VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV
OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.

VYUŽITÍ PODPŮRNÝCH SIGNALIZAČNÍCH PROGRAMŮ PRO APLIKACE PŘÍPRAVKŮ NA REGULACI ŠKODLIVÝCH ORGANISMŮ V INTEGROVANÉ A EKOLOGICKÉ PRODUKCI OVOCE

Radek Vávra, Tomáš Litschmann, Vladan Falta

CERTIFIKOVANÁ METODIKA
2024

VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.

Využití podpůrných signalizačních programů pro aplikace přípravků na regulaci škodlivých organismů v integrované a ekologické produkci ovoce

Radek Vávra, Tomáš Litschmann, Vladan Falta

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

2024

Autorský kolektiv:

VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.
Ing. Radek Vávra Ph.D.

BIOCONT LABORATORY, spol. s r.o.
Ing. Vladan Falta Ph.D.

AMET - sdružení Litschmann & Suchý
RNDr. Tomáš Litschmann Ph.D.

Vydal: VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o., Holovousy 129, 508 01 Hořice
1. vydání. Vydáno bez jazykové úpravy.

Kontakt na vedoucího autorského kolektivu: radek.vavra@vsuo.cz

Autoři fotografií a obrázkových schémat: kolektiv autorů

Odborný oponent: Ing. Kamil Holý Ph.D., VÚRV Praha
Oponent ze státní správy: Ing. Josef Makovský Ph.D., MZe Praha

Název: Využití podpůrných signalizačních programů pro aplikace přípravků na regulaci škodlivých organismů v integrované a ekologické produkci ovoce

Dedikace: Certifikovaná metodika vznikla za finanční podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum a je výstupem řešení projektu QK1910296 s názvem Efektivita nových postupů regulace škodlivých činitelů v ovocnářství.

Ministerstvo zemědělství ČR schválilo publikaci jako certifikovanou metodiku a doporučilo ji pro využití v zemědělské praxi. Publikaci bylo uděleno Osvědčení číslo **MZE-3542/2024-13112** v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“.

© VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.

ISBN 978-80-87030-96-7 (online; pdf)

https://doi.org/10.60615/qzj7-rq53

ABSTRAKT

The methodology will serve fruit growers in integrated and organic production systems. Information and recommendations are processed to optimize application dates to control harmful organisms and thereby reduce their number, minimize the possible risks of pesticides to non-target organisms, especially natural enemies of pests, and also minimize the risks of pesticides to human health. The correct use of data from weather stations located directly in fruit plantations in warning simulation models is the basis for building decision support systems. The methodology can be used for applying the principles of integrated and organic fruit production in accordance with the applicable legislation.

SOUHRN

Metodika je určena pěstitelům, kteří ovoce pěstují v systému integrované a ekologické produkce. Zpracovány jsou informace a doporučení umožňující optimalizovat termíny aplikací k regulaci škodlivých organizmů a tím snižovat jejich počet, minimalizovat možná rizika pesticidů na necílové organismy, zejména na přirozené nepřátele škůdců, a rovněž minimalizovat rizika pesticidů pro zdraví člověka. Správné využití dat z meteostanic umístěných přímo v ovocných výsadbách ve varovných simulačních modelech je základem pro sestavení rozhodovacích podpůrných systémů. Metodika je využitelná pro uplatňování zásad integrované a ekologické produkce ovoce v souladu s platnou legislativou.

OBSAH

1. Úvod. ... 1
2. Cíl metodiky. ... 1
3. Vlastní popis metodiky. ... 2
3.1 Systémy signalizace škodlivých činitelů ... 2
3.1.1 Obecná pravidla ochrany ovocných druhů ... 3
3.1.2 Systémy monitoringu vývoje patogenů a škůdců ... 3
3.1.3 Meteorologické stanice v sadech ... 4
3.1.4 Veličiny měřené meteostanicemi v sadech ... 5
3.1.5 Automatické meteostanice MeteoUNI ... 5
3.1.6 Systém meteorologických stanic v ovocných sadech, využití dat ... 6
3.1.7 Údržba automatických meteostanic ... 8
3.2 Signalizace vývoje patogenů a škůdců ... 10
3.3 Modely vývoje chorob a škůdců platformy RIMpro ... 18
3.3.1 Všeobecné modely ... 20
3.3.2 Modely vývoje chorob a škůdců ... 27
3.3.2.1 Strupovitost jabloně (*Venturia inaequalis*) / Apple scab ... 30
3.3.2.2 Padlí jabloňové (*Podosphaera leucotricha*) / Apple powdery mildew ... 37
3.3.2.3 Rakovina jabloní, nektriové usychání větví (*Nectria galligena)* /Apple canker ... 38
3.3.2.4 Bakteriální spála růžovitých (*Erwinia amylovora*) / Fire blight ... 39
3.3.2.5 Sazovitost jabloně (*Gloeodes pomigena*) / Sooty Blotch ... 40
3.3.2.6 Skvrnitost listů jabloní (*Marssonina coronaria*, *Diplocarpon mali*) / Apple Blotch ... 41
3.3.2.7 Strupovitost hrušně (*Venturia pyrina*) / Pear Scab ... 42
3.3.2.8 Hnědnutí listů hrušní (*Stemphylium vesicarium*) / Pear Brown Spot ... 43
3.3.2.9 Obaleč jablečný (*Cydia pomonella*) / Codling Moth ... 44
3.3.2.10 Pilatka jablečná (*Hoplocampa testudinea*) / Apple Sawfly ... 46
3.3.2.11 Mera skvrnitá (*Cacopsylla pyri*) / Pear Psylla ... 48
3.3.2.12 Mšice jitrocelová (*Dysaphis plantaginea*) / Rosy Apple Aphid ... 48
3.3.2.13 Probírka jablek a hrušek / Thinning for apple and pear ... 50
3.3.2.14 Skvrnitost listů třešně a višně (*Blumerriela jaapii*) / Cherry Leaf Spot ... 50
3.3.2.15 Moniliový úžeh (spála) peckovin (*Monilinia* spp.) / Brown Rot ... 51
3.4 Automatizovaný feromonový lapač Trapview ... 52
4. Srovnání novosti postupů ... 54
5. Popis uplatnění metodiky. ... 54
6. Ekonomické aspekty ... 55
7. Seznam publikací, které předcházely metodice ... 55
8. Seznam použité literatury ... 56
9. Přílohy ... 58

1. ÚVOD

Předkládaná metodika je výsledkem řešení projektu MZe QK1910296 „Efektivita nových postupů regulace škodlivých činitelů v ovocnářství“. Hlavním koordinátorem projektu byl VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o., spoluřešiteli byly organizace BIOCONT LABORATORY, spol. s r.o., Masarykova univerzita, Mendelova univerzita, RADANAL s.r.o. a AMET - sdružení Litschmann & Suchý. Ochrana rostlin v moderním obhospodařování sadů spoléhá na monitorování vývoje škůdců a patogenů s cílem přesného načasování opatření k jejich regulaci. Jednotlivé fáze životního cyklu škůdců a patogenů musí být v průběhu sezóny sledovány různými monitorovacími postupy, aby bylo možné stanovit termíny optimálních regulačních opatření a co nejvíce eliminovat ekonomické újmy (Kogan, 1998). Ochrana ovocných výsadeb je vázána na živé systémy, které prodělávají změny v řadě oblastí, jako je výskyt nových druhů škůdců, výskyt rezistentních populací patogenů apod. Do procesu vstupují nové účinné látky pesticidů, technologický rozvoj a další aspekty, na které je nutno reagovat. Z těchto důvodů je velmi potřebné do ochrany vnést nové, zefektivňující prvky, šetrné k životnímu prostředí a zdraví konzumentů. V projektech NAZV byly již vyřešeny dílčí cíle, jako je ochrana jádrovin v EP (certifikovaná metodika Ochrana jádrovin v ekologické produkci), pěstování třešní a višní v ekologickém zemědělství (certifikovaná metodika pro praxi) a ochrana proti vrtuli třešňové (certifikovaná metodika pro praxi). Trendy směřující k nízkoreziduální a bezreziduální produkci přispěly k pozitivním změnám. Pěstitelé v integrované produkci postupně přijímají metody a přípravky primárně určené pro ekologickou produkci, mnohé z nich se stávají běžnou součástí programu ochrany sadů. V současné době má mnoho pěstitelů ve výsadbách meteostanice s přenosem dat, instalované mj. v souladu s Nařízeními vlády o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření č. 79/2007 a č. 75/2015 a nejčerstvěji č. 80/2023 Sb., které však většinou nedokáží správně a efektivně použít. Využití dat z meteostanic pro varovné předpovědní modely je jeden z cílů pro sestavení rozhodovacích podpůrných systémů. Metodika obsahuje informace a doporučení umožňující minimalizovat vliv pesticidů na zdraví člověka a minimalizovat rizika pesticidů na necílové organismy, zejména na přirozené nepřátele škůdců.

2. CÍL METODIKY

Ovocné sady v naší zemi zaujímají poměrně malý podíl (cca 20 tis. ha), představují však významnou složku krajiny, plní mnohdy úlohu estetickou, rekreační atd. Splnění ekonomické výkonnosti intenzivních produkčních výsadeb je v současné době podmíněno velkými počty regulačních pesticidních aplikací v integrované produkci, což vede k zatížení životního prostředí rezidui pesticidů. Za běžných podmínek bývá uskutečněno v průběhu jedné sezóny 5-8 insekticidních, 10 a více fungicidních a dalších zásahů. Přestože jsou v průběhu aplikací respektována pravidla minimalizující vliv pesticidů na životní prostředí a zdraví člověka, používané chemické látky zůstávají rizikem. V současné době ovocnáři aplikují přípravky k regulaci škodlivých organizmů často neefektivně i v případě, že nedochází k infekcím patogenů, popř. ve špatné vývojové fázi škůdců. Tím dochází k navýšení počtu ošetření a zvýšení nákladů na regulaci škodlivých organizmů. Nedostatečně je též využíván potenciál přirozených predátorů škůdců. Nepřímo je zbytečně zatěžován celý agroekosystém a životní prostředí rezidui chemických přípravků. Snížení počtu aplikací využitím předpovědních modelů vývoje škůdců a patogenů přispívá ke zlepšení ekonomiky pěstování. Cílem této metodiky je podat

ucelený přehled o možnostech využití podpůrných rozhodovacích systémů (Decision support system, DSS) pro optimalizaci aplikací pro regulaci škůdců a chorob v integrované a ekologické produkci na základě simulačních modelů infekcí patogenů a fenologických vývojových stádií škůdců s ohledem na aktuální předpověď počasí. V souvislosti s probíhající změnou klimatu může docházet k situacím, kdy vlivem abnormálního vývoje teplot je vývoj škůdce urychlen, anebo naopak opožděn, oproti běžným termínům v minulosti.

Předkládaná metodika je v ČR první soubornou publikací se zaměřením na využití signalizačních modelů v ochraně ovocných sadů v integrované a ekologické produkci. Věříme, že metodika bude pozitivním přínosem pro ovocnáře.

3. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Metodika se zabývá metodami monitorování a vývoje škůdců a patogenů v pěstitelských systémech jádrovin a peckovin na základě využití dat z meteostanic pro simulační modely predikce infekcí patogenů a vývoje škůdců. Tyto metody jsou určené pro optimalizaci načasování preventivních a přímých regulačních opatření. Pěstitelé potřebují přesné informace o tom, kdy lze předpokládat, že se vývojová stádia škůdců vyskytnou a je nutno použít odpovídající techniky jejich monitorování. Zejména v udržitelné intenzivní produkci používající integrovanou ochranu (IPM) musí být škůdci nutně monitorováni, aby bylo možné posoudit riziko a následně posoudit požadavek intervence přímého opatření (Norton & Mumford, 1993; Dent, 1995; Pedigo, 2005). Kromě využití matematických modelů na základě meteorologických údajů je nezbytné provádět monitoring jejich skutečného výskytu ve výsadbách s pomocí dalších technik (vizuální pozorování, feromonové lapáky, sklepávání, lepové desky apod.). Pokud není škůdce ve výsadbě přítomen, nemá cenu proti němu zasahovat. Přesné načasování ochranných opatření zajišťuje spolehlivější výsledky a šetří čas při rozhodovacím procesu. Moderní regulační opatření spoléhají především na přesnější načasování, zaměřují se na velmi specifická vývojová stádia škůdce (Blommers, 1994). Kromě zvýšení účinnosti se přesným načasováním opatření snižují jejich vedlejší účinky. Lze tak podstatně snížit počet ošetření, a tím vynaložené prostředky, za současného snížení zatížení životního prostředí chemikáliemi. Požadované znalosti o fenologii populací škůdců lze získat jejich modelováním pomocí dat z meteostanic, které jsou v nejlepším případě předávány simulačním modelům vývoje, využitelných jako podpůrné rozhodovací systémy. Dosud jsou nejvíce využívány teplotní sumy vypočítané na základě teplot zjištěných meteostanicemi. V poslední době byly k předpovědi fenologických stádií použity simulační modely vývoje škůdců za účelem načasování monitorování a usnadnění rozhodování o aplikačních opatření na ochranu sadů. Mnohé simulační modely pro predikci fenologie škůdců v ovocných sadech často nejsou navrženy tak, aby byly snadno použitelné pěstiteli, konzultanty nebo rozšiřujícími službami (Welch a kol. 1978; Morgan & Solomon, 1996). Často totiž vyžadují různé přístupy a programovací jazyky nebo vyžadují speciální řídicí proměnné, což ztěžuje jejich použití (Rossing a kol., 1999; van der Werf a kol., 1999).

3.1 Systémy signalizace škodlivých činitelů

V zahraničí existuje celá řada systémů pro ovocnáře, založených na spojení bezdrátového přenosu meteorologických údajů na webový server, na něž mají jednotliví uživatelé přístup a mohou si zadávat nejrůznější požadavky na vyhodnocení meteorologických údajů z nejbližší stanice pomocí různých modelů. Ve Švýcarsku je to např. systém SOPRA, ale známý je např. i systém DAS (Decision Aid System) provozovaný Washington State University (WSU) v USA.

Podle Jonese a kol. (2010) se jedná o systém, který využívá meteorologické údaje ze 140 stanic provozovaných WSU ve státě Washington a zpracovává je pomocí několika modelů. Výstupy z těchto modelů jsou zobrazovány na internetu a v případě, že je indikováno chemické ošetření, je uživateli nabídnut seznam vhodných přípravků, šetrných k neškodným, popřípadě užitečným organizmům. V Evropě je pěstiteli ve velkém měřítku používaná platforma RIMpro.

3.1.1 Obecná pravidla ochrany ovocných druhů

Opatření můžeme rozdělit na preventivní a přímá. Preventivní opatření jsou velmi významným faktorem, neboť přímé zásahy prostřednictvím biopreparátů a dalších povolených přípravků nemusí být tak účinné, popřípadě se jejich efekt projevuje pomaleji.
Z preventivních opatření lze jmenovat následující:

- základem je zdravý ekosystém s dostatečnou biodiverzitou přirozených antagonistů
- antagonisty (přirozené nepřátele škůdců) podpoříme tvorbou úkrytů, refugií, výsevy nektarodárných rostlin a dalšími opatřeními
- podpora biologické aktivity půdy, s cílem zvýšit kondici rostlin a tím i jejich odolnost vůči škodlivým organismům
- výběr odrůd se zřetelem k jejich citlivosti/odolnosti vůči patogenům i škůdcům
- tvarování a řez umožňující snadné ošetřování stromů
- výběr vhodné lokality ve vztahu k potenciálnímu výskytu chorob a škůdců
- eliminace zdrojů škodlivých organismů v okolí sadů

Většinu uvedených preventivních opatření je třeba vnímat jako podpůrná a u mnohých klíčových škůdců a chorob musíme v průběhu sezóny přistoupit k přímým zásahům. Účinnost přípravků kompatibilních s ekologickým režimem pěstování je ve srovnání s konvenčními pesticidy většinou méně razantní a zvládnutí ochrany vyžaduje ještě větší pečlivost, než je běžné v integrované produkci.

V přímé ochraně platí zásady uplatňované v integrované ochraně:

- přesná signalizace založená na sledování teplotních sum spojená s vizuálními kontrolami a sledováním úlovků ve feromonových lapácích
- využívání prahů škodlivosti při zásazích, které umožňují snížit frekvenci aplikací
- upřednostňování přípravků s minimálními vedlejšími účinky na populace přirozených nepřátel

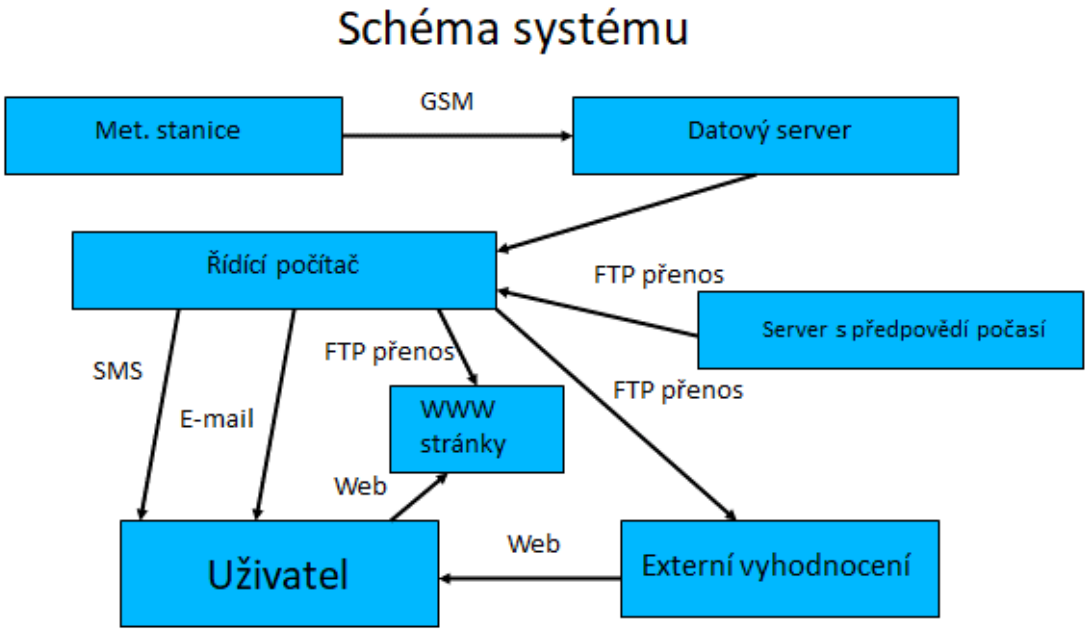
3.1.2 Systémy monitoringu vývoje patogenů a škůdců

Cílem systému pro signalizaci vývoje patogenů a škůdců v ovocných sadech bylo následující:

- Vytvořit co nejhustší síť meteorologických stanic v sadech s přenosem údajů na internet

- Vypracovat fungující systém vyhodnocující meteorologické údaje a v přijatelné formě je předávající uživatelům
- Validovat v našich podmínkách nejrůznější modely na signalizaci vývoje patogenů a škůdců

Na obrázku 1 je uvedeno jedno z možných řešení takového systému. Jeho základem jsou automatické meteorologické stanice, umístěné přímo v ovocných výsadbách, předávajících naměřené hodnoty v pravidelných časových intervalech na datový server. Údaje z této databáze jsou dále vyhodnocovány dalším serverem anebo externím počítačem již k vlastnímu vyhodnocení pomocí nejrůznějších modelů chorob a škůdců. Uživatelům jsou pak dále v nastavených intervalech zasílány výsledky vyhodnocení prostřednictvím emailu, popřípadě ve formě SMS zpráv. Kromě toho jsou tyto informace přenášeny na webové stránky, kde jsou k dispozici dalším uživatelům. Některé modely mohou zpracovávat i údaje o budoucím vývoji některých povětrnostních prvků, k tomuto účelu jsou získávány z digitálních předpovědních modelů pro danou lokalitu. Vlastním zpracováním bylo zjištěno, že údaje o teplotách vzduchu z těchto předpovědních modelů jsou poměrně spolehlivé a dají se využít k prognóze dalšího vývoje zejména teplotních sum v následujících několika dnech (obvykle cca 3 dny), horší je to již s předpovědí srážek. Tam většina modelů má tendenci srážky nadhodnocovat, tj. je předpovídáno více srážek, než kolik jich ve skutečnosti spadne. Pro použití v modelech zejména pak na signalizaci houbových chorob jsou proto tyto údaje již méně vhodné a signalizace na nich založené vykazují větší míru nespolehlivosti. Řídící počítač rovněž umožňuje zpracovávat meteorologické údaje z datového serveru do formátů vhodných pro vyhodnocení dalšími externími programy, pro účely této metodiky je to např. program RIMpro. Takto popsaný systém již téměř 10 let slouží ovocnářům v ČR při jejich nelehké práci.



Obr. 1: Schéma systému pro monitoring vývoje patogenů a škůdců v ovocných sadech

3.1.3 Meteorologické stanice v sadech

Základním pilířem celého systému jsou automatické meteorologické stanice. První meteostanice se začaly používat již v 80. letech minulého století, kdy začaly do našich sadů

pronikat mechanické zapisující přístroje firmy Lufft s elektronickým snímačem orosení listů a záznamem teploty a vlhkosti vzduchu. Počátkem 90. let s dostupností zahraničních součástek začala produkce automatických stanic tuzemské výroby (METEOS 3, MIS, AMET-NOEL). Do nástupu mobilních sítí se meteostanice musely umisťovat v blízkosti počítače, což nebylo ideální z hlediska provádění měření přímo ve výsadbách. Systém meteostanic v sadech vychází z představy, že konečnými uživateli jsou pěstitelé, kteří se starají o pěstování a sklizeň ovoce a neměli by se ve zvýšené míře věnovat meteorologickým měřením a jejich vyhodnocením. Aktuální shrnující informace musí proto dostávat pokud možno co nejsnadněji, aniž by museli strávit nadměrný čas sledováním webových stránek, popřípadě zadáváním nějakých parametrů programů, nainstalovaných v jeho počítači.

Automatické meteorologické stanice s dálkovým přenosem údajů, ať již prostřednictvím GSM sítí, wi-fi sítí apod., představují významný pokrok při sledování povětrnostních podmínek v sadařské provozní praxi, uživateli tak oproti minulosti odpadá značná část práce spojená se získáváním a vyhodnocením těchto údajů. Kromě využití pro fytopatologické účely mohou sloužit aktuální údaje z těchto meteostanic rovněž např. pro sledování teplot v období výskytu jarních mrazíků ve výsadbách.

3.1.4 Veličiny měřené meteostanicemi v sadech

Pro potřeby signalizace chorob a škůdců, monitorování extrémních teplot a popřípadě i měření půdních vlhkostí za účelem optimálního řízení závlahy meteorologickými veličinami v ovocných výsadbách jsou obvykle využívány tyto veličiny měřené meteostanicemi umístěnými přímo ve výsadbách:

- teplota vzduchu: základní veličina, ovlivňující vývoj rostlin, patogenů a škůdců
- vlhkost vzduchu: veličina vstupující do některých modelů na signalizaci houbových chorob
- srážky: veličina důležitá při signalizaci některých chorob, kromě toho poskytuje cenné informace pro agrotechnické operace, vláhovou bilanci půdy a účinnost některých postřiků
- ovlhčení listů: klíčová veličina pro signalizaci houbových chorob
- vlhkost půdy: většina současných sadů je vybavena kapkovou závlahou, měření půdní vlhkosti přímo ve výsadbě umožňuje její efektivní řízení s ohledem na vláhovou potřebu plodin a další zdroje vody
- přízemní teplota
- teplota půdy

3.1.5 Automatické meteorologické stanice MeteoUNI

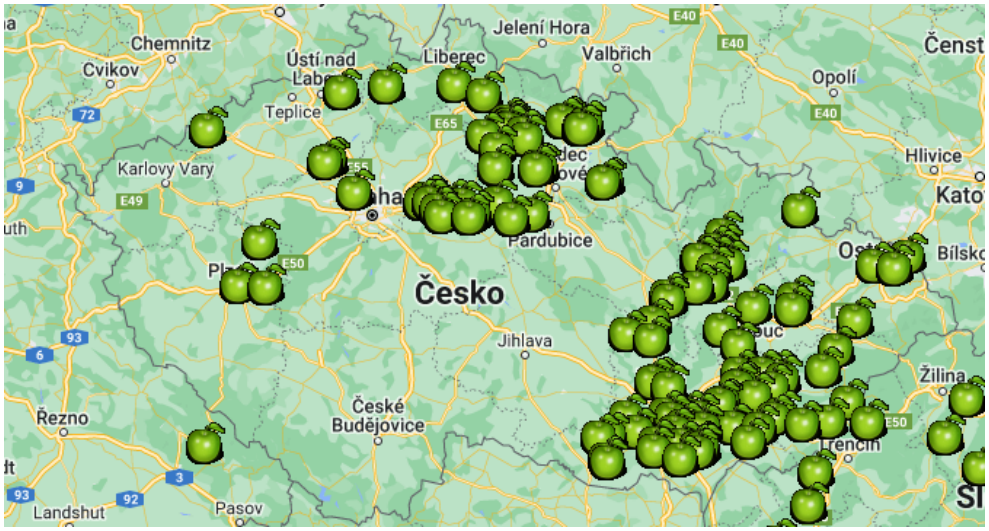
Pravděpodobně nejrozšířenějšími meteorologickými stanicemi ve výsadbách sadů v ČR jsou automatické meteorologické stanice řady MeteoUNI, AMET Velké Bílovice. K jejich masívnímu rozšíření došlo především v roce 2015 a letech následujících, kdy vstoupilo v platnost Nařízení vlády č. 75/2015, ukládající pěstitelům pravidelně zaznamenávat a vyhodnocovat vybrané meteorologické prvky, mezi něž patří teplota a vlhkost vzduchu a ovlhčení listů. Vybavení těchto meteostanic solárními fotovoltaickými panely a dálkovým přenosem prostřednictvím sítě GSM z nich činí vhodný nástroj pro potřeby monitoringu jednotlivých meteorologických prvků s minimálními nároky na údržbu. Tyto stanice je možno na dálku pomocí SMS zpráv anebo E-mailu konfigurovat a měnit např. periodu posílání zpráv, kalibrační konstanty jednotlivých snímačů, seřizovat aktuální čas apod. Pro fungování

popisovaného systému je rozhodující přenos těchto dat na webový server, kde jsou archivována a zobrazována graficky i v číselné podobě a dále pak využívána pro potřeby jednotlivých specializovaných programů.

3.1.6 Systém meteorologických stanic, využití dat

V posledních přibližně deseti letech byl ve větších i menších sadech v ČR a přilehlých krajinách postupně rozmístěn větší počet automatických meteorologických stanic s dálkovým přenosem naměřených hodnot prostřednictvím sítě GSM, měřící výše uvedené veličiny. Jejich rozmístění ke konci roku 2023 je zachyceno na obrázku 3. Z něj je vidět, že podchyceny jsou téměř všechny hlavní ovocnářské oblasti v republice, pouze sady v jižních Čechách nejsou těmito stanicemi pokryty. Praktické příklady umístění těchto stanic jsou na obrázku 2. Preferováno je umístění přímo ve výsadbě, které umožňuje zaznamenávat porostové mikroklima. Zejména délka ovlhčení listů je ovlivněna habitem porostu, orientací řádků ke světovým stranám a převládajícímu směru větru. Umístění snímače vlhkosti půdy do zavlažovaného prostoru umožňuje efektivní řízení závlahy v závislosti na povětrnostních podmínkách, stavu porostu a množství dodané vody v předchozím období.

Obr. 2: Meteostanice umístěné v ovocných výsadbách

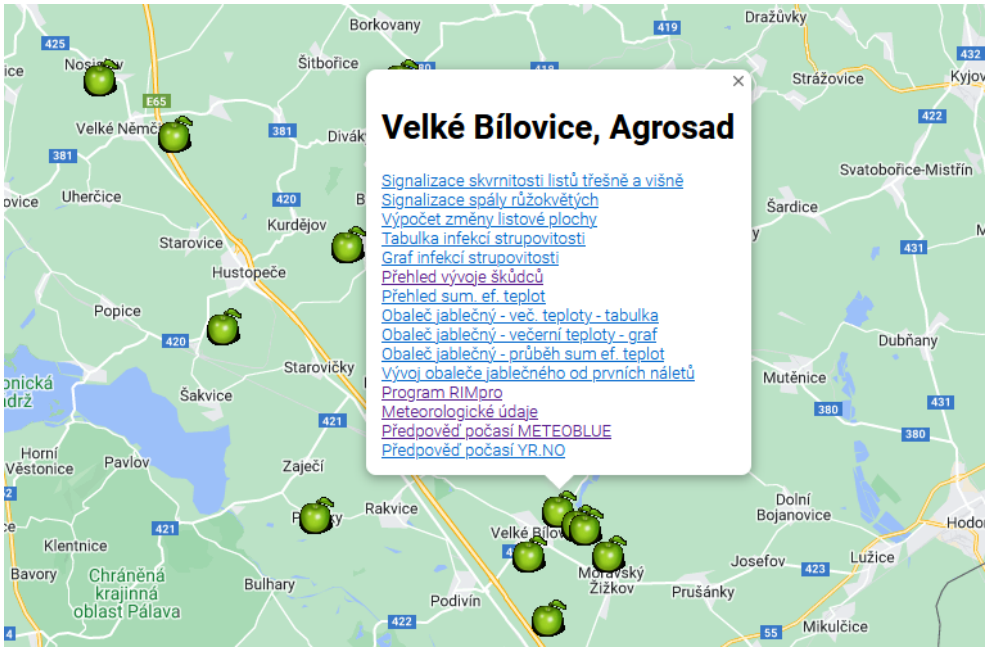


Obr. 3: Aktuální rozmístění meteorologických stanic MeteoUNI v ovocných výsadbách v ČR a přilehlém území

Základní nabídka, dostupná pro každou lokalitu s meteostanicí na webové stránce je následující:

- Signalizace skvrnitosti listů třešně a višně
- Signalizace spály růžokvětých
- Výpočet změny listové plochy
- Tabulka infekcí strupovitosti
- Graf infekcí strupovitosti
- Přehled vývoje škůdců
- Přehled sum ef. teplot
- Obaleč jablečný - večerní teploty - tabulka
- Obaleč jablečný - večerní teploty - graf
- Obaleč jablečný - průběh sum efektivních teplot
- Vývoj obaleče jablečného od prvních náletů
- Program RIMpro
- Meteorologické údaje
- Předpověď počasí METEOBLUE
- Předpověď počasí YR.NO

Nabídka těchto produktů je znázorněna na obrázku 4. Kromě fytopatologických výstupů lze zobrazit i naměřené meteorologické údaje a předpovědi počasí pro danou lokalitu z několika předpovědních serverů.



