



národní
úložiště
šedé
literatury

Využití ekonomických prahů škodlivosti v řízení ochrany polních plodin

Kocourek, František
2013

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-181138>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 17.07.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://www.nusl.cz) .

Využití ekonomických prahů škodlivosti v řízení ochrany polních plodin

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

František Kocourek



Využití ekonomických prahů škodlivosti v řízení ochrany polních plodin

Certifikovaná metodika

Prof. RNDr. ing. František Kocourek, CSc.

Dedikace:

Výsledek řešení projektu TD010056 „Expertní systém pro podporu rozhodování o použití pesticidů pro zlepšení ekonomiky produkce a kvality životního prostředí“ v rámci programu OMEGA Technologické agentury ČR.

Oponentní posudky vypracovali:

doc. ing. Jiří Rotrekl, CSc.

ing. Štěpánka Radová, Ph.D.

Publikaci bylo Státní rostlinolékařskou správou uděleno Osvědčení č. SRS 048115/2013 o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

Vydal:

© **Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2013**

ISBN: 978-80-7427-138-0

Obsah

Anotace.....	3
Annotation.....	3
I. Úvod.....	4
II. Cíl metodiky.....	4
III. Vlastní popis metodiky	5
III.1. Metody stanovení křivek škodlivosti	5
III.2. Model pro stanovení ekonomického prahu škodlivosti.....	7
III.3. Metoda stanovení environmentální zátěže pro pesticidy povolené do polních plodin.....	10
III.4. Databázové systémy expertního systému	12
III.5. Případové studie.....	14
III.6. Řízení ochrany rostlin na základě ekonomických prahů škodlivosti.....	15
III.7. Definice termínů používaných v metodice.....	18
IV. Srovnání novosti postupů	20
V. Popis uplatnění certifikované metodiky.....	21
VI. Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky.....	21
VII. Seznam použité související literatury.....	22
VIII. Seznam publikací, které předcházely metodice.....	22
IX. Přílohy.....	23

Anotace

V metodice jsou popsány základní principy expertního systému pro rozhodování o použití pesticidů podle ekonomických prahů škodlivosti. Postup pro rozhodování o použití pesticidů je založen na analýze ekonomických parametrů a zhodnocení dopadů pesticidů na životní prostředí. Jsou popsány metody stanovení křivek škodlivosti pro škůdce a choroby polních plodin. Pro hospodářsky významné choroby a škůdce polních plodin jsou následně kvantifikovány křivky škodlivosti a upřesněny prahy škodlivosti pro 77 chorob a škůdců polních plodin. Je popsán model pro stanovení mnohorozměrného ekonomického prahu škodlivosti. Jedná se o originální matematický model, který zahrnuje vedle již dříve využívaných vstupních parametrů, jako jsou náklady na ochranu, výše výnosu, realizační cena produktu, dva zcela nové parametry, účinnost ochranného opatření a environmentální zátěž účinné látky pesticidu. V metodice je popsána metoda stanovení environmentální zátěže účinných látek pesticidů a jsou uvedeny její hodnoty pro pesticidy povolené v ČR proti škůdcům a chorobám v polních plodinách. V závěru metodiky jsou pro pěstitele zemědělských plodin shrnuty zásady řízení ochrany rostlin na základě ekonomických prahů škodlivosti.

Annotation

In the methodology, basic principles of expert system for decision about using of pesticides according to economic threshold are described. Decision about using of pesticides is based on analysis of economical parameters and evaluation of pesticide impact on the environment. Methods of construction of damage curves for pests and diseases of field crops are described. Damage curves are quantified for economically important diseases and pests of field crops and injury levels are specified for 77 diseases and pests. Model for development of multidimensional economic threshold is described. It is an original mathematical model that includes (beside formerly used parameters as cost of pest control, yield, and price of product) two new parameters, efficacy of pest control and environmental impact of active substance of pesticide. Method of determination of environmental impact of active substances of pesticides is described and its values are given for pesticides registered in the Czech Republic against pests and diseases in field crops. In the end of methodology, principles of pest management on the basis of economic thresholds are summarized.

I. Úvod

Předkládaná metodika je jedním z výsledků řešení projektu TD010056 „Expertní systém pro podporu rozhodování o použití pesticidů pro zlepšení ekonomiky produkce a kvality životního prostředí“. Projekt byl řešen v rámci Programu na podporu aplikovaného společenskovedního výzkumu a experimentálního vývoje OMEGA Technologické agentury ČR v letech 2012 až 2013. Vedle Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i., který byl příjemcem projektu, byli dalšími účastníky projektu Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. a AG-info, s.r.o. Téma projektu bylo charakterizováno provázaností ekonomických, sociálních a environmentálních cílů. Projekt byl řešen v soudu s cílem C4 programu „Vypracovat a zavést nové postupy a metody pro analýzu a vyhodnocení sociálních, ekonomických problémů a jejich dopadů na udržitelný rozvoj společnosti, dopadů sociálně-ekonomického rozvoje společnosti na životní prostředí“.

Při řešení projektu byl vypracován nový postup pro rozhodování o použití pesticidů, který je založen na analýze ekonomických parametrů a zhodnocení dopadů pesticidů na životní prostředí. V předkládané metodice jsou popsány základní principy expertního systému pro rozhodování o ochraně rostlin podle ekonomických prahů škodlivosti. Tento expertní systém je hlavním výsledkem řešení projektu a bude v podobě software provozován na základě licenční smlouvy jednou z organizací, která se na řešení projektu podílela a podle podmínek soutěže jej spolufinancovala.

II. Cíl metodiky

Cílem metodiky je popsat základní principy expertního systému pro rozhodování o použití pesticidů na základě ekonomické analýzy nákladů na ochranná opatření proti škodlivým organismům a očekávaných přínosů s ohledem na výši výnosu, cenu produktů a negativní dopady použitých pesticidů na životní prostředí.

V metodice je popsán model pro stanovení ekonomického prahu škodlivosti. Jedná se o originální matematický model, který zahrnuje vedle již dříve využívaných vstupních parametrů, jako jsou náklady na ochranu, výše výnosu, realizační cena produktu, dva zcela nové parametry, účinnost ochranného opatření a environmentální zátěž účinné látky pesticidu. Matematický model umožňuje stanovit tzv. mnohorozměrný ekonomický práh škodlivosti, tj. upřesnit hodnoty prahů škodlivosti v závislosti na konkrétních ekonomických a environmentálních podmínkách. Vzhledem k netriviálnosti výpočtů a náročnosti na množství a aktualizaci vstupních dat, byla pro tyto výpočty vyvinuta softwarová aplikace expertního systému. Součástí softwaru budou také dílčí databáze, které budou provozovateli softwaru pravidelně aktualizovány.

V další části metodiky je popsána metoda stanovení environmentální zátěže pro účinné látky pesticidů. Podle popsané metodiky byly kvantifikovány hodnoty environmentální zátěže pro všechny účinné látky v současné době v ČR povolených fungicidů a zoocidů do polních plodin (mimo přípravků v tzv. souběžných dovozech). V příloze metodiky jsou uvedeny hodnoty environmentální zátěže pro účinné látky těchto přípravků. Údaje o environmentální zátěži účinných látek pesticidů mohou být využity pro odhad záporných externalit, které se při použití daných účinných látek mohou projevit v negativních dopadech na složky životního prostředí. Struktura metodiky a obsah jednotlivých kapitol jsou přizpůsobeny budoucím uživatelům softwaru tak, aby lépe porozuměli způsobům výpočtů a interpretacím výsledků modelu a mohli být aktivní v procesu rozhodování o použití pesticidů.

Dílčím cílem metodiky je poskytnout pěstitelům polních plodin informace, které mohou využít přímo pro rozhodování o použití pesticidů na základě prahů škodlivosti. V příloze metodiky jsou uvedeny upřesněné prahy škodlivosti a kvantifikovány křivky škodlivosti pro

77 chorob a škůdců polních plodin. Pěstitel při rozhodování o provedení ochranného opatření porovná stupeň výskytu škodlivého organismu na konkrétním porostu s hodnotu prahu škodlivosti uvedenou v příloze metodiky. Pokud výskyt škodlivého organismu na poli přesáhne tabulkovou hodnotu, je doporučováno provedení ochranného opatření. V závěru metodiky jsou pro pěstitele zemědělských plodin shrnuty zásady řízení ochrany rostlin na základě ekonomických prahů škodlivosti, které jsou využitelné i bez softwarové aplikace expertního systému.

III. Vlastní popis metodiky

III.1. Metody stanovení křivek škodlivosti

Kvantifikace křivek škodlivosti je nezbytným základem pro výpočty ekonomických prahů škodlivosti. Křivka škodlivosti (angl. damage curve) vyjadřuje závislost mezi napadením nebo poškozením (případně mezi populační hustotou škodlivého organismu) a výší výnosu produktu. Pro praktické účely se využívá vyjádření křivky škodlivosti v inverzní podobě. V této podobě křivka škodlivosti vyjadřuje závislost mezi poškozením rostlin (napadením porostu) a výnosovou ztrátou (v procentech) oproti výnosu nenapadeného porostu. Křivka škodlivosti lineární popisuje závislost, kdy na jednotku napadení se o jednotku také zvýší výnosová ztráta. Lze ji vyjádřit ve tvaru: $R = A_0 + A_1 \cdot H$, kde A_0 , A_1 – jsou empirické konstanty, R – škoda obvykle vyjádřená jako % snížení výnosu ve srovnání s porostem bez poškození, H – stupeň napadení, pro živočišné škůdce většinou populační hustota škodlivého organismu (nebo stupně výskytu), obvykle vyjádřená počtem jedinců na rostlinu nebo na jednotku plochy, nebo pomocí jiných ukazatelů početnosti.

Základem pro stanovení prahů škodlivosti a pro kvantifikaci výnosových ztrát na napadení zemědělských plodin jsou vědecké metody zjišťování škod. Metody zjišťování škod (výnosových ztrát) působených škodlivými organismy jsou založeny na kvantifikaci vztahu mezi populační hustotou škodlivého organismu, nebo stupněm výskytu škodlivého organismu, nebo stupněm poškození rostlin a ztrátou na výnosu oproti zdravému porostu nebo zdravým rostlinám. Níže jsou popsány 3 základní metody pro matematické vyjádření křivek škodlivosti. Zatímco první metoda je všeobecně známá a ve vědecké literatuře je často používána a citována, druhé dvě metody jsou originálním výsledkem řešení výzkumného projektu TA ČR č. TD010056. První metoda je založena na matematickém vyjádření křivek škodlivosti na základě experimentálně získaných dat. Závislosti mezi napadením a výnosovou ztrátou se zjišťují v polních nebo skleníkových pokusech. Podle této metody lze stanovit současně jak křivku škodlivosti, tak práh škodlivosti.

Druhá a třetí metoda využívá pro matematické vyjádření křivek škodlivosti konceptuálního modelu založeného na lineární regresi a údajích o prazích škodlivosti získaných z literatury. Zatímco druhá metoda stanovení křivky škodlivosti je vhodná pro kvantifikaci reakce rostlin na poškození od živočišných škůdců, třetí metoda více zohledňuje specifika rostlinných patogenů. Pro škůdce je více dostupnějších dat a publikované prahy škodlivosti jsou přesnější, lépe odpovídají poměrům v praxi, než je to v případě křivek škodlivosti stanovených pro původce chorob rostlin. Přesto regresně stanovené křivky škodlivosti pro původce chorob jsou pro modelování ekonomických prahů nezbytné a orientační předpovědi ztrát na výnosech podle těchto modelů jsou pro praxi významné.

(1) Křivka škodlivosti je stanovena experimentálně na základě polních pokusů

Křivka škodlivosti byla stanovena na základě výsledků víceletých polních pokusů, nebo sledování a výsledky byly publikovány ve vědecké literatuře. Problémem je, že takových studií bylo provedeno pro podmínky střední Evropy relativně málo, protože jsou pracné a

nákladné a v podmínkách současných veřejných soutěží výzkumných programů málo konkurenceschopné. Tato metoda stanovení křivek škodlivosti byla popsána na případových studiích (viz kapitola III.7.).

(2) Křivka škodlivosti je stanovena regresně (vhodná pro škůdce)

Tato metoda kvantifikace křivky škodlivosti je založena na znalostech prahů škodlivosti využívaných v současné době. Pro škůdce a původce chorob polních plodin byly využity zejména prahy škodlivosti uváděné v „Metodické příručce na ochranu rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům I. Polní plodiny“ (Anonym, 2008). Pro prahy škodlivosti z tohoto zdroje byly nejprve sjednoceny a upraveny ukazatelé početnosti a stupně poškození rostlin a odstraněny formální nedostatky některých údajů. V případech, kdy pro prah škodlivosti bylo uváděno rozmezí napadení, byla pro stanovení křivky škodlivosti použita pouze spodní hranice. Tato metoda kvantifikace křivky škodlivosti je založena na předpokladu, že dosud známé hodnoty prahů škodlivosti (nebo jejich spodní hodnoty při uváděném rozmezí), odpovídají početnosti škodlivých organismů, nebo jiné jednotce pro měření ekonomických prahů škodlivosti, která způsobí v průměru výnosové ztráty ve výši 3 %. Pro polní plodiny odpovídají výnosové ztráty ve výši 3 % ztrátám, které jsou obvykle statisticky průkazné při výpočtu z experimentálně naměřených dat v maloparcelkových nebo poloprovozních pokusech. Hodnota prahu škodlivosti pak odpovídá stupni výskytu škůdce, který způsobí výnosovou ztrátu 3 %. Při předpokladu lineární závislosti mezi počtem jedinců škůdců a výší ztrát na výnosech pak dvojnásobnému počtu škůdců (nebo procentu napadení rostlin) odpovídá výnosová ztráta 6 %. Na tomto principu byly stanoveny křivky škodlivosti pro škůdce. Matematicky vyjádřeno $x_1 = H$, $y_1 = 3$, $x_2 = 2.H$, $y_2 = 6$. S funkční závislostí typu tolerance na křivce škodlivosti se nepočítá. Stejně tak se neuvažuje s funkční závislostí stimulace na křivce škodlivosti. Pro některé skupiny škůdců s velkou schopností reprodukce (s vysokými hodnotami rychlosti růstu populace), jako jsou například mšice, je vhodnější pro kvantifikaci křivky škodlivosti použít metodu popsanou dále pro původce chorob rostlin.

(3) Křivka škodlivosti je stanovena regresně (vhodná pro původce chorob).

