijsko premico	28
Slika 17:	Primerjava TOLmer za Bilje (ARSO in FURS), april 2010	30
Slika 18:	Primerjava TOLmer za Bilje (ARSO in FURS), maj 2010	30
Slika 19:	Primerjava TOLmer za Bilje (ARSO in FURS), junij 2010	30

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšave in simboli	Pomen okrajšav in simbolov
TOL	trajanje omočenosti lista
AMP	avtomatska meteorološka postaja
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
FURS	Fitosanitarna uprava Republike Slovenije
KGZ	Kmetijsko gozdarski zavod
T	temperatura
TOLmer	merjene vrednosti trajanja omočenosti lista
TOLmod	modelirane vrednosti trajanja omočenosti lista

1 UVOD

1.1 POVOD ZA DIPLOMSKO NALOGO

Trajanje omočenosti lista (TOL) je zelo pomembna spremenljivka v agrometeorologiji. Odvisna je od padavin, pojava megle ali rose. Računamo ga s pomočjo različnih modelov na osnovi enačb energijske bilance, opazujemo (vidno trajanje omočenosti) ali pa merimo z merilniki. Čeprav je TOL zelo pomembna agrometeorološka spremenljivka, ne obstajajo standardi za merjenje. Zato modeli predstavljajo dobro alternativo meritvam. Uspešnost izračuna s posameznimi modeli oziroma metodami kažejo precejšno odvisnost modela od uporabljenih vhodnih spremenljivk.

TOL je zelo pomembna spremenljivka za epidemiologijo bolezni rastlin, saj večina povzročiteljev bolezni, predvsem gliv in bakterij, potrebuje za okužbo vlago na tkivih rastlin. Izračun omočenosti listja nam pomaga napovedati pojav rastlinskih bolezni. Med dve pomembnejši glivični bolezni spadata peronospora vinske trte (*Plasmopara viticola*) ter jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*). Pogoj za okužbo z obema boleznima je omočenost listja.

Za TOL na listih pri posamezni rastlini je značilna velika prostorska spremenljivost. Na isti rastlini so lahko nekateri listi suhi, ostali pa vlažni, odvisno od njihovega položaja na rastlini, oblike in hrapavosti lista ter od mikrometeoroloških razmer v rastlinski odeji. Spodnje ležeči listi so zakriti, zato po dežju ostanejo dalj časa mokri. Zgornji so bolj izpostavljeni soncu in vetru, tako se hitreje posušijo in so posledično manj izpostavljeni okužbam. Natančna simulacija TOL je ravno zaradi vsega naštetega toliko pomembna, saj je bistvena za natančno napoved začetka infekcije na rastlini. Že malenkostne napake izračuna lahko pomenijo precenitev ali podcenitev napovedanih okužb.

Primerjava modelskih izračunov in meritev kaže na variabilnost meritev in tudi precejšno variabilnost rezultatov modela v odvisnosti od lokacije. To kaže na dejstvo, da je TOL prostorsko in časovno zelo variabilna spremenljivka.

1.2 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

S pomočjo agrometeorološkega modela LEAFWET smo simulirali TOL, na čemer temeljijo napovedi izbruha bolezni za peronosporo vinske trte ter jablanov škrlup. Modelirane vrednosti TOL (TOLmod) smo primerjali z merjenimi vrednostmi TOL (TOLmer) na dveh lokacijah: Bilje pri Novi Gorici in Kromberk v vegetacijskih obdobjih v letih 2010 in 2011. Modelirane vrednosti TOL so pomembne, če ne razpolagamo z

neposrednimi meritvami. V pomoč so pridelovalcem pri napovedi izbruha nekaterih rastlinskih boleznih.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

- Meritve TOL so zelo variabilne (ni standardov).
- Predvidevamo, da bodo modelirane vrednosti TOL odstopale od merjenih vrednosti TOL.
- Modelirane vrednosti so lahko nadomestna rešitev, kadar nimamo na razpolago merjenih vrednosti.
- Poleg padavin v obliki dežja na TOL pomembno vpliva tudi rosa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 OMOČENOST LISTA

Vreme ima pomembno vlogo pri razvoju rastlinskih bolezni. Površje listov kmetijskih rastlin se omoči s pomočjo dežja, rose ali megle. Pojav je zlahka opaziti s prostim očesom. Včasih je voda na listu sestavljena iz razpršenih kapljic ali pa prekriva list kot prevleka. V nekaterih primerih voda kaplja z vej ter listov, na koncu pa pade na tla pod rastlino. Tekoča voda izhlapeva tudi s površja listov. Eden od pomembnih razlogov za proučevanje pojava omočenosti lista je tesna povezava med omočenostjo listov in okužbo z glivičnimi boleznimi številnih kmetijskih rastlin.

2.2 TRAJANJE OMOČENOSTI LISTA

TOL predstavlja zelo pomembno agrometeorološko spremenljivko za analizo razvoja rastlinskih bolezni. Vendar pa do sedaj ni sprejete splošne standardne opredelitve za omočenost listov. Nastane ob pojavu padavin ali kondenzaciji ter se konča, ko na listu popolnoma izhlapijo kapljice.

Za TOL je značilna visoka prostorska spremenljivost, tako na mikromerilu (znotraj iste rastline, zaradi različnih meteoroloških razmer znotraj posamezne rastline) ter makromerilu. Listi na vrhu rastline se tako hitreje sušijo, sprejemajo več sevalne energije, listi na spodnjem delu pa so zakriti in posledično dalj časa vlažni. Na njih obstaja večja možnost za razvoj glivičnih bolezni. Sentelhas in sod. (2005) so proučevali prostorsko spremenljivost TOL v krošnji jablane, kavovca, koruze ter vinske trte. Za trto v vzgojni obliki »žive meje« in mlade rastline kavovca, se povprečne vrednosti TOL niso razlikovale med notranjostjo in vrhom krošnje. Večja razlika TOL se je pokazala pri jablani ter koruzi. V primerih, ko je omočenost lista povzročila rosa, je bil TOL večji na vrhu krošnje. Pri jablani je bila razlika med TOL na vrhu in TOL na spodnjem delu krošnje za 2 uri, za koruzo pa je bil TOL na vrhu rastline daljši za 1 uro kot v notranjosti rastline. V zrelem sadovnjaku in dobro razvitem polju koruze je le vrh rastline neposredno izpostavljen atmosferi, tako je na splošno prvi, na katerem se pojavi omočenost.

2.3 VPLIV TRAJANJA OMOČENOSTI LISTA NA RAZVOJ GLIVIČNIH BOLEZNI

TOL je gonilna spremenljivka mnogih epidemioloških faz, ki vplivajo na procese okužbe, kolonizacije, sporulacije itd. Vlažna listna površina predstavlja ključno vlogo pri razvoju rastlinskih bolezni. Številni avtorji so razvrstili odzive patogenov v skladu z visoko ali

nizko zahtevo TOL za razvoj ciklov okužbe. Pogoji za razvoj listnih bolezní so ugodnejši v bolj vlažnih razmerah. Določeni povzročitelji glivičnih bolezní potrebujejo za kalivost trosov (okužbo rastline) visoko razpoložljivo prosto vodo, medtem ko nekateri zelo nizko. Peronospora vinske trte kot tudi jablanov škrlup predstavljata patogena z visoko odvisnostjo prisotnosti proste vode na tkivu gostiteljske rastline.

Spotts (1977) je proučeval učinek TOL in temperature (T) na okužbo s črno grozdno gnílobo (*Guignardia bidwellii*) na listih vinske trte. Hartman in sod. (1999) so proučevali vpliv TOL pri različnih T na okužbo jablan sort 'Zlati delišes' in 'Idared' z jablanovim škrlupom. Okužbe so bile močnejše pri višjih T in daljšem TOL, občutljivost za okužbe pa je bila odvisna tudi od starosti rastlin in razvojne (fenološke) faze. Garibaldi in sod. (2007) so proučevali vpliv TOL in T na okužbo bazilike s peronosporo (*Peronospora* sp.) v nadzorovanih pogojih. Gojili so jih na T od 15 do 25° C ter pršili z destilirano vodo. Pokrili so jih s plastično folijo, da so ustvarili najvišjo relativno zračno vlago. Močne okužbe so nastopile, ko so bile rastline omočene 6 do 12 ur.

2.4 PADAVINE

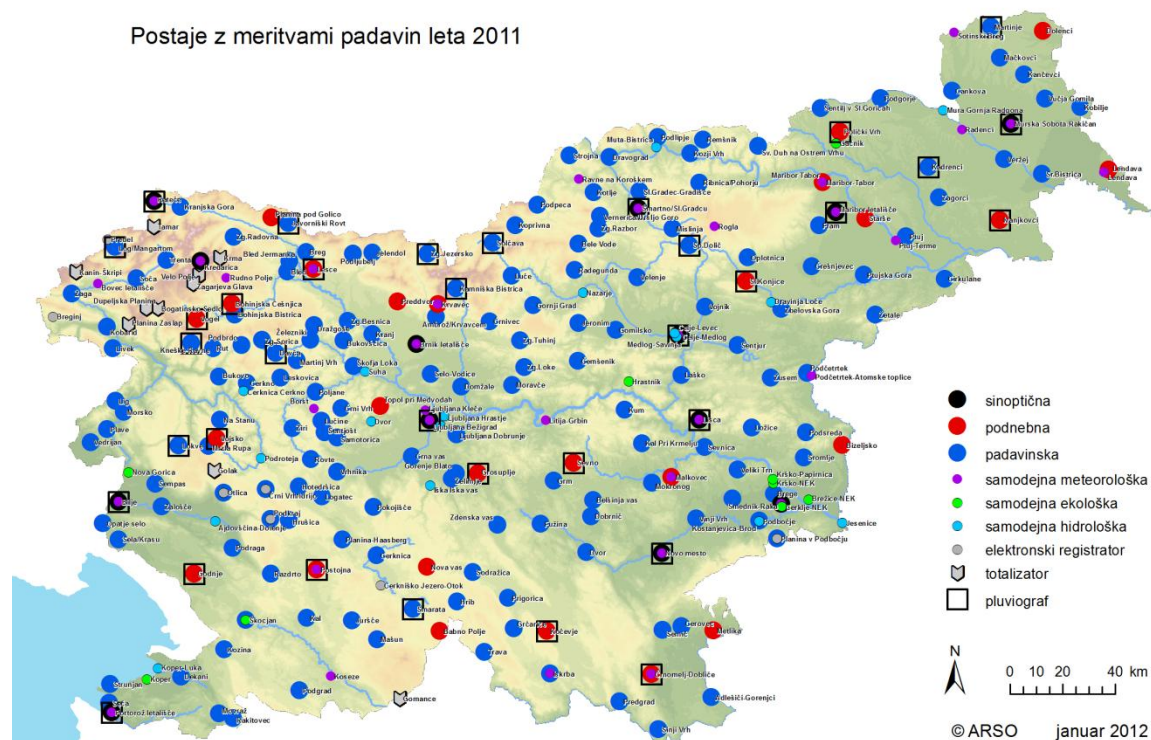
Med padavine štejemo vodo v trdnem ali tekočem stanju, ki pade iz oblakov na zemeljsko površino. Pojavijo se lahko neposredno na Zemljini površini ali predmetih na njej ali se zbirajo v oblakih in iz njih padajo na zemeljsko površje. Nastanek padavin poteka v oblakih. Vodne kapljice v oblaku rastejo do določene velikosti ter kasneje padajo proti tlem. Padavine delimo na padavine slabega vremena ter padavine lepega vremena. Oblike padavin slabega vremena so: dež, pršenje, sneg, toča, sodra itd. Padajo iz megle in oblakov na zemeljsko površje. Padavine lepega vremena nastajajo v bližini zemeljskega površja ali na njem: rosa, slana, ivje, poledica, ledene iglice, zmrznjena rosa in žled (Hočevar in Petkovšek, 1995).

2.4.1 Padavinski režim v Sloveniji

V Sloveniji imamo zelo raznoliko podnebje. Najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na to, so: geografska lega Slovenije, njen razgiban relief, bližina morja ter usmerjenost gorskih grebenov. Ta raznolikost se kaže v razlikah med vrednostmi podnebnih spremenljivk in v njihovi dnevni, letni ter večletni spremenljivosti. Z razgibanim reliefom je povezana tudi prostorska porazdelitev padavin v Sloveniji. Količina padavin se povečuje od morja proti notranjosti Slovenije, maksimum doseže na Dinarsko-Alpski pregradi (letno nad 3200 mm), na skrajnem severovzhodu države (Prekmurje) pa letna količina ne preseže 900 mm (Cegnar, 2003).

V Sloveniji nimamo izrazito suhega ali mokrega dela leta, čeprav med letnimi časi in meseci opazimo razlike. Območja pod močnejšim vplivom morja, obala, Kras, Vipavska dolina, Notranjska, alpskodinarska pregrada in Zgornjesavska dolina dobijo več padavin jeseni, meseca oktober in november pa sta najbolj namočena meseca. Na Štajerskem, Koroškem in v Prekmurju prevladuje kontinentalni vpliv podnebja. Tu je vrh padavin poleti, predvsem v obliki ploh in neviht. V Sloveniji je v letnem povprečju vseh padavinskih dni od 105 v Prekmurju do 165 v zahodnih predelih Slovenije. K tem dnevom z vsaj 0,1 mm padavin štejemo tudi dneve z močno roso in dneve, ko pade le nekaj kapelj dežja, toliko da so tla rahlo omočena. Bolj so pomembni dnevi z vsaj 1 mm padavin. Teh je v Julijcih povprečno 150 dni na leto, do 90 dni pa na obali in v Prekmurju. Število dni s padavinami z vsaj 10 mm je nekaj več kot 60 na alpskodinarski pregradi, v Prekmurju pa pod 30 dni na leto (Cegnar, 2003).

V povprečju ima Slovenija dovolj padavin, vendar so te razporejene neenakomerno. Prizadenejo nas tako poplave kot suše. Pojavi daljših sušnih obdobij so v Sloveniji običajno ob koncu zime in spomladi. Te so običajno daljše od poletnih suš, vendar so poletne suše odmevnejše zaradi večjih škod v rastnem obdobju (Cegnar, 2003).