Obr. 4: Nabídka signalizačních výstupů pro každou meteostanici v sadu

Naměřená meteorologická data lze využít k modelování vývoje škůdců a patogenů.
Signalizace vývoje škůdců a chorob je založena na dvou modelech:

- modelování fenologických fází vývoje škůdců - teplotní sumy
- signalizace infekcí chorob způsobené patogeny - model závislosti mezi délkou ovlhčení a teplotou nutnou pro vznik infekce

3.1.7 Údržba automatických meteostanic

Veškeré systémy popsané v předchozích kapitolách vyžadují k získání správného výsledku správně naměřené údaje jednotlivých meteorologických prvků. Je nutno si uvědomit, že ze špatných údajů nelze získat dobrou signalizaci. Meteostanice jsou označovány jako „automatické“, neznamená to však, že jim není nutno věnovat alespoň nějakou minimální pozornost. Jsou umístěny v přírodním prostředí, které podléhá neustálým změnám a průběžně se mění, čímž současně dochází k ovlivnění měření některých veličin. Názorně to lze dokumentovat obrázkem 5, na němž srážkoměr přerůstají větve sousedního stromu, takže jen velmi malá část srážek dopadá do srážkoměru.

Obr. 5: Srážkoměr přerostlý větvemi okolních stromů

Současně se do srážkoměru dostávají splachy z listů a ucpávají sítko srážkoměru (obr. 6), pokud se srážkoměr pravidelně nekontroluje, stává se vhodným útočištěm zejména vos. Zacpaný anebo zastíněný srážkoměr pak vůbec neměří, popřípadě ukazuje značně zkreslené hodnoty.

Stačí však pouze málo:

- udržovat prostor nad srážkoměrem volný
- pravidelně v závislosti na lokalitě čistit srážkoměr a případně odstraňovat vznikající hnízda vos. Některé lokality (v blízkosti prašných cest apod.) jsou náchylnější na ucpávání srážkoměru, v terénu porostlém vegetací stačí čistit méně často

Další veličinou, jejíž nepřesné měření výrazně ovlivňuje výsledky simulačních modelů na houbové choroby, je ovlhčení listů. Zejména pak tam, kde je použit snímač s filtračním papírkem, je zapotřebí dbát na jeho včasnou výměnou. Základem je vyměnit tento papírek na

začátku vegetačního období, tj. na počátku března, od tohoto data je rovněž požadováno zaznamenávat i ostatní meteorologické veličiny. Po zimě jsou papírky roztrhané a snímače nefungují správně. Frekvence výměny filtračního papírku ve snímači závisí zejména na četnosti a intenzitě srážek, ve srážkově bohatších obdobích dochází rychleji k jeho destrukci. Obvykle stačí papírek měnit 3 – 4 krát za sezónu. Rovněž je nutno občas kontrolovat správnou polohu snímače v koruně stromů, aby byl vždy v přibližně vodorovné poloze filtračním papírkem vzhůru, nikoliv aby visel kolmo dolů, kdy se padající srážky k papírku dostávají obtížněji.

Snímače teploty vzduchu jsou v podstatě bezúdržbové a vyznačují se obvykle dlouhou životností, je však zapotřebí občas kontrolovat správné umístění ve stínítku, popřípadě poškození toto stínítka. Občas se stane, že snímač se ocitne mimo prostor stínítka a je vystaven přímému slunečnímu záření. Na záznamu se to projeví nereálnými hodnotami zejména během slunečných dnů, kdy teplota dosahuje vyšších hodnot než je obvyklé. Takto naměřené údaje nelze použít k sumaci teplot na signalizaci škůdců a ani k signalizaci houbových chorob, kde mají údaje o teplotě vzduchu rovněž svou nezastupitelnou úlohu.

Obr. 6: Ukázka ucpaného srážkoměru a kolonizovaného vosí populací

Údaje o vlhkosti vzduchu jsou důležité zejména při signalizaci houbových chorob. Používané snímače v automatických meteostanicích jsou většinou založeny na kapacitním principu a při vysokých vlhkostech vzduchu dochází k jejich postupné degradaci. Tento proces v závislosti na povětrnostních podmínkách trvá několik let, po jejichž uplynutí je nutno snímač vyměnit. Pro modelování vývoje houbových chorob jsou rozhodující především vysoké vlhkosti vzduchu, příznivé pro jejich rozvoj. Pokud proto při pohledu na záznam průběhu vlhkostí vzduchu z dané meteostanice ani během deštivých period se hodnoty relativní vlhkosti vzduchu nepřibližují k hranici 100 %, je nutno tento snímač vyměnit. Naopak pokud hodnoty v letním období za slunečných dnů neklesají pod hodnotu 60 – 70 % a drží se trvale na vyšších

hodnotách, je to rovněž neklamnou známkou nefunkčnosti snímače. I u snímače vlhkosti vzduchu je nutno dbát na jeho správné umístění ve funkčním, nikoliv rozpadlém stínítku.

Meteostanice nejsou trpěným rušivým elementem ve výsadbách, ale cenným pomocníkem ovocnáře a zdrojem užitečných informací, proto je nutno se k nim i takto chovat a věnovat jim alespoň minimální pozornost. Tím, že fungují automaticky i bez přítomnosti obsluhy, dochází k tomu, že se na ně zapomíná a v extrémních případech některé prvky neměří vůbec, případně zkresleně.

3.2 Signalizace vývoje patogenů a škůdců

Základní a nejčastěji používanou metodou pro modelování vývoje patogenů a škůdců jsou teplotní sumy. Vychází se ze skutečnosti, že u organismů bez aktivního teplotního regulačního mechanismu je jejich enzymatická aktivita podřízena teplotám okolí. V určitém rozmezí nízkých teplot probíhá pouze bazální metabolismus, avšak při jejich nárůstu se enzymatická aktivita začíná zvyšovat a je v daném intervalu teplot přibližně lineární. Pod pojmem suma teplot se rozumí buď součet průměrných denních teplot nad zvolenou hranicí, označovanou většinou jako spodní práh vývoje (SPV), někdy též jako biologická nula nebo biologické minimum. Teplotní sumy získané výpočtem průměrných denních teplot nad spodní práh vývoje se označují jako sumy aktivních teplot (SAT). Pokud se sčítají pouze kladné rozdíly od prahové teploty, jedná se o sumy efektivních teplot (SET) za určité období (např. od 1. ledna nebo 1. března daného roku). Lepší představu o jednotlivých pojmech poskytuje uvedený příklad v tabulce 1 pro prahovou teplotu 5 °C.

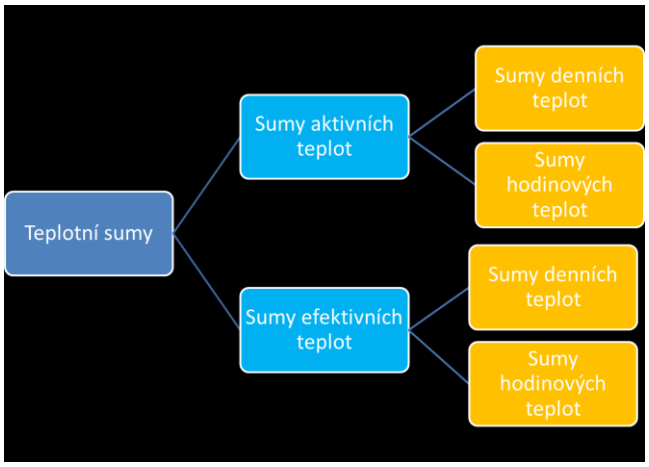
Tabulka 1: Ukázka stanovení teplotních sum pro prahovou teplotu 5 °C

prům. denní teplota	6,8	4,6	7,2	10,5	5,8	3,5	suma
aktivní teplota	6,8	0,0	7,2	10,5	5,8	0,0	30,3
efektivní teplota	1,8	0,0	2,2	5,5	0,8	0,0	10,3

Za hodnotu biologického minima se považuje taková teplota, při jejímž podkročení určitý druh škůdce zastavuje své životní pochody. Tato hodnota se liší druh od druhu, může se lišit i pro různá vývojová stadia jednoho druhu. Pro většinu škůdců se hodnota biologické nuly pohybuje v rozmezí od 5 do 10 °C.

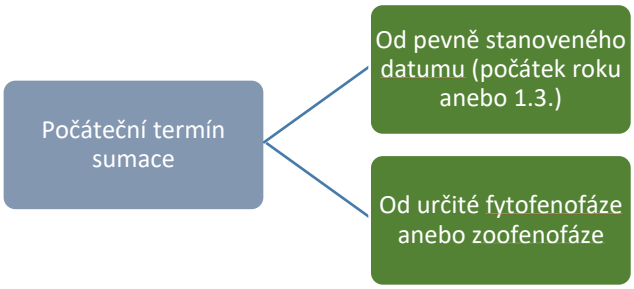
Dílčí časový interval, se kterým ve výpočtu pracujeme, je denní nebo hodinový. Výpočet sumy hodinových stupňů je stejný jako pro denní stupně, s tím rozdílem, že se místo průměrných denních teplot používají průměrné hodinové teploty. Hodinově stanovené SET jsou přesnější, avšak vyžadují automatické meteostanice s častějším záznamem meteorologických prvků, nejlépe vybavené přenosem dat na server. Na obrázku 7 je názorně zobrazeno dělení teplotních sum.

Pro správnou signalizaci vhodného termínu ošetření proti danému škůdci je zapotřebí tudíž znát jak hodnotu biologické nuly, tak i potřebnou sumu denních anebo hodinových teplot nad touto hranicí. V práci Litschmann a kol. (2019) je uveden praktický příklad tohoto stanovení na příkladu pilatky jablečné (*Hoplocampa testudinea*), kdy se podařilo sestavit poměrně přesný model na signalizaci vhodného termínu ošetření proti tomuto škůdci. Pro vytvoření podobných modelů je však zapotřebí mít dostatečně dlouhé fenologické záznamy včetně naměřených teplotních údajů ze stejné lokality.



Obr. 7: Rozdělení teplotních sum

Výpočet sum teplot začíná většinou od pevně stanoveného data, nejčastěji to bývá počátek roku. U některých škůdců se ještě uvažoval termín 1. března, avšak se změnou klimatu v posledních letech s převahou mírných zim začíná vývoj hmyzích škůdců již před tímto datem a modely založené na sumaci od 1. března poskytovaly výsledky značně odlišné od skutečnosti. Ukázalo se to např. na modelování vývoje květopase jabloňového (*Anthonomus pomorum*), kdy při stanovení počátku sumace od 1. ledna se dosahovalo daleko lepších výsledků než od původně uváděného 1. března. Modifikací jsou biologicky datované sumy efektivních teplot (BSET), u nichž se efektivní teploty začínají sčítat od termínu dosažení určitého fenologického úkazu (tzv. biofix), např. prvního úlovku do feromonového lapáku, nakladení vajíček, zakuklení housenek atd. (obrázek 8). Dochází tak ke zpřesnění signalizací zejména u škůdců, jejichž počáteční vývoj probíhá za jiných teplotních podmínek, než jsou teploty vzduchu naměřené v dané lokalitě. Této metody je použito např. při přesnější signalizaci obaleče jablečného (*Cydia pomonella*) od prvních náletů do feromonových lapáků, s úspěchem je používána u štítenky zhoubné (*Quadraspidiotus perniciosus*), rovněž od prvních náletů. Nevýhodou sumace od určitého termínu je potřeba zpětné vazby přímo z terénu, kdy je nutno zaznamenávat potřebné fenologické údaje škůdce a zadávat je do systému.



Obr. 8: Termíny počátku načítání teplot

V nabídce systému se pod položkou „Přehled vývoje škůdců“ nalézá sumátor efektivních teplot pro škůdce, u nichž bylo možno z literatury zjistit, popřípadě na základě údajů z terénu ověřit pro naše podmínky, hodnoty prahových teplot a potřebné sumy teplot k dosažení signalizovaných vývojových fází. Jeho ukázka je na obrázku 9. Je prakticky rozčleněn na 3 části, kdy v horní části je uveden přehled vývojových stádií škůdců, jejichž dosažení se čeká v nejbližší době, v prostřední části je stručný přehled již dosažených teplotních sum nad vybranými prahovými hodnotami od počátku roku a ve spodní třetí části jsou uvedena stádia

škůdců, která již byla dosažena. Uživatel tak má přehled, kteří škůdci se budou v nejbližší době vyskytovat a na jejichž sledování jejich skutečného výskytu ve výsadbách je nutno se v nejbližší době zaměřit.

Modelování vývoje škůdců

Stanice: "VŠUO - Kamenec"

k termínu: 5. 5.2023 0 hod.

Přehled teplotních sum pro jednotlivá vývojová stádia škůdců u nichž aktuální hodnota tepl. sumy je od 50 do 100 %

Škodlivý činitel	latinsky	vývojové stádium	skut. suma [°C]	nast. suma [°C]	% vývoje
Klíněnka jabloňová	*Phyllonorycter blancardella*	počátek letu motýlů přez.	79.	125.	63.
Klíněnka jabloňová	*Phyllonorycter blancardella*	počátek kladení vajíček 1.g	79.	125.	63.
Květopas jabloňový	*Anthonomus pomorum*	výskyt 1.imág (nové generace)	220.	387.	57.
Mera skvrnitá	*Cacopsylla pyri*	vrchol kladení vaj. 2. gen.	380.	600.	63.
Mšice broskvoňová	*Myzus persicae*	1.kontrola	342.	530.	65.
Obaleč jablečný	*Cydia pomonella*	zavěšení fer. lapáků	1340.	2000.	67.
Obaleč jablečný	*Cydia pomonella*	vyvěšení ferom. lapáků (DS)	35.	50.	70.
Obaleč východní	*Cydia molesta*	počátek letu motýlů 1. gen.	35.	55.	63.
Pilatka jablečná	*Hoplocampa testudinea*	počátek letu	4945.	5420.	91.
Pilatka jablečná	*Hoplocampa testudinea*	vrchol letu	4945.	6240.	79.
Pilatka jablečná	*Hoplocampa testudinea*	50 % vajíček ve stádiu červené oči DS	282.	320.	88.
Pilatka jablečná	*Hoplocampa testudinea*	50 % vajíček ve stádiu červené oči HS	5829.	6900.	84.
Pilatka švestková	*Hoplocampa minuta*	larvicidní ošetření	1367.	1650.	83.
Sviluška ovocná	*Panonychus ulmi*	konec líhnutí larev	220.	228.	97.
Sviluška ovocná	*Panonychus ulmi*	Konec líhnutí larev	79.	120.	66.
Sviluška ovocná	*Panonychus ulmi*	konec líhnutí larev (Kneifl)	1367.	1700.	80.
Štítenka zhoubná	*podle Pultara*	larva citlivá na ošetření olejem	105.	200.	52.
Škodlivý činitel	**latinsky**	**vývojové stádium**	**skut. suma [°C]**	**nast. suma [°C]**	**% vývoje**

Sumy ef. teplot nad vybranými prahovými hodnotami od počátku roku

Charakteristika	dosažená suma [°C]
Denní SET 0 od 1.1.	623.
Denní SET 5 od 1.1.	220.
Denní SET 8 od 1.1.	79.
Denní SET10 od 1.1.	35.
Hodinové SET 0 od 1.1.	15353.
Hodinové SET 5 od 1.1.	5829.
Hodinové SET 8 od 1.1.	2615.
Hodinové SET10 od 1.1.	1367.
Charakteristika	**dosažená suma [°C]**

Přehled škůdců a chorob, u kterých již byla překročena nastavená suma teplot

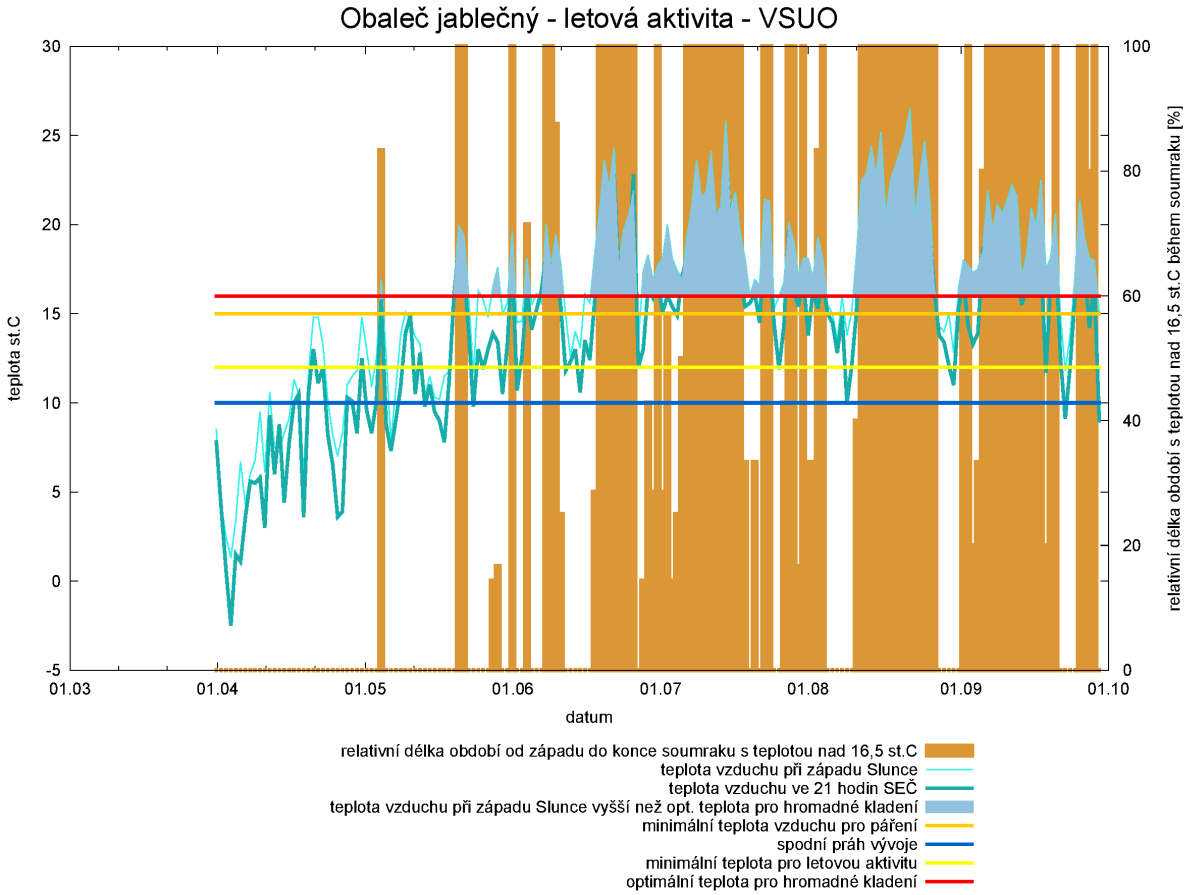
škodlivý činitel	latinsky	stádium vývoje	dosažená suma	nastavená suma	%	ke dni:
Květopas jabloňový	*Anthonomus pomorum*	1. výskyt brouků	1561.	1560.	100.	21. 3.
Květopas jabloňový	*Anthonomus pomorum*	počátek klad. vaj.	1631.	1630.	100.	22. 3.
Květopas jabloňový	*Anthonomus pomorum*	výskyt 1. larev	87.	86.	101.	31. 3.
Mera skvrnitá	*Cacopsylla pyri*	vrchol kladení vaj. 1. gen.	201.	200.	101.	10. 4.
Mšice	*Aphidoidea*	počátek líhnutí nymf	76.	68.	111.	24. 3.
Mšice	*Aphidoidea*	maximum líhnutí nymf	92.	91.	101.	2. 4.

Obr. 9: Ukázka z výstupu „Přehled vývoje škůdců“

U škůdců je termín ošetření většinou sladěn s vývojovými stádii nejcitlivějšími k přípravkům (často L1), kde se efektivně uplatňuje většina larvicidů. Někdy ale zasahujeme proti dospělcům (květopas, zobonosky), nymfám v kterémkoli stádiu (mšice) nebo vajíčkům (přezimující škůdci, ovicidní zásahy proti obalečům). V případě obaleče jablečného je nabídka signalizací rozšířena ještě o sledování teplot vzduchu v období západu slunce, kdy může docházet k ovipozici. V některých letech bylo zaznamenáno, že po výletu a páření motýlů začátkem května nastalo ochlazení, během nějž se teploty při západu slunce pohybovaly pod 16,5 °C, tato hodnota je uváděna jako limitující pro kladení vajíček obaleče (obrázek 10). Za těchto situací došlo k vykladení až po dosažení této hodnoty, což oddálilo ovipozici i o několik týdnů, kdy byla zaznamenána první vajíčka a od tohoto okamžiku je možno začít sumovat efektivní teploty potřebné pro líhnutí housenek. K tomu může uživateli sloužit další nabídka systému, „Přehled sum efektivních teplot“ (obrázek 11). V této tabulce jsou uvedeny dosažené sumy efektivních teplot pro vybrané prahové hodnoty, a to jak pro denní, tak i hodinové stupně. Uživatel tak má přehled o již dosažených sumách a může stanovit termín, kdy dojde k dosažení sumy potřebné pro provedení zásahu.

Nejen u hmyzu, ale též i u rostlin je jejich vývoj do značné míry ovlivněn teplotou okolního prostředí. V průběhu několikaletého výzkumu byla stanovena závislost mezi sumou teplot a vývojem listové plochy u jabloní, v nabídce systému je pod položkou „Výpočet změn listové plochy“ (obrázek 12) přístupný kalkulátor pro výpočet těchto změn na základě přírůstku teplotní sumy mezi dvěma daty. To poskytuje uživateli informaci o nárůstu plochy listů nekryté postřikem od posledního termínu ošetření, zejména pak proti strupovitosti jabloní.

Přestože výměra broskvoní v našich intenzívních sadech v současné době zabírá minimální plochu, o to více se pěstují v příhodných podmínkách u malopěstitelů. S ohledem na velkou variabilitu teplotních podmínek na začátku roku byl pro ně vypracován program sčítající aktivní teploty nad 7°C od počátku roku a doporučující vhodný termín ošetření proti kadeřavosti broskvoní. V tomto případě se vychází ze známého trojúhelníku choroby „patogen – rostlina – prostředí“ a nemodeluje se životní cyklus patogenu, ale rostliny, která je nejnáchylnější k infekci v období počátku rašení, jež právě velmi úzce souvisí s teplotními podmínkami okolního prostředí. Na webových stránkách jsou proto každodenně aktualizovány hodnoty této sumy pro požadované lokality včetně jejich předpovědi na následující 3 dny, k čemuž jsou používány bezplatně dostupné informace ze serveru YR.NO.



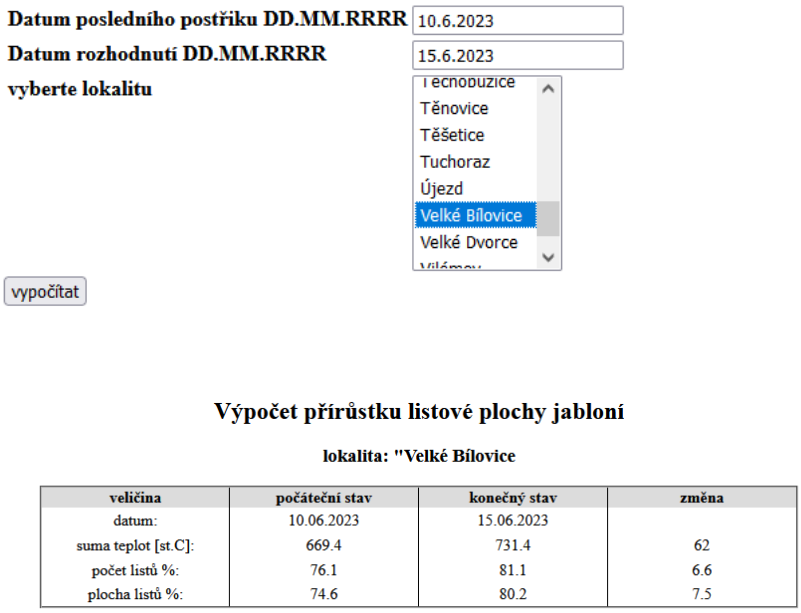
Obr. 10: Ukázka výstupu s přehledem večerních teplot vhodných pro kladení vajíček obaleče jablečného

Přehled sum efektivních teplot pro jednotlivé dny

Stanice: "VŠUO - Kamenec"

Datum	hodinové stupně [°C]			denní stupně [°C]			SAT7 [°C]	denní teplota [°C]
	nad 0 °C	nad 5 °C	nad 10 °C	nad 0 °C	nad 5 °C	nad 10 °C		
1.01.2023	213.1	98.1	14.9	9.3	4.3	0.0	190.6	9.3
2.01.2023	399.9	164.9	18.1	17.0	7.0	0.0	325.5	7.8
3.01.2023	509.4	183.3	18.1	21.6	7.0	0.0	356.7	4.6
4.01.2023	562.5	185.5	18.1	23.3	7.0	0.0	356.7	1.7
5.01.2023	758.4	263.3	18.1	31.5	10.2	0.0	532.5	8.2
6.01.2023	867.2	274.0	18.1	36.0	10.2	0.0	532.5	4.5
7.01.2023	1006.8	302.2	18.1	41.9	11.0	0.0	584.0	5.8
8.01.2023	1116.0	303.4	18.1	46.4	11.0	0.0	584.0	4.6
9.01.2023	1209.3	303.5	18.1	50.3	11.0	0.0	584.0	3.9
10.01.2023	1298.0	307.9	18.1	54.0	11.0	0.0	584.0	3.7
11.01.2023	1352.8	307.9	18.1	56.3	11.0	0.0	584.0	2.3
12.01.2023	1469.8	328.5	18.1	61.1	11.0	0.0	608.7	4.9
13.01.2023	1632.9	373.2	18.1	67.9	12.8	0.0	684.4	6.8
14.01.2023	1759.0	389.0	18.1	73.2	13.1	0.0	714.6	5.3
15.01.2023	1901.1	415.6	18.1	79.1	14.0	0.0	758.9	5.9
16.01.2023	1968.1	418.0	18.1	81.9	14.0	0.0	758.9	2.8
17.01.2023	2022.9	418.0	18.1	84.2	14.0	0.0	758.9	2.3

Obr. 11: Přehled sum efektivních teplot pro jednotlivé dny



veličina	počáteční stav	konečný stav	změna
datum:	10.06.2023	15.06.2023	
suma teplot [st.C]:	669.4	731.4	62
počet listů %:	76.1	81.1	6.6
plocha listů %:	74.6	80.2	7.5

Obr. 12: Ukázka výpočtu změn listové plochy u jabloní v průběhu vegetace

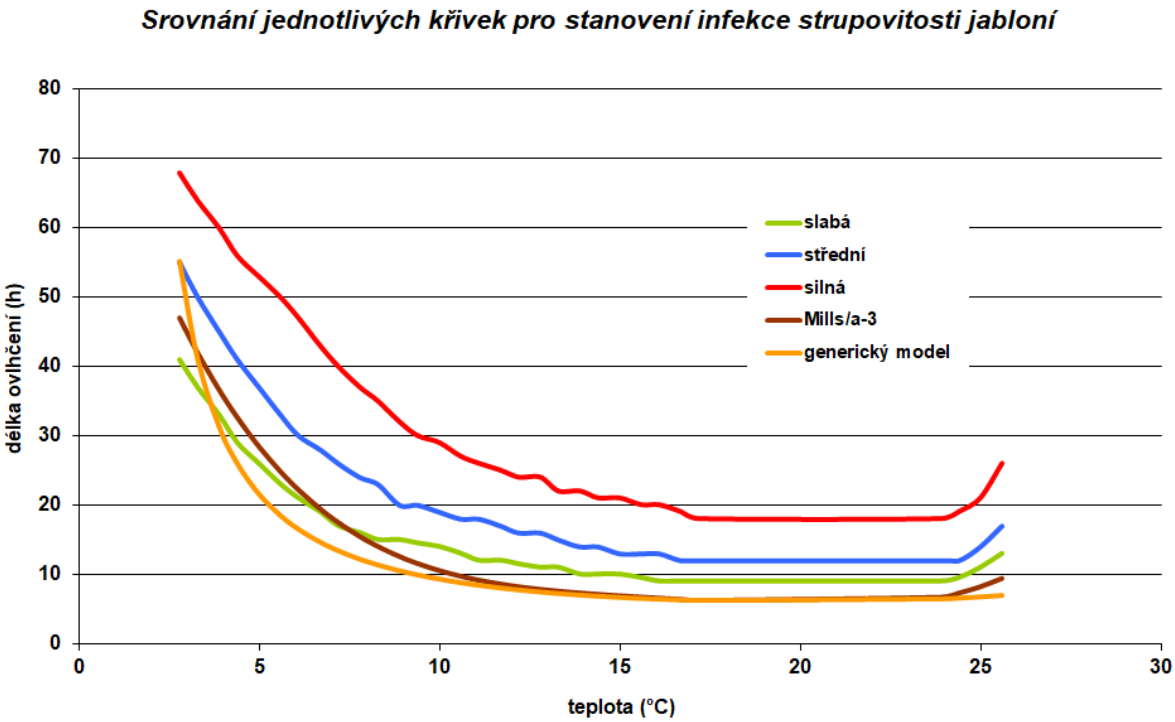
V ochraně proti patogenům převažuje systém preventivních aplikací, jejichž cílem je zabránit infekci. Kurativní (léčebná) opatření jsou méně spolehlivá.