Také tato metoda kvantifikace křivky škodlivosti je založena na znalostech prahů škodlivosti využívaných v současné době. Obdobně jako u škůdců je metoda založena na předpokladu, že dosud známé hodnoty prahů škodlivosti (nebo jejich spodní hodnoty při stanovení rozmezí) odpovídají indexu napadení původcem choroby, která způsobí v průměru výnosové ztráty ve výši 3 %. Pro původce chorob rostlin, při nejčastějším vyjádření výskytu choroby na rostlinách podle symptomů, je stupeň výskytu vyjadřován v procentech napadených rostlin (z celkového počtu hodnocených), nebo v procentech napadení definovaných částí rostlin, anebo je vyjadřován v indexech napadení, například jako průměrné procento pokryvnosti definovaného listu symptomy choroby (například z plochy listu). Na rozdíl od živočišných škůdců po napadení rostlin původci chorob vzrůstají obvykle ztráty na výnosu rychleji, než by odpovídalo jednotkovému zvýšení ztrát na výnosech. Ke dvojnásobnému zvýšení ztrát působených původci chorob dochází obvykle již při zvýšení stupně napadení rostlin o 50 %. Pro původce chorob se předpokládá, že při lineární závislosti mezi indexem napadení rostlin původci chorob a výnosovou ztrátou, odpovídají indexu napadení 1,5 výnosové ztráty 6 %. Na tomto principu byly stanoveny křivky škodlivosti pro vybrané původce chorob polních plodin. Matematicky vyjádřeno $x_1 = H$, $y_1 = 3$, $x_2 = 1,5.H$, $y_2 = 6$. Při této metodě stanovení křivky škodlivosti nastává jednotkové zvýšení výnosových ztrát v důsledku navýšení napadení o $\frac{1}{2}$ jednotky napadení. Na rozdíl od modelu použitého pro škůdce lze u této metody zohlednit v rovnici reakci rostliny typu tolerance při nízkém stupni napadení.

Předpověď výnosových ztrát podle křivky škodlivosti

Předpověď ztrát na výnosech pro konkrétní druh škodlivého organismu je možná podle rovnic křivek škodlivosti, pokud jsou známy a pokud jsou zveřejněny. Předpověď ztrát na výnosech není povinná podle současné legislativy, ale pro praktické řízení ochrany je její využití účelné. Křivky škodlivosti pro hospodářsky významné škůdce a choroby polních plodin stanovené v rámci řešení projektu TD010056 jsou uvedeny v příloze č. 2 a budou součástí databázových systémů expertního systému (viz kapitola III.4.). Na základě rovnic křivek škodlivosti je možnost předpovídat nebo odhadovat ztráty na výnosech v případech, že známe hodnotu stupně výskytu škodlivého organismu na poli. Podle křivek škodlivosti lze předpovídat výnosovou ztrátu, která by nastala při známém stupni výskytu škodlivého organismu, pokud by nebylo provedeno ochranné opatření. V případech, že ošetření neprovedeme nebo ošetření není dostatečně účinné lze podle skutečného stupně výskytu škodlivého organismu předpovídat výnosové ztráty.

Podle rovnic křivek škodlivosti lze pro konkrétní druh škodlivého organismu odhadovat výši výnosových ztrát v procentech oproti porostu bez napadení. Například podle rovnice $R = -3 + 0,3 \cdot H$, stanovíme ztrátu na výnosu takto. Zjistíme-li v porostu index napadení patogenem 20 %, dosadíme do rovnice $H = 20$, pak odhadovaná ztráta na výnosu bude 3 % ($R = 3$). Při zjištění hodnoty napadení 40 % dosadíme do rovnice $H = 40$, pak odhadovaná ztráta na výnosu bude 9 % ($R = 9$). Další příklady předpovědi ztrát na výnosech podle křivky škodlivosti jsou uvedeny v případových studiích (viz kapitola III.7.).

III.2. Model pro stanovení ekonomického prahu škodlivosti

Model EPŠ (analogicky model ekonomické hladiny škodlivosti - EHŠ) umožňuje vyhodnocovat bilanci nákladů na ochranné zásahy a očekávaných ekonomických přínosů ze zabráněných škod. Nezbytnou součástí modelu pro daný druh škodlivého organismu na konkrétní plodině je kvantifikovaná křivka škodlivosti (viz kapitola III.1.). Model umožňuje zhodnotit všechny významné parametry ekonomické, ale i agronomické a některé ekologické a jejich vzájemné interakce, které ovlivňují ekonomickou efektivnost ochranných opatření. Zatímco podle EPŠ se rozhoduje o provedení ochranného zásahu proti škodlivému organismu, podle EHŠ lze hodnotit efektivnost již provedených ochranných opatření a podle nich plánovat prostředky ochrany nebo strategie ochrany pro následující období.

Model lze vyjádřit ve tvaru:

$$EPŠ (EHŠ) = 100 \cdot N \cdot u \cdot e / (R(H) \cdot V \cdot C),$$

kde H - populační hustota škodlivého organismu nebo stupeň výskytu, N - náklady na ochranný zásah vyjádřené na jednotku produkce (např. Kč/ha), jsou součtem aktuální ceny prostředků ochrany na 1 ha a aktuální ceny za aplikaci na 1 ha, u - parametr biologické účinnosti prostředku nebo metody ochrany, kde $u = 100/\text{účinnost}$ vyjádřená v %, e - parametr environmentální zátěže použitého prostředku nebo metody ochrany (hodnoty v rozsahu 1 až 3, neuvažujeme-li zátěž $e=1$), $R(H)$ - analytické vyjádření křivky škodlivosti pro daný druh škodlivého organismu a určitou plodinu (případně odrůdu, nebo skupinu odrůd), R - škoda vyjádřená jako % snížení výnosu ve srovnání s porostem bez poškození, H - populační hustota škodlivého organismu (nebo stupeň výskytu) obvykle vyjádřená počtem jedinců na rostlinu (nebo její části) nebo počtem jedinců na jednotku plochy (viz Tabulka č.1 - ukazatelé početnosti v části III.4), V - výše výnosu porostu bez poškození (nebo porostu po účinném ochranném zásahu), obvykle vyjadřovaná v t/ha, C - výkupní cena produktu na jednotku

množství obvykle vyjadřovaná v Kč/t, ($T = V \cdot C$, kde T – hodnota tržní produkce na jednotku produkce, obvykle vyjadřovaná v Kč/ha).

Vzhledem k tomu, že výpočty EPŠ podle výše uvedeného modelu nejsou zcela triviální a praktickému pěstiteli obvykle nejsou k dispozici aktuální ekonomické parametry, byla řešiteli projektu TD010056 jako jeden z výsledků řešení připravena softwarová aplikace expertního systému pro rozhodování o použití pesticidů podle ekonomických prahů škodlivosti. Při využití softwarové aplikace bude možné provádět potřebné výpočty EPŠ podle matematického modelu automaticky za podpory databázových souborů s nabídkou aktuálních ekonomických a dalších dat.

Charakteristika komponent EPŠ

Hodnoty EPŠ jsou závislé na řadě biologických a ekonomických charakteristik. Podle významu a možností kvantifikace těchto charakteristik je lze zařadit do tří kategorií: primární komponenty a sekundární komponenty. Pouze primární komponenty jsou nezbytnou součástí modelu EPŠ. Primární komponenty ekonomických prahů škodlivosti jsou: 1. funkce $R(H)$, popisující křivku škodlivosti pro daný druh škodlivého organismu a určitou plodinu, 2. náklady na ochranu, 3. výše výnosu porostu bez poškození, 4. výkupní cena produktu, (součin výše výnosu a ceny produktu je hodnota tržní produkce), 5. biologická účinnost prostředku nebo metody ochrany a 6. environmentální zátěž použitého prostředku nebo metody ochrany. Primární komponenty EPŠ jsou dále ovlivňovány sekundárními komponentami, kterými jsou: 1. čas, 2. vzájemné vztahy mezi výnosovou ztrátou a poškozením, 3. vzájemné vztahy mezi poškozením a populační hustotou škodlivého organismu, 4. závislost mezi cenou produktu na výši očekávaných výnosů a vývoji světových zásob komodit, 5. vztah škod k fenologii hostitelské rostliny, 6. průběh počasí, 7. půdní faktory, 8. biotické faktory (predátoři, parazitoidi), 9. vliv technologie pěstování (agrotechnika, odrůda, hnojení, atd.). 10. vliv ochranného zásahu (způsob provedení aplikace, účinnost prostředků, atd.), 11. vliv sociálních, politických a ostatních ekonomických faktorů.

Ačkoliv matematické vyjádření závislostí mezi hodnotami EPŠ a hodnotami primárních komponent je zcela jednoduché, při jejich komplexním působení je výsledná hodnota EPŠ značně proměnlivá a závisí na kombinaci a vzájemném ovlivňování všech komponent současně. Hodnoty EPŠ jsou ovlivňovány komplexními procesy, které jsou často ještě časově závislé. Z primárních komponent EPŠ byly v předchozí části (viz kapitola III.1.) popsány metody stanovení křivky škodlivosti. Níže jsou uvedeny stručné charakteristiky ostatních primárních komponent EPŠ.

Náklady na ochranu

Stanovení nákladů na ochranu je nejjednodušší ze všech komponent ekonomických prahů škodlivosti. V průběhu sezóny jsou ceny pesticidů i ceny služeb v ochraně rostlin poměrně stálé. Náklady na ochranu zahrnují: 1. náklady na prostředky ochrany (cena přípravku) 2. náklady za aplikaci (materiálové a mzdové prostředky, provoz strojů, obsluha, odpisy mechanizace, atd.) 3. náklady s pořizováním a zpracováním prvotních údajů (mzdy pracovníků, kteří provádějí pozorování a vzorkování škodlivých organismů v prostorech, materiálové náklady za prostředky pro monitoring, programové vybavení pro počítače, atd.).

Při vyšších nákladech na ochranu se doporučuje provádět ochranná opatření při vyšších hodnotách EPŠ (při vyšším stupni napadení), což znamená, že s růstem nákladů na ochranu se tolerují větší ztráty na výnosech způsobené škodlivými organismy. Snižování nákladů na ochranu je prvním předpokladem k dosažení vysoké efektivity ochranných opatření.

Cena produktu, výše výnosu a hodnota produkce

Předpověď ceny produktu je v podmínkách tržního hospodářství složitou záležitostí, neboť ceny se mění nejen z roku na rok, ale i v průběhu sezóny. Dynamika cen zemědělských produktů je závislá na dynamice světových cen zemědělských komodit. Státní zájmy, ale také evropský model zemědělství mohou významně deformovat tržní mechanismy, které ovlivňují ceny zemědělských produktů. Jestliže trh je výrobkem nasycen, cena produktu klesá. Opačná tendence je ve vztahu ke kvalitě produktu nebo výrobku, kdy se vzrůstem kvality produktu obvykle realizační ceny produktů vzrůstají. Lze očekávat trend k ještě větší diferenciaci v cenách zemědělských produktů vzhledem ke kvalitě produktů a bezpečnosti potravin. V rámci přípravy expertního systému umožňujícího stanovovat EPŠ bude využívána databáze s aktualizovanými cenami zemědělských produktů. Vedle toho bude umožněna volba očekávané ceny produktu ze strany pěstitele. Expertní systém umožňující stanovovat EPŠ bude obsahovat databáze s dosahovanými výnosy a jejich meziročním rozpětím pro danou oblast. Vedle toho bude umožněna volba očekávané výše výnosu ze strany pěstitele, například na základě sledování výnosového potenciálu konkrétního porostu, nebo podle plánované výše výnosu nebo podle odhadu průměrných výnosů dosahovaných v obdobných ekologických podmínkách v posledních letech.

Účinnost ochranných opatření

Rozhodující pro stanovení EPŠ je účinnost přípravku, respektive účinné látky přípravku na cílový druh škodlivého organismu. Model EPŠ umožňuje vkládat k účinné látce pesticidu nebo k jinému prostředku ochrany hodnoty biologické účinnosti v teoretickém rozsahu od 1 do 100 %. Z hlediska praktického řízení ochrany by přípravek s biologickou účinností pod 50 % neměl být použit. V expertním systému umožňujícím stanovovat EPŠ bude možné vkládat aktuální údaje o biologické účinnosti účinné látky pesticidu nebo jiného prostředku ochrany z databáze, která bude součástí systému. Nebude-li do modelu vložena hodnota účinnosti, bude výpočet EPŠ proveden s předpokládanou 100% účinností přípravku.

Význam biologické účinnosti přípravku pro stanovení EPŠ je zřejmý z níže uvedeného příkladu. Jestliže po ošetření populace blýskáčka řepkového poklesne biologická účinnost některé z účinných látek na 50 %, což je stav, který již v našich podmínkách nastává, pak podle modelu EPŠ budou tolerovány výnosové ztráty 2x vyšší než jsou náklady na ochranu tímto přípravkem. Se snižující se biologickou účinností se zvyšují hodnoty EPŠ a tolerují se vyšší výnosové ztráty, než pro přípravky se 100 % účinností. Obecně platí, že výhodnější je použít účinnější přípravek, i když je poněkud dražší. Ceny přípravků však obvykle nejsou v přímé relaci s jejich účinností. Při srovnatelné účinnosti na škodlivé druhy bývají dražší přípravky druhově více specifické a mívají menší vedlejší účinky na agrobiocenózy a životní prostředí ve srovnání se širokospektrálními pesticidy. Model EHŠ může být použit také pro zhodnocení ekonomické efektivity různých strategií ochrany, pokud mají různou biologickou účinnost. Příkladem může být porovnání strategie pěstování GMO kukuřice rezistentní k zavíječi kukuřičnému s chemickou a biologickou metodou ochrany proti tomuto škůdci (viz případová studie v části III.5.)

Environmentální zátěž

Environmentální prediktory umožňují kvantifikovat zátěž konkrétní účinné látky pesticidu nebo jiného prostředku ochrany na životní prostředí, respektive na modelové skupiny necílových organismů. Pro základní charakteristiku environmentální zátěže je podstatné, že pro výpočty EPŠ podle modelu se využívá hodnot tohoto parametru od 1 do 3. Pro účinné látky přípravků, které nemají žádný negativní vliv na životní prostředí (nebo žádné takové vlivy nejsou dosud známé) odpovídá parametr environmentální zátěže hodnotě 1. Jedná se například o biologické prostředky ochrany a většinu nechemických prostředků a metod

ochrany. Hodnoty parametru environmentální zátěže vzrůstají s poklesem selektivity účinných látek přípravků vůči necílovým organismům. Pro většinu neselektivních účinných látek přípravků dosahují hodnot vyšších než 2 a pro nejvíce rizikové účinné látky přípravků se blíží k hodnotě 3. Pro parametr environmentální zátěže při dosažení maximální možné teoretické hodnoty 3 pak bude poměr nákladů na ochranu k očekávaným ziskům 1 : 3. Znamená to, že při ochraně pesticidy rizikovými pro životní prostředí se práh škodlivosti bude počítat za předpokladu, že ochranný zásah se provede, až když zisk ze zachráněné produkce bude 3x vyšší než jsou prostředky vložené do ochranného opatření. Tolerování ztrát na výnosech v tomto případě odpovídající 2násobku nákladů na ochranu představuje „fiktivní“ platbu pěstitele za nepříznivé působení pesticidu (ve skutečnosti se nejedná o platbu, ale o riziko ztráty nebo skutečnou ztrátu na možných ziscích ze zabráněných škod). Tato strategie diferencované úhrady za environmentální zátěž účinných látek pesticidů, kterou lze obtížně finančně kvantifikovat, má přínosy i pro pěstitele. Umožňuje mu zabránit nebo omezit aplikace nejvíce rizikovými pesticidů, při kterých odhad přínosů ze zachráněného zisku není ekonomicky významný. Taková regulace neselektivních pesticidů podpoří populace přirozených nepřátel škodlivých organismů, které zvýší úroveň regulace škodlivých organismů, sníží jejich škodlivost nebo utlumí jejich populace se škodlivými výskyty. Expertní systém umožňující stanovovat EPŠ bude zahrnovat databázi s hodnotami environmentální zátěže pro každou účinnou látku pesticidu nebo jiného prostředku ochrany (viz Příloha č.2). Nebude-li do modelu EPŠ vložena hodnota environmentální zátěže, bude výpočet EPŠ proveden bez zohlednění environmentální zátěže. V tomto případě bude výpočet proveden za podmínky poměru nákladů a zachráněných zisků 1 : 1.