Slika 1: Meteorološke postaje v Sloveniji z meritvami padavin (ARSO, 2012)

2.5 PRISPEVEK ROSE K OMOČENOSTI LISTA

Poleg pojava megle in dežja tudi rosa prispeva k omočenosti lista. Roso štejemo k padavinam lepega vremena, kajti ta ne nastane v oblaku, temveč s kondenzacijo vodne pare iz prizemnih plasti zraka v obliki vodnih kapljic. Nizko rastlinje se ponoči hitro in izrazito ohladi, ker ne prejema toplote iz globjih plasti zemlje. Posledično se ohladi tudi zrak ob rastlinju in postane nasičen (temperatura rosišča). Točka rosišča je temperatura, pri kateri zrak ne more več zadržati celotne vodne pare. Pri tem se začnejo iz vlažnega zraka izločati vodne kapljice na predmete v okolici, ki so ohlajeni pod temperaturo rosišča. Rosa se najprej izloča na hrapavih površinah, predvsem na slabih toplotnih prevodnikih, kot so: slama, trava, grmi, drevesa, strehe in podobno (Hočevar in Petkovšek, 1995).

Toplejša polovica leta pri nas je od začetka aprila do konca septembra (vegetacijsko obdobje). Ta čas je toliko bolj podvržen sušnim obdobjem, zato je lahko rosa edini redni vir vode za kmetijsko rastlino kot tudi glivo, ki to rastlino okužuje (npr. *Plasmopara viticola*, *Venturia inaequalis*).

Beysens in sod. (2009) so proučevali zbiranje rose na jugu Hrvaške in sicer na odprti strani obale (Zadar) ter na otoku Vis (Komiža) za obdobje od leta 2003 do 2006. Primerjali so prispevek rose glede na padavine (razmerje v %). V poletnih mesecih je bil prispevek rose pomemben, še posebej v Zadru s 34 % in 38 % za julij in avgust leta 2004. V juliju 2003 in 2006 je bilo razmerje v Zadru približno 120 %. V tem obdobju je vladala suša v večjem delu Evrope, tudi na Hrvaškem. Rosa tako tudi v sušnih razmerah zagotavlja določeno količino vode. Povprečna letna donosnost rose za to obdobje je bila 19,9 mm za Zadar in 9,3 mm za Komižo. Zadar ima v obravnavanem obdobju več dni z roso (18 %) kot Komiža. Na to vplivata tako veter, ki je v Zadru šibkejši, kot obdanost Komiže z gorami, ki z razpršenostjo infrardečih žarkov preprečujejo nastanek rose.



Slika 2: Rosa na travi ter vinski trti (foto: Hren, 2012)

2.6 MERILNIKI ZA MERJENJE TRAJANJA OMOČENOSTI LISTOV

S časom in razvojem tehnologije se je konstrukcija merilnikov za merjenje omočenosti lista spreminjala. Za monitoring TOL obstajajo številni principi in konstrukcijske tehnike. Za določene tehnike se uporabljajo umetne površine, ki bolj ali manj ponazarjajo dimenzijo ali obliko listov. Druge tehnike uporabljajo električne elemente, ki so pritrjeni na listno površje. V tretjo skupino pa spadajo tehnike merjenja omočenosti lista brez kontakta z listnim površjem, tako imenovane daljinske tehnike (Hoppmann in Wittich, 1997).

Merilnike za merjenje TOL delimo na mehanske in elektronske merilnike. Mehanski delujejo na principu deformacije na vlago občutljivih elementov, izračuni meritev pa se izpisujejo na papir. Elektronski pa izkoriščajo spremenljivost električne prevodnosti v odvisnosti od njihove vlažnosti. Ti so danes najbolj splošno uporabljeni za merjenje omočenosti lista zaradi relativno dobre natančnosti in sorazmerno nizkih cen (Sabatini in sod., 2005).

Na natančnost meritev vplivajo oblike merilnikov: ravna ali ovalna, okrogla ali pravokotna, njegova dimenzija: na njegovo sušenje vpliva površina merilnika, ko je ta vlažen, ker se spremenijo turbulentni koeficienti prenosa latentne in zaznavne toplote, prestreznost vlage: Gillespie in Duan (1987) priporočata barvo z vlakni latexa za prekritev površine merilnika, kajti s tem bolje posnema rastlinski list pri izhlapevanju vode z njegove površine ter barva: izboljšanje simulacije opazovanih rastlin s primerno barvo merilnika.

Merilniki za merjenje omočenosti lista so bili v veliko primerih izdelani tudi za potrebe poskusov z vidika rastlinske fitopatologije in agrometeorologije (Nemška meteorološka služba (DWD – Deutscher Wetterdienst)). Sutton in sod. (1984) so proučevali velikost in obliko merilnikov. Ti naj bi bili čim boljši približek dimenzijam obravnavanih listov rastlin. Na osnovi raziskav sta Gillespie in Duan (1987) ugotovila, da so za čebulo najprimernejši cilindrični merilniki. Pri pšenici so najboljše rezultate dali fleksibilni merilniki, ki simulirajo gibanje pšeničnih listov v vetru (Huband in Butler, 1984). Številni raziskovalci so izdelali tudi merilnike, katerih oblika je simulirala obliko plodov sadnih dreves (Sutton in sod., 1984). Razvijali so tudi neposredne meritve TOL s pritrditvijo na list (Weiss in sod., 1988), vendar zaradi vsakodnevnega preverjanja stika s površjem lista se ti merilniki niso razširili (Sutton in sod., 1984). Kasneje so bile testirane tudi metode kot npr. radar (Gillespie in sod., 1990) in mikrovalovna transmisija (Bouten in sod., 1991). Vlaga na rastlini in površinska vlaga sta glavni težavi omenjenih tehnik.

Težava pri izdelavi merilnikov za meritev TOL je, da so meritve posredne. Meritev na merilniku ni enaka TOL na obravnavani rastlini. Le drage meritve z beta žarki in infrardečimi termometri so izjema, kajti merijo neposredno TOL. Priprava standarda za meritve omočenosti lista na osnovi omenjenih rezultatov je zelo vprašljiva.

2.7 MODELI TRAJANJA OMOČENOSTI LISTA

Agrometeorološki modeli predstavljajo zelo dobro pomoč pridelovalcem kmetijskih rastlin pri varstvu pred rastlinskimi boleznimi. Na podlagi meteoroloških spremenljivk simulirajo dinamiko kmetijskih sistemov (rast pridelka, bolezni, vodno bilanco, razvoj žuželk ipd.) in proizvajajo širok spekter informacij, ki so na voljo kmetom. Varstvo rastlin pred škodljivci in boleznimi predstavlja eno od najpomembnejših področij za operativno uporabo agrometeoroloških modelov (Campbell in Madden, 1990). Večina razvojnih stopenj insektov in razvojnih ciklov gliv je močno povezanih z vremenskimi razmerami. Tako veljajo vremenske razmere za enega od glavnih gonilnih dejavnikov, ki odločilno vplivajo na različne pojave bolezni in napadov škodljivcev v vegetacijski dobi. Izračun modela je v pomoč pridelovalcem pri napovedih za varstvo rastlin s fitofarmaceutskimi pripravki.

Tako modeli TOL kot drugi matematični modeli so opredeljeni z vrsto enačb, vhodnih parametrov in spremenljivk, s katerimi opišemo posamezne procese v rastlini in okolju. V okviru modeliranja listne omočenosti so vhodne spremenljivke predmet številnih virov negotovosti, vključno z napakami merjenja zaradi slabe ravni zmogljivosti ali specifičnosti merilnikov za izbrano področje.

V grobem ločimo empirične in simulacijske modele. Empirični temeljijo na statističnem pristopu, simulacijski pa so bolj kompleksni in jih delimo na enoplastne in večplastne. Večplastni vključujejo sloj tal in več ploskev v rastlinskem sklopu. Enoplastni model, osnovan na energijski bilanci, sta razvila Pedro in Gillespie (1982). Iz njega izvirajo mnoge različice modela za potrebe varstva rastlin. Znan je model PERO (Hoppmann in Wittich, 1997), razvit za potrebe sadjarstva, nova verzija pa tudi za potrebe vinogradništva kot napoved peronospre vinske trte. Dalla in sod. (2007) so opazovali in merili TOL sončnice (*Helianthus annuus*). Uporabili so ameriški model SWEB (prvotno narejen za vinsko trto) za simulacijo TOL na vodoravni krošnji sončnic.

2.7.1 MODELIRANJE IN MERJENJE TOL V SLOVENIJI

V Sloveniji modeliranje in merjenje TOL nima dolge tradicije. Prve meritve so se začele s koncem devetdesetih let z avtomatizacijo merilne mreže v sklopu mreže meteoroloških postaj ARSO. Poskusno je bilo v mreži nameščenih 5 merilnikov TOL, vendar so bile te meritve na začetku precej nekonsistentne. V ta namen so leta 2004 izvedli umerjanje merilnikov. V mreži meteoroloških postaj Fitosanitarne uprave Republike Slovenije (FURS) meritve potekajo od leta 1997 naprej.

Sušnik in sod. (2005) so predstavili oceno nemškega modela LEAFWET za oceno TOL v primerjavi z umerjenim merilnikom ARSO in neumerjenimi merilniki FURS v letih 1999 do 2003. Rezultati so pokazali dobro povezanost med merjenim TOL in modelom LEAFWET. Analiza je pokazala, da se je tesnost povezave med modelom in meritvami zmanjševala s časom na obeh obravnavanih lokacijah, za 10 do 20 % letno.

Na sliki 3 so prikazane agrometeorološke postaje za KGZS Zavod GO, Izpostava Koper. Na vsaki postaji dnevno merijo tudi omočenost lista (slika 4).



Slika 3: Karta agrometeoroloških postaj za KGZS Zavod GO, Izpostava Koper (FITO-INFO, 2012)

Pregled zadnjih 96 podatkov za postajo Bilje (4944)

Čas	Temperatura (°C)	Relativna vlaga (%RH)	Omočenost lista (U)	Padavine (mm)
08.5.2012 8:12:18	16,47	83,53	0	0
08.5.2012 7:57:18	15,29	88,24	0	0
08.5.2012 7:42:18	14,9	89,8	0	0
08.5.2012 7:27:18	14,51	90,98	0	0
08.5.2012 7:12:18	14,12	92,16	1	0
08.5.2012 6:57:18	14,12	92,94	1	0
08.5.2012 6:42:18	13,73	94,51	1	0
08.5.2012 6:27:18	13,73	95,29	1	0
08.5.2012 6:12:18	13,33	96,47	1	0
08.5.2012 5:57:18	13,33	98,43	2	0
08.5.2012 5:42:18	12,94	98,43	5	0
08.5.2012 5:27:18	12,55	98,04	6	0
08.5.2012 5:12:18	12,55	97,26	5	0
08.5.2012 4:57:18	12,94	96,08	3	0
08.5.2012 4:42:18	12,94	95,29	2	0
08.5.2012 4:27:18	13,33	93,73	1	0
08.5.2012 4:12:18	13,73	93,33	1	0
08.5.2012 3:57:18	14,12	91,37	1	0
08.5.2012 3:42:18	14,51	89,02	0	0
08.5.2012 3:27:18	14,51	89,02	0	0
08.5.2012 3:12:18	14,51	88,24	0	0
08.5.2012 2:57:18	14,51	87,06	0	0
08.5.2012 2:42:16	14,9	85,88	0	0
08.5.2012 2:27:16	15,29	81,96	0	0
08.5.2012 2:12:16	15,69	79,22	0	0
08.5.2012 1:57:16	15,69	80	0	0
08.5.2012 1:42:16	15,69	79,61	0	0
08.5.2012 1:27:16	16,08	76,47	0	0
08.5.2012 1:12:16	15,69	76,86	0	0
08.5.2012 0:57:16	15,29	85,1	0	0
08.5.2012 0:42:14	15,29	82,75	0	0
08.5.2012 0:27:14	15,29	84,31	0	0
08.5.2012 0:12:14	15,29	85,1	0	0
07.5.2012 23:57:14	14,51	89,41	0	0
07.5.2012 23:42:14	14,12	92,16	1	0
07.5.2012 23:27:14	14,12	90,98	1	0
07.5.2012 23:12:14	14,51	87,45	0	0
07.5.2012 22:57:14	15,29	84,71	0	0
07.5.2012 22:42:14	15,29	83,92	0	0
07.5.2012 22:27:14	15,29	85,88	0	0
07.5.2012 22:12:13	15,29	86,67	0	0
07.5.2012 21:57:13	15,69	82,75	0	0
07.5.2012 21:42:13	16,08	80	0	0
07.5.2012 21:27:13	16,47	79,61	0	0
07.5.2012 21:12:13	17,26	74,12	0	0

Slika 4: Primer strani na FITO-INFO z informacijo o omočenosti lista za postajo Bilje (FITO-INFO, 2012)

2.8 JABLANOV ŠKRLUP (*Venturia inaequalis* [Cooke] G. Winter)

V odpadlem listju prezimna gliva *Venturia inaequalis* povzroča jablanov škrlup ali fuzikladij. Je zelo pogosta in nevarna bolezen jablan. Okužuje nadzemne dele rastline vse od brstenja do konca rastne dobe. Na listju povzroča najprej nežno zelene do rjavočrne pege, ki ob močni okužbi zajamejo večji del lista. Okuženo listje začne rumeneti in odpadati. Motno črne pege, ki kasneje oplutenijo in posivijo, se pojavijo tudi na zgodnje okuženih plodovih, povrhnjica je prizadeta, plodiči so neenakomerni, iznakaženi ter začnejo pokati in odpadati. Pri jesenskih, poznih okužbah so pege manjše in pri tem lupina ne poka. Te okužbe se pokažejo šele v skladišču, poškodbe so samo površinske in kvarijo videz pridelka ter skrajšajo možen čas skladiščenja (FITO-INFO, 2012).

Kako močna bo okužba je odvisno od več dejavnikov. Poleg občutljivosti sorte in padavin ima odločilno vlogo tudi temperatura. Od nje je odvisno, koliko časa bo list omočen, da pride do okužbe. Za okužbo pri nižji temperaturi mora biti čas omočenosti lista daljši (preglednica 1). Tabela, ki prikazuje število omočenih ur (h) lista pri različnih temperaturah za primarno okužbo s škrlupom, je razvil Mills leta 1944.

