



















<b>DOBRÁ PRAX V OCHRANE RASTLÍN NA ZNÍŽENIE VYPLAVOVANIA PRÍPRAVKOV</b>	<b>50</b>
<b>1. Klúčové činitele pri vyplavovaní prípravkov</b>	<b>50</b>
<b>2. Diagnóza rizika</b>	<b>51</b>
<b>3. Rozvíjanie BMP spojením diagnózy rizika s opatreniami BMP</b>	<b>53</b>
<b>4. Nástroje na meranie opatrení BMP proti vyplavovaniu</b>	<b>54</b>
1. Prispôsobte načasovanie aplikácie prípravkov	54
2. Znížte zaťaženie množstvom látky na pole	54
a) Zníženie aplikačnej dávky prípravku (vrátane zmesových prípravkov)	54
b) Znižovanie aplikačných dávok delenou aplikáciou	56
c) Znižovanie celkovej aplikačnej dávky bodovou aplikáciou	56
d) Znižovanie aplikačných dávok morením	57
3. Optimalizujte výber a rotáciu prípravkov	59
a) Zabezpečte rotáciu prípravkov na úrovni poľa	59
b) Zabezpečte rotáciu prípravkov na úrovni povodia	59
c) Na zraniteľných poliach prípravky starostlivo vyberajte a obmedzujte ich používanie	60
4. Optimalizujte oševný postup	61
5. Prispôsobujte agrotechniku	62
6. Využívajte medziplodiny	63
a) Medziplodina musí dobre „zapadnúť do partie“	63
b) Len dobre založené porasty medziplodín poskytujú svoje úplné výhody	63
c) O medziplodiny sa treba starať	63
d) Medziplodina by nemala mať rušivý vplyv na následnú hlavnú plodinu	63
7. Optimalizujte závlahové postupy	65
<b>SLOVNÍK A POUŽITÉ SKRATKY</b>	<b>66</b>
<b>ODKAZY NA POUŽITÚ LITERATÚRU</b>	<b>70</b>
<b>NOTES</b>	<b>72</b>



## PREDSLOV

ECPA nazerá na ochranu vody ako na jeden z pilierov svojej práce a je odhodlaná neustále zlepšovať správne používanie prípravkov na ochranu rastlín, aby takto podporila trvale udržateľné a výkonné poľnohospodárstvo. Preto sme si dali za úlohu, spoločne so svojimi národnými asociáciami a širokou skupinou medzinárodných partnerov vypracovať a rozširovať vhodné opatrenia, odporúčania a vzdelávacie materiály, aby sme posúdili všetky dotyčné hľadiská ochrany vôd a že vo veci nami odporúčaných opatrení, zvaných dobrá prax v ochrane rastlín (BMP) dosiahneme širokú zhodu. Toto naše spoločné úsilie v budovaní a zlepšovaní dostupných nástrojov sa taktiež dosť presne kryje s Cieľmi OSN pre trvale udržateľný vývoj (SDGs), ktoré sa stali celosvetovým meradlom pre pohon trvale udržateľného rozvoja ľudstva, a cieľmi obsiahnutými v dotyčnej európskej legislatíve, ako sú napríklad Rámcová smernica o vodách (*Water Framework Directive, WFD*) a Smernica o trvale udržateľnom používaní pesticídov (*Sustainable Use of Pesticides Directive, SUD*). Naše úsilie vyústilo do mnohostranných projektov TOPPS, ktoré v súčasnosti prebiehajú už viac ako dvanásť rokov.

Prvá fáza projektu bol spustená v roku 2005 v 15 európskych krajinách a sústredila sa na znižovanie znečisťovania z bodových zdrojov (ako sú uniknuté prípravky alebo zlé postupy pri čistení aplikačnej techniky); táto fáza bola z 50 % spolufinancovaná z programu EU-Life.. Terajšie fázy pokračujúceho mnohostranného projektu TOPPS sa teraz rozšírili do 23 krajín a rozšírili dostupné zásady BMP, diagnostické nástroje a vzdelávacie materiály mimo oblastí bodových zdrojov znečisťovania. Tieto teraz pokrývajú tiež kľúčové cesty rozptýlených emisií do vôd (predovšetkým úlet postrekovej hmlý a splach/eróziu).

Balík BMP sa teraz dopĺňa brožúrkou o tom, ako znižovať straty prípravkov na ochranu rastlín cez drenážne sústavy a vyplavovaním. Balík dobrej praxe v ochrane rastlín TOPPS teraz ponúka úplný praktický rámec odporúčaní na ochranu podzemných a povrchových vôd.

Cieľom prístupu projektu TOPPS je zaoberať sa celým procesom ochrany rastlín a zvyšovať povedomie o možnostiach znižovania strát prípravkov na ochranu rastlín do vody optimalizáciou aplikačnej techniky a infraštruktúry. Veríme, že tieto výsledné odporúčania BMP sa rôznymi cestami – v učebniach, na poli a pri ukážkach – stanú základom pre informovanie, vzdelávanie a výcvik obslúh postrekovačov, poradcov a ďalších dotknutých osôb. Záväzkom ECPA ostáva podpora zavádzaniu týchto zásad BMP.

Rád by som srdečne poďakoval všetkým našim partnerom a ostatným odborníkom za ich veľké úsilie a príspevok k projektom TOPPS ako v podobe odborných poznatkov, ktoré nám položili na stôl, tak aj v podobe ich ochoty spolupracovať na dosiahnutí zhody na našich spoločných cieľoch pri ochrane vody. Zároveň skutočne dúfam, že sa tieto odporúčania BMP stanú iskrou, ktorá zažne plameň nadšenia pre zavádzanie týchto myšlienok do praxe a ktoré napomôžu vybudovaniu povedomia a rozširovaniu znalostí, nevyhnutných pre trvale udržateľné používanie prípravkov na ochranu rastlín a pre vysokú úroveň ochrany vody.

**Ing. Jozef Kotleba**

Výkonný riaditeľ  
Slovenská asociácia ochrany rastlín



<sup>1</sup> [www.TOPPS-life.org](http://www.TOPPS-life.org)

## ÚVOD

Vyplavovanie je pohyb prípravkov s gravitačnou vodou stekajúcou dolu pôdnym profilom. V tomto dokumente sa podľa toho, kam voda tečie, rozlišujú dva výrazy, a to drenáž a priesak. Takto výraz drenáž zahŕňa prípady, keď voda tečie do podpovrchovej drenážnej sústavy napojenej na povrchovú vodu, zatiaľ čo priesak zahŕňa prípady, keď voda tečie do podzemnej vody. Ak sa tento proces vhodným spôsobom neriadi, dochádza pri prúde gravitačnej vody pôdnym profilom k odnosu pôdných živín a hnojív smerom do povrchovej vody a podzemnej vody, čo môže viesť k znečisťovaniu vôd. Tento dokument sa zameriava na poskytnutie informácií o dobrej praxi v ochrane rastlín s cieľom zminimalizovať znečisťovanie vôd prípravkami tým, že sa obmedzí ich vyplavovanie drenážou a priesakom. Prístupy dobrej praxe v ochrane rastlín možno tiež použiť na obmedzenie pohybu živín a hnojív smerom do povrchových a podzemných vôd.

Aby bolo používanie prípravkov pri ochrane rastlín pre širokú verejnosť prijateľné, musia prípravky svoje pozitívne efekty poskytovať bezpečným spôsobom. V spojitosti s ich vyplavovaním drenážou a priesakom toto tiež znamená elimináciu neprijateľného znečisťovania povrchových alebo podzemných vôd. Prísne postupy pri autorizácii a povoľovaní prípravkov v EÚ zabezpečujú, aby to za väčšiny okolností bol práve tento prípad. Napríklad, hodnotenie rizika pri modelových scenároch EU FOCUS poukazuje na malú pravdepodobnosť, že sa neprijateľné hladiny prípravkov v povrchových a podzemných vodách objavia v dôsledku ich prenosu drenážou a priesakom.

V prípadoch extrémnejších scenárov sa však v drenážnej vode alebo eluáte niekedy objavia neprijateľné koncentrácie obmedzeného počtu prípravkov. Býva to zvyčajne v dôsledku použitého sortimentu prípravkov a ich vlastností, ktoré sa nepriaznivým spôsobom skombinujú nielen s miestnymi pôdnymi a podnebnými charakteristikami, ale aj s pestovateľskou praxou, vrátane skladovania. V tomto dokumente sa preto pod dobrou pestovateľskou praxou pri používaní prípravkov zväčša chápu nástroje manažmentu rizika, ako odozva na detekovanie neprijateľných obsahov prípravkov v povrchových a podzemných vodách. Odborníci z oblasti ochrany rastlín a vodohospodárski poradcovia môžu teda tento dokument použiť ako usmernenie pri vypracovávaní praktických rád, ako znížiť alebo, ešte lepšie, predísť výskytu neprijateľných koncentrácií prípravkov vo vodách v dôsledku ich prenosu cez drenáž a vyplavovanie v nepriaznivých miestnych podmienkach.

Naopak, vybrané zásady dobrej pestovateľskej praxe (napríklad medziplodiny, oševné postupy) v tomto dokumente možno využívať proaktívne, keďže sú menej špecifické z hľadiska konkrétneho prípravku a miesta. Sú súčasťou všeobecných rád o trvale udržateľnom poľnohospodárstve a ochrane obrábanej pôdy a k nej prilahlých vodných útvarov. Sú v postavení zodpovedajúcom napríklad zásadám TOPPS pre znižovanie úletu a povrchového odtoku. Uvedené BMP sa vo všeobecnosti týkajú všetkých prípravkov a mali by sa teda uplatňovať proaktívne (Odkaz 1: [www.TOPPS-life.org](http://www.TOPPS-life.org)). Pestovatelia, pracovníci štátnej správy a samosprávy, ako aj ďalšie dotknuté osoby môžu tento dokument využiť na zvyšovanie povedomia a podporu využívania opatrení znižujúcich znečisťovanie vôd vyplavovaním (priesak a drenážna voda). Zavádzanie postupov pre praktickú diagnostiku rizika a vhodných opatrení BMP prináša úžitok pestovateľom, životnému prostrediu a spoločnosti ako celku, pretože sa minimalizuje riziko neprijateľných koncentrácií prípravkov vo vodách.



# ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE PRE LEPŠIE POCHOPENIE BMP PRE OBLASŤ DRENÁŽE A PRIESAKU

## 1. ODBORNÉ VÝRAZY A DEFINÍCIE

### a) Pôdny profil

Pôdny profil svojím prierezom predstavuje vývoj pôdy od povrchu pôdy až po nezvetraný pôdotvorný substrát, akými sú pevná skala alebo nezhutnený geologický materiál, napríklad ľadovcový nános. Výsledkom vývoja pôdneho profilu je súbor viac alebo menej rozlíšiteľných pôdnych horizontov, v ktorých sa odrážajú s hĺbkou sa meniace vlastnosti pôdy. Tieto vlastnosti sú životne dôležité, pretože určujú typické

vlastnosti a črty rôznych pôd, napr. rýchlosť pohybu vody pôdnym profilom, schopnosť zadržiavať pri tomto pohybe niektoré chemikálie, premenlivosť miery mikrobiálnej činnosti ako ukazovateľa schopnosti rozkladať organické látky (napríklad prípravky) a ich potenciál pre produktivitu pestovaných plodín.

Veľmi dobre vyvinuté orné pôdy sa normálne skladajú z troch hlavných horizontov (A, B, C), ako to znázorňuje Obr. 1.



Obrázok 1: Typický pôdny profil (Ref. 2)

#### A Horizon:

Tiež známy ako ornica; toto je vrstva charakterizovaná hromadením sa organickej hmoty (t. j. zhnité zvyšky rastlín a živočíchov v podobe humifikovaných látok), takže je zvyčajne tmavšia ako vrstvy základovej pôdy pod ňou. V orných pôdach sa tento horizont narušuje a homogenizuje agrotechnickými zásahmi (napríklad orbou).

#### B Horizon:

Tiež nazývaný iluviálny horizont, aby sa označil pohyb a hromadenie materiálu z ornice, ako ílu, oxidov kovov a dokonca organickej hmoty v horizonte B. Úroveň biologickej aktivity sú zvyčajne nižšie ako v ornici a v priemere obsahuje menej ako polovicu organickej hmoty ako ornica, typicky sa v nej nachádza menej koreňov a vyskytuje sa v nej menej dažďoviek. Nie je tiež predmetom agrotechnických zásahov okrem prípadov podrývania alebo inštalácie podpovrchovej drenáže.

#### C Horizon:

Toto je prechodná zóna medzi pôdou a geologickým materiálom, do veľkej miery sa skladá zo zvetraného geologického materiálu a v porovnaní s horizontom B s naďalej klesajúcou biologickou aktivitou a obsahom organickej hmoty. Horizont C leží na nezmenenej materskej hornine alebo ľadovcovom nános.

V menej vyvinutých pôdach môže horizont B úplne chýbať. Dôsledkom je plytký pôdny profil len s horizontmi A a C. V erodovaných pôdach môže byť hĺbka horizontu A výrazne zmenšená. Horizonty sa od seba odlišujú, sú charakterizované rozdielmi v takých diagnostických črtách, ako je farba, zloženie a vlastnosti.



### c) Pôdne póry

Podobne ako pri rozdelení častíc, veľkosť častíc sa mení a póry sa klasifikujú podľa svojej veľkosti a z nej vyplývajúcej funkcie v pôde, najmä čo sa týka prúdenia vody. Veľkostné triedy častíc sa od seba odlišujú na základe priemernej šírky pórov. Póry rôznych veľkostí sprístupňujú vodu rastlinám, podporujú gravitačný priesak a viažu vodu (pozri prehľad v Tab. 1).

**Gravitačné** – hrubé makropóry (>50 μm) sú veľké póry tvorené puklinami medzi pôdnymi agregátmi, chodbičkami vytvorenými dažďovkami a po odumretých rozložených koreňoch rastlín; voda v týchto póroch prúdi najmä vplyvom gravitácie. Tieto póry často obsahujú malé pôdne živočíchy, zlepšujú prevzdušnenie pôdy a uľahčujú rast koreňov.

**Jemné makropóry** (od 10 do 50 μm) sa nachádzajú vo vnútri a medzi pôdnymi agregátmi; veľká časť prúdenia vody a prevzdušnenie pôdy sa realizujú týmito pórmi. Voda pre rastliny a živé organizmy sa v nich uchováva dlhšiu dobu, keďže sa v smere gravitácie pohybuje len pomaly. Jemné makropóry môžu byť obsadzované jemnými koreňmi vyšších rastlín a drobnou pôdnou faunou.

**Kapilárne – stredne veľké póry** (mezopóry) (od 0,2 do 20 μm) sa vyskytujú vo vnútri pôdných agregátov, spájajú sa s retenciou vody vplyvom kapilárnych síl pre jej dlhodobšie využitie rastlinami. V týchto póroch sa môžu vyskytovať jemné bočné koreňky vyšších rastlín, hýfy húb a mikroorganizmy.

Tab. 1: Typy pórov v pôde, pohyb vody a jej dostupnosť pre rastliny (Ref. 5)

Klasifikácia pórov	Široké makropóry	Jemné makropóry	Stredné póry	Mikropóry
Šírka v μm	> 50	50 až 10	10 až 0,2	< 0,2
Hodnota pF <sup>1</sup>	< 1,8	1,8 až 2,5	2,5 až 4,2	> 4,2
Fungovanie póru	rýchlo sa pohybujúca	pomaly sa pohybujúca voda	voda pre rastliny dostupná	voda pre rastliny neprístupná
	celkový objem pórov			
	gravitačná voda		viazaná voda	
		voda pre rastliny prístupná		neprístupná voda
	Vzdušná kapacita pôdy		poľná vodná kapacita	

<sup>1</sup> pôdny sací tlak (log cm tlakovej výšky pôdnej vody)

**Veľmi jemné póry** (mikropóry) (do 0,2 μm) sa väčšinou spájajú s prítomnosťou ílovitých častíc a s vysoko humifikovanou organickou hmotou. Obsahujú vodu, ktorá vo všeobecnosti nie je pre rastliny a mikroorganizmy prístupná v dôsledku veľkých kapilárnych síl, ktorými je voda v týchto veľmi malých póroch držaná.

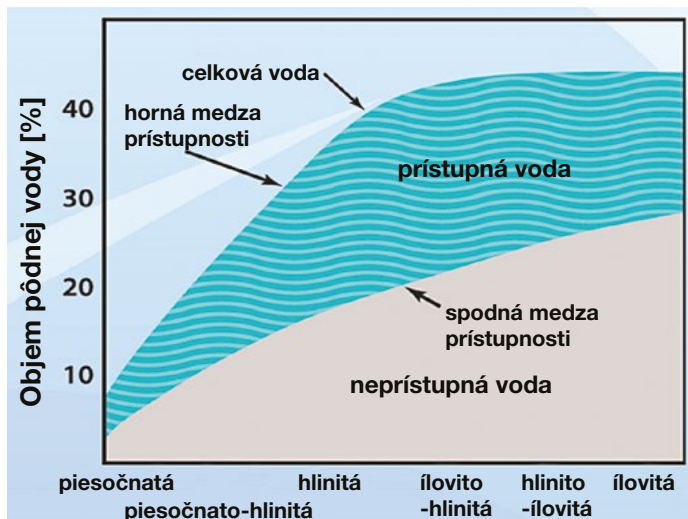
### d) Organická hmota v pôde

Organickú hmotu v pôde predstavujú rozložené zvyšky rastlín a živočíchov, ako aj humifikovaná organická hmota, nachádzajúca sa v celom pôdnom profile. Všeobecne sa sústreďuje v ornici a smerom dole jej obsah klesá. Organická hmota v pôde je kľúčovou pre zdravý stav pôdy. Z chemickeho hľadiska je zásobárňou organického uhlíka a pôdných živín, ktoré pri svojej mineralizácii uvoľňuje (napríklad horčík, dusičnany). Z hľadiska biologického je hnacou silou pôdneho života, podporuje aktivitu pôdy v kolobehu jej vývoja a mineralizácie na pôdne živiny; z fyzikálneho hľadiska ovplyvňuje štruktúru, priepustnosť a vododržnosť pôdy (organická hmota môže zadržiavať vodu v množstve približne 20-násobku svojej vlastnej hmotnosti), takže silno ovplyvňuje zadržiavanie vody a spôsob prúdenia vody pôdou. Dobré hospodárenie s organickou hmotou v pôde sa teda pokladá za kľúčový činiteľ trvale udržateľného poľnohospodárstva; toto je takým spôsobom obrábanie pôdy, ktorým sa udržiava a zvyšuje obsah organickej hmoty v pôde.



## e) Pôdna voda

**Zásoba pôdnej vody** závisí na priestorovom rozložení veľkosti pórov v pôde a do veľkej miery sa teda spája s textúrou pôdy a obsahom organickej vody v nej. (pozri Obr. 4). Keď je pôda vodou nasýtená, všetky jej póry sú plné vody, avšak po 1 až 3 dňoch všetka gravitačná voda odtečie a zanechá pôdu v stave poľnej vodnej kapacity (vododržnosť = pôdna voda nestratená v dôsledku gravitácie). Rastliny potom nasávajú vodu z kapilárnych pórov (jemných makropórov + stredných pórov) až pokým sa táto už proti pôsobeniu kapilárnych síl už viac nemôže nasávať.) Pôda je potom na bode vädnutia a rastliny bez dodania vody odumrú. Pre rastliny dostupná voda sa definuje ako rozdiel medzi obsahom vody pri poľnej vodnej kapacite a neprístupnou vodou, ktorú rastliny nemôžu využiť (pozri tab. A). Pôdny nasávací tlak odvodený od rozdelenia veľkosti pórov v pôde možno zmerať a vyjadruje sa ako „sací tlak“ pôdy (pF).



Obrázok 4: Zásoba vody a prístupnosť vody pre rastliny do veľkej miery závisia na textúre pôdy (Ref. 6)

Neprístupnú vodu, do veľkej miery viazanú v mikropóroch, rastliny nemôžu nasávať a tiež v pôde nemôže presakovať smerom dolu. Objem tejto vody je najväčší v ílovitých pôdach, ktoré mikropórov majú najviac, a najmenší je v piesočnatých pôdach. Len časť vody vo frakcii „voda dostupná pre rastliny“ sa v pôdnom profile môže pohybovať smerom dolu (jemný makropóry). Obsah organickej hmoty tiež ovplyvňuje zásobu vody v pôde, najmä s pomocou viazania vody na častice organickej hmoty a vyššieho objemu

pôdnych pórov v dôsledku viacerých pôdnych agregátov. Pri všetkých tých zmenách v rámci a medzi pôdnymi profilmi, spôsobených rozdielmi v textúre, štruktúre a obsahu organickej hmoty, nás neprekvapí vysoká premenlivosť **prúdenia vody** v pôde smerom nadol. Všeobecne povedané, tieto zmeny možno popísať tromi kľúčovými spôsobmi:

Za prvé, **priemerná hĺbka**, do ktorej sa voda pôdnym profilom dostane závisí na jej množstve (mm zrážok alebo závlahovej vody) a textúre pôdy. Pri hrubom odhade sa táto vzdialenosť zvyčajne vzťahuje k množstvu vody obsiahnutej v pôde pri poľnej vodnej kapacite (vododržnosti) definovanej ako mm vody na cm hĺbky pôdy. Pre naše účely by sa poľná vodná kapacita mala odhadovať do hĺbky najmenej 1 m, až do hĺbky výrazného obmedzenia prúdenia vody pôdnym profilom, po úroveň podpovrchovej drenáže alebo hladiny spodnej vody. Poľná vodná kapacita pôd sa vo všeobecnosti zvyšuje od hrubo k jemne textúrnym pôdam (Tab. 2). Pestovatelia môžu poľnú vodnú kapacitu pôd ovplyvňovať správnu agrotechnikou, obohatovaním pôd o organickú hmotu, vápnením pôd na zvýšenie tvorby pôdnych agregátov, rozbiť zhrutnenia pôd a oševnými postupmi, t. j. koreňovými systémami ovplyvňujúcimi systémy pórov. Pokiaľ ide o všetky vlastnosti pôd, poľná vodná kapacita sa medzi a dokonca aj v rámci polí môže meniť, takže je dôležité kontrolovať jej zmeny. V prehľade našej analýzy rizika pokladáme pôdy s poľnou vodnou kapacitou väčšou ako 150 mm (do 1 m hĺbky) ako menej náchylné na prenos znečisťujúcich látok drenážou a priesakom (z dôvodu ich vyššej vododržnosti). Je preto veľmi dôležité na rôznych poliach dospieť k primeranému odhadu poľnej vodnej kapacity.

Za druhé, prúdenie vody vykazuje vysokú priestorovú **premenlivosť v pôdných profiloch**. Prúdenie vody je rozptýlené v pôde, pretože táto obsahuje póry so širokým rozsahom širok - s vodou v širších póroch pohybujúcou sa rýchlejšie a ďalej, ako priemerná vzdialenosť prúdenia vody v pôde predpokladá. Čiastočne sa to spája s textúrou pôdy, s piesčitymi pôdami vykazujúcimi nižšiu mieru rozptylu ako ílovité pôdy. Toto je dôsledkom skutočnosti, že ílovito textúrované pôdy vytvárajú väčšie štruktúrne agregáty s väčšími pórmí medzi nimi, zatiaľ čo vo vnútri agregátov prevládajú malé póry medzi ílovými časticami. Niektoré väčšie póry sú vytvorené dažďovkami a kanálikmi po vyhynutých koreňoch. Všetky tieto veľké póry sa nazývajú makropórmí, ktoré sa spájajú s preferenčným prúdením vody v pôde obchádza-

júcej agregáty (pozri zobrazenie na Obr. 7). Prítomnosť a hustota makropórov v pôde sú takto kľúčovými činiteľmi možného rýchleho pohybu prípravkov dole pôdnym profilom a považujú sa preto za kľúčové kritérium pre hodnotenie relatívneho rizika vyplavovania prípravkov z pôdných profilov drenážou a priesakom (pozri prehľady v oddieloch o BMP pre drenáž a priesak.).

Za tretie, veľmi dôležité sú pre vyplavovanie prípravkov drenážou a priesakom **sezónne rozdelenie** zrážok a závlah, pretože určujú, kedy v priebehu roka prichádza k prúdeniu pôdnym profilom. Hlavné obdobia prúdenia vody sa spájajú s pôdnou vodnou bilanciou, ako to znázorňuje Obr. 5; k čistému pohybu vody smerom nadol prichádza vtedy, keď zrážky prevládajú nad evapotranspiráciou.

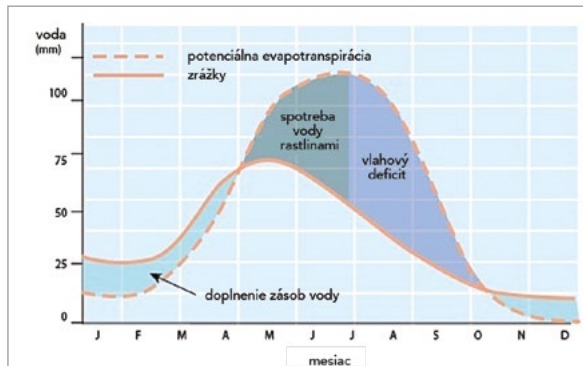
Teda, na Obr. 5 trvá obdobie čistého pohybu nadol alebo doplnenia vodnej bilancie od novembra do apríla, hoci dažďové zrážky sú vyššie v letných mesiacoch. Zimné

TEXTÚRA PÔDY	POĽNÁ VODNÁ KAPACITA	VODA PRE RASTLINY DOSTUPNÁ
Piesočnatá	1.0	0.5
Hlinito-piesočnatá	1.2	0.7
Piesočnato-hlinitá	1.8	1.0
Hlinitá	2.8	1.4
Prachovito-hlinitá	3.1	2.0
Prachovitá	3.0	2.4
Piesočnato-ílovito-hlinitá	2.7	1.0
Ílovito-hlinitá	3.6	1.4
Prachovito-ílovito-hlinitá	3.8	1.7
Prachovito-ílovitá	4.1	1.4
Piesočnato-ílovitá	3.6	1.1
Ílovitá	4.2	1.2

Tab. 2: Zásoba vody (mm/cm hĺbky pôdneho profilu) v pôdach s rôznou textúrou\* (Čísla sú priemernými hodnotami pre pôdy s 2,5 %-ným obsahom organickej hmoty, podľa tried pôdnej textúry (USDA), Ref. 7)

a skoré jarné mesiace sú teda časom, kedy sa väčšina vody, a tak potenciálne tiež množstvá prípravkov pohybujú smerom do drenážnych sústav a podzemnej vody. Vo všeobecnosti sa percentuálny podiel zrážok, ktorý prúdi pôdou do drenážnej sústavy a podzemnej vody, zvyšuje so zväčšujúcimi sa zrážkami; v podmienkach strednej Európy sa odhaduje, že podzemnú vodu dosiahne 20 % až 30 % ročného úhrnu zrážok, zatiaľ čo zvyšok využijú rastliny alebo sa z povrchu pôdy vyparí. Stále však, dokonca aj v období hlavného doplnenia zásob vody intenzívne dažde môžu v zraniteľných situáciách vyvolať vyplavovanie cez drenáž a priesak. Na zavlažovaných pôdach je dôležité, aby sa vyhlo veľkým závlahovým úhrnom (vyvolávajúcim v pôdach hlbokú perkoláciu), a to najmä práve po aplikácii prípravkov.