III.3. Metoda stanovení environmentální zátěže pro pesticidy povolené do polních plodin

Nejprve bylo vybráno spektrum taxonů 12 necílových organismů, které se běžně vyskytují v ČR v agroekosystémech polních plodin a v jejich bezprostředním okolí (vodě). Spektrum zahrnuje 9 taxonů přirozených nepřátel škodlivých organismů, hlavních skupin predátorů a parazitoidů (viz seznam níže). Těchto 9 taxonů je možné považovat za modelovou skupinu pro monitoring vlivu pesticidů na společenstva bezobratlých živočichů. Tuto skupinu doplňují tři samostatné taxony, jako jsou žížalovití (zastupují půdní faunu), včela medonosná (zástupce opylovačů a užitkových organismů) a ryby (modelová skupina pro hodnocení vlivu pesticidů na vodní organismy).

Seznam hodnocených necílových organismů pro polní plodiny:

- 1 Pavoukovci (Arachnida), zejména *Lycosa*,
- 2 Ploštice (Heteroptera), *Nabis*, *Orius* sp. a *Orius insidiosus*
- 3 Zlatoočky (*Chrysopidae*), zlatoočka (*Chrysopa* sp.)
4. Brouci slunéčkovití (Coccinellidae), *C. septempunctata*, *Adalia variegata*,
Harmonia 14-punctata
- 5 Brouci – drabčíkovití (*Staphylinidae*)
- 6 Brouci - střevlíkovití (*Carabidae*), *Poecilus cupreus*, *Agonum dorsale*,
Pterostichus, *Harpalus*, *Bembidion*, *Demetrias*
- 7 Parazitoidi mšic - parazitičtí blanokřídlí (Hymenoptera), *Trichogrammatidae*,
Trichogramma brassicae
- 8 Parazitoidi motýlů - parazitičtí blanokřídlí (Hymenoptera), *Braconidae*,
Microctonus aethiopoies anebo *Aphidiidae*, *Aphidius colemani* a *Aphidius ervi*
- 9 Pestřenky (*Syrphidae*)

10 Žížalovití (*Lumbricidae*), *Lumbricus terrestris*

11 Včely

12 Ryby

Nejrozsáhlejší databázové informační systémy o vlivu pesticidů na necílové organismy v Evropě jsou informační systém mezinárodní organizace pro biologickou ochranu (OILB) a informační systém MZe Francie. (adresy informačních systémů: MZe Francie: <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>, OILB: www.iobc.ch). Podle mortality účinných látek pesticidů na necílové organismy uvedené v seznamu byla stanovena třída selektivity podle kritérií uvedených v tabulce (níže).

Tabulka č. 1 Třídy selektivity vyjádřené podle rozsahu mortality necílových organismů v % v koncentraci nebo dávce doporučené na 1 ha, rozsah mortality a index selektivity použitý v této studii a zdrojová data podle rozsahu mortality uváděných v databázích OILB a MZe Francie.

Třídy selektivity zkratka v angličtině/v češtině	OILB mortalita polní experimenty	OILB mortalita laboratorní experimenty	MZe Francie mortalita (odpovídající index selektivity)	Mortalita použitá v této studii	Index selektivity použitý v této studii
N/ N - neškodný až mírně škodlivý	X	X	zelená I = 1	0	1
N/ N - neškodný až mírně škodlivý	do 50	do 30	žlutá I = 10	do 30	10
M/ S – středně škodlivý	51 – 75	30 – 79	oranžová I = 100 světle červená I = od 100 do 1000	30 – 90	100
T/ Š – škodlivý	nad 75	90 – 99 nad 99	červená I = 1000	nad 90	1000

Pro hodnocení vlivu účinných látek zoocidů a fungicidů povolených do polních plodin v ČR na necílové organismy byla sestavena dílčí databáze, ve které byly pro každý hodnocený taxon necílového organismu uvedeny zkratky pro třídu selektivity (viz tabulka výše) podle mortality uváděné v databázích OILB a MZe Francie. Pro hodnocení na necílové členovce v obou databázích: N - neškodný až mírně škodlivý, M – středně škodlivý, T – škodlivý, 0 – dosud neznámé a pro hodnocení pro včely, žížaly a ryby v databázi OILB a v databázi MZe Francie: + nebo T - škodlivé, - nebo N, M - neškodlivé, 0 – dosud neznámé.

Následně byla provedena kvantifikace indexu selektivity. Ke každé třídě selektivity (N,M,T) byl přiřazen index selektivity (I). Pro N: I = 10 - neškodný až mírně škodlivý, pro M: I = 100 – středně škodlivý, pro T: I = 1000 – škodlivý, 0 – dosud neznámé a pro hodnocení

pro včely (Iv), žížaly (Iž) a ryby (Ir) v databázi OILB: pro +: I = 500 škodlivé, pro -: I = 10 neškodlivé, 0 – dosud neznámé.

Transformace indexu selektivity I_1 až I_9 na přirozené nepřátele škůdců a indexu toxicity na včely, ryby a žížalovité na jednu celkovou hodnotu indexu toxicity I_t byla provedena podle vzorce: $I_s = \text{suma } I_1 \text{ až } I_9 / \text{počet nenulových } I_1 \text{ až } I_9 + I_v + I_ž + I_r$

(slovy: celkový index toxicity $I_t = \text{suma } I \text{ pro taxony } 1 \text{ až } 9 \text{ děleno počet hodnocených taxonů mimo taxony s dosud neznámým hodnocením} + \text{Index toxicity pro včely} + \text{Index toxicity pro žížaly} + \text{Index toxicity pro ryby}$).

Transformace indexů selektivity (I_s) na hodnoty environmentální zátěže (e) byla provedena lineární regresí podle rovnice: $e = 0,0008 \cdot I_s + 0,9678$

Rozsah environmentální zátěže je rozmezí hodnot od 1 do 3. Extremní hodnoty e byly stanoveny z extrémních hodnot indexu toxicity I_s : pro $I_s = 90 : 9 = 10 + 10 + 10 + 10 = 40$ je $e = 1$ a pro $I_s = 9000 : 9 = 1000 + 500 + 500 + 500 = 2.500$ je $e = 3$. Kontrolní výpočet. Například při pro $I_s = 1000$ bude $e = 1,76$, pro $I_s = 2000$ bude $e = 2,57$. Hodnoty environmentální zátěže (e) účinných látek zoocidů a fungicidů povolených do polních plodin v ČR na necílové organismy jsou uvedeny v Příloze č.2.

III.4. Databázové systémy expertního systému

Software expertního systému pro podporu rozhodování v ochraně rostlin bude obsahovat dílčí databázové systémy, které bude možné aktualizovat. Dvě dílčí databáze, které byly vytvořeny nebo aktualizovány na základě řešení projektu TD010056 jsou součástí této metodiky (Příloha č.1 a Příloha č.2). Jedná se o databáze (1) prahů škodlivosti a křivek škodlivosti pro škůdce a choroby polních plodin a (2) environmentální zátěže účinných látek pesticidů. Vedle toho bude software využívat dalších dílčích databází, které byly vytvořeny v rámci řešení projektu TD010056. Jedná se o databáze (3) přípravků na ochranu rostlin, (4) nákladů na ochranu, (5) výnosů hlavních produktů, (6) výkupních cen produktů. Vzhledem k tomu, že tyto dílčí databáze jsou součástí know-how expertního systému a nejsou veřejně dostupné, je v předkládané metodice uvedena pouze jejich stručná charakteristika. Expertní systém umožňuje jako vstupní data pro stanovení ekonomického prahu škodlivosti vkládat údaje z dílčích databázových systémů (formou nabídky), nebo vkládat vlastní údaje získané nebo předpovídané pěstitelům, zemědělským poradcem nebo jiným typem uživatele.

Databáze prahů škodlivosti a křivek škodlivosti pro škůdce a choroby polních plodin

Prahy škodlivosti pro hospodářsky významné škůdce a choroby polních plodin a jim odpovídající křivky škodlivosti stanovené nově podle výše popsaných metod jsou uvedeny v Příloze č.1. Byly aktualizovány prahy škodlivosti uváděné v Metodické příručce ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům. I. Polní plodiny (Anonym, 2008). Oproti prahům uvedeným v citované metodické příručce byly: (1) sjednoceny jednotky pro prahy škodlivosti (ukazatelé početnosti a stupně poškození rostlin), (2) odstraněny chyby a překlepy, (3) doplněny prahy pro některé škodlivé organismy. V Příloze č.1 jsou také uvedeny rovnice křivek škodlivosti, podle kterých je možné odhadovat výnosové ztráty a také stanovovat ekonomický práh škodlivosti a hodnotit ekonomiku ochranných opatření. Tato databáze obsahuje názvy škodlivých organismů zařazené k jednotlivým plodinám, způsob vyjadřování škodlivých organismů (ukazatelé početnosti), aktualizovaný práh škodlivosti a křivku škodlivosti. Názvosloví škodlivých organismů je aktualizováno podle knihy České a anglické názvy chorob a škůdců rostlin (Kúdela, V, Kocourek, F., Barnet, M. a kol., 2012).

Napadení rostlin lze vyjadřovat pomocí ukazatelů početnosti, které mohou být značně různorodé v závislosti na druhu škodlivého organismu a použité metodě monitorování

napadení nebo populační hustoty. Pro účely databáze (Příloha č.1) byly nejprve sjednoceny ukazatelé početnosti škodlivých organismů (viz Tabulka č.2).

Tabulka č. 2 Ukazatelé početnosti škodlivých organismů a stupně poškození rostlin (jednotky EPŠ)

Co se hodnotí	Jednotka	vyjádření vztažné plochy (nebo způsobu odpočtu)
Počet jedinců na plochu (na délku řádku)	počet	1 m ² (1 m řádku)
Počet jedinců na rostlinu (nebo její část)	počet	1 rostlinu (1 odnož, 1 vrcholové květenství)
Počet poškození od 1 jedince na rostlinu	počet	1 rostlinu (1 odnož, (nebo její část) 1 vrcholové květenství)
Procento napadených rostlin	procento	100 %
Procento poškozených rostlin (nebo jejich částí)	procento	100 %
Procento pokrytí listové plochy symptomy choroby	procento	100 % (celé rostliny nebo definovaného listu)
Počet jedinců na 100 smyků	počet	100 smyků
Počet jedinců na 1 lapač	počet	1 lapač/1 den (musí být uveden typ lapače a přepočtené období odchyty)

Stejný rozměr jako ukazatel početnosti používaný pro vyjádření stupně napadení škodlivým organismem, bude mít i rozměr ekonomického prahu škodlivosti. Univerzálním a nejjednodušším vyjádřením početnosti pro škůdce a choroby je procento napadených nebo poškozených rostlin, nebo jejich částí. Pro živočišné škůdce se ukazatelé početnosti obvykle vyjadřují počtem jedinců na plochu, na rostlinu, nebo její část, nebo v závislosti na metodě sběru nebo odchyty počtem jedinců na 100 smyků, sklepů nebo počtem jedinců na lapač za jednotku času. Pro patogeny rostlin se ukazatelé početnosti vyjadřují jako indexy napadení (síla choroby), například v procentech listové plochy s příznaky napadení patogenem.

Databáze environmentální zátěže účinných látek pesticidů

Databáze environmentální zátěže účinných látek zoocidů a fungicidů povolených do polních plodin je uvedena v Příloze č. 2. Vytvoření samostatné databáze účinných látek umožňuje výrazné usnadnění prací na aktualizaci databáze řešeného expertního systému. Databáze účinných látek je strukturována do následujících položek: číslo účinné látky (zajišťuje vazbu na databázi přípravků) - písmeno je totožné s prvním písmenem názvu účinné látky a číslo udává pořadí látky dle abecedního sledu účinných látek, název účinné látky, název užívaný v českém jazyce, v závorce pak odborný název účinné látky, faktor environmentální zátěže – vyjadřuje míru negativního vlivu účinné látky na složky životní prostředí.

Databáze přípravků

Databáze přípravků na ochranu rostlin obsahuje seznam přípravků na ochranu rostlin povolených proti škůdcům a chorobám polních plodin. Základem databáze jsou údaje Registru přípravků na ochranu rostlin spravovaného a aktualizovaného Státní rostlinolékařskou správou (SRS) – <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>. Databáze

obsahuje platné referenční (tj. výchozí) přípravky na ochranu rostlin (POR) proti škodlivým organismům (insekticidy, fungicidy, moluskocidy, rodenticidy, repelenty) a to jak na chemické bázi, tak na bázi biologické. Databáze obsahuje dále tyto údaje: název přípravku, název účinné látky, MJ – měrná jednotka pro dávku přípravku, doporučená dávka od – do (udává se v MJ/na 1 ha), cena přípravku (Kč/MJ), mj – vztažná měrná jednotka pro aplikační dávku (nejčastěji ha), číslo účinné látky (název a ostatní parametry jsou vyčleněny do samostatné části databáze), názvy souběžných přípravků (přípravky nakupované jen okrajově určitými subjekty na základě povolení k souběžnému dovozu). Podle názvu účinné látky je tato databáze propojena s databází environmentální zátěže. To umožňuje přiřadit konkrétnímu přípravku hodnotu environmentální zátěže podle účinné látky.

Databáze nákladů na ochranu rostlin

Databáze nákladů na ochranu rostlin je zpracována samostatně pro každou plodinu nebo skupinu plodin. Databáze je strukturovaná do následujících položek: ID PP – identifikační číslo škodlivého organismu (vazba na Portál farmáře), český název škodlivého organismu (vazba na databázi prahů škodlivost), název referenčního přípravku (vazba na databázi přípravků), náklady za ochranu na jednotku plochy. Databáze nákladů na ochranu rostlin využívá dvou dílčích databází. Z databáze přípravků je stanovena cena nákladů za postřik na jednotku plochy (podle zvolené dávky na plochu a podle aktuální ceny přípravků přepočtené na jednotku plochy). Podle databáze „aplikace postřiků“ je stanovena cena práce (podle typu postřikovače, jeho spotřeby, množství aplikované vody atd.). Náklady na ochranu jsou potom součtem nákladů za postřik a nákladů za provedení postřiku (jsou vyjádřeny v ceně na jednotku plochy).

