



EVROPSKÁ UNIE
Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
Evropa investuje do venkovských oblastí
Program rozvoje venkova



**Zemědělský svaz
České republiky**

ZEMĚDĚLSKÝ SVAZ ČR

sborník ze semináře

Ochrana vod z pohledu klimatických změn

Cílem projektu je seznámit účastníky semináře s pozitivy a riziky hospodaření s vodou v krajině. Seminář bude zaměřen na tyto oblasti: legislativní rámec v oblasti ochrany vod; problematika bilance základních živin ve vodním prostředí (N, P), precizní zemědělství; problematika aplikace přípravků na ochranu rostlin ve vztahu k jakosti vod a jejich rizika; problematika odvodnění a závlah a současný stav řešení; aktuální situace systematického zemědělského odvodnění - podklady a možnosti využití moderních technologií pro aktualizaci a zpřesnění dat; vliv aplikace digestátu na výnosy zemědělských plodin, obsahy přístupných živin a kvalitu vod; problematika přívalových povodní a jejich riziko. Účastníci budou seznámeni s platnou legislativou (zákon o vodách, Rámcová směrnice o vodách ES, vyhláška o hnojivech, vyhláška o ochranných pásmech vodních zdrojů MŽP 137/199 Sb.).

Seminář je pořádán v rámci Programu rozvoje venkova, Operace 1.2.1 Informační akce.

2017



EVROPSKÁ UNIE
Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
Evropa investuje do venkovských oblastí
Program rozvoje venkova



**Zemědělský svaz
České republiky**

ZEMĚDĚLSKÝ SVAZ ČR

sborník ze semináře

Ochrana vod z pohledu klimatických změn

RNDr. Pavel Novák

Ing. Petr Fučík

doc. Ing. Zbyněk Kulhavý, CSc.

Ing. Renata Duffková

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha

Seminář je pořádán v rámci Programu rozvoje venkova, Operace 1.2.1 Informační akce.

2017

© Zemědělský svaz ČR a Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s.

ISBN 978-80-87262-82-5 (Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s., Hybernská
38, 110 00 Praha 1)



Obsah

1 Jakost vod v zemědělsky využívaných povodích a možnosti precizního zemědělství pro optimalizaci hospodaření s hnojivý a ochranu vod.	1
1.1 Úvod	1
1.2 Bodové versus plošné zdroje znečištění vod	2
1.3 Role počasí, půdních a geomorfologických podmínek pro časoprostorovou dynamiku plošných zdrojů znečištění	2
1.3.1 Pesticidy	4
1.4 Působení odvodňovacích systémů na režim jakosti vod	4
1.4.1 Dynamika vyplavování pesticidů z drenáží	6
1.5 Využití principů precizního zemědělství pro ochranu vod	7
2 Přehled legislativních předpisů ČR a EU, které se vztahují k ochraně vod včetně vazby na dotační politiku MZe a MŽP	10
2.1 Úvod	10
2.2 Přehled základních právních předpisů v oblasti ochrany vod ve vztahu k zemědělské výrobě:	10
2.2.1 Přípravky na ochranu rostlin - legislativa	11
2.2.2 Národní akční plán ke snížení používání pesticidů (NAP)	11
2.3 Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES (GAEC)	11
2.4 Podmínky pro zachování dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy jsou řešeny v rámci sedmi standardů, které se týkají:	12
2.4.1 DZES 1: Dodržení ochranných pásů podél vodních toků	12
2.4.2 DZES 2: Povolení pro užívání zavlažovacích soustav	13
2.4.3 DZES 3: Ochrana podzemních vod proti znečištění	13
2.4.4 DZES 4: Minimální pokryv půdy	13
2.4.5 DZES 5: Minimální úroveň obhospodařování půdy k omezování eroze	14
2.4.6 DZES 6: Zachování úrovně organických složek půdy, včetně zákazu vypalování strnišť	14
2.4.7 DZES 7: Zachování krajinných prvků, ořez stromů a opatření proti invazivním druhům rostlin	15
2.5 Dotační tituly v oblasti ochrany vod	16
2.5.1 Program rozvoje venkova 2014-2020	16
2.5.2 OPŽP 2014-2020	18



3 Optimální nakládání s digestátem a jeho složkami separace při pěstování silážní kukuřice	19
3.1 Abstrakt	19
3.2 Úvod	19
3.3 Metodika	20
3.4 Výsledky a diskuze	21
3.5 Obecně platné postupy	21
3.5.1 Stanovení dávky N v aplikovaném D/F/S na základě plánovaného výnosu kukuřice, účinnosti N, obsahu půdního minerálního N a složení hnojiva	21
3.5.2 Minimalizace ztrát N volatilizací NH ₃ spojených s aplikací digestátu	22
3.5.3 Minimalizace proplavení půdního reziduálního N po sklizni kukuřice	22
3.6 Specifikace dopadu aplikace digestátu a fugátu při různých srážkových situacích	22
3.6.1 Základní hnojení	22
3.6.2 Přihnojení	23
3.6.3 Pro podporu rozkladu slámy	23
3.7 Specifikace dopadu aplikace separátu při různých srážkových situacích	24
3.8 Návaznost na dodržování standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu	24
3.9 Závěr	25
4 Optimalizace vodního režimu zemědělských pozemků – adaptace na klimatickou změnu	26
4.1 Úvod	26
4.2 Zvýšení retence vody v půdě	27
4.3 Komplexní vodohospodářské opatření pro zachování úrodnosti zemědělských půd	29
4.4 Údržba a opravy hydromelioračních staveb	30
4.5 Související legislativa	32
4.6 Potenciál hydromeliorací z pohledu klimatické změny	33
4.7 Budoucí úkoly vodního hospodářství v zemědělské krajině	36
4.8 Závěr	37



1 Jakost vod v zemědělsky využívaných povodích a možnosti precizního zemědělství pro optimalizaci hospodaření s hnojivý a ochranu vod.