\* Viac špecifických miestnych informácií môže byť dostupných od pôdnej služby.



Obrázok 5: Príklad sezónnej pôdnej vodnej bilancie (Ref. 8)

## 2. ČINITELE OVPLYVŇUJÚCE POHYBLIVOSŤ PRÍPRAVKOV V PÔDACH

Pohyb prípravkov v pôde je výsledkom vzájomného pôsobenia medzi miestnymi pôdnymi a podnebnými podmienkami a vlastnými prípravkov.

### a) Vlastnosti látky

Sú dve vlastnosti prípravkov slúžiace ako prvotné ukazovatele možnosti pohybu prípravkov, a to ako silno sa prípravky adsorbujú v pôde a ako rýchlo sa prípravky v pôde rozkladajú. Tieto dve vlastnosti sa využívajú preto, lebo schopnosť prípravkov pohybovať sa v pôde je v podstate výsledkom súťaženia medzi adsorpciou (ako ukazovateľom rýchlosti pohybu prípravkov v pôde) a ich rozkladom (ako ukazovateľom rýchlosti ich rozkladu pred ich vyplavovaním z pôdy).

### Adsorpcia prípravkov

Sila adsorpcie prípravkov v pôde sa mení. Závisí hlavne na chemickej štruktúre prípravkov a vlastnosti pôdy. Jedným extrémom je, že sa prípravky len slabo adsorbované k pôdnym časticiam (t. j. „polárne“ látky) považujú za pohyblivé v pôde, pretože adsorpcia ich pohyb s prúdením vody cez pôdny profil spomaľuje len málo. Druhým extrémom sú silno adsorbované prípravky (t. j. „nepolárne látky“), považované za nepohyblivé v pôde, pretože adsorpcia vedie k „prilepeniu“ prípravkov k pôdnym časticiam, takže sa pri prúdení vody pôdnym profilom nepohybujú tak účinne. Väčšina prípravkov spadá niekde medzi tieto dva extrémne scenáre.

Mnohé, ak nie väčšina prípravkov sú elektricky nenabité a lipofilné zlúčeniny, čo znamená, že sa adsorbujú k lipofilným povrchom v pôde, a to najmä v jej organickej časti. Sklon adsorbovať sa k frakcii organického uhlíka organickej hmoty sa vhodne zmeria s použitím súčiniteľa adsorpcie k organickému uhlíku koeficientu  $K_{oc}$ . Vysoká hodnota  $K_{oc}$  naznačuje, že prípravky sa silno adsorbujú k organickému uhlíku v pôde a že sa s pôdnou vodou nepohybujú ľahko. Nízka hodnota  $K_{oc}$  naznačuje, že prípravky sa k organickému uhlíku viažu v pôde len slabo a že sa s pôdnou vodou pohybujú ľahšie. Približnú klasifikáciu  $K_{oc}$  vyjadrenú ako pohyblivosť ukazujú Tab. 3.

Adsorpcia prípravkov sa mení tiež medzi rôznymi pôdnymi typmi – všeobecne sa zvyšuje v pôdach s väčším podielom organickej hmoty v ornici a tiež sa všeobecne znižuje so zvyšujúcou sa hĺbkou pôdy, keďže sa v nej znižuje aj obsah organickej hmoty.

Vlastnosť prípravku	Adsorpčný koeficient $K_{oc}$ (ml/g)	Pohyblivosť
Nízka polarita	$\geq 1,000$	Malá pohyblivosť
Mierna polarita	100 to 1,000	Stredná pohyblivosť
Vysoká polarita	$\leq 100$	Veľká pohyblivosť

Tab. 3: Všeobecná klasifikácia pohyblivosti prípravkov v pôde

Niektoré elektricky nabité prípravky (t. j. kyseliny alebo zásady), ktoré prvotne nie sú lipofilnými, sa neadsorbujú priamo k organickej hmote, ale skôr k ílovitým a oxidovým minerálom v pôde. Na charakterizovanie možnosti ich pohltienia v pôde sa využíva koeficient distribúcie v pôde  $K_d$ . Je veľmi vhodné pripomenúť, že na možnosť adsorpcie elektricky nabitých prípravkov v pôde tiež vplýva hodnota pH pôdy, najmä v prípade slabých kyselín a slabých zásad, ktoré sa tiež v pôdach vyskytujú v nenabitej forme.

Prichádzame k záveru, že všetky prípravky možno z hľadiska charakteristík ich pohyblivosti v pôde klasifikovať v rozmedzí od pohyblivých k nepohyblivým.

### Pretrvávajúce prípravkov v pôde

Rýchlosť odbúravania prípravkov v pôde sa mení. Odbúravanie prípravkov na metabolity sa môže diať bioticky (mikrobiálnym odbúraním) a abioticky (hydrolyzou, fotolýzou a katalytickou oxidáciou). Odbúravanie prípravkov nakoniec vyúsťuje do ich rozkladu (mineralizácie) na základné stavebné kamene, ako oxid uhličitý, amoniak a vodu. Rýchlosť odbúravania prípravkov sa meria ako polčas ich rozpadu  $DT_{50}$ . Toto je čas, za ktorý sa v pôde rozloží 50 % počiatočného množstva prípravku. Zvyčajne sa meria v laboratórnych podmienkach (stav stálej teploty a vlhkosti) na rozsahu rôznych orníc do miery, ktorá je typickou alebo reprezentatívnou hodnotou alebo  $DT_{50}$ . Ak sa hodnoty  $DT_{50}$  merajú v poľných podmienkach, môžu zahrnúť príspevky iných rozptyľujúcich pochodov, ako sú vyparovanie a fotolýza. Prípravky možno vo všeobecnosti zatriediť ako málo, stredne a veľmi perzistentné v ornici, s perzistenciou všeobecne sa zvyšujúcou s hĺbkou v pôdnom profile spôsobenou všeobecným poklesom mikrobiálnej činnosti.

## Spájanie adsorpcie a odbúravanja prípravkov

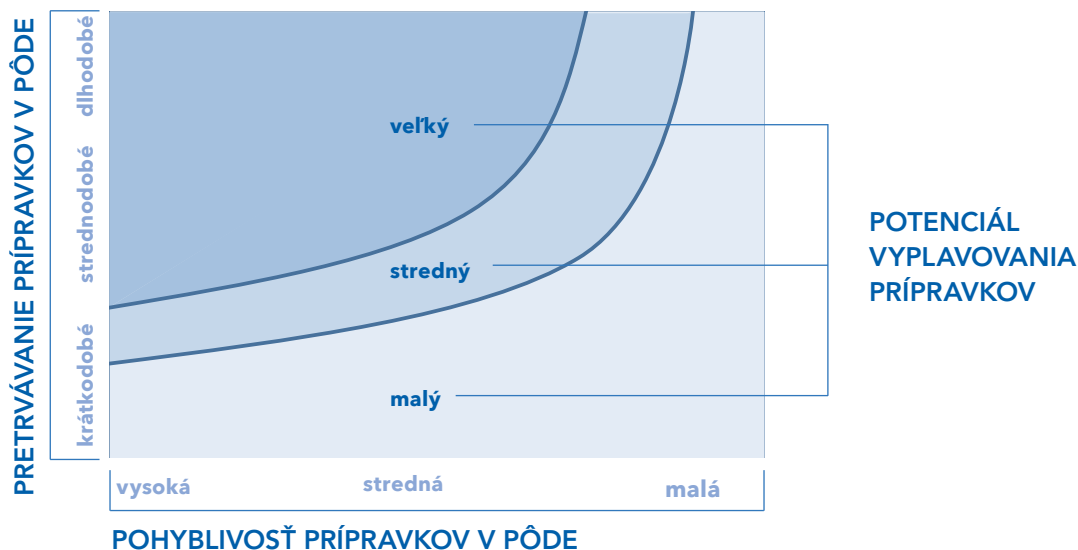
Pohyb prípravkov v pôde sa ukázal byť závislým na adsorpcii (determinuje pohyblivosť) prípravkov a odbúravaní (perzistencia) prípravkov, pričom posledne menované sa osobitne týkajú strednodobej a dlhodobej pohyblivosti v pôdach. Na znázornenie tejto závislosti sa vykonali rôzne pokusy; jedným príkladom je koeficient *potenciálu prítomnosti v podzemnej vode (groundwater ubiquity score, GUS)*, ktorý pohyblivosť a perzistenciu prípravkov využíva na naznačenie možnej pravdepodobnosti zistenia prítomnosti prípravkov v podzemnej vode. GUS koeficient by sa však ako rozhodovacie kritérium v poľnohospodárstve EÚ používať nemal, pretože (i) bol vypracovaný na základe pôdných a podnebných podmienok USA, (ii) neberie do úvahy rozdiely v používaní dávok prípravkov a (iii) v registračnom procese EÚ sa povoľujú len prípravky, ktoré sa za typických podmienok používania v podzemnej vode nevyskytujú v koncentráciách vyšších ako 0,1 µg/l (stanovené na základe pokusných a modelovacích údajov). Koncepcia GUS je predsa však užitočná na všeobecné zobrazenie závislosti možnosti vyplavovania prípravkov z pôdy na základe ich pohyblivosti a perzistencie (pozri Obr. 6).

Riziko pohybu prípravkov do hlbších vrstiev pôdy v praxi závisí na časovom intervale medzi aplikáciou a prvou významnou zrážkovou udalosťou (vyvolajúcou prúdenie vody pôdou smerom nadol). Keď je tento časový interval krátky,

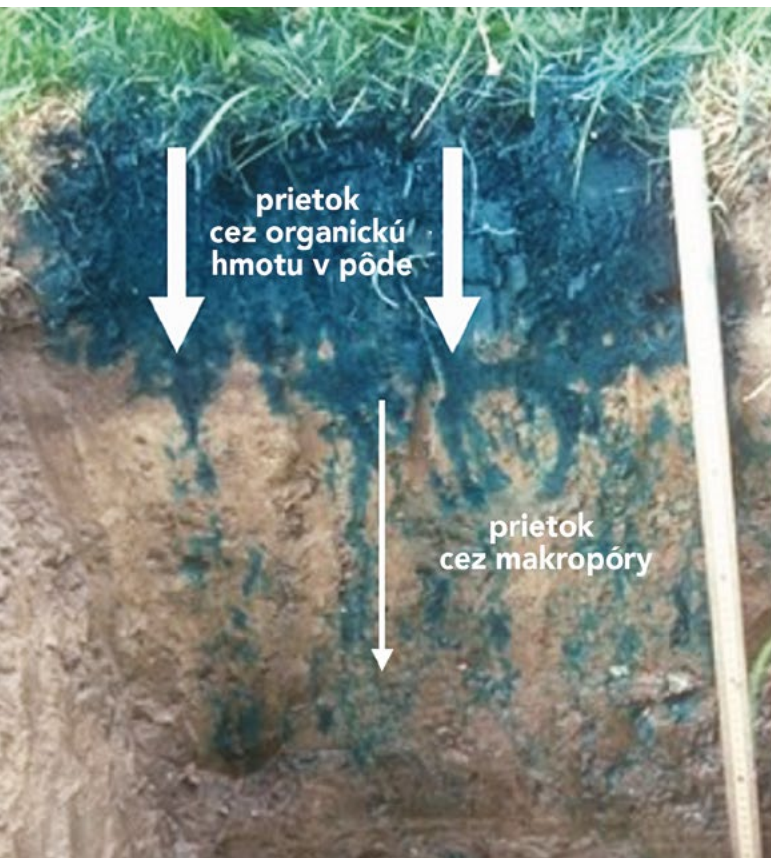
v ornici bude ešte stále dostupné väčšie množstvo látky na vyplavovanie a zároveň naviazanie sa prípravku nie je ešte tak silné (mnoho prípravkov sa časom v pôdach naviaže silnejšie). Obidva pochody, najmä pri výskyte makropórov v ornici, môžu spôsobiť intenzívnejší pohyb vody pôdou smerom nadol. Preto je pozorné naplánovanie aplikácie prípravkov dôležitým prvkom dobrej pestovateľskej praxe na zmenšenie rizika vyplavovania prípravkov a ich prenosu prúdením vody.

## b) Pôdne a podnebné podmienky

Keďže kľúčovým účelom tohto dokumentu je poskytnúť usmernenie, ako reagovať na neprijateľné nálezy prípravkov v povrchových a podzemných vodách, musíme sa zamerať na rozdiely v miestnych pôdných podmienkach z hľadiska ich celkovej zraniteľnosti voči vyplavovaniu prípravkov drenážou a priesakom. Znamená to, že sa výslovne posudzujú len miestne pôdne a krajinné činitele ovplyvňujúce celkovú zraniteľnosť povrchových a podzemných vôd voči pohybu prípravkov; neposudzujú sa väčšie zemepisné rozdiely v zrážkach a teplote v EÚ a musia ich brať na zreteľ v národných zneniach brožúrky o BMP. Na základe vyššie uvedeného sa identifikovali tri hlavné pôdne a krajinné činitele, ktoré ovplyvňujú možnosť vyplavovania prípravkov drenážou a priesakom.



Obrázok 6: Spojenie medzi možnosťou pohybu prípravku v pôde a perzistenciou a pohyblivosťou prípravkov v pôde na základe koeficientu GUS



Obrázok 7: Schéma prúdenia vody v pôdnom profile (vľavo) a farbiaca schéma makropórov (vpravo), zviditeľnené cez pokusy so vsakovaním s použitím farebného značkovača (Ref. 9)

### Textúra pôdy

Textúra pôdy cez polnú vodnú kapacitu pôdy vplýva na priemernú zásobu vody a prietok vody pôdou. Toto sa odráža pri posudzovaní činiteľov rizika, kde sa prahová hodnota polnej vodnej kapacity <150 mm v pôdnom profile uplatňuje ako spúšťacia hodnota pre výstrahu pred vyššou zraniteľnosťou. Voda pri zrážkových udalostiach preniká do týchto pôd hlbšie, čo vedie k väčšiemu riziku prenosu prípravkov do hlbších vrstiev pôdy.

### Štruktúra pôdy

Na prúdenie vody v pôde vplýva štruktúra pôdy, daná prítomnosťou puklín, najmä väčších medzi agregátmi, a biopórov, ako sú chodbičky dážďoviek a kanáliky po zvyškoch vyhynutých koreňov. Uvedené „útvary“ predstavujú trasy pohybu prípravkov pôdou, umožňujúce im rýchlo obchádzať pôdnu maticu (pozri Obr. 7). Agrotechnická prax vykazuje veľký vplyv na štruktúru pôdy, pričom bezorbová

alebo minimalizačná agrotechnika podporujú vytváranie väčších a trvanlivejších pôdnych agregátov a s nimi spojených sústav makropórov. Takto sa podporuje vsakovanie vody do pôdy cez makropóry, čím sa znižuje možnosť povrchového odtoku, zvyšuje sa ale rýchly prenos vody pôdnym profilom smerom nadol. Makropóry sa intenzívnym obrábaním narušujú a vsakovacia schopnosť pôdy sa všeobecne znižuje. Ako kompromis možno použiť plytké obrábania na narušenie makropórov v blízkosti povrchu pôdy, čím sa zabráni obchádzajúcemu pohybu a prípravky potom cez povrchovú vrstvu pôdy prechádzajú rovnomernejšie. Rýchly pohyb vody a prípravku cez makropóry, zvyčajne hojnejšie v textúrnejších pôdach, sa považuje za hlavný činiteľ zväčšujúci riziko vyplavovania prípravkov drenážou a, v menšej miere, aj priesakom, najmä v prípadoch plytko položenej hladiny podzemnej vody. Toto sa odráža v prehľadoch o hodnotení vplyvu puklín na povrchu pôdy (a agrotechniky) na náchylnosť k vyplavovaniu drenážou a priesakom.

### **Drenážna sústava**

Typ drenážnej sústavy (pre povrchovú vodu) a hĺbka pôdy/nenasýtenej zóny (pre podzemnú vodu) určujú účinnú vzdialenosť, ktorú prípravky potrebujú pôdou prekonať, aby sa dostali do povrchovej alebo podzemnej vody. V dôsledku vyššie uvedeného sa tieto činitele posudzujú v prehľadoch rizík.

Aby sa zachovala všeobecná povaha klasifikácie, iné činitele, napríklad obsah organickej hmoty v pôde (okrem rašelinových pôd) a hodnota pH pôdy sa nezahrnuli. Ohľadom ďalších informácií o týchto hľadiskách vyplavovania prípravkov drenážou a priesakom sa poraďte so svojim odborníkom pre ochranu rastlín alebo skontrolujte, či nejestvujú nejaké rady v rámci popredajného servisu. Jeden príklad takejto rady možno nájsť na domovskej stránke britskej *Voluntary Initiative* (Ref. 10).

Nakoniec, je prúdeň vody pôdou, najmä pod vplyvom pôdnych podmienok, vo všeobecnosti silno ovplyvnené agrotechnikou. Napríklad, medziplodiny ovplyvňujú obsah organickej hmoty, mikrobiálnu činnosť a vodnú bilanciu. Navyše, agrotechnika ovplyvňuje nielen makropóry, ale aj hladiny organickej hmoty a mikrobiálnej činnosti v ornici. Bezorebné a minimalizačné obrábanie sú známe tým, že zvyšujú obsah organickej hmoty a mikrobiálnu činnosť v ornici. Agrotechnika by sa teda svojím dosahom na makropóry mala zamerať na dosiahnutie správne rovnováhy medzi podporou zdravotného stavu pôdy a zaistením ochrany vody.

### 3. LEGISLATÍVNE CIELE NA OCHRANU VODY

Rámcová smernica EÚ o vode (WFD) stanovuje legislatívny rámec pre vodnú politiku EÚ, s cieľom chrániť podzemné a povrchové vody, ako aj príbrežnú morskú vodu.

Požaduje rozsiahle a pravidelné sledovanie vodných útvarov z hľadiska ich chemických a biologických parametrov, ktoré tvoria základ klasifikácie stavu vodného útvaru (dobrý až zlý chemický a biologický stav). Ak je stav zlý, toto naštartuje potrebu zaviesť akčný plán na jeho zlepšenie 6-ročnými vodohospodárskymi plánmi. Najneskôr v roku 2007 by všetky vodné útvary mali byť v dobrom chemickom a biologickom stave, čo znamená, že treba zaviesť účinné plány.

#### **a) Medzné hodnoty obsahu prípravkov v pitnej vode a v podzemnej vode**

V 80. rokoch sa v EÚ stanovila preventívna, medzná hodnota 0,1 µg/l, nezaložená na škodlivosti pre zdravie. Toto sa týka všetkých účinných látok prípravkov a všetkých toxikologicky „závažných“ metabolitov účinných látok prípravkov. Keďže podzemná voda je v mnohých členských štátoch hlavným zdrojom pitnej vody, uplatňovanie tejto medznej hodnoty sa rozšírilo aj na podzemnú vodu, a to vzhľadom na jej časté používanie ako surovej vody pre výrobu pitnej vody, často s obmedzeným počtom úprav.

Nezávažné metabolity prípravkov (ako ich definuje usmernenie DG Santé Sanco/221/2000) nie sú na úrovni EÚ v pitnej vode a podzemnej vode upravené. V niekoľkých členských krajinách EÚ sa horná prahová hodnota 10 µg/l však používa ako vylučovacie kritérium pri hodnotení ich predpokladaných hodnôt v podzemnej vode.

Hodnotenie vystavenia vody prípravkom sa v EÚ pri registrácii vykonáva ešte pred povolením ich uvádzania na trh, aby sa minimalizoval počet nálezov prípravkov a ich metabolitov, ktoré by mohli presiahnuť ich medzné hodnoty. Keď však na zraniteľných miestach nájdené hodnoty prípravkov dlhodobo prekračujú medzné hodnoty, môže to viesť k miestnemu obmedzeniu alebo celonárodnému zákazu ich používania.



## b) Medzné hodnoty pre povrchové vody

Pri povrchových vodách sa normy environmentálnej kvality (*environmental quality standard, EQS*) týkajú osobitne jednotlivých látok (t. j. tiež prípravkov), a to na základe toxikologických hodnôt s cieľom chrániť ekosystémy pred chemickým znečistením. Na úrovni EÚ sa pre zoznam prioritných látok, ktorý obsahuje vybrané prípravky a iné antropogénne látky, stanovili EQS a zaviedli sa priemerné ročné medzné hodnoty (EQS-AA) a medzné hodnoty maximálnych povolených koncentrácií (EQS-MAC). Typicky sa ročný priemer monitorovanej koncentrácie v povrchovej vode porovnáva s EQS-AA pre daný vodný útvar a látku, aby sa vyhodnotilo plnenie EQS. Navyše k EÚ zoznamu prioritných látok boli členskými štátmi EÚ vybrané „osobitné znečisťujúce látky“ (ďalšie vybrané prípravky a iné antropogénne látky) na úrovni celonárodnej alebo povodí a boli zaradené na zoznamy v národných predpisoch upravujúcich povrchové vody. Pre tieto látky sa na úrovni krajín stanovili národné hodnoty EQS a zaviedli sa monitorovacie programy. Tiež to znamená, že pre všetky prípravky na úrovni EÚ alebo dokonca členských krajín osobitné hodnoty EQS pre prípravky nejestvujú.

Pre povrchové vodné útvary používané na odber pitnej vody sa norma upravujúca kvalitu pitnej vody (DWQS) zakladá na jestvujúcej medznej hodnote pre upravenú pitnú vodu (medzná hodnota 0,1 µg/l). Predsa však treba zvážiť činiteľ úpravy, založený na množstvách jednotlivých látok odstraňovaných miestnymi vodárenskými postupmi. Článok 7 WFD však tiež uvádza, že jednotlivé členské štáty potrebujú zabezpečiť, aby sa kvalita pitnej vody nezhoršovala a že by sa mala zmenšiť potreba čistenia vody. Na dosiahnutie tohto cieľa sa asi budú musieť zriadiť ochranné pásma, ktoré by mohli zahŕňať zavedenie miestnych obmedzení pre prípravky.



# DOBRA PESTOVATEĽSKÁ PRAX NA ZNÍŽENIE PRENOSU PRÍPRAVKOV DRENÁŽOU



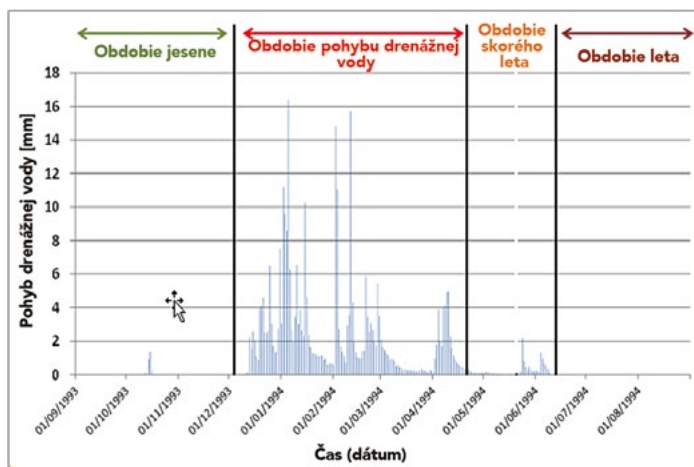
## 1. DRENÁŽNE SÚSTAVY A KLÚČOVÉ ČINITELE

### a) Úvod

Podpovrchové drenážne sústavy sa budovali na odvádzanie nadbytočnej vody z pôdy a aby sa zabránilo tomu, aby táto dlhšiu dobu ostávala zamokrená. Nadbytok vody znižuje výnosy plodín, najmä ak je tomu tak v dobe zakladania porastov. Keď sa príliš zamokrená pôda obrába alebo sa na nej vykonávajú iné poľné práce, poškodzuje sa tým. Voda pozberaná drenážnou sústavou odteká priamo do povrchových vodných útvarov, ak sú priekopy, potoky alebo dokonca rieky. V západnej a strednej Európe sa obdobie nepretržitého prúdenia drenážnej vody začína zvyčajne v zime a trvá do jari (pozri Obr. 8). Tomuto obdobiu predchádza jeseň a je nasledované skorým letom; čo sú obdobia, keď drenážna voda neprúdi nepretržite, ale dochádza k prerušovaným pohybom drenážnej vody, zvyčajne spôsobeným zrážkovými udalosťami. Aktuálne obdobie pohybu drenážnej vody závisí na miestnom podnebí (najmä časovom rozdelení zrážkových udalostí) a vlastnostiach pôdy. Presnejšie povedané, začiatok a koniec nepretržitého prúdenia drenážnej vody sú veľmi premenlivé.

Možno rozlíšiť tri situácie, za ktorých sa zakladajú podzemné drenážne sústavy.

Obrázok 8: Príklad zrážkových udalostí a období ich výskytu na výskumnej lokalite Arvalisu La Jailliere v sezóne 1993/1994 (Ref. 11)



### **Pôdy zamokrené z dôvodu nízkej priepustnosti pôdneho profilu**

Za takejto situácie sa môže ornica taktiež priveľmi zamokriť na to, aby sa obrábala a aby sa založil porast plodiny, čo nepriaznivo vplýva na výnosy. Drenážna sústava má za cieľ zmierňovať tieto pôdne podmienky tým, že udržiava hladinu podzemnej vody v pôde na prijateľnej úrovni.