Pro signalizaci houbových chorob v ovocnářství se většinou využívá závislosti infekcí na teplotě a délce ovlhčení listů, popřípadě na vlhkosti vzduchu. K tomu, aby askospory vyklíčily a vyvolaly infekci strupovitosti je zapotřebí určitá délka ovlhčení listů. Touto problematikou se zabýval již od třicátých let dvacátého století na území USA Mills, který stanovil závislost mezi teplotou vzduchu, délkou trvání ovlhčení listů a vznikem infekce, popřípadě její intenzitou.

Jím stanovené závislosti jsou v podstatě používány se zpřesňujícími změnami dodnes a jsou základem většiny programů na signalizaci splnění podmínek pro infekci strupovitosti jabloní. V literatuře se tak lze setkat s různými variantami tzv. Millsovy tabulky, udávajícími závislost mezi délkou ovlhčení listů, průměrnou teplotou vzduchu během doby ovlhčení a intenzitou infekce. Tyto tabulky jsou ovocnářům velmi dobře známy a většinou dovedou infekce ručně podle nich vyhodnotit. Mills rozdělil v závislosti na kombinaci těchto prvků infekce na slabé, střední a silné, přičemž, jak uvádějí ve své práci MacHardy a Gadoury (1989), neobjasnil, na základě jakých skutečností přiřadil jednotlivé kombinace teploty a vlhkosti intenzitám infekce. Proto tito autoři sestrojili vlastní křivku, představující hraniční podmínku pro vznik infekce. Jsou-li splněny minimální meteorologické podmínky, předpokládá se, že k infekci došlo. Jak uvádí Juroch (2010), intenzita infekce závisí na:

- aktuálním množství dostupných askospor
- velikosti exponovaných pletiv hostitele
- citlivosti exponovaných pletiv k infekci
- současná přítomnost či absence sekundárního inokula (askospor společně s konidiemi)
- trvání vhodných meteorologických podmínek i po splnění minimálních podmínek (doba ovlhčení)

Na obrázku 13 jsou vyneseny jednotlivé křivky závislosti teploty vzduchu a ovlhčení listů stanovené Millsem pro jednotlivé síly infekce a jejich porovnání s křivkou Mills/a – 3 navrhovanou MacHardym a Gadourym (1989). Nově navržená křivka při nižších teplotách vyžaduje delší dobu ovlhčení pro vznik infekce, naopak při vyšších teplotách infekci vyvolá i kratší doba ovlhčení listů.



Obr. 13: Srovnání jednotlivých křivek pro stanovení infekce strupovitosti jabloní

Na rozdíl od dosud běžně používaného členění na slabou, střední a silnou infekci je v popisovaném automatizovaném systému použita pouze jedna křivka, Mills/a – 3. Pokud kombinace délky ovlhčení listů a teploty vzduchu dosáhne hodnoty udávané touto křivkou, předpokládá se, že byly splněny podmínky pro vznik infekce. Index, který je signalizován, je stanoven podle vztahu:

Iv = (OLskut/OLmin) x 100 (%)

kde OLskut – skutečná délka ovlhčení listů

Z tohoto vztahu vyplývá, že tento index má hodnotu 100 % v okamžiku, kdy skutečná délka trvání ovlhčení listů se rovná délce trvání za daných teplotních podmínek potřebné pro vznik infekce. Pokud je tato hodnota nižší, podmínky splněny nebyly. Podle dřívějšího členění hodnota 100 % odpovídá přibližně podmínkám pro vznik slabé infekce. Z porovnání jednotlivých křivek na obrázku 13 lze odvodit, že při teplotách nad 10 °C velikost indexu kolem 200 % přibližně odpovídá střední a 300 % silné infekci. Při nižších teplotách se tato procenta snižují, např. při průměrné teplotě 5 °C dochází ke střední infekci již při velikosti indexu 130 %, k silné při 190 %.

Na začátku vegetačního období je důležité nejprve předpovědět termín zralosti askospor, tj. datum, od kterého se začínají uvolňovat askospory v takovém množství, aby byly za příhodných podmínek schopny vyvolat infekci. Touto problematikou se v minulosti zabýval Juroch (2010) a stanovil a v praxi ověřil podmínku, že ke zralosti a uvolňování askospor

dochází po dosažení sumy efektivních teplot 300 °C nad 0 °C od 1.1. daného roku. Tato informace je zahrnuta ve výstupu sumátoru (Modelování výskytu škůdců), přestože tam tematicky nepatří, ale výpočet je shodný jako pro škůdce.

Na obrázku 14 je ukázka výstupu signalizace splnění podmínek pro vznik infekce strupovitosti jabloní na základě výše uvedeného vztahu. V hlavičce je uveden aktuální stav posledního ovlhčení, tj. kdy k ovlhčení došlo, jak dlouho již trvá a pokud již skončilo, kolik hodin uplynulo a jaké hodnoty indexu bylo dosaženo. Pokud hodnota indexu dosáhla alespoň 80 %, je tato infekce zahrnuta do Přehledu již ukončených infekcí, kde jsou uvedeny její základní parametry včetně předpokládaného konce inkubační doby. V případě projevu choroby na stromech lze tak dosledovat, která infekce je způsobila a posoudit, kde se mohla stát chyba. Obdobného postupu, pouze s pozměněnými parametry, je použito i při signalizaci skvrnitosti listů u třešní a višní, způsobených houbou *Blumeriella jaapii*. Lze předpokládat, že vhodnou úpravou parametrů na základě dalších výzkumů lze tuto metodu použít i pro jiné houbové choroby.

Signalizace strupovitosti jabloní

Stanice: "VŠUO - Kamenec"

Poslední infekce strupovitosti jabloní:

stav k: 15.06. 8:00

počátek: 13.06. 14:45

od ukončení uplynulo: 33.0 hodin,

index: 93.%

Přehled již ukončených infekcí

počátek		konec		průměrná teplota [°C]	délka ovlhčení [hod]	kritická délka [hod]	index [%]	konec ink. doby
datum	čas	datum	čas					
8.03.2023	5:00	10.03.	12:03	5.4	55.0	25.7	213.7	23.03.
12.03.2023	21:00	13.03.	20:03	6.7	23.0	19.3	119.4	27.03.
19.03.2023	19:00	20.03.	10:04	6.9	15.0	18.8	80.0	3.04.
20.03.2023	15:45	21.03.	11:04	8.1	19.0	14.5	131.2	4.04.
24.03.2023	3:15	24.03.	11:04	12.5	8.0	8.1	99.2	9.04.
24.03.2023	18:30	25.03.	12:04	8.2	18.0	14.3	126.2	9.04.
29.03.2023	18:45	2.04.	10:04	7.7	87.0	15.7	553.5	14.04.
9.04.2023	11:30	10.04.	10:04	7.2	23.0	17.5	131.5	23.04.
11.04.2023	9:00	12.04.	12:04	4.6	27.0	31.4	85.9	25.04.
13.04.2023	0:45	13.04.	15:04	7.9	14.0	15.1	92.9	27.04.
13.04.2023	20:00	15.04.	9:04	7.0	37.0	18.1	204.4	27.04.
16.04.2023	13:30	17.04.	12:04	9.0	23.0	12.3	186.5	29.04.
23.04.2023	14:00	25.04.	7:05	11.1	41.0	9.2	446.9	6.05.
29.04.2023	5:45	29.04.	15:05	13.4	9.0	7.6	119.2	11.05.
14.05.2023	17:30	16.05.	8:05	11.1	38.0	9.1	415.6	24.05.
16.05.2023	14:30	17.05.	11:05	10.5	20.0	9.8	203.9	26.05.
23.05.2023	8:00	23.05.	14:06	17.6	6.0	6.2	96.9	2.06.
5.06.2023	20:00	7.06.	4:06	15.7	32.0	6.7	476.0	13.06.
7.06.2023	19:45	8.06.	4:06	15.4	8.0	6.8	117.3	16.06.
13.06.2023	14:45	13.06.	22:06	13.5	7.0	7.5	93.1	26.06.

Obr. 14: Ukázka signalizace strupovitosti jabloní

Distribuce výsledků uživatelům

Výše uvedené signalizační výstupy jsou zpracovávány nejméně jednou denně v ranních hodinách, avšak během vegetačního období jsou aktualizovány ještě v poledních a odpoledních hodinách a výsledky jsou uživatelům distribuovány těmito způsoby:

- E-mailem: nejčastější způsob, který poskytuje podrobný přehled o vývoji vybraných chorob a škůdců na dané lokalitě, včetně vysvětlujících informací. Poskytované údaje jsou v grafické i tabelární formě. E-maily jsou zasílány uživatelům, kteří o ně projevili zájem.
- SMS zprávou: aktuální informace o stavu škodlivých činitelů lze předávat i prostřednictvím mobilního telefonu, sadař má tak k dispozici podklady pro koordinování své další činnosti, aniž by musel zapínat počítač a prohlížet E-mail, popřípadě webové stránky. S rozšířením tzv. „chytrých" telefonů již tento způsob přenosu informací není příliš využíván, jelikož lze na nich sledovat i emaily, poskytující více informací.
- Aktualizací webových stránek: uživatelé, kteří nemají zájem dostávat E-maily anebo SMS zprávy mohou sledovat signalizaci škodlivých činitelů na webových stránkách, které jsou pravidelně, nejméně jednou denně, aktualizovány. Podle svých potřeb tak mohou získávat informace pro jednotlivé lokality a plošně navzájem porovnávat. Tyto webové stránky na odkazu http://www.amet.cz/chorskud.htm jsou přístupné všem zájemcům. Majitelé meteostanic, kteří si nepřejí zveřejnění, nejsou na této stránce uvedeni.

Na rozdíl od jiných systémů (např. RIMpro) je tento systém k dispozici všem zájemcům zdarma, majitelé jednotlivých meteostanic si platí pouze jejich provoz, tj. přenos dat přes sítě GSM a používání datového serveru.

3.3 Modely vývoje chorob a škůdců platformy RIMpro

Pro signalizaci vývoje škůdců a infekcí patogenů se ve světě používá několik modelů. V Evropě je v současné době nejvíce rozšířená platforma RIMpro (https://rimpro.cloud), která je stále vyvíjena a zdokonalována.

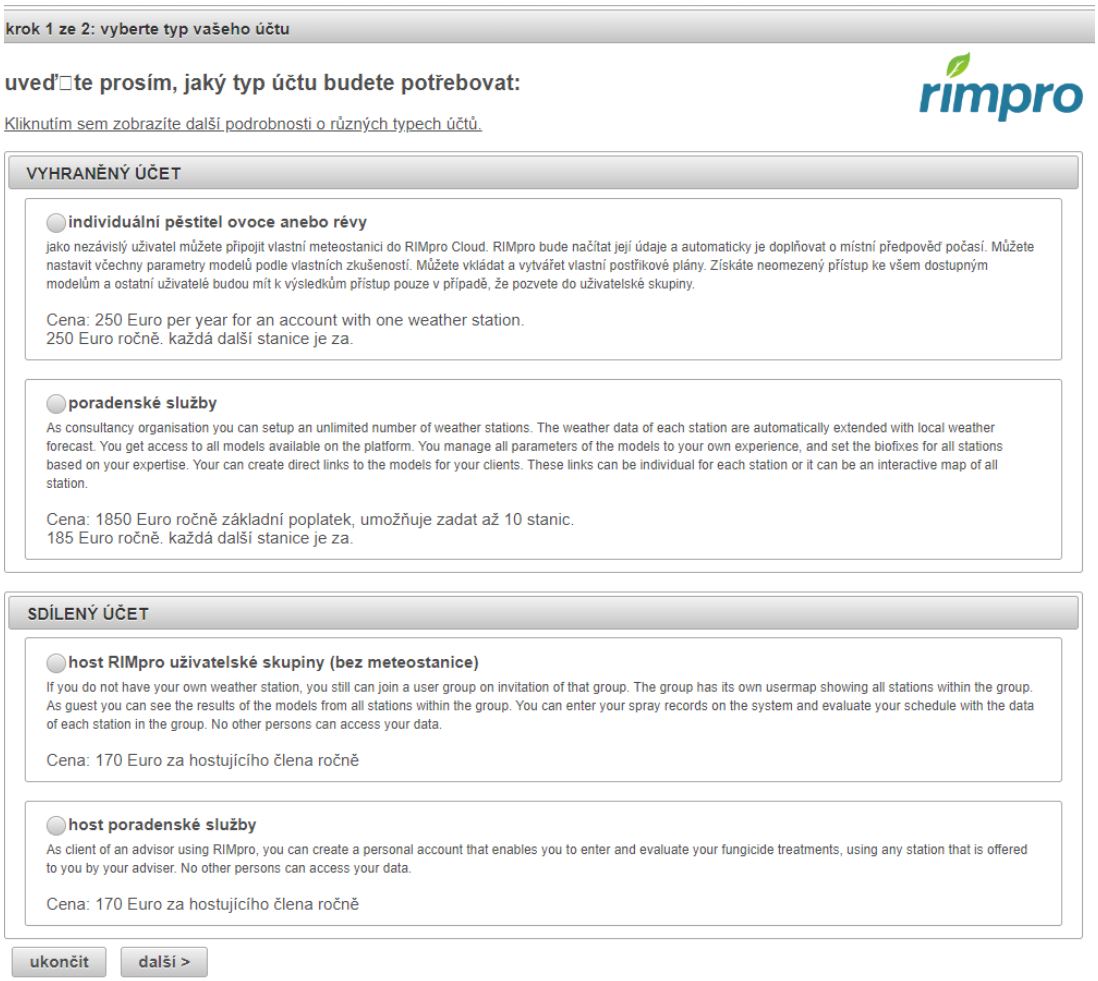
RIMpro byl vyvinut v 90. letech Marcem Trapmanem pro signalizaci infekcí strupovitosti jabloně v sadech. Nyní platforma RIMpro nabízí modely vývoje škůdců a chorob pro všechny klíčové škůdce a choroby v produkci ovoce a vinných hroznů. RIMpro se stává podpůrným rozhodovacím systémem (Decision support system; DSS) umožňujícím vyhodnotit riziko poškození škůdci a chorobami. RIMpro převzala v lednu 2021 francouzská skupina Albatros. Modely jsou průběžně vyvíjeny a testovány ve spolupráci s vědci, konzultanty a pěstiteli v pěstitelských oblastech v různých klimatických podmínkách. Nové vědecké poznatky, praktické zkušenosti a zpětná vazba od uživatelů pomáhají zlepšovat stávající modely a vyvíjet modely nové. V posledních letech byly přidány např. modely pro signalizaci infekcí pro sazovitost jabloně (*Sooty blotch*), rakovinu jabloně (*Nectria galligena*), skvrnitost listů třešně a višně (*Blumeriela jaapii*) a skvrnitost listů jabloně (*Marssonina coronaria*). Tyto modely jsou ověřovány pro podmínky v ČR, případně je prováděna korekce pro klimatické podmínky střední Evropy**.** Pro snadnější používání českými pěstiteli je platforma přeložena do českého jazyka, nově přidané modely jsou průběžně překládány.

Přihlášení do platformy RIMpro Cloud

Přihlášení je možné jako individuální pěstitel nebo poradenská organizace, případně jako host skupiny uživatelů nebo poradenské organizace (obrázek 15).

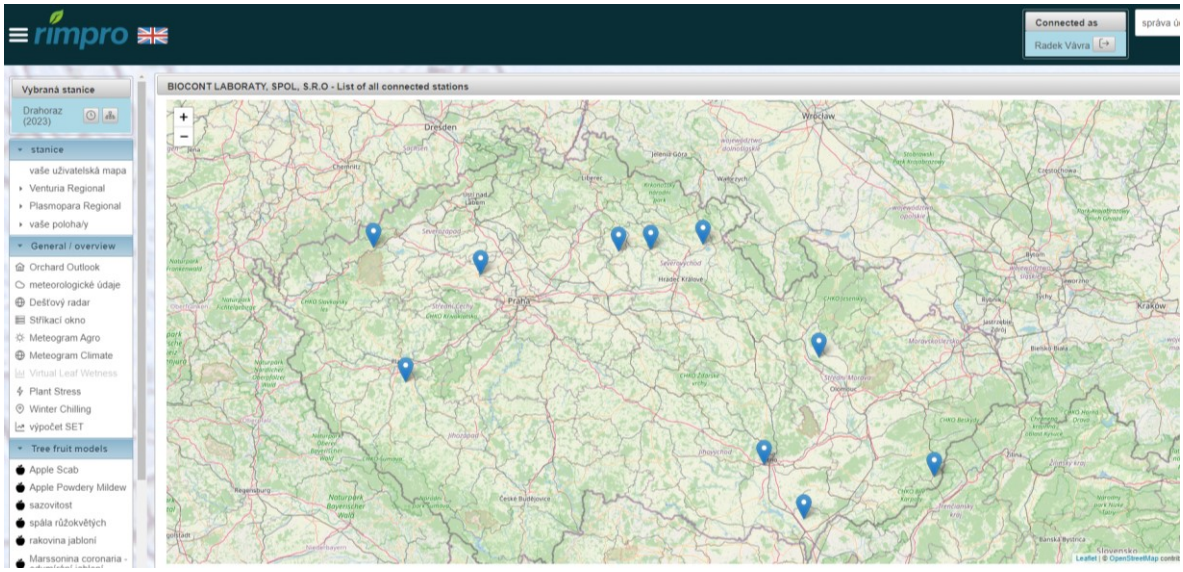
V současné době individuální pěstitel získá přístup za poplatek 250 € / rok (platné pro rok 2023). Takto může pěstitel jako nezávislý uživatel připojit vlastní meteostanici do RIMpro Cloud, budou načítány její údaje a automaticky doplňovány o místní předpověď počasí. Je možnost připojit do platformy více meteostanic, připojení další meteostanice je za poplatek 250€ / rok (platné pro rok 2023). Uživatel může nastavit všechny parametry modelů (nastavení biofix apod.) podle vlastních potřeb. Může vkládat a vytvářet vlastní postřikové plány. Získá neomezený přístup ke všem dostupným modelům a ostatní uživatelé budou mít k výsledkům přístup pouze v případě, že budou pozváni do uživatelské skupiny. Přístup jako host skupiny uživatelů je za poplatek 170 € za hostujícího člena ročně (platné pro rok 2023).

Poradenská organizace může přihlásit v současné době do platformy až 10 meteostanic za poplatek 1850 € / rok s možností přidat další stanice za poplatek 185 € / rok (platné pro rok 2023). Údaje o počasí z každé stanice jsou automaticky rozšířeny o místní předpověď počasí. Přístup je ke všem modelům dostupným na platformě. Všechny parametry modelů (biofixy apod.) je možno nastavovat podle vlastních potřeb. Je možnost vytvářet přímé odkazy na modely pro své klienty. Tyto odkazy mohou být individuální pro každou stanici nebo to může být přes interaktivní mapu všech stanic (obrázek 16). Přístup jako host poradenské organizace je za poplatek 170 € za hostujícího člena ročně (platné pro rok 2023).



Obr. 15: Ukázka webové stránky pro přihlášení

Zdarma je v modelech používána předpověď z norského serveru yr.no. Za poplatek 50 Euro za stanici a rok (platné pro rok 2023) je možno používat meteorologická data švýcarské firmy Meteoblue.



Obr. 16: Ukázka interaktivní mapy s meteostanicemi poradenské organizace

3.3.1 Všeobecné modely

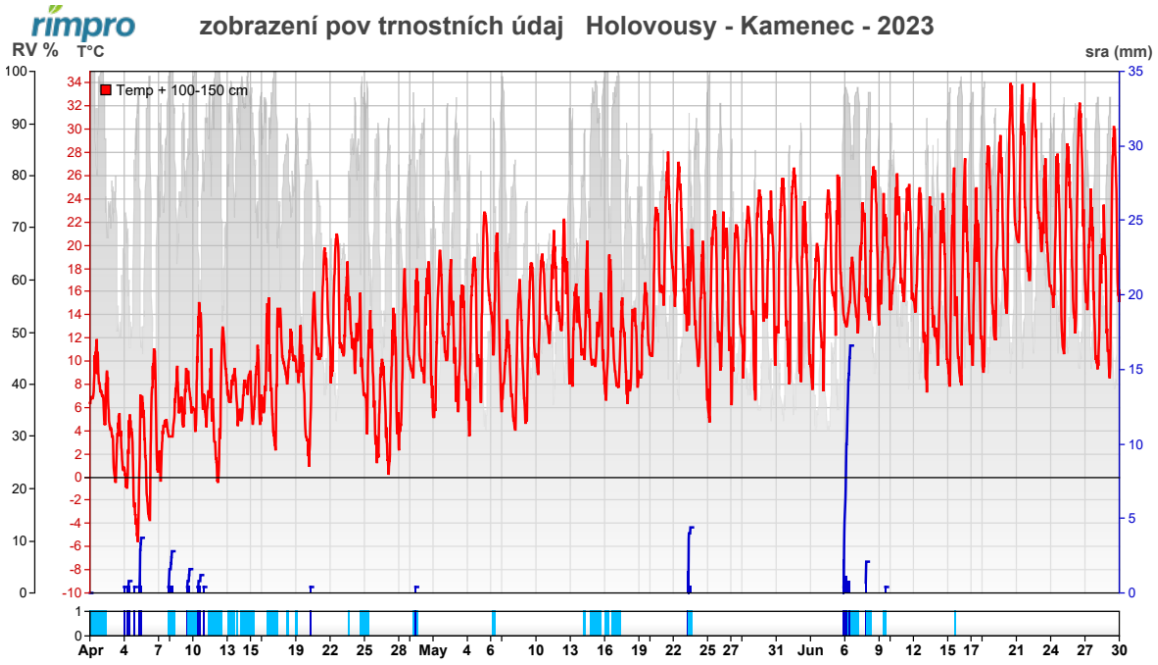
V platformě RIMpro je možné najít důležité všeobecné informace, které jsou podpůrnou pomůckou v rozhodování ovocnářů. Jedná se zejména o meteorologické údaje, srážkový radar, postřikové okno a meteogram agro, které informují o podmínkách případných aplikací pro kontrolu infekcí patogeny nebo škůdců v ovocných výsadbách. Meteorologické záznamy (stres rostlin vyvolaný přemokřením půdy nebo vysokými teplotami) rovněž pomáhají pěstitelům objasnit zvýšený výskyt chorob ve výsadbách. K dispozici je též tabulka s výpočty sum efektivních teplot (SET).

V platformě RIMpro je možné najít tyto všeobecné informace:

- Meteorologické údaje
- Dešťový radar (Meteoblue)
- Postřikové okno (Meteoblue)
- Agrometeogram (Meteoblue)
- Klimatický meteogram (Meteogram Clima) pro daný rok v porovnání za poledních 30 let
- Stres rostlin (Plant Stress) vyvolaný podmáčením nebo vysokou teplotou
- Dormance rostlin (Winter chilling)
- Výpočet SET (tabulka)

Meteorologické údaje

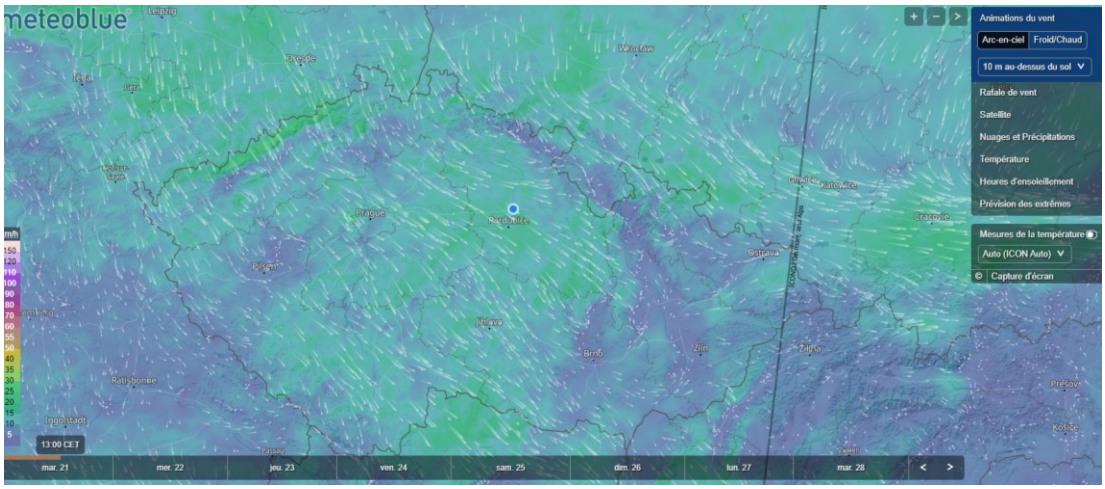
Jsou zaznamenány pro danou lokalitu pro přihlášenou meteostanici. Dostupné jsou údaje o teplotě, srážkách, době ovlhčení, vzdušné vlhkosti (obrázek 17). Je možné též vygenerovat přehlednou tabulku s meteorologickými údaji v Excelu.



Obr. 17: Záznam meteorologických údajů pro meteostanici v lokalitě Holovousy (duben – červen)

Dešťový radar

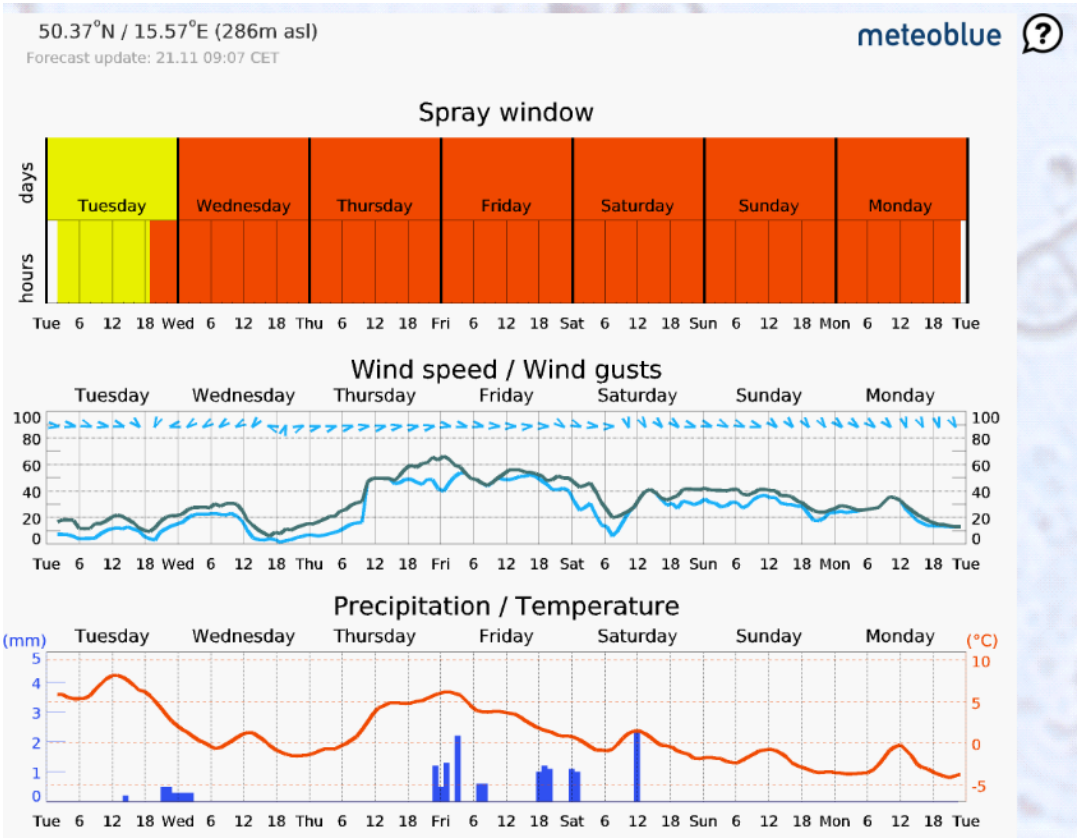
Dešťový radar signalizuje na interaktivní mapě předpověď srážek a další povětrnostní podmínky podle modelu Meteoblue (obrázek 18).



Obr. 18: Dešťový radar (aktuální výstup k danému dni)

Postřikové okno

Ukazuje vhodnost meteorologických podmínek pro aplikace v daných dnech podle modelu Meteoblue (obrázek 19).