1.1 Úvod

Znečištění vod je obecně výslednicí působení bodových, plošných a difúzních zdrojů, jejichž vliv je rozdílný pro různé znečišťující látky a pro různé, krátkodobé nebo dlouhodobé hydrologické situace. Existuje obecné tvrzení, že znečištění vod z plošných a difúzních zdrojů platí zejména pro dusičnany, pocházejícími ze zemědělství. Souvislosti mezi způsobem využití půdy v zemědělsky obhospodařované krajině a jakostí vod drobných vodních toků bývaly v minulosti vysvětlovány v případě dusičnanů často pouze jako výslednice vstupů látek z hnojení. V ČR panoval začátkem devadesátých let 20. století v některých odborných kruzích názor, že po poklesu dávek hnojení a zpřísnění managementu půdy v zemědělství, dojde k setrvalému plošnému poklesu znečištění povrchových i podzemních vod dusičnany. To v některých regionech ČR nastalo, v jiných ovšem nikoli. Výsledky monitoringu vod oblastí zranitelných dusičnany podle Nitrátové směrnice ukázaly a stále ukazují na řadu nejasností, kdy vychází najevo, že výše uvedený jednoduchý vztah neplatí. V ČR vykazuje k polovině r. 2015, přes aplikace systému opatření v tzv. Akčních programech v rámci Nitrátové směrnice, téměř polovina sledovaných lokalit neměnný, či dokonce vzestupný trend koncentrací dusičnanů v povrchových vodách a příčiny zůstávají ne zcela jasné. Je zřejmé, že procesy tvorby jakosti vod, a to nejen pro dusičnany, ale i z hlediska dalších znečišťujících látek, jsou mnohem složitější a je potřeba se jejich studiu věnovat pokročilými metodami monitoringu nejen množství a jakosti vod, ale i stavu a způsobu využití půd a důkladným sledováním působení dalších složek ekosystému.

Prostředky na ochranu rostlin (dále pesticidy) jsou v dnešním zemědělství nezbytné z důvodu regulace škodlivých organismů, zejména plevelů, chorob a škůdců rostlin. Bez nich by byly výnosy plodin nižší, horší kvality a cenově méně dostupné. Pesticidy mohou ovšem být vyplavovány do povrchových a podzemních vod a způsobovat závažné ekotoxikologické problémy jak u suchozemské, tak u vodní (nebo na vodu vázané) bioty a zhoršovat jakost vody samotné. Chování pesticidů v prostředí je velmi složité, neboť je ovlivňováno velkým množstvím faktorů. Odhaduje se, že v průměru cca 65 % aplikované látky zasáhne listovou plochu plodin, asi 25 % přípravku vstupuje přímo do půdy. Zbýlých přibližně 10 % je rozloženo světlem před vstupem do půdy nebo uvolněno do atmosféry (FOCUS, 2007). Působením abiotických a biotických faktorů podléhají pesticidy řadě transportních a transformačních procesů. Těmito procesy vznikají tzv. metabolity, které mohou být méně toxické než původní látky (nerelevantní metabolity), avšak jiné mohou být stejně nebo i více toxické (relevantní metabolity). Toxicita metabolitů je posuzována dle metodiky schválené EU. To, které procesy a v jaké míře se nejvíce uplatňují, ovlivňují hlavně fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, herbicidu a aktuální i déletrvající průběh počasí. Půda se



chová jako aktivní filtr, kde chemikálie degradují biologickými a nebiologickými procesy, a jako selektivní filtr, protože je schopna zadržet některé chemikálie a předejít tak jejich vyplavení do podzemních vod (Kodešová et al. 2011).

Následující text je stručným souhrnem experimentálně získaných výsledků autorů i dalších kolegů z ČR i zahraniční a má za cíl seznámit čtenáře s aktuálními poznatky v oblasti plošných zdrojů znečištění vod (dusíkem, fosforem a pesticidy) a s možnostmi precizního zemědělství z hlediska ochrany vod.

1.2 Bodové versus plošné zdroje znečištění vod

Znečištění bodové je jednoznačně vázané na akumulaci činností do úzce ohraničených oblastí (sídla, ČOV, průmyslové provozy, zemědělské objekty) a lokalizovatelné (výpust', kanál) což, alespoň teoreticky, umožňuje sledování, bilancování i snazší eliminaci jeho negativního dopadu. Bodové znečištění je převážně kontinuální nebo se v nějakých cyklech opakuje a odtok a odnos látek z něj není obvykle výrazněji ovlivněn meteorologickými faktory.