### **Pôdy zamokrené z dôvodu vysokej hladiny podzemnej vody**

V pôdach ležiacich na vysokej hladine spodnej vody táto cez zimu a skorú jar vysoko stúpne z dôvodu doplnenia zásob podzemnej vody, ktorej hladina sa dostáva do blízkosti povrchu. Za takejto situácie sa môže ornica taktiež priveľmi zamokriť na to, aby sa obrábala a aby sa založil porast plodiny, čo nepriaznivo vplýva na výnosy. Drenážna sústava má za cieľ zmierňovať tieto pôdne podmienky tým, že udržiava hladinu podzemnej vody v pôde na prijateľnej úrovni.

### **Drenáž zavlažovaných polí**

V suchých oblastiach môže výpar na dlhodobu zavlažovaných poliach viesť k nahromadeniu solí v pôde. Ak časom soli, predovšetkým sodík, dosiahnu v pôde toxické hladiny, môže prísť k poškodeniu rastlín. V takomto prípade je potrebné aplikovať viac závlahovej vody, ako si vyžadujú rastliny pre svoj rast, aby sa nahromadené soli z pôdy vyplavovali drenážnou sústavou.

### **b) Drenážne sústavy**

Pre tri vyššie uvedené situácie, kde sa vyžaduje podpovrchová drenáž (pozri vyššie), sa používajú dva typy drenážnych sústav, a to primárne sústavy a ako doplnkové k nim, sekundárne sústavy.

### **Primárna drenážna sústava**

Tradične sa na odvádzanie nadbytočnej vody z pôdy využívali otvorené priekopy, napojené na najbližší prirodzený povrchový vodný útvar. V moderných primárnych drenážnych sústavách sa na odvádzanie nadbytočnej vody používajú perforované plastové rúry (PVC), zakopané do hĺbky viac ako 50 cm pod povrch pôdy. Tvoria okolo 80 % primárnych drenážnych sústav v EÚ. Prednosťou týchto sústav je, že ne-



Obr. 9: Výtokové otvory podpovrchovej drenážnej sústavy

prekážajú pri obrábaní polí. Presný dizajn týchto drenážnych sústav závisí na priepustnosti pôdy. Najbežnejší je „systematické“ alebo „pravidelné“ rozloženie, charakterizované pravidelným rozchodom súbežných bočných drenážnych rúr.



Obr. 10: Povrchová drenážna sústava využívajúca priekopy

Tieto ústia do drenážnych priekop alebo potokov, alebo do hlavného drenážneho zberača, ktorý sa potom vyprázdňuje do kanála alebo potoka. Málo priepustné pôdy, ako sú ťažké íly sa odvodňujú úzkymi drenážnymi rúrkami, s rozchodom od 5 do 15 m, zatiaľ čo priepustnejšie pôdy sa odvodňujú so širším rozchodom, až do 40 m (Ref. 13). Rozchod tiež závisí na hĺbke drenáže; väčšia hĺbka drenáže umožňuje väčší rozchod. Pri pôdach s obmedzenou priepustnosťou v pôdnom profile hĺbku uloženia drenáže určuje hrúbka priepustnejších horných vrstiev pôdy. V mnohých ílovitých pôdach je podorničie také nepriepustné, že nemá zmysel klásť rúry hlbšie

ako 75 cm. Naopak, pri pôdach ležiacich na vysokej hladine spodnej vody, môže byť hĺbka uloženej drenáže obmedzená hladinou vody v kanáli pre odvod drenážnej vody. Ak nie je hĺbka takýmto spôsobom obmedzená, v priepustnejších pôdach možno drenáž umiestniť do hĺbky 120 až 150 cm pod povrchom pôdy.

(Závlaha v suchých oblastiach potrebuje drenážne sústavy, pozri správu „Požiadavky na vodu pre závlahy v Európskej únii = . Ref. 12“.)

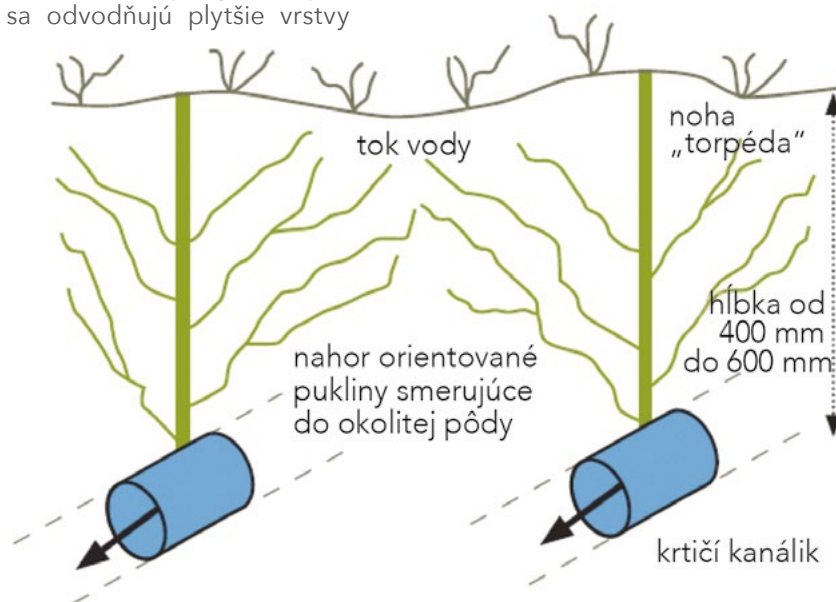
## Sekundárna drenážna sústava

Táto je potrebná len v pôdnom profile s obmedzenou priepustnosťou, ktorej výsledkom je potreba úzkeho rozchodu drénov, čo zvyšuje ich počet a môže byť „hriechne“ drahé. V týchto pôdach však odvodnenie podorničia nad drenážou možno podporiť sekundárnymi odvodňovacími zásahmi, ako sú krtičia drenáž a hĺbkové kyprenie uľahčujúce pohyb vody do drenážnych rúr. Druhotná drenáž je hospodárna pri rozchode od 1 do 2 m, zvyčajne kolmo na rúry primárnej drenáže, ktoré sú umiestnené vo väčších rozchodoch okolo 20 až 40 m (Ref. 13). Krtičia drenáž sa vytvára ťahaním mechanického zariadenia torpéda so zátkou cez podorničie, čím sa vytvoria kanáliky podobné krtím chodbičkám. Ak sa krtičia drenáž urobí v ílovlitej pôde, môže pretrvať od 2 do 10 rokov, ak je pôda tvárna a húževnatá. Hĺbkové kyprenie sa vykonáva ťahaním klinovitej „topánky s bočnými krídlami“ s cieľom zdvihnúť a rozbiť pôdu. Ako krtičia drenáž, tak aj hĺbkové kyprenie, sa normálne vykonávajú v hĺbkach od 40 do 60 cm; hĺbkové kyprenie rozbieja plytké nepriepustné vrstvy vytvorené zhutňovaním/utlačaním pôdy.

Sekundárne drenážne sústavy zberajú nadbytočnú vodu a odvádzajú ju priamo do primárnej drenážnej sústavy, najmä zachytávaním vody z priepustného sóla (*solum* = pôdne teleso, presnejšie nedefinovaný objem pôdy) nad primárnou drenážou. Výsledok je, že sekundárne drenážne sústavy môžu spôsobiť výskyt prípravkov vo vyšších vrcholových koncentráciách ako vo vode zo samotných primárnych drenážnych sústav, pretože sa odvodňujú plytkšie vrstvy pôdneho profilu.

## c) Zváženie okolností pre rozhodovanie

Hlavným dôvodom pre pestovateľov, aby investovali do drenážnych sústav je zvýšiť výnosy (často dvoj- a viacnásobne) a rozšíriť sortiment pestovaných plodín; bez drenáže sa využitie pozemkov často obmedzuje na ich využitie ako pasienky. Pri zvyšujúcom sa povedomí o možnom dosahu drenáže na životné prostredie, špecializované spoločnosti, ktoré primárne drenážne sústavy budujú, potrebujú pre pestovateľov pripraviť špecifický plán zvažujúci všetky relevantné činitele. V mnohých prípadoch sú do veci zapojené miestne úrady, aby vykonali audit navrhovaných plánov a spravovali financovanie z verejných zdrojov. Ďalej treba zvážiť dosah drenážnych činností na povodí, najmä vplyv na priestor nachádzajúci sa za drenážou. Budovanie primárnych drenážnych sústav je rozhodnutím dlhodobým (>20 r), takže dosah zavedenia BMP tiež treba zvážiť z dlhodobého hľadiska. Sekundárne drenážne sústavy si vyžadujú obnovovanie po 3 až 5 rokoch a menej finančných prostriedkov. Dosah zavedenia BMP pre sekundárne drenážne systémy sa teda môže zistiť v krátkodobom výhľade.



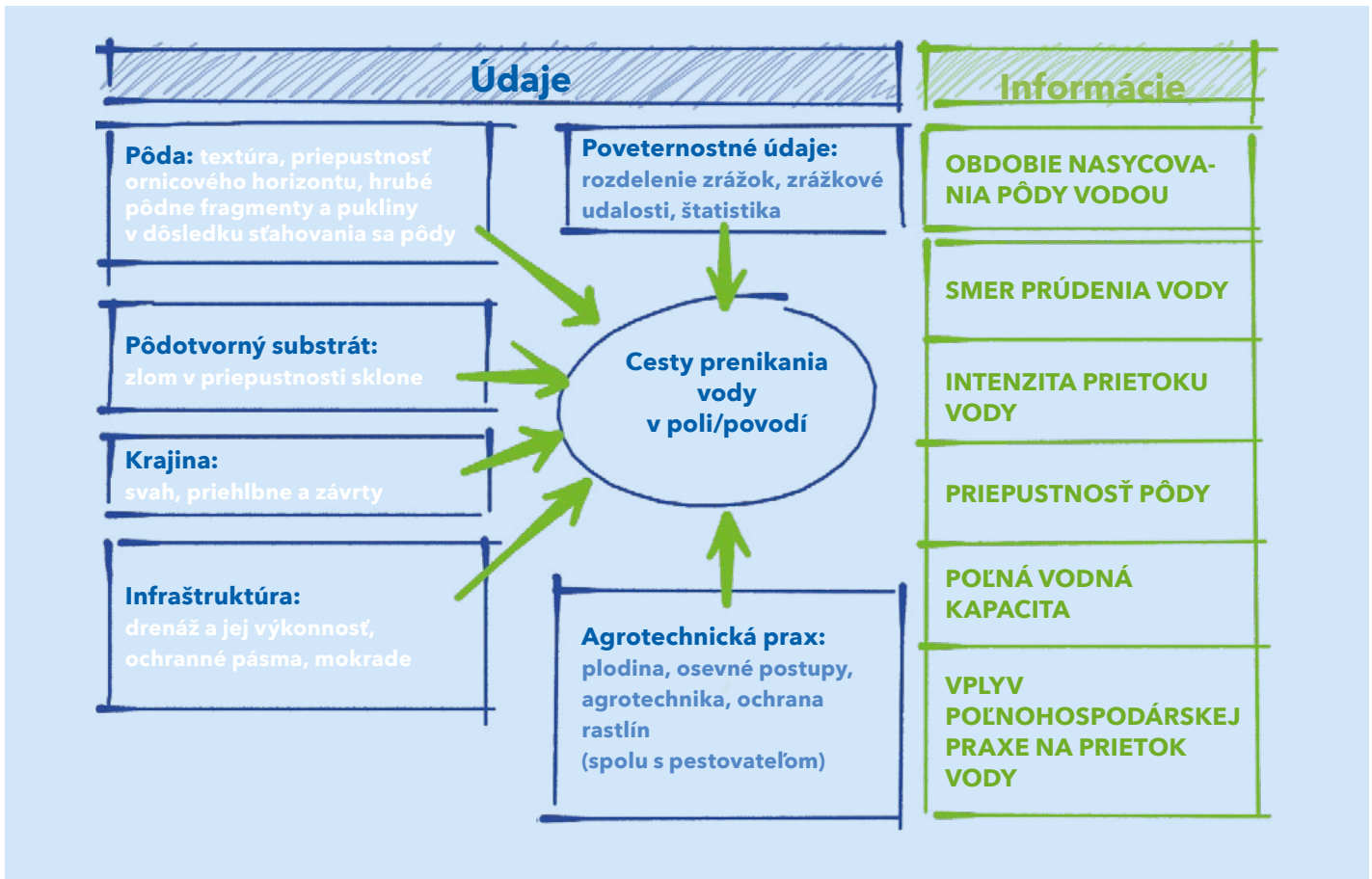
Obr. 12: Schematické zobrazenie účinku krtičej drenáže v pôdach (Ref. 14)

## 2. DIAGNÓZA RIZIKA

### Stanovenie pohybu vody v pôde a krajine

Zvyčajne je dostupných veľa informácií dôležitých pre pochopenie pohybu vody v pôde a povodí. Niektoré možno získať od špecializovaných pracovísk, od miestnych samospráv a niektoré môžu byť dostupné priamo od pestovateľov. Odporúča sa tieto informácie overovať priamo auditovaním určitých polí v povodí.

Niekedy už informácie o starých drenážnych systémoch na poliach, napríklad z dôvodu krátkodobého prenájmu pozemkov, zmeny vlastníctva, stratených máp nie sú známe. Preto by sa v čase drenážneho výtoku mal vykonať dôkladná poľný audit, aby sa overilo, či je drenáž prítomná a či je plne funkčná. Ideálne by sa drenážny výtok mal sledovať vo vzťahu k zrážkam, intenzite a času/množstvu jeho výtoku. Malo by sa tiež auditovať, kde sa drenážne výpusty nachádzajú a kam voda z drenážneho výtoky odteká. Zadržáva sa, napríklad v mokradi, alebo tečie priamo do priekopy alebo potoka?



Obr. 13: Požiadavky na informácie na určenie povahy rizika znečistenia vody na úrovni poľa (Ref. 1)

## Prehľad hodnotenia rizika

Bol vypracovaný prehľad na identifikáciu rozsahu scenárov drenáže v poli a s nimi spojených možných nebezpečenstiev strát prípravkov z odvodňovaných a do povrchových vôd. Prehľad bol vypracovaný na zmenšenie zložitosti celej identifikácie scenárov a s nimi spojených nebezpečenstiev použitím radu spoločných kritérií, ktoré sa uplatňujú v Európe a všeobecne pre prípravky. Po vykonaní diagnosticky scenára a s ním spojených hladín rizika by sa mali zvoliť vhodné zmierňovacie opatrenia. Mali by sa brať na zreteľ najmä miestne podnebné podmienky, napríklad zrážkový úhrn, teplota.

## BMP = DIAGNÓZA RIZIKA + VÝBER OPATRENÍ BMP (NÁSTROJE)

Obr. 14: Prehľad – diagnóza zraniteľnosti poľa voči prenosu prípravkov drenážnym výtokom

Odvodnenie spôsobené priepustnosťou pôdy	Objavujú sa veľké trhliny /makropóry <sup>1</sup>			Veľké riziko
	Veľké trhliny/makropóry sa vo väčšine rokov neobjavujú	Vykonaná krtičia drenáž alebo hĺbkové kyprenie		Veľké riziko
		Krtičia drenáž, ani hĺbkové kyprenie nevykonané	Íl >35 %	Veľké riziko
			Íl 25 až 35 %	Stredné riziko
Íl <35 %	Malé riziko			
Odvodnenie s cieľom kontrolovať vysokú hladinu podzemnej vody	Minerálne pôdy	Objavujú sa veľké trhliny/makropóry		Veľké riziko
		Veľké trhliny/makropóry sa vo väčšine rokov neobjavujú	PVK <sup>3</sup> <150 mm	Veľké riziko
			PVK 150 až 230 mm	Stredné riziko
	PVK>230 mm		Malé riziko	
	Rašelinové <sup>2</sup> pôdy			Malé riziko

<sup>1</sup> Na povrchu pôdy sa objavujú trhliny/makropóry  $\geq 1$  cm.

<sup>2</sup> Rašelinové pôdy - pôdy s obsahom  $\geq 30$  % organickej hmoty v ornici.

<sup>3</sup> Vododržnosť (poľná vodná kapacita) vo vrchných 100 cm pôdneho profilu alebo úrovni drenáže, ktoré z nich je plytšie.

### Ako prehľad používať

Prehľad treba používať zľava doprava, vyberaním vhodnej kategórie v každom jednom stĺpci pre každý jeden diagnostický parameter.

Za prvé, musí sa rozhodnúť o účele drenážnej sústavy. (a) obhospodarovať zamokrené pôdy s nízkou priepustnosťou, alebo (b) obrábať pôdy postihnuté vysokou hladinou podzemnej vody.

a) V nízko priepustných pôdach je rýchly prenos podporovaný prasklinami, ktoré sa môžu vyskytovať v ílovitých pôdach v dôsledku silnej tvorby, zhoršenej v pôdach s napučiacimi ílmi ktoré pri vysušovaní praskajú. Ak sa nepozorujú žiadne praskliny, v takýchto pôdach je pohyb vody zvyčajne pomalý. Hĺbkové kyprenie alebo krtičia drenáž, ako aj obsah ílu zvyšujú množstvo makropórov a rýchlosť prúdenia vody, a preto môžu zvýšiť drenážny výtok a následne zhoršiť triedu rizika poľa.

b) Na poliach ovplyvnených vysokou hladinou podzemnej vody, sú pôdy s vysokým obsahom organickej hmoty (rašelinových pôdach) primárne zraniteľné na to, aby spôsobili prenos prípravkov drenážou. Minerálne pôdy sú možno veľmi zraniteľné, v závislosti na tom, či sa voľné pukliny vytvárajú v ornici pravidelne. Hladiny rizika v pôdach bez zjavných puklín sa klasifikujú od nízkych po vysoké, v závislosti na dostupnej poľnej vodnej kapacite vo vrchných 100 cm pôdneho profilu.

Opäť treba zdôrazniť, že diagnóza rizika drenáže a zavádzania BMP by sa mali v prvom rade vykonať ako odozva na neprijateľné nálezy špecifických prípravkov vo vodných útvaroch povodia. Keďže táto cesta prenosu závisí na vlastnostiach prípravku a jeho celkového používania v povodí, väčšina BMP by sa nemala proaktívne týkať všetkých odvodňovaných polí a prípravkov, ale mala by sa zamerať na zníženie frekvencie neprijateľných nálezov špecifických prípravkov.

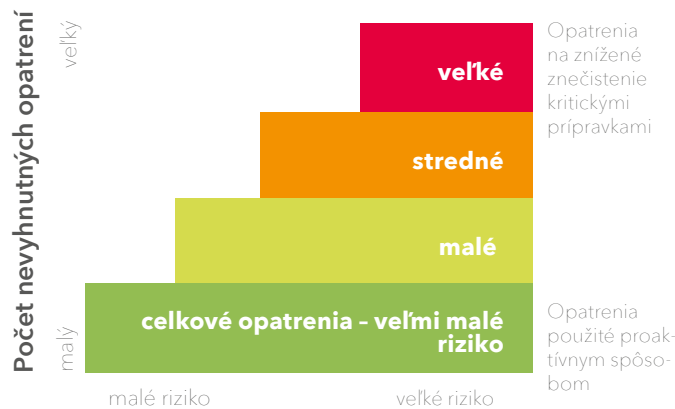
### 3. ROZVÍJANIE BMP SPOJENÍM DIAGNÓZY RIZIKA S OPATRENAMI BMP

Východiskový bod pre rozvoj BMP na zmiernenie rizika drenáže je typicky prítomnosť neprijateľného znečistenia vody v povodí, spôsobeného „kritickým“ prípravkom z tohto hľadiska. Ak sa tento prípravok používa na odvodňovaných poliach v povodí, profil rizika drenáže by sa mal stanoviť pre všetky odvodňované polia v povodí. Prepojenie diagnózy rizika s vhodnými (a zavediteľnými) opatreniami tvorí celkové BMP pre zvládnutie rizika v tomto poli.

#### BMP = DIAGNÓZA + OPATRENIA

Polia s diagnózou málo rizikové si na udržanie málo rizikového profilu môžu vyžadovať žiadne alebo len málo všeobecných opatrení, zatiaľ čo vysoko rizikové si môžu vyžadovať uplatnenie väčšiny alebo dokonca všetkých dostupných zmierňovacích opatrení. Odporúča sa vykonať diagnózu rizika a diskutovať o možných opatreniach spolu s poradcom a pestovateľom, čím sa zabezpečí, aby sa zmierňovacie opatrenia zakladali na ich zhode so súčasným pestovateľským systémom a akoukoľvek jeho alternatívou.

Príklad znázornený v Tab. 4 možno použiť ako východiskový bod diskusie o vhodných opatreniach alebo ich kombináciách. Konečne, určenie vhodných opatrení je tiež iteráciou, ktorá sa môže opakovať na základe dosiahnutých výsledkov sledovania vody, ak tieto stále ešte nie sú prijateľné.



Obr. 15: Vizualna koncepcia o spôsobe vypracovania nebezpečenstva prispôbených BMP výberom vhodných zmierňujúcich opatrení



Kategória opatrenia	Všeobecné opatrenia	Opatrenia pri nízkej hladine rizika	Opatrenia pri strednej hladine rizika	Opatrenia pri vysokej hladine rizika
Upravujte načasovanie aplikácie POR.	Nepostrekujte, ak sa predpovedajú intenzívne zrážky		Vyvarujte sa postrekovania v obdobiach drenážneho výtoku	Zvažujte používanie alternatívnych POR
Znížte zaťaženie množstvom látky na pole	Zvažujte alternatívy morenia Zvážte použitie bodovej aplikácie	Uplatňujte delenú aplikáciu Aplikačnú dávku znížte na najnutnejšie minimum	Znižujte aplikačné dávky používaním zmesí prípravkov	
Voľba a rotácia POR		V povodiach rozširujte oševné postupy	Rotujte používanie prípravkov v určených plodinách	Obmedzte používanie kritického prípravku
Optimalizujte oševné postupy	Voľte oševné postupy optimalizujúce zdravotný stav plodín	Zvážte pestovanie plodín s kolovými zväzkovými koreňmi Striedajte oziminy a jariny		
Prispôsobujte agrotechniku				Zvažujte narušovanie makropórov agrotechnickým zásahom
Pestujte medziplodiny	Vyberajte vhodné medziplodiny			
Optimalizujte odvodňovanie		Vyvarujte sa nadmerného odvodňovania		
Stavby na zadržiavanie vody				Stavby na zadržiavanie vody využívajte na zber drenážneho výtoku
Optimalizujte závlahové postupy	Vypočítajte potrebné množstvo vody	Zavlažovanie načasujte podľa vlhkosti pôdy		

Tab. 4: Príklad matice, ako spojiť opatrenia BMP s poľnou diagnostikou úrovni rizika

\*) Pri týchto opatreniach možno tiež zväziť uplatnenie opatrení uvedených pri opatreniach s nižšími hladinami rizika (pozri Obr. 15).

## 4. DRENÁŽNE OPATRENIA BMP (NÁSTROJE)

### 1. Prispôbte načasovanie aplikácie prípravkov

Načasovanie aplikácie prípravkov je dôležité, pretože vysoké koncentrácie prípravkov vo vytekajúcej drenážnej vode sa typicky namerajú pri prvých vyvolaných drenážnych udalostiach po aplikácii. Odvodňované polia vykazujú odlišné závlahové obdobie s viac-menej neprerušovaným drenážnym výtokom počas zimy a skorej jari. Toto je dôsledkom nižšej miery evapotranspirácie v tomto ročnom období, čo vedie k dolu nasmerovanému prúdeniu vody pôdou. Pre premenlivosť zrážok v priebehu roka sa začiatok a koniec obdobia drenážneho výtoku môžu na danom mieste medziročne posúvať o niekoľko týždňov. V prípade ornice bohatej na makropóry (napríklad popukanej ílovitej pôdy) môžu polia v jeseni a v lete, kedy intenzívne zrážky môžu vyvolať rýchlu perkoláciu vody z pôdy do drénov, vykazovať nejaké izolované drenážne udalosti.

### Čo treba vykonať

Kritické prípravky, t. j. prípravky v povodí známe ako vyskytujúce sa vo vode v neprijateľných koncentráciách po vyplavovaní cez drenáž, aplikujte mimo hlavného závlahového obdobia. Volte vhodnejšie prípravky a dlhšie časové okno medzi aplikáciami. Neaplikujte POR na pôdach s vlhkosťou v blízkosti bodu poľnej vodnej kapacity a pri predpovedi intenzívnych zrážok.

### Ako to treba vykonať

Dôkladne si preštudujte etiketu prípravku, ak sú stanovené požiadavky ohľadom sezónneho načasovania aplikácií alebo sú obmedzenia jeho použitia na odvodňovaných poliach. Skontrolujte tiež rady výrobcu pre prípravok v rámci popredajnej služby.

Pri kritických prípravkoch sa čo najviac vyvarujte postrekovania od neskorej jesene do neskorej jari (hlavné obdobie drenážneho výtoku), keď sú pôdy zamokrené. Pred postrekovaním sa ubezpečte, že z drenáže nevyteká voda.

Sledujte predpoveď počasia pre svoju oblasť; najkritickejšie zrážky sú tie, ktoré prvé nasledujú po aplikácii. Prípravky neaplikujte vtedy, keď sa v oblasti pre najbližších 48 hodín predpovedajú intenzívne zrážky (>20 mm).

Kontrolujte úrovně vlhkosti pôdy na poli, na ktorom zamýšľate postrekovať. Vyvarujte sa postrekovania na vlhkých pôdach (blízko poľnej a vodnej kapacity), iba ak by sa nepredpovedali nasledujúce dni bez zrážok.

### 2. Znížte zaťaženie množstvom účinnej látky na pole

#### a) Znižovanie aplikačných dávok prípravku (vrátane zmesových prípravkov)

Účinnosť prípravku závisí na príznačných vlastnostiach jeho účinnej látky, ale tiež na istom počte vonkajších činiteľov, napríklad podnebných podmienkach, technike aplikácie, pôdnom type, vlhkosti pôdy, plodine, odrode, cieľových škodcoch a ich vývojových štádiách. Na etikete prípravku uvedené aplikačné dávky musia po zvážení premenlivosti vonkajších činiteľov zaručiť jeho dobrú účinnosť. Zníženie aplikačnej dávky je niekedy možné bez straty účinnosti prípravku, ak sú vonkajšie činitele pre jeho účinnosť priaznivé. Pestovatelia môžu niekedy v praxi aplikačnú dávku prípravku znížiť; v takýchto prípadoch treba brať do úvahy zníženie jeho účinnosti, pretože vonkajšie činitele sa nie vždy dajú predpovedať. Podľa skúseností pestovateľa s používaním prípravkov na zabezpečenie výnosov plodín na každom jednom z jeho polí môže však zníženie aplikačnej dávky priniesť prijateľnú mieru rizika. Vlohy rastlín osobitne šľachtených na vyššiu odolnosť proti škodcom/húževnatosť proti nepriaznivým vplyvom, môžu byť činiteľom umožňujúcim znížiť intenzitu ochrany rastlín.