Pregl. 1: Millsova inkubacijska preglednica omočenosti lista v urah pri različnih temperaturah za primarne okužbe z jablanovim škrlupom (Varstvo sadnega drevja, 2010: 3)

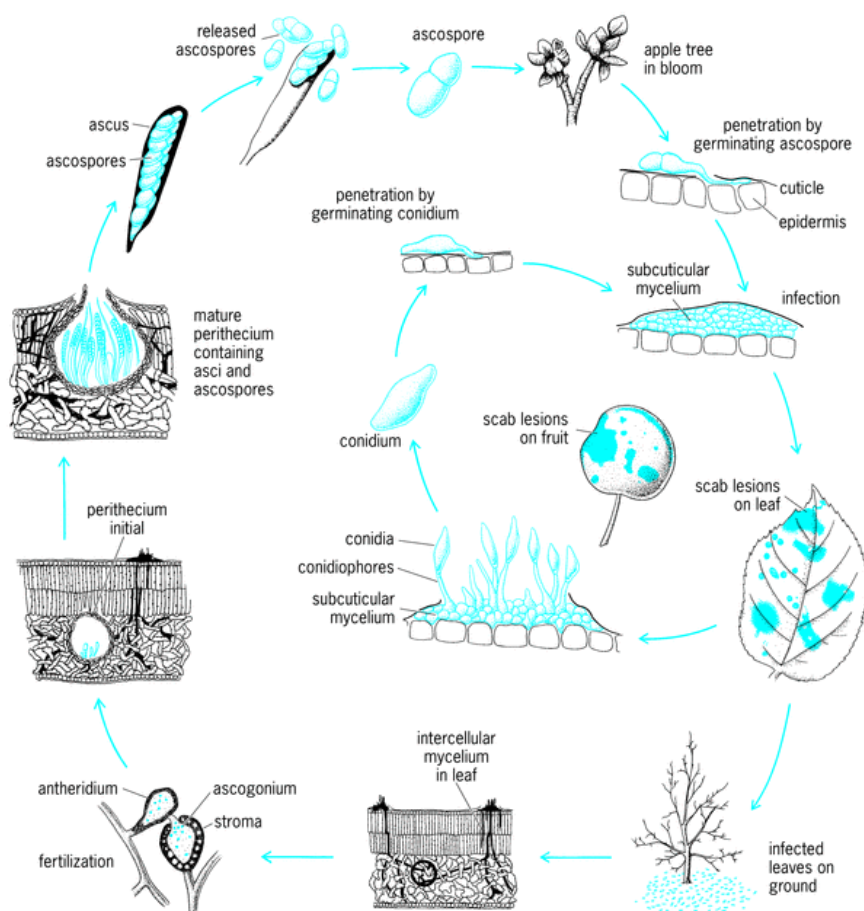
Povp. T. v °C	Blaga okužba omočenost (h)	Srednja okužba omočenost (h)	Močna okužba omočenost (h)
0-4	36	44	60
5	32	44	60
6	25	34	51
7	20	28	42
8	18	24	36
9	15	20	30
10	14	19	29
11	12	18	26
12	11,5	16	24
13	11	15	23
14	10	14	22
15	10	13	21
16	9	13	20
17-24	9	12	18

Razvojni krog glive

V odpadlem listju jablane se preko zime oblikujejo psevdoteciji (spolna trosišča), v njih pa zgodaj spomladi askospore. Te povzročajo primarne okužbe. S pomočjo vetra se spore raznašajo na jablano. V suhem vremenu ni nevarnosti, da bi spora okužila list, kajti kali le s pomočjo kapljice vode. Vlažno in deževno vreme pospeši množitev in širitev glive. Pojavijo se konidiji (nespolni trosi), ki okužujejo še ostale dele rastline ali se prenesejo na ostale rastline v nasadu. S tem povzročajo sekundarne okužbe (Varstvo sadnega drevja, 2010).

Varstvo

V spomladanskem času, ko jablano ogrožajo tako spolne kot nespolne spore, je jablanov škrlup najbolj nevaren. V tem obdobju mora biti jablana neprenehoma zaščitena s fungicidno oblogo, da je varstvo uspešno. Škropljenja ponavljamo v razmakih nekje od 6 do 10 dni. V zelo deževnih letih so razmaki lahko krajši, v sušnih pa daljši. Prav tako so razmaki škropljenj lahko daljši (10 do 12, največ 14 dni) v času sekundarnih okužb (ponavadi v sredini junija). Nevarnost okužb zmanjšamo tudi z grabljenjem in sežigom odpadlega listja. Prav tako moramo poškodovana jabolka, ki so popadala jeseni na tla, odstraniti (Varstvo sadnega drevja, 2010).



Slika 5: Razvojni krog glive *Venturia inaequalis* (Agrios, 1978)

2.9 PERONOSPORA VINSKE TRTE (*Plasmopara viticola* [Berk. & M.A. Curtis] Berl. & de Toni)

Peronosporo vinske trte povzroča gliva *Plasmopara viticola*. Spada med pomembnejše glivične bolezni vinske trte, ki okužuje vse dele trte (liste, vitice, mladice, grozdne peclje, grozdice). Največ škode povzroči na listju in grozdih. Pri zgodnji okužbi lahko trta ostane brez listja že v sredini poletja. Okužene jagode začnejo spreminjati barvo (modrovijolična) in se krčiti. Ob okužbi jagod v začetku cvetenja postanejo te sivo plesnive. Okužene mladice rjavijo, vršički na njej se kodrajo in sušijo. Ob močnejših okužbah trte z glivo se listje suši in propada. Gliva okužuje v deževnem in toplim vremenu. Najobčutljivejša za okužbo je evropska vinska trta (*Vitis vinifera*), so pa precejšnje razlike med sortami (FITO-INFO, 2012).

Razvojni krog glive

Oospore (spolna oblika glive) prezimijo v okuženem odpadlem listju ali drugi odpadli organski masi rastline. V mokrih tleh se spomladi iz oospor razvijejo zoospore. Te s pomočjo dežnih kapljic preidejo na zelene dele trte, tu kalijo in tako prodrejo v notranjost

rastline skozi listno režo. S tem povzročijo primarno okužbo vinske trte. V medceličnih prostorih se razrašča micelij, po nekaj dneh pa se na tem mestu lista pojavijo rumeno zelene »mastne« pege, omejene z listnimi žilami. Po izteku inkubacije (odvisna je od temperature, vlage in razvojne faze lista) se na spodnji strani lista pojavijo trosonosci s trosi. S prostim očesom so opazni kot plesnive bele prevleke, ki vsebujejo ogromno trosov in tako povzročajo sekundarne okužbe vinske trte. Večje količine dežja za sekundarne okužbe niso glavnega pomena, saj lahko okužba nastopi že ob prisotnosti rose ali megle. Ko v zgodnjih spomladnih dneh prevladujejo sušne razmere, se bolezen ne pojavlja v večjih obsegih (zaradi pomanjkanja vlage se posledično prekine razvojni krog oospor). Ob prisotnosti kaljivih oospor, velikosti listov približno 5 cm, mokrih tleh ter nekaj dni trajajoči temperaturi zraka nad 10 °C, pa nastopijo ugodne razmere za prve okužbe. Tako se peronospora vinske trte hitreje pojavlja v vlažnejših, nižinskih legah ali zatavljenih vinogradih (Škerlavaj in Urbančič Zemljič, 2012).

Varstvo

Varstvo pred peronosporo vinske trte ne bo učinkovito brez uporabe fungicidov. V času cvetenja škropimo prvič, nato pa v presledkih, ki so odvisni od vremenskih razmer. Možnost pojava boleznih lahko zmanjšamo s samo postavitvijo vinograda. Zasnovan naj bo na zračnih in sončnih legah. Večja razdalja v vrsti in medvrstna razdalja lahko pripomoreta k zmanjšanju okužb. Z rednim odstranjevanjem nepotrebnih mladice pripomoremo k hitrejšemu sušenju trte. Zmerno gnojenje trte zmanjša prebujno rast trte. Zatiramo plevele. Peronospori vinske trte se lahko izognemo tudi s primerno izbiro odpornejše sorte. (FITO-INFO, 2012).

Zelo pomembno strokovno podporo pri varstvu rastlin nudijo prognostična obvestila javne službe zdravstvenega varstva rastlin Kmetijskega inštituta Slovenije, Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije ter Kmetijsko gozdarski zavodi Maribor, Nova Gorica ter Novo mesto.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 METEOROLOŠKI PODATKI

Del podatkov izmerjenih vrednosti TOL za Bilje in Kromberk smo dobili iz Agrometeorološke mreže FURS (izpis: 27. februar 2012), drugi del pa na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO) iz avtomatske meteorološke postaje Bilje (AMP Bilje).

Pregl. 2: Obravnavane postaje za meritve TOL, izvajalec ter časovno obdobje meritve za primerjavo TOLmod

Postaja	Izvajalec meritve	Obdobje meritve
Bilje	ARSO	1.4.-30.6. 2010
Bilje	FURS	1.4.-30.6. 2010 in 2011
Kromberk	FURS	1.4.-30.6. 2010 in 2011

3.2 OPIS POSTAJ

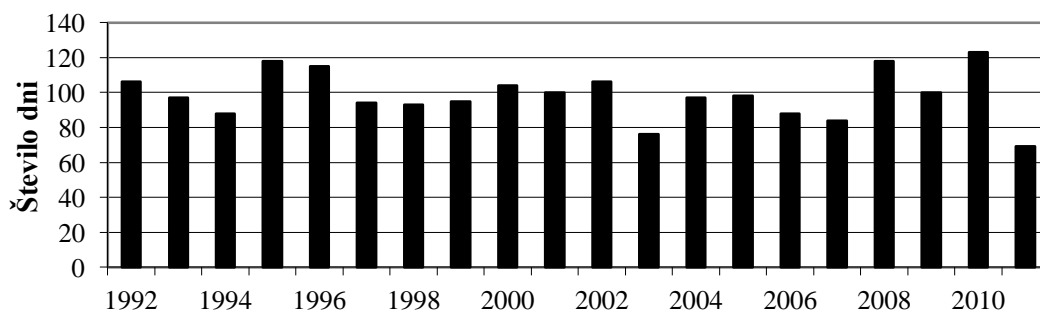
AMP Bilje (ARSO) se nahaja na popolnoma ravnem in odprtem terenu pred sadovnjakom Sadjarskega centra Bilje. Postaja v bližini nima nobenih ovir. Približno 200 m stran se nahaja druga merilna postaja, Bilje FURS. Postavljena je v sadovnjak jablan pod protitočno mrežo. Nadmorska višina postaje je 55 m, zemljepisna širina je 45,9° ter zemljepisna dolžina 13,6°. Postaja v Kromberku se nahaja znotraj ampelografskega vrta Biotehniške fakultete. Od Sadjarskega centra Bilje je oddaljena okrog 8 km. Na tej lokaciji je nasajen vinograd, trte pa so sajene v terasah. Pobočje je obrnjeno proti jugu ter ima rahel naklon. Postaja se nahaja na vrhu teras, nadmorska višina je 161 m. Obe lokaciji spadata v submediteransko podnebje. Zanj sta značilna dva padavinska maksimuma. Prvi se pojavlja konec pomladi, ta je še posebej pomemben za rastno obdobje, drugi pa se pojavlja jeseni. Kljub bližini postaj se klimatski podatki za postaji razlikujejo. V letih od 2008 do 2011 je bila v Kromberku višja povprečna letna T in manjša realitvna zračna vlaga kot v Biljah. V letu 2011 je bila povprečna letna količina padavin večja v Kromberku za 177 mm, eno leto prej pa večja v Biljah, za 174 mm padavin.

V preglednici 3 so letni klimatski podatki postaje Bilje za obdobje 20 let. Po vrsti so v stolpcih prikazane vrednosti za: povprečno temperaturo zraka na 2 m (°C), povprečno relativno zračno vlago (%), povprečno hitrost vetra (m/s), skupno trajanje sončnega obsevanja (h), letno količino padavin (mm), število dni s padavinami nad 0,1 mm, število dni s padavinami nad 1 mm, število dni z meglo in število dni z relativno vlago nad 80 %. Postaja na lokaciji Kromberk je bila postavljena leta 2006, tako da klimatskih podatkov za daljše obdobje ni (preglednica 4).

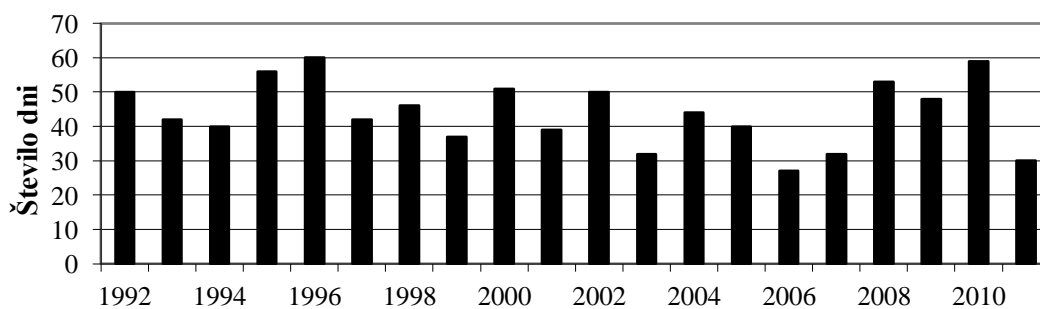
Pregl. 3: Letni klimatski podatki za Bilje v časovnem obdobju od 1992 do 2011 (Arhiv..., 2012)

Leto	T (°C)	Zračna vlaga(%)	Veter (m/s)	Obsevanje Sonca (h)	Padavine (mm)	Dni z RR > 0,1 mm	Dni z RR > 1 mm	Dni z meglo	Dni z RH > 80 %
1992	12,6	74	2,0	2092	1746	128	106	36	67
1993	12,3	71	2,2	2145	1558	134	97	19	56
1994	13,4	73	1,9	2140	1328	127	88	13	48
1995	12,1	73	2,0	2078	1764	157	118	15	63
1996	12,0	72	2,3	2027	1871	157	115	14	52
1997	12,6	71	2,2	2330	1501	118	94	16	50
1998	12,5	71	2,1	2324	1604	126	93	16	46
1999	12,7	72	2,1	2133	1072	140	95	20	51
2000	13,2	74	1,9	2108	1647	144	104	23	62
2001	13,0	71	2,0	2220	1211	139	100	13	56
2002	13,3	74	1,9	2119	1365	158	106	19	74
2003	13,3	63	1,9	2581	986	104	76	4	50
2004	12,5	72	1,9	2111	1426	135	97	12	60
2005	12,0	72	2,0	2184	1207	132	98	11	59
2006	12,9	71	2,0	2236	904	131	88	20	58
2007	13,4	70	1,8	2392	964	129	84	17	51
2008	13,0	73	1,9	2136	1601	160	118	22	69
2009	13,4	68	1,9	2250	1410	139	100	10	40
2010	12,3	74	1,8	2068	2008	153	123	11	71
2011	13,3	69	2,0	2610	990	105	69	22	48

Slika 6 prikazuje dni s padavinami nad 1 mm za Bilje. V letih 1995, 1996, 2008 in 2010 je bilo dni s padavinami nad 1 mm več kot 110 na leto. Število dni s padavinami nad 10 mm prikazuje slika 7. Največ jih je imelo leto 1996 (60 dni), leta 2010 pa je bilo 59 dni s padavinami nad 10 mm.