Plošné znečištění vod je na rozdíl od bodového obtížně sledovatelné; odehrává se časoprostorově nepravidelně v závislosti na proměnlivých meteorologických, půdních, morfologických a porostních podmínkách. To ovšem platí zejména pro povrchový odtok včetně znečišťujících erozních sedimentů a na ně navázaných látek. Podpovrchový a základní odtok jsou z hlediska lokalizace stálejší. Rovněž z pohledu proměnlivosti v čase se u nich nevyskytuje tak významná dynamika jako u odtoku povrchového a u eroze.

Plošné zdroje znečištění jsou obecně členěny do následujících kategorií:

- zdroje a látky umělé, v přírodě se nevyskytující (pesticidy, mořidla, některé látky z atmosférických depozic), ale v zemědělství se používají,
- zdroje přírodních anorganických látek – uvolňujících se z horninového prostředí zrychleným zvětráváním, které je způsobeno atmosférickými depozicemi (bazické kationty, hliník, případně další prvky a ionty),
- zdroje zemědělských živin (minerální a statková hnojiva) – dusík a fosfor, vápník,
- zdroje přírodních živin (uvolňující se mobilizací z půdního prostředí v procesu mineralizace půdní organické hmoty).

1.3 Role počasí, půdních a geomorfologických podmínek pro časoprostorovou dynamiku plošných zdrojů znečištění

Způsob využití území v povodí a jeho vliv na jakost povrchových i podzemních vod je v současnosti obecně uznávaným principem, který je přítomen s většími či menšími odchylkami a významností v různých typech a měřících povodí, a který je ovlivněn zejména faktory přírodních charakteristik a antropogenních zátěží území.



Zorněním a odvodněním dochází k celkové změně oxidačně-redukčních podmínek v půdě, urychluje se mineralizace organického dusíku, snižuje se denitrifikační činnost, orná půda je častěji a více hnojena. Na orné půdě – na rozdíl od trvalých kultur (TTP, les) obvykle není po celý rok přítomná vegetace odebírající dusík, který je takto vyplavován do nižších půdních horizontů, horninového prostředí a vod. Pramenné vývěry v lesích mají maximální koncentrace dusičnanů pod úrovní 20 mg NO₃-/l, neboť jim příslušné infiltrační (zdrojové) a transportní zóny jsou zalesněny.

Zdrojem tvorby dusičnanů v půdě mohou být statková hnojiva živočišného původu, nebo hnojiva minerální, po jejichž aplikaci může být urychlen rozklad organické hmoty. Organicky vázaný N obsažený v organických a organominerálních hnojivech, statkových hnojivech a upravených kalech se v půdě mineralizuje a přechází do forem využitelných rostlinami a zároveň podléhající ztrátám, např. vyplavením. Rychlost rozkladu organických sloučenin, uvolňování a vyplavování N do vod je složitý proces, který závisí zejména na poměru půdního uhlíku k dusíku (C/N; úzký poměr indikuje rychlejší mineralizaci a možné vyplavení, širší potom imobilizaci) a na rozložitelnosti jednotlivých typů organických látek, dále na vlastnostech prostředí a průběhu počasí (fyzikální vlastnosti půdy, půdní teplota a vlhkost) Klír a kol. (2012), Kohler a kol. (2006).

Pro vyplavování dusičnanů z půdy dále do vod je rovněž podstatná dynamika půdní vody. Zemědělské půdy v podhorských oblastech ČR, tvořené kambizeměmi, pseudogleji a příbuznými typy půd na krystaliniku, jsou značně heterogenní a v těchto půdách má výrazný vliv na vyplavování dusičnanů preferenční proudění. Řada studií v ČR i zahraničí se shoduje na zjištění, že hlavním nositelem dusičnanového znečištění je tzv. hypodermický (podpovrchový) odtok, který v podmínkách krystalinika ČR tvoří cca 40-50% celkového odtoku a často je tvořen odtokem drenážních vod, Doležal and Kvítek (2004), Fučík et al. (2012), Zajíček et al. (2011).

Výzkumy sledující vyplavování N z orné půdy, se zabývají možnostmi snižování hnojení, používání meziplodin či ozimů a změn agrotechniky a vzájemných kombinací těchto variant, za zachování výnosů plodin. Obecně je konstatována značná meziroční variabilita ve vyplavování N z půdy, způsobená zejména průběhem počasí a obsahem akumulovaného N v půdě. Např. Haberle et al. (2012) zjistili pro typický osevní postup (ozimá pšenice, ozimý ječmen, brambory) během 11 letého pokusu na kambizemích Českomoravské vrchoviny průměrnou koncentraci nitrátů v půdní vodě překračující hranici 50 mg/l při úrovni celkového vstupu dusíku 148 kg N/ha/rok, což odpovídalo průměrnému vyplavení 20 kg N/ha/rok. O něco nižší hodnoty dávek hnojení byly zjištěny ve studii Dresler et al. (2011), kdy autoři na 411 místech v různých půdních podmínkách východního Polska dokladují, že v průměru dávky dusíku nad 121 N/ha/rok byly rizikové z hlediska zvýšeného koncentrací dusičnanů v půdních vodách. Studie zabývající se dávkami hnojiv a vyplavením N do vod shodně konstatují, že klíčová je rovněž doba aplikace N hnojiv ve vazbě na osevní postup. Mnohem více nitrátů bývá vyplaveno z hnojiv aplikovaných na podzim než na jaře, i v případě N z pomalu uvolnitelných hnojiv (Aronsson et al. 2010). Větší problém s vyplavením dusíku může potom být u širokořádkových plodin, kde je menší hustota kořenové biomasy (v