Predsa však by sa malo zvážiť, že znížené aplikačné dávky zvyšujú u škodcov riziko vytvorenia si odolnosti, a to v dôsledku zníženej účinnosti (t. j. mortality) po aplikácii. Zvýšená rezistencia škodcov môže spôsobiť potrebu nasledujúceho zvyšovania aplikačných dávok alebo výmeny prípravku, aby sa rezistencia prekonala. Zníženie aplikačných dávok by sa preto malo prediskutovať s poradcami a ak je možné, pozornosť by sa mala sústrediť na použitie zmesných prípravkov alebo tank-mix zmesí, spájajúcich rôzne mechanizmy účinku.

### Čo treba vykonať

Kedykoľvek je to možné, znižujte aplikačné dávky kritických prípravkov, t. j. prípravkov v povodí známych ako vyskytujúce sa vo vode v neprijateľných koncentráciách po vyplavovaní cez drenáž, aplikujte ich mimo hlavného závlahového obdobia.

KATEGÓRIA OPATRENIA	OPATRENIE
Znižujte zaťaženie množstvom látky na pole <sup>1</sup>	Vyvarujte sa postrekovaniu <b>v období drenážneho výtoku</b> a krátko pred očakávanými intenzívnymi zrážkami. <b>Zvážte možnosť alternatívneho ošetrovania.</b>
V povodí optimalizujte výber a rotáciu POR <sup>1</sup>	Znížte celkovú aplikačnú dávku na plochu. <b>Používajte zmesi prípravkov (rôzna účinné látky).</b> Použite delenú aplikáciu (rozložte zaťaženie POR). Používajte techniky sledovania prípravku (ručne, samočinnými snímačmi) a ošetrujte len postihnuté priestory (bodové ošetrovanie). Využívajte morenie.
Optimalizujte oševné postupy	Rozširujte oševný postup, aby znižovali zaťaženie špecifickým prípravkom. <b>V povodí v špecifických plodinách uplatňujte rotáciu prípravkov.</b> <b>Na zraniteľných poliach používanie prípravkov obmedzujte.</b>
Prispôsobujte agrotechniku <sup>1</sup>	Zvoľte oševné postupy optimalizujúce zdravotný stav plodín. - Striedajte oziminy a jariny. - Zvážte pestovanie plodín s kolovými a zväzkovými koreňmi.
Pestujte medziplotiny	<b>Ak drenážny výtok predstavuje na zraniteľných poliach problém, zvážte plytkú kultiváciu na rozrušenie pôdnych makropórov.</b>
Optimalizujte odvodňovanie	Vyberte medziplotinu, ktorá vhodne zapadne do oševného postupu: - dbajte o dobré založenie porastu medziplotiny; - o medziplotinu sa dobre starajte; - zabezpečte dobré znášanie sa medziplotiny s hlavnou plodinou.
Využívajte stavby na zadržiavanie vody <sup>1</sup>	Drenáž riadne naplánujte (držte sa usmernenia), aby ste predišli nadmernému odvodňovaniu.
Optimalizujte závlahové postupy	<b>Využívajte stavby na zadržiavanie zrážkovej vody (napr. rybníky, mokrade), aby ste zachytili, zriedili a rozptýlili vysoko koncentrované letné a jesenné pulzy drenážneho výtoku.</b>
	Vypočítajte potrebné závlahové objemy (vlahovú bilanciu). Sledujte vlhkosť pôdy, aby ste optimalizovali závlahový režim.

Tab. 5: Prehľad opatrení na zníženie strát POR únikom do povrchových vôd cez drenážne sústavy

<sup>1</sup> Niektoré opatrenia BMP (písané kurzívou) by sa mali uplatňovať ako odozva na zníženie neprijateľných koncentrácií kritických prípravkov.

### Ako to treba vykonať

Poradte sa s poradcom a/alebo s manažérmi popredajného servisu dotyčnej spoločnosti o minimálnych účinných aplikačných dávkach kritického prípravku. Ak je to možné, vyberte partnerov do zmesi, ktorá umožní zníženie aplikačnej dávky kritického prípravku bez narušenia jeho účinnosti alebo vývoja rezistencie. Ubezpečte sa, že znížená aplikačná dávka alebo zmes prípravkov je dostatočne účinná na vyriešenie problému s ochranou rastlín. Pred zmiešaním niekoľkých prípravkov ako tank-mix, odporúča sa skontrolovať odporúčania na etikete a požiadať o osobitnú radu, či sa daný prípravok môže zmiešavať a aké výsledky sa môžu očakávať.

### b) Znižovanie aplikačných dávok delenou aplikáciou

Pod delenou aplikáciou rozumieme postupnú aplikáciu rovnakých alebo rôznych prípravkov v príslušnom poradí. Takáto opakovaná aplikácia využíva zvýšenú citlivosť malých burín na herbicidy, napríklad prvé pučanie vzídených burín. Delená aplikácia znižuje koncentráciu prípravkov v ornici a na rastlinách priamo po aplikácii a rozdeľuje zaťaženie poľa účinnými látkami na dlhšie časové obdobie. Preto znižuje nebezpečenstvo vysokých koncentrácií prípravkov v drenážnom výtoku, a to najmä v prípadoch zrážkových udalostí nasledujúcich krátko po aplikácii prípravkov.

### Čo treba vykonať

Aplikačnú dávku kritických prípravkov rozdeľte do niekoľkých aplikácií, zvyčajne v polovičných dávkach, ktoré treba načasovať a stanoviť podľa požiadaviek uvedených na etikete.

### Ako to treba vykonať

Delená aplikácia si vyžaduje dobré sledovanie vývojových fáz škodcov s dobrými znalosťami účinku a vlastností špecifických prípravkov. Vyžaduje sa preto veľmi presné načasovanie aplikácie a v prípade potreby vyhľadajte pomoc agronóma.

### Obmedzenia

Nevýhodou delenej aplikácie je potreba vykonať ošetrovanie najmenej dvakrát, čo si vyžaduje dodatočné náklady a prejazdy po pôde, ktorá sa tým viac zhutňuje. Takéto zásahy sa v neskoršej jeseni a skoro na jar niekedy uskutočňujú ťažko, pretože po vlhkej pôde sa ťažko jazdí.

### c) Znižovanie celkovej aplikačnej dávky bodovou aplikáciou

V skutočnosti nie sú plodiny a ich škodcovia v poraste rozptýlené rovnomerne, ale v zhlukoch (riadky plodiny) alebo s premenlivou hustotou rozšírenia (ohniská výskytu škodcov). Prípravky sa bodovou aplikáciou nasmerujú do tých častí napadnutého porastu, kde sa ošetrovanie prípravkom vyžaduje. To znamená, že určité časti poľa ostanú neošetrené, čím sa znižuje celková dávka prípravku aplikovaná na pole. Možno tiež rozlišovať medzi pásovou aplikáciou (typicky nasmerovanou len pomedzi riadky plodiny) a aplikáciou roztrúsenou v priestore (podľa mapy a alebo snímačov).

Ďalšie technické možnosti môžu ponúknuť využitie digitálne podporovaného pestovania. V súčasnosti sa vyvíjajú technológie digitálne podporovaného pestovania s cieľom predpovedať, zabezpečiť a zvyšovať výnosy optimalizáciou ochrany rastlín prípravkami, a to cielenejšími, lepšie riadenými a účinnejšími ošetreniami. Rýchly vývoj týchto platforiem a aplikácií poskytne širšie možnosti riešenia problémov s ohrozením životného prostredia zmenšením nebezpečenstva vyplavovania prípravkov a ich strát cez drenáž a priesak tým sa aplikačné dávky zmenšia v priestore a čase.

Nástroje na podporu rozhodovania v spojení s modelmi mapujúcimi hrozbu infekcií a veľkosť infekčného tlaku môžu pomôcť pri optimalizácii použitia dávok prípravkov v ohniskách výskytu, a teda pri znižovaní celkového zaťaženia prípravkami. Ďalšou možnosťou vysoko účinného použitia prípravkov je cieleňé ničenie burín aplikáciou roztrúsenou v priestore založenou na automatickom rozlišovaní a mapovaní burín.

Mapovanie zraniteľnosti je ďalším sľubným prístupom k načrtnutiu nebezpečenstva vyplavovania drenážnym výtokom na základe ukazovateľov rizika, ako sú obsah organického uhlíka, textúr pôdy alebo vsakovacia kapacita pôdy. Takéto mapy môžu pestovateľom, poradcom a pracovníkom registrácie a kontroly prípravkov pomôcť pri určovaní vysoko rizikových priestorov a zameraní osobitných opatrení na zmiernenie nebezpečenstva vyplavovania prípravkov.

## Čo treba vykonať

### Pásová aplikácia

V porastoch ako jednoročných, tak aj viacročných plodín, pestovaných s dostatočne širokými medziriadkovými/medziradovými vzdialenosťami možno buriny ničiť špeciálnymi postrekovačmi. Konštrukcia postrekovača umožňuje, že postrek plodinu cez clonu nezasiahne (chemická plečka). Takýmito zariadeniami sa často aplikujú neselektívne herbicídy v sadoch a viniciach. Pásová aplikácia selektívnych, aj neselektívnych herbicídov sa však čoraz častejšie používa aj v širokoriadkových poľných plodinách, ako sú slnečnica alebo kukurica.

### Aplikácia roztrúsená v priestore

Jej cieľom je ošetriť len škodcami (burinami, hmyzom, hubami) zamorené priestory porastu. Takáto stratégia sa odporúča len v prípadoch, keď sa výskyt škodcov dá presne sledovať a postrekovačom následne cielene ošetriť, a to ručne alebo s pomocou samočinných snímačov.

### Ako to treba vykonať

Technológiu postrekovača treba prispôsobiť tak, aby sa umožnila pásová, medziriadková/medziradová aplikácia. Môže byť potrebné postranné clonenie, aby sa predišlo poškodeniu plodiny neselektívnym herbicídov. Vypočítané aplikované množstvo prípravku sa musí zväziť podľa skutočne ošetrenej plochy, aplikačnej dávky a objemu.

Kľúčovým je spoľahlivý systém sledovania snímačov, ktorý umožňuje určiť priestory, ktoré treba ošetriť. V prípade vykonaného sledovania zamorenia porastu škodcami (snímkovaním ručne, dronom alebo družicou) sa priestory určené na ošetrenia zanesú do digitálnej GPS mapy, ktorú moderný postrekovač využije pri cieleňom ošetrení. Zariadeniami využívajúcimi GPS mapy sa však veľmi ťažko účinne ničia rýchlo sa pohybujúce škodce (niektoré druhy hmyzu). Aplikácia s pomocou snímačov sa spolieha na on-line signály od snímačov umiestnených na aplikačnom zariadení, ktoré pri jazde zisťujú prítomnosť škodcov. Aplikčné technológie ničenia burín na základe snímačov už jestvujú, pre iné typy škodcov sú väčšinou ešte stále len v štádiu výskumu.

### Obmedzenia

Prispôbovanie sledovacích a aplikačných technológií si vyžaduje investície do mechanizácie a softwaru, ktoré sa u malých hospodárstiev alebo pri obmedzených aplikáciách ťažko zdôvodňuje.

### d) Znižovanie aplikačných dávok morením

Morenie osiva je z hľadiska znečisťovania životného prostredia najúčinnnejším spôsobom aplikácie prípravkov, pretože pred výsevom sa ošetruje len osivo. Celkové zaťaženie prípravkami je celkovo výrazne nižšie ako pri plošne používaných prípravkoch, ktoré sa opodstatňuje od prípadu k prípadu. Táto technológia je zameraná na škodce prenášané osivom, ako aj systémovú ochranu rastlín, t.j. úplnú listovú plochu. V posledne menovanom prípade sa používajú len systémové prípravky, ktoré sa po vyklíčení rastlín prenášajú do nadzemných častí rastlín.

### Čo treba vykonať

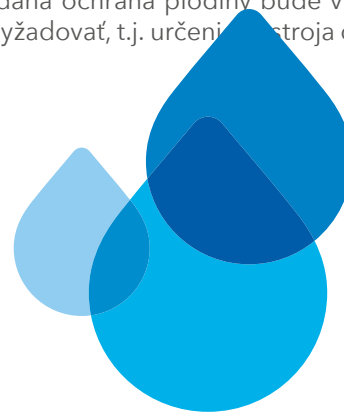
Používajte špecificky namorené osivá, čím sa znižuje vystavenie životného prostredia cielene aplikovanému prípravku, a používajte správne zariadenie, aby ste predchádzali unášaniu prachu moridla.

### Ako to treba vykonať

Osivá sa vo väčšine prípadov moria v špecializovaných podnikoch a pestovatelia nakupujú osivá už namorené, obalené požadovanými prípravkami. Pri sejbe zabezpečte predchádzanie vytváranu prachu, kupujte vysoko kvalitné osivá s nízkoprachovým obrusovaním a používajte vhodné technológie na nasmerovanie prachu zo sejačky smerom k zemi.

### Obmedzenia

Morenie spája výber osiva s výberom ochrany rastlín. Táto technológia by sa mala používať len pri vysokej miere pravdepodobnosti, že sa daná ochrana plodiny bude v danom vegetačnom období vyžadovať, t.j. určením stroja ochrany rastlín vopred.



### 3. Optimalizujte výber a rotáciu prípravkov

#### a) Zabezpečte rotáciu prípravkov na úrovni povodia

V rámci povodia všetky odvodňované polia môžu prispievať k znečisťovaniu vody v období drenážneho výtoku alebo vždy po udalostiach s vysokým úhrnom zrážok. Nálezy prípravkov v povrchových vodách sa často spájajú s používaním určitých prípravkov v povodí. Vhodným osevným postupom (napríklad v 3- až 4-ročných cykloch) uplatneným na poliach v povodí sa v porovnaní s monokultúrnym pestovaním alebo s osevným postupom s 2-ročným cyklom zníži celková výmera ošetrovaná jedným prípravkom, pretože prípravky na ochranu rastlín sú väčšinou osobitne určené proti určitým škodcom niektorých plodín; prieniky dostupných sortimentov herbicídov, napríklad do cukrovej repy, obilnín a kukurice nie sú veľmi veľké. Používanie prípravkov môže rotovať vtedy, keď je do určitej plodiny proti určitému škodcovi dostupných niekoľko prípravkov. Takouto praxou sa dlhodobo znižuje miera pravdepodobnosti vývoja odolnosti škodcov proti akémukoľvek špecifickému prípravku.

#### Čo treba vykonať

V oblastiach s problémom znečisťovania cez drenážny výtok sa odporúča zaviesť pestré osevné postupy menením termínov výsevu (jesenné/jarné), čím sa zabezpečí, že v ktorejkoľvek sezóne nebudú prevládať žiadne kritické POR (ohľadom viacerých informácií pozri tiež BMP pre osevné postupy). Ak v povodí prevláda jedna alebo dve dominantné plodiny, malo by tiež medzi všetkými pestovateľmi, ktorí tieto plodiny pestujú, rotovať aj použitie POR do týchto plodín.

#### Ako to treba vykonať

Aby sa dosiahol čo najdlhší vykonateľný osevný postup, v oblastiach s problematickým drenážnym výtokom s prípravkami by pestovateľ na základe agronomického a ekonomického hodnotenia mal optimalizovať osevný postup. Aby sa v povodí predišlo prívysokému podielu jednej plodiny, medzi pestovateľmi by sa na úrovni povodia malo dospieť k základnej dohode s cieľom zabezpečiť v ktoromkoľvek období primeranú rôznorodosť plodín. V prípade prevládania jednej alebo dvoch plodín v povodí, mala by sa potrebnou dohodou medzi pestovateľmi zaviesť do tejto plodiny rotácia POR tak, aby sa minimalizovali súbežné aplikácie akéhokoľvek prípravku. Prirodzene, základom výberu a aplikácie prípravkov do každej jednej plodiny proti každému jednému škodcovi sú odporúčania pre používanie uvedené na etiketách, čím sa zabezpečí ich biologická účinnosť a súlad so zákonnými požiadavkami.

#### Obmedzenia

Dosiahnutiu vysokej rôznorodosti plodín pestovaných v rámci povodia môžu brániť činitele hospodárske (napríklad umiestnenie úrody na trhu) a agronomické (napríklad dostupná mechanizácia), s ktorými sa treba zaoberať ako s prvými. Rotácii prípravkov v určitých plodinách niekedy bráni obmedzená dostupnosť účinných a povolených prípravkov pre určité kombinácie plodín a škodcov. Táto BMP si vyžaduje koordináciu na úrovni povodia vedenú orgánmi vodohospodárskej správy, dodávateľmi pitnej vody alebo poradcami, a to v spolupráci s pestovateľmi.



## **b) Na zraniteľných pozemkoch prípravky starostlivo vyberajte a obmedzujte ich používanie**

V obmedzenom počte povodí ani normálne dodržiavanie dobrej praxe v ochrane rastlín, ani všeobecná popredajná podpora pre prípravky nezabránia niektorým prípravkom v znečisťovaní povrchových vôd cez drenážny výtok, v prekročení zákonom stanovených hodnôt (t. j. normami pre kvalitu životného prostredia, EQS), ani hodnôt prijateľných pre miestnych dodávateľov pitnej vody (majúc na zreteli jestvujúce postupy pri čistení odpadových vôd). Údaje z monitoringu poskytnú správcom povodia informácie, ktoré prípravky za dnes zaužívané praxe vedú k neprijateľným koncentráciám v povrchových vodách. Okrem bodových zdrojov znečisťovania, ktorými sa treba zaoberať s najvyššou prioritou, k takýmto najhorším prípadom prichádza v dôsledku spojenia pôdných a podnebných črt povodia a pozemku s charakteristikami osudu prípravkov v životnom prostredí. Takéto situácie si vyžadujú osobitné požiadavky, aby sa zaistilo, že vodné útvary vyhovujú normám kvality.

- Miestne obmedzenia (dobrovoľné, alebo povinné) používania prípravkov v určitých zraniteľných priestoroch tam, kde sa obmedzenie používania nad údaj na etikete prípravku považuje za nevyhnutné a dostatočné na dodržanie noriem upravujúcich akosť povrchových vôd.
- Miestne nepoužívanie (dobrovoľné, alebo povinné) kritických prípravkov v určitých zraniteľných priestoroch tam, kde sa hrozba prekročenia medzných hodnôt stanovených pre čistú vodu považuje za veľkú.

Zraniteľnosť priestorov alebo polí z dôvodu znečistenia drenážnym výtokom sa dá zhruba určiť s pomocou diagnostického prehľadu rizík vyplývajúcich z drenáže (Obr. 14). Pre rozhodovanie sa nedá načrtnúť žiaden stanovený postup, ktoré miestne obmedzenia alebo požiadavky nepoužívať prípravky možno uplatniť, keďže toto závisí na každej jednej špecifickej situácii. Podľa doterajších skúseností predsa však možno nájsť riešenie zabezpečujúce, že prispôsobené použitie prípravku spojí potrebu čistej vody s produktivitou rastlinnej výroby.

Výrobca prípravku tiež poskytne popredajnú podporu pri prípravkoch s kritickými vlastnosťami účinných látok, napríklad pohyblivosťou alebo pretrvávaním v pôde, aby sa predišlo výstupu z drenážneho výtoku z ošetrovaných pozemkov. Radu možno nájsť na etikete prípravku alebo ju – podľa krajiny – používateľ môže dostať cez poradenský alebo distribučný systém. Pestovatelia a poradcovia by sa mali držať takých dobrovoľných odporúčaní popredajných služieb alebo sa o ďalších informáciách poradiť s úradnými poradcami v oblasti ochrany rastlín.

### **Čo treba vykonať**

V oblastiach, kde je problémom znečisťovanie povrchových vôd určitým prípravkom cez drenážny výtok, si vyhľadajte radu o používaní špecifického prípravku a riadte sa odporúčaniami a obmedzeniami pre zraniteľné priestory.

### **Ako to treba vykonať**

Podľa identifikovaných problematických prípravkov a príslušných zraniteľných priestorov by sa na týchto špecifických pozemkoch mali zavádzať obmedzenia používania kritických prípravkov. Z tohto hľadiska by sa mali dodržiavať úradné rady, napríklad od poľnohospodárskeho alebo vodohospodárskeho poradenského systému alebo v príslušnom prípade od popredajného servisu výrobcu. Predsa však sú základom výberu a aplikácie prípravkov do každej jednej plodiny odporúčania pre používanie uvedené na etiketách, ktorými sa zabezpečí ich biologická účinnosť a súlad so zákonnými požiadavkami.

### **Obmedzenia**

Obmedzenia používania, najmä rada o nepoužití určitého prípravku môže niekedy obmedziť účinnosť zvyšných alternatív ochrany rastlín pre danú plodinu. Aby ste sa v budúcnosti vyhli takýmto situáciám, na zraniteľných pozemkoch tiež zväzte zmeny v osevnom postupe.

#### 4. Optimalizujte oševné postupy

Oševný postup je agronomická prax, založená na následnom pestovaní rôznych plodín na rovnakom poli v priebehu rokov. Dôvodom tejto praxe je dosiahnuť agronomické, hospodárske a environmentálne výhody v porovnaní s nepretržitým pestovaním monokultúr. Hlavným cieľom oševného postupu je udržať úrodnosť pôdy a dobrý zdravotný stav rastlín.

Voľba oševného postupu je pre pestovateľa dôležitým pestovateľským rozhodnutím. Oševný postup rozhoduje o rozložení pracovného zaťaženia cez rok, krátkodobej a dlhodobej ziskovosti, potrebe mechanizácie, úrodnosti a štruktúre pôdy, agrotechnike, vytváraní organickej hmoty v pôde, tlaku škodcov a má aj dosah na environmentálne hľadiská, ako je pohyb vody v pôde a na úrovni krajiny. Pod oševným postupom sa všeobecne myslí postupné pestovanie rôznych plodín na poli; tento pojem sa však môže rozšíriť a možno ho chápať ako rôznorodosť plodín na rôznych poliach v krajine alebo v povodí; posledne menované chápanie je výsledkom uplatňovania rôznych oševných postupov na rôznych poliach.

Z hľadiska zmierňovania prenosu prípravkov do drenážnej sústavy, optimalizovaný oševný postup poskytuje nasledujúce výhody.



Obr. 16: Oševný postup znižuje prevládanie určitých plodín, čím sa zvyšuje pestosť používaných prípravkov

#### Podpora zadržiavania a rozkladu prípravkov v pôde

Väčšina biologickej činnosti v pôde prebieha v ornici, bo-hatej na organickú hmotu. Vysoký obsah organickej hmoty podporuje rozklad prípravkov v pôde a zvyšuje kapacitu ich adsorpcie. Obohatené pôdy s vysokým obsahom po-zberových zvyškov a zahrnutím medziplodín do oševného postupu prispievajú k zvýšenému obsahu organickej hmoty v pôde.

#### Znížte celkové používanie prípravkov využitím výhod IOR

Husto siate plodiny majú sklon k hromadeniu chorôb špe-cializovaných na jedného hostiteľa, monofágne živočíšne škodce a „sprievodné“ buriny. Preto ostáva dobrou praxou zväziť pestrý oševný postup taktiež z pohľadu zdravotného stavu rastlín. Toto nám pomôže lepšie zamerať používanie prípravkov. Rozhodovanie o oševných postupoch veľmi závisí na hospodárskych parametroch, ktoré často sám pestovateľ nemôže priamo ovplyvniť.

#### Čo treba vykonať

Zakladajte čo najrôznorodejšie oševné postupy, ktoré sa hodia pre Vaše pestovateľské systémy a hospodárske po-treby. Striedajte pestovanie ozimín a jarín, plodín s kolovými a zväzkovými koreňmi, teda napríklad obilniny a širokolisté plodiny. Strukoviny zaradené do oševného postupu môžu priniesť dodatočné výhody s ohľadom na obsah dusíka a biologickú činnosť v pôde. Vhodné oševné postupy veľmi závisia od miestnych pôdno-klimatických podmienok. Prí-kladom pestrého oševného postupu by mohli byť ozimná pšenica/jačmeň, nasledované kukuricou, sójou a hrachom/ cukrovou repou.

#### Ako to treba vykonať

Obsah organickej hmoty v pôde treba udržiavať pone-chávaním nadbytočného množstva pozberových zvyškov (koreňová sústava, zvyšky slamy, dodatočná medziplodina) na poli. Podľa výnosu pozberanej plodiny možno vypočítať množstvo organickej hmoty v pôde a zvyškov strniska, aby sa udržalo alebo zvýšilo množstvo organickej hmoty v ornici (nazrite do agronomických referenčných tabuliek). Počet plodín v oševnom postupe, ktoré sú hostiteľmi rovna-kých škodcov by sa mal čo najviac obmedziť, inak to povedie k vytvoreniu zásobárni škodcov, napríklad háďatiek alebo húb. Oševný postup tiež musí zobrať do úvahy hľadisko ničenia burín, pretože v jedných plodinách sa buriny ničia ľahšie ako v druhých. Poradte sa s miestnym poradcom o už overených oševných postupoch a ich známych prednostiach v boji proti škodcom.



## 5. Prispôsobujte agrotechniku

Ochranným obrábaním pôdy (s obmedzením orby alebo bezorbovým) sa znižuje povrchový odtok, erózia, a tým aj splach prípravkov týmito pochodmi. Avšak s ohľadom na drenážny výtok, súčasne poznatky naznačujú, že ochranné obrábanie pôdy na pôdach s jemnou textúrou môže viesť k vyššiemu vyplavovaniu prípravkov drenážnym výtokom a v nenarušených pôdnych profiloch k intenzívnejšiemu prenosu prípravkov makropórmami. V dôsledku vyššie uvedeného režim agrotechniky ovplyvňuje rýchlosť prenosu pôdneho roztoku, ako aj rozdelenie ich vyplavovania medzi povrchový odtok a drenážne sústavy.