Databáze výnosů hlavních produktů

Databáze obsahuje údaje o výši výnosů hlavních produktů polních plodin dosahované v posledních letech v ČR, v pěstitelské oblasti (průměrné výnosy za referenční období, nejvyšší a nejnižší roční průměrné výnosy v referenčním období). Expertní systém umožňuje zadávat výnosy plodin podle aktualizovaných údajů od pěstitele. Výnosy jsou uváděny v t/ha.

Databáze výkupních cen produktů

Databáze obsahuje údaje o ceně výkupních cen hlavních produktů polních plodin dosahované v posledním roce a v jednotlivých měsících v ČR. Expertní systém umožňuje zadávat ceny produktů podle aktualizovaných údajů od pěstitele. Databáze je propojena s databází výnosů tak, že podle aktualizovaných údajů z obou databází je stanovena hodnota tržní produkce na jednotku produkce (Kč/ha).

III.5. Případové studie

Stanovení ekonomického prahu škodlivosti podle modelu uvedeného v kapitole III.2 bylo ověřeno na dvou druzích škůdců. V první případové studii byly nejprve podle experimentálně získaných dat v rámci řešení jiných projektů výzkumu stanoveny křivky škodlivosti pro kohoutky na pšenici. Na základě takto stanovených křivek škodlivosti byl stanoven práh škodlivosti a provedeny simulace ekonomického prahu škodlivosti pro kohoutky na pšenici. Dílčí výsledky byly nejprve publikovány ve sborníku ze semináře (Kocourek F., 2012). V konečné podobě byla případová studie publikována v odborném recenzovaném časopise (Kocourek F., 2013a).

V druhé případové studii byla pro ověření modelu pro stanovení ekonomické hladiny škodlivosti pro zavíječe kukuřičného na kukuřici použita data publikovaná ve vědeckém recenzovaném časopise (Kocourek a Stará, 2012a). V této publikaci je popsáno stanovení křivky škodlivosti pro zavíječe kukuřičného na základě dat z polních pokusů. Ověření funkce

modelu a simulace ekonomické hladiny škodlivosti pro zavíječe na kukuřici bylo provedeno v rámci řešení projektu TD010056 a bylo publikováno v odborných časopisech určených pro zemědělskou praxi (Kocourek a Stará, 2012b) a (Kocourek, 2013f). V této metodice nejsou údaje z uvedených publikací opakovány. V odpovídajících částech metodiky jsou uváděny pouze závěry z těchto prací.

III.6. Řízení ochrany rostlin na základě ekonomických prahů škodlivosti

Zhodnocení obecných závislostí pro řízení ochrany na základě EPŠ

Základní rozdíl mezi prahy škodlivosti a EPŠ je, že prahy škodlivosti jsou vyjádřeny jednou pevnou hodnotou (viz Příloha č.1), zatímco hodnoty EPŠ se mění v závislosti na konkrétních podmínkách a kolísají v dosti širokém rozmezí okolo hodnot prahu škodlivosti. Zatímco využívání zveřejněných prahů škodlivosti bude na základě platné legislativy povinné, využívání EPŠ bude pouze doporučeno. Z obecných principů EPŠ a simulací provedených na případových studiích vyplynuly závěry, které lze využít při řízení ochrany rostlin bez ohledu na použitý typ prahu škodlivosti. Mezi vstupy do modelu EPŠ a výstupy z modelu, kterými jsou hodnoty EPŠ, lze charakterizovat pět základních závislostí.

Závislost první: Hodnoty EPŠ vzrůstají lineárně s výší nákladů na ochranná opatření. Znamená to, že čím vyšší je cena přípravku na 1 ha (a také cena za aplikace přípravku na 1 ha), tím vyšší je hodnota EPŠ. Přitom čím vyšší bude hodnota EPŠ, tím vyšší stupeň výskytu škodlivého organismu a tím vyšší ztráty na výnosech bude pěstitel tolerovat. Dosud řada pěstitelů preferovala spíše levnější přípravky, často bez znalostí jejich účinnosti, nebo bez ohledu na jejich rizika pro životní prostředí. Problémem je, že mezi přípravky s vyšší cenou jsou některé selektivní pesticidy k přirozeným nepřátelům škůdců a také některé biologické prostředky ochrany, většinou přípravky vhodné do systému integrované ochrany. Ošetření dražšími přípravky, včetně těch ekologicky příznivějších, by tak při použití modelu EPŠ bylo doporučováno při vyšším stupni výskytu škodlivých organismů, než je hodnota prahu škodlivosti. Hodnota EPŠ doporučovaná pro ošetření by tak podle modelu byla vyšší než hodnota prahu škodlivosti. Určitá eliminace tohoto efektu je v modelu EPŠ umožněna využíváním parametru environmentální zátěže přípravku. Na stanovení EPŠ má vliv nejen hodnota nákladů na ochranu, zejména cena přípravku, ale také interakce hodnoty nákladů s účinností přípravku a environmentální zátěží přípravku (viz závislost druhá a třetí).

Závislost druhá: Hodnoty EPŠ vzrůstají lineárně s poklesem účinnosti přípravku. Znamená to, že čím nižší je účinnost přípravku, tím vyšší je hodnota EPŠ. Pro přípravky s účinností 100 % nebo vyšší než 90 % budou hodnoty EPŠ nižší, než pro přípravky s nižší účinností. Pokles biologické účinnosti pod 50 % již povede k významnému zvýšení hodnot EPŠ. Při výběru přípravku vyhodnocuje pěstitel obvykle účinnost přípravku vzhledem k jeho ceně. Takové hodnocení může být do jisté míry subjektivní. Simulace EPŠ podle modelu umožňují vyhodnotit vliv ceny přípravku a vliv účinnosti přípravku odděleně, nebo v požadované kombinaci těchto parametrů a objektivizovat tak proces rozhodování.

Závislost třetí: Hodnoty EPŠ vzrůstají lineárně se zvyšující se hodnotou environmentální zátěže přípravku, která se zvyšuje v závislosti na jejich nepříznivém vlivu na složky životního prostředí. Znamená to, že čím vyšší je hodnota environmentální zátěže přípravku, tím vyšší je hodnota EPŠ. Například neselektivní, širokospektrální přípravky budou mít vyšší hodnoty EPŠ, než přípravky selektivní. Pro biologické prostředky ochrany a pro přípravky málo rizikové pro životní prostředí budou hodnoty EPŠ nejnižší a ve většině případů nižší, než jsou současné době uváděné hodnoty prahů škodlivosti. Do jisté míry tak může být potlačen vliv zvýšené ceny bioagens a biopreparátů ve srovnání s cenou konvenčních přípravků. Přitom vliv environmentální zátěže přípravku na zvýšení hodnoty EPŠ je výrazně vyšší, než vliv zvýšených nákladů na ochranu rostlin.

Závislost čtvrtá: Hodnoty EPŠ klesají podle funkce hyperboly podle sklonu funkce vyjadřující křivku škodlivosti, která je specifická pro konkrétní druh škodlivého organismu a danou plodinu. Obecně zde platí, že čím vyšší je nárůst škod odpovídající nárůstu populační hustoty nebo stupni výskytu škodlivého organismu, tím strměji klesají hodnoty EPŠ. Čím je daný druh agresivnějším škodlivým organismem, tím nižší má hodnoty EPŠ a obecně tím vyšší je návratnost prostředků vložených do ochranných opatření.

Závislost pátá: Hodnota produkce z jednotky plochy pěstování plodiny je funkcí výkupní nebo realizační ceny za jednotku produktu a dosažené výše výnosu. Hodnoty EPŠ klesají podle hyperbolické funkce v závislosti na zvyšující se hodnotě tržní produkce, klesají s růstem hektarových výnosů a klesají s růstem cen zemědělských produktů. To znamená, že s růstem hektarových výnosů, stejně jako s růstem cen za jednotku produktu se doporučuje provádět ochranu při nižších hustotách populací nebo při nižším stupni výskytu škodlivých organismů. Ochranná opatření se zhodnotí mnohem lépe při vysokých výnosech než při nízkých výnosech a při vysokých realizačních cenách zemědělských produktů než při nízkých realizačních cenách. Čím vyšší bude intenzita pěstování plodiny, tím budou hodnoty EPŠ nižší. Naopak při extenzivním systému pěstování, nebo při velmi nízké realizační ceně produktu, budou hodnoty EPŠ vzrůstat.

Prahy škodlivosti a jejich využití při řízení ochrany rostlin

Podle hodnot prahů škodlivosti se rozhoduje, zdali je účelné provést ochranná opatření a kdy je zahájit. Rozhodnutí o provedení ochranného opatření je založeno na porovnání hodnoty prahu škodlivosti uváděné Příloze č.1 se stupněm výskytu škodlivého organismu na konkrétním pozemku. V případě, že stupeň výskytu škodlivého organismu na konkrétním pozemku dosáhne nebo překročí hodnotu prahu škodlivosti, je doporučeno provést ošetření. Prahy škodlivosti jsou vyjádřeny jednou hodnotou pro druh škodlivého organismu a konkrétní plodinu, v některých případech jsou různé v závislosti na fenofázi plodiny nebo jsou různé podle odrůd. Hodnoty prahů škodlivosti udávají průměrné hodnoty pro Českou republiku.

Podle rovnic křivek škodlivosti, uvedených v Příloze č.1 je možné pro konkrétní druh uvedeného škodlivého organismu předpovídat ztráty na výnosech v případech, že známe hodnotu stupně výskytu škodlivého organismu na poli. Buď je možné předpovídat výnosovou ztrátu, která by nastala při známém stupni výskytu škodlivého organismu, pokud by nebylo provedeno ochranné opatření. Nebo je možné předpovídat výnosové ztráty, když by ošetření nebylo provedeno, nebo by ošetření nebylo dostatečně účinné.

Pro pěstitelé je nejobtížnější rozhodovat o potřebě ošetření v případech, kdy je stupeň výskytu škodlivého organismu na porostech v intenzitě blízké hodnotám prahů škodlivosti. Běžná praxe v současnosti je, že se ošetří všechny porosty určité plodiny, kde riziko ztrát hrozí, a to bez ohledu na stupeň výskytu škodlivého organismu, nebo v lepším případě se ošetří porosty, na kterých byl výskyt škodlivého organismu zjištěn, i když dosud nedosáhl prahu škodlivosti. Pro porosty s vysokou tržní cenou produktu je ochrana prováděna preventivně, často bez zjišťování škodlivého organismu v porostech. Pro zabránění nezdůvodněných aplikací pesticidů je možné pro výběr pozemků pro ošetření při srovnatelném a hraničním výskytu okolo prahu škodlivosti využít následující doporučení. Pro ošetření preferovat: (1) porosty s plodinami s vyšší realizační cenou produktů, před porosty s nižší realizační cenou produktu, například preferovat ošetření potravinářské pšenice před krmnou pšenicí nebo sladovnický ječmen před krmným ječmenem nebo kukuřici na zrno před kukuřicí na siláž, (2) porosty, které mají předpoklad dát vyšší výnos z ha než porosty s předpokladem nižšího výnosu, například preferovat porosty ve vyšší intenzitě pěstování a porosty s vyšším výnosovým potenciálem, který může být závislý na odrůdě, půdních nebo agrotechnických podmínkách, meteorologických podmínkách ročníku atd., (3) prostředky ochrany, které vzhledem ke své ceně mají dobrou účinnost a nízká rizika pro životní prostředí.

Zhodnocení faktorů ovlivňujících prahy škodlivosti a EPŠ

Při rozhodnutí o provedení ochranného opatření podle prahů škodlivosti je nutné zohlednit několik skupin faktorů. Společné pro využívání obou typů prahů škodlivosti je znalost cílového druhu škodlivého organismu, proti kterému je opatření směřováno. Užitečné jsou také poznatky o hospodářském významu škodlivého organismu v podniku nebo v regionu. Významné jsou také poznatky o výskytu a rizicích škod škodlivého organismu v minulých letech, trendech jeho výskytu, nárůstu nebo poklesu hospodářských škod atd. Takové poznatky je nutné získávat z odborné literatury a z informačních zdrojů orgánů státní správy nebo výzkumných organizací, univerzit a poradenských subjektů. Pro využívání prahů škodlivosti i EPŠ jsou zcela nezbytné informace z monitoringu škodlivých organismů na pozemcích konkrétního pěstitele, případně poznatky o výskytu v konkrétním regionu. Při využívání prahů škodlivosti jsou takové informace dostačující.

Naproti tomu při využívání EPŠ jsou potřebné další informace umožňující kvantifikovat ekonomické a environmentální parametry, případně účinnost přípravku, nebo environmentální zátěž účinné látky přípravku. Při použití prahů škodlivosti není třeba kvantifikovat účinnost použitého přípravku. V případech zjištění nedostatečné účinnosti přípravku, kdy po ošetření stupeň výskytu škodlivého organismu na poli stále překračuje doporučenou hodnotu prahu škodlivosti, je třeba přistoupit k opakovanému ošetření, nejlépe přípravkem s odlišným mechanismem účinku. Naproti tomu při využití EPŠ lze zhodnotit účinnost ošetření konkrétním přípravkem a porovnat ekonomickou efektivnost použitých přípravků ještě před ošetřením a podle toho volit nejvhodnější přípravek. Potřeba korekčních zásahů při použití modelu EPŠ při zjištění neúčinnosti přípravků po ošetření se tak minimalizuje. Poznatky o snížené účinnosti přípravku neovlivňují pevně stanovené hodnoty prahů škodlivosti. Naproti tomu při použití modelu EPŠ se v závislosti na změnách účinnosti přípravků bude hodnota EPŠ dynamicky měnit. Podle takto stanovené hodnoty EPŠ bude ekonomicky efektivní použití i prostředků ochrany se sníženou účinností (například i s 50 % účinností) v případech vysokého výskytu škodlivého organismu, za podmínky návratnosti vložených prostředků do ochrany ze zisků ze zachráněného výnosu.

Největší rozdíly při využití prahů škodlivosti a EPŠ jsou v možnostech zhodnocení ekonomických faktorů. Evidence nákladů na ochranu a výnosů (zisků) je v současnosti běžnou evidencí u profesionálních uživatelů pesticidů. Při použití prahů škodlivosti je zhodnocení efektivnosti ochrany podle nákladů a očekávaných výnosů do jisté míry subjektivní. Objektivitu rozhodování podle prahů škodlivosti je možné výrazně zvýšit v případech, kdy je známá křivka škodlivosti a pěstitel ji využije pro předpověď výnosových ztrát. Do rovnice křivky škodlivosti jednoduše dosadí průměrný stupeň výskytu škodlivého organismu na konkrétním pozemku a vypočte (odhadne) výnosovou ztrátu v procentech z výše očekávaného výnosu. Poté provede bilanci nákladů a zisků a podle ní se rozhodne o potřebě provedení ochranného zásahu. Na rozdíl od tohoto komplikovaného postupu je při využití modelu EPŠ automaticky vypočítána výnosová ztráta podle křivky škodlivosti vložené do modelu a podle provedené bilance nákladů na ochranu a zachráněných zisků je vypočítána aktuální hodnota EPŠ. Při výpočtu hodnot EPŠ je možné navíc zhodnotit vedle účinnosti ochranného prostředku také jeho vliv na životní prostředí. Zahrnutí environmentální zátěže ochranného opatření do bilance nákladů a zisků umožní preferovat v ochraně rostlin méně rizikové prostředky pro životní prostředí za ekonomicky přijatelných podmínek pro pěstitele. To je dalším významným přínosem využívání EPŠ oproti využívání jednoduchých prahů škodlivosti.