ČR např. kukuřice, zejména cca do konce června). Zde je možnost snížení vyplavení dusíku např. pomocí mezipásů obilnin. Problémem z hlediska vyplavení dusičnanů je aplikace organických látek v období, kdy porost neodebírá nebo odebírá dusíku jenom málo (aplikace digestátů, kejdy, fugátů na konci zimy či v brzkém jaře). Tyto poznatky jsou vtěleny do závazných postupů pro zemědělce hospodařící v tzv. zranitelných oblastech dusičnany (ZOD) tak i do obecnějších Zásad správné zemědělské praxe, více v Klír a kol. (2012).

1.3.1 Pesticidy

Bez ohledu na kinetiku rozpadu a sorpční schopnosti toho kterého pesticidu je dynamika srážko-odtokových parametrů často shledávána jako dominantní z hlediska vyplavování pesticidů z půd do vod (Lennartz, 1999). Jako dominantní – ve vztahu k přírodním podmínkám povodí a průběhu počasí - bývá z hlediska transportu pesticidů různých vlastností identifikován povrchový odtok (např. Boithias, et al. 2011; Siimes et al., 2006) i odtok podpovrchový, nežřídka reprezentovaný vodou ze zemědělských drenážních systémů (Brown et al. 2009, Fauser et al., 2008). Sledování pesticidů v drenážních vodách je v zemích s odvodněnou zemědělskou půdou věnována značná pozornost (např. Brown et al. 2009). Ve většině případů zrychleného vyplavení pesticidu do vod hraje podstatnou roli některý z typů tzv. „preferenčního proudění“ (Klaus et al. 2014, Lennartz et al., 1999), a složení odtoku, tj. jaká voda odtéká v reakci na srážku či tání sněhu. Ne vždy se může jednat o vodu přímo ze srážek, ale o vodu, nacházející se v prostředí půda-hornina již před srážkou. Proto mohou být mateřské látky pesticidů či jejich metabolity nacházeny ve vodách ve značné časové i koncentrační disproporci vůči době a množství jejich aplikace. Významnou roli z hlediska vlivu na vyplavování pesticidů do vod (povrchových i drenážních) potom může hrát aplikace těchto látek v souvislosti s půdními podmínkami (zrnitost, přítomnost organické hmoty, aj.), svažitostí a umístěním, charakteristikami a stavem staveb zemědělského odvodnění (rozchod drénů, hloubka uložení, aj.; systém fungující, poškozený, atd.). Jinými slovy – jsou enklávy půdních bloků, kde je možné látku aplikovat patrně téměř bez rizika a naopak, některé části pozemku (půdního bloku) mohou k vyplavování pesticidů do vod přispívat výrazněji. Zde by aplikace pesticidů měla probíhat modifikovaně. Vzhledem k intenzitě odvodnění zemědělských půd v ČR a problematickému stavu některých drenážních systémů je potřebné se studiu transportu pesticidů drenážemi věnovat také v ČR.

1.4 **Působení odvodňovacích systémů na režim jakosti vod**

V ČR bylo k 1. lednu 1995 celkem odvodněno - převážně systematickou podzemní drenážní sítí - zhruba 1 065 mil. ha, což představuje přibližně 25 % zemědělské půdy (Kulhavý et al. 2007). Hlavním účelem odvodnění, jako jednoho z tradičních melioračních opatření, byla a je - v přírodních podmínkách mírného pásma severní polokoule - úprava vodního a vzdušného režimu zemědělských půd, tj. optimalizace vlhkosti a provzdušnenosti půd z hlediska potřeb rostlin, zpracovatelnosti půdy a její únosnosti pro zemědělské mechanismy, resp. přizpůsobení podmínek



způsobu využití pozemku (Schultz et al. 2007; Vašků 2011). Budováním odvodňovacích, často plošně rozsáhlých staveb v horských a podhorských oblastech se složitějšími morfologickými, klimatickými, půdními a hydrogeologickými podmínkami však spolu s následnou intenzivní zemědělskou činností vyústilo ve výraznou destabilizaci agroekosystémů; došlo ke snížení jejich strukturální heterogenity, biodiverzity a přirozeného krajinného potenciálu. Tento fakt, v současnosti umocněný lokálními poruchami nebo úplným funkčním vyřazením drenáže (z důvodů změny hospodářských podmínek, vlivem postupující eroze pozemku, neodbornou nebo spíše zanedbanou údržbou, stárnutím konstrukčních prvků atd.), má za následek kvantitativní i kvalitativní změny ve vodním režimu celých povodí.