Toto znamená, že vplyv obmedzeného alebo bezorbového obrábania pôdy na zmiernenie strát prípravkov splachom a cez odvodňovacie sústavy má protichodné účinky. Ak k povrchovému odtoku prichádza na odvodňovaných poliach, jeho zabránenie má prednosť pred zmierňovaním drenážneho výtok, pretože koncentrácie prípravkov a krátkodobé zaťaženie nimi sú typicky vyššie pri zrážkových udalostiach s povrchovým odtokom. Okrem toho má pre pestovateľov najvyššiu dôležitosť boj proti erózii. V dôsledku vyššie uvedeného by sa bezorbové obrábanie nemalo podporovať, iba ak:

- (I) **povrchový odtok nie je problémom (toto obmedzovanie má najvyššiu prioritu),**
- (II) **sa musí zmiernovať prenos prípravkov aplikovaných na tento pozemok makropórmami a drenážnym výtokom.**

(Položky 16 až 43 prehľadu literatúry.)



Obr. 17: Agrotechnická prax vplyva na pórovitosť pôdy (menej agrotechniky = menej narušená štruktúra pôdy)

## Čo treba vykonať

Ak aplikovaný prípravok v povodí spôsobuje problémy cez drenážny výtok, treba na zraniteľných, odvodňovaných poliach pred výsevom vykonať aspoň plytkú kultiváciu, ktorou sa obmedzí pôdny prenos prípravku cez makropóry. Toto sa týka len polí, kde sa na zmiernenie povrchového odtoku nevyžaduje ochranné obrábanie.

## Ako to treba vykonať

Ako prvý krok treba vykonať diagnostiku poľa z hľadiska povrchového odtoku, aby sa z tohto hľadiska vylúčila potreba ochranného obrábania. Ak jeden z aplikovaných prípravkov predstavuje v povodí problém z dôvodu úniku cez drenážny výtok a pole bolo z dôvodu jeho odvodnenia označené za vysoko rizikové (pozri diagnostický nástroj z hľadiska odvodnenia), potom sa bezorbové obrábanie neodporúča. Toto je osobitne dôležité tam, kde má pôda sklon k vytváraniu povrchových prasklín.

Okrem zmiernovania povrchového odtoku je obmedzené alebo bezorbové obrábanie pre úrodnosť pôdy výhodné, pretože sa ním v pôde uchováva organická hmota. Preto by sa o prechode na plytké obrábanie malo rozhodovať len vtedy, keď je o aplikácii problematických prípravkov na dotyčné polia známe, že prispievajú k neprijateľnému znečisťovaniu povrchových vôd.

## 6. Využívajte medziplodiny

Na medziplodiny možno nahliadať ako na neoddeliteľnú súčasť oševného postupu a musia zapadnúť medzi potreby hlavných plodín a systém obrábania. Na ornej pôde sa často pestujú po letnom alebo jesennom zbere oziminy a pred výsevom alebo výsadbou nasledujúcej jariny. V trvácich kultúrach, ako sú vinič alebo ovocné sady, sa často pestujú v medziradiach.

Medziplodiny poskytujú pestovateľovi a životnému prostrediu určité výhody.

- Obdobie úhorovania sa čo najviac obmedzí. Pôda sa chráni pred vystavením vplyvu poveternostných činiteľov (zrážky, slnečné žiarenie, vietor), čím sa zvyšuje stabilita pôdnych agregátov a obmedzuje erózia.
- Prispievajú k rovnovážnemu stavu pôdnej vlhkosti a svojím tienením chránia pôdu pre vysychaním.
- Zvyšujú obsah organickej hmoty v pôde a tým podporujú obsah živín (zelené hnojenie), zvyšujú kapacitu výmeny kationov a pôdnu vodnú kapacitu a vylepšujú štruktúru pôdy.

- Podporujú biologickú činnosť v pôde a môžu podporovať boj proti niektorým škodcom.
- Zvýšenou nasávacou a zadrživacou schopnosťou pôdy znižujú nebezpečenstvo prenosu živín a prípravkov do podzemných vôd alebo odvodňovacej sústavy.
- Podľa nákladov na zakladanie a obrábanie porastov medziplodín zvyšujú produktivitu hlavnej plodiny a možnú ziskovosť pestovania.

### Čo treba vykonať

Aby pestovatelia a životné prostredia z pestovania medziplodín ťažili, treba mať na zreteli štyri kľúčové hľadiská.

#### a) Medziplodina musí dobre „zapadnúť do partie“

Druhové zloženie medziplodinových miešaniek sa musí voliť tak, aby svojím zaradením do pestovateľského systému poskytlo požadovaný prospech. Základom medziplodinových miešaniek často tvoria druhy patriace do kapustovitých, strukovín, tráv alebo obilnín, prípadne zmesi týchto rastlinných druhov. Medziplodina sa musí do osevného postupu alebo k trvalému porastu dobre hodiť a termín výsevu treba zvoliť tak, aby zaistil jeho dobré založenie a čo najviac obmedzil záporné dosahy na hlavnú plodinu, napríklad konkurencia vo výžive.

#### b) Len dobre založené porasty medziplodín poskytujú svoje úplné výhody

Keďže základ medziplodinových miešaniek tvoria zmesi osív, je potrebné osobitne starostlivo zabezpečiť ich správny výsev. Medziplodiny možno vysievať do riadkov alebo na široko. Osobitosť postupov pri zakladaní porastov medziplodín závisí na výbere ich súčastí, type vybavenia a podmienkach toho, ktorého poľa.

#### c) O medziplodiny sa treba starať

Úplné využitie predností si vyžaduje ošetrovanie medziplodín, vrátane kosby alebo spásania, aplikácie hnojív alebo prípravkov, a to v závislosti na plodinách zastúpených v poraste medziplodiny.

#### d) Medziplodina by nemala mať rušivý vplyv na následnú hlavnú plodinu

Porast medziplodiny si pred založením jeho následnej plodiny často vyžaduje zničenie, čo možno dosiahnuť prirodzene zmrznutím cez zimu, desikáciou, spasením, podrvením alebo zapracovaním do pôdy. Toto má pre založenie následnej plodiny dôležité následky. Napríklad, na jar si zničenie porastu medziplodiny na ťažších pôdach často vyžaduje skoršie otvorenie porastu, takže pôda môže vyschnúť a zahriať sa, aby sa umožnilo dočvíľne založenie hlavnej plodiny.

Obr. 18: Hlavná plodina rastúca medzi zvyškami medziplodiny



## Ako to treba vykonať

Pred zaradením medziplodiny do osevného postupu alebo založením v trvalej plodine sa vždy treba poradiť s profesionálnym agronómom. Miestni agronómovia by mali vedieť poskytnúť osobitné rady o prispôbení medziplodín miestnym pôdno-klimatickým podmienkam zväzili pri tom aj pestovateľské systémy. Miestni dodávatelia osív tiež môžu poskytnúť osobitné rady, keďže všeobecné rady možno nájsť on-line (pozri položky 44 a 45 prehľadu literatúry).

Na ornej pôde sa medziplodiny budú vždy vysievať v lete alebo na jeseň, po zbere hlavných plodín (ako sú pšenica, jačmeň, repka) a budú sa pestovať až do výsevu alebo výsadby jarín (ako sú kukurica, slnečnica, pšenica, jačmeň a cukrová repa). Zložkami medziplodinových miešaniak môžu byť trávy, ako je ovos alebo mätonoh. Rýchlo sa zakladajú a plytko korenia, čo vedie k rýchlej transpirácii a podpore rozvoja granulárnej (hrudkovitej) a drobnohrudkovitej štruktúry na povrchu pôdy. Trávy sa v medziplodinových porastoch často dobre miešajú s druhmi vytvárajúcimi hlbšie koreňové sústavy, ktoré zlepšujú štruktúru hlbších vrstiev pôdy. Medzi ne patria kapustovité, ako je horčica alebo reďkev, tiež sem možno zahrnúť strukoviny, najmä tie, ktoré sú vhodné na jesenný výsev, čím sa tiež podporuje mikrobiálna činnosť v pôdach.

Po neskorom zbere jarín je však na založenie porastu medziplodín príliš neskoro. Jednou z možností je vysievať medziplodinu pod hlavnú plodinu. Napríklad, mätonoh a strukoviny možno vysievať do kukurice v štádiu 8 až 10 pravých listov, kedy je konkurencia s viac vyvinutou kukuricou už obmedzená.

V trvalých kultúrach sa, najmä v suchších podnebiach pokrytie povrchu častejšie vyžaduje na zabránenie povrchovému odtoku a erózii, ako úniku cez odvodňovacie sústavy. Na miestach skôr s prebytkom, ako nedostatkom vody sa k trvalým kultúram (sady a vinice) môžu dobre hodiť dätelino-trávové miešanky.

Keďže rastie záujem o pestovanie medziplodín, počet a dostupnosť možností osivových zmesí od dodávateľov osív rýchlo rastie. Zvýšenie využívania medziplodín je čiastočne poháňané skutočnosťou, že sú zahrnuté do oblastí so zvýšeným ekologickým významom SPP EÚ a môžu byť vhodnými pre zaistenie zvýšenej diverzifikácie plodín pestovaných na poliach.

Účinnosť medziplodín pri znižovaní vyplavovania dusičnanov je dobre dokumentovaná. Dvomi kľúčovými pochodmi, ktorými sa vysvetľuje znížené vyplavovanie dusíka, sú príjem dusíka medziplodinami a transpiráciou pôdnej vody rastlinami medziplodiny, keďže táto znižuje pôdnu vlhkosť a drenážny výtok. Prípravky v podstate podliehajú rovnakým pochodom, hoci účinnosť príjmu prípravkov je menej zrejماً ako účinnosť pri znižovaní vlhkosti pôdy. Navyše sa zvýšenou mikrobiálnou činnosťou v ornici všeobecne zvýši odbúravanie prípravkov a znižuje sa ich vyplavovanie z pôdy.

## Obmedzenia

Medziplodiny však tiež neprichádzajú bez obmedzení, takže je dôležité si to uvedomiť a treba ich prekonať, aby sa zabezpečilo, že ich využívanie prinesie pestovateľom čisté výhody.

Zvýšenie výnosov a ziskovosti následných hlavných plodín musia prevážiť nad nákladmi na výsev, ošetrovanie a spracovanie porastu medziplodiny, vrátane zľavnených nákladov z dôvodu akýchkoľvek dotácií.

Na založenie a pestovanie porastu medziplodín nemusí byť dostupná pracovná sila, najmä z dôvodu jej obmedzenosti v čase výsevu; s týmto sa musia vysporiadať požiadavky na riadenie hospodárstva.

Medziplodiny všeobecne zvyšujú transpiráciu z pôdy, čo znamená potrebu kritického prehodnotenia ich využívania v oblastiach trpiacich nedostatkom vody, najmä ak pôdu pred výsevom následnej hlavnej plodiny môžu príliš vysušiť. Riešením môže byť skoršie spracovanie porastu medziplodiny pred výsevom plodiny hlavnej.

Vo vlhších oblastiach môže v jarnom období časová blízkosť prítomnosti porastu medziplodiny k výsevu hlavnej plodiny spôsobiť prílišnú vlhkosť, nedostatočné zohriatie ornice, a teda aj oneskorené vzhádzanie následnej hlavnej plodiny. V týchto prípadoch možno tiež treba zväziť spracovanie porastu medziplodiny.

Rezíduá prípravkov aplikovaných na medziplodinu tiež môžu byť problémom pre zdravotný stav následnej hlavnej plodiny, napríklad zvýšenie tlaku hubových chorôb a slizniakov. Na druhej strane, dobre zvolená medziplodina môže potlačiť výskyt burín, hľadatiek a iných chorôb a škodcov.

	<b>KAPUSTOVITÉ</b>	<b>STRUKOVINY</b>	<b>TRÁVY A OBILNINY</b>
<b>PRÍKLADY DRUHOV</b>	<b>horčica, red'kev, vodnica</b>	<b>vika, ďatelina</b>	<b>ovos, raž, mätonoh</b>
<b>PREDNOSTI</b>	Kapustovité môžu v jeseni rýchlo vyrásť. Agronómia kapustovitých je, vzhľadom na skúsenosti s pestovaním repky, dobre zvládnutá a systémy zakladania ich porastov vyhovujú mechanizácii.	Strukoviny viažu dusík, z ktorého majú úžitok následné plodiny, a zvyšujú úrodnosť pôdy. Množstvo viazaného dusíka závisí na druhu, raste a teplote; po ozimnej medziplodine však bude nízke.	Obilniny a trávy môžu skoro poskytnúť dobré pokrytie pôdy, čo je dôležité pri probléme erózie, ako aj poskytnúť iné výhody, vrátane intenzívneho zakoreňovania.
<b>CHARAKTERISTIKY</b>	Keďže jestvuje mnoho typov a spôsobov rastu, ozimné kapustovité často poskytujú dobré pokrytie pôdy a hlboko korenia. Týmto sa môže zmierniť nebezpečenstvo vyplavovania zlepšuje sa štruktúra pôdy. Niektoré slúžia ako provokačné plodiny a vykazujú biofumigačnú činnosť.	Navyše k viazaniu dusíka, korene strukovín ako u väčšiny medziplodín zlepšujú štruktúru pôdy. Ich zakoreňovanie sa mení podľa druhu, poľných podmienok a dĺžke trvania porastu medziplodiny.	Pri jesennom výseve sa porasty týchto druhov rýchlo zakladajú a niektoré typy poskytujú širší výber termínov výsevu ako kapustovité alebo strukoviny.
<b>VÝSEV</b>	Často sa vysievajú v neskorom lete alebo v skoréj jeseni, podobne ako ozimná repka. Poľné podmienky a rozmanitosť by mali určovať osobitné termíny výsevu.	Strukoviny rastú pomalšie ako kapustovité a, v prípade jesenného využitia, si často vyžadujú skorší výsev (koncom júla až začiatkom augusta), ktorý im pomôže vyrásť a podporuje viazanie dusíka.	Termíny výsevu sa líšia a kolíšu medzi júlom a septembrom.
<b>NA ZVÁŽENIE</b>	Dobré jesenné založenie porastu je pre maximalizáciu rastu kritické, najmä tam, kde sú kľúčovými cieľmi štruktúra pôdy a zadržiavanie dusíka. Myslite na možné chyby pri oševnom postupe, napríklad na nádorovitost koreňov kapustovitých tam, kde sa po sebe pestujú kapustovité zeleniny a repka olejná.	Zvážte založenie porastu drobnosemenných strukovín, použitých samostatne alebo v zmesi. Jestvujú tiež možné chyby pri oševnom postupe, najmä tam, kde sa rôzne strukoviny pestujú po sebe.	Ošetrovanie porastov je podobné ošetrovaniu ozimných obilnín a tráv. Môžu slúžiť ako zelený most pre škodce obilnín.

Tab. 6: Posudzovanie výberu medziplodín (Položka 44 zoznamu literatúry)

## 7. Optimalizujte odvodňovanie

V pôdach, kde rast plodiny a prejazdnosť poľa sú nepriaznivo ovplyvnené nadmerným množstvom vody v pôdnom profile, môže byť podpovrchová drenáž zásadným nástrojom na udržanie a podporu produktivity pôdy. Podpovrchové drény sa môžu vyžadovať tam, kde málo priepustné a nepriepustné vrstvy ornice prekážajú zvislému prenosu nadmerného množstva vody z povrchu alebo v situáciách, ako sú údolia riek, kde je v pôdnom profile často prítomná vysoká hladina podzemnej vody. Podpovrchové drény môžu účinne znižovať nasýtenie pôdy vodou, čím sa výhodne môže znižovať nebezpečenstvo povrchového odtoku. Zatiaľ čo podpovrchové odvodňovacie drény sú pre pestovanie na pôde dôležité, malo by sa predchádzať „preodvodňovaniu“ (t.j. intenzívnejšie odvodňovanie, ako sa pre pestovanie plodín žiada), pretože môže zvýšiť prenos prípravkov do povrchových vôd a vysušenie koreňovej zóny.

Na niektorých ílovitých a na hlinu bohatých pôdach, kde je priepustnosť osobitne nízka, je nevyhnutné druhotné odvodňovanie v určitých intervaloch (napríklad každých 4 až 6 rokov). Rozrývanie podorničia zahŕňa ťahanie radličky podryváka pôdou, aby sa pretriasla štruktúra a vytvára sa sieť trhlín. Pri krtkovaní sa oceľové torpédo pretláča podornicou, aby sa vytvorili kanály a založila sa dodatočná odvodňovacia sústava. Druhotná drenáž sa vykonáva v smere kolmom na prvotné odvodňovacie zariadenia, čím sa uľahčuje prenos vody do odvodňovacej sústavy. Týmto sa predsa však môže zvýšiť prenos prípravkov, najmä v období skoro po vykonaní týchto zásahov.

## Čo treba vykonať

Odvodňovacia sústava (prvotná aj druhotná) poľa by sa mala navrhovať tak, aby odstraňovala len minimálne množstvo pôdnej vody s cieľom zaistiť, aby sa agrotechnické zásahy vykonávali podľa potreby a aby sa vytvorili vhodné podmienky pre rast plodín.

## Ako to treba vykonať

Pri inštalácii novej odvodňovacej sústavy vyhľadajte odbornú pomoc meliorátora, aby sa zabezpečili vhodná hĺbka a rozstupy trubiek podľa charakteristík pôdy a miesta. Obráťte sa na národné usmernenie o dizajne melioračných sústav alebo na usmernenia FAO (položka 46 prehľadu literatúry).

Drény by nemali ležať plytšie, ani bližšie k sebe, ako je potrebné na zabezpečenie účinného zvládnutia pôdnej vody na poli.

Keď sa požaduje druhotná drenáž, pokúste sa čo najviac predĺžiť obdobie medzi podrytím podorničia alebo krtkovaním, pretože kratšie intervaly zvýšia zraniteľnosť pôdy voči rýchlemu prenosu prípravku.

Bezprostredne po založení druhotnej odvodňovacej sústavy sa pokúste vyhnúť vysoko rizikovým kombináciám plodina/prípravok. Ak si, napríklad, plodina v oševnom postupe vyžiada použitie prípravkov s vysokým rizikom prenosu do vôd, pokúste sa zabezpečiť jej nepestovanie bezprostredne po založení druhotnej odvodňovacej sústavy.

## Obmedzenia

Projekt drenáže pre poľa možno prispôbiť/zmeniť len pri založení novej odvodňovacej sústavy alebo keď stará je už nefunkčná a musí sa nahradiť. Čo sa týka sústavy druhotnej odvodňovacej sústavy, k tomu môže prísť každých najmenej 5 rokov, zatiaľ čo pri hlbšie uložených trubkových drénov je toto potrebné len po desaťročiach.

## 8. Využívajte štruktúry zadržávajúce vodu

Také štruktúry na zadržiavanie vody, ako sú umelé mokrade, sa zvyčajne zakladajú v povodí s cieľom chrániť ľudské stavby nachádzajúce sa v smere toku pod nimi pred záplavovou vodou a/alebo vodné útvary pred vstupom cudzorodých látok cez splach. Jestvujúce vodu zadržávajúce štruktúry v krajine možno využiť na zadržiavanie drenážneho výtoku. Takéto štruktúry na zadržiavanie vody slúžia na špecifické účely a vodu zvyčajne neobsahujú celoročne, ale len po zaplavení povrchovým odtokom alebo drenážnou udalosťou. Ich prvotnou úlohou je:

- i. **zadržiavať, odparovať a nasakovať vodu z povrchového odtoku alebo drenážneho výtoku,**
- ii. **uľahčovať rozptyľovanie živín a prípravkov z vodnej fázy, a**
- iii. **zadržiavať akékoľvek erodované usadeniny (menej v prípade, že zdrojom je drenážna voda).**

V porovnaní so zadržiavaním povrchového odtoku bude zmiernovanie drenážneho odtoku cez vegetačné retenčné štruktúry menej účinné, pretože viac vody (za sezónu typicky viac ako 100 mm z prispievajúcej plochy) s nižšou koncentráciou prípravkov dosahuje štruktúru počas jesene a v zime (obdobie drenážneho odtoku). Na zmiernovanie drenážneho odtoku sú retenčné štruktúry preto opatrením vhodnejším pre zraniteľné časti povodí alebo polia, spôsobujúce sporadické a/alebo menšie drenážne odtoky udalosti (napríklad začiatkom jesene, jari a leta), ktoré by sa potom mohli do vyššej miery zadržať (zmierniť). Typicky by sa jestvujúce retenčné systémy pre zmiernovanie povrchového odtoku v povodí tiež využili na zadržiavanie drenážneho odtoku. Osobitné budovanie mokradí určených výlučne na zmiernovanie drenážneho odtoku môže často spôsobiť neprimerané náklady v porovnaní s účinnosťou tohto zmiernovania.

Umelé mokrade často pripomínajú dočasne zaplavené vodné útvary budované tak, aby maximalizovali cestu vody v nich (napríklad štruktúrami spôsobujúcimi meandrovanie malých prúdov vody) a sú tiež regulované haťami na svojom výtoku. Vo veci retenčných sústav pozri príslušné BMP v brožúre TOPPS o povrchovom odtoku (položka 1 zoznamu literatúry). Prírodné mokrade v povodí môžu byť tiež vhodné na

zadržiavania drenážnej vody a mali by sa preto udržiavať a využívať. Pretože sa tieto mokrade niekedy klasifikujú ako „chránené oblasti prírody“ ich používanie na zmiernovanie drenážneho výtoku by sa malo spolu s príslušnými orgánmi ujasniť. Takýmto prirodzenými mokradami môžu byť brehové lúky alebo lesy, ktoré sú pravidelne zaplavované.

### Čo treba vykonať

V jestvujúcich retenčných štruktúrach v krajine zadržávajúce drenážny výtok zo zraniteľných oblastí prispievajúci k znečisťovaniu povrchových vôd. Nové budovanie záchytnej nádrže alebo umelej mokrade zvyčajne navrhuje správca povodia alebo miestne orgány na zlepšenie alebo udržanie dobrej akosti vody v povodí, napríklad zmenšenie vstupov usadenín a živín do tokov. Aby sa určili vhodné lokality povodia (s pokrytím väčšiny vysoko rizikových pozemkov) a pre každú z nich určil nevyhnutne potrebný zadržiavací objem je, podľa podnebných a s nimi spojených podmienok prúdenia v napojených oblastiach, nevyhnutné vykonať dôkladnú diagnostiku. Pretože takéto štruktúry možno zadržávajú drenážnu vodu (a povrchový odtok) z niekoľkých polí niekoľkých majiteľov, pri organizovaní budovania a údržby zadržávacích štruktúr sa vyžaduje spoločný riadiaci prístup.

### Ako to treba vykonať

Retenčná štruktúra by, v závislosti na podnebných podmienkach a na veľkosti do nej odvodňovanej prispievajúcej oblasti, mala byť dostatočne veľkou na zachytenie drenážnej vody z definovanej „tokovej udalosti“ (napríklad 2 až 5 mm drenážnej vody z napojených polí). V prípade, že je dostupný dostatok pôdy, veľkosť vegetačných retenčných štruktúr by sa mala riadiť tak, aby pokryli plochu predstavujúcu do 1 až 2 % prispievajúcej rozlohy povodia. Na rozdiel od povrchového odtoku však nemožno očakávať, že retenčné štruktúry zachytia a zadržia väčšiu časť prichádzajúcej vody, pretože obdobie drenážneho výtoku sa môže pretiahnuť na mesiace (od neskorej jesene do jari) a výsledkom môže byť viac ako 100 mm viac či menej nepretržitého prúdu vody. Čas prítomnosti a cestu prúdu prúdenia vody zadržanej v štruktúre možno optimalizovať využitím, napríklad haťí alebo prekážok v rámci samotnej štruktúry.

Štruktúry na zadržiavanie vody sa budujú na miestnej pôde

a podloží. Aby sa zabezpečilo nie príliš rýchle vsakovanie (a tým aj rýchla infiltrácia živín a prípravkov do plytko sa nachádzajúcej podzemnej vody), musia sa brehy a dno zadrživacej štruktúry vystlať vrstvou materiálom z ornice; ak je to možné, ílom alebo pôdou s jemnou textúrou, pochádzajúcou z výkopu.

Brehy, ako aj dno štruktúry by mali byť trvale zarastené, aby sa zabezpečila stabilita brehov a aby sa spomalilo prúdenie vody štruktúrou, čím sa podporí odstraňovanie živín, prípravkov a suspendovaných pôdnych častí z vodnej fázy. Hustá vegetácia v zadrživacej štruktúre, pružne reaguje na pravidelné zaplavovanie a anaeróbne podmienky koreňovej zóny, je dôležitá pre účinné odstraňovanie živín, prípravkov a suspendovaných pôdnych častí z vodnej fázy. Typy druhov, prichádzajúcich do úvahy (napríklad trstiny, tráva a podobne) pri zakladaní mohutnej a pružne reagujúcej vegetácie, možno vybrať s podporou miestnych orgánov štátnej správy životného prostredia alebo organizácií ochrany prírody. Retenčné štruktúry si časom vyvinú istý druh prirodzenej vegetácie, ktorú treba udržiavať vo vhodnom stave s cieľom optimálneho odstraňovania látok, spomaľovania vody a pravidelného odstraňovania usadenín. Podľa súčasných skúseností zo zadrživania búrkových vôd a nádrží na čistenie splaškových vôd, uprednostňovanou je trávno-trstinová vegetácia.

Môže byť nevyhnutné pravidelne odstraňovať pôdne usadeniny (napríklad raz ročne alebo viac ako 20 % naplneného zadrživacej kapacity), pretože nahromadené usadeniny znižujú zadrživanie vody a vsakovaciu schopnosť zadrživacej štruktúry. Odstránené usadeniny budú pozostávať z erodovaných pôdnych častí a organickej hmoty, s citlivou možnosťou ich rozhodnutia na príslušné polia.