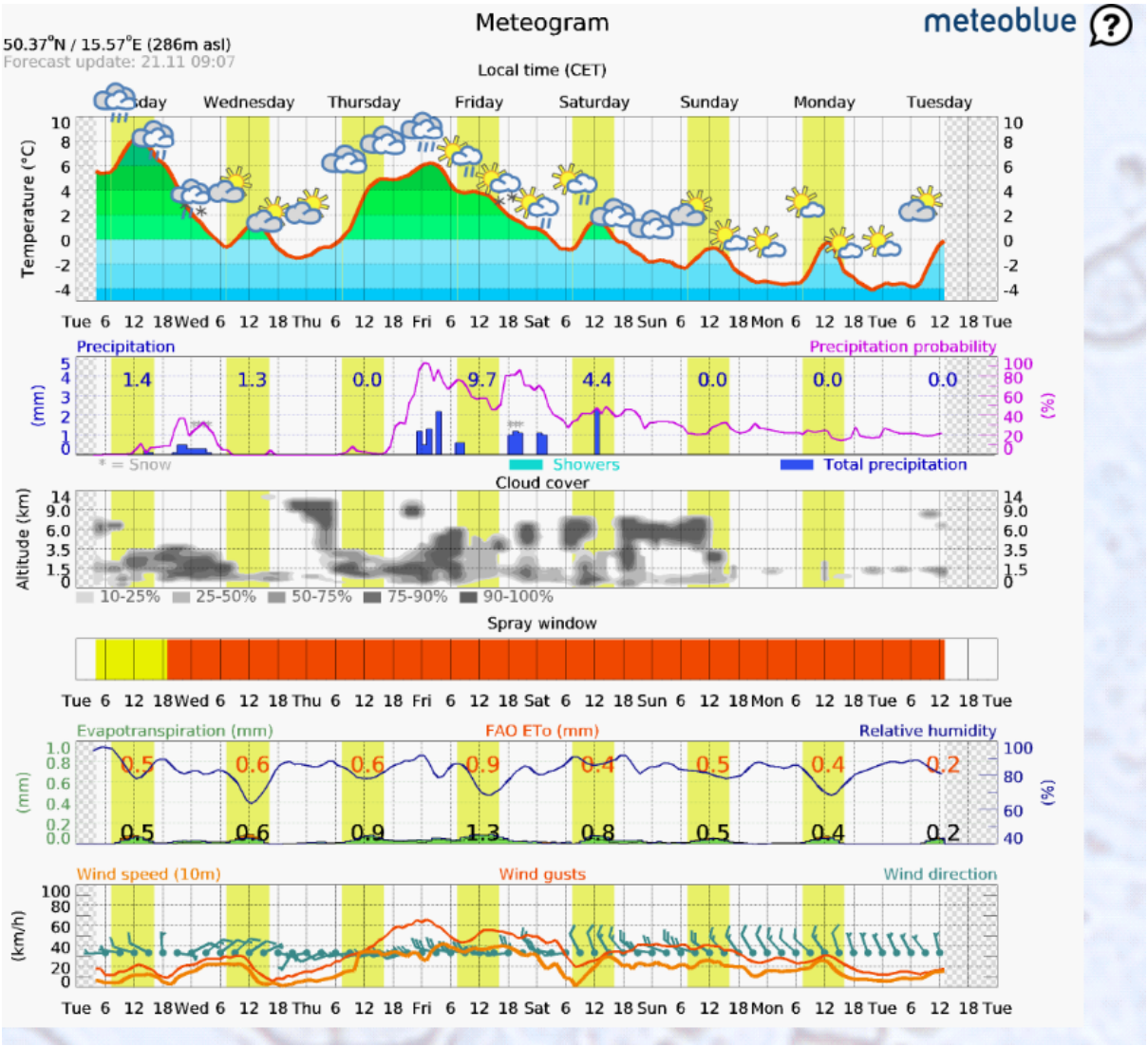
Obr. 19: Graf „Postřikové okno“ k danému období

Legenda ke grafu:

Faktor	jednotka	Nízké riziko	Střední riziko	Vysoké riziko
Rychlost větru	(m/s)	< 2 m/s	> 2 m/s	> 5 m/s
Minimální teplota	(°C)	> 5°C	< 5°C	< 0°C
Maximální teplota	(°C)	< 30°C	> 25°C	> 30°C
Vzdušná vlhkost (min)	(%)	> 50%	< 50%	< 30%
Vzdušná vlhkost (max)	(%)	< 90%	90% - 98%	> 98%
Množství srážek (voda)	(mm/h)	< 0.1 mm/h	0.1 mm/h - 0.3 mm/h	> 0.3 mm/h

Meteogram Agro

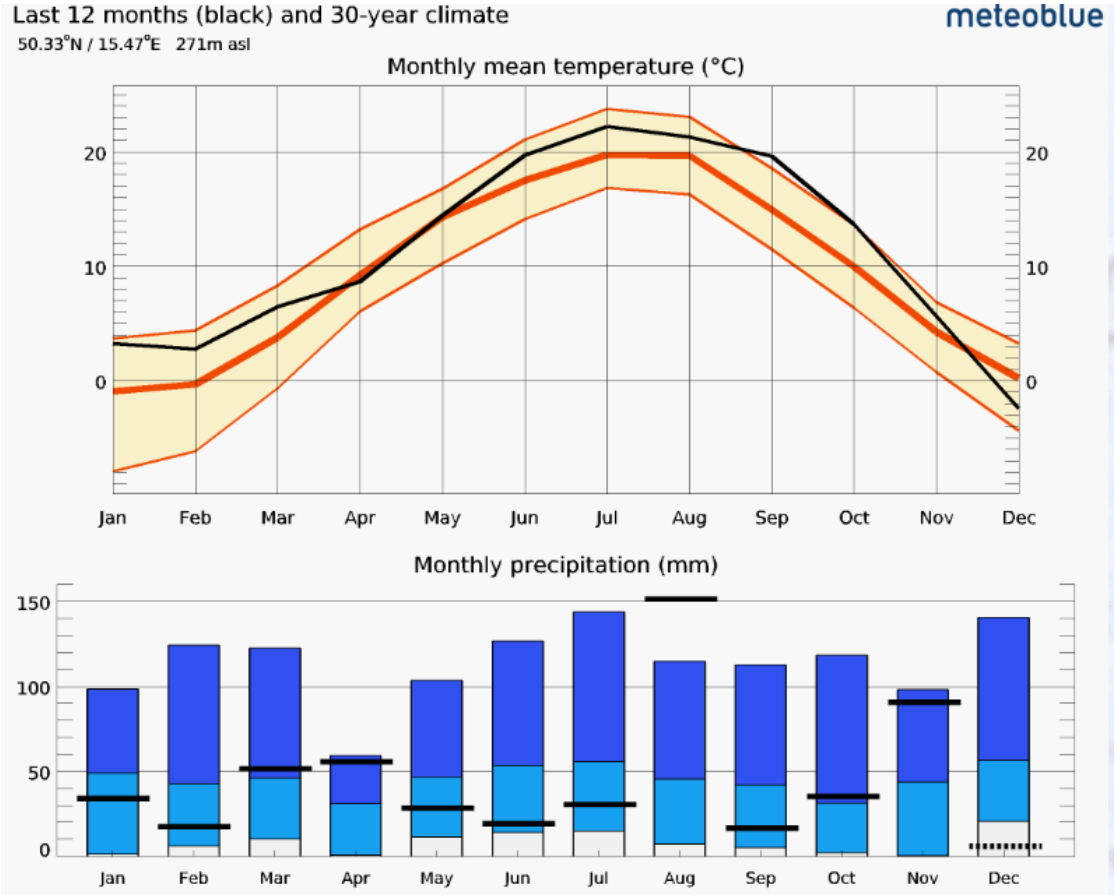
Ukazuje vhodnost meteorologických podmínek pro aplikaci přípravků na kontrolu škodlivých činitelů ve výsadbách v jednotlivých dnech (obrázek 20) podle modelu Meteoblue.



Obr. 20: Model Meteogram Agro pro dané období

Klimatický meteogram

Meteogramy aktuálního povětrnosti a klimatu umožňují srovnání průměrných měsíčních teplot a měsíčních úhrnů srážek aktuálního období (posledních 12 měsíců) s průměrem třiceti let. Na obrázku 21 jsou porovnány teploty a srážky za posledních 12 měsíců pro lokalitu Drahoraz.



Obr. 21. Klimatický meteogram pro lokalitu Drahoraz

Legenda ke grafu:
Graf teplot

- Černá čára ukazuje průměrnou teplotu za každý měsíc za posledních 12 měsíců (aktuální).
- Silná červená čára ukazuje vypočítanou střední teplotu za posledních 30 let pro každý měsíc (klima).
- Oranžový pás kolem červené čáry zviditelní výkyvy za posledních 30 let. Ukazuje, v jakém rozmezí jsou rozloženy teploty za posledních 30 let.

Graf srážek

- Černý pruh označuje aktuální úhrn srážek v daném období
- Světle modrý sloupec označuje dlouhodobý úhrn srážek
- Tmavě modrý sloupec označuje maximální naměřený úhrn
- Bílý sloupec označuje minimální úhrn
- Světle modrý sloupec označuje dlouhodobý úhrn srážek. Hranice mezi tmavě modrou a světle modrou je měsíční průměr srážek vypočtený z posledních 30 let.

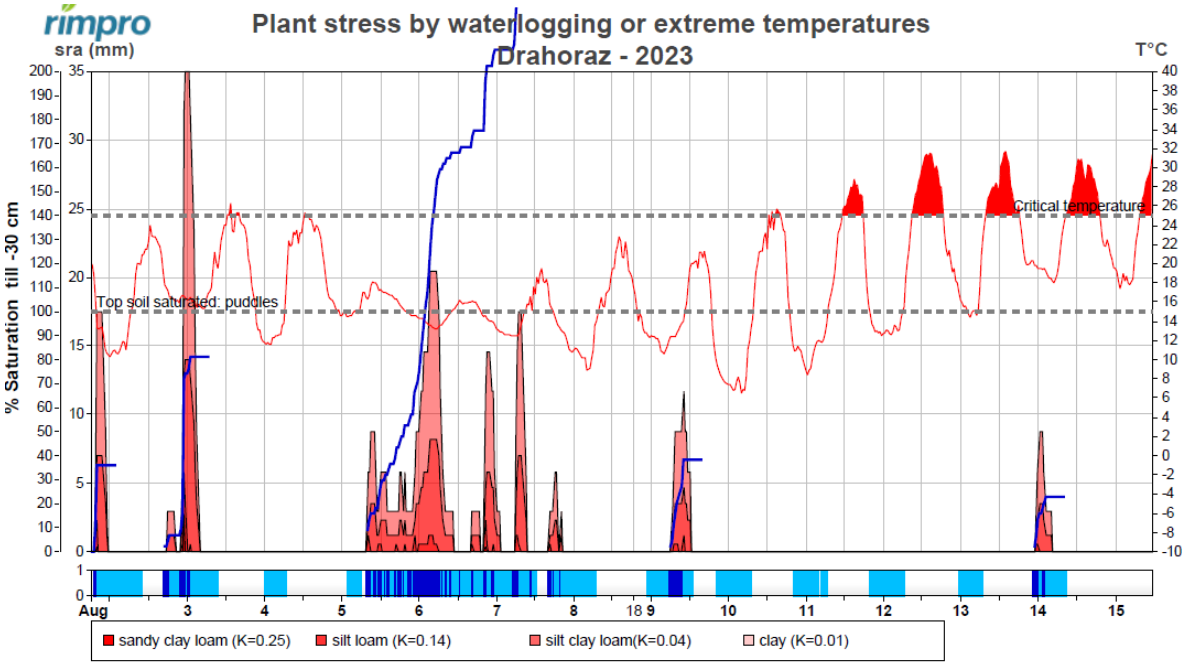
Interpretace grafu:

Silná červená čára ukazuje vypočítanou střední teplotu za posledních 30 let pro každý měsíc. Tato čára označuje prostý průměr teplot, ale neodhaluje kolísání teploty z roku na rok. Oranžový pás kolem červené čáry ukazuje výkyvy za posledních 30 let, tedy v jakém rozmezí jsou rozloženy teplot. Zobrazuje maximální a minimální měsíční průměr za posledních 30 let. Černá čára označuje teploty v daném období, tedy průměrnou teplotu za každý měsíc (za

posledních 12 měsíců). Pokud černá čára leží v oranžovém poli, znamená to, že měsíční teploty odpovídají obvyklému klimatu. Pokud černá čára leží mimo oranžové pole, znamená to, že teplota aktuálního měsíce vybočuje z obvyklých mezí za posledních 30 let pro tuto lokalitu. K takové události došlo v září 2023, které bylo velmi teplé, a zaznamenané teploty převyšovaly maximální hodnotu zaznamenanou za posledních 30 let, jak je patrné na obrázku 18 pro lokalitu Drahoraz. Obdobně u srážek černý pruh označuje aktuální úhrn srážek v daném období, světle modrý sloupec dlouhodobý úhrn srážek, tmavě modrý sloupec maximální naměřený úhrn a naopak bílý sloupec minimální úhrn. Hranice mezi tmavě modrou a světle modrou je měsíční průměr srážek vypočtený z posledních 30 let. Čím delší jsou modré pruhy, tím větší jsou výkyvy měsíčních srážek mezi posledními 30 let. Čím kratší jsou modré sloupce, tím menší výkyvy byly za posledních 30 let, což znamená, že množství srážek bylo stálejší. Pokud je černý pruh pod světle modrým pruhem nebo nad tmavě modrým pruhem, znamená to, že aktuální měsíční úhrn srážek neodpovídá 30letému průměru. Opět k takové události došlo v srpnu 2023, který byl bohatý na srážky, kdy celkové srážkové úhrny převyšovaly maximální hodnotu za posledních 30 let, jak je patrné na obrázku 21 pro lokalitu Drahoraz.

Stres rostlin (Plant Stress)

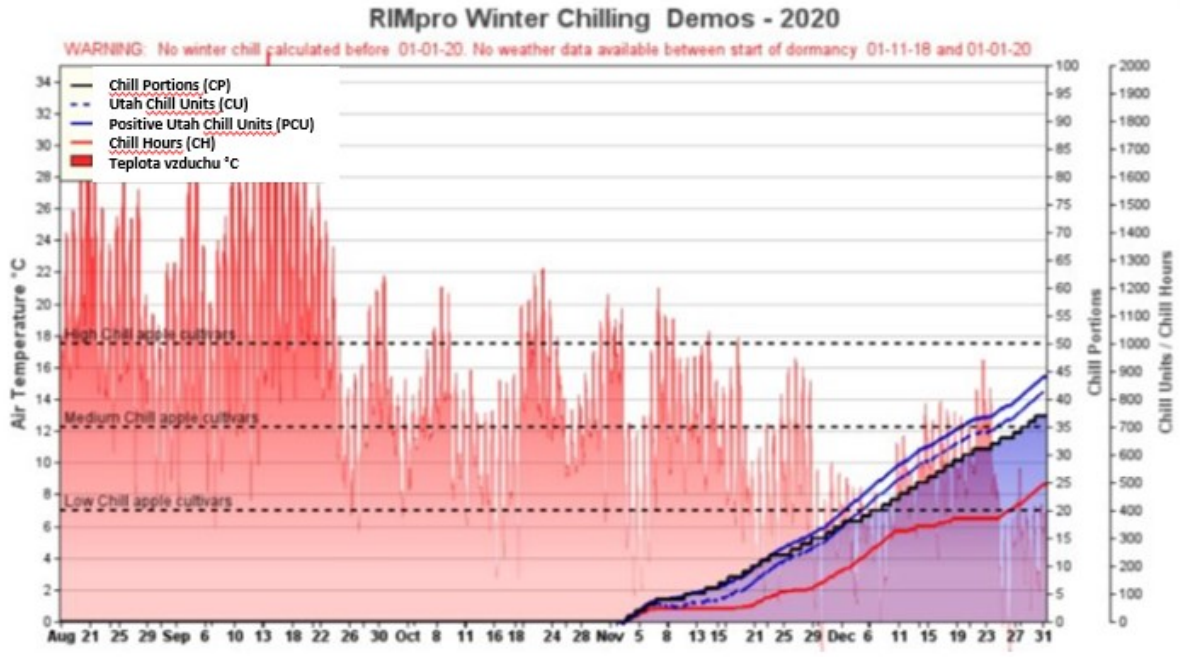
Další informací pro ovocnáře je graf stresu rostlin a náchylnost k chorobám vyvolaná přemokřením půdy nebo extrémně vysokými teplotami. Model je přidán na platformu, aby pěstitel lépe porozuměl tomu, proč některé infekční události způsobují v určitých sadech (nebo jejich částech) podstatně více onemocnění, než předpokládaly modely infekce. Příklad je uveden na obrázku 22 pro lokalitu Drahoraz v období 1. – 15.8.2023. V tomto období ve dnech 5. -7. 8. 2023 spadlo 44 mm srážek a v následných dnech (12. – 15. 8. 2023), kdy maximální teploty převyšovaly 30 °C, jsou na grafu indikovány období stresu rostlin. Ovocné stromy jsou ve stresu vyvolaným podmáčením náchylnější k infekcím (u jabloní *Neonectria ditissima*, u hrušní *Stemphylium vesicarium*). Těmito chorobami trpí častěji stromy v částech sadu, kde dochází často k podmáčení. Totéž se může týkat i jiných chorob.



Obr. 22: Stres rostlin pro lokalitu Drahoraz pro období 1. - 15. 8. 2023

Dormance rostlin

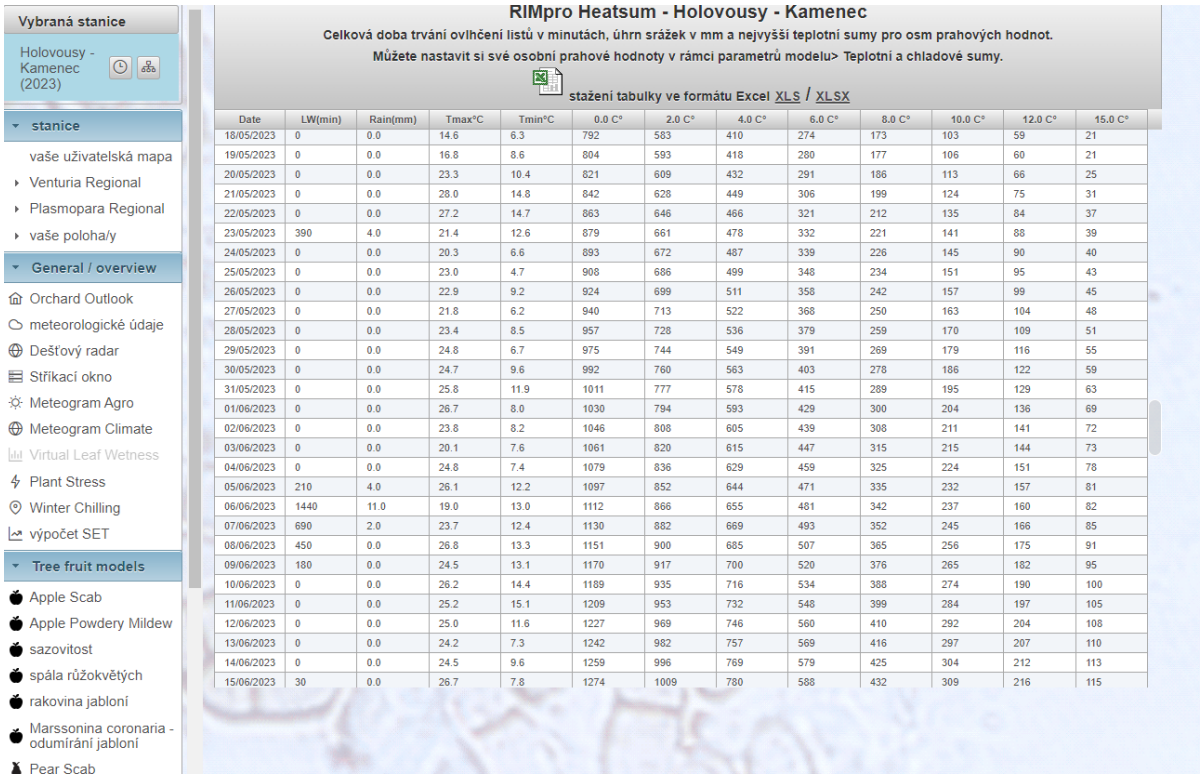
Ovocné stromy vyžadují určité období chladu, v němž přecházejí do dormance (vegetačního klidu), aby se zabránilo poškození mrazem v zimě. Stromy neobnoví svůj růst, dokud se nenashromáždí určité množství chladu, čímž se splní jejich požadavek na dormanci. Po splnění tohoto požadavku stromy při oteplení na jaře začnou rašit a rozkvetou. Při nesplnění požadavku na dormanci stromy produkují málo květů a dochází k nedostatečnému opylení. RIMpro platforma spouští a prezentuje výsledky čtyř hlavních modelů dormance (obrázek 23) na základě hodinových údajů o počasí - Chilling Hours, Utah Chill Units, Utah Positive Chill Units a Dynamic Model.



Obr. 23 : Graf RIMpro - Dormance stromů

Výpočet sum efektivních teplot (SET)

Na platformě RIMpro je možnost vygenerovat tabulku se sumami teplot jak je ukázáno na obrázku 24.



RIMpro Heatsum - Holovousy - Kamenec

Celková doba trvání ovlhčení listů v minutách, úhrn srážek v mm a nejvyšší teplotní sumy pro osm prahových hodnot.
Můžete nastavit si své osobní prahové hodnoty v rámci parametrů modelu> Teplotní a chladové sumy.

stažení tabulky ve formátu Excel XLS / XLSX

Date	LW(min)	Rain(mm)	Tmax°C	Tmin°C	0.0 C°	2.0 C°	4.0 C°	6.0 C°	8.0 C°	10.0 C°	12.0 C°	15.0 C°
18/05/2023	0	0.0	14.6	6.3	792	583	410	274	173	103	59	21
19/05/2023	0	0.0	16.8	8.6	804	593	418	280	177	106	60	21
20/05/2023	0	0.0	23.3	10.4	821	609	432	291	186	113	66	25
21/05/2023	0	0.0	28.0	14.8	842	628	449	306	199	124	75	31
22/05/2023	0	0.0	27.2	14.7	863	646	466	321	212	135	84	37
23/05/2023	390	4.0	21.4	12.6	879	661	478	332	221	141	88	39
24/05/2023	0	0.0	20.3	6.6	893	672	487	339	226	145	90	40
25/05/2023	0	0.0	23.0	4.7	908	686	499	348	234	151	95	43
26/05/2023	0	0.0	22.9	9.2	924	699	511	358	242	157	99	45
27/05/2023	0	0.0	21.8	6.2	940	713	522	368	250	163	104	48
28/05/2023	0	0.0	23.4	8.5	957	728	536	379	259	170	109	51
29/05/2023	0	0.0	24.8	6.7	975	744	549	391	269	179	116	55
30/05/2023	0	0.0	24.7	9.6	992	760	563	403	278	186	122	59
31/05/2023	0	0.0	25.8	11.9	1011	777	578	415	289	195	129	63
01/06/2023	0	0.0	26.7	8.0	1030	794	593	429	300	204	136	69
02/06/2023	0	0.0	23.8	8.2	1046	808	605	439	308	211	141	72
03/06/2023	0	0.0	20.1	7.6	1061	820	615	447	315	215	144	73
04/06/2023	0	0.0	24.8	7.4	1079	836	629	459	325	224	151	78
05/06/2023	210	4.0	26.1	12.2	1097	852	644	471	335	232	157	81
06/06/2023	1440	11.0	19.0	13.0	1112	866	655	481	342	237	160	82
07/06/2023	690	2.0	23.7	12.4	1130	882	669	493	352	245	166	85
08/06/2023	450	0.0	26.8	13.3	1151	900	685	507	365	256	175	91
09/06/2023	180	0.0	24.5	13.1	1170	917	700	520	376	265	182	95
10/06/2023	0	0.0	26.2	14.4	1189	935	716	534	388	274	190	100
11/06/2023	0	0.0	25.2	15.1	1209	953	732	548	399	284	197	105
12/06/2023	0	0.0	25.0	11.6	1227	969	746	560	410	292	204	108
13/06/2023	0	0.0	24.2	7.3	1242	982	757	569	416	297	207	110
14/06/2023	0	0.0	24.5	9.6	1259	996	769	579	425	304	212	113
15/06/2023	30	0.0	26.7	7.8	1274	1009	780	588	432	309	216	115

Obr. 24: Tabulka sum teplot pro lokalitu Holovousy

3.3.2 Modely vývoje patogenů a škůdců

Cílem modelů RIMpro je snížit používání agrochemikálií a dalších vstupů v zemědělství optimalizací rozhodování o tom, jaké produkty aplikovat a kdy je aplikovat. Modely usnadňují pěstitelům jejich rozhodnutí o aplikacích přípravků. Přestože modely nedokáží přesně popsat realitu, mohou být velmi užitečné, pokud modelují realitu s dostatečnou přesností.

Modely pro jabloně a hrušně (grafy):

- Strupovitost jabloně (*Venturia inaequalis*) / Apple scab
- Padlí jabloňové (*Podosphaera leucotricha*) / Apple powdery mildew
- Rakovina jabloní, nektriové usychání větví (*Nectria galligena*) /Apple canker
- Bakteriální spála růžovitých (*Erwinia amylovora*) / Fire blight
- Sazovitost jabloně (*Gloeodes pomigena*) / Sooty Blotch
- Skvrnitost listů jabloní (*Marssonina coronaria*, *Diplocarpon mali*) / Apple Blotch
- Strupovitost hrušně (*Venturia pyrina*) / Pear Scab
- Hnědnutí listů hrušní (*Stemphylium vesicarium*) / Pear Brown Spot
- Obaleč jablečný (*Cydia pomonella*) / Codling Moth
- Pilatka jablečná (*Hoplocampa testudinea*) / Apple Sawfly
- Mera skvrnitá (*Cacopsylla pyri*) / Pear Psylla

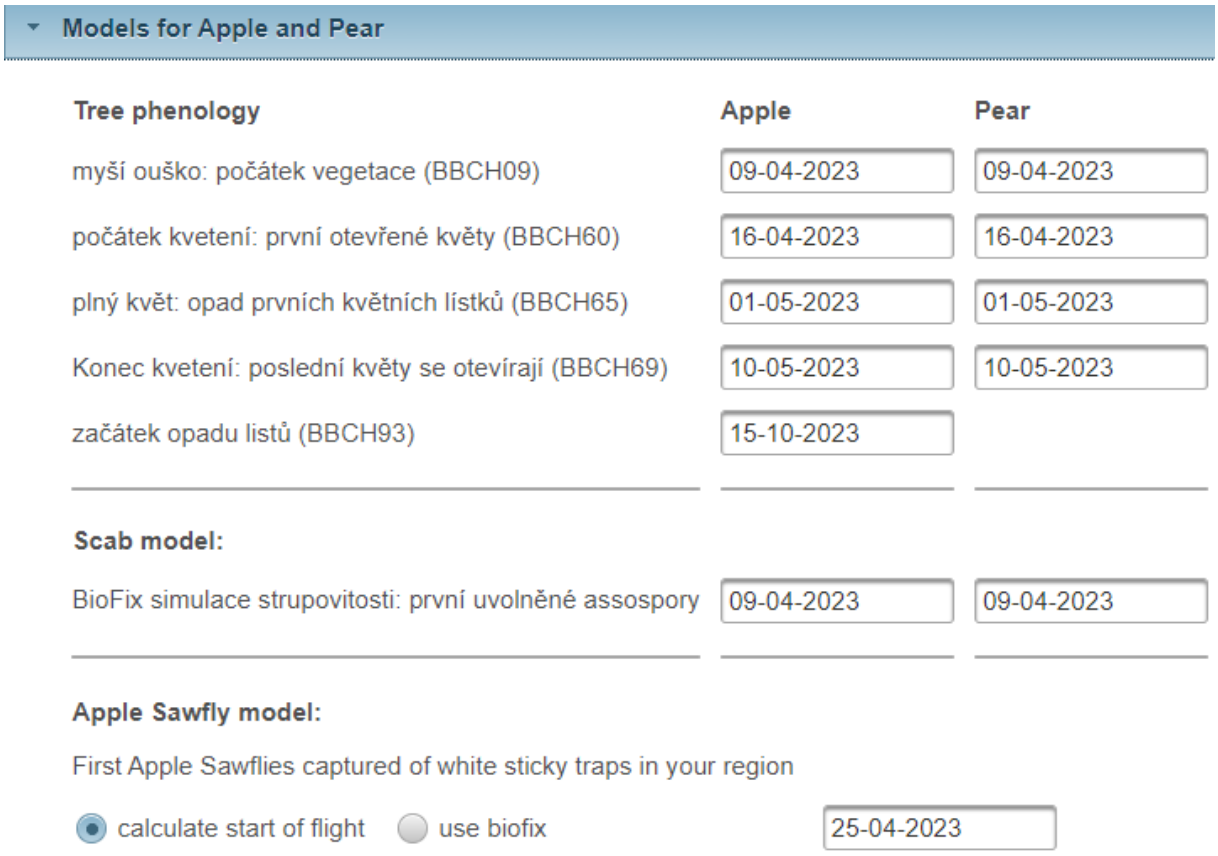
- Mšice jitrocelová (*Dysaphis plantaginea*) / Rosy Apple Aphid
- Probírka jablek a hrušek / Thinning for apple and pear

Modely pro peckoviny (grafy):

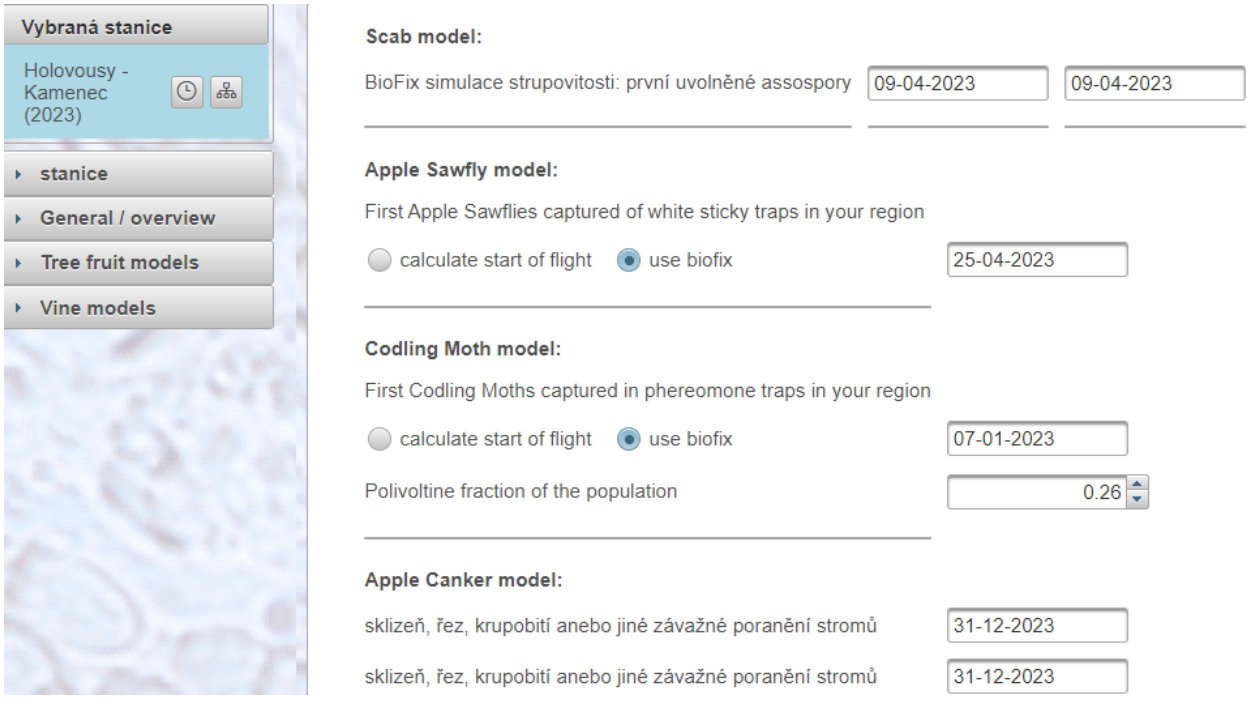
- Skvrnitost listů třešně a višně (*Blumerriela jaapii*) / Cherry Leaf Spot
- Moniliový úžeh (spála) peckovin (*Monilinia* spp.) / Brown Rot

Pro správné fungování některých modelů RIMpro je potřeba nastavit biofix pro jednotlivé patogeny nebo škůdce, což je pro danou přihlášenou meteostanici individuální podle fenofáze stromů nebo fenofáze škůdce (obrázek 26). Například v modelu pro signalizaci primárních infekcí askosporami patogenu *Venturia inaequalis* způsobujících strupovitost jabloně je potřeba nastavit datum počátku rašení stromů - myší ouško, případně zelený pupen (obrázek 25). Podobně pro pilatku jablečnou je nutno nastavit datum záchytu na lepové desce a pro obaleče jablečného datum záchytu na feromonovém lapáku jak je znázorněno na obrázku 27.