V řadě studií v zahraničí i ČR bylo zjištěno, že drenáž přispívá v mnoha povodích různých typů a zastoupených půd ke zvýšenému vyplavování zejména dusičnanového dusíku z půdy (Hirt et al. 2005; Kennedy et al. 2012; Lexa et al. 2006). Vybudování drenážního systému (v rovině i ve svahu) způsobuje snížení hladiny podzemní vody, zkracuje období, po které je půda v zimě převlhčená, vyšším provzdušněním činí trvale stanoviště méně příznivým pro odbourávání dusičnanů - snižuje v aerobních podmínkách denitrifikaci, zvyšuje mineralizaci organické půdní hmoty a zvyšuje vyplavení dusičnanů, nejen po několik let po vybudování odvodnění (Janeček 1981; Doležal 2004). Drenáž modifikuje dráhy odtoku vody a to tak, že část vody, která by jinak otekla po povrchu, se vsakuje a odtéká drenáží. Je tak nucena protékat půdním profilem a vyplavovat odtud dusičnany. Vedle toho drenáž odvádí podzemní vodu z mělkých zvodní, kterými by jinak tato voda protekla pomalu a dospěla do recipientu o něco později, takže by bylo více příležitosti k denitrifikaci dusičnanů obsažených v této vodě. (Kvítek a Doležal, 2003). Průběh koncentrací dusičnanů před a po provedeném odvodnění na slabě oglejených kambizemích a rendzinách, využívaných jako orná půda v povodí Ráčského potoka (Permokarbon kladensko-rakovnické pánve) popisuje Janeček (1981). Před vybudovaným odvodněním dosahovaly koncentrace dusičnanů v drenážních vodách maxim kolem 10 mg NO₃-/l, již během 2. roku po odvodnění to ale bylo kolem 80–100 mg NO₃-/l. Pačes (1999) sledoval koncentrace dusičnanů na malém přítoku potoka Vočadlo v povodí Želivky. Před provedeným odvodněním v roce 1982 se minimální hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku pohybovaly kolem 4,5 mg N-NO₃-/l (20 mg NO₃-/l) (období 1976–1981), v letech 1983–1987 (v r. 1982 byla vybudována plošná drenáž) však maximální hodnoty dosáhly úrovně až k 21,5 mg N-NO₃-/l (95 mg NO₃-/l). V období s nízkými hodnotami se vyskytly vzorky vody s maximálními koncentracemi okolo 11,3 mg N-NO₃-/l (50 mg NO₃-/l), v období s vysokými koncentracemi se vyskytly vzorky vody s nízkými koncentracemi kolem 15,8 mg N-NO₃-/l (70 mg NO₃-/l). V letech 1987–1990 koncentrace nitrátů opět klesaly a po r. 1990 až do konce výzkumu oscillovaly kolem hodnoty 14,7 mg N-NO₃-/l (65 mg NO₃-/l). Švihla a kol. (1992) sledovali 14 let dusičnany v drenážních vodách povodí Ovesná Lhota. Konstatují, že vysoké koncentrace a odnosy N (až 35 kg N/ha/rok) jsou určovány povětrnostními a hydrologickými podmínkami – nenalezli žádný vztah mezi koncentracemi N ve vodách a hnojením.



Na příkladu analýzy jakosti vod 22 drenážních systémů (sledováno v letech 2004–2006 a r. 2009), charakteru zastoupených půd a způsobu využití půdy v jejich mikropovodích, vybudovaných ve svažitých podmínkách krystalinika ČR, byla prokázána platnost hypotézy o vlivu způsobu využití půdy infiltračně nejzranitelnějších lokalit mikropovodí zemědělských drenážních systémů na hodnoty koncentrací dusičnanů v drenážních vodách (Fučík et al. 2010). Pro stanovení kategorií infiltračních schopností půd byla použita metoda analýzy BPEJ podle Janglová a kol. (2003). Vícenásobnou regresí a vícerozměrnou analýzou bylo dokázáno, že největší vliv na průtokově vážené hodnoty koncentrací dusičnanů v drenážních vodách má zastoupení orné půdy na infiltračně nejpropustnějších okrscích mikropovodí drenáže.

1.4.1 Dynamika vyplavování pesticidů z drenáží

Podle zatím vyhodnocených dat koncentrací a odnosů pesticidů, sledovaných VUMOP, v.v.i., jsou mateřské látky (ML) pesticidů detekovány v základním odtoku (pomalý odtok podzemní vody) zřídka a v malých koncentracích. To ovšem souvisí s prodlevou mezi termínem aplikace a zahájením monitoringu. Koncentrace jednotlivých zjištěných mateřských látek nepřekračují žádný z limitů, kromě chlortorulonů a tebukonazolu, které se vyskytly v nadlimitních koncentracích v epizodách. Tyto dílčí výsledky potvrzují, podobně jako u sledování živin ve vodách, potřebu kontinuálního monitoringu množství a kvality vod pro popis dynamiky koncentrací pesticidních látek a souvisejících procesů odtoku vod, jak uvádějí např. Bundschuh et al. (2014) nebo Klaus et al. (2014). Mnohem zásadnější pro vyplavování ML pesticidů z půd do vod jsou totiž srážko-odtokové epizody, trvající třeba jen několik hodin, ve kterých ale bývají vyplaveny až desítky procent (20-80) celkového odnosu pesticidů.