Co mají prahy škodlivosti a ekonomické prahy škodlivosti společné a co rozdílné

Společný je princip použití prahů škodlivosti a EPŠ při řízení ochrany. Rozhodnutí o provedení ochranného opatření je založeno na porovnání hodnoty prahu škodlivosti uváděné v tabulkách, nebo v případě EPŠ hodnoty vypočítané podle modelu, se stupněm výskytu škodlivého organismu na konkrétním pozemku. V případě, že stupeň výskytu škodlivého organismu na konkrétním pozemku dosáhne nebo překročí hodnotu prahu škodlivosti, nebo vypočítanou hodnotu EPŠ, je doporučeno provést ošetření. Bez údajů o stupni výskytu škodlivého organismu na konkrétním pozemku nelze o provedení ochranných opatření objektivně rozhodovat bez ohledu na využívaný typ prahu škodlivosti.

Prahy škodlivosti jsou vyjádřeny jedním číslem pro druh škodlivého organismu a konkrétní plodinu, v některých případech mohou být rozdílné v závislosti na fenofázi plodiny. Hodnoty prahů škodlivosti jsou orientační, udávají průměrné hodnoty pro danou oblast a neumožňují zhodnotit vliv konkrétních podmínek agrobiologických a ekonomických poměrů pro daný ročník a stanoviště. Pro převážnou většinu hospodářsky významných škodlivých organismů na polních plodinách byly dosud prahy škodlivosti dostupné v metodikách ochrany rostlin (viz Anonym, 2008). Aktualizované prahy škodlivosti v rámci projektu TD010056 uvedené v příloze č.1 budou uvedeny v připravované Metodické příručce pro integrovanou ochranu rostlin – polní plodiny. Předpokládá se, že tyto prahy škodlivosti budou zveřejněny orgány státní správy v souladu se zákonem č.326/2004 Sb. v metodických postupech na podporu integrované ochrany rostlin (na Rostlinolékařském portálu). V tomto případě bude jejich používání závazné pro profesionálního uživatele prostředků ochrany podle vyhlášky č.205/2012 Sb. s platností od 1. 1. 2014. Očekávaným přínosem používání prahů škodlivosti je úspora nákladů na ochranu rostlin a omezení rozsahu nezdůvodněných aplikací pesticidů.

Hodnoty EPŠ umožňují upřesňovat orientační hodnoty prahů škodlivosti pro konkrétní ekonomické i agronomické podmínky. Aby se z prahu škodlivosti stal EPŠ je třeba provést bilanci nákladů na ochranu rostlin a zachráněných zisků. EPŠ je vždy nutné vypočítávat pro konkrétní podmínky. Hodnoty EPŠ nelze tedy publikovat. Využívání EPŠ nebude sice závazné podle nové legislativy, ale bude doporučeno pro uplatňování systému integrované ochrany rostlin a jeho zdokonalování. Přitom EPŠ budou zcela odpovídající náhradou používání prahů škodlivosti, které budou závazné. Očekávaným přínosem využívání EPŠ je nejen zabránění nezdůvodněných aplikací pesticidů, ale zvýšení celkové efektivnosti pěstování a efektivnosti ochranných opatření na základě bilance nákladů na ochranu a zachráněných zisků pro konkrétní porosty zemědělských plodin. Důsledné využívání ekonomických prahů škodlivosti přinese pěstitelům úspory nákladů na ochranu rostlin vyšší než pouhé využívání prahů škodlivosti. Tyto úspory by měly zvýšit ekonomickou efektivnost pěstování a zcela pokrýt vícenáklady na uplatňování systému IOR, zejména náklady na provádění monitoringu a na větší rozsah využívání méně rizikových pesticidů, které jsou obvykle dražší než rizikové pesticidy.

III.7 Definice termínů používaných v metodice

Škodlivost je schopnost určitého organismu způsobit na daném druhu kulturní rostliny škodu. Škodlivost je dědičně podmíněná norma interakce fytofága nebo původce choroby a hostitelské rostliny. Pro to, aby určitá aktivita organismu byla označena jako škodlivost, je rozhodující, zda je ohroženo dosažení hospodářského cíle, pro který je kulturní rostlina pěstována. Škodlivost a škůdce jsou definovány jako socio-ekonomické kategorie. Při určování výše škod je třeba rozlišovat mezi termíny poškození – škoda – ztráta.

Poškození (angl. injury) označení pro změny v morfologii rostliny, které vznikají vlivem životních projevů fytofágních organismů, nebo působením abiotických faktorů prostředí a

vlivem reakcí rostliny na tato působení (podle Pediga et al., 1986). Jedná se o odchylky od normálního vývoje rostlin, které, pokud jsou viditelné, označujeme jako příznaky (symptomy). Ve fytopatologii je symptom viditelná nebo jinak zjistitelná abnormalita, která vzniká v důsledku choroby (Kůdela kol., 2007). Příklady poškození rostlin působené živočišnými škůdci jsou: redukce počtu rostlin, ztráta listové plochy, odsávání asimilátů, redukce turgoru, poškození plodů žírem škůdců, změny v architektuře rostlin atd.

Poškození (angl. injury) - krátkodobé poškození příčinným agens, např. žírem hmyzu, působením chemického, fyzikálního nebo elektrického agens nebo nepříznivými faktory vnějšího prostředí (Kůdela a kol., 2007).

Škoda (angl. damage) je měřitelná hodnota ve snížení užitku kulturní rostliny nebo jejího produktu způsobená vlivem škodlivých organismů a poruch rostlin (podle Pediga et al., 1986). Zahrnuje kvantitativní snížení výnosu poškozeného porostu oproti porostu zdravému, nebo snížení kvality produktu, nebo vady vzhledu. Přímou škodu lze vyjádřit jako absolutní snížení výnosu (například v tunách na hektar), nebo jako relativní hodnotu (procento snížení výnosu) oproti zdravému nebo úspěšně ošetřenému porostu.

Ekonomicky významná škoda je škoda vedoucí ke ztrátám, které jsou vyšší než náklady na ochranný zásah při zachování požadované rentability ochranného ošetření.

Ztráta (ang. loss) vyjadřuje kvantitativně škodu v hodnotách ztracených zisků vlivem působení škodlivých činitelů. Vedle toho může zahrnovat i další ztráty z nepřímých a následných škod, které lze vyjádřit finančně. Vyjadřuje se v korunách na hektar.

Křivka škodlivosti (ang. damage curve) je grafické vyjádření závislosti mezi poškozením (nebo populační hustotou škodlivého organismu) a výší výnosu produktu. Pro kvantifikaci křivky škodlivosti se však používá inverzní závislosti, tj. závislosti mezi poškozením (nebo populační hustotou škodlivého organismu) a snížením výnosu produktu v procentech oproti zdravému porostu.

Práh škodlivosti

Práh škodlivosti (angl. damage threshold) je nejnižší hustota populace škodlivého organismu, při které dochází k poškození (Kůdela a kol., 2007).

Práh škodlivosti – akční práh (angl. action threshold) odpovídá populační hustotě škodlivého organismu, při které je nutný ochranný zásah, aby se zabránilo ekonomické ztrátě (podle definice FAO).

Práh škodlivosti podle vyhlášky 205/2012 §1 odst. „Základní pojmy“, písm. a) Pro účely této vyhlášky se rozumí: prahem škodlivosti vědecky podložený stupeň výskytu škodlivého organismu, při kterém je nutno provést ochranné opatření, aby se zabránilo hospodářské škodě v důsledku negativního vlivu škodlivého organismu na snížení výnosu nebo kvality rostliny nebo rostlinného produktu.

Ekonomický práh škodlivosti (angl. economic threshold)

Ekonomický práh škodlivosti (EPŠ) vyjadřuje populační hustotu škodlivého organismu, nebo stupeň napadení rostlin, při kterém se doporučuje provést ochranná opatření, aby se zabránilo ekonomicky významné škodě. EPŠ odpovídá takovému stupni výskytu škodlivého organismu, který by způsobil takové ztráty, kdy zisk ze zachráněné části výnosu uhradí náklady na ochranná opatření (Pedigo et al., 1986).

Pro praktické účely lze definici EPŠ doplnit: Ekonomický práh škodlivosti vyjadřuje populační hustotu škodlivého organismu nebo stupeň napadení rostlin, při kterém se

doporučuje provést ochranná opatření, aby se zabránilo růstu populace škůdce nebo poškození na úroveň ekonomické hladiny škodlivosti. Pro ilustraci doplňujeme ještě dvě další definice, které se využívají v odborné literatuře.

Ekonomický práh škodlivosti (poškození) odpovídá takové populační hustotě škodlivého organismu, která sníží příjem za sklizeň o hodnotu ekvivalentní nákladům na ochranu (podle definice FAO).

Ekonomický práh škodlivosti je hustota populace škodlivého organismu vyvolávajícího takový stupeň poškození rostlin, při kterém je účelné použít ochranná opatření (podle normy ČSN 46 5801)

Ekonomická hladina škodlivosti (angl. economic injury level)

Ekonomická hladina škodlivosti vyjadřuje populační hustotu škodlivého organismu nebo stupeň napadení rostlin, které způsobí poškození odpovídající ekonomicky významné škodě. Podle hodnot ekonomických prahů škodlivosti se rozhoduje, kdy zahájit ochranná opatření, zatímco hodnoty ekonomické hladiny škodlivosti odpovídají na otázku, jak velká populace škodlivého organismu způsobuje škody a jak jsou tyto škody významné (Pedigo et al., 1986).

Rozlišování termínů ekonomického prahu škodlivosti a ekonomické hladiny škodlivosti je prakticky významné u škodlivých organismů, u kterých populační hustota (nebo stupeň výskytu) v období odpovídající potřebě ošetření významně vzrůstá s časem. V těchto případech je třeba ochranná opatření provést dříve tak, aby se zabránilo růstu populace na úroveň, která způsobí hospodářsky významnou škodu. Pro řadu jiných druhů škodlivých organismů není nutné rozlišovat mezi hodnotami prahu škodlivosti a ekonomické hladiny škodlivosti, vzhledem k tomu, že obě hodnoty jsou tak blízko sebe, že z praktického hlediska odpovídají stupni výskytu škodlivého organismu, kdy je třeba zahájit ochranná opatření.

IV. Srovnání novosti postupů

Ochrana polních plodin se v současnosti provádí převážně podle zkušeností pěstitele. Část pěstitelů polních plodin využívá pro rozhodování o provedení ochrany informační systém Státní rostlinolékařské správy nebo poradenských služeb výzkumných ústavů, univerzit a specializovaných poradců nebo poradenských subjektů. Rozhodování v ochraně polních plodin je významně ovlivňováno poradenstvím výrobců a distributorů pesticidů. V současné době se rozhodování o použití pesticidů provádí na základě jednorozměrných prahů škodlivosti u vytrvalých kultur, zejména v systémech integrované produkce ovoce a révy vinné. Využívání prahů škodlivosti v ochraně polních plodin je v současnosti spíše výjimečné, přestože byly prahy škodlivosti pro většinu hospodářsky významných škodlivých organismů známé. Využívání prahů škodlivosti bude pro profesionálního uživatele prostředků ochrany závazné od 1.1. 2014 v rámci dodržování zásad integrované ochrany rostlin podle nové legislativy. Za tímto účelem byly prahy škodlivosti v rámci řešení projektu TD010056 aktualizovány a doplněny o křivky škodlivosti, podle kterých lze předpovídat ztráty na výnosech. Originálním výsledkem řešení tohoto projektu jsou metody pro stanovení křivek škodlivosti, které vychází z konceptuálního modelu založeného na lineární regresi a údajích o prazích škodlivosti využívaných v současnosti nebo získaných z literatury.

V metodice je uveden nový postup rozhodování o použití pesticidů založený na analýze ekonomických parametrů a zhodnocení dopadů pesticidů na životní prostředí. Postup rozhodování je založen na využívání modelu ekonomického prahu škodlivosti. Jedná se o originální matematický model, který zahrnuje vedle již dříve využívaných vstupních parametrů, jako jsou náklady na ochranu, výše výnosu, realizační cena produktu, dva zcela

nové parametry, účinnost ochranného opatření a environmentální zátěž účinné látky pesticidu. V rámci řešení projektu TD010056 byla vyvinuta originální metoda pro stanovení environmentální zátěže pro účinné látky pesticidů.

Tato metodika a softwarová aplikace expertního systému jako další výsledek řešení projektu umožní uplatňovat ekonomické prahy škodlivosti při řízení ochrany rostlin a naplňovat tak zásadu č. 3 z vyhlášky 205/2012 Sb. Metody vyvinuté v rámci řešení projektu TD010056 umožní hodnotit ekonomickou efektivnost použití pesticidů s ohledem na negativní dopady pesticidů na životní prostředí. Obdobná metodika v ČR ani ve světě nebyla dosud zpracována. Vzhledem k tomu není srovnání „novosti postupů“ oproti dříve publikovaným příspěvkům možné.

V. Popis uplatnění certifikované metodiky

Metodika je určena zemědělcům, všem pěstitelům polních plodin, zemědělským poradcům, pracovníkům zemědělských výzkumných ústavů, studentům a pedagogům středních odborných zemědělských škol a zemědělských univerzit, pracovníkům státní správy v oboru a všem zájemcům z oboru rostlinolékařství. Metodika umožní pěstitelům naplňování zásady č. 3 ze zásad integrované ochrany rostlin stanovené vyhláškou 205/2012 Sb. Metodika by měla přispět k regulaci pesticidů a k jejich racionálnímu využívání s ohledem na jejich negativní dopady na životní prostředí. Vedle toho metodika obsahuje také informace o hodnocení vlivu účinných látek pesticidů na necílové organismy a s tím související využití environmentální zátěže účinných látek pesticidů a kvantifikace „záporných externalit“.

Uživateli metodiky budou všichni zákazníci firmy AG info, s.r.o., kteří se stanou uživateli softwaru „Expertního systému pro rozhodování o ochranu rostlin podle ekonomických prahů škodlivosti“. Těmto uživatelům metodika umožní lépe porozumět způsobům výpočtů a interpretacím výsledků modelu tak, aby mohli být aktivní v procesu rozhodování o použití pesticidů. Tuto metodiku vydává příjemce, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., který metodiku zveřejní na své webové stránce (www.vurv.cz).