Obrázek 25: Fenologické stádium „Zelený pupen“ a „Myší ouško“ u jabloní



Obr. 26: Nabídka RIMpro pro nastavení fenologických fází a biofix



Obr. 27: Nabídka RIMpro pro nastavení biofixů

3.3.2.1 Strupovitost jabloně (*Venturia inaequalis*) / Apple scab

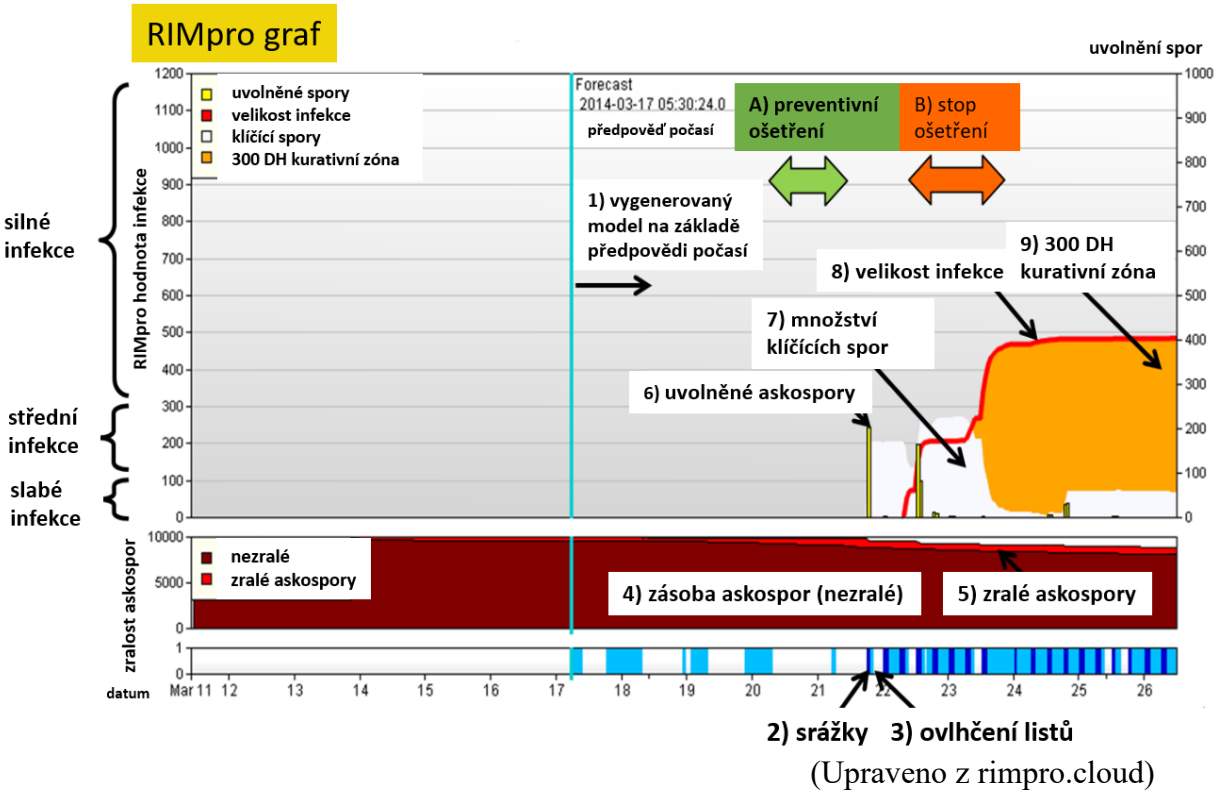
Pro ovocnáře je nezbytné správně zvládnout primární infekce askosporami, aby se omezil počet ošetření potřebných během léta. RIMpro proto nabízí několik odlišných modelů:

- Primární infekce
- Sekundární infekce
- Skvrny strupovitosti
- Fungicidní management

Pro správnou simulaci infekcí musíte nejprve nastavit biofix v místních parametrech modelu. Biofix je určen prvními uvolněnými askosporami nebo datem fenofáze zeleného pupenu pro hlavní odrůdu.

Graf primárních infekcí

Graf ukazuje velikost potencionálních infekcí na základě naměřených meteorologických údajů, předpovědi počasí a zásoby zralých askospor, které se šíří vzduchem ze spadaného listí z předešlého roku (obrázek 28). V Evropě jsou hodnoty infekce modelu RIMpro nižší než 100 považovány za mírné, mezi 100 a 300 za střední a vyšší než 300 za závažné. V modelu je hodnota infekce znázorněna červenou čárou v pravé části hlavního grafu (obrázky 28, 29).



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 28: Graf RIMpro lokalitu Drahoraz, duben 2023 – primární infekce

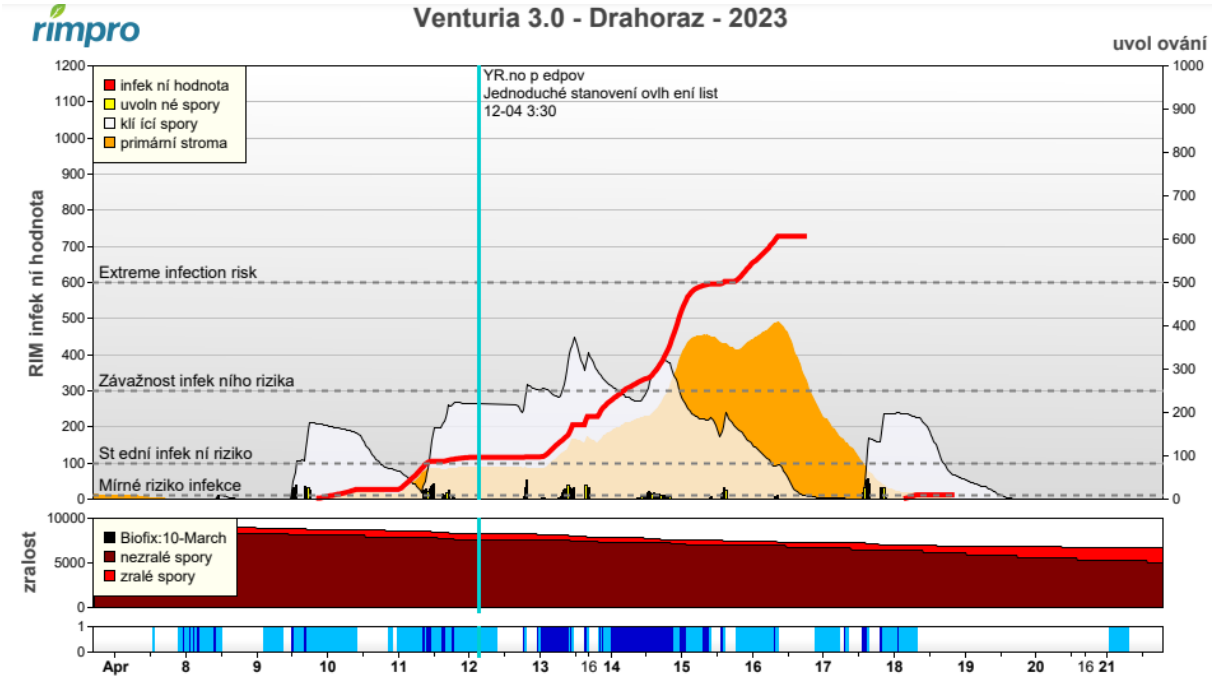
Interpretace grafu:

1) předpověď počasí v reálném čase; **2)** srážky měřené - vlevo od modré čáry a předpovídané - vpravo od modré čáry; **3)** ovlhčení listů, může se objevit buď po dešti nebo v důsledku rosy nebo vysoké relativní vlhkosti; **4)** podíl nezralých askospor, rovná se potenciálu askospor; **5)** podíl zralých askospor z celkové zásoby za sezonu; **6)** zralé askospory, uvolňují

se po dešti - žlutý pruh, mohou pak klíčit při dopadu na list; **7)** množství klíčících askospor po dopadu na list; **8)** odhadované období infekce na základě dat o počasí, červená čára označuje počet vyklíčených spor, které se chystají proniknout do listu = infekce, tyto spory již nejsou citlivé na kontaktní fungicidy; **9)** oranžová oblast ukazuje období 300 stupňů (denní hodiny, DH) od vypočítaného časového bodu infekce, během této doby je možné aplikovat na vyklíčené spory kurativní přípravky na ochranu rostlin. Riziko infekce je dáno výškou červené čáry: RIM < 100 = lehká infekce, RIM 100 - 300 = střední infekce, RIM > 300 = silná infekce

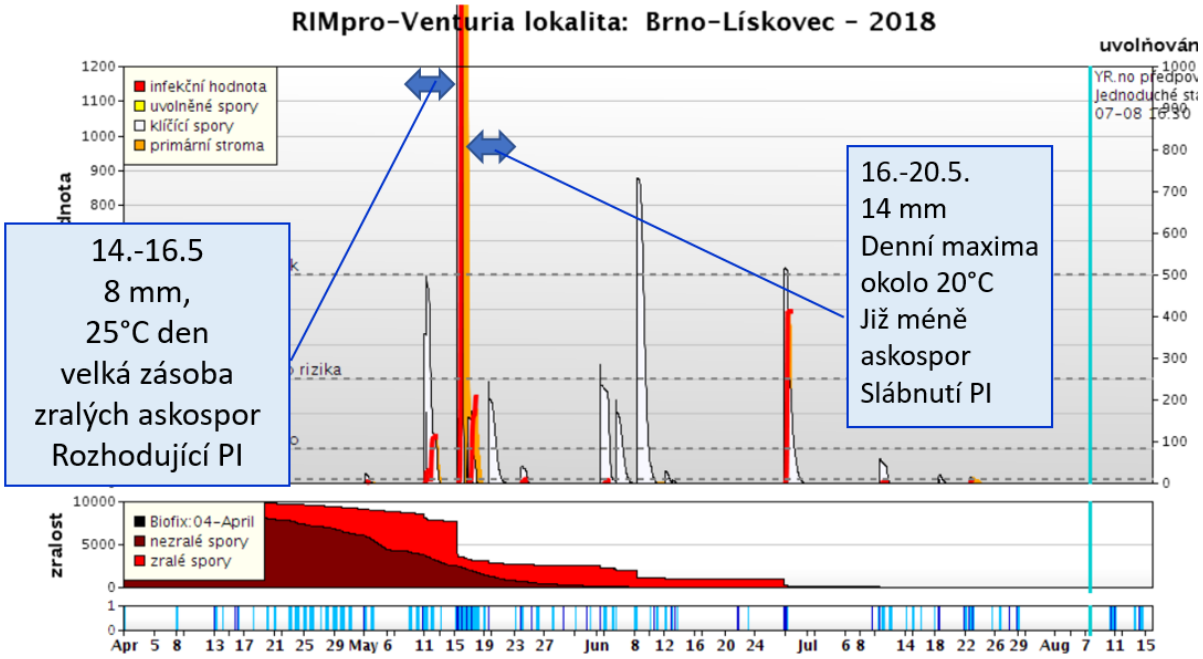
Období 300 stupňů DH znamená, že při stálé teplotě 15 °C je teoretická možnost aplikovat kurativní přípravky do 20 hodin po vzniku infekce, při stálé teplotě 10 °C by to bylo až do 30 h po vzniku infekce.

POZNÁMKA: Hodnoty RIM zobrazené v grafu napravo od modré čáry jsou založeny na předpovědi počasí a změní se, kdykoli se změní předpověď počasí. Závažná infekce signalizovaná v následujících 3 – 4 dnech může vymizet, jelikož se změnila předpověď počasí. Nezapomeňte proto pravidelně kontrolovat předpovědi počasí. Jak bylo již uvedeno výše, předpověď srážek u numerických modelů bývá většinou nadhodnocena do množství i období výskytu srážek.



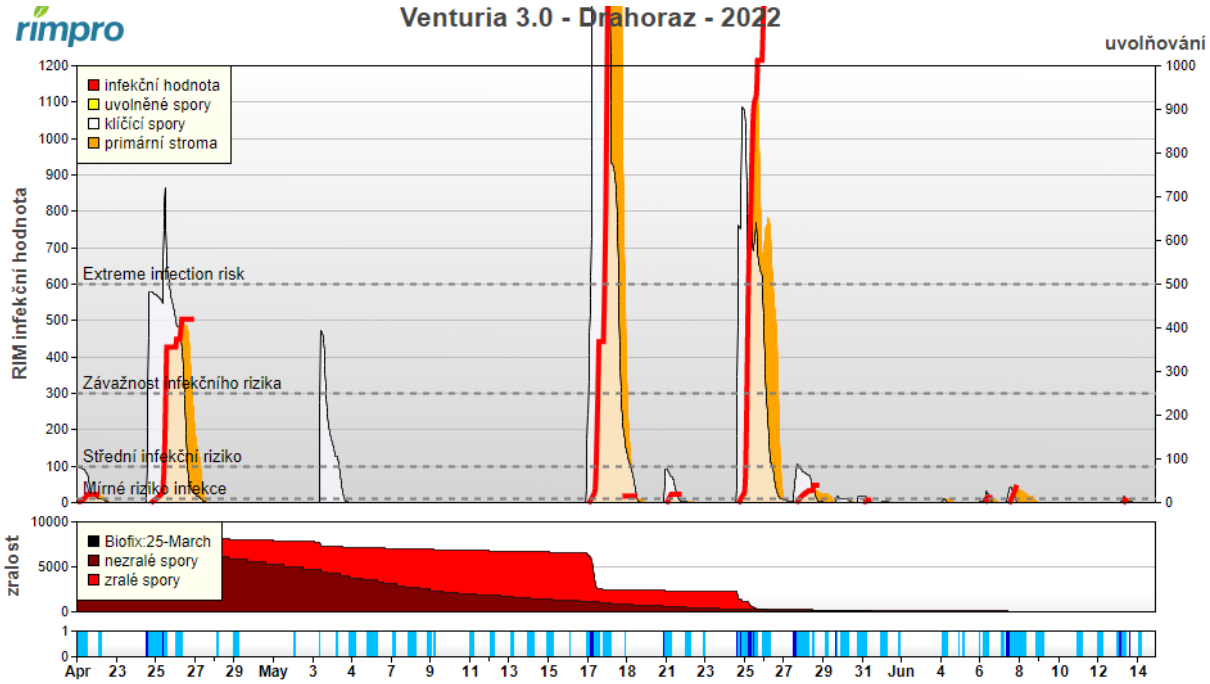
Obr. 29: Graf modelu RIMpro pro primární infekce strupovitosti jabloně

Pokud neprší delší období, uzraje velké množství askospor a infekční tlak je potom v případě dešťových srážek vysoký (obrázky 30 a 31).



(Upraveno z rimpro.cloud)

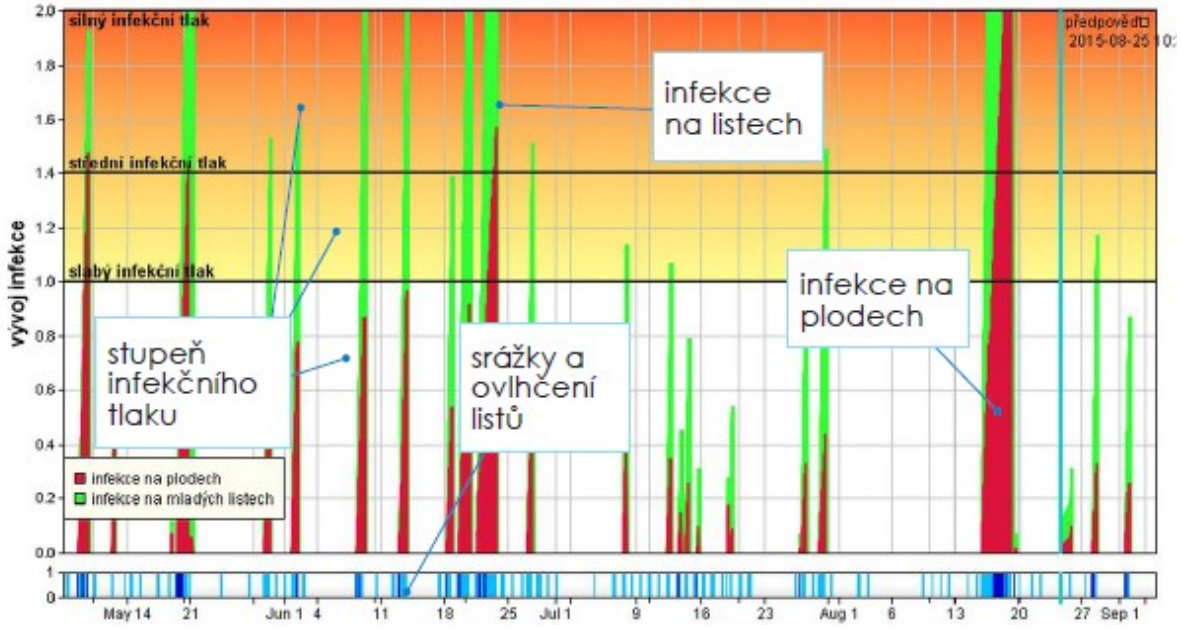
Obr. 30: Graf primárních infekcí znázorňuje velké množství zralých askospor



Obr. 31: Graf primárních infekcí znázorňuje velké množství zralých askospor

Graf sekundárních infekcí

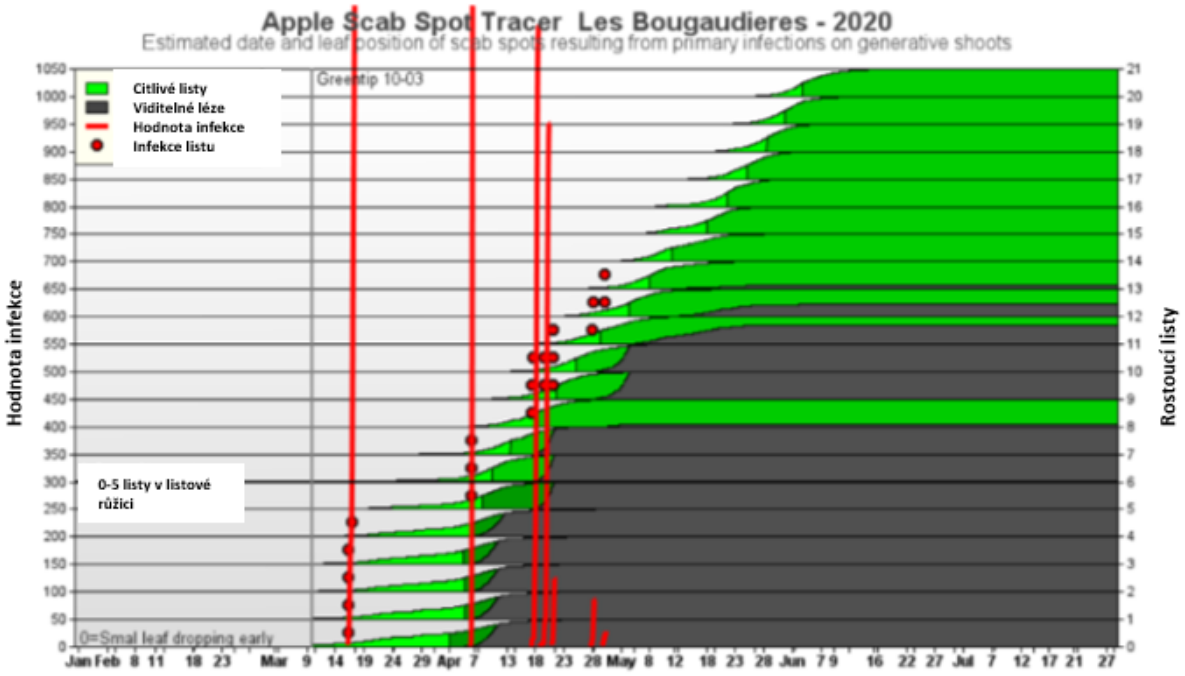
Tento graf ukazuje velikost závažnosti sekundárních infekcí na listech a plodech konidiemi (obrázek 32). Tyto konidie se šíří deštěm do okolí sporulujících míst. Mladé plody jsou velmi náchylné na strupovitost, ale jejich citlivost se následně snižuje se zvětšováním plodů. Na tomto grafu jsou ve spodní části modelována období s výskytem deště (tmavě modrá) a ovlhčení listů (světle modrá). Hlavní graf ukazuje období infekcí na plodech (červeně) a na mladých listech (zeleně).



Obr. 32. Graf programu RIMpro – sekundární infekce

Skvrny strupovitosti

Tento graf (obrázek 33) ukazuje, kdy se odhadované projevy strupovitosti a na jaké úrovni listů stanou ve výsadbě po infekci viditelnými. Též zpětně, když se objeví léze strupovitosti v sadě na určité úrovni listů, graf ukazuje, z jaké infekční události tyto léze pocházejí.



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 33: Graf RIMpro Skvrny strupovitosti po infekcích

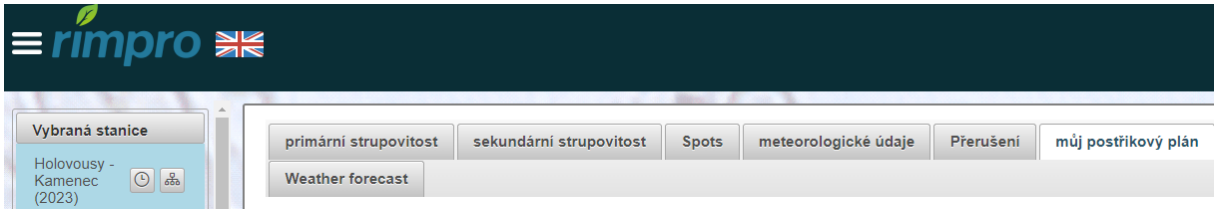
V levé části grafu jsou vyznačeny hodnoty RIM primárních infekcí, vpravo jsou čísla listů. Číslo 1 je prvním listem sezóny, který se rozvinul. Čísla 0 až 5 jsou listy růžic a ostatní čísla označují listy na výhoncích.

Červená tečka, znamená, že tento list byl k danému datu napaden infekcí. Pokud byl list citlivý a infikovaný, zahájí se inkubační proces a model předpovídá, kdy se symptomy stanou viditelnými (v grafu tmavě šedě).

Fungicidní ošetření

Podstatou účinné ochrany proti strupovitosti je schopnost upravit načasování a výběr fungicidu podle vývoje infekce. Model RIMpro ukazuje vývoj infekce v reálném čase, odhaduje zbývající pokrytí z předchozí aplikace fungicidu, stejně jako kurativní účinek některých fungicidů. Model RIMpro vypočítá pokles pokrytí fungicidy z růstu listů a srážek od aplikace ošetření. Doba působení fungicidů závisí na teplotě v hodinách před ošetřením. Každý fungicid má své specifické vlastnosti.

V nabídce Můj postřikový plán (obrázek 34) je možnost zadat přípravek ze seznamu přípravků registrovaných v ČR (obrázek 35).



Obr. 34: Nabídka pro výběr přípravku

RIMpro všeobecný seznam fungicidů

Označení, formulace a dávkování fungicidů je v jednotlivých zemích rozdílné. Rovněž běžná dávka daného produktu se liší od údajů na etiketě v závislosti na objemu koruny a tradičních zkušenosch.
aby bylo možno zadat vaše ošetření, RIMpro potřebuje znát pro vaši zemi standardní dávkování používané v praxi při ošetření proti strupovitosti a rakovině. To pak bude považováno v grafech za 100% úroveň pokrytí.

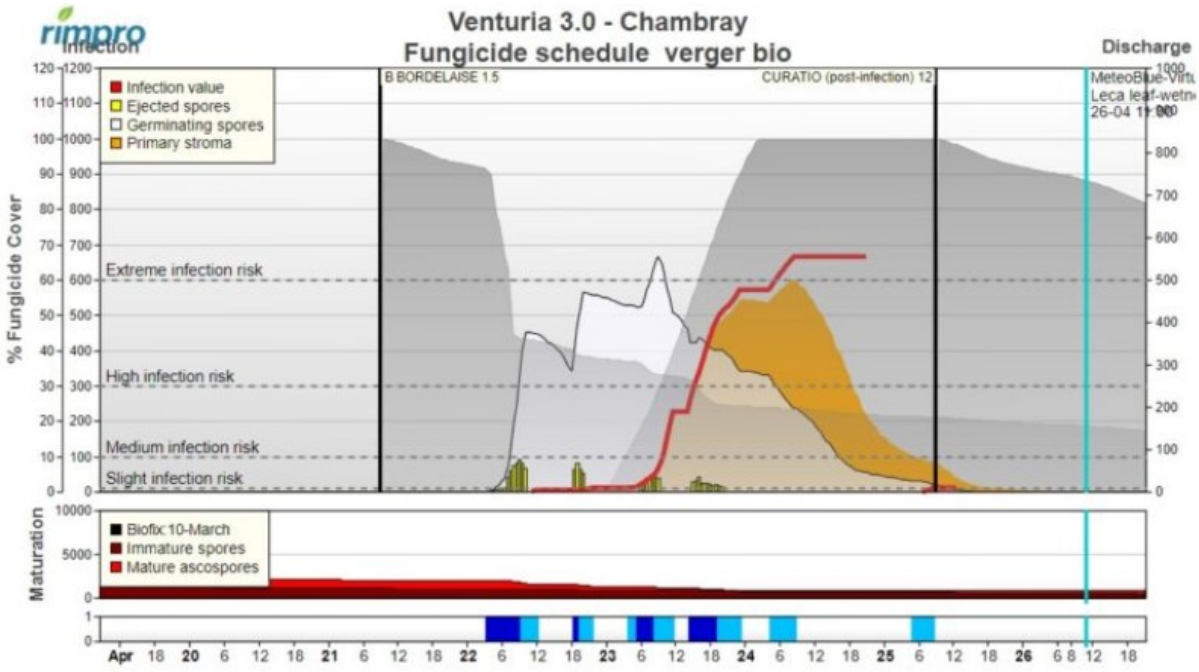
- obchodní název produktu.
- popis produktu, není používán při výpočtech
- **praktické dávkování v kg nebo litrech na hektar.**
- déšť v mm, který smývá 50% produktu. (u kurativních přípravků=0)
- DH, u nichž je zbývající účinnost po infekci 50 %
- DH, do které je účinnost po infekci stále 100 %

Czech Republic (CZ)

produkt	aktivní	dávkování kg/ha	z 50% (mm)	DH50	DH100	Crop
ALCOBAN	Dithianon - 700 g	0.75	15	370	140	treefruit
ANTRE 70 WG	propineb - 700 g	2.25	10	0	0	treefruit
ARVEMUS 80 WG	Captan - 800 g	1.9	10	361	162	treefruit
BATALION 450 SC	pyrimethanil - 450 g	0.7	40	351	153	treefruit
BELLIS	Boscalid + pyraclostrobin	0.8	40	598	327	treefruit
CAPTAN 80 WG	captan - 800 g	2.1	10	361	162	treefruit
CHORUS 50 WG	cyprodinil - 500g	0.45	40	802	350	treefruit
CHORUS 75 WG	cyprodinil - 750g	0.2	40	802	350	treefruit
CLARINET 20 SC	fluquinconazole, pyrimethanil - 150 g	1.5	40	740	384	treefruit
CUPROZIN PROGRESS	hydroxid medi - 383,8 g	1.5	20	0	0	treefruit
DAFNE 250 EC	difenoconazole - 250 g	0.2	0	740	384	treefruit
DELAN 700 WDG	dithianon - 700 g	0.75	15	370	140	treefruit
DELAN PRO	dithianon - 125 g, fosfonáty draselné	2.5	15	370	140	treefruit
DIFCOR 250 EC	difenoconazole - 250 g	0.2	0	740	384	treefruit
DIFO 25% EC	difenoconazole - 250 g	0.2	0	740	384	treefruit
DISCUS	kresoxim-methyl - 50%	0.2	40	0	0	treefruit
DITHANE DG NEO-TEC	mancozeb - 80%	4.5	10	0	0	treefruit
DITHANE M 45	mancozeb - 80%	4.5	10	0	0	treefruit
DOMARK 10 EC	tetraconazole - 100g	0.3	0	494	284	treefruit
FABAN	pyrimethanil - 250g, dithianon - 250g	1.2	40	401	175	treefruit
FLINT PLUS	captan - 600g, trifloxystrobin - 40g	1.8	40	598	327	treefruit
FONTELIS	penthiopyrad - 200g	0.75	40	626	371	treefruit

Obr. 35: Seznam fungicidů použitelných v ČR pro signalizaci

Po zadání data aplikace přípravku se na grafu zobrazí období pokrytí přípravku po dobu klíčení spor na listech, znázorněno je též období 300° DH pro možnost aplikace kurativních přípravků (obrázek 36). Na grafu můžeme vidět, že fungicidní pokrytí preventivních ošetření klesá (šedá plocha směrem vpravo) v závislosti na srážkách a růstu listů. U kurativních aplikací (šedá plocha směrem doleva) závisí délka kurativního období na teplotě v hodinách předcházejících ošetření.