Slika 6: Število dni s padavinami nad 1 mm za Bilje v obdobju od 1992 do 2011 (Arhiv..., 2012)



Slika 7: Število dni s padavinami nad 10 mm za Bilje v obdobju od 1992 do 2011 (Arhiv..., 2012)

Pregl. 4: Letni klimatski podatki za Kromberk v časovnem obdobju 2008 do 2011

Leto	Povprečna letna T (°C)	Najnižja dnevna T (°C)	Najvišja dnevna T (°C)	Relativna zračna vlaga (%)	Letna količina padavin (mm)
2008	14,3	-5,4	33,3	67	1572
2009	14,5	-8,5	35,6	62	1426
2010	12,6	-7,2	35,8	65	1834
2011	13,8	-5,3	35,6	59	1167

**Slika 8:** Nasad jablan v Sadjarskem centru Bilje (foto: Hren, 2012)**Slika 9:** Vinograd v ampelografskem vrtu Kromberk (foto: Hren, 2012)



Slika 10: Vremenska postaja v Kromberku (levo spodaj), merilnik TOL na tej postaji (desno zgoraj), postaja Bilje FURS (levo zgoraj) (foto: Hren), merilnik TOL v AMP Bilje (desno spodaj) (foto: ARSO)

Merilnik za meritev TOL v ampelografskem vrtu Kromberk (FURS) in v Biljah (FURS) deluje na principu električne prevodnosti. Meritve prikaže na lestvici od 0 do 10 (0-3: suh list, 4-10: moker list). Je robusten merilnik, ki ga je razvilo avstrijsko podjetje avtonomnih telemetrijskih sistemov, Adcon Telemetry (ADCON Telemetrija, 2012). 30×40 mm velik merilnik je nameščen na teflonsko obložen keramični nosilec, ki omogoča večjo fleksibilnost pri namestitvi. Da zagotovimo zanesljivo delovanje, je običajno dovolj, da obrišemo kemične ostanke, ki prekrivajo površje merilnika po vsakem škropljenju v nasadu. Poleg merilnika za meritev omočenosti lista je na vremenski postaji nameščen še merilnik količine padavin ter merilnik za merjenje temperature zraka in zračne vlažnosti. Za postaji je odgovoren in skrbi KGZ Nova Gorica. Postaji služita za napovedovanje bolezni jablan in vinske trte. Merilnik TOL (ARSO) deluje v sklopu AMP Bilje. Naredilo ga je podjetje AMES (AMES avtomatski merilni sistemi za okolje d.o.o.) po vzorcu Lambrechta (nemško podjetje meteoroloških inštrumentov) in spada med vrsto elektronskih merilnikov. Omočenost lista simulira s posebnim senzorskim površjem, ki izkorišča električno upornost.

3.3 STATISTIČNE METODE OBDELAVE PODATKOV

3.3.1 Regresija: analiza odvisnosti

Pod pojmom odvisnost razumemo relacijo, kjer vrednosti ene spremenljivke vplivajo na vrednosti druge spremenljivke, v drugo smer pa vpliva ni.

$$X \rightarrow Y$$

Na vsaki enoti gledamo po dve številski spremenljivki hkrati,

X = neodvisna spremenljivka,

Y = odvisna spremenljivka.

Regresija je lahko kompleksna ali enostavna (linearna). Ko vpliva samo ena neodvisna spremenljivka x na y , govorimo o linearni regresiji. Podatke prikažemo v koordinatnem sistemu z razsevnim grafikonom. Odvisna spremenljivka je na ordinati, neodvisna pa na abscisi. Vsak par predstavlja eno točko.

Če se premica dovolj prilega točkam, uporabimo model linearne regresije. V opazovani populaciji je vrednost odvisne spremenljivke y vsota treh členov: konstante α , večkratnika neodvisne spremenljivke βX in tako imenovanih slučajnih (neznanih, nepojasnjenih) vplivov ε .

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon \quad \dots (1)$$

Vrednost α pomeni vrednost Y , če je X enak 0, ε – pomeni neznane vplive, β pa je tista spremenljivka, ki nam pove, za koliko se je spremenila spremenljivka Y , če se spremeni X za 1 enoto (Košmelj, 2001).

Koeficient determinacije

Regresijski model, ki na osnovi vrednosti neodvisne spremenljivke napove vrednost odvisne spremenljivke, je lahko boljši ali slabši. Za vrednotenje kakovosti modela obstajajo različni načini. Eden izmed lažjih načinov je s koeficientom determinacije. Koeficient determinacije (Multiple R-squared) je delež pojasnjene variabilnosti z regresijskim modelom. Koeficient determinacije izraža odstotek variabilnosti odvisne spremenljivke, ki je pojasnjen z regresijskim modelom. Preostali del variabilnosti odvisne spremenljivke z regresijskim modelom ni pojasnjen (Košmelj, 2001).

3.3.2 Korelacija: analiza povezanosti

Pod pojmom povezanost oz. soodvisnost razumemo relacijo, ko se vrednost obeh spremenljivk spreminja hkrati. Rečemo, da sta dve spremenljivki povezani ali soodvisni (X in Y sta povezani spremenljivki). Podatke predstavljamo z razsevnim grafikonom. V tem primeru je vseeno, katera spremenljivka je na abscisi in katera na ordinati, ker sta spremenljivki enakovredni (Košmelj, 2001).

Poleg grafikonov lahko obliko in jakost povezanosti izrazimo tudi s števili – koeficienti. Obstaja veliko število koeficientov, ki so odvisni od nivoja merjenja. Najbolj pogosto ugotavljamo zveze med dvema številskima spremenljivkama s Pearsonovim koeficientom korelacije. Vrednosti koeficienta korelacije so na intervalu od -1 do $+1$, pri čemer je:

- -1 popolna negativna povezanost
- 0 ni povezanosti
- $+1$ popolna pozitivna povezanost.

3.4 MODEL LEAFWET

Je sistem enačb za izračun TOL na vrhu rastlinske odeje. Zanj se uporablja enačba energijske bilance v kombinaciji s teorijo prenosa toplote za horizontalno ploščico v videzu lista. Model poganjajo standardni meteorološki podatki iz rutinskih mrežnih opazovanj in/ali številčne vremenske napovedi. Model sestavljata dva podmodula. Oblikovanje rose in njeno evaporacijo simulira prvi podmodul, evaporacijski čas dežne kapljice na listu pa drugi. Za model LEAFWET (Wittich, 1995) se predpostavlja, da list leži vodoravno na vrhu drevesa v sadovnjaku, posledično na listu ni senčenja zaradi vpliva okolja. LEAFWET je eden izmed podmodelov tako imenovanega AMBER informacijskega sistema (Agrar-Meteorologische BERatung = agrometeorološko svetovanje), ki ga je razvila nemška meteorološka služba (Wetter und Klima – Deutscher Wetterdienst, 2012) za rutinsko agrometeorološko svetovanje v Nemčiji. Razvit je bil v različnih verzijah za liste vinske trte in jablane (Maracchi in sod., 2005).

Osnovna načela

Dež in rosa sta dve najbolj učinkoviti obliki vode za razvoj rastlinskih epifitocij. Zatorej LEAFWET izračuna obdobje listne omočenosti, ki jo povzročata dež in rosa. Rosa se obravnava kot skupni film enakomerne plasti vode na listu, padavine pa predstavljajo skupino kapljic na površini lista. Model LEAFWET nam daje tudi dodatno informacijo o izvoru TOL. Modelirane vrednosti lahko uporabimo pri odločitvah glede varstva rastlin, da

rastline zavarujemo oziroma dosežemo optimalno količino in kakovost pridelka (Maracchi in sod., 2005).

Vhodni podatki za model: temperatura zraka na 2 m, hitrost vetra na 10 m, relativna zračna vlaga na 2 m, kratkovalovno sevanje navzdol (globalno sevanje), dolgovalovno sevanje atmosfere navzdol pri tleh ter količina padavin.

Izhodni podatki modela

Izračun modela LEAFWET je stanje lista, opišemo pa ga s števili od 0 do 4. Prav tako model s temi števili označuje izvor TOL in sicer:

0 → list je suh

1 → na listu je rosa

2 → na listu je dež

3 → na listu izhlapevajo kapljice

4 → na listu je kapljajoča voda.

Ko list ne more več zadrževati vode, začne voda kapljati s površja lista. Tako se pojavi kapljajoča voda. Za list jablane je kritična debelina vodne plasti 0,1 mm (Miranda in Butler, 1986), za list vinske trte pa 0,18 mm (Hoppman in Wittich, 1997).

Preglednica 5 prikazuje izhodne vrednosti modela LEAFWET za 31. maj 2010 za Bilje. Po vrsti stolpci predstavljajo: leto, mesec, dan, uro, modelirano vlažnost (wet: 0-4), modelirano vlažnost (wet1: 0-1), količino padavin (RR v mm), vlažnost (RH v %), temperaturo (T v °C), globalno obsevanje (Rg v W/m²) in dolgovalovno sevanje atmosfere (Rnl v W/m²). 31. maja je od 3. do 5. ure padlo nekaj dežja. Stanje (wet) je takrat opredeljeno s številom 2 (dež) oz. wet1 s stanjem 1, kar pomeni da je list vlažen. Enako je bilo ob 9. in 10. uri. Po dežju imamo obdobje izhlapevanja kapljic, označenim s številom 3. Ko kapljice izhlapijo, postane list suh (wet, wet1 0).

Pregl. 5: Primer izhodne datoteke modela LEAFWET za 31. 5. 2010 za Bilje

Leto	Mesec	Dan	Ura	Wet	Wet1	RR	RH	T	Rg	Rnl
2010	5	31	0	3	1	0	91,5	15,2	-13,5	336,9
2010	5	31	1	3	1	0	93,0	15,0	-13,0	336,2
2010	5	31	2	3	1	0	93,0	14,9	-13,0	335,5
2010	5	31	3	2	1	0,2	92,0	14,9	-14,0	335,0
2010	5	31	4	2	1	1,6	91,0	14,8	-13,5	333,8
2010	5	31	5	2	1	11,6	92,5	14,6	-10,0	344,6
2010	5	31	6	3	1	0	92,5	14,8	34,0	331,7
2010	5	31	7	3	1	0	86,0	15,5	145,5	383,0
2010	5	31	8	3	1	0	75,5	16,3	160,0	339,0
2010	5	31	9	2	1	13,4	79,5	14,2	4,0	330,0
2010	5	31	10	2	1	0,2	79,5	13,5	221,0	325,3
2010	5	31	11	3	1	0	69,0	15,1	588,0	329,3
2010	5	31	12	0	0	0	54,0	16,9	843,5	312,1
2010	5	31	13	0	0	0	41,5	18,8	952,0	311,2
2010	5	31	14	0	0	0	44,5	19,1	990,5	316,5
2010	5	31	15	0	0	0	44,5	19,5	897,0	319,3
2010	5	31	16	0	0	0	47,0	18,8	355,5	316,8
2010	5	31	17	0	0	0	46,5	19,2	431,0	319,2
2010	5	31	18	0	0	0	49,5	18,7	303,5	320,5
2010	5	31	19	0	0	0	50,5	18,9	166,0	322,8
2010	5	31	20	0	0	0	65,0	17,8	15,5	326,7
2010	5	31	21	0	0	0	78,0	14,2	-15,5	309,5
2010	5	31	22	0	0	0	74,0	13,3	-15,5	301,0
2010	5	31	23	0	0	0	68,5	12,5	-16,0	292,4

3.4.1 Teorija modela

Na stopnjo prenosa energije med okoljem in rastlino vplivajo številne biološke in okoljske spremenljivke, ki jih lahko povežemo v osnovo energijske bilance lista (Pedro in Gillespie, 1982).

$$0 = R_n + LE + H \quad \dots (2)$$

R_n neto sevanje

LE tok latentne toplote

H konvektivni tok toplote

Model računa obdobja omočenega lista zaradi tvorbe rose in dežja. Shema temelji na enačbi energijske bilance. Za spodnjo in zgornjo stran lista, kjer je R_n neto sevanje, LE in H predstavljata gostoto toka in ju zapišemo kot:

$$LE = -\rho_a L c_p (\rho_a - \rho_o), \quad \dots (3)$$

$$H = -\rho_a c_p c_h (T_a - T_o) \quad \dots (4)$$

in

$$R_n = S \downarrow - S \uparrow + L \downarrow - L \uparrow \quad \dots (5)$$

ρ_a	gostota zraka
c_p	specifična toplota pri konstantnem pritisku
L	latentna izparilna toplota
$C_{h,p}$	koeficient prenosa za toploto in vodno paro
$T_{a,o}$	temperatura zraka in temperatura objekta (kapljica ali list)
$\rho_{a,o}$	specifična zračna vlaga in na površini objekta
S	navzgor in navzdol usmerjeni tokovi kratkovalovnega sevanja
L	navzgor in navzdol usmerjeni tokovi dolgovalovnega sevanja

Delno je list propusten za kratkovalovno sevanje

$$a + \alpha + t = 1 \quad \dots (6)$$

a	absorbivnost ali vpojnost
α	reflektivnost ali odbojnost
t	transmisivnost lista ali prepustnost

Pri modelu je predpostavljeno, da list leži horizontalno na vrhu sadovnjaka, posledično ni senčenja zaradi okolice. V bližini lista je tok zraka lahko laminaren in tangencialen na list.

Koeficienti prenosa za prisilno konvekcijo ($c_{h,p}$) so odvisni od dimenzije in geometrije objekta. Opišemo jih s pomočjo številnih parametrov, med drugim z izmenjalnimi koeficienti za toploto in vodno paro, s hitrostjo vetra, lastnostmi zraka, tipičnimi dimenzijami objekta itd. (Ceglar, 2006).

3.5 SLUŽBA ZA VARSTVO RASTLIN SLOVENIJE

Na javnih zavodih, ki izvajajo Službo za varstvo rastlin Slovenije, dobimo informacije, povezane z rastlinskimi boleznimi, škodljivci in pleveli, kot so (FITO-INFO, 2012):

- podatki o pojavu in razvoju škodljivih organizmov in rastlin;
- optimalni roki za zatiranje, redne objave na spletni strani FITO-INFO, na avtomatskih telefonskih odzivnikih in v medijih;
- metode za zatiranje;
- napovedi razvoja in povečanega pojava škodljivih organizmov, brezplačno naročanje na SMS in elektronska sporočila;

- meteorološki podatki z 90 AMP s pridelovalnih območij Slovenije (padavine, trajanje omočenosti listov, relativna zračna vlaga, temperatura zraka, temperatura tal in smer ter hitrost vetra);
- diagnostika rastlinskih škodljivih organizmov.