VI. Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky

Ekonomické přínosy uplatnění samotné metodiky lze odhadovat pouze ve spojení s uplatněním druhého výsledku řešení projektu, software „Expertního systému pro rozhodování o ochranu rostlin podle ekonomických prahů škodlivosti“. Ekonomické přínosy obou výsledků se předpokládají jednak v úspoře nákladů za pesticidy u praktických zemědělců, jednak ve zvýšení tržeb provozovatele softwaru. Předpokládá se úspora nákladů za pesticidy u praktických zemědělců za první 4 roky po ukončení řešení projektu v rozsahu 15.000 tis. Kč. Odhad úspor nákladů za pesticidy je založen na neprovedení nezdůvodněných aplikací u pěstitelů, zejména uživatelů expertního systému. Podle očekávaného počtu uživatelů a výměry jejich zemědělské půdy by uvedeného rozsahu úspor bylo při úspoře 500 Kč/ha na 10 % ploch dosaženo na ploše od 40 tis. ha v roce 2014 do 100 tis. ha v roce 2017.

Environmentální přínosy z regulace pesticidů podle metodiky a expertního systému nelze kvantifikovat. Tyto přínosy se promítají do ochrany přírodních zdrojů, do kvality vody, do funkcí krajiny a do zvyšování nebo zachování biodiverzity v krajině. Lze je pouze odhadovat na základě „kladných externalit“. Tyto externality jsou v kladné korelaci s výši úspor za pesticidy. Při odhadu 50 % z výše úspor za pesticidy by jejich ekvivalent za první 4 roky po ukončení řešení projektu byl na úrovni 7.500 tis. Kč.

VII. Seznam použité související literatury

- Alvarez-Alfageme, F.; von Burg, S.; Romeis, J. 2011. Infestation of Transgenic Powdery Mildew-Resistant Wheat by Naturally Occurring Insect Herbivores under Different Environmental Conditions, *Plos One* 6(7): e22690
- Anonym, 2008: Metodická příručka ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům. I. Polní plodiny. Praha. Česká společnost rostlinolékařská. ISBN: 978-80-02-02087-5: str. 504
- Buntin, GD; Flanders, KL; Slaughter, RW; DeLamar, ZD. 2004: Damage loss assessment and control of the cereal leaf beetle (Coleoptera : Chrysomelidae) in winter wheat, *Journal of Economic Entomology* 97(2): 374-382
- Hennecke, V.: Blattflächenverzehr durch Larven des Blauen Getreidehänchens *Oulema lichenis* (Voet.) auf Gerste und Weizen. *J. Appl. Ent.* 103: 477 – 483
- Heyer, W., Wetzel, Th.: 1990: Zur Aktualisierung des Bekämpfungsrichtwertes der Getreidehänchen (*Oulema* sp.) *Mitt. Biol. Bundesanst. F. Land-und Forstwirtschaft* 47. D. Pflanzenschutz-Tagung: H 266: 178
- Ihrig, RA; Herbert, DA; Van Duyn, JW; et al. 2001. Relationship between cereal leaf beetle (Coleoptera : Chrysomelidae) egg and fourth-instar populations and impact of fourth-instar defoliation of winter wheat yields in North Carolina and Virginia, *Journal of Economic Entomology* 94(3): 634-639
- Kocourek F., Stará J. 2012: Efficacy of Bt maize against European corn borer in Central Europe, *Plant Protection Science* 48, special issue: 25 - 35
- Kúdela V., Braunová M. a kol., 2007: Česko-anglická rostlinolékařská terminologie. Czech – english plant health terminology. *Academia Praha*: 874
- Kúdela V., Kocourek F., Bárnét M. a kol., 2012: České a anglické názvy chorob a škůdců rostlin. Czech and english names of plant diseases and pests. *Česká akademie zemědělských věd. Odbor rostlinolékařství*: 272
- Pedigo, L.P., Scott H., Higley, L.G. 1986: Economic Injury Levels in Theory and Practice. *Annual Review of Entomology* 31: 341 – 368
- Wetzel, Th., Freier, B., Heyer, W.: Zur Modellierung von Befall-Schadens-Relationen wichtiger Schadinsekten des Winterweizens. *J. Appl. Ent.* 89 (4): 330 – 344

VIII. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Kocourek F., 2012: Škodlivost kohoutků na pšenici a hodnocení ekonomiky ochrany rostlin. Sborník ze semináře Pšenice 2012 „Od genomu po chleba“. Praha 5. – 6. 12. 2012, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. ISBN: 978-80-7427-122-9: 63 – 69
- Kocourek F., Stará J. 2012a: Efficacy of Bt maize against European corn borer in Central Europe, *Plant Protection Science* 48, special issue S25-S35
- Kocourek F., Stará J.: 2012b: Zavíječ a ekonomika ochrany rostlin. *Zemědělec* 47/12, Téma týdne: Kukuřice: o ochraně a nových hybridech: 10 - 15
- Kocourek F., 2013a: Ekonomický práh škodlivosti pro kohoutky na ozimé pšenici. *Úroda* č.2/2012: 24 - 28
- Kocourek F., 2013b: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy (9). Rozhodování o provedení ochranných opatření – křivka škodlivosti a její kvantifikace. *Agromanuál* 2/2013: 46 - 48
- Kocourek F., 2013c: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy (10) Rozhodování o provedení ochranných opatření – metody stanovení křivky škodlivosti. *Agromanuál* 3/2013: 94 - 97

Kocourek F., 2013d: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnu legislativy (11). Rozhodování o provedení ochranných opatření – ekonomický práh škodlivosti a jeho využití při řízení ochrany rostlin. Agromanuál 4/2013: 104 - 107
 Kocourek F., 2013e: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnu legislativy (12). Rozhodování o provedení ochranných opatření – stanovení prahu škodlivosti pro kohoutky na pšenici a jeho využití při řízení ochrany rostlin. Agromanuál 5/2013: 83 - 86
 Kocourek F., 2013f: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnu legislativy (13). Rozhodování o provedení ochranných opatření – stanovení ekonomické hladiny škodlivosti pro zavíječe kukuřičného na kukuřici. Agromanuál 6/2013: 44 - 48
 Kocourek F., 2013g: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnu legislativy (14) – obecné závislosti při využívání prahů škodlivosti. Agromanuál 7/2013: 68 - 73

IX. Přílohy

Příloha č.1. Prahy škodlivosti pro hospodářsky významné škůdce a choroby polních plodin a jim odpovídající křivky škodlivosti

Příloha č. 2. Databáze hodnot environmentální zátěže (e) účinných látek zoocidů a fungicidů povolených do polních plodin v ČR na necílové organismy

Příloha č.1. Prahy škodlivosti pro hospodářsky významné škůdce a choroby polních plodin a jim odpovídající křivky škodlivosti

Plodina škůdce/patogen český/vědecký název	Způsob vyjadřování intenzity výskytu	Práh škodlivosti (H) (při uvádění rozmezí v metodické příručce využita nejnižší hodnota – podle modelu odpovídá ztrátám na výnosech 3 %)	Křivka škodlivosti model $R = A_0 + A_1 \cdot H$ kde R – výnosová ztráta v %, H - stupeň napadení (nebo populační hustota)
Obilniny			
Pšenice setá, ječnem obecný, žito, oves , triticale			
hrbáč osenní (<i>Zabrus gibbus</i>)	počet larev na 1 m ²	3 larvy 1. instaru po vzejití na podzim 0,5 larvy 3. instaru po vzejití na podzim 3 larvy 2.-3. instaru při odnožování na podzim 3 larvy na jaře	$R = 1 \cdot H$ $R = 6 \cdot H$ $R = 1 \cdot H$ $R = 1 \cdot H$
bejlmorka sedlová (<i>Haplodiplosis marginata</i>)	počet dospělců na 1 Morického misku a den Procento stébel s výskytem vajíček	10 dospělců v průměru na 1 miskou a den v době výletu dospělců 20 % stébel s výskytem vajíček	$R = 0,3 \cdot H$ $R = 0,15 \cdot H$
bzunká ječná (<i>Oscinella frit</i>)	procento napadených odnoží	5 % odnoží během odnožování	$R = 0,6 \cdot H$

	(jaro) Procento napadených zrn (léto)	10 % napadených zrn	R = 0,3 . H
třásněnky (<i>Thysanoptera</i>)	počet jedinců (nymf a dospělců) na 1 klas	10 jedinců (nymf a dospělců) na horní část stébla v době sloupkování (pšenice a ostatní obiloviny mimo oves) 50 jedinců (nymf a dospělců) na 1 klas v době metání až nalévání zrna	R = 0,3 . H R = 0,06 . H
zelenuška žlutopásá (<i>Chlorops pumilionis</i>)	počet dospělců na 100 smyků Počet vajíček anebo larev na 100 stébel Procento napadených stébel	50 dospělců na 100 smyků 10 vajíček anebo larev na 100 stébel (v V. - VI. v jařinách) 5 % napadených stébel	R = 0,06 . H R = 0,3 . H R = 0,6 . H
plodomorka plevová (<i>Sitodiplosis mosellana</i>)	průměrný počet kladoucích samiček na 100 klasů	100 kladoucích samiček na 100 klasů ve fázi 52 BBCH	R = 0,03 . H
plodomorka pšeničná (<i>Contarinia tritici</i>)	průměrný počet kladoucích samiček na 100 klasů	33 kladoucích samiček na 100 klasů ve fázi 58 BBCH	R = 0,09 . H
bejlomorka obilná (<i>Mayetiola destructor</i>)	počet napadených stébel na 1 m ²	40 napadených stébel na m ²	R = 0,075 . H
bodruška obilná (<i>Cephus pygmeus</i>)	počet dospělců na 1 m ² Počet housenic na 1 m ² procento poškozených stébel	4 dospělci na 1 m ² v V. - VI. 32 housenic na 1 m ² 5 % poškozených stébel	R = 0,75 . H R = 0,09 . H R = 0,6 . H
obaleč obilní (<i>Cnephasia pumicana</i>)	počet min na 100 odnoží	10 min na 100 odnoží ve fázi 50 - 60 BBCH	R = 0,3 . H
květílka obilná (<i>Leptohylemyia coarctata</i>)	počet dospělců na 100 smyků Počet vajíček na 1 m ² počet larev na 100 rostlin	30 dospělců na 100 smyků 100 vajíček na 1 m ² na podzim 2 larvy na 100 rostlin do začátku odnožování v III. - IV.	R = 0,1 . H R = 0,03 . H R = 1,5 . H
šedavka obilná (<i>Apamea sordens</i>)	počet housenek na 1 m ²	40 housenek na 1 m ²	R = 0,075 . H
šedavka polní (<i>Apamea anceps</i>)	počet housenek na 100 klasů	20 housenek na 100 klasů 10 housenek na 100 klasů u množitelských porostů	R = 0,15 . H R = 0,3 . H
osenice (<i>Agrotis</i> ssp.)	počet housenek na 1 m ²	2 housenky na 1 m ² na ozimé pšenici na podzim po vzejití	R = 1,5 . H
Tiplice (<i>Tipula</i> ssp.)	počet larev na 1 m ²	30 larev na m ²	R = 0,1 . H
dřepčící rodu <i>Chaetocnema</i>	počet dospělců 100 smyků procento poškozených	30 brouků na 100 smyků; 10 % poškozených stébel	R = 0,1 . H R = 0,3 . H

	stébel		
dřepčík obilní (<i>Phyllotreta vittula</i>)	počet brouků na 1 m ² počet brouků na 100 smyků	25 brouků na 1 m ² na jaře před sloupkováním 300 brouků na 100 smyků	R = 0,12 . H R = 0,01 . H
kovaříkovití - drátovci (<i>Elateridae</i>)	počet drátovců na 1 m ² půdní výkopy (sonda 0,5 x 0,5 x 0,4m)	20 drátovců na 1 m ² před setím obilnin	R = 0,15 . H
típlice (<i>Tipula spp.</i>)	počet larev na 1 m ²	30 larev na m ²	R = 0,1 . H
hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>)	počet užívaných východů z nor na 1 ha	200 východů na 1 ha - ozimy na podzim 50 východů na 1 ha – ozimy na jaře:	R = 0,015 . H R = 0,06 . H
Pšenice setá			
kohoutek černý (<i>Oulena malanopus</i>) kohoutek modrý (<i>Oulena gallaeciana</i>), (<i>Oulena dufschmidii</i>)	průměrný počet vajíček a larev na jednu odnož	0,7 pro odrůdy tolerantní (pozdní) 0,6 pro odrůdy středně citlivé (poloranné) 0,4 pro odrůdy citlivé (ranné) ošetří se v době, kdy 50 % larev je vylíhlých z vajíček	Rt = - 0,189 + 4,27 . H Rs = - 0,242 + 5,44 . H Rc = - 0,347 + 7,77 . H Rt – odrůdy tolerantní, Rs – odrůdy středně citlivé, Rc – odrůdy citlivé.
Mšice kyjanka osenní (<i>Sitobion avenue</i>), mšice střemchová (<i>Rhopalosiphum padi</i>), kyjatka travní (<i>Metopolophium dirhodum</i>)	počet mšic na 1 klas počet mšic na 1 horních listech na 1 odnož	3 mšice v průměru na 1 klas od konce květu do začátku tvorby obilek 25 mšic v průměru na 1 odnož od počátku do konce květu	R = 1 . H R = 0,12 . H
padlí pšenice (<i>Blumeria graminis</i>)	procento napadených odnoží	70 % odnoží s výskytem padlí na některém z horních třech listů, fáze 37 - 59 BBCH	R = -18 + 0,3 . H Model: (x ₁ = 70, x ₂ = 80, y ₁ = 3, y ₂ = 6) Limit pro odhad ztrát H = 100 % (při 100 % napadení je ztráta na výnose 12 % a více)
foesferioná skvrnitost pšenice, dřívější název: braničnatka plevová (<i>Phaeosphaeria nodorum</i>) septoriová skvrnitost pšenice, dřívější název: braničnatka pšeničná (<i>Mycosphaerella graminicola</i>)	procento listů s vytvořenými pyknidami	12 % listů s pyknosami pšenice ve fázi 37 BBCH - listy F-5 a F-4, 43 BBCH - listy F-4 a F-3, 51 BBCH - listy F-3 a F-2	R = -3 + 0,5 . H
stéblolam pšenice (<i>Oculimacula yallundae</i>)	procento napadení listových pochev	20 % rostlin s příznaky napadení listových pochev ve fázi 29 - 31 BBCH	R = -3 + 0,3 . H
Žlutá rzivost pšenice (<i>Puccinia striiformis</i>)	procento napadených odnoží	5 % odnoží (fáze 31 - 45 BBCH) 15 % odnoží s výskytem uredíí (fáze 49 - 59 BBCH)	R = -3 + 1,2 . H R = -3 + 0,4 . H