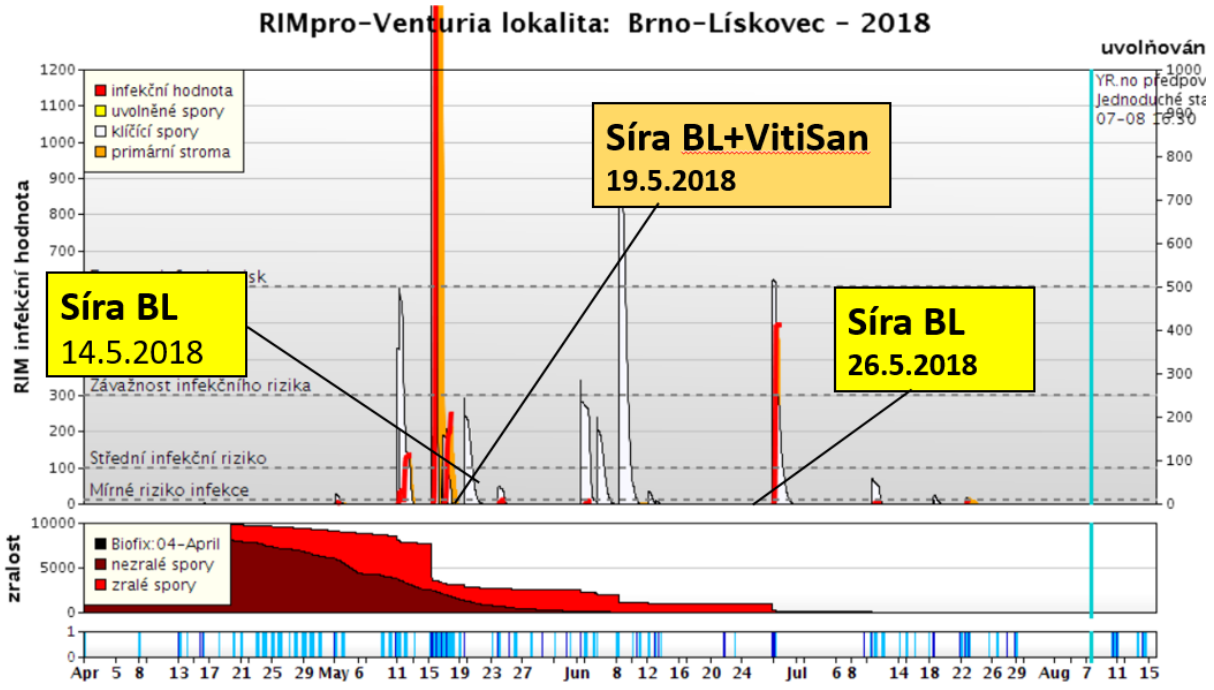


(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 36: Graf primárních infekcí s vyznačením aplikace fungicidů

Doporučení:

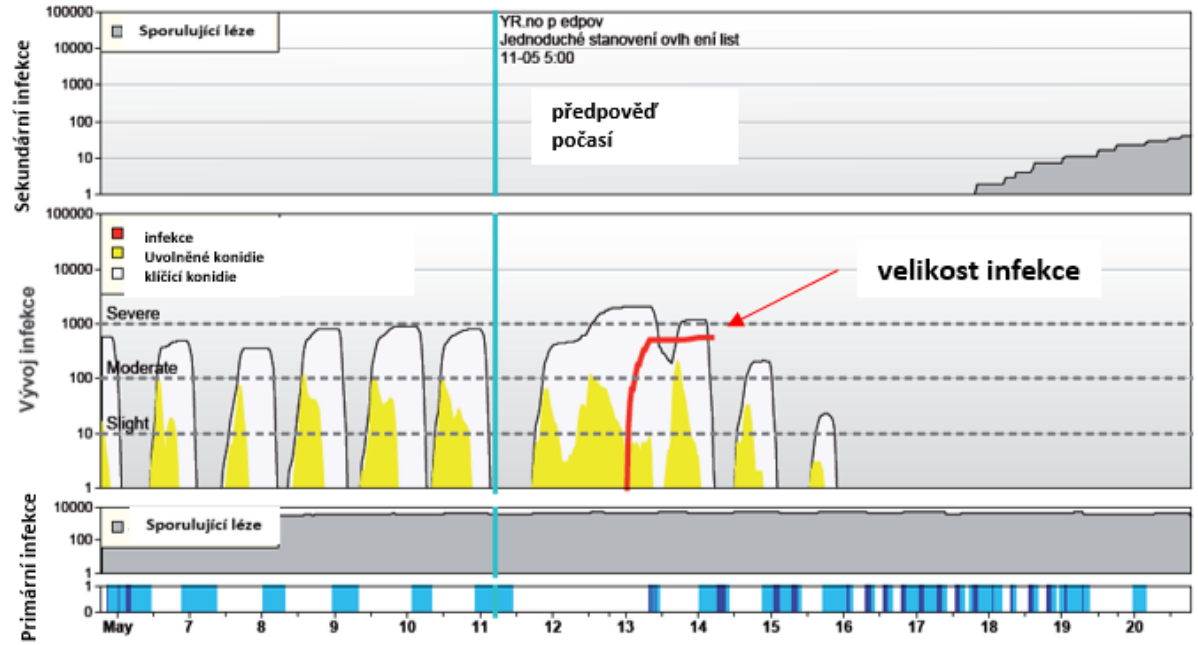
- Celkové riziko strupovitosti závisí na inokulačním tlaku (úrovni napadení strupovitostí v předchozím roce) a citlivosti odrůdy jabloně.
- Infekce strupovitostí s hodnotami RIM vyššími než 600 jsou vzácné a extrémně nebezpečné. Při těchto infekcích jsou v ekologické produkci vždy doporučeny dvě ošetření, aby bylo zajištěno, že jsou zasaženy všechny spory: preventivní ošetření krátce před deštěm a kurativní ošetření v období klíčení spor (obrázek 37).
- Pokud existují vysoká a extrémní potenciální rizika, samotná fungicidní ošetření nejsou dostatečně účinná. Infekční tlak by měl být před sezónou zredukován preventivními hygienickými opatřeními (vymetání listů ze sadu, postřik pro rychlejší rozklad listů apod.).
- Vzhledem ke vzniku rezistence strupovitosti vůči systémovým fungicidům by strategie ochrany proti strupovitosti měly být založeny především na účinné aplikaci kontaktních fungicidů. Systémové fungicidy by měly být považovány za poslední možnost.



Obr. 37: Při extrémně silných infekcích je v ekologické produkci doporučena stop aplikace nebo kurativní ošetření

3.3.2.2 Padlí jabloňové (*Podosphaera leucotricha*) / Apple powdery mildew

Rozvoj padlí závisí především na teplotě vzduchu a relativní vlhkosti. Předpovědi infekcí jsou tedy spolehlivější než u chorob, kde riziko nákazy závisí na srážkách. Aplikace fungicidů by měla být cílená na dny s vysokým rizikem infekce, jak je ukázáno na obrázku 38.



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 38: Model infekcí RIMpro pro padlí

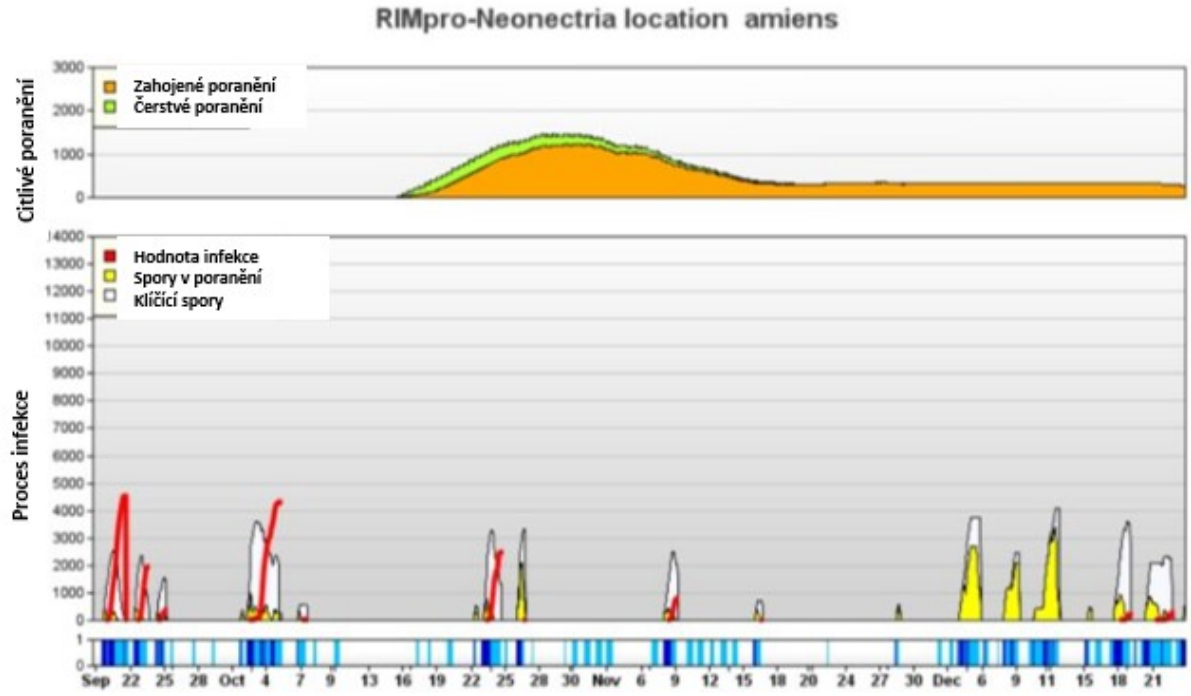
Spodní graf simuluje sporulaci primárních lézí, které jsou zdrojem konidií pro sekundární infekce.

Prostřední graf simuluje uvolňování spor do ovzduší (žlutě), jejich klíčení (bíle) a infekce (červeně). Koncentrace spor ve vzduchu pozitivně koreluje s teplotou a negativně s relativní vlhkostí vzduchu, deštěm a vlhkostí listů. Model simuluje růst jabloní. Infikovány mohou být pouze nové mladé listy. Déšť (případně horní závlaha postřikem) snižuje obsah spor ve vzduchu a ničí konidiofory, čímž na určitou dobu zastaví sporulaci, dokud se nevytvoří nové konidiofory.

Horní graf simuluje sporulaci sekundárních lézí. Léze padlí se vyvíjejí a sporulují asi dva týdny, dokud si infikovaný list nevyvine ontogenetickou rezistenci. V současné verzi modelu končí růst výhonků v srpnu, což přeruší další progresi choroby.

3.3.2.3 Rakovina jabloní, nektriové usychání větví (*Nectria galligena*) /Apple canker

Kritickým obdobím pro vznik infekcí je podzim: poranění stromů při sklizni, poranění opadem listů a řezné rány jsou vstupní bránou pro infekce. Doba mezi infekcí a vizuálními příznaky se pohybuje od 5 dnů do více než jednoho roku. Délka inkubační doby závisí na odrůdě, množství inokula, teplotě a roční době. Při vysokých teplotách se příznaky někdy ani neobjeví. V současné době je o procesu známo příliš málo, a proto nástup symptomů není zahrnut v modelu (obrázek 39).



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 39: Model RIMpro infekcí rakoviny jabloní

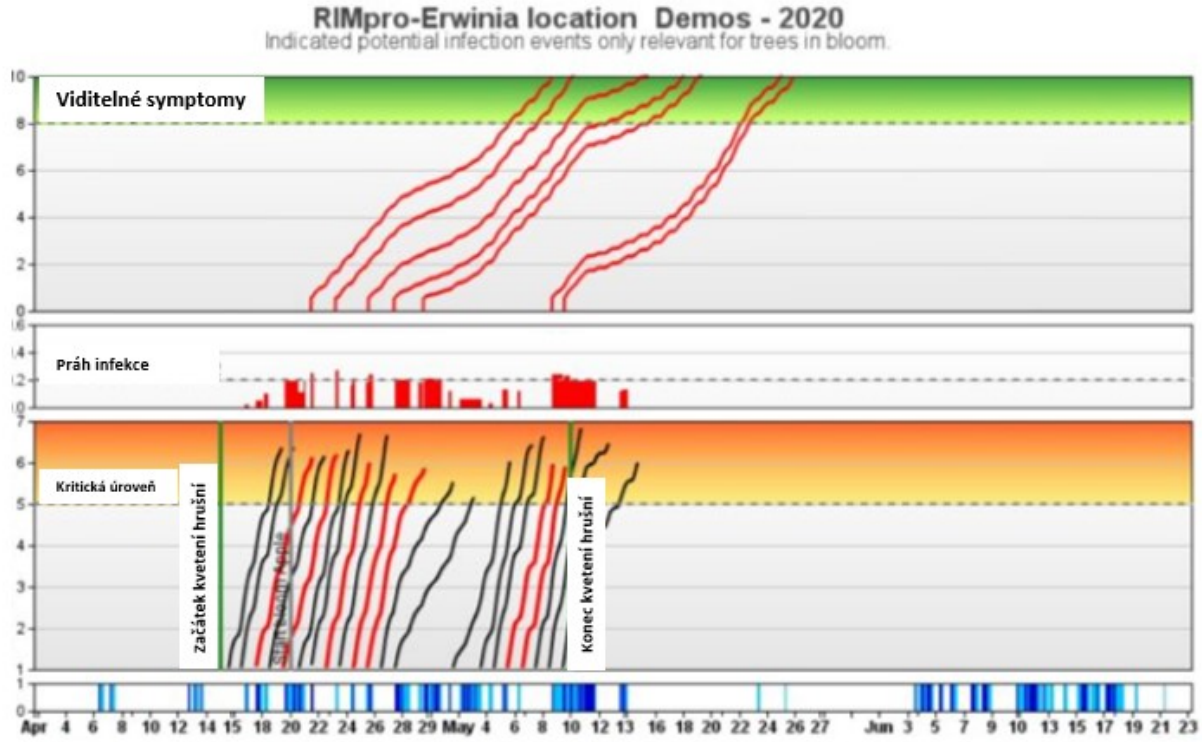
Ve spodní části grafu představuje tmavě modrá barva období se srážkami, světle modrá barva modeluje ovlhčení listů.

Prostřední část grafu ukazuje období uvolňování spor (žlutě), klíčení spor (bíle) a infekce (červená čára). Při každém dešti se počet konidií usazených na povrchu rány zvyšuje s množstvím srážek. Klíčení spor je závislé na teplotě.

Horní část grafu umožňuje vizualizaci hojení ran (zelenou barvou čerstvé poranění, světle hnědou barvou hojící poranění). Uživatel může na záložce biofix definovat datum začátku opadu listů (5 % opadu listů).

3.3.2.4 Bakteriální spála růžovitých (*Erwinia amylovora*) / Fire blight

Příznivé teploty zvyšují šíření spály na hostitelských rostlinách v sadě, což vede k potenciálně vyšším hladinám inokula pro kontaminaci květů. Infekce a šíření bakterií je ukázáno na obrázku 40. Model je určen zejména pro hrušně, které jsou pro infekci citlivější.



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 40: Model infekcí a šíření bakterií *Erwinia amylovora*

Ve spodní části grafu je období srážek znázorněno tmavě modře, období ovlhčení světle modře. Spodní část grafu modeluje riziko infekce květů, které se otevírají každý den během období kvetení. Každý otevřený květ může být kontaminován, černé čáry modelují růst bakterií na povrchu blizen. Když epifytická populace bakterií (na povrchu rostliny) dosáhne kritické úrovně a květy jsou mokré od deště nebo rosy, může dojít k infekci (červené čáry).

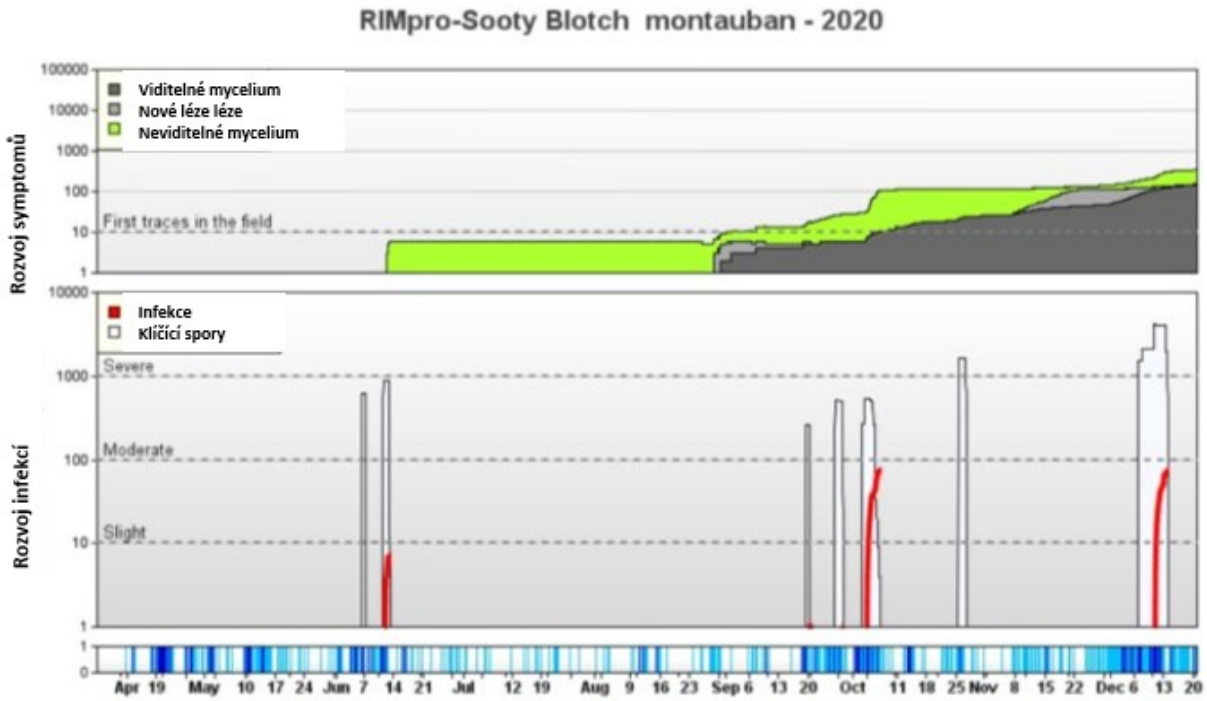
Střední graf modeluje infekci kalichu. Voda umožňuje pohyb bakterií do květního lůžka. Velikost infekce stoupá s koncentrací bakterií a klesá se stářím květu. Po opadnutí okvětních lístků již květy nejsou citlivé.

V horním grafu se po infekci endofytická populace bakterií (uvnitř rostliny) zvyšuje a tím se narůstá vnitřní tlak na tkáně, dokud neprasknou a nevyteče exsudát. Od tohoto okamžiku se příznaky stanou viditelnými (když červená čára překročí zelenou zónu).

POZNÁMKA: Je nezbytné vyplnit datum začátku a konce kvetení, protože bakterie infikují pouze otevřené květy a náchylnost se stárnutím květu klesá.

3.3.2.5 Sazovitost jabloně (*Gloeodes pomigena*) / Sooty Blotch

Tento model předpokládá přítomnost primárního inokula patogenu, které může být přeneseno na plody (obrázek 41).



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 41: Model vývoje sazovitosti jabloně

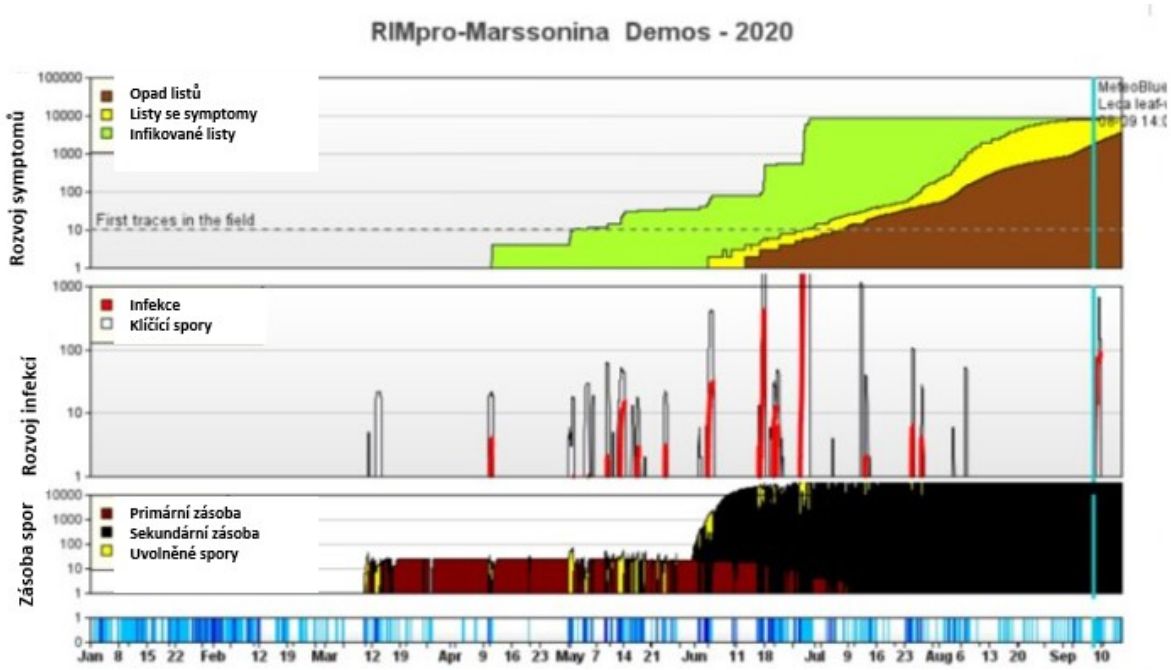
Ve spodní části grafu je období srážek znázorněno tmavě modře, období ovlhčení světle modře.

Prostřední část grafu ukazuje uvolnění spor deštěm (bílá) a potenciální infekci (červená). Proces klíčení probíhá během deště nebo při ovlhčení listů nebo vysoké relativní vlhkosti vzduchu.

Horní graf ukazuje inkubační dobu (zelená) a období, od kterého se příznaky stávají viditelnými a rozvíjejí se na plodech (šedá a černá). Houba roste na povrchu plodu a stává se viditelnou, když mycelium změní barvu z průhledné na olivově šedou. Zdá se, že doba mezi infekcí a objevením se prvních viditelných příznaků souvisí s počtem hodin ovlhčení listů a je nezávislá na teplotě. Výskyt onemocnění (= počet infikovaných plodů) se v létě zvyšuje s infekcemi způsobenými sporami z primárních i sekundárních zdrojů.

3.3.2.6 Skvrnitost listů jabloně (*Marssonina coronaria*, *Diplocarpon mali*) / Apple Blotch

Model infekcí způsobené patogenem *Marssonina coronaria* se symptomy na listech je prezentován na obrázku 42.



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 42: Graf modelu vývoje infekcí patogenu *Marssonina coronaria* a symptomů na listech

Ve spodní části grafu je období srážek znázorněno tmavě modře, období ovlhčení světle modře.

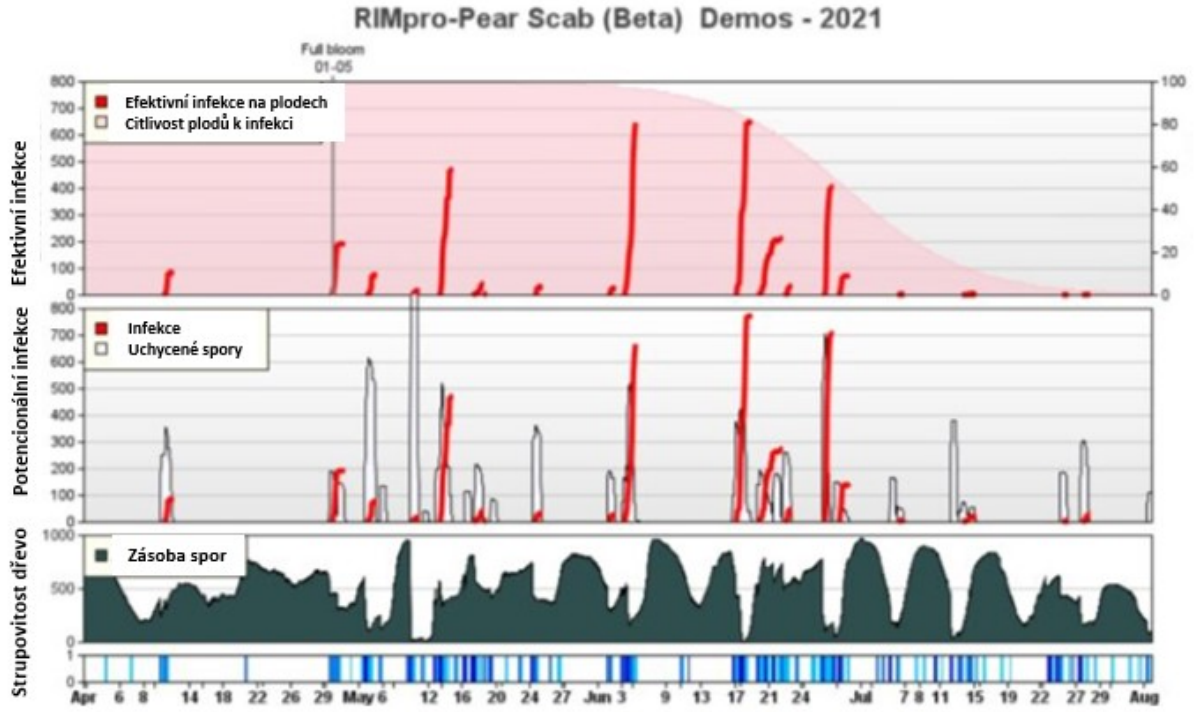
Spodní graf modeluje primární zásobu spor (hnědě). Jakmile se spory uvolní ve vodním filmu (modelováno žlutě), mohou být rozneseny do jiných částí stromu. Během delšího a vydatnějšího období dešťů je produkováno více spor a potenciálně se mohou objevit závažnější infekční události. Černá odpovídá sekundární zásobě spor vzniklé ze sporulace již vyvinutých lézí.

Střední graf modelu vyznačuje klíčení spor bílou barvou a infekci rostlin červenou barvou. Spory mohou klíčit a vyvíjet se, dokud je list mokrý a přežívají jen krátkou dobu během období sucha.

Horní graf modeluje nástup symptomů. Doba mezi projevem prvního příznaku na listu, který je stále zelený, úplným zežloutnutím a nekrotickým opadem listu se odhaduje ve dnech z polních pozorování, nejsou k dispozici žádné další informace. Počet napadených listů se během léta zvyšuje a neošetřené jabloně mohou být při výskytu silných infekcí do srpna zcela odlistěny. Během období bez deště zůstává úroveň vývoje stabilní.

3.3.2.7 Strupovitost hrušně (*Venturia pyrina*) / Pear Scab

Strupovitost hrušně se šíří askosporami stejně jako strupovitost jabloně, ale může přezimovat i na 1- až 3 letém dřevě. Tyto skvrny strupovitosti produkují konidiospory v období začínajícím před rašením pupenů a trvajícím až do léta. Strupovitost hrušní na listech se vyskytuje hlavně na spodní straně listů, často v nízkém počtu, i když vysoký počet plodů vykazuje příznaky. Pro správné modelování je potřeba nastavit biofix - datum zelené špičky pupenů a datum plného květu pro hrušňový sad v „místních parametrech“ pro každou stanici. RIMpro nabízí dva modely pro infekci plodů strupovitostí hrušní. První statický model ‚Basic‘, který pouze kombinuje trvání vlhkosti s teplotou a ukazuje mírné, střední a vysoké riziko infekcí, podobně jako pro strupovitost jabloně. Druhý dynamický model ‚Beta‘ (obrázek 43) zahrnuje kvantitativní zásobu a uvolňování spor ze dřeva, simulaci infekce a postupné snižování účinnosti infekce v důsledku ontogenetické rezistence plodů.



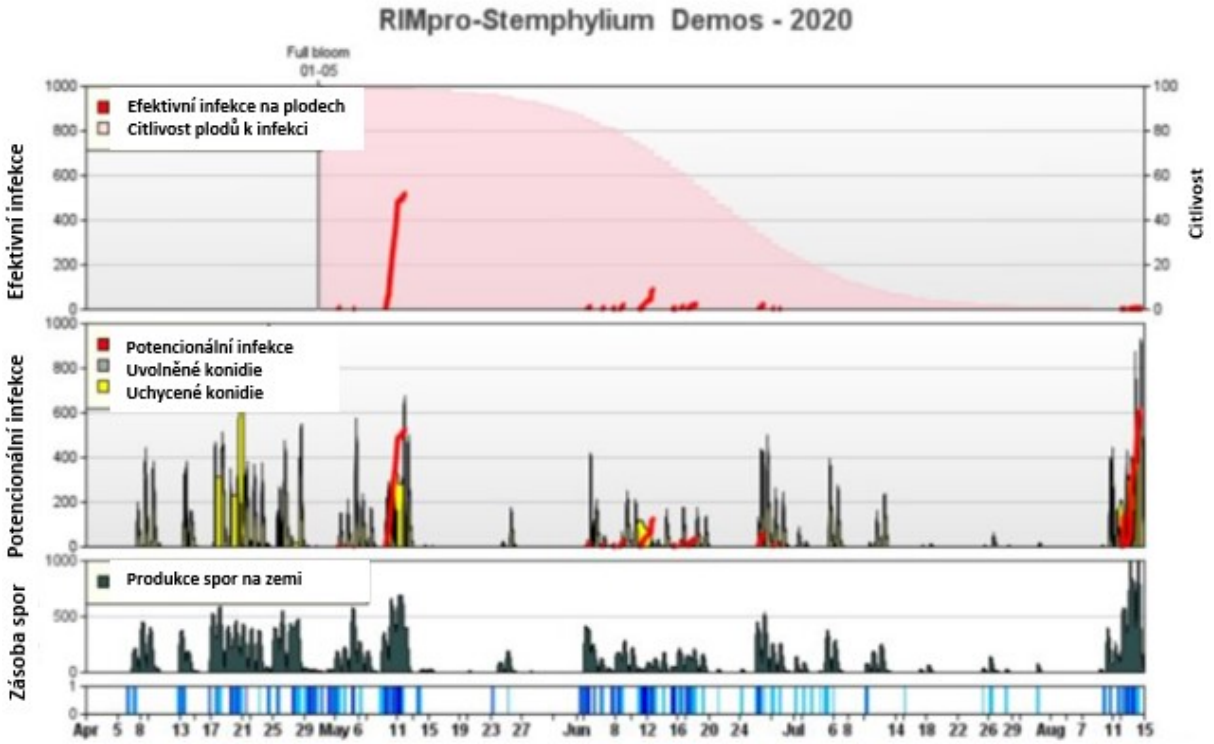
(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 43: Graf modelu infekcí strupovitosti hrušní

Ve spodní části grafu ‚Strupovitost dřevo‘ je odhadováno množství spor produkovaných na větvích. První spory jsou uvolňovány již na začátku rašení. Výtrusy jsou šířeny deštěm po jiných částech stromu. V prostředním grafu ‚Potenciální infekce‘ jsou naznačeny klíčící spory. Červená čára označuje infekci, tedy množství spor, kterým se podařilo infikovat povrch listu a určuje potenciální závažnost infekce. V horním grafu ‚Efektivní infekce‘ červená čára označuje infekce, růžová oblast grafu ukazuje relativní náchylnost plodů odrůdy Konference. Po odkvětu náchylnost plodů postupně klesá. Potenciální infekce vypočítané od začátku června jsou odhadovány jako méně důležité pro infekce plodů, protože plody dozrávají.