Glede na klimatske, geografske in agronomske značilnosti je po območjih Slovenije zagotovljeno napovedovanje in opazovanje pojava ter sredstev za zatiranje v kmetijstvu, in sicer za (FITO-INFO, 2012):

- poljedelstvo (žita in krompir);
- vrtnarstvo (nasadi kumar in drugih vrtnin);
- hmeljarstvo;
- sadjarstvo (nasadi jablan, hrušk, breskev, češenj, višenj in oljk);
- vinogradništvo (vinogradi in trsnice).

4 REZULTATI

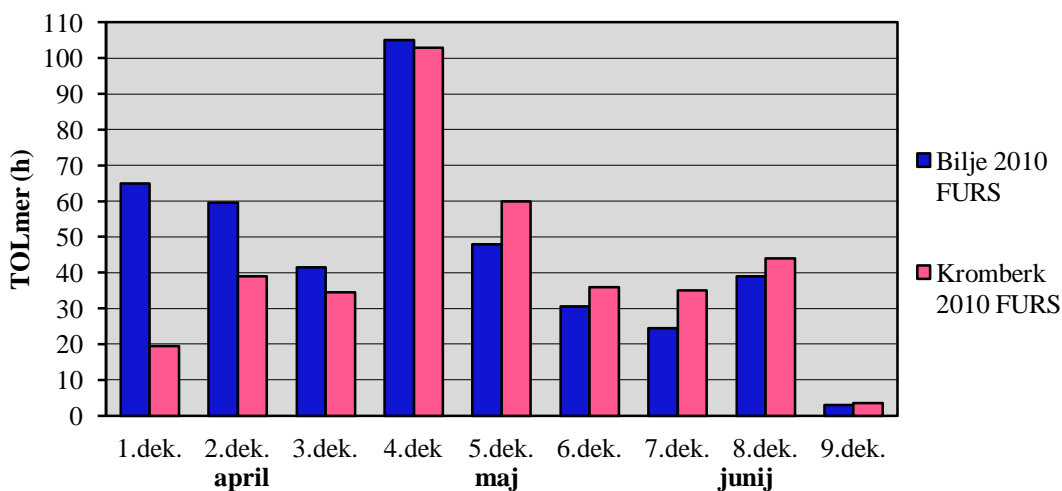
4.1 ANALIZA TOL

4.1.1 Meritve TOL za Bilje in Kromberk

V preglednici 6 in sliki 11 so prikazane TOLmer za Bilje (FURS) ter Kromberk (FURS) po dekadah za april, maj in junij za leto 2010. Vrednosti TOL (v urah) od 1. do 4. deкаде so večje v Biljah, medtem ko so od 4. do 9. deкаде večje v Kromberku. V 4. dekadi je TOL na obeh postajah nad 100 ur. Nevarnost za pojav glivičnih bolezní je tako v tej dekadi zelo močna. Najmanjša TOLmer je v zadnji dekadi (konec junija). Izmerjena omočenost listja je za to dekadno na postaji Bilje le 3 ure, za Kromberk pa 3,5 ure. Največja razlika v TOLmer med postajama se kaže v 1. dekadi. Za Bilje je meritev pokazala 65 ur TOL, za Kromberk pa le 19,5 ur. Najmanjša razlika je v zadnji dekadi, med meritvama je le pol ure razlike TOL. Iz slike 13 vidimo, da je v zadnji dekadi padlo tudi najmanj padavin.

Pregl. 6: Primerjava TOLmer v urah po dekadah za Bilje (FURS) 2010 in Kromberk (FURS) 2010. 1. dekada zajema vsote TOL od 1. do 10. aprila, 2. dekada od 11. do 20. aprila ... 9. dekada od 21. do 30. junija

Postaja	1.dek.	2.dek.	3.dek.	4.dek.	5.dek.	6.dek.	7.dek.	8.dek.	9.dek.
Bilje 2010 FURS	65,0	59,5	41,5	105,0	48,0	30,5	24,5	39,0	3,0
Kromberk 2010 FURS	19,5	39,0	34,5	103,0	60,0	36,0	35,0	44,0	3,5

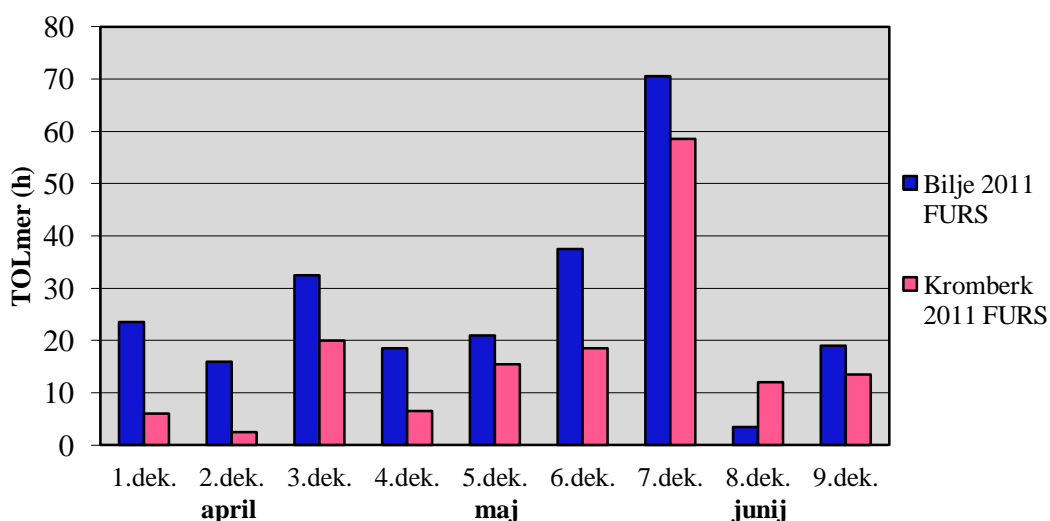


Slika 11: Primerjava vsot TOLmer po dekadah za Bilje in Kromberk v obdobju 1. 4. do 30. 6. za leto 2010

V preglednici 7 in sliki 12 so prikazane TOLmer za Bilje (FURS) ter Kromberk (FURS) po dekadah za april, maj in junij za leto 2011. V 8. dekadi je TOLmer večja v Kromberku, za vse ostale dekade pa so višje vrednosti v Biljah. Kromberk ima najmanjšo TOLmer v 2. dekadi in sicer le 2,5 uri ter najvišjo v 7. dekadi (58,5 ur). Tudi v Biljah je najvišja vrednost v 7. dekadi (70,5 ur) ter najmanjša v 8. dekadi (3,5 ur). Velika razlika v TOLmer med postajama se kaže v 1. dekadi. Za Bilje je meritev pokazala 23,5 ur TOL, za Kromberk pa le 6 ur. Tudi v 6. dekadi je velika razlika med postajama, 19 ur večja TOLmer za Bilje. Najmanjša razlika je v 5. in 9. dekadi, med meritvama je 5,5 ur razlike TOL.

Pregl. 7: Primerjava TOLmer v urah po dekadah za Bilje (FURS) 2011 in Kromberk (FURS) 2011. 1. dekada zajema vsote TOL od 1. do 10. aprila, 2. dekada od 11. do 20. aprila ... 9. dekada od 21. do 30. junija

Postaja	1.dek.	2.dek.	3.dek.	4.dek.	5.dek.	6.dek.	7.dek.	8.dek.	9.dek.
Bilje 2011 FURS	23,5	16,0	32,5	18,5	21,0	37,5	70,5	3,5	19,0
Kromberk 2011 FURS	6,0	2,5	20,0	6,5	15,5	18,5	58,5	12,0	13,5



Slika 12: Primerjava vsot TOLmer po dekadah za Bilje in Kromberk v obdobju 1. 4. do 30. 6. za leto 2011

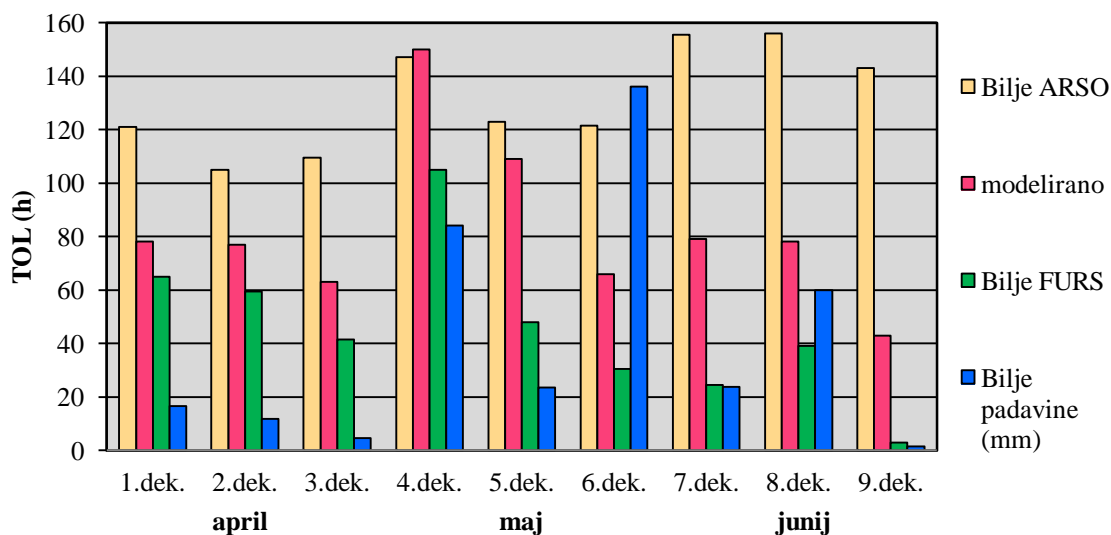
Kljub bližini postaj se klimatski podatki za Bilje in Kromberk razlikujejo. Povprečna letna količina padavin v Biljah leta 2010 je bila 2008 mm, leta 2011 pa le 990 mm. V Kromberku je leta 2010 padlo 1834 mm padavin, leta 2011 pa 1167 mm. Povprečna letna relativna zračna vlaga je višja v Biljah. Leta 2010 je bila 74 %, leta 2011 pa 69 %. V Kromberku je leta 2010 bila 65 %, leta 2011 pa 59 %. Primerjava meritev TOL za obe leti skupaj nam pokaže, da je bila daljša omočenost listja v Biljah v vseh dekadah razen 8., ko je bila daljša v Kromberku.

4.1.2 Merjene in modelirane vrednosti TOL za Bilje

V preglednici 8 in sliki 13 so primerjane TOLmod za Bilje, TOLmer za Bilje (ARSO) ter TOLmer za Bilje (FURS). Za primerjavo je podana tudi količina padavin za Bilje v mm in razlika med TOLmer za Bilje ARSO in Bilje FURS. Primerjava je narejena od 1. aprila do 30. junija 2010. Največ dežja je padlo v 6. dekadi (136 mm), najmanj pa v 9. dekadi (1,4 mm). Vrednosti tako TOLmer in TOLmod so za postajo Bilje (ARSO) v vseh dekadah večje kot za postajo Bilje (FURS). Največja razlika se opazi v zadnji dekadi, ko je TOL za Bilje (FURS) le 3 ure, za Bilje (ARSO) pa kar 143 ur. Najverjetneje je vzrok v merilniku ARSO. Meritev Bilje FURS je v 6. dekadi, glede na veliko količino padavin, pokazala le 30,5 ur TOLmer. V 3. dekadi, ko je padla majhna količina padavin (4,6 mm), pa je meritev za Bilje FURS pokazala večjo TOLmer (41,5 ur).

Pregl. 8: Primerjave TOL v urah po dekadah za Bilje (ARSO), TOLmod za Bilje (ARSO) ter Bilje (FURS) za leto 2010. 1. dekada zajema vsote TOL od 1. do 10. aprila, 2. od 11. do 20. aprila ... 9. dekada od 21. do 30. junija

Obravnavani podatki	1.dek.	2.dek.	3.dek.	4.dek.	5.dek.	6.dek.	7.dek.	8.dek.	9.dek.
Bilje ARSO 2010	121,0	105,0	109,5	147,0	123,0	121,5	155,5	156,0	143,0
Modelirano 2010	78,0	77,0	63,0	150,0	109,0	66,0	79,0	78,0	43,0
Bilje FURS 2010	65,0	59,5	41,5	105,0	48,0	30,5	24,5	39,0	3,0
Bilje padavine (mm)	16,6	11,8	4,6	84,2	23,6	136,0	23,8	59,8	1,4
ARSO Bilje – FURS Bilje	56	45,5	68	42	75	91	131	117	140



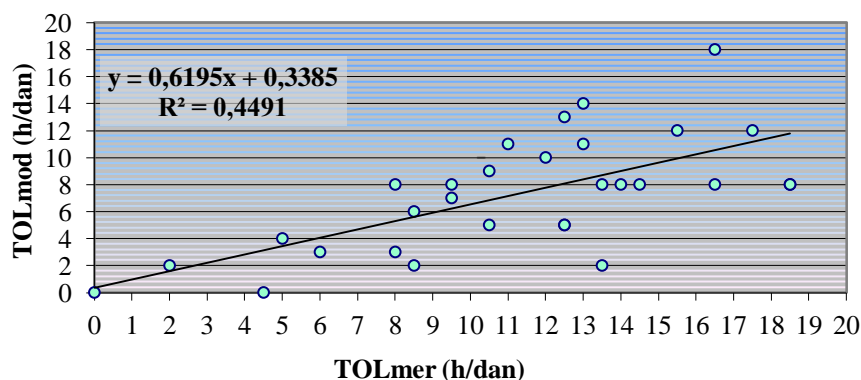
Slika 13: Primerjava TOLmer in TOLmod za Bilje (ARSO) ter TOLmer za Bilje (FURS). Zadnji stolpec prikazuje padavine (mm) za območje Bilj v letu 2010

Iz preglednice 9 je razvidno, da TOLmod odstopajo od TOLmer za Bilje (ARSO) v vseh treh mesecih. Izračunane vrednosti z modelom se od merjenih razlikujejo do 15 ur dnevno (npr. 10. junij). Datumi pomembnejših obvestil za peronosporo vinske trte v letu 2010, ki jih je izdala Služba za varstvo rastlin Slovenije (navedena so v poglavju 4.3), so obarvana. 29. aprila so bili izpolnjeni pogoji za primarno okužbo s peronosporo vinske trte. Merilnik (Bilje ARSO) je za ta dan pokazal TOL 12,5 ur, model pa je izračunal TOL 5 ur. Tudi ostala obvestila so bila izdana na podlagi ugodnih vremenskih razmer za pojav okužb peronospore na vinskih trtah. V začetku maja so TOL vrednosti modela in merilnika velike. Zaradi obilnega dežja v tem času je bilo izdano tudi obvestilo (5. maj) s strani Službe za varstvo rastlin Slovenije.