hnědá rzivost pšenice (<i>Puccinia recondita</i>)	procento napadených odnoží	20 % odnoží s výskytem uredií	$R = -3 + 0,3 \cdot H$
Ječmen obecný			
kohoutek černý (<i>Oulena malanopus</i>) kohoutek modrý (<i>Oulena gallaeciana</i>), (<i>Oulena dufschmidii</i>)	průměrný počet vajíček a larev na jednu odnož	0,4 vajíček a larev na jednu odnož ošetří se v době, kdy 50 % larev je vyhlých z vajíček	$R = -0,347 + 7,77 \cdot H$
Mšice kyjanka osenní (<i>Sitobion avenue</i>), mšice střemchová (<i>Rhopalosiphum padi</i>), kyjatka travní (<i>Metopolophium dirhodum</i>)	počet mšic na 1 klas počet mšic na 1 odnož	3 mšice v průměru na 1 klas od konce květu do začátku tvorby obilek 25 mšic na 30 % odnoží v období sloupkování	$R = 1 \cdot H$ $R = 0,12 \cdot H$
háďátko ovesné (<i>Heterodera avenue</i>)	počet larev ve 100 cm ³ zeminy	400 larev ve 100 cm ³ zeminy	$R = -9 + 0,03 \cdot H$ model pro choroby ($x_2 = x_1 + \frac{1}{2} X_2$)
padlí ječmene (<i>Blumeria graminis</i>)	procento pokrytí listové plochy myceliem na nejstarším živém listu	3,5 % při pokrytí 20 % a více použít pro předpověď ztrát druhou rovnicí (R1)	$R = -2,833 + 1.667 \cdot H$ $R1 = -17.8 + 35,6 \cdot \log H$
obecná krčková a kořenová hniloba ječmene (<i>Cochliobolus sativus</i>)	procento napadení listových pochev	20 % rostlin s příznaky napadení listových pochev ve fázi 29 - 31 BBCH	$R = -3 + 0,3 \cdot H$
sít'ovitá skvrnitost ječmene (<i>Pyrenophora teres</i>)	procento listů nejvíce napadeného listového patra (index napadení)	25 %, napadení hodnotí se nejvíce napadené listové patro, ječmen 30-51 BBCH	$R = -3 + 0,24 \cdot H$
Oves, žito, triticales			
háďátko ovesné (<i>Heterodera avenue</i>) - oves	počet larev ve 100 cm ³ zeminy	125 larev ve 100 cm ³ zeminy	$R = -3 + 0,048 \cdot H$ Model pro choroby ($x_2 = x_1 + \frac{1}{2} X_2$)
kohoutek černý (<i>Oulena malanopus</i>) kohoutek modrý (<i>Oulena gallaeciana</i>), (<i>Oulena dufschmidii</i>)	průměrný počet vajíček a larev na jednu odnož	0,7 vajíček a larev na jednu odnož ošetří se v době, kdy 50 % larev je vyhlých z vajíček	$R = -0,189 + 4,27 \cdot H$
třásněnky (<i>Thysanoptera</i>) - oves	počet jedinců (nymf a dospělců) na 1 latu	10 jedinců (nymf a dospělců) na latu v době metání na ovsu	$R = 0,3 \cdot H$
osenice (<i>Agrotis</i> ssp.)	počet housenek na m ²	5 housenek na 1 m ²	$R = 0,6 \cdot H$
Kukuřice setá			
zavíječ kukuřičný (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	počet snůšek vajíček na 10 rostlin ekonomická hladina škodlivosti: počet poškození na 100 rostlin před sklizní (H) % poškozených rostlin (Hp)	3 snůšky vajíček na 10 rostlin Rozhodnutí o strategii ochrany pro příští rok Pro 3 % ztrát: 21,4 poškození na 100 rostlin (7,8 % poškozených rostlin) Pro 6 % ztrát: 69 poškození na 100 rostlin (52 % poškozených rostlin)	$R = 1 \cdot H$ $R = 0.063 \cdot H$ $H = 17,407 \cdot e^{0,026 \cdot Hp}$
bázlivec kukuřičný	počet dospělců na	3 dospělci na 1 klas u osiva	$R = 1 \cdot H$

<i>(Diabrotica virgifera)</i>	1 klas před květem nebo v době květu počet dospělců v lapáku za 14 dnů od počátku kvetení do poloviny srpna	9 dospělců na 1 klas u kukuřice na zrno 35 dospělců na 1 lapák za 14 dnů ochrana proti dospělčům v daném roce + ochrana proti larvám v následujícím roce	R = 0,333 . H R = 0,0857 . H
kovaříkovití - drátovci (<i>Elateridae</i>)	počet drátovců na 1 m ² půdní výkopy (sonda 0,5 x 0,5 x 0,4m)	15 drátovců na 1 m ² před setím obilnin	R = 0,15 . H
bzunka ječná (<i>Oscinella frit</i>)	procento napadených rostlin	5 % napadených rostlin	R = 0,6 . H
osenice polní (<i>Agrotis segetum</i>)	počet housenek na 1 m ²	0,2 housenky na 1 m ² po vzejití 4 housenky na 1 m ² v VI. - VII.	R = 15 . H R = 0,75 . H
tiplice (<i>Tipula</i> spp.)	počet larev na 1 m ²	10 larev na 1 m ²	R = 0,3 . H
Luskoviny			
Hrách setý			
třásněnka hrachová (<i>Kakothrips robustus</i>)	počet vajíček a nymf na 10 poupat či květů	20 vajíček a nymf na 10 poupat či květů	R = 0,15 . H
kyjatka hrachová (<i>Acyrtosiphon pisum</i>)	počet mšic na rostlinu	3 mšice na rostlinu	R = 1 . H
listopasi (<i>Sitona</i> spp.)	počet brouků na 1 m ² , procento zničené listové plochy	2 brouci na 1 m ² (od vzejití do fáze 3. pravého listu) 10 % zničené listové plochy	R = 1,5 . H
zmokazi (<i>Bruchus</i> spp.)	procento lusků s vajíčky a larvami, procento poškozených zrn ve sklizni	2 % lusků s vajíčky a larvami (hrách, bob) 1 % pro osivo, (vice než 0 pro konzum)	R = 1,5 . H R = 3 . H
obaleč hrachový (<i>Cydia nigricana</i>)	počet samců v feromonovém lapáku	5 samců na lapač a den (ošetření v době hromadného líhnutí housenek, tj. 1 až 2 týdny po letové vlně)	R = 0,6 . H
plodomorka hrachová (<i>Contarinia pisi</i>)	počet snůšek na 1 rostlinu počet snůšek na 1 m ²	0,33 snůšky na 1 rostlinu (na 2 - 10 mm velkých poupatech) 27 snůšek na 1 m ²	R = 9,1 . H R = 0,111 . H
Cukrovka			
mšice maková (<i>Aphis fabae</i>)	procento napadených rostlin po skončení hlavního přeletu (95 % okřídlených mšic opustilo brsleny)	5 % rostlin (do prvního výskytu okřídlených samic na řepě)	R = 0,6 . H
maločlenec čárkovitý (<i>Atomaria linearis</i>)	počet brouků na 1 rostlinu	2 brouci na rostlinu (stadium děložních listů) 4 brouci na rostlinu (stadium 1 - 2 párů pravých listů)	R = 1,5 . H R = 0,75 . H
rýhonosec řepný (<i>Bothynoderes punctiventris</i>)	počet brouků na 1 m ²	1 brouk na 1 m ² ; ošetření při vzcházení porostů a dále v závislosti na náletu brouků	R = 3 . H

kovaříkovití - drátovci (<i>Elateridae</i>)	počet drátovců na 1 m ² půdní výkopy (sonda 0,5 x 0,5 x 0,4m)	9 drátovců na 1 m ² před setím cukrovky	R = 0,333 . H
mrchožrouti (např. <i>Aclypea undata</i> aj.)	počet brouků na 1 m ²	2 brouci na 1 m ²	R = 1,5 . H
štitonoši (<i>Cassida</i> spp.)	počet brouků na 1 m ²	2 brouci na 1 m ²	R = 1,5 . H
lalokonosec libečkový (<i>Otiorynchus ligustici</i>)	počet brouků na 1 m ²	0,3 brouka na 1 m ²	R = 10 . H
zavíječ řepný (<i>Loxostege sticticalis</i>)	počet housenek 1 m ²	Jaro: 10 housenek na 1 m ² při vlhkém počasí, 5 housenek na 1 m ² při suchém počasí, léto: 10 housenek na 1 m ²	R = 10 . H R = 0,6 . H R = 0,3 . H
osenice (<i>Agrotis</i> spp.)	počet housenek na 1 m ² procento poškozených rostlin	8 housenek na 1 m ² 15 % poškozených rostlin	R = 0,375 . H R = 0,2 . H
květilka řepná (<i>Pegomyia hyoscyami</i>)	počet vajíček na 1 rostlinu	4 vajíčka na 1 rostlinu v době vzcházení	R = 0,75 . H
Lilek brambor			
mandelinka bramborová (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	počet ohnisek larev na 1 ha	14 ohnisek larev na 1 ha (ošetření se provede v době maxima líhnutí larev)	R = 0,214 . H
osenice (<i>Agrotis</i> spp.)	počet housenek na 1 m ² po vzejití	5 housenek na 1 m ²	R = 0,6 . H
kovaříkovití - drátovci (<i>Elateridae</i>)	počet drátovců na 1 m ² půdní výkopy (sonda 0,5 x 0,5 x 0,4m)	10 drátovců	R = 0,3 . H
Řepka			
blýskáček řepkový (<i>Meligethes aeneus</i>)	počet brouků na 1 vrcholové květenství	1 brouk na 1 vrcholové květenství (listy přilbovitě kryjí základy květenství) 3 brouci na 1 květenství (krátce před začátkem květu a na začátku květu)	R = 3 . H R = -3 + 2 . H
krytonosec šesulový (<i>Ceutorhynchus obstrictus</i>)	počet brouků na rostlinu v době od žlutého poupěte do konce květu	1 brouk na rostlinu	R = 3 . H
bejlomorka kapustová (<i>Dasyneura brassicae</i>)	počet samiček na 10 rostlin od žlutého poupěte do konce květu	2,5 samičky na 10 rostlin (obtěžně se zjišťuje) – klíčové je stanovit termíny maxima líhnutí dospělců 1. a 2. generace	R = 1,2 . H
krytonosec řepkový (<i>Ceutorhynchus napi</i>)	Moerickeho misky, lepové desky	3 brouci na lapač a den (denní maximální teploty dosahují 6°C)	R = 1 . H
krytonosec čtyřzubý (<i>Ceutorhynchus pallidactylus</i>)	Moerickeho misky, lepové desky	3 brouci na lapač a den (denní maximální teploty dosahují 6°C)	R = 1 . H
krytonosec zelný (<i>Ceutorhynchus</i>)	počet brouků na rostlinu (na	2 brouci na 1 m řádku	R = 1,5 . H

<i>pleurostigma</i>)	podzim)		
dřepčík olejkový (<i>Psylliodes chrysocephalus</i>)	počet brouků na 1 m řádku počet larev na 1 rostlinu brzy na jaře	1 brouk na 1 m řádku 1 larva na 1 rostlinu	R = 3 . H R = 3 . H
mšice zelná (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	procento napadených rostlin	10 % napadených rostlin před květem a v době květu	R = 0,3 . H
pilatka řepková (<i>Athalia rosae</i>)	počet housenic na 1 rostlinu	2 housenice na 1 rostlinu	R = 1,5 . H
slimáčci (<i>Deroceras spp.</i>)	počet jedinců na jednu past a den (past 50 x 50 cm)	3 jedinci na past a den	R = 1 . H
Mák setý			
mšice maková (<i>Aphis fabae</i>)	procento rostlin s výskytem mšic	5% rostlin s výskytem mšice	R = 0,6 . H
krytonosec kořenový (<i>Stenocarus ruficornis</i>)	počet brouků na 1 m řádku v době vzcházení	3 brouci na 1 m řádku	R = 1 . H
Slunečnice roční			
mšice slivová (<i>Brachycaudus helichrysi</i>), mšice maková (<i>Aphis fabae</i>)	počet mšic na jednu rostlinu	30 mšic v období od vzcházení do fáze rozpoznatelného květního poupěte 50 mšic před květem	R = 0,1 . H R = 0,06 . H
kovaříkovití - drátovci (Elateridae)	počet drátovců na m ² půdní výkopy (sonda 0,5 x 0,5 x 0,4m)	9 drátovců na m ² před setím	R = 0,33 . H
Len setý			
třásněnka lnová (<i>Thrips linarius</i>)	počet dospělců na 1 smyk	20 dospělců na 1 smyk	R = 0,15 . H
dřepčík lnový (<i>Longitarsus parvulus</i>)	počet dospělců na 1 m ²	50 dospělců na 1 m ²	R = 0,06 . H
dřepčík pryšcový (<i>Aphthona euphorbiae</i>)	počet dospělců na 1 m ²	50 dospělců na 1 m ²	R = 0,06 . H
Vojtěška setá + Jetel luční			
třásněnka vojtěšková (<i>Odontothrips confusus</i>), třásněnka žlutá (<i>Thrips flavus</i>), třásněnka květní (<i>Frankliniella intonsa</i>) na vojtěšce - množitelské porosty	počet třásněnek na lodyhu	3 třásněnky na 1 lodyhu (v době před květem)	R = 1 . H
klopušky (<i>Adelphocoris lineolatus</i> , <i>Adelphocoris seticornis</i> , <i>Lygus rugulipennis</i>) na vojtěšce - množitelské porosty	počet jedinců (dospělců a nymf) ve 100 smycích před květem, při dokvétání	Před květem: 150 jedinců klopušek obou druhů ve 100 smycích; při dokvétání: 250 jedinců klopušek obou druhů ve 100 smycích	R = 0,02 . H R = 0,012 . H
kyjatka hrachová (<i>Acyrtosiphon pisum</i>) na vojtěšce	počet mšic na 1 lodyhu	50 mšic na 1 lodyhu	R = 0,06 . H
nosatčící (<i>Apion apricans</i> , <i>A. trifolii</i>) na jeteli - množitelské porosty	počet jedinců na 100 smyků	200 jedinců ve 100 smycích (v době maximálního nasazování květních hlávek 2. seče)	R = 0,015 . H
listopasi (<i>Sitona spp.</i>)	počet brouků na	10 brouků na 100 rostlin	R = 0,3 . H