Podstatně významnější jsou v drenážních vodách zjišťovány koncentrace tzv. metabolitů, zejména chloracetanilidových herbicidů. Jsou to vysoce perzistentní látky (poločas rozpadu je více než 100 dní) a např. metabolity matazahloru mají v závislosti na pH půdy poločas rozpadu od 500 do 750 dní. Ačkoli se jedná o toxikologicky nerelevantní metabolity, jejich vysoké koncentrace již představují jisté riziko pro dobrý ekologický stav vod. Dynamika vyplavování sledovaných látek má jistě souvislost se složením odtoku; vyplavování metabolitů je – na rozdíl od mateřských látek – pravděpodobně vázáno především na základní odtok (odtok podzemní vody).

Hlavním zdrojem pesticidů v povodí sledovaných vodárenských nádrží je zemědělská činnost. Jako účinné řešení se jeví kombinace opatření v podobě posílení technologie úpravy vody s opatřeními v povodí vodárenských zdrojů. Představené dílčí výsledky ukazují, že drenážní systémy jsou významnou cestou vstupu živin (zejména dusíku) a pesticidních látek do vod a proto je zapotřebí jim věnovat pozornost, vhodně je monitorovat a případně navrhovat opatření pro zmírnění těchto jevů. Vzhledem ke složitosti problematiky prostředků na ochranu rostlin, která se dotýká různých cílových skupin, je nutné zohlednit zájmy jak odběratelů povrchové vody, tak zemědělských subjektů hospodařících v povodí. Jednou z možností ke zlepšení kvality povrchových vod může být aplikace principů šetrného použití pesticidů ve vazbě na půdní podmínky a hydrologický režim malých odvodněných povodí.



1.5 Využití principů precizního zemědělství pro ochranu vod

Optimální dávkování živin pro zemědělské plodiny v hnojivech je jedním z předpokladů dobrého a stabilního výnosu. Tradiční agrotechnika uvažuje pozemek – půdní blok s jednou plodinou zpravidla jako homogenní jednotku a tomu také odpovídají stejné dávky živin v hnojivech ve všech částech pozemku. Naproti tomu precizní zemědělství (PZ) zohledňuje různorodé půdní podmínky částí pozemku (půdní typ, zásobenost živinami, aj.) a v těchto částech pozemku realizuje variabilní aplikaci hnojiv, podle tzv. aplikačních map, vytvořených na základě půdních vzorků, případně podle výnosového potenciálu a aktuálního stavu / potřeby plodin. Cílem PZ je tedy respektovat lokální půdní podmínky a ve vazbě na jejich identifikaci přistupovat k hospodaření diferencovaně, čímž je možné snížit množství vstupů (např. hnojiva, pesticidů) a souvisejících nákladů. Různorodost půdních podmínek je základním předpokladem pro využití tohoto způsobu hospodaření, neboť bez ní má koncept PZ jen malý význam.

Různorodé půdní podmínky se rovněž vyznačují různým vodním a živinným režimem. Jinak se z hlediska retence vody a látek chovají těžší, hlubší půdy, jinak půdy mělké a zrnitostně lehčí. Řada výzkumů dokazuje, že právě lehčí a mělké půdy, resp. okrsy zemědělských pozemků s těmito půdami, mohou fungovat jako zdrojové plochy zemědělského znečištění podpovrchových vod. Voda, živiny, popř. prostředky na ochranu plodin se v těchto půdách hůře udrží a mohou být rychleji a s větší intenzitou vyplaveny do podzemních nebo drenážních vod.

Novinkou v oblasti výzkumu, týkajícího se PZ, je právě sledování vlivu diferencovaných dávek hnojiv na kvalitu vod v různých půdních podmínkách. Jak bylo uvedeno výše, dynamika půdní vláhy, stav plodin a hnojení, se spolupodílí v různých půdních typech (zónách povodí) k vyplavování znečišťujících látek do podpovrchových vod. Tyto znalosti, promítnuté do načasování aplikace a optimalizace dávek hnojiv do různých enkláv půdních bloků, mohou snižovat množství vyplavených hnojiv (i pesticidů) do vod a vedle prvotních cílů PZ (optimalizace výnosu plodin) omezovat vliv plošných zdrojů znečištění.

Petr Fučík, Antonín Zajíček, Renata Duffková

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Seznam citované literatury

Aronsson H., Stenberg T. 2010. Leaching of nitrogen from a 3-yr grain crop rotation on a clay soil. *Soil Use and Management* 26: 274–280.

Boithias, L., Sauvage, S., Taghavi, L., Merlina, G., Probst, J.L., Sánchez Pérez, J.M. 2011. Occurrence of metolachlor and trifluralin losses in the Save river agricultural catchment during floods. *Journal of Hazardous Materials* 196, 210– 219.



Brown, C. et al. 2009. Pesticide transport via sub-surface drains in Europe. *Environmental Pollution* 157, 3314–3324.

Bundschuh, M. et al. 2014. Evaluation of pesticide monitoring strategies in agricultural streams based on the toxic-unit concept — Experiences from long-term measurements. *Science of the Total Environment* 484, 84–91.

Doležal F., Kvítek T. 2004. The role of recharge zones, discharge zones, springs and tile drainage systems in peneplains of Central European highlands with regard to water quality generation processes. *Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C.* 11-12: 775-785.

Dresler S. Bednarek W. Tkaczyk P. 2011. Nitrate nitrogen in the soils of Eastern Poland as influenced by type of crop, nitrogen fertilisation and various organic fertilisers *Journal of Central European Agriculture* 12:367 – 379.