3.3.2.8 Hnědnutí listů hrušní (*Stemphylium vesicarium*) / Pear Brown Spot

Patogen *Stemphylium vesicarium* infikuje listy a plody hrušní. Houba má široké spektrum hostitelů a proto není specifická pro hrušně. Odrůda a zdravotní stav stromu (stav stresu) ovlivňuje jeho citlivost. Potlačení této choroby chemickými fungicidy je účinné pouze částečně. Většina příznaků se projeví v posledních týdnech před sklizní, ale během skladování v chladu se onemocnění dále nezvyšuje. Doba mezi infekcí a projevem příznaků je velmi variabilní v důsledku různých faktorů, jako je odrůda, stres, stáří plodů atd., a proto není modelována (obrázek 44).



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 44. Graf modelu vývoje infekcí patogenu *Stemphylium vesicarium*

Ve spodní části grafu je období srážek znázorněno tmavě modře, období ovlhčení listů světle modře.

Spodní graf simuluje produkci spor, které jsou produkovány na listech, trávě a dalších rozkládajících se organických zbytcích na zemi v sadě. Model předpokládá konstantní populaci *Stemphylium vesicarium* přítomnou na zemi v sadu během vegetačního období. Spory jsou produkovány během příznivých vlhkostní podmínek, déšť a ovlhčení listů podporují tvorbu spor.

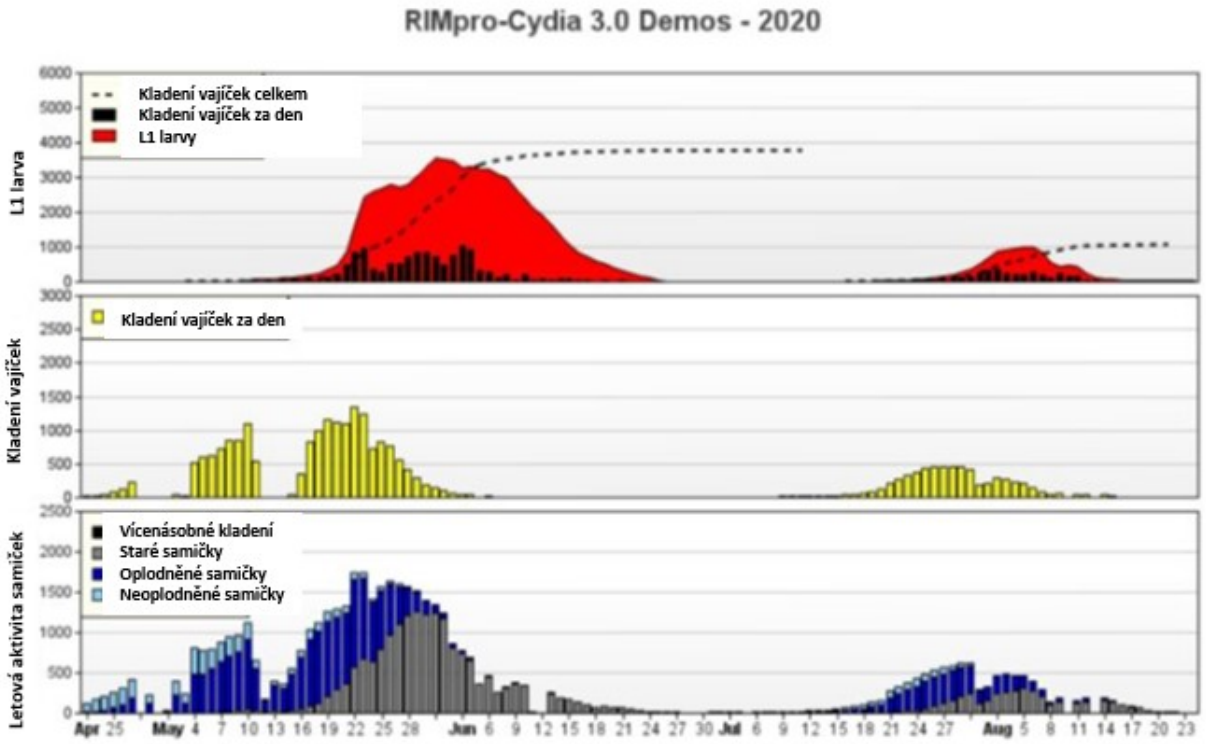
Prostřední graf simuluje přítomnost spor ve vzduchu (šedě), uchycených na plodech (žlutě) a potenciálních infekcí (červeně) na základě počasí. Uchycení spor hrušní souvisí s koncentrací spor ve vzduchu, hromadí se na plodech, ale jsou životaschopné pouze po krátkou dobu.

Horní graf kombinuje údaje o potenciální infekci s citlivostí plodů. Citlivost plodů klesá s jejich stářím (ontogenetická rezistence). Plody jsou nejcitlivější během prvních týdnů po odkvětu, i když většina příznaků se projeví ve zralosti během posledního měsíce před sklizní. Model předpokládá, že k 80 % infekcí plodů dochází do osmi týdnů po úplném rozkvětu.

Potenciální infekce založené na meteorologických datech (střední graf) jsou násobeny vnímavostí plodů v tomto stádiu vývoje a vyjadřují skutečné riziko infekcí plodů. Většina příznaků se projeví v posledních týdnech před sklizní, během skladování v chladu se dále nezvyšují.

3.3.2.9 Obaleč jablečný (*Cydia pomonella*) / Codling Moth

Model RIMpro sleduje vývoj obaleče jablečného v sadu od konce zimy a po celou vegetační sezonu (obrázek 45). Klima a geografická poloha určují, zda se obaleč vyskytuje v jedné nebo více generacích.



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 45: Graf modelu vývoje obaleče jablečného

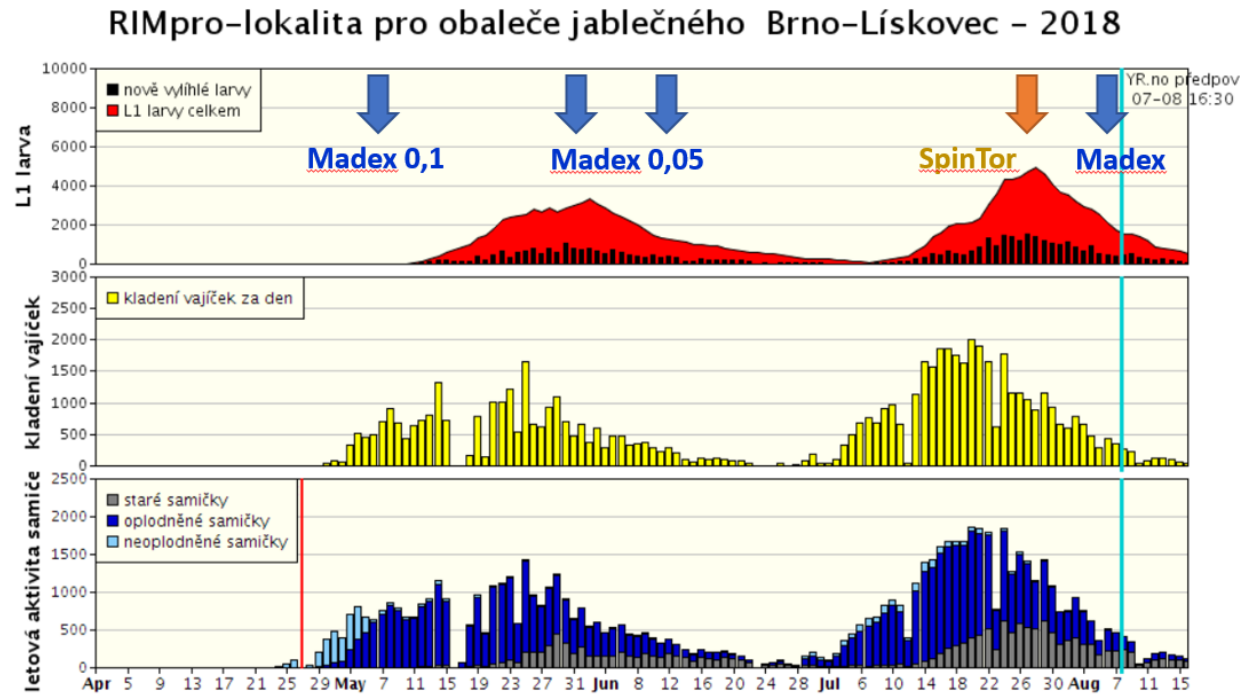
Spodní graf ukazuje aktivní let samic. Let závisí na soumrakových teplotách vzduchu. Metody založené na matení samců musí být instalovány v sadu před začátkem letu.

Prostřední graf ukazuje denní kladení vajíček (žlutě). Let samic během teplých večerů vede k silnému kladení vajíček. Během chladnějších nebo deštivých večerů kladou méně. Uvedený graf ukazuje pokles kladení kolem 15. května v důsledku nepříznivých povětrnostních podmínek.

Horní graf ukazuje počet vylíhnutých vajíček (černě), tečkovaná čára označuje kumulativní počet a také počet mladých housenek z čerstvě vylíhnutých vajíček (červeně). Vývoj housenek závisí na teplotách. Tyto housenky jsou citlivé na insekticidy s larvální aktivitou, včetně viru granulózy.

Housenky posledního instaru, které opouštějí plody, se mohou zakuklit a vytvořit 2. generaci ve stejném roce, nebo mohou přejít do diapauzy, aby přežily zimu a zakuklily se příští jaro. Konec diapauzy závisí na teplotě a délce dne. Potenciální velikost druhé generace obaleče je tedy určena počtem housenek, které dokončí svůj larvální vývoj před polovinou července.

Ovocnáři potřebují přesnou informaci, kdy bude kladena velká část vajíček, případně, kdy se očekává další kladení a líhnutí, aby mohli naplánovat aplikaci přípravků (obrázek 46). Insekticidy s ovicidním účinkem by měly být aplikovány těsně před předpovědí silného kladení. Údaje o záchytech samců z feromonových lapáků a teplotní sumy k předpovědi klíčových událostí se v terénu ukázaly jako ne zcela přesné. Pozorování úlovků samců do lapáků se často nekryje s vrcholy v kladení vajíček samičkami. První úlovky samců nemusí signalizovat silné kladení vajíček samičkami. První záchyty samců tudíž nemusí být pro určení termínu aplikace rozhodující, první vajíčka jsou kladena dny nebo týdny poté, co byli do lapáků chyceni první samci. Skutečná velikost druhé generace v jednotlivých sadech je silně závislá na úspěšnosti managementu první generace. Poškození plodů (obrázek 47) je možné správným načasováním aplikací značně zredukovat.

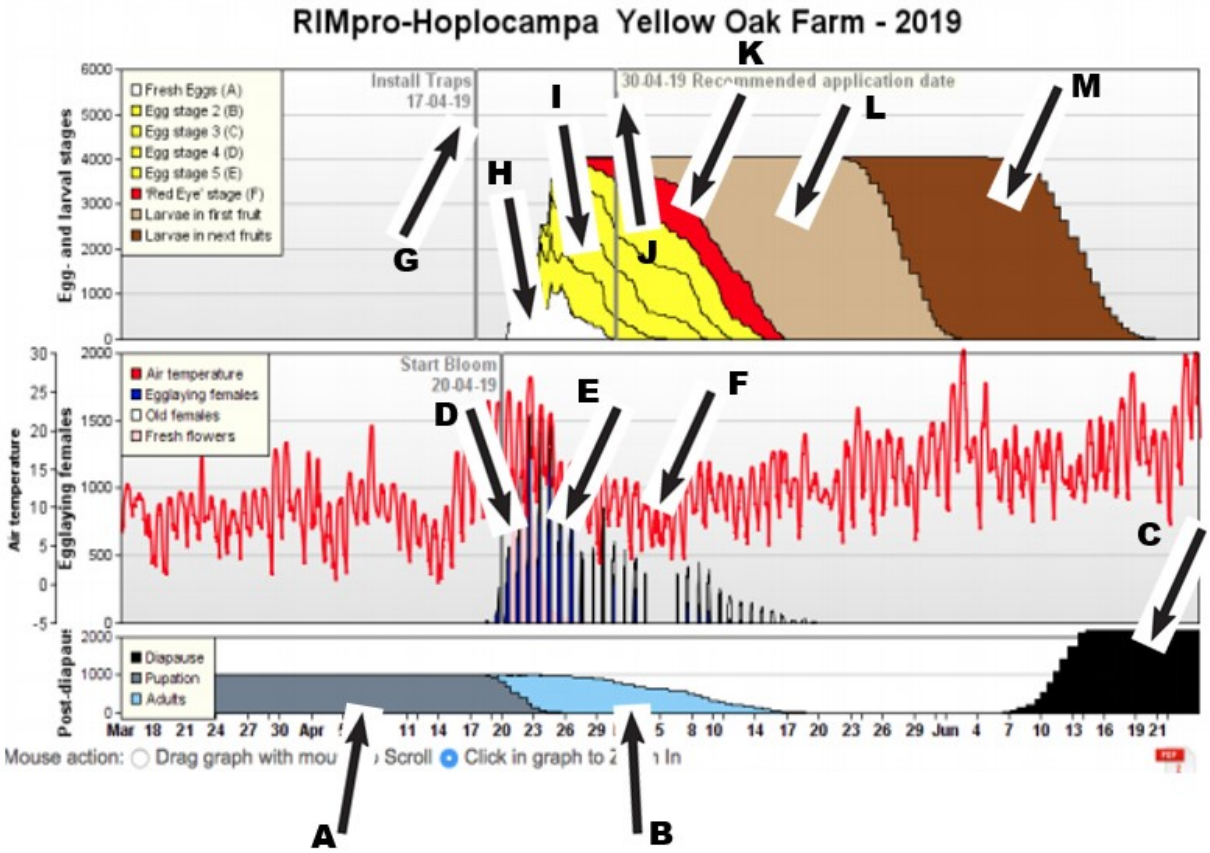


Obr. 46: Načasování aplikací dle modelu RIMpro pro lokalitu Brno – Lískovec v roce 2018

Obr. 47: Poškození obalečem jablečným

3.3.2.10 Pilatka jablečná (*Hoplocampa testudinea*)

Pro ochranu proti pilatce jablečné pomocí alternativních přírodních přípravků je nezbytné předpovědět, kdy se vylíhnou vajíčka. Model navrhne optimální čas pro umístění lepových desek ve výsadbě a vypočítá začátek letu (obrázek 48).



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 48: Graf modelu RIMpro vývoje pilatky jablečné

Legenda:
Spodní část: **(A)** Vývoj housenic a kukel v půdě (šedé pole); **(B)** Délka života a výskyt dospělce (světle modré pole)**; (C)** Vývoj housenice, která opustí plod a zakuklí se v zemi
Střední část: **(D)** První květy otevřeny (růžová barva)**; (E)** Letová aktivita dospělců (modrá barva; **(F)** Teplota vzduchu (červená barva)
Horní část: **(G)** Datum vyvěšení lepových desek**; (H)** Čerstvě nakladená vajíčka (bílé pole)**; (I)** Vajíčka v různých stádiích vývoje (žluté pole)**; (J)** Datum ošetření **; (K)** Vajíčka v konečné fázi před líhnutím – stádium červených očí (červené pole)**; (L)** Housenice na plodech, různá stádia vývoje (světle hnědé pole)**; (M)** Opouštění plodu a kuklení housenic v půdě (tmavě hnědé pole)

Uživatel musí pro správné fungování modelu zadat datum začátku květu pro své odrůdy jablek. Nastavení biofixu pro simulaci kvetení začíná v den otevření prvního centrálního květu (BBCH 60). Tento biofix je specifický pro různé odrůdy. Model navrhne optimální termín pro umístění lepových desek ve výsadbě a vypočítá začátek letu. Optimální načasování aplikace se liší mezi sady a odrůdami. Uživatel má také možnost zadat datum počátku letu, od kterého model vypočítá doporučené datum aplikace. V sadu začíná kladení vajíček u raně kvetoucích odrůd a pokračuje u pozdějších. Model RIMpro vyznačuje doporučené datum aplikace přípravků. Na obrázku 48 je doporučené datum aplikace ovicidu modelováno ke dni 30.4.

Interpretace grafu:

Spodní graf ukazuje vývoj fází v půdě po diapauze. Během diapauzy v půdě housenice nereagují na teploty. V polovině března končí diapauza, a proto je vývoj dospělců úměrný teplotě půdy.

Prostřední graf znázorňuje let samic. Pilatka jablečná létá jen ve dne. Letová aktivita je úměrná teplotě vzduchu nad minimálním prahem. V období dešťů neprobíhají žádné simulované lety. Pro monitoring letu se do výsadby před rozkvětem stromů instalují lepové desky pro stanovení počátku letu (obrázek 49).

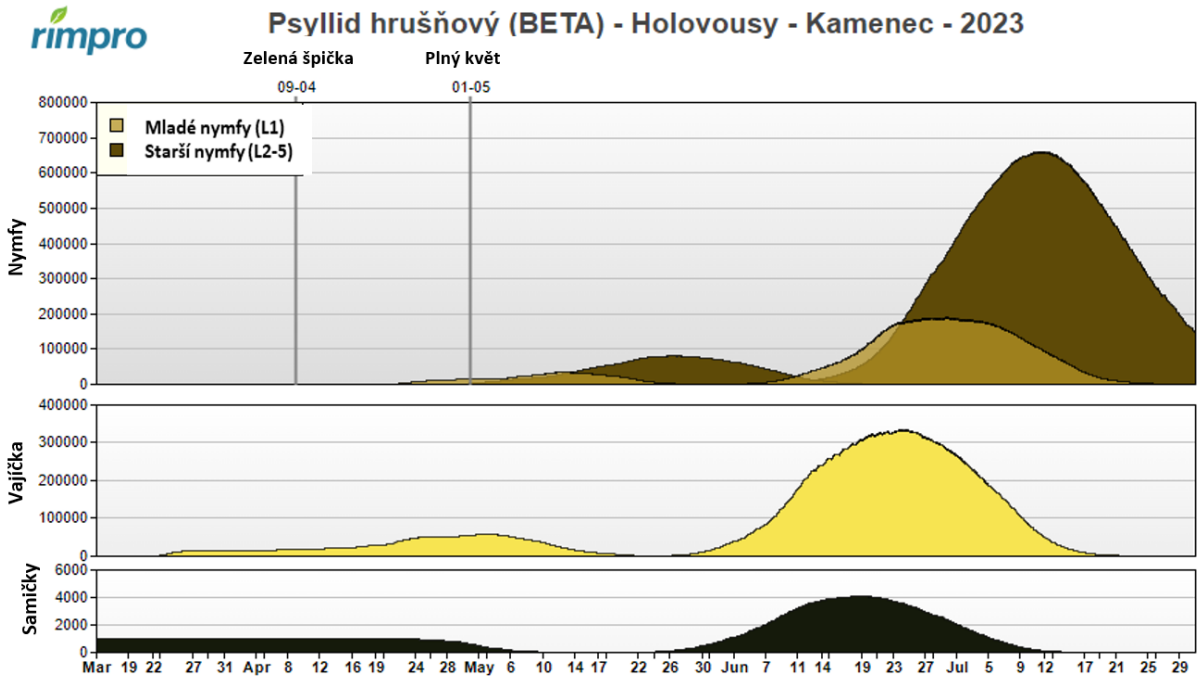
Horní graf simuluje vývoj vajíček. Embryonální vývoj je ve skutečnosti rozdělen do šesti odlišných fází a poslední fáze se nazývá fáze „červených očí“. Housenice během svého vývoje migrují z jednoho plodu na druhý. Navzdory malému množství dostupných informací o tomto procesu model simuluje tuto migraci z prvního na druhý plod v závislosti na sumě teplot. Pilatka jablečná klade vajíčka na nově otevřené květy (obrázek 50). V rámci odrůdy kladení vajíček začíná na prvních květech, model simuluje počet čerstvě otevřených květů.

Obr. 49: Počátek letu pilatky se stanovuje podle záchytu na lepových deskách

Obr. 50: Pilatka jablečná klade vajíčka na nově otevřené květy

3.3.2.11 Mera skvrnitá (*Cacopsylla pyri*) / Pear Psylla

Mera skvrnitá přezimuje jako dospělec ukrytá v kůře stromů hrušní. Dospělci se aktivují na jaře, první oranžově žlutá vajíčka kladou přímo na dřevo, obvykle na bázi zavřených pupenů. V závislosti na teplotě se může vyvinout 3 až 6 generací ročně, než se dospělci vrátí k přezimování. V modelu RIMpro jsou monitorovány pouze první dvě generace mer (obrázek 51). Od třetí generace jsou techniky ochrany méně účinné.



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 51: Graf modelu RIMpro pro vývoj mery hrušňové

Interpretace grafu:
Spodní graf modeluje přítomnost dospělých samiček.
Prostřední graf modeluje počet vajíček, kladení začíná za příznivé teploty.
Horní graf modeluje počet nymf. Mladé nymfy 1. instaru jsou zobrazeny odděleně od stádií 2.–5. instaru, které jsou seskupeny jako ‚Starší nymfy'. Nymfy 1. instaru produkují málo medovice a jsou proto citlivější na ošetření.

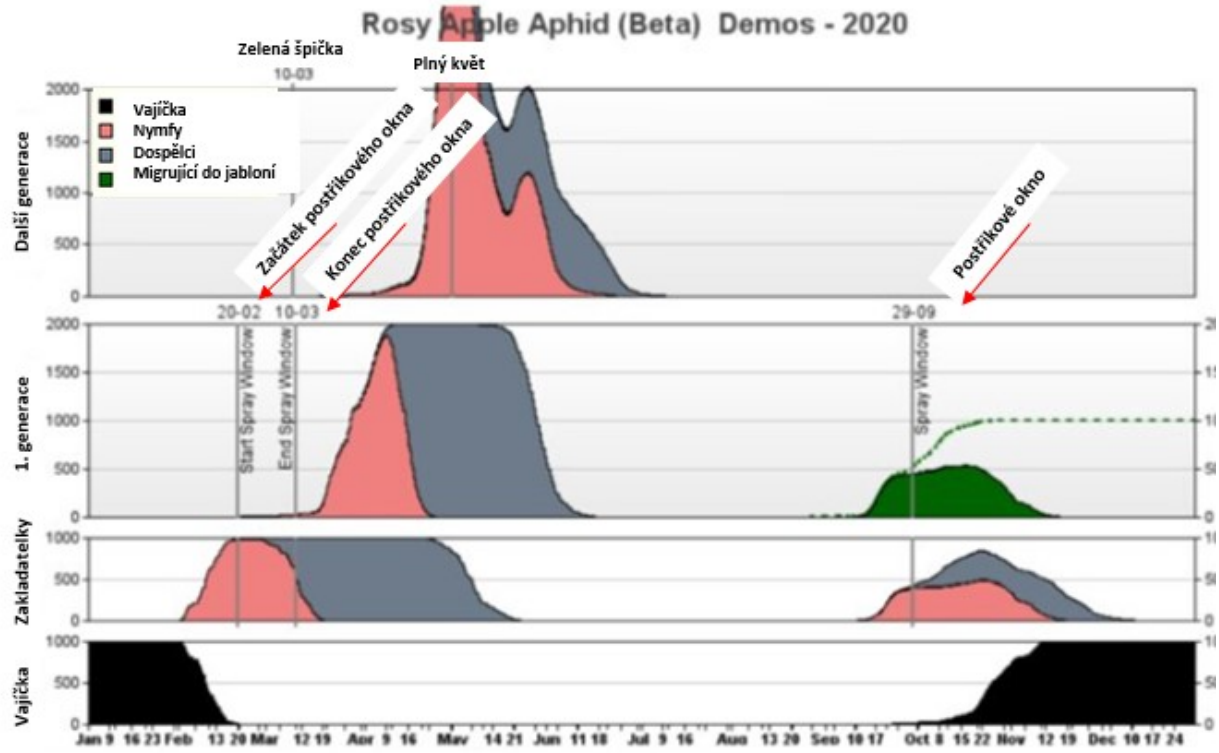
Poznámka: Nymfy, které se vylíhnou před vyrašením pupenů, rychle hynou kvůli nedostatku potravy. Tento parametr je v modelu zohledněn, a proto je důležité zadat datum fenologické fáze zelené špičky pupenu hrušně.

3.3.2.12 Mšice jitrocelová (*Dysaphis plantaginea*) / Rosy Apple Aphid

Mšice jitrocelová přezimuje jako diapauzující vajíčko na kůře jabloňových letorostů v blízkosti květních a listových pupenů. Vajíčka se líhnou krátce po puknutí pupenů ve fenologické fázi rané stádium myšího ouška. Během vegetace má několik generací. Mšice sají na spodní straně listů a na výhoncích. Od května postupně odlétají na jitrocel, kde sají na listech a kořenech. Od září se vracejí na jabloně, na grafu jsou vyznačeny období vhodných aplikací (obrázek 52).

Existují dvě období pro účinné aplikace k regulaci výskytu mšice jitrocelové:

- Na jaře, kdy začínají mšice zakladatelky rodit kolonie první generace na listových růžicích. Pozdější aplikace insekticidů jsou méně účinné. V rámci postřikovacího okna je potřeba vybrat den s optimálními povětrnostními podmínkami pro aplikaci insekticidu k dosažení nejlepších výsledků. U kontaktních přípravků závisí účinnost na kvalitě ošetření – ošetření celé spodní i horní plochy listu.
- Na podzim, mezi návratem mšic samiček z letního hostitele jitrocele do jabloní před vykladením prvních zimních vajíček. Dobře termínové umístěná aplikace účinného insekticidu sníží jarní populaci příštího roku.



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 52: Výstup z programu RIMpro pro mšici jitrocelovou

Interpretace grafu:

První (spodní) graf simuluje vývoj vajíček. Rychlost vývoje se vypočítává podle SPV 4,5 °C.

Druhý graf (jaro) simuluje populaci zakladatelek. Po opuštění vajíčka se mladé mšice pohybují směrem k otevírajícím pupenům a sají šťávu. Mladé mšice projdou čtyřmi nymfálními stádii, než se stanou dospělými zakladatelkami. První dospělci se vyskytují v období, kdy jsou jabloně ve fenofázi růžového poupěte.

Třetí graf (jaro) simuluje vývoj 1. generace mšic. Kolonie se vyvíjejí na spodní straně listové růžice.

Čtvrtý (horní) graf simuluje následující generace na listech rostoucích na letorostech jabloní. Na jabloních se vyvine 3 až 6 generací. Protože živé reprodukční stádium mšic je delší než stádium nymfy, generace se překrývají. Koncem června se tvoří stále větší počet okřídlených živorodek. Tyto okřídlené mšice migrují na jitrocel již od konce května, ale hlavní přelet je mezi koncem června a koncem července.

Třetí graf (podzim) simuluje populaci okřídlených mšic, které se vracejí na jabloně. Po indukci diapauzy zkrácením délky dne začnou okřídlené samice migrovat zpět na jabloně mezi polovinou září a polovinou října.

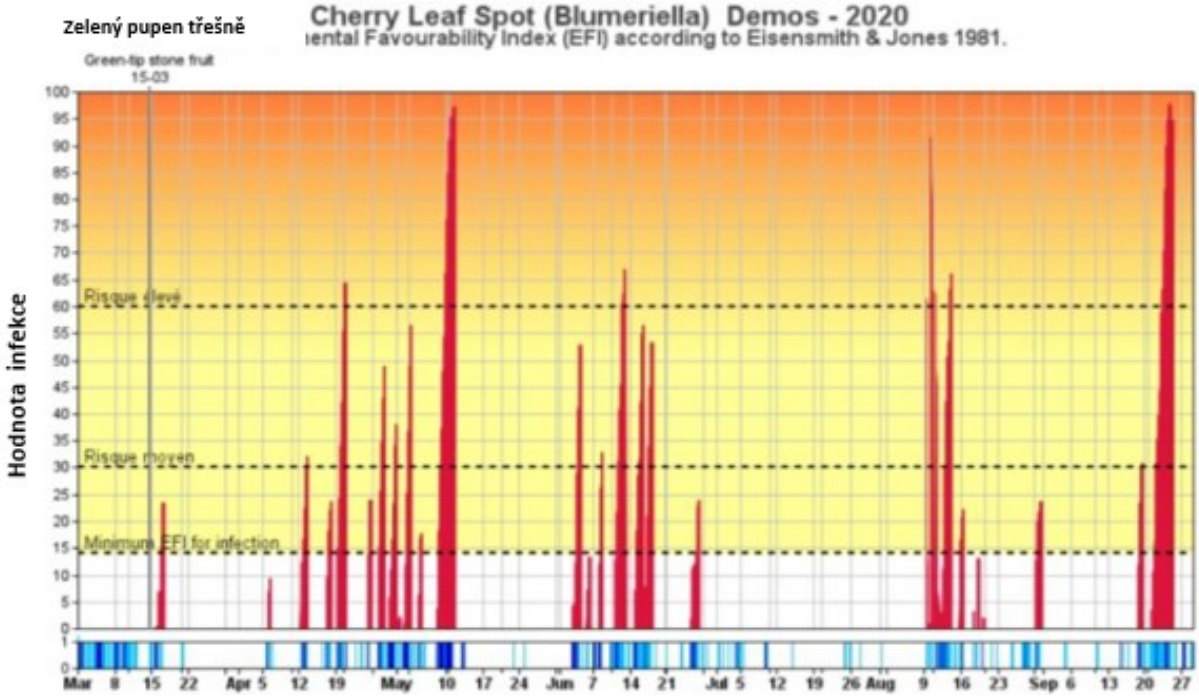
Druhý graf (podzim) simuluje populaci vejcorodých samic. Dochází ke kladení zimních vajíček na kůru a větvičky jabloní.