	100 rostlin	(v době od vzcházení do vytvoření 1. trojlístku)	
klikoroh vojtěškový (<i>Hypera postica</i>)	počet brouků ve 100 smycích počet brouků na 1 m ² počet larev ve 100 smycích počet vajíček a larev na 1 m ² procento zničené listové plochy	100 brouků na 100 smyků 6 brouků na 1 m ² 250 larev ve 100 smycích 100 vajíček a larev na 1 m ² 10 % zničené listové plochy	R = 0,03 . H R = 0,5 . H R = 0,012 . H R = 0,03 . H R = 0,3 . H
lalokonosec libečkový (<i>Otiorhynchus ligustici</i>) na vojtěšce	počet brouků na 100 smyků počet brouků na 1 m ² počet larev na 1 m ²	100 brouků na 100 smyků 3 brouci na 1 m ² 10 larev na 1 m ²	R = 0,03 . H R = 1 . H R = 0,3 . H
můra gama (<i>Autographa gamma</i>) na vojtěšce	počet housenek na 1 m ² ve 2. seči (ve 3 seči v seči nechané na semeno)	30 housenek na 1 m ² ve 2. seči 15 housenek ve 3. seči 5 housenek v seči nechané na semeno	R = 0,3 . H R = 0,2 . H R = 0,6 . H
šedavka vojtěšková (<i>Chloridea maritima</i>)	počet housenek na 1 m ²	8 housenek na 1 m ²	R = 0,375 . H
osenice polní (<i>Agrotis segetum</i>)	počet housenek na 1 m ² procento poškozených rostlin	3 housenky na 1 m ² 15 % poškozených rostlin (při obrůstání)	R = 1 . H R = 0,2 . H
bejlomorka vojtěšková (<i>Dasineura medicaginis</i>)	počet hálek na jednu lodyhu	1,5 háčky na jednu lodyhu v plné seči	R = 2 . H
plodomorka vojtěšková (<i>Contarinia medicaginis</i>) na vojtěšce - množitelské porosty	procento cibulovitých hálek	10 % květů s larvami v průběhu srpna předcházejícího roku (ošetření v době maximálního nasazování květních poupat)	R = 0,3 . H
hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>)	počet užívaných východů z nor na lha na jaře: po 2. seči: na podzim:	Jaro: 50 užívaných východů na 1 ha po 2. seči: 200 užívaných východů na 1 ha na podzim: 400 užívaných východů na 1 ha (dvouleté a starší porosty)	R = 0,06 . H R = 0,015 . H R = 0,0075 . H

Příloha č. 2. Databáze hodnot environmentální zátěže (e) účinných látek zoocidů a fungicidů povolených do polních plodin v ČR na necílové organismy

Účinná látka	Index	Zátěž	Zdroj	Pavoukovi	Plstice	Zlatoočky	Slunečkovití	Drabčíkovití	Střevlíkovití	Parazitoidi mšic	Parazitoidi motýlů	Pestřenky	Včely	Zřalovití	Ryby
Abamectine	1 604,0	2,3	OILB		1000	10	10			1000	1000		500		500
Acetamiprid	64,0	1,0	MZe Fr.		100	10	10			100	100		10		10
Azadirachtin	32,5	1,0	MZe Fr.		100	10	10			10					
Azoxystrobin	338,6	1,2	OILB		1000	10	10		10	100	1000	100	10		10
	32,9	1,0	MZe Fr.	10	10	10	10			10	10	100	10	10	
	542,9	1,4	OILB	10	10	10	10		10	10	100		10	10	500
			MZe Fr.										10		
Bacillus thuringiensis ssp.kurstaki	45,0	1,0	OILB		100	10	10	10	10				10		10
Bifenazát	10,0	1,0	MZe Fr.		10	10	10			10	10				
Bitertanol	520,0	1,4	OILB	10	10	10	10	10	10				10		500
	10,0	1,0	MZe Fr.		10	10									
Bromadiolon															
Cyfluthrin	1 550,0	2,2	OILB		1000	100	100	100	1000		1000		500		500
	110,0	1,1	MZe Fr.		100	100	100			100		100		10	
Cymoxanil			MZe Fr.												
Cypermethrin	1 250,0	2,0	OILB	1000	1000	100	10	1000			1000	1000	10	10	500
	700,0	1,5	MZe Fr.	100	100	100	100	100	1000	100	100	100	500		
Cyprodinil			MZe Fr.												
Cyprokonazol	30,0	1,0	OILB		10	10	10	10			10		10		10
	10,0	1,0	MZe Fr.			10									
Deltamethrin	2 010,0	2,6	OILB		1000	1000	1000	1000			1000		500	10	500
	990,0	1,8	MZe Fr.	100	1000	1000	100	10	100	100	1000	1000	500		

Účinná látka	Index	Zátěž	Zdroj	Pavoukovi	Plstice	Zlatoočky	Slunečkoviti	Drabčíkoviti	Střevlíkoviti	Parazitoidi mšic	Parazitoidi motýtů	Pestřenky	Včely	Zízaloviti	Ryby
Difenokonazol	531,3	1,4	OILB	10	100	10	10	10	10	10	10		10		500
	10,0	1,0	MZe Fr.				10			10					
Diflubenzuról	400,0	1,3	OILB	1000	100	1000	100	10			10		10	10	10
	22,9	1,0	MZe Fr.	10	10	100		10	10	10	10				
Dimethoát	2 371,4	2,9	OILB	100	1000	1000	1000	1000			1000	1000	500	500	500
	1 190,0	1,9	MZe Fr.	10	100	100	100	1000	100	100	100	100	500	500	
Dimethomorf	10,0	1,0	MZe Fr.								10				
Dimoxystrobin															
Dithianon	520,0	1,4	OILB	10	10	10	10	10			10		10		500
	10,0	1,0	MZe Fr.				10								
Dodin	10,0	1,0	MZe Fr.		10						10				
Draselná sůl přírodních mastných kyselin	10,0	1,0	MZe Fr.				10								
Epoxykonazol			MZe Fr.												
Etofenprox	70,0	1,0	MZe Fr.	10			100			100					
Fenazachin	610,0	1,5	OILB		100								10		500
	10,0	1,0	MZe Fr.				10								
Fenhexamid			OILB										10	10	500
			MZe Fr.												
Fenoxykarb	1 048,6	1,8	OILB	10	100	100	10	10		100	10		500		500
	70,0	1,0	MZe Fr.		100	100				10					
Fenpropidin			OILB										10		500
			MZe Fr.												
Fenpropimorf	184,3	1,1	OILB	10	10	10					1000	10	10		10
	505,0	1,4	MZe Fr.			10		1000							

Účinná látka	Index	Zátěž	Zdroj	Pavoukovi	Plstiče	Zlatoočky	Sluněčkovi	Drabčíkovi	Střevlíkovi	Parazitoidi mšic	Parazitoidi motýlů	Pestřenky	Včely	Zřaloviti	Ryby
Fenpyroxymát	828,6	1,6	OILB MZe Fr.		100	10	1000	10	10	1000	100		10		500
Flonikamid															
Fluazinam			MZe Fr.												
Flufenoxuron	302,5	1,2	OILB		100	100		1000	10						
	80,0	1,0	MZe Fr.		100	100			10					10	
Flusilazol	10,0	1,0	MZe Fr.				10								
Flutriafol	532,9	1,4	OILB	100	10	10	10	10	10		10		10		500
			MZe Fr.												
Fluvalinát	365,0	1,3	OILB		1000	10	10	100	10		1000		10		
			MZe Fr.												
Folpet	542,9	1,4	OILB	10	10	10		10		10	10	100	10	10	500
			MZe Fr.												
Fosetyl-Al	60,0	1,0	OILB		100	10	10	10		10	100		10		10
	20,0	1,0	MZe Fr.				10							10	
Fosfid hlinitý															
Fosfid vápenatý															
Fosfid zinečnatý															
Fosforečnan železitý															
(Gamma)-cyhalothrin															
Hexythiazox	30,0	1,0	OILB	10	10	10	10	10			10		10		10
	10,0	1,0	MZe Fr.		10	10	10	10							
Hydroxid měďnatý			MZe Fr.										10		
Chinoxyfen			OILB										10	10	10
			MZe Fr.												

Účinná látka	Index	Zátěž	Zdroj	Pavoukovi	Plstice	Zlatoočky	Slunečkoviti	Drabčíkoviti	Střevlíkoviti	Parazitoidi mšic	Parazitoidi motýlů	Pestřenky	Včely	Zřaloviti	Ryby
Chlorpyrifos	1 500,0	2,2	Koppert		1000	1000	1000			1000	1000		500		
Chlorpyrifos-methyl	1 200,0	1,9	MZe Fr.	100?	100**	100-100	100?	1000	100-100	100	1000		500		
	1 527,5	2,2	OILB		100	1000	10				1000		500		500
	55,0	1,0	MZe Fr.		10		100								
Chlorthalonil	1 020,0	1,8	OILB			10	10	10			10		10	500	500
	20,0	1,0	MZe Fr.				10	10		10	10			10	
Imidakloprid	1 205,0	1,9	OILB		1000	100	1000		10	1000	1000		500	10	10
	550,0	1,4	MZe Fr.	10	100	100		10	10	10			500	10	
Indoxakarb	575,0	1,4	OILB		100	10	100	10			100	10	10	10	500
	10,0	1,0	MZe Fr.	10	10	10				10	10	10			
Iprodion	520,0	1,4	OILB	10	10	10	10	10			10		10		500
	10,0	1,0	MZe Fr.			10	10				10				
Kaptan	590,0	1,4	OILB		100	10	10			100	100	100	10	10	500
	20,0	1,0	MZe Fr.		10	10					10			10	
Karbendazim	1 031,3	1,8	OILB		10	10	10	10	10	10	100	10	10	500	500
	42,5	1,0	MZe Fr.		100		10		10		10			10	
Kresoxim-methyl	530,0	1,4	OILB				10				10		10	10	500
			MZe Fr.												
Kyazofamid															
Lambda-cyhalotrin	1 345,0	2,0	OILB		1000	10	1000	1000	1000		1000		10		500
	735,0	1,6	MZe Fr.	100	100	10	100	1000			100		500		
Lecithin	30,0	1,0	OILB		10	10	10				10		10		10
			MZe Fr.												
Mandipropamid															
Mankozeb	684,3	1,5	OILB		100	10	10	10	10	10	1000		10	10	500

Účinná látka	Index	Zátěž	Zdroj	Pavoukovi	Plotice	Zlatoočky	Slunečkoviti	Drabčíkoviti	Stevlíkoviti	Parazitoidi mšic	Parazitoidi motýlů	Pestřenky	Včely	Zřaloviti	Ryby
	20,0	1,0	MZe Fr.		10		10			10				10	
Mepiquat-chloride															
Meptyldinokap															
Metaldehyd															
Methoxyfenozid	30,0	1,0	OILB		10	10					10		10		10
	10,0	1,0	MZe Fr.		10		10			10	10				
Metiram	312,9	1,2	OILB	10	10	10		10		10	1000	1000	10		10
	100,0	1,0	MZe Fr.								100				
Metkonazol			MZe Fr.												
Myklobutanil			OILB										10		10
	30,0	1,0	MZe Fr.			10							10		
Oxid siřičitý															
Oxichlorid měďnatý	1 020,0	1,8	OILB	10		10	10	10	10	10	10		10	500	500
	40,0	1,0	MZe Fr.		100		10				10				
Penkonazol	52,5	1,0	OILB	10	100	10	10	10	10	10	100		10		10
	10,0	1,0	MZe Fr.			10		10							
Pikoxystrobin			MZe Fr.												
Pirimifos-methyl	2 000,0	2,6	OILB			1000					1000		500		500
Pirimikarb	76,0	1,0	OILB		10	10	10				100	100	10	10	10
Polysulfid vápenatý	525,0	1,4	OILB	10	1000	1000	10	10			1000		10		10
Prochinazid															
Prochloraz	718,0	1,5	OILB			10	10	10	10		1000		10		500
			MZe Fr.										10		
Prochloraz-Mn			MZe Fr.												
Propamokarb			MZe Fr.												

Účinná látka	Index	Zátěž	Zdroj	Pavoukovi	Plotice	Zlatoočky	Slunečkoviti	Drabčíkoviti	Střevlíkoviti	Parazitoidi mšic	Parazitoidi motýlů	Pestřenky	Včely	Zřaloviti	Ryby
Propamokarb- hydrochlorid			MZe Fr.												
Propargit	65,0	1,0	MZe Fr.		100	10							10		
Propikonazol	710,0	1,5	OILB	10	10	10			10		1000	100	10	500	10
	20,0	1,0	MZe Fr.			10		10						10	
Propineb	1 174,3	1,9	OILB	10	10	10	1000	10	10		100		10	500	500
	100,0	1,0	MZe Fr.								100				
Prothiokonazol			MZe Fr.												
Pymetrozin	195,0	1,1	OILB		10	10	10		10	10	1000		10		10
	10,0	1,0	MZe Fr.	10	10	10	10		10	10					
Pyraklostrobin			MZe Fr.												
Pyrethrin	910,0	1,7	OILB		100	100					1000		10		500
			MZe Fr.												
Pyridaben	10,0	1,0	MZe Fr.		?		10			100-1000					
Pyrimethanil	264,0	1,2	OILB		100	10	10			100	1000		10		10
			MZe Fr.												
Síra	462,0	1,3	OILB	10	1000	100	10, 100			100	1000		10		10
	302,5	1,2	MZe Fr.		100		10			1000	100				
Síran měďnatý zásaditý															
Spinosad	542,5	1,4	OILB		10	10	10				100		500		10
	664,3	1,5	MZe Fr.	10	10	10	10	10		1000	100		500		
Spirotetramat															
Spiroxamin	700,0	1,5	OILB	10	1000	10	1000			1000	1000		10	10	10
Tebukonazol	674,3	1,5	OILB		100	10	10	10	10	10	1000		10		500
	42,5	1,0	MZe Fr.			100	10		10		10			10	

Účinná látka	Index	Zátěž	Zdroj	Pavoukovi	Plšnice	Zlatoočky	Slunečkoviti	Drabčíkoviti	Střevlíkoviti	Parazitoidi mšic	Parazitoidi motýlů	Pestřenky	Včely	Zřaloviti	Ryby
Tefluthrin	20,0	1,0	MZe Fr.	10				10	10					10	
Tetrazonazol			MZe Fr.												
Thiakloprid	952,0	1,7	OILB	100			1000	10	100	1000			10		500
	87,5	1,0	MZe Fr.		100		100		100		10		10		
Thiamethoxam	10,0	1,0	MZe Fr.	10						10					
Thiofanát-methyl	48,0	1,0	OILB		100	10	10			10	10		10		10
	510,0	1,4	MZe Fr.		10	10					10			500	
Thiram	790,0	1,6	OILB		10	10	1000	100	10	10	1000	100	10		500
	20,0	1,0	MZe Fr.		10		10						10		
Triadimenol	41,3	1,0	OILB	100	10	10	10	10		10	10	10	10		10
	10,0	1,0	MZe Fr.					10							
Trifloxystrobin			MZe Fr.												
Ziram			MZe Fr.												

Název publikace: **Využití ekonomických prahů škodlivosti v řízení ochrany
polních plodin, certifikovaná metodika**

Autor: František Kocourek

Grafická úprava obálky: Vladan Falta

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, 16106 Praha 6 - Ruzyně

Tisk: Powerprint s.r.o.
Počet stran: 38

Vydání: první

Rok vydání: 2013

ISBN: 978-80-7427-138-0

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2013

František Kocourek

Využití ekonomických prahů škodlivosti v řízení ochrany polních plodin

ISBN: 978-80-7427-138-0