Retenčné štruktúry a umelé mokrade umiestňujte a využívajte v kritických bodoch povodia, kde sa drenážna voda ľahko zachycuje a zadrživa. Kapacitu retenčných štruktúr prispôbte vopred určenému objemu drenážnej vody:

- Kapacita: Plánujte ju na požitie najmenej 2 až 5 mm drenážneho výtoku z prispievajúceho povodia.
- Podľa zraniteľnosti odvodňovaných oblastí a s nimi spojených problémov s prenosom živín/prípravkov, môže byť potrebné mokrade plánovať na požitie väčších objemov (viac ako 5 mm).
- Hĺbka vody: V rozsahu 0,2 až 1 m s priemerným vodným stĺpcom 0,5 m pri zaplavení (nastaviť s pomocou hate na výtok z nádrže alebo mokrade). Brehy by nemali byť veľmi strmé, aby sa drobným živočíchom umožnil únik.
- Dĺžka: Ak je to možné, dĺžku cesty (t. j. dobu zadrživania) urobte čo najväčšiu vybudovaním meandrujúcej cesty v rámci štruktúry, s využitím prekážok/hrádzok spomaľujúcich prúdenie stekajúcej vody.
- Zadrživaciu štruktúru osejte miestnymi druhmi, neinváznymi s prispôbenými nepravidelnému zaplavovaniu (napríklad *Typha latifolia*, *Sparganium erectum*, *Carex* spp.).

Celkovo si budovanie účinných retenčných štruktúr vyžaduje odborné vedomosti. Ohľadom ďalších podrobností sa obráťte na miestnych poradcov a úrady v oblasti ochrany životného prostredia a preštudujte si odborné príručky, ako napríklad odborné usmernenie „Zmierňovanie znečistenia poľnohospodárskymi prípravkami z nevodných zdrojov znečistenia a biologické čistenie s pomocou umelých mokradových ekosystémov“, vydanú v rámci projektu EU Life Artwet (LIFE 06 ENV/F/000133).



Obr. 19: Umelá mokrad' na zachytávanie drenážneho výtoku v krajine



Obr. 20: Vegetačná priekopa na zachytávanie drenážneho výtoku

### Účinnosť zmierňovania

Hydrofóbnejšie prípravky sa vo vegetačných retenčných štruktúrach všeobecne lepšie zadržiavajú, pretože sa lepšie viažu ako na pôdne častice (suspendované v pôdnom roztoku alebo v dnových sedimentoch), tak aj na rastlinný materiál. Polárnejšie prípravky sa však často považujú za „problémové“ v povodiach využívaných na výrobu pitnej vody, pretože tieto látky sa pri sorpčnom spôsobe úpravy vody (napríklad aktívnym uhlím) ľahko odstraňovať nedajú. Účinnosť odstraňovania polárnych až mierne polárnych zlúčenín vo vegetačných retenčných štruktúrach sa odhaduje byť nízka (typicky sa pohybuje medzi 20 a 70 %), zatiaľ čo pri silno pohlcovaných zlúčeninách môže dosiahnuť hodnoty 90 až 100 %.

### Obmedzenia

Nevyhnutnou podmienkou pre toto opatrenie je jestvujúca retenčná štruktúra alebo priestor a pre zavedenie tohto opatrenia môže byť prekážkou. Vegetačná retenčná štruktúra je antropogénnym, infraštruktúrnym krajinným prvkom, vybudovaným na zadržiavanie a čistenie vody z drenáže (a z povrchového odtoku) od usadenín, živín a prípravkov. Preto by sa v spolupráci s miestnymi orgánmi ochrany životného prostredia mal vopred preštudovať rozsah úpravy akejkoľvek legislatívy na ochranu ekosystémov a biotopov, ktorá by prípadne mohla zasahovať do funkčnosti retenčných štruktúr. Treba zabezpečiť zachovanie pôvodného účelu štruktúry aj vtedy, keď sa v nej vyskytnú chránené druhy, pretože jej cieľom je skôr poskytovať širšiu ochranu vody, ako založiť ochranu si vyžadujúci ekosystém.

### 9. Optimalizujte závlahové postupy

Zavlažované polia prispievajú výstupu prípravkov drenážnym výtokom v povodí vtedy, ak zavlažovanie presahuje vlahové požiadavky plodiny a poľnú vodnú kapacitu pôdy. Na odvodňovaných poliach sa typicky môže využívať závlaha postrekom alebo kvapková závlaha, pričom posledne menovaná technológia je pri normálnom využívaní účinnejšia. Kvapková závlaha sa, vzhľadom na vysoké investície do jej vybudovania, väčšinou využíva vo vysoko cenených plodinách.



### Čo treba vykonať

Aby sa minimalizovalo vyplavovanie vody do odvodňovacích sústav, kľúčovým je správne zavlažovanie, ktoré berie na zreteľ obsah vody v pôde, poľnú vodnú kapacitu pôdy a vlahové požiadavky plodiny vo vzťahu k skutočnej evapotranspirácii.


### Ako to treba vykonať

Východiskovým bodom je denné sledovanie pôdnej vlhkosti a evapotranspirácie v spojení s predpovedaným množstvom zrážok. Na základe uvedených údajov možno vypočítať vlahové požiadavky plodiny, zvýšnú pôdnu vodu a nevyhnutné

množstvo závlahovej vody. Komerčne sú dostupné hotové nástroje na riadenie zavlažovania, ako aj rozhodovací systém na báze informačných technológií. V priebehu zavlažovacieho obdobia by sa mal pravidelne kontrolovať drenážny výtok, aby sa zabezpečilo, že sa v pôde nespustia umelé drenážne udalosti.



Obr. 21: Optimalizované zavlažovacie postupy



## DOBRÁ PRAX V OCHRANE RASTLÍN NA ZNÍŽENIE VYPLAVOVANIA PRÍPRAVKOV

### 1. KLÚČOVÉ ČINITELE PRI VYPLAVOVANÍ PRÍPRAVKOV

V súvislostiach týchto odporúčaní sa vyplavovanie definuje ako gravitačný prenos látok pôdnou vodou do podzemnej vody. V poľnohospodárstve sú možnými znečisťujúcimi látkami najmä dusičnany a niektoré prípravky.

Všeobecne povedané, k doplneniu zásob väčšiny podzemnej vody dochádza cez zimu a skoro na jar, keď je nízka evapotranspirácia z pôdy a rastlín, čoho výsledkom je pohyb vody cez pôdny profil smerom nadol. Sezónny priebeh dynamiky pôdnej vody je osobitne významný pri väčšine pohyblivých prípravkov, ktorých používanie by sa podľa niektorých scenárov malo obmedzovať na jesenné obdobie.

Vyplavovane prebieha výraznejšie a rýchlejšie v piesočnatých pôdach, ktoré majú nízku poľnú vodnú kapacitu a vysokú priepustnosť. Naproti tomu je pohyb vody v ťažších pôdach (napríklad v ílovitých pôdach) typicky veľmi pomalý. Na povrchu ílovitých a niektorých hlinitých pôd sa však (podľa typu a obsahu ílovitých a prachových častíc) môžu v obdobiach sucha otvárať pukliny, ktoré uľahčujú rýchle preferenčné prúdenie vody do hlbších vrstiev pôdy.

#### Kľúčové činitele vplývajúce na pochody vyplavovania

Kľúčové parametre, ktoré vplývajú na vyplavovací potenciál účinných látok, sa popisujú vo všeobecnom úvode a podáva ich krátky súhrn. Dôležité sú tri hlavné hľadiská:

#### a) Vlastnosti prípravku (jeho účinnej látky)

- pretrvávajúce v pôde
- pohyblivosť v pôde (sorpčný koeficient KOC)

#### b) Podnebné podmienky

- priemerná teplota pôdy po aplikácii
- priemerná vlhkosť pôdy po aplikácii (priebeh zrážok)
- miera ročného dopĺňania zásob podzemnej vody

#### c) Vlastnosti pôdy

- textúra pôdy
- štruktúra pôdy (tvorba agregátov, makropóry)
- biologická činnosť v pôde (obsah organickej hmoty, miera prevzdušnenia)
- sorpčná kapacita pôdy (prítomnosť ílovitého podielu a organickej hmoty ako kľúčových zložiek pôdy)

Je teda dôležité pripomenúť, že vyplavovanie prípravkov ovplyvňujú mnohé činitele a ich zložité vzájomné pôsobenie, čo sťažuje presné stanovenie vyplavovacieho potenciálu prípravkov. V týchto súvislostiach a nezávisle od vlastností účinnej látky odporúčame zamerať sa na kľúčové činitele ovplyvňujúce relatívne riziko vyplavovania prípravkov vyjadrené v termínoch pôdnych a podnebných podmienok, ako to načrtáva Oddiel IV.2, menovite:

- (I) hĺbka hladiny podzemnej vody,
- (II) štruktúra pôda, vrátane účinkov jej obrábania na ňu,
- (III) špeciálne typy pôdy, a
- (IV) poľná vodná kapacita ovplyvnená textúrou pôdy.

## 2. DIAGNÓZA RIZIKA

Pred výberom BMP na zvládnutie vyplavovania prípravkov sa odporúča vykonať diagnózu na úrovni povodia a poľa. Bol vypracovaný prehľad na identifikáciu rozsahu scenárov drenáže v poli a s nimi spojených možných nebezpečenstiev strát prípravkov z polí do podzemných vôd. Prehľad bol vypracovaný na zmenšenie zložitosti celej identifikácie scenárov a s nimi spojených nebezpečenstiev použitím radu spoločných kritérií, ktoré sa uplatňujú v Európe a všeobecne pre prípravky. Po vykonaní diagnózy jestvujúcej situácie sa odhadne miera s ňou spojeného rizika. Ako nasledujúci krok bude potrebné vybrať primerané zmierňovacie opatrenia. Navyše treba mať na zreteli miestne podnebné podmienky (napríklad rozdelenie zrážok, priebeh teplôt).

Táto koncepcia BMP na predchádzanie neprijateľnému vyplavovaniu prípravkov si vyžaduje diagnózu rizika a nasledujúci výber primeraných opatrení BMP.

BMP = diagnóza rizika + výber opatrení BMP (nástroje)

**Obr. 22: Prehľad diagnózy zraniteľnosti pre potenciál vyplavovania prípravkov v poľných podmienkach**

Podzemná voda sa nachádza plytko <sup>1</sup> .	Objavujú sa veľké trhliny/makropóry <sup>2</sup> .		veľké riziko
	Po väčšinu rokov sa veľké trhliny/makropóry neobjavujú.	výsev len pri bezorbovom obrábaní	veľké riziko
		PVK <sup>3</sup> <150 mm	veľké riziko
		PVK = 150-230 mm	stredné riziko
		PVK > 230 mm	malé riziko
		rašelinová pôda	malé riziko
Plytko sa nenachádza žiadna podzemná voda.	plytká pôda na rozdrobenej skale		veľké riziko
	iná pôda	výsev len pri bezorbovom obrábaní	stredné riziko
		PVK <150 mm	stredné riziko
		PVK >150 mm	malé riziko

<sup>1</sup> Podzemná voda sa v niektorých obdobiach roka nachádza ≤1 m pod povrchom pôdy.

<sup>2</sup> Na povrchu pôdy sa objavujú trhliny/makropóry široké ≥1 cm.

<sup>3</sup> Poľná vodná kapacita (vo vrchných 100 cm pôdneho profilu alebo nad úrovňou hladiny podzemnej vody, podľa toho, ktoré z nich je plytšie); PVK sa na miestnej úrovni musí prispôbiť

podnebným podmienkam, napríklad vo Francúzsku 120 mm.

<sup>4</sup> Rašelinová pôda: pôda s obsahom ≥30 % organickej hmoty v ornici.

<sup>5</sup> Pôdy s orným profilom hĺbky <30 cm: normálne iba orníkový horizont prekrývajúci rozdrobenú skalu (napríklad rendziny v krasových oblastiach)

### Ako vyššie uvedený prehľad používať

Prehľad sa používa zľava doprava, voľbou príslušnej kategórie v každom jednom stĺpci a postupujúc po krokoch až do určenia kategórie rizika pre každé jedno pole.

Za prvé, treba rozhodnúť o hĺbke hladiny podzemnej vody, či je táto  $\leq 1$  m hlboko (plytko sa nachádzajúca podzemná voda), alebo je hlbšie (nie plytko sa nachádzajúca podzemná voda).

Za druhé, v prípade plytko sa nachádzajúcej podzemnej vody je treba rozhodnúť o prítomnosti makropórov. Pri hlbšie sa nachádzajúcej podzemnej vode sa vysokorizikové pôdy identifikujú ako pôdy s plytkým ornícovým horizontom ležiacim na rozdrobenej skale.

Za tretie, je treba rozhodnúť podľa pôdnej vodnej kapacity pôdy, režime jej obrábania pri sejbe a existencii rašelinovej ornice.

Popri týchto činiteľoch budú absolútnu zraniteľnosť pôdy voči vyplavovaniu prípravkov ovplyvňovať miestne podnebné podmienky (rozdelenie zrážok, priebeh teplôt).

Celkovo sa riziko vyplavovania prípravkov môže zmenšiť zavedením BMP a tieto by sa mali zavádzať najmä v zraniteľných oblastiach, kde pôdne a podnebné podmienky a agrotechnická prax podporujú prenos vody do podzemných

vôd. Prekračovanie prahových hodnôt obsahu prípravkov v podzemnej vode môže viesť k dlhodobému obmedzovaniu alebo zákazu používania príslušných prípravkov orgánmi ochrany životného prostredia alebo povoľovania prípravkov. Koncentrácie prípravkov v podzemnej vode sa udržiavajú dlhšie ako v povrchovej vode (nízka mikrobiálna činnosť, neprítomnosť slnečného žiarenia, pomalý pohyb vody) a môžu teda v povodí spôsobiť stredno - až dlhodobé problémy.

Nebezpečenstvo znečistenia podzemnej vody prípravkom sa hodnotí v priebehu registrácie na úrovni EU, a v nezraniteľných oblastiach sa tým zaisťuje jeho bezpečné používanie. V niektorých prípadoch sa na etikete prípravku uvádzajú obmedzenia jeho použitia v zraniteľných oblastiach alebo ďalšie rady.

Opäť by sa malo zdôrazniť, že diagnóza rizika vyplavovania a zavádzanie BMP by sa mali v prvom rade vykonať ako odozva na neprijateľné nálezy špecifických prípravkov v útvaroch podzemnej vody v povodí. Keďže vyplavovanie prípravku veľmi závisí na jeho vlastnostiach, aplikačných dávkach a miestnych podnebných podmienkach, BMP týkajúce sa vyplavovania by sa nemali proaktívne uplatňovať na všetky polia a prípravky, ale skôr len na špecifické prípravky spôsobujúce neprijateľné nálezy v podzemnej vode.

### 3. ROZVÍJANIE BMP SPOJENÍM DIAGNÓZY RIZIKA S OPATRENAMI BMP

Profil rizika vyplavovania možno definovať vykonaním analýzy v prehľade (Obr. 22).

Polia s diagnózou málo rizikové si na udržanie málo rizikového profilu môžu vyžadovať žiadne alebo len málo všeobecných opatrení, zatiaľ čo vysoko rizikové si môžu vyžadovať uplatnenie väčšiny alebo dokonca všetkých dostupných zmierňovacích opatrení. Odporúča sa vykonať diagnózu rizika a diskutovať o možných opatreniach spolu s poradcom a pestovateľom, čím sa zabezpečí, aby sa zmierňovacie opatrenia zakladali na ich zhode so súčasným pestovateľským systémom a akoukoľvek jeho alternatívou. Väčšina opatrení na zmierňovanie vyplavovania je rovná alebo podobná opatreniam navrhovaným pre drenáž.



Obr. 23: Vizualná koncepcia o spôsobe vypracovania nebezpečenstvu prispôsobených BMP výberom vhodných zmierňujúcich opatrení

Príklad znázornený v Tab. 7 možno použiť ako východiskový bod diskusie o vhodných opatreniach alebo ich kombináciách. Nakoniec určenie vhodných opatrení je tiež iteráciou, ktorá sa môže opakovať na základe dosiahnutých výsledkov sledovania vody (t. j. v tomto prípade údajov o podzemnej vode), ak tieto stále ešte nie sú prijateľné. Keďže vyplavovanie prípravkov do podzemnej vody môže byť pochodom stredno- až dlhodobým, zmeny v akosti podzemnej vody sa v jednom roku často neprejavajú.

## 4. NÁSTROJE NA MERANIE OPATRENÍ BMP PROTI VYPLAVOVANIU

### 1. Prispôsobte načasovanie aplikácie prípravkov

Načasovanie aplikácie prípravku na obdobie dopĺňania zásob podzemnej vody (zima a skorá jar) je kritické, pretože v tomto období sa deje nepretržité prúdenie pôdnej vody smerom nadol a podmienky na jeho rozklad nie sú priaznivé. Pre premenlivosť zrážok v priebehu roka sa začiatok a koniec obdobia dopĺňania zásob podzemnej vody môžu na danom mieste medziročne posúvať o niekoľko týždňov.

#### Čo treba vykonať

Všeobecne kritické prípravky (t. j. tie, o ktorých sa vie, že v podzemnej vode v povodí sa objavujú v neprijateľných koncentráciách) aplikujte mimo hlavného obdobia dopĺňania zásob podzemnej vody kedykoľvek je to len možné; ak je to potrebné, podľa možného časového okna pre zimnú aplikáciu voľte vhodnejšie prípravky.

#### Ako to treba vykonať

Pozorne si preštudujte etiketu prípravku, či jestvujú požiadavky ohľadom načasovanie jeho aplikácie v priebehu sezóny. Skontrolujte tiež rady výrobcu pre prípravok v rámci popredajnej služby.

Od neskorej jesene do stredy jari, teda v hlavnom období dopĺňania zásob podzemnej vody) sa čo najviac vyvarujte postrekovaniu kritickými prípravkami.

### 2. Znížte zaťaženie množstvom látky na pole

#### a) Zníženie aplikačnej dávky prípravku (vrátane zmesových prípravkov)

Účinnosť prípravku závisí na príznačných vlastnostiach jeho účinnej látky, ale tiež na istom počte vonkajších činiteľov, napríklad podnebných podmienkach, technike aplikácie, pôdnom type, vlhkosti pôdy, plodine, odrode, cieľových škodcoch a ich vývojových štádiách. Na etikete prípravku uvedené aplikačné dávky musia po zvážení premenlivosti vonkajších činiteľov zaručiť jeho dobrú účinnosť. Zníženie aplikačnej dávky je niekedy možné bez straty účinnosti prípravku, ak sú vonkajšie činitele pre jeho účinnosť priaznivé.

Pestovatelia môžu niekedy v praxi aplikačnú dávku prípravku znížiť; v takýchto prípadoch treba brať do úvahy zníženie jeho účinnosti, pretože vonkajšie činitele sa nie vždy dajú predpovedať. Podľa skúseností pestovateľa s používaním prípravkov na zabezpečenie výnosov plodín na každom jednom z jeho polí môže však zníženie aplikačnej dávky priniesť prijateľnú mieru rizika pre výnos plodiny. Vlohy rastlín šľachtených osobitne na vyššiu odolnosť proti škodcom/húževnatosť proti nepriaznivým vplyvom, môžu byť činiteľom umožňujúcim znížiť intenzitu ochrany rastlín.

Predsa však by sa malo zvážiť, že znížené aplikačné dávky zvyšujú u škodcov riziko vytvorenia si odolnosti, a to v dôsledku zníženej účinnosti (t. j. mortality) po aplikácii. Zvýšená odolnosť škodcov môže spôsobiť potrebu nasledujúceho zvyšovania aplikačných dávok alebo výmeny prípravku, aby sa odolnosť prekonala. Zníženie aplikačných dávok by sa preto malo prediskutovať s poradcami a ak je možné, pozornosť by sa mala sústrediť na použitie zmesných prípravkov alebo tank-mix zmesí, spájajúcich rôzne mechanizmy účinku.

#### Čo treba vykonať

Na dotknutom poli znížte aplikačnú dávku cieľového prípravku na nevyhnutné minimum; zvážte pri tom možnosti zmesných prípravkov.

#### Ako to treba vykonať

Poradte sa s poradcami a/alebo s manažérmi pre popredajný servis dotyčnej spoločnosti o minimálnych účinných aplikačných dávkach prípravku. Ak je to možné, vyberte partnerov do zmesi, ktorá umožní zníženie aplikačnej dávky kritického prípravku bez narušenia jeho účinnosti alebo vývoja odolnosti. Ubezpečte sa, že znížená aplikačná dávka alebo zmes prípravkov je dostatočne účinná na vyriešenie problému s ochranou rastlín. Pred zmiešaním niekoľkých prípravkov ako tank-mix, odporúča sa skontrolovať odporúčania na etikete a požiadať o osobitnú radu, či sa daný prípravok môže zmiešavať a aké výsledky sa môžu očakávať.

**Tab. 7: Príkladom určenia BMP vzťahnutých k ich odhadovanej účinnosti spojenej s diagnózou rizika**

Kategória opatrenia	Všeobecné opatrenia	Opatrenia pri nízkej hladine rizika	Opatrenia pri strednej hladine rizika	Opatrenia pri vysokej hladine rizika
Upravujte načasovanie aplikácie POR.			Vyvarujte sa postrekovania v čase dopĺňania zásob podzemnej vody.	Zvažujte používanie alternatívnych prípravkov.
Znížte zaťaženie množstvom látky na pole.	Zvažujte alternatívy morenia. Zvážte použitie bodovej aplikácie.	Uplatňujte delenú aplikáciu. Aplikáciu znížte na najnutnejšie minimum.	Znižujte aplikačné dávky používaním zmesí prípravkov.	
Voľba a rotácia POR.			Rotujte používanie prípravkov z roka na rok. Zabezpečte rotáciu prípravkov na úrovni povodia.	Obmedzte používanie kritického prípravku.
Optimalizujte oševné postupy.	Voľte oševné postupy optimalizujúce zdravotný stav plodín.	Zvážte pestovanie s kolovými a zväzkovými koreňmi. Striedajte oziminy a jariny.		
Prispôbujte agrotechniku.				Zvažujte narušovanie makropórov agrotechnickým zásahom.
Pestujte medziplodiny.	Vyberajte vhodné medziplodiny.			
Optimalizujte závlahové postupy.	Vypočítajte potrebné množstvo vody.	Zavlažovanie načasujte podľa vlhkosti pôdy.		

\*) Pri týchto opatreniach možno tiež zvážiť uplatnenie opatrení uvedených pri opatreniach s nižšími hladinami rizika (pozri Obr. 23).

## **b) Znižovanie aplikačných dávok delenou aplikáciou**

Pod delenou aplikáciou rozumieme postupnú aplikáciu rovnakých alebo rôznych prípravkov v príslušnom poradí. Takáto opakovaná aplikácia využíva zvýšenú citlivosť malých burín na herbicidy, napríklad prvé pučanie vzídených burín. Delená aplikácia znižuje koncentráciu prípravkov v ornici a na rastlinách priamo po aplikácii a rozdeľuje zaťaženie poľa účinnými látkami na dlhšie časové obdobie. Preto sa znižuje nebezpečenstvo vysokých koncentrácií prípravkov vyplavovaných do hlbších vrstiev pôdy, a to najmä v prípadoch zrážkových udalostí nasledujúcich krátko po aplikácii prípravkov.

### **Čo treba vykonať**

Aplikačnú dávku kritických prípravkov rozdeľte do niekoľkých aplikácií, zvyčajne v polovičných dávkach, ktoré treba načasovať a stanoviť podľa požiadaviek uvedených na etikete.

### **Ako to treba vykonať**

Delená aplikácia si vyžaduje dobré sledovanie vývojových fáz škodcov a dobré znalosti účinku a vlastností špecifických prípravkov. Vyžaduje sa preto veľmi presné načasovanie aplikácie a v prípade potreby vyhľadajte pomoc agronóma.

### **Obmedzenia**

Nevýhodou delenej aplikácie je potreba vykonať ošetrovanie najmenej dvakrát, čo si vyžaduje dodatočné náklady a prejazdy po pôde, ktorá sa pri postrekaní zhutňuje. Takéto zásahy sa v neskorej jeseni a skoro na jar niekedy uskutočňujú ťažko, pretože po vlhkej pôde sa ťažko jazdí.

## **c) Znižovanie celkovej aplikačnej dávky bodovou aplikáciou**

V skutočnosti nie sú plodiny a ich škodcovia v poraste rozptýlené rovnomerne, ale v zhlukoch alebo s premenlivou hustotou rozšírenia (ohniská výskytu škodcov). Prípravky sa bodovou aplikáciou nasmerujú len do tých častí napadnutého porastu, kde sa ošetrovanie prípravkom vyžaduje. To znamená, že určité časti poľa ostanú neošetrené, čím sa znižuje celková dávka prípravku aplikovaná na pole.

Možno tiež rozlišovať medzi pásovou aplikáciou (typicky nasmerovanou len pomedzi riadky plodiny) a aplikáciou roztrúsenou v priestore (presné poľnohospodárstvo – podľa mapy a alebo snímačov).

Ďalšie technické možnosti môžu ponúknuť využitie digitálne podporovaného pestovania. V súčasnosti sa vyvíjajú technológie digitálne podporovaného pestovania s cieľom predpovedať, zabezpečiť a zvyšovať výnosy optimalizáciou ochrany rastlín prípravkami, a to cielenejšími, lepšie riadenými a účinnejšími ošetrovaniami. Rýchly vývoj týchto platforiem a aplikácií poskytne širšie možnosti riešenia problémov s ohrozením životného prostredia zmenšením nebezpečenstva vyplavovania prípravkov a ich strát cez drenáž a priesak tým, že sa aplikačné dávky zmenšia v priestore a čase.

Nástroje na podporu rozhodovania v spojení s modelmi mapujúcimi hrozbu infekcií a veľkosť infekčného tlaku môžu pomôcť pri optimalizácii použitia dávok prípravkov v ohniskách výskytu, a teda pri znižovaní celkového zaťaženia prípravkami. Ďalšou možnosťou vysoko účinného použitia prípravkov je cieľné ničenie burín aplikáciou roztrúsenou v priestore založenou na automatickom rozlišovaní a mapovaní burín.

Mapovanie zraniteľnosti je ďalším sľubným prístupom k načrtnutiu nebezpečenstva vyplavovania drenážnym výtokom na základe ukazovateľov rizika, ako sú obsah organického uhlíka, textúr pôdy alebo vsakovacia kapacita pôdy. Takéto mapy môžu pestovateľom, poradcami a pracovníkmi registrácie a kontroly prípravkov pomôcť pri určovaní vysoko rizikových priestorov a zameraní osobitných opatrení na zmiernenie nebezpečenstva vyplavovania prípravkov.