Fausser, P., Thomsen, M., Sørensen, P.B., Petersen, S. 2008. Predicted Concentrations for Pesticides in Drainage Dominated Catchments. *Water Air Soil Pollut*, 187, 149–156.

[FOCUS] Forum for Coordination of Pesticide Fate Models and Their Use. 2007a. Landscape and mitigation factors in aquatic risk assessment. Vol 1. Extended summary and recommendations. Report of the FOCUS working group on landscape and mitigation factors in ecological risk assessment, EC Document Reference SANCO/10422/2005 v2.0.

Fučík P., Kvítek T., Hejduk T., Peterková J. 2012. Příspěvek k vyčíslení podílů zdrojů znečištění vod ze sledovaných profilů v malém odvodněném zemědělsko – lesním povodí. *Vodní Hospodářství* 8: 257 – 264.

Fučík P., Bystřický V., Doležal F., Kvítek T., Lechner P., Váchal J., Žlábek P. 2010. Posuzování vlivu odvodňovacích systémů a ochranných opatření na jakost vody v zemědělsky obhospodařovaných povodích drobných vodních toků. *Certifikovaná Metodika. VÚMOP, v.v.i.*

Haberle J., Káš M. 2012. Simulation of nitrogen leaching and nitrate concentration in a long-term field experiment. *Journal of Central European Agriculture* 3: 416–425.

Hirt U., Hammann T., Meyer B.C. 2005. Mesoscalic estimation of nitrogen discharge via drainage systems. *Limnologica* 35: 206–219.

Janeček M. 1981. Vliv odvodnění na změnu kvality vody odtékající ze zemědělsky obhospodařovaného povodí. In *Meliorace*, č. 17, Sborník ÚVTIZ, Praha, 24 s.

Janglová R., Kvítek T., Novák P. 2003. Kategorizace infiltrační kapacity půd na základě geoinformatického zpracování dat půdních průzkumů. *Soil and Water Scientific Studies* 2: 61–81.



Kennedy C.D., Bataille C. et al. 2012. Dynamics of nitrate and chloride during storm events in agricultural catchments with different subsurface drainage intensity (Indiana, USA). *Journal of Hydrology* 466–467: 1–10.

Klaus, J. et al. 2014. Controls of event-based pesticide leaching in natural soils: A systematic study based on replicated field scale irrigation experiments. *Journal of Hydrology* 512, 528–539.

Klír J., Kozlovská L. 2012. Zemědělské hospodaření ve zranitelných oblastech. Certifikovaná metodika. VURV.

Kohler K., Duynisveld W.H.M., Böttcher J. 2006. Nitrogen fertilization and nitrate leaching into groundwater on arable sandy soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 2: 185–195.

Kodešová, R. et al. 2011. Pesticide adsorption in relation to soil properties and soil type distribution in regional scale. *Journal of Hazardous Materials* 186, 540–550.

Kulhavý Z., Doležal F., Fučík P., Kulhavý F., Kvítek T., Muzikář R., Soukup M., Švihla V. 2007. Management of agricultural drainage systems in the Czech Republic. *Irrigation and Drainage* 56: 141–149.

Lennartz, B. 1999. Variation of herbicide transport parameters within a single field and its relation to water flux and soil properties. *Geoderma* 91, 327–345.

Lexa M., Kvítek T., Hejzlar J., Fučík P. 2006. Vliv drenážních systémů na koncentrace dusičnanů v povrchových vodách v povodí VN Švihov. *Vodní hospodářství* 8: 246–250.

Pačes T. 1999. Výsledky dlouhodobého monitorování hmotové bilance v zemědělském povodí Vočadlo v letech 1976 až 1999 (dílčí zpráva).

Schulzt B. 2007. Drainage under increasing and changing requirements. *Irrig. and Drain.* 56: 3–22.

Siimes, K. Ramo, S Welling, L. Nikunen, U, Laitinen, P. 2006. Comparison of the behaviour of three herbicides in a field experiment under bare soil conditions. *Agricultural Water Management*, 84, 53 – 64.

Švihla V. a kol. 1992. Výzkumný objekt Ovesná Lhota. Monografie. VÚMOP, Praha.

Vašků Z. 2011. Zlo zvané meliorace. *Vesmír* 7–8: 440–444.

Zajíček A., Kvítek T., Kaplická M., Doležal F., Kulhavý Z., Bystřický V., Žlábek P. 2011. Drainage water temperature as a basis for verifying drainage runoff composition on slopes. *Hydrological Processes* 25: 3204–3215.



2 Přehled legislativních předpisů ČR a EU, které se vztahují k ochraně vod včetně vazby na dotační politiku MZe a MŽP

2.1 Úvod

Příspěvek uvádí přehled základních právních předpisů v oblasti ochrany vod ve vztahu k zemědělské činnosti. Zvláštní pozornost je věnována problematice pesticidů, jako závažného problému ochrany jakosti vod v současné době. V druhé části příspěvku je řešena problematika dobrého zemědělského a environmentálního stavu DZES bývalých GAEC. V závěrečné části je pozornost věnována dotačním titulům v působnosti obou dotčených rezortů MZe i MŽP, které se věnují problematice vodního hospodářství.