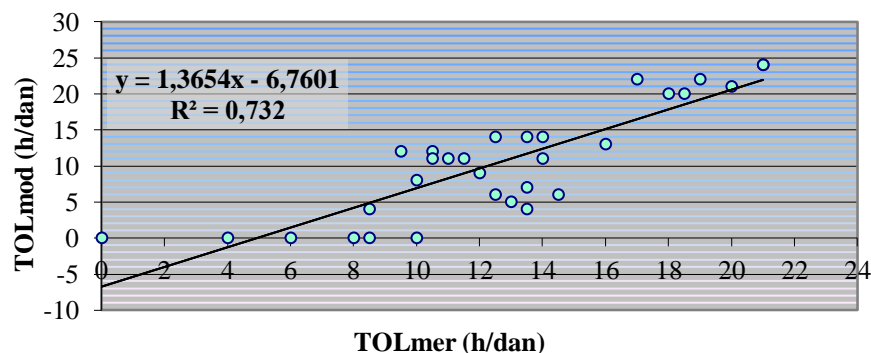
Pregl. 9: Primerjava TOLmod in TOLmer (h) za april, maj in junij 2010 za Bilje (ARSO)

Datum	ARSO Bilje	Model	Datum	ARSO Bilje	Model	Datum	ARSO Bilje	Model
1.4.	16,5	18	1.5.	4,0	0	1.6.	5,5	4
2.4.	9,5	7	2.5.	10,0	8	2.6.	13,5	11
3.4.	10,5	9	3.5.	16,0	13	3.6.	20,5	19
4.4.	5,0	4	4.5.	21,0	24	4.6.	15,0	12
5.4.	9,5	8	5.5.	20,0	21	5.6.	13,5	7
6.4.	18,5	8	6.5.	14,0	14	6.6.	15,5	6
7.4.	18,5	8	7.5.	12,5	14	7.6.	13,5	1
8.4.	14,5	8	8.5.	21,0	24	8.6.	18,0	7
9.4.	12,5	5	9.5.	10,5	12	9.6.	20,5	7
10.4.	6,0	3	10.5.	18,0	20	10.6.	20,0	5
11.4.	0,0	0	11.5.	19,0	22	11.6.	19,5	5
12.4.	2,0	2	12.5.	11,0	11	12.6.	17,0	1
13.4.	13,0	11	13.5.	18,5	20	13.6.	19,0	8
14.4.	13,0	14	14.5.	13,5	14	14.6.	12,0	2
15.4.	15,5	12	15.5.	11,5	11	15.6.	17,5	9
16.4.	14,0	8	16.5.	10,5	11	16.6.	18,0	14
17.4.	4,5	0	17.5.	12,0	9	17.6.	13,5	7
18.4.	12,0	10	18.5.	13,5	7	18.6.	16,0	7
19.4.	17,5	12	19.5.	13,5	4	19.6.	8,5	9
20.4.	13,5	8	20.5.	0,0	0	20.6.	15,0	16
21.4.	8,0	3	21.5.	10,0	0	21.6.	5,5	2
22.4.	8,0	8	22.5.	13,0	5	22.6.	13,0	7
23.4.	8,5	6	23.5.	12,5	6	23.6.	12,5	0
24.4.	12,5	13	24.5.	14,5	6	24.6.	14,0	5
25.4.	11,0	11	25.5.	6,0	0	25.6.	12,0	3
26.4.	16,5	8	26.5.	8,0	0	26.6.	10,5	5
27.4.	10,5	5	27.5.	8,5	0	27.6.	18,0	6
28.4.	13,5	2	28.5.	8,5	4	28.6.	18,5	6
29.4.	12,5	5	29.5.	14,0	11	29.6.	19,5	4
30.4.	8,5	2	30.5.	17,0	22	30.6.	19,5	5
			31.5.	9,5	12			

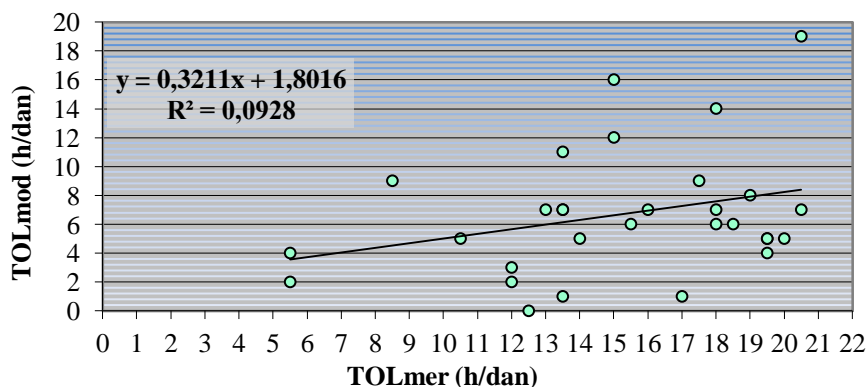
Primerjava TOLmod in TOLmer za vse tri mesece ni pokazala najboljše povezanosti (slika 14, 15 in 16). Regresijski koeficient (R^2) kaže, da model pojasni 45 % variabilnosti meritev TOL za april, 73 % za maj ter najmanj (9 %) za junij. Kljub slabšemu regresijskemu koeficientu v zadnjem mesecu je izračun modela zadovoljiv ter ga lahko smatramo za alternativno rešitev, ko meritev TOL ni ali pa so nezanesljive.



Slika 14: Primerjava TOLmod in TOLmer za april 2010 za Bilje (ARSO) z vrisano linearno regresijsko premico



Slika 15: Primerjava TOLmod in TOLmer za maj 2010 za Bilje (ARSO) z vrisano linearno regresijsko premico



Slika 16: Primerjava TOLmod in TOLmer za junij 2010 za Bilje (ARSO) z vrisano linearno regresijsko premico

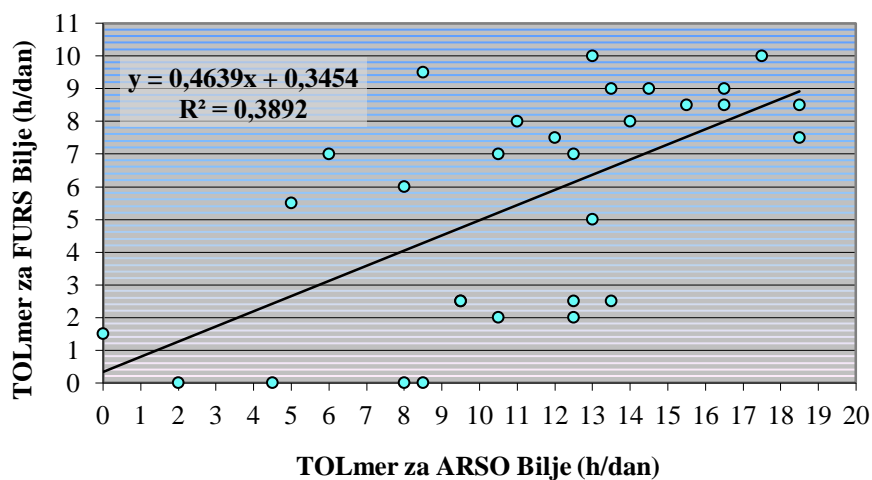
4.1.3 Merjene vrednosti TOL za Bilje

Iz preglednice 10 je razvidno, da ARSO meritve TOL niso enake FURS meritvam v vseh treh mesecih.

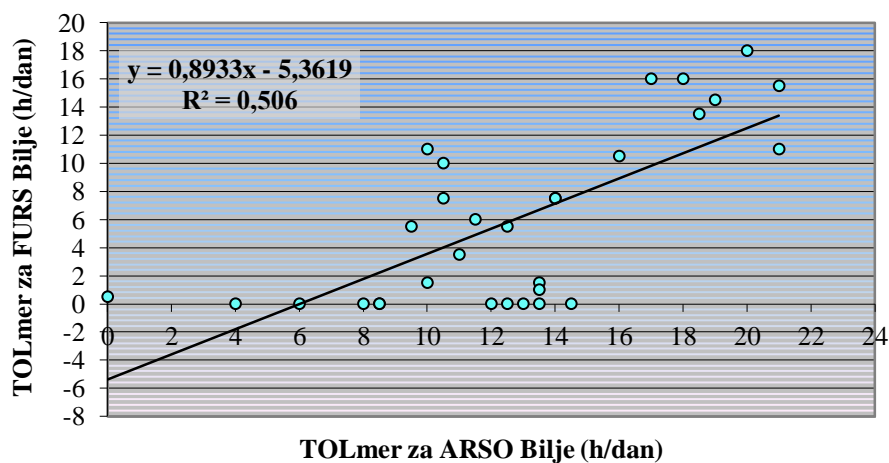
Pregl. 10: Primerjava TOLmer za april, maj in junij za Bilje (ARSO in FURS) za leto 2010

Datum	ARSO Bilje	FURS Bilje	Datum	ARSO Bilje	FURS Bilje	Datum	ARSO Bilje	FURS Bilje
1.4.	16,5	8,5	1.5.	4,0	0,0	1.6.	5,5	0,0
2.4.	9,5	2,5	2.5.	10,0	11,0	2.6.	13,5	4,5
3.4.	10,5	7,0	3.5.	16,0	10,5	3.6.	20,5	10,0
4.4.	5,0	5,5	4.5.	21,0	15,5	4.6.	15,0	10,0
5.4.	9,5	2,5	5.5.	20,0	18,0	5.6.	13,5	0,0
6.4.	18,5	8,5	6.5.	14,0	7,5	6.6.	15,5	0,0
7.4.	18,5	7,5	7.5.	12,5	5,5	7.6.	13,5	0,0
8.4.	14,5	9,0	8.5.	21,0	11,0	8.6.	18,0	0,0
9.4.	12,5	7,0	9.5.	10,5	10,0	9.6.	20,5	0,0
10.4.	6,0	7,0	10.5.	18,0	16,0	10.6.	20,0	0,0
11.4.	0,0	1,5	11.5.	19,0	14,5	11.6.	19,5	0,0
12.4.	2,0	0,0	12.5.	11,0	3,5	12.6.	17,0	0,0
13.4.	13,0	5,0	13.5.	18,5	13,5	13.6.	19,0	0,5
14.4.	13,0	10,0	14.5.	13,5	1,5	14.6.	12,0	0,0
15.4.	15,5	8,5	15.5.	11,5	6,0	15.6.	17,5	7,0
16.4.	14,0	8,0	16.5.	10,5	7,5	16.6.	18,0	8,5
17.4.	4,5	0,0	17.5.	12,0	0,0	17.6.	13,5	0,0
18.4.	12,0	7,5	18.5.	13,5	1,0	18.6.	16,0	5,0
19.4.	17,5	10,0	19.5.	13,5	0,0	19.6.	8,5	8,0
20.4.	13,5	9,0	20.5.	0,0	0,5	20.6.	15,0	10,0
21.4.	8,0	0,0	21.5.	10,0	1,5	21.6.	5,5	0,0
22.4.	8,0	6,0	22.5.	13,0	0,0	22.6.	13,0	0,0
23.4.	8,5	9,5	23.5.	12,5	0,0	23.6.	12,5	0,0
24.4.	12,5	2,0	24.5.	14,5	0,0	24.6.	14,0	0,0
25.4.	11,0	8,0	25.5.	6,0	0,0	25.6.	12,0	0,0
26.4.	16,5	9,0	26.5.	8,0	0,0	26.6.	10,5	0,0
27.4.	10,5	2,0	27.5.	8,5	0,0	27.6.	18,0	0,0
28.4.	13,5	2,5	28.5.	8,5	0,0	28.6.	18,5	0,0
29.4.	12,5	2,5	29.5.	14,0	7,5	29.6.	19,5	0,0
30.4.	8,5	0,0	30.5.	17,0	16,0	30.6.	19,5	3,0
			31.5.	9,5	5,5			

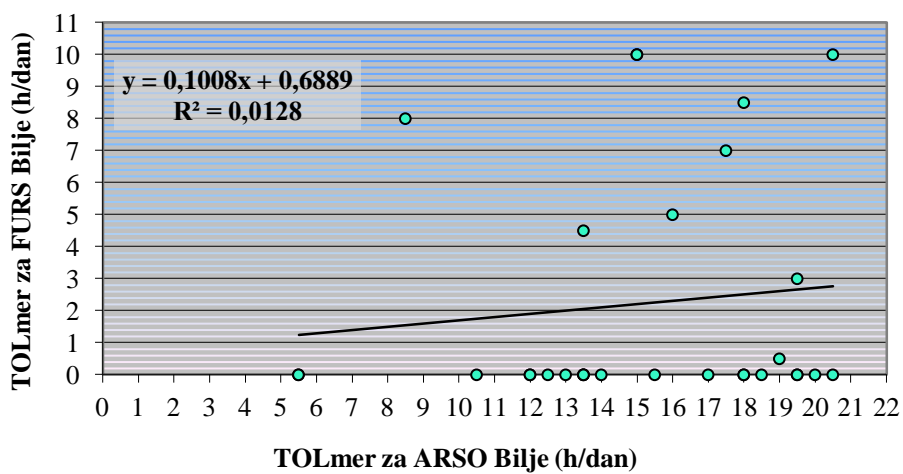
Primerjava TOLmer za Bilje ARSO ter Bilje FURS je pokazala, da se meritve ne ujemajo dobro (slika 17, 18 in 19). Večja odstopanja meritev ARSO so do določene mere posledica okvare na merilniku, ki je kasneje v letu 2011 povsem odpovedal, zato meritev za to leto ni.