## Čo treba vykonať

Pásová aplikácia

V porastoch ako jednoročných, tak aj viacročných plodín, pestovaných s dostatočne širokými medziriadkovými/medziradovými vzdialenosťami možno buriny ničiť špeciálnymi postrekovačmi. Takýmito zariadeniami sa často aplikujú neselektívne herbicidy v sadoch a viniciach. Pásová aplikácia selektívnych, aj neselektívnych herbicidov sa však čoraz častejšie používa aj v širokoriadkových poľných plodinách, ako sú slnečnica alebo kukurica.

## Aplikácia roztrúsená v priestore

Jej cieľom je ošetriť len škodcami (burinami, hmyzom, hubami) napadnuté priestory porastu. Takáto stratégia sa odporúča len v prípadoch, keď sa výskyt škodcov dá presne sledovať a postrekovačom následne cielene ošetriť, a to ručne alebo s pomocou samočinných snímačov.

## Ako to treba vykonať

Technológiu postrekovača treba prispôbiť tak, aby sa umožnila pásová, medziriadková/medziradová aplikácia. Môže byť potrebné postranné clonenie, aby sa predišlo poškodeniu plodiny neselektívnym herbicidom. Vypočítané aplikované množstvo prípravku sa musí zväziť podľa skutočne ošetrenej plochy, aplikáčnej dávky a objemu.

Kľúčovým je spoľahlivý systém sledovania snímačmi, ktorý umožňuje určiť priestory, ktoré treba ošetriť. Pri sledovaní zamorenia porastu škodcami (ručne, dronom alebo družicou) sa priestory určené na ošetrenia zanesú do digitálnej GPS mapy, ktorú následne moderný postrekovač využije pri cieleňom ošetrení.

Zariadeniami využívajúcimi GPS mapy sa však veľmi ťažko účinne ničia rýchlo sa pohybujúce a rýchlo sa šíriace škodce (niektoré druhy hmyzu/hubové choroby).

Aplikácia podporovaná snímačmi sa spolieha na okamžité signály od snímačov umiestnených na aplikáčnom zariadení, ktoré pri jazde zisťujú prítomnosť škodcov. Aplikáčné technológie ničenia burín na základe snímačov už jestvujú, pre iné typy škodcov sú väčšinou ešte stále len v štádiu výskumu.

## Obmedzenia

Prispôbovanie sledovacích a aplikáčnych technológií si vyžaduje investície do mechanizácie a softwaru, ktoré sa u malých hospodárstiev alebo pri obmedzených aplikáciách môže ťažko zdôvodňovať.

## d) Znižovanie aplikačných dávok morením

Morenie osiva je z hľadiska znečisťovania životného prostredia najúčinnším spôsobom aplikácie prípravkov, pretože pred výsevom sa ošetruje len osivo. Celkové zaťaženie prípravkami je celkovo výrazne nižšie ako pri plošne používaných prípravkoch, ktoré sa opodstatňuje od prípadu k prípadu. Táto technológia je zameraná na škodce prenášané osivom, ako aj systémovú ochranu rastlín, t.j. úplnú listovú plochu. V posledne menovanom prípade sa používajú len systémové prípravky, ktoré sa po vyklíčení rastlín prenášajú do nadzemných častí rastlín.

## Čo treba vykonať

Používajte namorené osivá, aby sa zminimalizovalo vystavenie životného prostredia prípravkom, napríklad v dôsledku úletu postrekovej hmly.

## Ako to treba vykonať

Osivá sa vo väčšine prípadov moria v špecializovaných podnikoch a pestovatelia nakupujú osivá už namorené, obalené požadovanými prípravkami. Pri sejbě zabezpečte predchádzanie vytváraní prachu, kupujte vysoko kvalitné osivá s nízkoprachovým obrusovaním a používajte vhodné technológie na nasmerovanie prachu zo sejačky smerom k zemi.

## Obmedzenia

Morenie spája výber osiva s výberom ochrany rastlín. Táto technológia by sa mala používať len pri vysokej miere pravdepodobnosti, že sa daná ochrana plodiny bude v danom vegetačnom období vyžadovať, t.j. určenie nástroja ochrany rastlín vopred.

**Tab. 8: Prehľad opatrení na zníženie strát POR únikom do povrchových vôd cez drenážne sústavy**

KATEGÓRIA OPATRENIA	OPATRENIE
Upravujte načasovanie aplikácie POR <sup>1</sup>	Vyvarujte sa postrekovaniu <b>v období drenážneho výtoku a krátko pred očakávanými intenzívnymi zrážkami. Zvážte možnosť alternatívneho ošetrovania.</b>
Znižujte zaťaženie množstvom látky na pole <sup>1</sup>	Znížte celkovú aplikačnú dávku na plochu. <b>Používajte zmesi prípravkov (rôzna účinné látky).</b> Použite delenú aplikáciu (rozložte zaťaženie POR). Používajte techniky sledovania prípravku (ručne, samočinnými snímačmi) a ošetrujte len postihnuté priestory (bodové ošetrovanie). Využívajte morenie.
V povodí optimalizujte výber a rotáciu POR <sup>1</sup>	<b>Rozširujte oševný postup, aby znižovali zaťaženie špecifickým prípravkom. V povodí v špecifických plodinách uplatňujte rotáciu prípravkov. Na zraniteľných poliach používanie prípravkov obmedzujte.</b>
Optimalizujte oševné postupy Prispôbujte agrotechniku <sup>1</sup>	Zvoľte oševné postupy optimalizujúce zdravotný stav plodín. - Striedajte oziminy a jaryny. - Zvážte pestovanie plodín s kolovými a zväzkovými koreňmi.
Pestujte medziplodiny Optimalizujte odvodňovanie	<b>Ak drenážny výtok predstavuje na zraniteľných poliach problém, zvážte plytkú kultiváciu na rozrušenie pôdnych makropórov.</b>
Využívajte stavby na zadržiavanie vody <sup>1</sup>	Vyberte medziplodinu, ktorá vhodne zapadne do oševného postupu: - dbajte o dobré založenie porastu medziplodiny; - o medziplodinu sa dobre starajte; - zabezpečte dobré znášanie sa medziplodiny s hlavnou plodinou.
Optimalizujte závlahové postupy	Drenáž riadne naplánujte (držte sa usmernenia), aby ste predišli nadmernému odvodňovaniu. Využívajte stavby na zadržiavanie zrážkovej vody (napr. rybníky, mokrade), aby ste zachytili, zriedili a rozptýlili vysoko koncentrované letné a jesenné pulzy drenážneho výtoku. Vypočítajte potrebné závlahové objemy (vlahovú bilanciu). Sledujte vlhkosť pôdy, aby ste optimalizovali závlahový režim.

<sup>1</sup> Niektoré opatrenia BMP (písané kurzívou) by sa mali uplatňovať ako odozva na zníženie neprijateľných koncentrácií kritických prípravkov.

### 3. Optimalizujte výber a rotáciu prípravkov

#### a) Zabezpečte rotáciu prípravkov na úrovni poľa

Ak vyplavovanie prípravkov predstavuje v povodí problém, k znečisteniu podzemnej vody zvyčajne prispieva istý počet zraniteľných polí. Vyplavovanie do podzemnej vody môže byť dlhodobým, t.j. viacročným pochodom, závislým na vlastnostiach látky a pôdy. Každoročná aplikácia sledovaných prípravkov na zraniteľných poliach preto povedie k nepretržitému presunu prípravkov, zatiaľ čo obmedzenie ich používania, napríklad v každom druhom alebo každom treťom roku povedie k dlhodobému zníženiu ich koncentrácie v podzemnej vode.

#### Čo treba vykonať

Ak prípravok v povodí vytvorí problém so znečistením podzemnej vody, prípravky na báze rovnakej účinnej látky by sa na zraniteľných poliach mali používať v rotácii, t.j. nie v každom vegetačnom období. Podľa systému obhospodarovania sa toto dá doceliť osevným postupom a rotáciou prípravkov v jednej plodine.

#### Ako to treba vykonať

Aby ste sa vyhli príliš častej aplikácii jedinej účinnej látky, o alternatívnych riešeniach prípravkov sa poraďte s poradcami a distribútormi prípravkov. Osevný postup prispôbajte tak, aby sa kritické prípravky nepoužívali každoročne. V tomto smere sa tiež držte rád popredajnej služby výrobcov prípravkov.

#### b) Zabezpečte rotáciu prípravkov na úrovni povodia

V povodiach s problémami s vyplavovaním prípravkov asi mnoho polí prispieva k znečisteniu podzemných vôd. Vhodným osevným postupom (napríklad v 3- až 4-ročných cykloch) uplatneným na poliach v povodí sa v porovnaní s monokultúrnym pestovaním alebo s osevným postupom s 2-ročným cyklom zníži celková výmera ošetrovaná jedným prípravkom, pretože prípravky na ochranu rastlín sú väčšinou osobitne určené proti určitým škodcom niektorých plodín; prieniky dostupných sortimentov herbicídov, napríklad do cukrovej repy, obilnín a kukurice nie sú veľmi veľké. Na danej plodine tiež možno rotovať prípravky, a to podľa prípravkov povolených proti určitému škodcovi v určitej plodine. Takouto praxou sa dlhodobo znižuje miera pravdepodobnosti vývoja odolnosti škodcov proti akémukoľvek špecifickému prípravku.

#### Čo treba vykonať

V oblastiach s problémom znečisťovanie cez drenážny výtok sa odporúča zaviesť pestré osevné postupy zmenami v termínoch výsevu (jesenné/jarné), čím sa zabezpečí, že v ktorejkoľvek sezóne nebudú prevládať žiadne kritické prípravky (ohľadom viacerých informácií pozri tiež BMP pre osevné postupy). Ak v povodí prevláda jedna alebo dve dominantné plodiny, malo by tiež medzi všetkými pestovateľmi, ktorí tieto plodiny pestujú, rotovať aj použitie POR do týchto plodín.

#### Ako to treba vykonať

V povodiach s problémami pri podzemnej vode by pestovateľ mal osevný postup optimalizovať tak, aby sa dosiahol jeho čo najdlhší vykonateľný cyklus. Aby sa v povodí predišlo privysokému podielu jednej plodiny, medzi pestovateľmi by sa na úrovni povodia malo dospieť k základnej dohode s cieľom zabezpečiť v ktoromkoľvek období primeranú rôznorodosť plodín. V prípade prevládania jednej alebo dvoch plodín v povodí, mala by sa potrebnou dohodou medzi pestovateľmi zaviesť do tejto plodiny rotácia prípravkov tak, aby sa minimalizovali súbežné aplikácie kritických prípravkov. Podkladom pre výber a aplikáciu prípravkov sú pokyny uvedené na etiketách, ktoré zaručujú biologickú účinnosť a súlad so zákonnými požiadavkami.

#### Obmedzenia

Dosiahnutiu vysokej rôznorodosti plodín pestovaných v rámci povodia môžu brániť činitele hospodárske (napríklad umiestnenie úrody na trhu) a agronomické (napríklad dostupná mechanizácia), s ktorými sa treba zaoberať ako s prvými. Rotácii prípravkov v určitých plodinách niekedy bráni obmedzená dostupnosť účinných a povolených prípravkov pre určité kombinácie plodín a škodcov. Táto BMP si vyžaduje koordináciu na úrovni povodia vedenú orgánmi vodohospodárskej správy, dodávateľmi pitnej vody alebo poradcami, a to v spolupráci s pestovateľmi.

### **c) Na zraniteľných poliach prípravky starostlivo vyberajte a obmedzujte ich používanie**

V obmedzenom počte povodí ani bežné dodržiavanie dobrej poľnohospodárskej praxe a všeobecných rád popredajnej služby pre prípravky nezabránia niektorým prípravkom v znečisťovaní podzemnej vody prekročením stanovených hodnôt, t.j. všeobecnej medznej hodnoty 0,1 µg/l v podzemnej vode, ktorá platí aj pre pitnú vodu. Udaje z monitoringu poskytnú správcom povodia informácie, ktoré prípravky za dnes zaužívané praxe vedú k neprijateľným koncentráciám v podzemnej vodách. Okrem bodových zdrojov znečisťovania, ktorými sa treba zaoberať s najvyššou prioritou, k takýmto najhorším prípadom prichádza v dôsledku spojenia pôdnych a podnebných črt povodia a pozemku s charakteristikami osudu prípravkov v životnom prostredí. Takéto situácie si vyžadujú osobitné požiadavky, aby sa zaistilo, že vodné útvary vyhovujú normám kvality.

- Miestne obmedzenia (dobrovoľné, alebo povinné), napríklad dávka, načasovanie a typ aplikácie prípravkov v určitých zraniteľných priestoroch tam, kde sa obmedzenia používania nad rámec etikety prípravku považujú za nevyhnutné a dostatočné na dodržanie noriem upravujúcich akosť povrchových vôd.
- Miestne nepoužívanie (dobrovoľné, alebo povinné) v určitých zraniteľných priestoroch tam, kde sa hrozba prekročenia medzných hodnôt stanovených pre podzemnú vodu považuje za veľkú.

Zraniteľnosť priestorov alebo polí z dôvodu znečistenia podzemnej vody sa dá zhruba určiť s pomocou diagnostického prehľadu rizík vyplavovania prípravkov (obr. 22) a potvrdiť by ju mali miestni poradcovia.

Pre rozhodovanie, ktoré miestne obmedzenia alebo požiadavky nepoužívať prípravky možno uplatniť, keďže toto závisí na každej jednej špecifickej situácii, sa nedá načrtnúť žiaden stanovený postup. Podľa doterajších skúseností predsa však možno nájsť riešenie zabezpečujúce, že prispôbené použitie prípravku spojí potrebu čistej vody s produktivitou rastlinnej výroby.

Výrobca prípravku tiež poskytne popredajnú podporu pri prípravkoch s kritickými vlastnosťami účinných látok, napríklad pohyblivosťou alebo pretrvávaním v pôde, aby sa v zraniteľných situáciách predišlo nadmernému znečisteniu podzemnej vody. Túto radu možno nájsť na etikete prípravku alebo ju – podľa krajiny – používateľ môže dostať cez poradenský alebo distribučný systém. Pestovatelia a poradcovia by sa mali držať takýchto odporúčaní dobrovoľných popredajných služieb alebo sa o ďalších informáciách poradiť s úradnými poradcami v oblasti ochrany rastlín.

### **Čo treba vykonať**

V oblastiach, kde je problémom znečisťovanie podzemnej vody vyplavovaním určitého prípravku, si vyhľadajte radu o jeho používaní a riadte sa odporúčaniami a obmedzeniami pre zraniteľné územie.

### **Ako to treba vykonať**

Podľa identifikovaného problematickeho prípravku, na určených pozemkoch by sa mali zaviesť odporúčané obmedzenia používania kritických prípravkov. Mali by sa dodržiavať úradné rady, napríklad od poľnohospodárskeho alebo vodohospodárskeho poradenského systému alebo v príslušnom prípade od popredajného servisu výrobcu. Zákonným podkladom pre výber a aplikáciu prípravkov sú pokyny uvedené na etiketách, ktoré zaručujú biologickú účinnosť a súlad so zákonnými požiadavkami.

### **Obmedzenia**

Obmedzenia používania, najmä rada o nepoužití určitého prípravku môže niekedy obmedziť účinnosť zvyšných alternatív ochrany rastlín pre danú plodinu. V týchto prípadoch na zraniteľných pôdach zvážte zmeny v oševnom postupe.

#### 4. Optimalizujte osevný postup

Osevný postup je postupné pestovanie rôznych plodín na rovnakom pozemku alebo v povodí v priebehu rokov. Dôvodom tejto praxe je dosiahnuť agronomické, hospodárske a environmentálne výhody v porovnaní s nepretržitým pestovaním monokultúr. Hlavným cieľom osevného postupu je udržať úrodnosť pôdy a zlepšovať zdravotný stav rastlín.

Voľba osevného postupu je pre pestovateľa dôležitým pestovateľským rozhodnutím. Osevný postup rozhoduje o rozložení pracovného zaťaženia cez rok, krátkodobej a dlhodobej ziskovosti, potrebe mechanizácie, úrodnosti a štruktúre pôdy, agrotechnike, vytváraní organickej hmoty v pôde, tlaku škodcov a má aj dosah na environmentálne hľadiská, ako je pohyb vody v pôde.

Z hľadiska zmierňovania vyplavovania prípravkov do podzemnej vody, poskytuje optimalizovaný osevný postup nasledujúce výhody.

#### Podporujte zadržiavanie a rozklad prípravkov v pôde

Väčšina biologickej činnosti v pôde prebieha v ornici, bohatej na organickú hmotu. Táto činnosť mohutnie so zvyšujúcim sa obsahom organickej hmoty a podporuje rozklad prípravkov v pôde a sorpčnú kapacitu pôdy. Pestovanie plodín zanechávajúcich v pôde vysoký obsah pozberových zvyškov a zahrnutie medziplodín do osevného postupu prispievajú k zvýšenému obsahu organickej hmoty v pôde.

Znižujte celkové používanie prípravkov využitím výhod IOR. Husto siate plodiny majú sklon k hromadeniu pre ne špecifických chorôb, živočíšnych škodcov a burín. Preto ostáva dobrou praxou zväziť pestrý osevný postup taktiež z pohľadu zdravotného stavu rastlín. Toto nám pomôže lepšie zamerať používanie prípravkov. Rozhodovanie o osevných

postupoch veľmi závisí na hospodárskych parametroch, ktoré často sám pestovateľ nemôže priamo ovplyvniť.

#### Čo treba vykonať

Zakladajte čo najrôznorodejšie osevné postupy, ktoré sa hodia pre Vaše pestovateľské systémy a hospodárske potreby. Striedajte pestovanie ozimín a jarín, plodín s kolovými a zväzkovými koreňmi, teda napríklad obilniny a širokolisté plodiny. Strukoviny zaradené do osevného postupu môžu priniesť dodatočné výhody s ohľadom na zvýšený obsah dusíka a biologickú činnosť v pôde. Vhodné osevné postupy veľmi závisia od miestnych pôdno-klimatických podmienok. Príkladom pestrého osevného postupu by mohli byť ozimná pšenica/jačmeň, nasledované kukuricou, sójou a hrachom/cukrovou repou.

#### Ako to treba vykonať

Obsah organickej hmoty v pôde treba udržiavať ponechaním nadbytočného množstva pozberových zvyškov (koreňová sústava, zvyšky slamy, dodatočná medziplodina) na poli. Podľa výnosu pozberanej plodiny možno vypočítať biomasu z organických zvyškov v pôde a zvyškov strniska, aby sa udržalo alebo zvýšilo množstvo organickej hmoty v ornici (nazrite do agronomických referenčných tabuliek). Počet plodín v osevnom postupe, ktoré sú hosťiteľmi rovnakých škodcov by sa mal čo najviac obmedziť, inak to povedie k vytvoreniu zásobárni škodcov, napríklad háďatiek alebo húb. Osevný postup tiež musí zobrať do úvahy hľadisko ničenia burín, pretože v jedných plodinách sa buriny ničia ľahšie ako v druhých. Poradte sa s miestnym poradcom o už overených osevných postupoch a zistite ich prednosti v boji proti škodcom.



## 5. Prispôbujte agrotechniku

V dôsledku zvýšenia vsakovacej kapacity pôdy, ochranné obrábanie pôdy (s obmedzením orby alebo bezorbové) znižuje povrchový odtok, eróziu, a tým aj splach prípravkov z ošetrovaných pozemkov. Avšak s ohľadom na drenážny výtok, súčasné poznatky naznačujú, že ochranné obrábanie pôdy na pôdach s jemnou textúrou môže viesť k vyššiemu vyplavovaniu prípravkov drenážnym výtokom v dôsledku intenzívnejšieho prenosu prípravkov do drenážnej sústavy makropórmami nenarušených pôdnych profilov. V dôsledku vyššie uvedeného agrotechnika ovplyvňuje rýchlosť pohybu pôdneho roztoku, ako aj jeho rozdelenie medzi povrchový odtok a drenážne sústavy. Toto znamená, že obmedzené alebo bezorbové obrábanie pôdy má na miernenie strát prípravkov splachom a cez odvodňovacie sústavy opačný vplyv. Ak k povrchovému odtoku prichádza na odvodňovaných poliach, prednosť pred zmierňovaním drenážneho výtoku má zabránenie povrchovému odtoku, pretože koncentrácie prípravkov a krátkodobé zaťaženie prípravkami sú typicky vyššie pri zrážkových udalostiach s povrchovým odtokom. Okrem toho pre pestovateľov má najvyššiu dôležitosť boj proti erózii. V dôsledku vyššie uvedeného bezorbové obrábanie by ste mali uplatňovať len vtedy, keď:

- (i) **kritickým problémom je povrchový odtok, zabránenie ktorému ma najvyššiu prioritu;**
- (ii) **pri kritických prípravkoch, aplikovaných na takýto pozemok, nemusíte zmierňovať znečisťovanie podzemnej vody prenosom cez nenarušené makropóry.**



## Čo treba vykonať

Ak aplikovaný prípravok spôsobuje problémy s kvalitou podzemnej vody v povodí, na zraniteľných pozemkoch by sa malo pred sejbou vykonať aspoň plytké kypenie, aby sa zabránilo nadmernému prenosu cez makropóry. Toto sa však predsa týka len polí, kde sa na zmiernenie povrchového odtoku nevyžaduje ochranné obrábanie.

## Ako to treba vykonať

Ako prvý krok treba vykonať diagnostiku poľa z hľadiska povrchového odtoku, aby sa z tohto hľadiska vylúčila potreba ochranného obrábania. Ak jeden z aplikovaných prípravkov predstavuje v povodí problém z dôvodu znečisťovania podzemnej vody a pole bolo z dôvodu vyplavovania označené za vysoko rizikové (pozri diagnostický nástroj z hľadiska vyplavovania), potom sa bezorbové obrábanie neodporúča. Toto je osobitne dôležité pre polia, kde má pôda sklon k vytváraniu povrchových prasklín.

## Obmedzenia

Okrem zmierňovania povrchového odtoku je obmedzené alebo bezorbové obrábanie pre úrodnosť pôdy výhodné, pretože sa ním v pôde uchováva organická hmota. Preto by sa o prechode na plytké obrábanie malo rozhodovať len vtedy, keď je o aplikácii problematických prípravkov na dotyčných zraniteľných poliach známe, že prispievajú k neprijateľnému znečisťovaniu podzemných vôd.



## 6. Využívajte medziplodiny

Na medziplodiny možno nahliadať ako na neoddeliteľnú súčasť osevného postupu a musia zapadnúť medzi potreby hlavných plodín a systém obrábania. Na ornej pôde sa často pestujú po letnom alebo jesennom zbere oziminy a pred výsevom alebo výsadbou nasledujúcej jariny. V trváčich kultúrach, ako sú vinič alebo ovocné sady, sa často pestujú v medziradiach.

Medziplodiny poskytujú pestovateľovi a životnému prostrediu určité výhody.

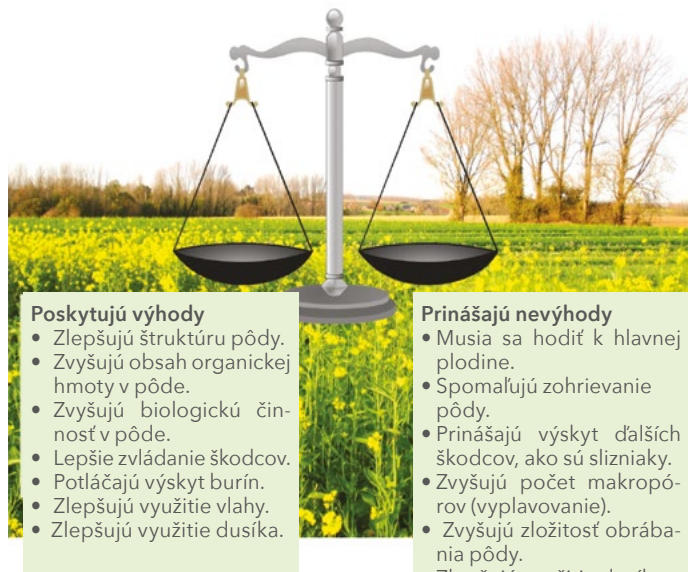
- Obdobie úhorovania sa čo najviac obmedzí. Pôda sa chráni pred vystavením vplyvu poveternostných činiteľov (zrážky, slnečné žiarenie, vietor), čím sa zvyšuje stabilita pôdnych agregátov a obmedzuje erózia.
- Prispievajú k rovnovážnemu stavu pôdnej vlhkosti a svojím tienením chránia pôdu pre vysychaním.
- Zvyšujú obsah organickej hmoty v pôde a tým podporujú obsah živín (zelené hnojenie), zvyšujú kapacitu výmeny katiónov a pôdnu vodnú kapacitu a vylepšujú štruktúru pôdy.
- Podporujú biologickú činnosť v pôde a môžu podporovať boj proti niektorým škodcom.
- Zvýšenou nasávacou a zadržiavacou schopnosťou pôdy znižujú nebezpečenstvo prenosu živín a prípravkov do podzemných vôd.
- Podľa nákladov na zakladanie a obrábanie porastov medziplodín zvyšujú produktivitu hlavnej plodiny a možnú ziskovosť pestovania.

### Čo treba vykonať

Aby pestovatelia a životné prostredia z pestovania medziplodín ťažili, treba mať na zreteli štyri kľúčové hľadiská.

#### a) Medziplodina musí dobre „zapadnúť do partie“

Druhové zloženie medziplodínových miešaniek sa musí voliť tak, aby svojím zaradením do pestovateľského systému poskytlo požadovaný prospech. Základ medziplodínových miešaniek často tvoria druhy patriace do kapustovitých, strukovín, tráv alebo obilnín, prípadne zmesi týchto rastlinných druhov. Medziplodina sa musí do osevného postupu alebo k trvalému porastu dobre hodiť a termín výsevu treba zvoliť tak, aby zaistil jeho dobré založenie a čo najviac obmedzil záporné dosahy na hlavnú plodinu, napríklad konkurencia vo výžive.



#### Poskytujú výhody

- Zlepšujú štruktúru pôdy.
- Zvyšujú obsah organickej hmoty v pôde.
- Zvyšujú biologickú činnosť v pôde.
- Lepšie zvládanie škodcov.
- Potláčajú výskyt burín.
- Zlepšujú využitie vlahy.
- Zlepšujú využitie dusíka.