3.3.2.13 Probírka jablek a hrušek / Thinning for apple and pear

Tento model zařazený v platformě RIMpro se přímo netýká zaměření této metodiky a proto není popisován.

3.3.2.14 Skvrnitost listů třešně a višně (*Blumerriela jaapii*) / Cherry Leaf Spot

Model vývoje skvrnitosti listů třešně a višně je v RIMpro statický (obrázek 53), ukazuje pouze podmínky infekce bez kvantifikace potenciální závažnosti infekce na základě populací spor. Korelace modelu vývoje askospor s meteorologickými daty není průkazná.



(Upraveno z rimpro.cloud)

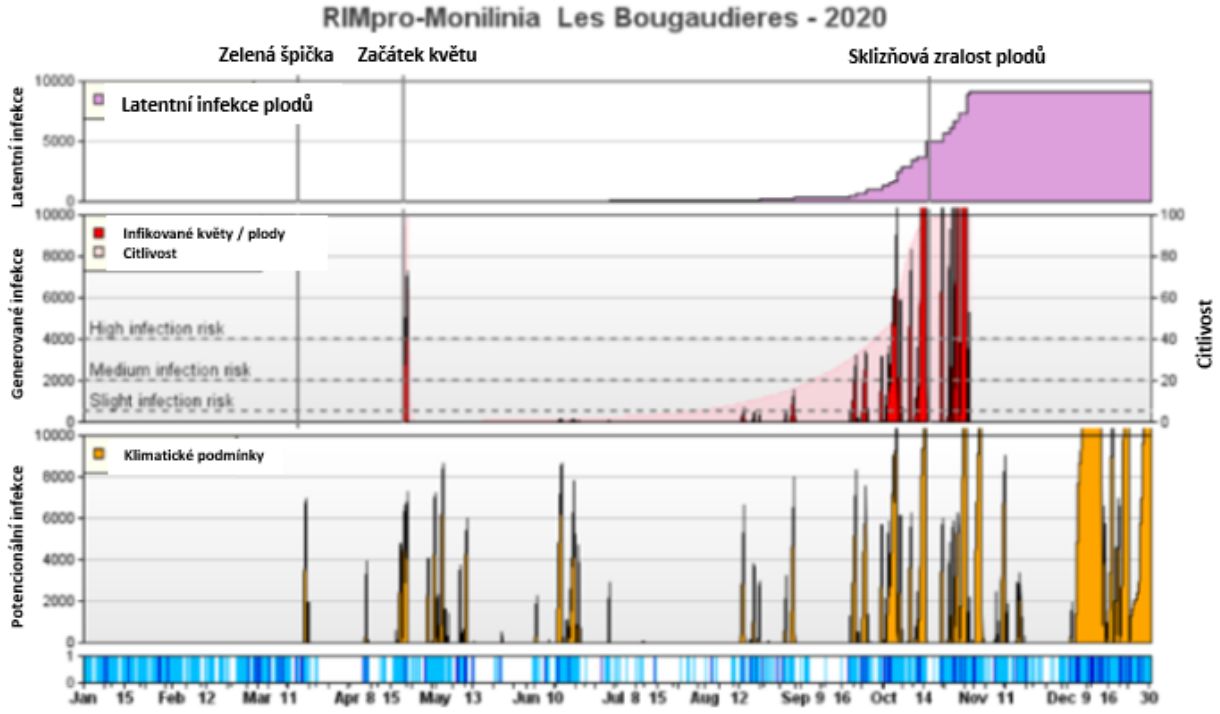
Obr. 53: Graf modelu signalizace infekcí skvrnitosti listů třešně a višně

Ve spodní části obrázku 53 je znázorněno období srážek tmavě modře, období ovlhčení listů světle modře. V centrální části grafu je označována infekce sporami (červeně). Vzhledem ke skutečnosti, že uvolňování askospor je pod 8 °C velmi nízká, výchozí minimální teplota pro výpočet je nastavena na 7 ° C.

3.3.2.15 Moniliový úžeh (spála) peckovin (*Monilinia spp.*) / Brown Rot

Infekce způsobená patogeny *Monilinia* spp. způsobují významné ztráty v produkci peckovin. Květy, popř. větvičky, mohou během vegetačního období vykazovat příznaky napadení. Škodlivé jsou i latentní infekce plodů, které způsobují posklizňovou hnilobu ovoce v dodavatelském řetězci.

Model RIMpro ukazuje infekce v době kvetení a v době dozrávání plodů (obrázek 54).



(Upraveno z rimpro.cloud)

Obr. 54: Graf modelu RIMpro pro infekce patogeny *Monilinia* spp.

Interpretace grafu:

V pruhu pod grafem představuje tmavě modrá období, kdy meteorologická stanice zaznamenala déšť. Světle modrá je období, kdy jsou listy ovlhčené.

Spodní graf simuluje infekce pouze na základě povětrnostních podmínek.

Prostřední graf simuluje reálné riziko infekce v závislosti na fenologickém stadiu (kvetení, dozrávání plodů). Fenologie a citlivost různých odrůd třešní, švestek, nektarinek, meruněk atd. může být velmi rozdílná. Uživatel musí zadat datum květu a sklizně, aby model mohl ukazovat užitečné informace.

Uživatel může zadat začátek kvetení/sklizeň pro raně, středně a pozdně zrající odrůdy. Z jedné simulace do druhé pak může přepínat přímo kliknutím na typ odrůdy nad grafem.

V uvedeném příkladu jsou pozdní odrůdy peckovin v tomto sadu postiženy závažnou infekcí během kvetení, která má za následek infekce květů. Potenciální po sobě jdoucí infekce (v červnu a červenci) nevedou k infikovaným plodům, protože plody ještě nejsou náchylné. V srpnu až září plody dozrávají, náchylnost se zvyšuje a dochází těsně před a během sklizně k řadě závažných infekcí. Výsledkem je nárůst latentních infekcí, které se projeví v dodavatelském řetězci čerstvého ovoce.

3.4 Automatizovaný feromonový lapač Trapview

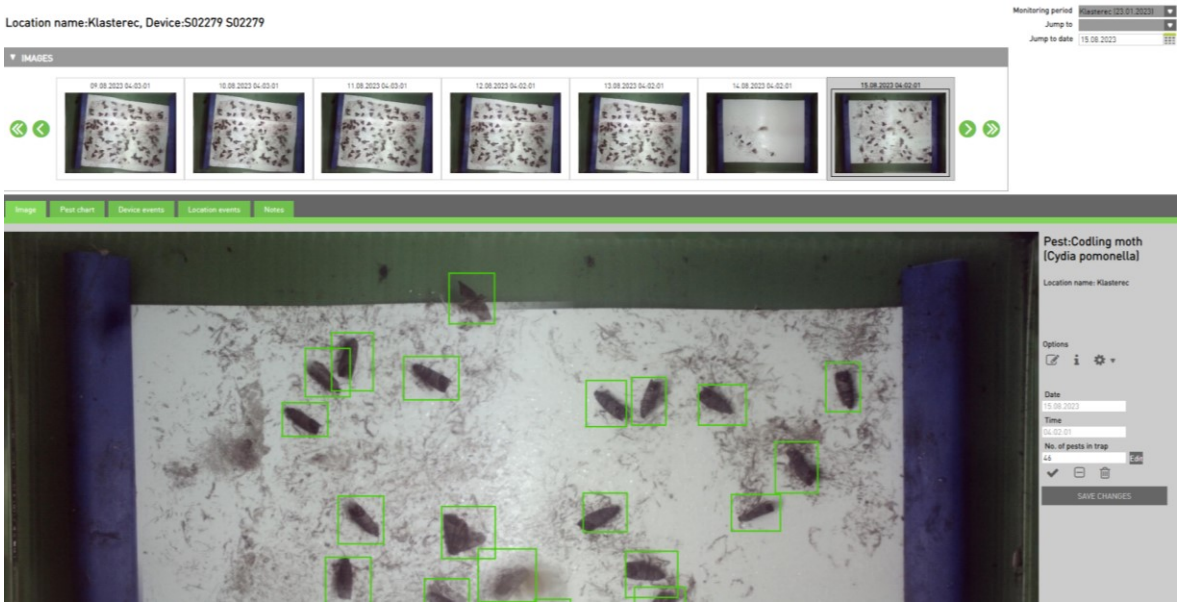
Pro signalizaci vývoje škůdců se v ovocnářství využívá též systém Trapview, což je automatický monitorovací systém. V ovocnářství je využitelný pro monitorování vývoje obaleče jablečného.

Model Trapview pro monitoring obaleče jablečného

Využívá se zařízení kombinující feromonový lapák s kamerou, umístěné přímo ve výsadbě, které odesílá jednou za den v ranních hodinách snímek lepové desky (obrázek 55). Zařízení je opatřeno solárním panelem k dobíjení.

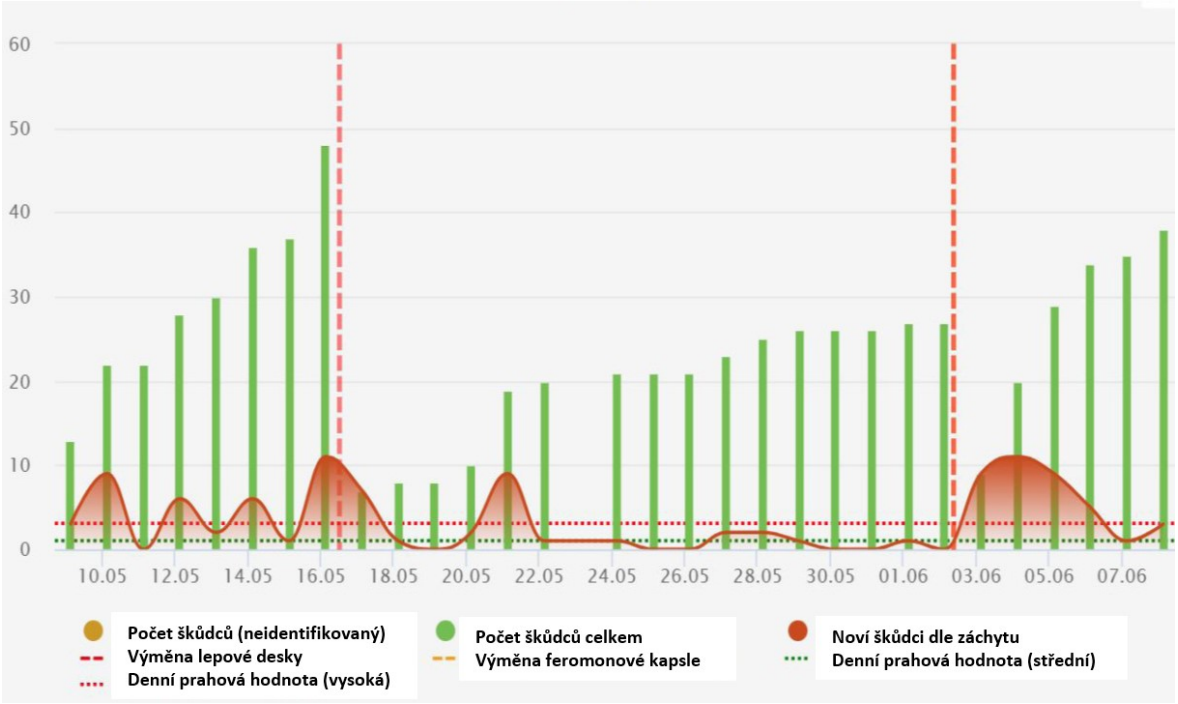
Obr. 55: Feromonový lapák Trapview s přenosem dat (převzato z trapview.com)

Ze serveru je možnost vyčíst hodnoty nově zachycených škůdců podle záchytu na lepové desce (obrázek 56). Server označí nově zachycené škůdce a vygeneruje graf (obrázky 57, 58), kde je možnost vidět denní přírůstky zachycených škůdců nad nastavený práh škodlivosti. Ovocnář tak může naplánovat aplikace proti obaleči jablečnému i bez fyzické kontroly lapáků ve výsadbě. Systém je využitelný pouze v dané výsadbě přímo v lokalitě, kde je umístěný optický lapák. V sousední výsadbě se může výskyt obaleče výrazně lišit, signalizuje nám ošetření pro monitorovanou výsadbu.



Obr. 56.: Ukázka pořízených fotografií dle jednotlivých dnů s označením nových záchytů škůdce

Obr. 57: Vygenerovaný graf ukazuje počet nových záchytů v jednotlivých dnech



(Upraveno z trapview.com)

Obr. 58: Graf modelu Trapview pro obaleče jablečného

4. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Ochrana ovocných kultur je velmi dynamický proces závislý na přírodních vlivech. Ochrana ovocných výsadeb se odvíjí od konkrétních meteorologických podmínek, které jsou proměnné. Hodnoty meteorologických prvků lze pomocí nově vyvinutých informačních technologií předpovídat s vyšší přesností. Do procesu určení termínu signalizace ošetření vstupují inovované modely vývoje patogenů a škůdců, popř. nové nástroje na monitorování škůdců ve výsadbách. Metodika je zaměřena na využití podpůrných rozhodovacích systémů v ochraně ovocných výsadeb, které jsou průběžně inovovány. V metodice jsou pěstitelům představeny a popsány nové modely vývoje chorob a škůdců, které umožňují ovocnářům lépe načasovat aplikace přípravků, případně se lépe zorientovat ve vývojových fenologických stádiích škůdců, při jejichž dosažení je aplikace přípravků nejefektivnější. Součástí metodiky je využití předpovědních modelů při aplikaci alternativních nechemických přípravků v integrovaných systémech ochrany. Snahou je dosažení sníženého množství reziduí pesticidů v ovoci a snížení chemické zátěže životního prostředí využitím moderních informačních technologií a podpůrných rozhodovacích systémů.

5. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena všem pěstitelům ovoce především ovocnářům v ekologickém systému pěstování i v integrované produkci ovoce. Pěstitelé mohou využít metodiku k optimalizaci termínů přímých aplikací proti chorobám a škůdcům. Mohou takto redukovat počet ošetření, což se projeví v ekonomice pěstování. Konkrétním výsledkem uplatnění této metodiky je zvýšená produkce zdraví nezávadného ovoce s nízkým obsahem reziduí pesticidů. V ekologické produkci ovoce se očekává nárůst sklizně ovoce požadované kvality a zvýšení

konkurenceschopnosti na trhu s ovocem. Pěstitelé v integrované produkci ovoce na základě této metodiky naleznou ekologickou variantu k chemickým postřikům používaných v managementu ochrany sadu, kdy je možné např. za nízkého infekčního tlaku patogenu použít přírodní produkt. Smlouva o uplatnění této certifikované metodiky byla uzavřena s Ovocnářskou unií České republiky, z.s., což zajišťuje široké využití členy unie. Hustota meteorologických stanic s automatickým přenosem dat ve výsadbách je v ČR velmi vysoká, využití předpovědních modelů je ovocnářům s využitím této metodiky nabízeno. Metodika bude dostupná na webových stránkách VŠÚO Holovousy, s.r.o.

6. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Přínosy z uplatnění metodiky lze očekávat v oblasti ekonomické, zdravotní, environmentální i sociální. Používání metodiky mezi pěstiteli zlepší ekonomiku pěstování redukcí počtu přímých opatření v ochraně ovocných výsadeb. Současná technologie ochrany je zatíženy vysokým počtem aplikačních zásahů. Předpokládá se, že využitím metodiky se ovocnářům podaří snížit počet aplikací. Reálné je snížit náklady na ochranu ovocných výsadeb lze využitím moderních monitorovacích systémů a využitím podpůrných modelů vývoje chorob a škůdců o 5 %. Metodika přispěje ke zkvalitnění monitoringu výskytu škodlivých organismů v sadech. Na základě výběru vhodných přípravků a přesnému načasování aplikací dojde k vyššímu uplatnění přirozených nepřátel a tím ke zvýšení účinnosti ochrany. Odhaduje se, že dojde ke zvýšení podílu tržní produkce v průměru o 3 % na 1/4 ploch produkčních výsadeb ovoce. Přínosy pro spotřebitele ovoce se projeví ve vyšší kvalitě produktů a nižším obsahu reziduí. Přínosy environmentální spočívají v nižší zátěži životního prostředí snížením počtu aplikací chemických přípravků využitím předpovědních modelů vývoje chorob a škůdců. Výběru přípravků méně rizikových pro necílové organismy při pěstování ovoce sníží zátěž pesticidů na životní prostředí a podpoří výskyt přirozených nepřátel škůdců, čímž se zefektivní ochrana ovocných výsadeb. Přínosy v oblasti sociální lze očekávat v zachování současného rozsahu pěstování ovoce v ČR, ve zvýšení zájmu mladých ovocnářů, skladovatelů a distributorů ovoce a nepřímo tak přispějí k rozvoji venkova.

7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Hortová, B., Falta., V., Vávra, R. 2015. Ochrana jabloní proti skládkovým patogenům v ekologické a nízkoreziduální produkci. Zahradnictví 14 (1): 30 – 33. ISSN: 1213-7596

Falta, V., M. Bagar, R. Vávra, K. Holý, B. Hortová, R. Chaloupka, J. Kloutvorová, F. Kocourek, R. Loskot, R. Michalko, M. Navrátil, S. Pekár, V. Psota, J. Suchá a K. Bagarová. Ochrana jádrovin v ekologické produkci. Certifikovaná metodika. Praha: VÚRV, 2015. ISBN 978-80-7427-194-6.

Jonáš, M., R. Vávra and J. Blažek. Occurence of blossom and twig blight caused by Monilia laxa on plum cultivars. Acta Horticulturae. 2017, (1172): 35–39.

Litschmann T., Pokorný, I. 2003. Stanovení termínu ošetření proti kadeřavosti broskvoní. Zahradnictvi, 2 s. 8–9.

Litschmann, T. 2006. Možnosti stanovení jednotlivých fenofází broskvoní pomocí meteorologických faktorů a jejich využití při prognóze termínu sklizně. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (ed): „Fenologická odezva proměnlivosti podnebí“, Brno 22.3.2006, ISBN 80-86690-35-0

Litschmann, T., Oukropec, I., Křižan, B.: Predicting individual phenological phases in peaches using meteorological data. Hort. Sci. (Prague), 35, 2008 (2): 65–71.

Litschmann,T., Rožnovský, J.: Evaluation of automatic monitoring systems as tool to predict harmful factors impacts in fruit orchards. Šiška, B. – Hauptvogl, M. – Eliašová, M. (eds.). Bioclimate: Source and Limit of Social Development International Scientific Conference, 6th – 9th September 2011, Topoľčianky, Slovakia

Litschmann, T., Vávra, R., Falta, V. 2014. Vývoj počtu listů a plochy listů jabloní během vegetace v závislosti na povětrnostních podmínkách. Zahradnictví 5. 8-11. ISSN: 1213-7596

Litschmann, T., Vávra, R., Falta, V., Bílková, A. and Ždárská, I. 2016. Dependence of leaf surface area and leaf number of apple trees on the sum of temperatures: utilization for protection against apple scab. Acta Hortic. 1137: 241-246. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1137.34

Litschmann, T., Ouředníčková, J., Skalský, M. (2019) Možnosti využití teplotních sum při signalizaci ošetření proti pilatce jablečné v sadech. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): Fenologie, její význam a užití Modrá 11. – 12. 4. 2019, vydal VÚMOP v.v.i. Praha, ISBN 978-80-87361-98-6

Litschmann, T., Vávra, R., Falta V.: Nedestruktivní stanovení listové plochy vybraných odrůd jabloní. 2013. Vědecké práce ovocnářské. 23. 205-212.

Litschmann T., Vávra R. 2023. Optimalizace předpovědních modelů vývoje chorob a škůdců na základě rozdílných teplotních poměrů ve výsadbě štíhlých vřeten jabloní. VPO 29(2): 48–55, 2023. https://doi.org/10.60702/a2gc-qs57

Mészáros, M., R. Vávra, P. Suran, I. Žďárská, M. Jonáš, A. Skřivanová, A. Bílková, V. Kadlecová, G. Kurešová, V. Falta a I. Raimanová. Pěstování třešní a višní v ekologické produkci. Certifikovaná metodika. Holovousy: VŠÚO, 2017. ISBN 978-80-87030-55-4.

Suran, P., R. Vávra, L. Zelený, I. Žďárská. 2015. Testování účinnosti přípravků proti moniliniové spále květů v ekologické produkci meruněk (Prunus armeniaca L.). Vědecké práce ovocnářské. 24: 113-120. ISSN 0231-6900.

Suran, P., R. Vávra, L. Zelený, I. Žďárská. 2015. Stanovení rezistence genotypů meruněk (Prunus armeniaca L.) k moniliniové spále květů (Monilinia laxa). Vědecké práce ovocnářské. 24: 105-112. ISSN 0231-6900

Vávra, R., V. Psota, J. Blažková, M. Bagar, P. Suran, I. Žďárská, M. Jonáš, A. Skřivanová, A. Bílková a L. Zelený. Ochrana proti moniliniové spále květů a hnilobě plodů v ekologické produkci peckovin. Certifikovaná metodika. Holovousy: VŠÚO, 2015. ISBN 978-80-87030-42-4.

Žďárská, I., R. Vávra, A. Skřivanová, J. Blažková and P. Suran. Evaluation of Monilia blossom blight in sweet cherry orchards. Acta Horticulturae. 2017, (1172): 67–73.

Ždárská I., Vávra R., Skřivanová A., Blažková J. and Suran P. 2016. Monilinia blossom blight in experimental plantings of sweet and sour cherries. Proceedings of the 17th International Conference on Organic Fruit-Growing: 239 – 244. ISBN978-3-9804883-7-2.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Alford, D.V, 2014: *Pests of Fruit Crops*, A colour Handbook, 2. edition, CRC Press, 462 p., ISBN 9781482254204.

Biggs, A. R. & Stensvand, A. 2014: Apple Scab. In: T. B. Sutton, H. S. Aldwinckle, A. M. Agnello & J. F. Walgenbach (eds.): *Compendium of apple and pear diseases and pests*, 2nd ed. American Phytopathological Society; St. Paul, MN. ISBN 978- 0-89054-430-

Bloomers LHM (1994) Integrated pest management in European apple orchards. *Annual Review of Entomology* **3**, 213–241.

Damos P., Colomar L.A., Ioriatti C. (2015): Integrated fruit production and pest management in Europe: The apple case study and how far we are from the original concept? Insects, 6: 626–657. https://doi.org/10.3390/insects6030626

Fukalová P., J. Rožnovský a F. Chuchma. Diference vybraných klimatických charakteristik v porostu sadů a na klimatologické stanici). In: Bioklima 2010, Sborník příspěvků z mezinárodní konference. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010, s. 423–429. ISBN: 978-80-213-2097-0.

Graf B, Höpli HU, Höhn H & Samietz J (2006) Temperature effects on egg development of the Rosy Apple Aphid and forecasting of egg hatch. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **119** , 207–211.

Haseli, A., Weibel, F., Daniel, C., Schmid, A., Tamm, L. & Wyss, E. 2013: *Ochrana Jádrovin v Ekologickém Zemědělství.* (Bagar, M., Vávra, R., Boček, S. česka adaptace). Bioinstitut. ISBN 978-80-87371-20-6.

Juroch, J.: Řízení ochrany proti strupovitosti jabloně (Venturia inaequalis (Cke.) Wint.). Závěrečná práce, Institut celoživotního vzdělávání, Mendelova universita v Brně, 95 s., 2010

Knight A.L. (2010): Effect of sex pheromone and kairomone lures on catches of codling moth. Journal of Entomological Society of British Columbia, 107: 67–74.

Kocourek, F., Bagar, M., Falta, V., Holy, K., Harašta, P., Chrobokova, E., Kloutvorova, J., Kůdela, V., Lansky, M., Naměstek, J., Navratil, M., Ouředničkova, J., Pluhař, P., Psota, V., Pultar, O., Stara, J., Sus, J., Sucha, J., Šafařova, D., Špak, J. & Valentova, L., 2015: *Integrovaná ochrana ovocných plodin.* Profi Press, Praha, ISBN 978-80- 86726-72-4.

Kührt, U., J. Samietz a S. Dorn. Effect of plant architecture and hail nets on temperature of codling moth habitats in apple orchards. Online. Entomologia Experimentalis et Applicata. 2006a, 118(3): 245–259. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00385.x.

Kührt, U., J. Samietz a S. Dorn. Plant architecture, hail nets and thermal behaviour influencing developmental rate and modelling of the codling moth. Online. Acta Horticulturae. 2006b, 707: 197–203. Dostupné z: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.707.24. [citováno 2023-08-12].

MacHardy, W.E., Gadoury, D.M.: A revision of Mill´s criteria for predicting apple scab infection period. Phytopathology, Vol. 79, p. 304 – 310, 1989.

Magarey, R. D. , Sutton, T. B., Thayer C. L.: A Simple Generic Infection Model for Foliar Fungal Plant Pathogens. Phytopathology, Vol. 95, p. 92-100, 2004.

Preti M., Knight A.L., Angeli S. (2020): Improved monitoring of Grapholita molesta (Lepidoptera: Tortricidae) in stone fruit orchards with a pheromone-kairomone combination lure. Insects, 11: 412. doi: 10.3390/insects11070412 https://doi.org/10.3390/insects11070412

RIMPRO. Předpovědní platforma pro modelování vývoje škůdců a infekcí chorob. Online. RIMpro B.V., ©2023. Dostupné z: https://www.rimpro.cloud/.

Samietz J., B. Graf, H. Höhn, L. Schaub a H.U. Höpli. Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards from biological basics to decision support: the forecasting tool SOPRA. Online. OEPP/EPPO Bulletin. 2007, 37(2): 255–260. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/j.1365- 2338.2007.01121.x.

Schaub L, Graf B & Butturini A (2005) Phenological model of pear psylla *Cacopsylla pyri* . *Entomologia Experimentalis et Applicata* **117** , 105–111.

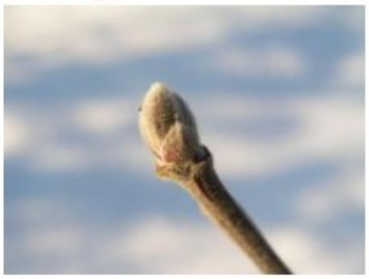
Středa T., J. Rožnovský a F. Chuchma. Abiotické faktory přežívání a vývoje vybraného škodlivého činitele. In: Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogenních prostředí: sborník abstraktů z mezinárodní konference. Praha: Česká bioklimatická společnost v nakl. Český hydrometeorologický ústav, 2011, s. 1–10. ISBN 978-80-86690-87-2.

9. PŘÍLOHY

Fenologické fáze jabloní

Jabloně

00 – vegetační klid



53 - pukání pupenů

54 – myší ouško

55 – viditelné květní pupeny

56 – zelené poupě

57 – růžové poupě

59 – stádium balónku

60 – první květy otevřené

65 – plné kvetení

66 – opad prvních květ. plátků

71 – velikost plůdků do 10 mm

72 – velikost lískového oříšku

74– velikost plodů do 40 mm

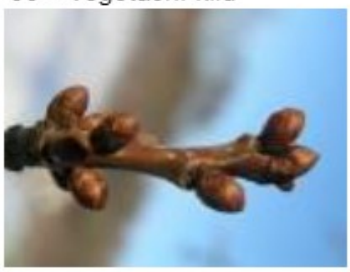
75 – velikost plodů 50%

87 – sklizňová zralost

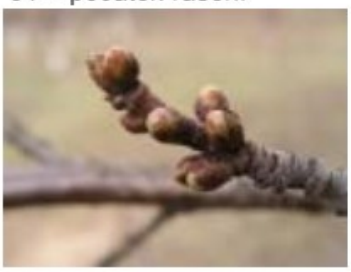
Fenologické fáze peckovin

Třešně

00 – vegetační klid



51 – počátek rašení



53 – pukání pupenů

60 – první květy otevřené

65 – plný květ

71 – narůstající semeník

75 – velikost plodů 50%

81 – začátek zrání

87 – sklizňová zralost

Slivoně

65 – plný květ

66 – počátek opadu květ. plátků

67 – většina plátků opadla

71 – narůstající semeník

77 – velikost plodů 70%

87 – sklizňová zralost

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY
Odbor environmentální a ekologického zemědělství, oddělení ekologického zemědělství, sídlo: Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

v y d á v á

O S V Ě D Č E N Í

MZE-3542/2024-13112

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **Využití podpůrných signalizačních programů pro aplikace přípravků na regulaci škodlivých organismů v integrované a ekologické produkci ovoce**

Autoři: **Radek Vávra, Tomáš Litschmann, Vladan Falta**

Název organizací: **VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o., AMET – sdružení Litschmann & Suchý, Biocont Laboratory spol. s.r.o.**

Místo vydání: **VŠUO, Holovousy**
Rok vydání: **2023**

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu č. **QK1910296**

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy: Ing. Vlastimil Zedek
Funkce zástupce odborného útvaru státní správy: ředitel odboru 13110.

V Praze dne 29.1.2024

Ing. Vlastimil Zedek Digitálně podepsal Ing. Vlastimil Zedek Datum: 2024.02.06 15:10:30 +01'00'

.....
Podpis/elektronický podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZe:

V ..... dne .....

Mgr. Jan Radoš Digitálně podepsal Mgr. Jan Radoš Datum: 2024.02.08 08:48:17 +01'00'

.....
Podpis/elektronický podpis ředitele/ředitelky Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání

© VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o., 2024
ISBN 978-80-87030-96-7