Slika 17: Primerjava TOLmer za Bilje (ARSO in FURS), april 2010



Slika 18: Primerjava TOLmer za Bilje (ARSO in FURS), maj 2010



Slika 19: Primerjava TOLmer za Bilje (ARSO in FURS), junij 2010

4.2 ANALIZA VZROKOV TOL

V preglednici 11 je primerjava vzrokov omočenega lista za Bilje (ARSO) za leto 2010. Vzroki za omočenost lista so štirje (rosa, dež, izhlapevanje kapljic ter kapljajoča voda z lista). Dobili smo jih skupaj z izhodnimi podatki modela LEAFWET. Primer: na 1. april ni bilo rose, dež se je zadrževal na listih 4 ure, izhlapevanje kapljic je potekalo 14 ur in prav tako ni bilo kapljanja vode z listov. Podatki so za april, maj in junij 2010. Rosa je bila v tem času vzrok za omočenost lista v 30,5 % primerov, dež v 28,9 %, izhlapevanje kapljic v 32,9 % ter najmanj kapljajoča voda z lista, v 7,7 % primerov.

Pregl. 11: Primerjava vzrokov za omočen list Bilje (ARSO) za leto 2010 v urah na dan, model LEAFWET

Datum primerjave	1 - rosa	2 - dež	3 – izhlapevanje kapljic	4 - kapljajoča voda z lista
1.4.2010	0	4	14	0
2.4.2010	0	1	6	0
3.4.2010	6	0	0	3
4.4.2010	0	4	0	0
5.4.2010	1	5	1	0
6.4.2010	3	0	0	5
7.4.2010	5	0	0	3
8.4.2010	4	0	0	4
9.4.2010	5	0	0	0
10.4.2010	0	2	1	0
11.4.2010	0	0	0	0
12.4.2010	2	0	0	0
13.4.2010	4	4	3	0
14.4.2010	0	5	9	0
15.4.2010	1	0	11	0
16.4.2010	4	0	0	4
17.4.2010	0	0	0	0
18.4.2010	1	7	2	0
19.4.2010	6	2	0	4
20.4.2010	3	0	0	5
21.4.2010	3	0	0	0
22.4.2010	4	0	0	4
23.4.2010	0	6	0	0
24.4.2010	2	0	11	0
25.4.2010	4	1	5	1
26.4.2010	5	3	0	0
27.4.2010	0	2	3	0
28.4.2010	2	0	0	0
29.4.2010	5	0	0	0
30.4.2010	2	0	0	0
1.5.2010	0	0	0	0
2.5.2010	0	7	1	0
3.5.2010	0	10	2	0

se nadaljuje

nadaljevanje

Datum primerjave	1 - rosa	2 - dež	3 – izhlapevanje kapljic	4 - kapljajoča voda z lista
4.5.2010	7	11	5	1
5.5.2010	0	9	12	0
6.5.2010	0	7	7	0
7.5.2010	1	2	11	0
8.5.2010	0	13	11	0
9.5.2010	0	3	9	0
10.5.2010	0	10	10	0
11.5.2010	0	9	13	0
12.5.2010	0	4	7	0
13.5.2010	0	11	9	0
14.5.2010	2	2	10	0
15.5.2010	4	1	4	2
16.5.2010	2	1	8	0
17.5.2010	6	0	0	3
18.5.2010	5	0	0	2
19.5.2010	4	0	0	0
20.5.2010	0	0	0	0
21.5.2010	0	0	0	0
22.5.2010	5	0	0	0
23.5.2010	5	0	0	1
24.5.2010	6	0	0	0
25.5.2010	0	0	0	0
26.5.2010	0	0	0	0
27.5.2010	0	0	0	0
28.5.2010	4	0	0	0
29.5.2010	4	2	5	0
30.5.2010	0	10	12	0
31.5.2010	0	5	7	0
1.6.2010	4	0	0	0
2.6.2010	5	4	1	1
3.6.2010	0	9	10	0
4.6.2010	2	3	7	0
5.6.2010	4	0	0	3
6.6.2010	4	0	0	2
7.6.2010	1	0	0	0
8.6.2010	7	0	0	0
9.6.2010	4	0	0	3
10.6.2010	5	0	0	0
11.6.2010	5	0	0	0
12.6.2010	1	0	0	0
13.6.2010	5	1	2	0
14.6.2010	2	0	0	0
15.6.2010	4	3	2	0
16.6.2010	0	7	7	0
17.6.2010	5	0	0	2
18.6.2010	5	1	1	0

se nadaljuje

nadaljevanje

Datum primerjave	1 - rosa	2 - dež	3 – izhlapevanje kapljic	4 - kapljajoča voda z lista
19.6.2010	0	7	2	0
20.6.2010	0	13	3	0
21.6.2010	0	2	0	0
22.6.2010	5	0	0	2
23.6.2010	0	0	0	0
24.6.2010	5	0	0	0
25.6.2010	3	0	0	0
26.6.2010	5	0	0	0
27.6.2010	5	0	0	1
28.6.2010	5	0	0	1
29.6.2010	4	0	0	0
30.6.2010	4	1	0	0
Vsota (h)	226	214	244	57
Procentni delež (%)	30,5%	28,9%	32,9%	7,7%

4.3 PROGNOŠTIČNA OBVESTILA

Pomembnejša obvestila sadjarjem v letu 2010 za jablanov škrlup, ki jih je izdala Služba za varstvo rastlin Slovenije po časovnem zaporedju (FITO-INFO, 2012):

- 23.3.** Toplo vreme in padavine so spodbudile oblikovanje in dozorevanje zimskih trosišč (psevdotecijev). Razvojne faze jablane so na najbolj zgodnjih legah v fazi nabrekanja brstov. Prvo preventivno škropljenje z bakrovimi pripravki.
- 31.3.** Zabeleženi prvi izbruhi zimskih spor jablanovega škrlupa. Zaščita z dotikalnimi organskimi fungicidi.
- 2.4.** V severovzhodni Sloveniji je padlo do 20 l/m² dežja. Ta je povzročil prve primarne okužbe (srednja okužba) z jablanovim škrlupom ter šibek izbruh askospor. Večji izbruh askospor se pričakuje ob naslednjem obilnem deževju.
- 5.4.** Zabeležene prve močne okužbe.
- 16.4.** Začetek cvetenja jablan na Goriškem. Ob zadnjih padavinah so bili izpolnjeni pogoji za okužbe s škrlupom.
- 23.4.** Jablane na Goriškem so v fazi polnega cvetenja. Uporaba kontaktnih fungicidov.
- 29.4.** Jablane na Goriškem so odcvetele. Zaradi prirasta listne mase za naslednje škropljenje uporabimo kombinacijo kontaktnih in sistemskih fungicidov.
- 3.5.** Na večini merilnih/opazovalnih lokacij so zabeležene močne okužbe z jablanovim škrlupom in povečani izbruhi zimskih spor. Uporaba sistemsko delujočih sredstev.
- 18.5.** V tem obdobju je zaščita razvijajočih se plodičev odločilnega pomena. Uporaba sistemsko delujočih sredstev.
- 25.5.** Ob dežju še vedno možne primarne okužbe listja in plodičev.

- 28.5.** Izbruhi zimskih spor še vedno prisotni. Kjer so okužbe na listju močnejše izražene, je prisotnih tudi več sekundarnih okužb. Preventivna zaščita v primeru padavin z dotikalnimi pripravki.
- 31.5.** Pojavljajo se pege. Na okuženih lističih se na pegah oblikujejo trosi, ki povzročajo sekundarne okužbe.
- 8.6.** V tem tednu so bili izpolnjeni pogoji za primarne okužbe dvakrat. Priporočeno redno in dosledno škropljenje s prilagojenimi razmaki.
- 10.6.** Ob zadnjih padavinah ni več opaziti askospor, obdobje nevarnosti primarnih okužb je mimo.
- 14.6.** Nadaljevanje z rednim varstvom jablan pred škrlupom z uporabo fungicidov z dotikalnim delovanjem.
- 15.6.** Varstvo z uporabo strobilurinskih pripravkov.
- 22.6.** Obilne padavine so izprale škropilno oblogo dotikalnih fungicidov. Potrebno jo je obnoviti vsakič, ko pade 25-30 mm dežja.
- 29.6.** Preventivno varstvo pred sekundarnimi okužbami z dotikalnimi pripravki. Razmake med škropljenji prilagodimo vremenskim razmeram.
- 5.7.** Večja nevarnost za okužbe, kjer so bili v zadnjih dneh nalivi ter na območjih z močno jutranjo roso.
- 23.7.** Ni posebne nevarnosti za širjenje jablanovega škrlupa. Kjer je bolezen navzoča, obnovimo škropilno oblogo, kadar pade več kot 25 mm dežja.
- 20.8.** Preprečevanje okužbe plodov s škrlupom ter številnimi drugimi glivičnimi boleznimi.
- 5.11.** Večinoma je listje odpadlo, škropimo z bakrenimi pripravki.

Pomembnejša obvestila vinogradnikom v letu 2010 za peronosporo vinske trte, ki jih je izdala Služba za varstvo rastlin Slovenije po časovnem zaporedju (FITO-INFO, 2012):

- 29.4** Pogoji za primarno okužbo s peronosporo vinske trte so izpolnjeni, vendar nevarnost okužbe zaradi suhega vremena ni velika.
- 5.5.** Škropljenje proti peronospori vinske trte zaradi obilnega dežja.
- 13.5.** Vremenske razmere so zelo ugodne za razvoj peronospore vinske trte. Priporočena uporaba polsistemičnih in sistemičnih fungicidov.
- 19.5.** Najdene prve okužbe s peronosporo vinske trte. Vremenske razmere za okužbo so še vedno ugodne.
- 1.6.** Zaradi vremenskih razmer obstaja zelo velika nevarnost za razvoj peronospore vinske trte. Po obilnem dežju je potrebno škropljenje čim prej ponoviti.
- 8.6.** Zelo velika nevarnost okužbe s peronosporo vinske trte zaradi vremenskih razmer.
- 11.6.** Zaradi obilne rose še vedno nevarnost okužb. Redno škropiti.

- 24.6.** Še obstaja nevarnost za okužbe. Uporaba polsistemskih in sistemskih fungicidov je še vedno smiselna.
- 1.7.** Nevarnost za okužbe s peronosporo vinske trte še vedno obstaja, posebej v legah, kjer so zjutraj močne rose.
- 8.7.** Zaradi nestanovitnega vremena še vedno obstaja nevarnost za okužbe s peronosporo vinske trte.
- 28.7.** Proti peronospori vinske trte je v tem času priporočljiva uporaba dotikalnih fungicidov.
- 6.8.** Priporočljiva uporaba dotikalnih fungicidov.
- 12.8.** V rodnih vinogradih zaključiti s škropljenji proti peronospori vinske trte.
- 26.8.** Na vršičkih se zaradi vlažnega vremena še vedno pojavlja peronospora vinske trte.

V preglednici 12 je pregled varstva jablan s fitofarmaceutskimi sredstvi v Sadjarskem centru Bilje pri Novi Gorici v letu 2010. Okužb z jablanovim škrlupom v tem letu niso imeli.

Pregl. 12: Kemično varstvo jablan v letu 2010 v Sadjarskem centru Bilje pri Novi Gorici (Fajt, 2012)

Datum	Fitofarmaceutsko sredstvo
15. marec	Žvepleno apnena brozga
24. marec	Cuprablau
2. april	Delan
15. april	Delan
26. april	Clarinet, Dithane in Močljivo žveplo
7. maj	Sythane, Dithane, Močljivo žveplo in Calypso
14. maj	Score, Delan in Močljivo žveplo
19. maj	Confidor
26. maj	Score, Merpan, Match in Močljivo žveplo
31. maj	Mospilan, Score, Delan in Močljivo žveplo
4. junij	Zato, Dithane in Kumulus
11. junij	Clarinet, Dithane, Calypso in Močljivo žveplo
21. junij	Syllit in Močljivo žveplo
2. junij	Syllit in Močljivo žveplo
16. julij	Merpan, Močljivo žveplo in Pyrinex
28. julij	Merpan in Močljivo žveplo
20. avgust	Bellis in Steward
2. oktober	Bellis

V letu 2011 so nasad jablan proti jablanovem škrlupu škropili $20 \times$ (preglednica 13), dve škropljenji manj kot v letu 2010 (preglednica 12). Okužb z jablanovim škrlupom leta 2011 niso imeli.

Pregl. 13: Kemično varstvo jablan v letu 2011 v Sadjarskem centru Bilje pri Novi Gorici (Fajt, 2012)

Datum	Fitofarmaceutsko sredstvo
11. marec	Cuprablau
19. marec	Delan in Močljivo žveplo
30. marec	Delan in Močljivo žveplo
12. april	Clarinet in Delan
28. april	Score, Merpan in Močljivo žveplo
14. maj	Zato, Dithane in Kumulus
19. maj	Score, Merpan, Coragen in Močljivo žveplo
30. maj	Score, Delan, Zato in Calypso
6. junij	Zato in Merpan
10. junij	Delan, Calypso in Močljivo žveplo
20. junij	Clarinet, Dithane in Močljivo žveplo
1. julij	Merpan, Calypso in Močljivo žveplo
12. julij	Envidor, Dithane in Močljivo žveplo
19. julij	Coragen, Dithane in Močljivo žveplo
25. julij	Syllit
3. avgust	Merpan in Močljivo žveplo
18. avgust	Bellis in Steward
7. september	Bellis
26. september	Bellis
30. november	Cuprablau

5 RAZPRAVA IN SKLEP

Analizirali smo TOLmer za Bilje (FURS) in Kromberk (FURS) od aprila do junija v letih 2010 in 2011 ter TOLmer za Bilje (ARSO) od aprila do junija v letu 2010. Postaja Bilje (ARSO) leži na odprti legi pred sadovnjakom Sadjarskega centra Bilje. V samem nasadu jablan, pa je postaja Bilje (FURS). V Kromberku je merilna postaja na višji nadmorski višini in odprti legi na vrhu vinograda.

Izmerjene polurne podatke omočenosti lista, ki smo jih dobili iz Agrometeorološke mreže FURS ter mreže avtomatskih meteoroloških postaj ARSO, smo sešteli za vsak dan posebej in kasneje vsoto TOL v urah po dnevih razdelili na dekade za lažjo primerjavo. TOL smo primerjali v vegetacijskem obdobju, saj je to obdobje pomembno pri varstvu rastlin.