#### Prinášajú nevýhody

- Musia sa hodiť k hlavnej plodine.
- Spomaľujú zohrievanie pôdy.
- Prinášajú výskyt ďalších škodcov, ako sú slizniaky.
- Zvyšujú počet makropórov (vyplavovanie).
- Zvyšujú zložitosť obrábania pôdy.
- Zlepšujú využitie dusíka.

Obr. 24: Správne pestované medziplodiny poskytujú pestovateľom výhody.

#### b) Len dobre založené porasty medziplodín poskytujú svoje úplné výhody

Keďže základ medziplodínových miešaniek tvoria zmesi osív, je potrebné osobitne starostlivo zabezpečiť ich správny výsev. Medziplodiny možno vysievať do riadkov alebo na široko. Osobitosť postupov pri zakladaní porastov medziplodín závisí na výbere ich súčastí, type vybavenia a podmienkach toho, ktorého poľa.

#### c) O medziplodiny sa treba starať

Úplné využitie predností si vyžaduje ošetrovanie medziplodín, vrátane kosby alebo spásania, aplikácie hnojív alebo prípravkov, a to v závislosti na plodinách zastúpených v poraste medziplodiny.

#### d) Medziplodina by nemala mať rušivý vplyv na následnú hlavnú plodinu

Porast medziplodiny si pred založením jeho následnej plodiny často vyžaduje zničenie, čo možno dosiahnuť prirodzene zmrznutím cez zimu, desikáciou, spásaním, podrvením alebo zapracovaním do pôdy. Toto má pre založenie následnej plodiny dôležité následky. Napríklad, na jar si zničenie porastu medziplodiny na ťažších pôdach často vyžaduje skoršie otvorenie porastu, takže pôda môže vyschnúť a zohriať sa, aby sa umožnilo dočvilné založenie hlavnej plodiny.

## Ako na to

Pred zaradením medziplodiny do osevného postupu alebo založením v trvalej plodine sa vždy treba poradiť s profesionálnym agronómom. Miestni agronómovia by mali vedieť poskytnúť osobitné rady o prispôbení medziplodín miestnym pôdno-klimatickým podmienkam, pri zvažovaní osevných postupov. Miestni dodávatelia osív tiež môžu poskytnúť osobitné rady, keďže všeobecné rady možno nájsť on-line (pozri položky 44 a 45 prehľadu literatúry).

Na ornej pôde sa medziplodiny budú vždy vysievať v lete alebo na jeseň, po zbere hlavných plodín (ako sú pšenica, jačmeň, repka) a budú sa pestovať až do výsevu alebo výsadby jarín (ako sú kukurica, slnečnica, pšenica, jačmeň a cukrová repa). Zložkami medziplodinových miešaniek môžu byť trávy, ako je ovos alebo mätonoh. Rýchlo sa zakladajú a plytko korenia, čo vedie k rýchlej transpirácii a podpore rozvoja granulárnej (hrudkovitej) a drobnohrudkovitej štruktúry na povrchu pôdy. Trávy sa v medziplodinových porastoch často dobre miešajú a druhmi vytvárajúcimi hlbšie koreňové sústavy, ktoré zlepšujú štruktúry hlbších vrstiev pôdy. Medzi ne patria kapustovité, ako je horčica alebo reďkev, tiež sem možno zahrnúť strukoviny, najmä tie, ktoré sú vhodné na jesenný výsev, čím sa tiež podporuje mikrobiálna činnosť v pôdach.

Po neskorom zbere jarín je však na založenie porastu medziplodín príliš neskoro. Jednou z možností je vysievať medziplodinu pod hlavnú plodinu. Napríklad, mätonoh a strukoviny možno vysievať do kukurice v štádiu 8 až 10 pravých listov, kedy je konkurencia s viac vyvinutou kukuricou už obmedzená.

V trvalých kultúrach sa, najmä v suchších podnebiach pokrytie povrchu častejšie vyžaduje na zabránenie povrchovému odtoku a erózii, ako úniku cez odvodňovacie sústavy. Na miestach skôr s prebytkom, ako nedostatkom vody sa k trvalým kultúram (sady a vinice) môžu dobre hodiť ďatelinovo-trávové miešanky.

Keďže rastie záujem o pestovanie medziplodín, zväčšuje sa sortiment a zvyšuje sa dostupnosť zmesí osív medziplodín. Zvýšenie využívania medziplodín je čiastočne poháňané

skutočnosťou, že sú zahrnuté do oblastí so zvýšeným ekologickým významom SPP EÚ a môžu byť vhodnými pre zaisťovanie zvýšenej diverzifikácie plodín pestovaných na poliach. Návrhy pre výber vhodných medziplodín sú zhrnuté v Tab. 4 (BMP pre odvodňovanie)

## Účinnosť

Účinnosť medziplodín pri znižovaní vyplavovania dusičnanov je dobre dokumentovaná. Dva kľúčové pochody vysvetľujúce znížené vyplavovanie dusíka sú príjem dusíka medziplodinami a transpiráciou pôdnej vody rastlinami medziplodiny, keďže táto znižuje celkové dopĺňanie zásob podzemnej vody. Prípravky v podstate podliehajú rovnakým pochodom, hoci účinnosť príjmu prípravkov je menej zrejماً ako účinnosť pri znižovaní dopĺňania zásob podzemnej vody. Navyše sa zvýšenou mikrobiálnou činnosťou v ornici všeobecne zvýši odbúravanie prípravkov a znižuje sa ich vyplavovanie z pôdy.

## Obmedzenia

Medziplodiny však tiež neprichádzajú bez obmedzení, takže je dôležité si to uvedomiť a treba ich prekonať, aby sa zabezpečilo, že ich využívanie prinesie pestovateľom čisté výhody.

Zvýšenie výnosov a ziskovosti následných hlavných plodín musia prevážiť nad nákladmi na výsev, ošetrovanie a spracovanie porastu medziplodiny, vrátane zľavnených nákladov z dôvodu akýchkoľvek dotácií.

Na založenie a pestovanie porastu medziplodín nemusí byť dostupná pracovná sila, najmä z dôvodu jej obmedzenosti v čase výsevu; s týmto sa musia vysporiadať požiadavky na riadenie hospodárstva.

Medziplodiny všeobecne zvyšujú transpiráciu z pôdy, čo znamená potrebu kritického prehodnotenia ich využívania v oblastiach trpiacich nedostatkom vody, najmä ak pôdu pred výsevom následnej hlavnej plodiny môžu príliš vysušiť. Riešením môže byť skoršie spracovanie porastu medziplodiny pred výsevom plodiny hlavnej.

Vo vlhších oblastiach môže v jarnom období časová blízkosť prítomnosti porastu medziplodiny k výsevu hlavnej plodiny spôsobiť prílišnú vlhkosť, nedostatočné zohriatie ornice,



a teda aj oneskorené vzchádzanie následnej hlavnej plodiny. V týchto prípadoch možno tiež treba zväziť spracovanie porastu medziplodiny.

Rezíduá prípravkov aplikovaných na medziplodinu tiež môžu byť problémom pre zdravotný stav následnej hlavnej plodiny, napríklad zvýšenie tlaku hubových chorôb a slizniakov. Na druhej strane, dobre zvolená medziplodina môže potlačiť výskyt burín, háďatiek a iných chorôb a škodcov.



## 7. Optimalizujte závlahové postupy

Zavlažované polia prispievajú v výstupe prípravkov vyplavovaním v povodí vtedy, ak zavlažovanie presahuje vlahové požiadavky plodiny a polnú vodnú kapacitu pôdy.

Typicky by sa mohla použiť závlaha brázdovým podmokom alebo kvapkovou závlaha, ktoré sa medzi sebou líšia účinnosťou využitia vody. Posledne menovaná sa, vzhľadom na vysoké investície do jej vybudovania, väčšinou využíva vo vysoko cenených plodinách.

### Čo treba vykonať

Aby sa minimalizovalo vyplavovanie vody do odvodňovacích sústav, kľúčovým je správne zavlažovanie, ktoré berie na zreteľ obsah vody v pôde, polnú vodnú kapacitu pôdy a vlahové požiadavky plodiny vo vzťahu k skutočnej evapotranspirácii. Polia by sa nemali zavlažovať nad požiadavky plodiny na vlahu, aby neprichádzalo k vyplavovaniu prebytočnej vody do podzemnej vody.

### Ako to treba vykonať

Východiskovým bodom je najmenej denné sledovanie pôdnej vlhkosti a evapotranspirácie v spojení s predpovedaným množstvom zrážok. Na základe uvedených údajov možno vypočítať vlahové požiadavky plodiny, zvýšnú pôdnu vodu a nevyhnutné množstvo závlahovej vody. Komerčne sú dostupné hotové nástroje na riadenie zavlažovania, ako aj rozhodovací systém na báze informačných technológií.

### B

#### **BMP**

dobrá prax (tu: v ochrane rastlín).

#### **bod vädnutia**

Bod vädnutia (BV) sa definuje ako najnižšia hodnota pôdnej vlhkosti, ktorú si rastlina vyžaduje, aby nezvädla. Ak vlhkosť pôdy klesne na tento bod alebo poriadok, rastlina vädne a po 12-hodinovom pobyte v nasýtenej atmosfére už viac neobnoví svoj turgor. BV zodpovedá dohovorom stanovená hodnota  $pF = 4,18$ .

### D

#### **diagnóza rizika**

Určenie problému, ktorý môže viesť ku škodám.

#### **drenáž**

Drenáž (tu: odvodňovanie) je prirodzené alebo umelé odvádzanie povrchovej a podpovrchovej vody z územia. Vnútorne odvodňovanie väčšiny poľnohospodárskych pôd je dosť dobré na to, aby sa predchádzalo ich premočeniu a vytváraniu anaeróbnych podmienok, ktoré škodia rasu koreňov. Mnohé pôdy ale potrebujú odvodňovanie umelé, aby sa zlepšila ich produktivita a aby sa zvládlo ich hospodárenie so zásobami vody.

#### **drenážny výtok**

Volumetrický výtok (prietok) vody, ktorá sa prenáša do odvodňovacej sústavy.

#### **DWQS (normy upravujúce akosť pitnej vody)**

Normy upravujúce akosť pitnej vody (drinking water quality standards) popisujú kvalitatívne parametre stanovené pre pitnú vodu, napríklad na úrovni krajiny, EÚ, WHO. Ešte aj tam, kde takéto normy existujú alebo sa uplatňujú, sa povolené koncentrácie jednotlivých zložiek môžu líšiť o viac ako rád (desaťnásobok) od hodnôt stanovených inou normou (Wikipédia).

### E

#### **EQS (normy upravujúce kvalitu ŽP)**

Smernica EÚ stanovuje normy upravujúce kvalitu životného prostredia (environmental quality standards) pre prioritné látky a isté ďalšie znečisťujúce látky.

### H

#### **hodnotenie expozície**

Hodnotenie expozície je odhad a meranie mohutnosti, frekvencie a trvania vystavenie (expozície) pôsobeniu agensu, spolu s veľkosťou a charakteristikami vystavenej populácie. Ideálne popisuje zdroje, cesty pôsobenia a prenikania, ako aj neistoty pri hodnotení (Wikipédia).

### K

#### **KD (rozdeľovací koeficient) / KOC (koeficient normalizovaný na obsah organického uhlíka)**

Koeficient pôdnej sorpcie KD a koeficient sorpcie pôdneho organického uhlíka KOC prípravkov sú základnými ukazovateľmi používanými pri popise správania sa a osudu prípravkov v pôde. Vyjadrujú mieru mohutnosti pohlčovania prípravkov pôdou a inými povrchmi v nej na fázovom rozhraní medzi kvapalinami a pevnými

látkami a sú teda priamo spojené s pohyblivosťou a pretrváváním prípravkov v pôde (R.D.Wauchope et al., 2012).

### **kritický prípravok**

Prípravok s vlastnosťami, ktoré v spojení s určitým činiteľom spôsobujú nepriateľné nálezy v prostredí.

### **ľadovcový nános**

Pôdny a kamenitý materiál nesený pohybom ľadovca a po jeho roztopení zanechaný na mieste (napríklad v moréne).

### **nasýtenie pôdy**

Stav, keď sú všetky póry v pôde naplnené vodou a v pôde neostal už žiaden vzduch.

### **neprístupná voda**

Voda, viazaná v pôde kapilárnymi silami, neschopná pohybu v pôde, a teda rastlinám už neprístupná.

### **ochranné/šetriace obrábanie pôdy**

Ochranné obrábanie pôdy sa delí na tri typy (FAO):

- technológia sejby/výsadby do neobrobenej pôdy (no-till)/pásové obrábanie pôdy (strip-till): výsev/výsadba plodiny priamo do pozberových zvyškov, ktoré buď neboli zapracované vôbec (no-till) alebo boli zapracované len v úzkych pásoch so zvyšnou plochou poľa ponechanou bez obrábania (pásové obrábanie pôdy, strip-till)
- technológia sejby/výsadby do vyvýšených pásov pôdy (ridge-till): sejba/výsadby širokoriadkových plodín do trvalých, asi o 0,1 m vyvýšených pásov pôdy; pozberové zvyšky predplodiny sa z vyvýšených pásov zhŕňajú do brázd, aby sa vytvoril priestor pre novú plodinu;
- mulčovacia technológia obrábania pôdy (mulch-till): akýkoľvek iný spôsob obrábania pôdy, ponechávajúci najmenej jednu tretinu povrchu pôdy pokrytú pozberovými zvyškami s cieľom dosiahnuť dobrú úroveň akosti povrchových vôd z hľadiska ich chemického znečistenia a životného prostredia.

### **organická hmota v pôde**

Pod organickou hmotou v pôde rozumieme organické zložky pôdy, pozostávajúce zo zvyškov rastlín a živočíchov v rôznom stupni rozkladu, bunky a pletivá/tkanivá pôdnych organizmov a látky syntetizované pôdnymi organizmami. Organická hmota v pôde má priaznivé účinky na fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy, ako aj na schopnosť pôdy poskytovať regulačné služby ekosystému. Najmä prítomnosť organickej hmoty v pôde sa považuje za kritickú pre fungovanie a kvalitu pôdy. (Wikipedia)





### **pF (hodnota)**

„Sací tlak“ pôdy - hodnota vyjadrujúca negatívny tlakový potenciál pôdnej vody. Sací tlak pF udáva, ako silno je voda viazaná v pôde. Pri hodnotách pF vyšších ako 4,2 už rastliny nie sú schopné nasávať vodu.

### **podryvanie**

Obrábanie pôdy pod hĺbkou orby s cieľom rozbiť zhutnenie pôdy a zlepšiť jej odvodnenie (drenáž).

### **polčas rozkladu DT50**

Miera charakterizujúca kinetiku rozkladu. Čas potrebný na zníženie koncentrácie o polovicu.

### **poľná vodná kapacita**

Voda, uchovaná v pôde, ktorá sa nestráca pôsobením gravitačnej sily. Poľná vodná kapacita = vododržná kapacita.

### **pôdny agregát**

Pod pôdnym agregátom rozumieme zhuk prvotných častí pôdy, ktoré sa silnejšie priľnúli k sebe ako k okolitým pôdnym častíčkám.

### **preferenčný tok**

Pod preferenčným tokom sa rozumie nerovnomerný a často rýchly pohyb vody a v nej rozpustených látok pôdou cez makropóry (napr. červie a hmyzie chodbičky, diery po koreňoch, trhliny v pôde).

### **prehľad**

V našich súvislostiach sa pod prehľadom rozumie štruktúrovaný nástroj na podporu rozhodovania.

### **priepustnosť**

Priepustnosť udáva, ako rýchlo môže voda presakovať cez vrstvu pôdy. Meria sa vo vzdialenosti za čas (mm/s) a závisí od vlastností pôdy a pôdneho typu.

### **priesak**

Priesak sa stáva prirodzeným problémom pre životné prostredie vtedy, keď vyplavovanie znečisťujúcich látok prispieva k znečisťovaniu podzemnej vody. Pretože voda zo zrážok, záplav a iných zdrojov vsakuje do pôdy, môže rozpúšťať chemikálie a prenášať ich do zásob podzemnej vody. V poľnohospodárstve sú znečisťujúcimi látkami napríklad nadmerné dávky hnojív, zle uskladnený maštalný hnoj, prípravky a chemické látky prirodzeného pôvodu.

### **prioritná látka**

Látky uvedené v Smernici ES č. 2008/105 o normách upravujúcich kvalitu životného prostredia.

**Rámcová smernica o vode**

Smernica EÚ upravujúca vodohospodársku politiku členských štátov EÚ.

**SPP EÚ**

Spoločná poľnohospodárska politika EÚ (Common Agricultural Policy).

**textúra pôdy**

Parameter zatriedenia pôdy podľa podielov častíc piesku, hliny a ílu v nej obsiahnutých.

**transpirácia**

Transpirácia je fyziologický pochod, pri ktorom voda prechádza rastlinou a odparuje sa jej nadzemnými časťami, ako sú listy, osi a kvety.

**výpar**

Výpar je pochod, ktorým sa kvapalná voda mení na vodnú paru (vyparovanie) a uniká z výparného povrchu (odchod pár). Voda sa vyparuje z rôznych povrchov, ako sú jazerá, rieky, chodníky, pôdy a vlhký porast.

**zvládnutie rizika**

Pod zvládnutím rizika sa rozumie správne určenie, vyhodnotenie a stanovenie poradia prednosti rizík zosúladeným a hospodárnym použitím zdrojov na čo najväčšie obmedzenie, sledovanie a kontrolu pravdepodobnosti alebo dosahu nepriaznivých udalostí alebo na čo najlepšie využitie príležitostí. (ISO 31000)

R

S

T

V

Z

## ODKAZY NA POUŽITÍ LITERATÚRY

- 1) [www.TOPPS-life.org](http://www.TOPPS-life.org)
- 2) ([https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/office/ssr7/profile/?cid=nrcs142p2\\_047970](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/office/ssr7/profile/?cid=nrcs142p2_047970))
- 3) (<http://www.science-scene.org/blog/exploring-soil-texture>)
- 4) (<https://extension.psu.edu/soil-quality>)
- 5) ([https://de.wikipedia.org/wiki/Porenvolumen\\_\(Boden\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Porenvolumen_(Boden)))
- 6) (<http://soilquality.org.au>)
- 7) Saxton and Rawls, 2006
- 8) (<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/soil-water-dynamics-103089121>)
- 9) (<http://soilandwater.bee.cornell.edu/research/pfweb/educators/intro/macroweb.htm>)
- 10) (<http://www.voluntaryinitiative.org.uk>)
- 11) Arvalis personal information
- 12) ([http://www.enorasis.eu/uploads/files/Water%20Governance/5.JRC46748\\_Report\\_Irrigation\\_EUR\\_23453\\_EN.pdf](http://www.enorasis.eu/uploads/files/Water%20Governance/5.JRC46748_Report_Irrigation_EUR_23453_EN.pdf))
- 13) M. Robinson 1990: Impact of improved land drainage on river flows, Report 113; Inst Hydrology Robinson 1990).
- 14) (<http://www.landcareresearch.co.nz/publications/newsletters/soil/issue-24/productive-pastures>).
- 15) TOPPS\_ [www.TOPPS-life.org](http://www.TOPPS-life.org) (Arvalis Institut du Végétal),
- 16) Alletto, L., et al., Tillage and fallow period management effects on the fate of the herbicide isoxaflutole in an irrigated continuous-maize field. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2012. 153: p. 40-49.
- 17) Buhler, D.D., et al., WATER-QUALITY - ATRAZINE AND ALACHLOR LOSSES FROM SUBSURFACE TILE DRAINAGE OF A CLAY LOAM SOIL. *Journal of Environmental Quality*, 1993. 22(3): p. 583-588.
- 18) Clay, S.A., et al., Application method: impacts on atrazine and alachlor movement, weed control, and corn yield in three tillage systems. *Soil & Tillage Research*, 1998. 48(3): p. 215-224.
- 19) Elliott, J.A., et al., Leaching rates and preferential flow of selected herbicides through tilled and untilled soil. *Journal of Environmental Quality*, 2000. 29(5): p. 1650-1656.
- 20) Essington, M.E., D.D. Tyler, and G.V. Wilson, Fluometuron behavior in long-term tillage plots. *Soil Science*, 1995. 160(6): p. 405-414.
- 21) Fomsgaard, I.S., N.H. Spliid, and G. Felding, Leaching of pesticides through normal-tillage and low-tillage soil - A lysimeter study. I. Isoproturon. *Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 2003a. 38(1): p. 1-18.
- 22) Fomsgaard, I.S., N.H. Spliid, and G. Felding, Leaching of pesticides through normal-tillage and low-tillage soil - A lysimeter study. II. Glyphosate. *Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 2003b. 38(1): p. 19-35.
- 23) Fortin, J., et al., Preferential bromide and pesticide movement to tile drains under different cropping practices. *Journal of Environmental Quality*, 2002. 31(6): p. 1940-1952.
- 24) Gaynor, J.D., D.C. Mactavish, and W.I. Findlay, SURFACE AND SUBSURFACE TRANSPORT OF ATRAZINE AND ALACHLOR FROM A BROOKSTON CLAY LOAM UNDER CONTINUOUS CORN PRODUCTION. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 1992. 23(2): p. 240-245.
- 25) Gaynor, J.D., D.C. Mactavish, and W.I. Findlay, ATRAZINE AND METOLACHLOR LOSS IN SURFACE AND SUBSURFACE RUNOFF FROM 3 TILLAGE TREATMENTS IN CORN. *Journal of Environmental Quality*, 1995. 24(2): p. 246-256.
- 26) Gaynor, J.D., et al., Tillage, intercrop, and controlled drainage-subirrigation influence atrazine, metribuzin, and metolachlor loss. *Journal of Environmental Quality*, 2001. 30(2): p. 561-572.
- 27) Gish, T. J., et al., IMPACT OF PESTICIDES ON SHALLOW GROUNDWATER QUALITY. *Transactions of the Asae*, 1991. 34(4): p. 1745-1753.
- 28) Gish, T. J., et al., HERBICIDE LEACHING UNDER TILLED AND NO-TILLAGE FIELDS. *Soil Science Society of America Journal*, 1995. 59(3): p. 895-901.
- 29) Giuliano, S., et al., Low-input cropping systems to reduce input dependency and environmental impacts in maize production: A multi-criteria assessment. *European Journal of Agronomy*, 2016. 76: p. 160-175.
- 30) Hall, J.K. and R.O. Mumma, DICAMBA MOBILITY IN CONVENTIONALLY TILLED AND NONTILLED SOIL. *Soil & Tillage Research*, 1994. 30(1): p. 3-17.
- 31) Hall, J.K., R.O. Mumma, and D.W. Watts, LEACHING

- AND RUNOFF LOSSES OF HERBICIDES IN A TILLED AND UNTILLED FIELD. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 1991. 37(4): p. 303-314.
- 32) [Isensee, A.R., R.G. Nash, and C.S. Helling](#), EFFECT OF CONVENTIONAL VS NO-TILLAGE ON PESTICIDE LEACHING TO SHALLOW GROUNDWATER. *Journal of Environmental Quality*, 1990. 19(3): p. 434-440.
- 33) [Isensee, A.R. and A.M. Sadeghi](#), LONG-TERM EFFECT OF TILLAGE AND RAINFALL ON HERBICIDE LEACHING TO SHALLOW GROUNDWATER. *Chemosphere*, 1995. 30(4): p. 671-685.
- 34) [Kanwar, R.S., T.S. Colvin, and D.L. Karlen](#), Ridge, moldboard, chisel, and no-till effects on tile water quality beneath two cropping systems. *Journal of Production Agriculture*, 1997. 10(2): p. 227-234.
- 35) [Logan, T. J., D.J. Eckert, and D.G. Beak](#), TILLAGE, CROP AND CLIMATIC EFFECTS ON RUNOFF AND TILE DRAINAGE LOSSES OF NITRATE AND 4 HERBICIDES. *Soil & Tillage Research*, 1994. 30(1): p. 75-103.
- 36) [Masse, L., et al.](#), Tile effluent quality and chemical losses under conventional and no tillage .2. Atrazine and metolachlor. *Transactions of the Asae*, 1996. 39(5): p. 1673-1679.
- 37) [Masse, L., et al.](#), Groundwater quality under conventional and no tillage: II. Atrazine, deethylatrazine, and metolachlor. *Journal of Environmental Quality*, 1998. 27(4): p. 877-883.
- 38) [Potter, T.L., D.D. Bosch, and T.C. Strickland](#), Tillage impact on herbicide loss by surface runoff and lateral subsurface flow. *Science of the Total Environment*, 2015. 530: p. 357-366.
- 39) [Ritter, W.F., A.E.M. Chirnside, and R.W. Scarborough](#), Movement and degradation of triazines, alachlor, and metolachlor in sandy soils. *Journal of Environmental Science and Health Part a-Environmental Science and Engineering & Toxic and Hazardous Substance Control*, 1996. 31(10): p. 2699-2721.
- 40) [Rothstein, E., et al.](#), Atrazine fate on a tile drained field in northern New York: A case study. *Agricultural Water Management*, 1996. 31(3): p. 195-203.
- 41) [Steenhuis, T.S., et al.](#), PREFERENTIAL MOVEMENT OF PESTICIDES AND TRACERS IN AGRICULTURAL SOILS. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering-Asce*, 1990. 116(1): p. 50-66.
- 42) [Watts, D.W. and J.K. Hall](#), Tillage and application effects on herbicide leaching and runoff. *Soil & Tillage Research*, 1996. 39(3-4): p. 241-257.
- 43) [Weber, J.B., K.A. Taylor, and G.G. Wilkerson](#), Soil cover and tillage influenced metolachlor mobility and dissipation in field lysimeters. *Agronomy Journal*, 2006. 98(1)
- 44) (<https://cereals.ahdb.org.uk/media/655816/is41-opportunities-for-cover-crops-in-conventional-arable-rotations.pdf>)
- 45) ([http://www.agricology.co.uk/sites/default/files/NIAB-TAG%20Cover%20Crops\\_lowres.pdf](http://www.agricology.co.uk/sites/default/files/NIAB-TAG%20Cover%20Crops_lowres.pdf)).
- 46) [Van der Molen, W.H., Martínez Beltrán, J., Ochs, W.J. \(2007\)](#). Guidelines and computer programs for the planning and design of land drainage systems. *FAO Irrigation and Drainage Paper 62*, Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy, p. 230.
- 47) [EU Life Artwet project](#) (LIFE 06 ENV/F/000133).







A series of 20 horizontal green lines spanning the width of the page, providing a template for writing.