TOLmer za leto 2010 na postaji Bilje FURS ter Kromberk FURS so v prvih 4. dekadah večje za Bilje, medtem ko so od 4. do 9. dekade večje na Kromberku. V 9. dekadi je na obeh postajah izmerjena TOL zelo majhna, le 3 ure za Bilje ter 3,5 ure za Kromberk. Pri tako kratki omočenosti lista je nevarnost pojava peronospore vinske trte ali jablanovega škrlupa manjša. Veliko večja je v 4. dekadi, ko je omočenost trajala skupno 105 ur na postaji Bilje ter 103 ure na postaji Kromberk. Za leto 2011 so TOLmer večje na postaji Bilje v vseh dekadah, razen 8., ko je bila TOLmer v Biljah 3,5 ure, v Kromberku pa 12 ur. Primerjava TOLmer za obe leti skupaj nam pokaže, da je bila večja omočenost lista v Biljah v vseh dekadah razen 8., ko je bila večja v Kromberku. Vzrok za daljšo omočenost v Biljah pripisujemo različnim klimatskim razmeram ter namestitvi merilnika v nasadu. Merilnik v Biljah je nameščen neposredno v krošnji jablane ter pod protitočno mrežo. V Kromberku je merilnik na vrhu nasada na višji nadmorski višini, kjer je večja verjetnost, da se megla zadržuje krajši čas kot na nižji nadmorski višini. Tudi letni klimatski podatki za povprečno relativno zračno vlago kažejo na nižji procent le te v Kromberku kot Biljah.

Pri primerjavi TOLmod za Bilje 2010 in TOLmer za Bilje (FURS in ARSO) smo podali še količino padavin. Teh je bilo največ v 6. dekadi, skupno 136 mm, najmanj pa v zadnji dekadi, skupno le 1,4 mm. Za Bilje (ARSO) je v vseh dekadah izmerjena večja vrednost TOLmer kot za Bilje (FURS). V zadnji dekadi je to najbolj opazno, razlika v TOLmer je kar 140 ur. Sklepamo, da so večja odstopanja meritev ARSO do določene mere posledica okvare na merilniku, ki je v naslednji sezoni povsem odpovedal. Zelo pomemben vzrok za razlike TOLmer za Bilje (ARSO) ter Bilje (FURS) je mikrolokacija merilnika ter različen tip merilnika. Razlike v meritvah se pojavijo tudi zaradi občutljivosti merilnika na fitofarmaceutska sredstva. Za preprečitev korozije na merilniku je običajno dovolj, da obrišemo ostanke škropilne brozge z merilnika. Vpliven dejavnik na TOL je tudi položaj lista na rastlini. Boljšo presvetljenost in prezračeno rastline uravnavamo s pravilno rezjo. Prav tako s pravilno lego pripomoremo, da se na listih čim krajši čas zadržuje vlaga.

Izogibamo se legam v kotlini, kjer se najdlje zadržuje megla. Višje, sončne lege so primernejše. Za model LEAFWET se predpostavlja, da list leži vodoravno na vrhu drevesa v sadovnjaku, posledično na listu ni senčenja zaradi vpliva okolja, vendar v praksi temu ni vedno tako. Na gladkih, upognjenih listih kapljica dežja hitreje odteče z lista, kot na hrapavem ali dlakavem listu. Odstopanja TOLmod od TOLmer so tudi posledica zaradi teh poenostavitev vhodnih parametrov modela.

Primerjava vzrokov za omočen list na postaji Bilje (ARSO) za leto 2010 je pokazala, da rosa, dež in izhlapevanje kapljic z lista predstavljajo vsak po približno 30 % od vseh vzrokov za omočenost lista, kapljajoča voda z lista pa slabih 10 %. Izhlapevanje kapljic je bilo vzrok za omočenost lista v 32,9 % primerov, rosa v 30,5 %, dež v 28,9 % ter najmanj kapljajoča voda z lista v 7,7 % primerov, ker hitro odteče z lista.

TOLmod za leto 2010 smo dobili z modelom LEAFWET, izračunane na osnovi energijske bilance. Primerjali smo jih s TOLmer za april, maj in junij za Bilje (ARSO) 2010. Izračunane vrednosti z modelom se od merjenih razlikujejo tudi do 15 ur dnevno. Neujemanje z modelom lahko pomeni, da so meritve nestabilne ali pa, da je potrebno modelske parametre še prilagajati. Regresijski koeficient nam je pojasnil 45 % variabilnosti meritev TOL za april, za maj 73 % ter najmanj za junij, le 9 %. To pomeni, da lahko model uporabimo kot pomoč pri varstvu rastlin, če ni meritev.

Meritve TOL so zaradi pomanjkanja standarda in protokola postavitve merilnikov problematične. Zato se v praksi vse bolj meritve opuščajo in ocenjuje z modeli. Uporaba prognostičnih vremenskih modelov bo poleg sprotnega izračuna TOL omogočila vzpostavitev napovedi TOL za nekaj dni naprej. Z vključitvijo modeliranega TOL v fitopatološke modele bomo lahko predvideli nevarnost bolezni za nekaj dni naprej ter tako s pravočasnimi ukrepi omejili stroške za pripravo kemičnega varstva in zmanjšali škodo na rastlinah.

Naše delovne hipoteze so se izkazale za pravilne:

- Zaradi pomanjkanja standarda in protokola postavitve merilnikov, so se meritve TOL izkazale za variabilne.
- Predvidevali smo, da bodo TOLmod odstopale od TOLmer, kar se je izkazalo za pravilno.
- Ugotovili smo, da so TOLmod zadovoljiva rešitev, kadar ne razpolagamo z neposrednimi meritvami TOL. Model LEAFWET pa nam poleg tega poda tudi dodatno informacijo o izvoru TOL.
- Poleg padavin na TOL vpliva tudi rosa. V našem primeru se je izkazalo, da je bila v 30,5 % primerov vzrok za moker list rosa, dež le v 28,9 % primerov. Torej drži, da je rosa zelo pomembna, saj je v toplejši polovici leta omočenost površja listov večinoma odvisna od rose.

6 POVZETEK

TOL ima velik pomen pri razvoju številnih rastlinskih boleznih. Moker list povzroči dež ter pojav rose ali megle. Rosa k omočenosti lista v vegetacijski dobi, ko so primanjkljaji vode tudi pogostejši, prispeva določen delež vode. S tem preskrbi rastlino z virom vode, prav tako pa tudi glivi *Plasmopara viticola* (peronospora vinske trte) ter *Venturia inaequalis* (jablanov škrlup), ki potrebujeta vodo za svoje razmnoževanje.

Omočenost lista je moč opaziti s prostim očesom, že nekaj let pa nam za merjenje TOL služijo merilniki. Kadar merjenih TOL nimamo na razpolago, nam računski modeli predstavljajo zadovoljivo alternativo. Model LEAFWET je sistem enačb za izračun TOL na vrhu rastlinske odeje. Računa na osnovi energijske bilance v kombinaciji s teorijo prenosa toplote za horizontalno ploščico v videzu lista. Razvila ga je nemška meteorološka služba za rutinsko agrometeorološko svetovanje v Nemčiji.

Modelirane vrednosti z modelom LEAFWET smo primerjali z merjenim TOL na AMP Bilje pri Novi Gorici za april, maj in junij 2010. Za april nam je regresijski koeficient pojasnil 45 % variabilnosti meritev TOL, za maj 73 %, najmanj pa za mesec junij, le 9 %.

Model LEAFWET nam poda tudi informacijo o izvoru TOL. Za AMP Bilje leta 2010 je izhlapevanje kapljic kot vzrok za omočen list predstavljalo največji delež (244 ur) oziroma v 32,9 % primerov je bil list moker zaradi izhlapevanja kapljic, rosa je bila vzrok za omočen list v 30,5 % primerov (226 ur), dež v 28,9 % (214 ur) ter najmanj kapljajoča voda z lista, ki je bila prisotna 57 ur oz v 7,7 % primerov.

Izmerjene vrednosti za iste termine TOL za Bilje (FURS) ter Kromberk (FURS) se med seboj razlikujejo. Na to vplivajo različne klimatske razmere ter namestitve merilnika v nasadu. Merilnik v Biljah je neposredno v krošnji jablan in pod protitočno mrežo. V Kromberku pa na višji nadmorski višini, kjer je večja verjetnost, da se megla zadržuje krajši čas. Tudi letni klimatski podatki za povprečno relativno zračno vlago kažejo na nižji procent le te v Kromberku kot Biljah. Od 1. do 4. dekade za leto 2010 so bile na postaji Bilje izmerjene večje vrednosti TOL kot na postaji Kromberk, od 4. do zadnje, 9. dekade, pa večje na postaji Kromberk. V zadnji dekadi je bila izmerjena najmanjša vrednost TOL, le 3 ure na postaji Bilje ter 3,5 ure na postaji Kromberk. Za leto 2011 je bila le v 8. dekadi izmerjena vrednost TOL višja na postaji Kromberk, za vse ostale dekade pa so bile višje izmerjene vrednosti na postaji Bilje.

Kljub razlikam med TOLmod in TOLmer so modelske vrednosti alternativa, če ni meritev, oziroma dodatna informacija pri analizah in napovedih za varstvo rastlin. V praksi pa se vse bolj ocenjuje z modeli, zaradi nestandardiziranih meritev.

7 VIRI

ADCON Telemetrija. 2012.

<http://www.adcon.at/> (3. jun. 2012)

Agrios G.N. 1987. Plant Pathology. Academic Press: 703 str.

"Arhiv urada za meteorologijo pri Agenciji RS za okolje". 2012. Ljubljana, Agencija RS za okolje (izpis iz baze podatkov, april 2012)

ARSO. Agencija Republike Slovenije za okolje in prostor. 2012.

<http://www.arso.gov.si/> (2. maj 2012)

Beysens D., Lekouch I., Mileta M., Milimouk I., Muselli M. 2009. Dew and Rain Water Collection in South Croatia. International Journal of Environmental Science and Engineering, 1: 2, 64-70

Bouten W., Swart P.J.F., De Water E. 1991. Microwave transmission, a new tool in forest hydrological research. Journal of Hydrology, 124: 119-130

Campbell C.L., Madden L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. New York, 532 str.

Ceglar A. 2006. Uporaba energijske bilance v izračunu trajanja omočenosti rastlinskega lista. Diplomsko delo. Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko: 67 str.

Cegnar T. 2003. Podnebne spremembe in padavinski režim. V: 14. Mišičev vodarski dan 2003. Ljubljana, 8. nov. 2003. Zbornik referatov. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 24-31

Dalla M.A., Magarey R.D., Martinelly L., Orlandini S. 2007. Leaf wetness duration in sunflower (*Helianthus annuus*): Analysis of observations, measurements and simulations. European Journal of Agronomy, 26: 310-316

Fajt N. 2012. Sadjarski center Bilje. Kmetijsko gozdarski center Nova Gorica. (osebni vir, april 2012)

FITO-INFO. Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. 2012.

<http://www.fito-info.si/> (2. jun. 2012)

- Garibaldi A., Bertetti D., Gullino M.L. 2007. Effect of leaf wetness duration and temperature on infection of downy mildew (*Peronospora* sp.) of basil. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 114: 6–8
- Gillespie T.J., Brisco B., Brown R. J., Sofko G. J. 1990. Radar detection of a dew event in wheat. *Remote Sensing of Environment*, 33: 151-156
- Gillespie T.J., Duan R. 1987. A comparison of cylindrical and flat plate sensors for surface wetness duration. *Agricultural and Forest Meteorology*, 40: 61-70
- Hartman J.R., Parisi L., Bautrais P. 1999. Effect of leaf wetness duration, temperature, and conidial inoculum dose on apple scab infections. *Plant Disease*, 83, 6: 531-534
- Hočevar A., Petkovšek Z. 1995. *Meteorologija, osnove in nekatere aplikacije*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 219 str.
- 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. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 104: 533-544
- Huband N.D.S., Butler D.R. 1984. A comparison of wetness sensors for use with computer or microprocessor systems designed for disease forecasting. *Proceedings of the British Crop Protection Conference – Pests and Diseases*, 2: 633-638
- Košmelj K. 2001. *Uporabna statistika*. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 249 str.
- Maracchi G., Kajfež-Bogataj L., Orlandini S., Dalla Marta A., Rossi F. 2005. Leaf Wetness Duration: Analysis of the Agrometeorological Requirements and Evaluation of New Estimation Methods. Cost 718, publish. Copisteria SanGallo: 93 str.
- Miranda R.A.C., Butler D.R. 1986. Interception of rainfall in a hedgerow apple orchard. *Journal of Hydrology*, 87: 245-253
- Pedro M.J., Gillespie T.J. 1982. Estimating dew duration. I. Utilizing micrometeorological data. *Agricultural Meteorology*, 25: 283-296
- Sabatini F., Dalla Marta A., Orlandini S., Zanchi A. C. 2005. Review of leaf wetness duration sensors. Institute of Biometeorology, Firenze, Italy: 10 str.

- Sentelhas P.C., Gillespie T.J., Batzer J.C., Gleason M.L., Monteiro J.E., Pezzopane J.R., Pedro M.J. 2005. Spatial variability of leaf wetness duration in different crop canopies. *International Journal of Biometeorology*, 49, 6: 363-370
- Spotts R. A. 1977. Effect of leaf wetness duration and temperature on the infectivity of *Guignardia bidwellii* on grape leaves. *Phytopathology*, 67: 1378-1381
- Sušnik A., Žust A., Wittich K.P. 2005. Meritve in modeliranje trajanja omočenosti lista (TOL). V: Zbornik predavanj in referatov 7. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 8-10.3.2005: 123-126
- Sutton J.C., Gillespie T.J., Hildebrand P.D. 1984. Monitoring weather factors in relation to plant disease. *Plant Disease*, 68: 78-84
- Škerlavaj V., Urbančič Zemljič M. 2012. Peronospora vinske trte. *Kmečki Glas*.
<http://www.kmeckiglas.com/> (3. jun. 2012)
- Varstvo sadnega drevja, Syngenta. 2010.
<http://www.syngenta.com/> (1. jun. 2012)
- Weiss A., Lukens D.L., Steadman J.R. 1988. A sensor for the direct measurement of leaf wetness: Construction techniques and testing under controlled conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 43: 241-249
- Wetter und Klima – Deutscher Wetterdienst. 2012.
<http://www.dwd.de/> (2. jun. 2012)
- Wittich K.P. 1995. Some remarks about dew duration on top of an orchard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 72: 167–180

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Zaliki Črepinšek za vse strokovne nasvete, pomoč in prijaznost ter vodenje pri izvedbi diplomske naloge.

Posebna zahvala gre somentorici mag. Andreji Sušnik za pomoč pri zagonu modela ter strokovne nasvete.

Zahvaljujem se g. Primožu Pajku iz Fitosanitarne uprave Republike Slovenije in dr. Nikiti Fajt iz Sadjarskega centra Bilje za posredovane podatke.

Zahvala gre tudi moji družini za vso podporo v času študija in vsem ostalim, ki ste bili in ste ob meni.