2.2 Přehled základních právních předpisů v oblasti ochrany vod ve vztahu k zemědělské výrobě:

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES ze dne 12. prosince 2006 o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky
- Směrnice Rady 1991/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 137/1999 Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů
- Vyhláška č. 414/2013 Sb., o rozsahu a způsobu vedení evidence rozhodnutí, opatření obecné povahy, závazných stanovisek, souhlasů a ohlášení, k nimž byl dán souhlas podle vodního zákona, a částí rozhodnutí podle zákona o integrované prevenci (o vodoprávní evidenci)
- Vyhláška č. 377/2013, o skladování a způsobu používání hnojiv
- Nařízení vlády č. 235/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 23/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 229/2007 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a



odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

- Vyhláška č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě

2.2.1 Přípravky na ochranu rostlin - legislativa

Udržitelné užívání pesticidů je v ČR řízeno směrnicí Rady a EP 2009/128/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů. Spolu s ní byly přijaty dva další právní předpisy Společenství, které jsou klíčové pro povolování přípravků na ochranu rostlin a pro jejich uvádění na trh – Nařízení EP a Rady ES č. 1107/2009 a Nařízení EP a Rady ES č. 1185/2009 o statistice pesticidů. Dále je použití pesticidů v ČR regulováno zákonem č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči, ve znění zákona č. 626/2004 Sb., zákona č. 444/2005 Sb., zákona č. 131/2006 Sb. a zákona č. 249/2008 Sb. a směrnicí ES č. 91/414/EEC. Jako prostředky na ochranu rostlin smí být v České republice použity jen ty přípravky, které jsou uvedeny v Seznamu registrovaných prostředků na ochranu rostlin.

2.2.2 Národní akční plán ke snížení používání pesticidů (NAP)

Český NAP vychází z ustanovení § 48 a zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále také jen „rostlinolékařský zákon“). NAP stanoví kvantitativně měřitelné úkoly, průběžné i konečné cíle, opatření a harmonogramy pro snížení rizik a omezení dopadů používání přípravků na lidské zdraví a životní prostředí, s cílem podpořit vývoj a zavádění integrované ochrany rostlin. Hlavní cíl NAP respektuje základní poslání rostlinolékařské péče, tj. zabezpečit zdraví rostlin a rostlinných produktů se zřetelem na bezpečnost potravin a ochranu spotřebitele, a vychází z identifikace rizik spojených s používáním přípravků

2.3 **Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES (GAEC)**

Tyto standardy zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí a jsou součástí Kontroly podmíněnosti (Cross Compliance). Hospodaření v souladu se standardy DZES je jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých podpor, některých podpor Programu rozvoje venkova a některých podpor společné organizace trhu s vínem.

Dodržování standardů "dobrého zemědělského a environmentálního stavu" půdy - DZES (také známých pod zkratkou GAEC anglického označení - Good Agricultural and Environmental Conditions) kontroluje Státní zemědělský intervenční fond (SZIF). Delegovaně pro Fond provádí kontrolu DZES 1 (ochranné pásy podél vod) a DZES 3 (ochrana podzemních vod) Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ).



Při kontrole je ověřován aktuální stav v terénu, a to na veškeré zemědělské půdě obhospodařované žadatelem, kterou je žadatel povinen evidovat v LPIS. U dotací týkajících se lesnické problematiky jsou kontrolovány i lesní pozemky uvedené v žádosti o dotaci resp. evidované na žadatele v LPIS. Kontrola je prováděna na základě evidence dílů půdních bloků (LPIS) vytvořené na základě digitálního modelu terénu, s průměrnými sklonitostmi a kódy bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), s podkladem leteckých ortofotografických snímků, popř. katastrálních map.

Od roku 2015 v souvislosti s novým programovacím obdobím Společné zemědělské politiky 2014 – 2020 došlo v podmínkách standardů na základě nových legislativních předpisů k celé řadě změn:

Nadále nejsou v rámci Kontroly podmíněnosti uplatňovány podmínky minimální péče o travní porosty (dříve GAEC 9) a zákazu přeměny kultury travní porost na ornou půdu tzv. rozorání (dříve GAEC 8). Pravidla ochrany trvalých travních porostů jsou pro nové období SZP řešeny v rámci plnění podmínek pro poskytování přímých plateb (greening). Podmínky některých standardů dříve samostatně uváděných jsou sloučeny do jednoho znění standardu DZES, proto dochází ke snížení počtu definovaných standardů na celkový počet sedm. Jedno znění standardu DZES však může obsahovat několik samostatných požadavků. V souvislosti s provedením přearování samostatných podmínek standardů je změněno jejich označení a přečíslování.

2.4 Podmínky pro zachování dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy jsou řešeny v rámci sedmi standardů, které se týkají:

1. Ochranných pásů podél vodních toků.
2. Zavlažovacích soustav.
3. Ochrany podzemních vod před znečištěním.
4. Minimálního pokryvu půdy.
5. Minimální úrovně obhospodařování půdy k omezování eroze.
6. Zachování úrovně organických složek půdy, včetně zákazu vypalování strnišť.
7. Zachování krajinných prvků a opatření proti invazním druhům rostlin.

2.4.1 DZES 1: Dodržení ochranných pásů podél vodních toků

Podmínky se vztahují na všechny DPB přiléhajících k útvarům povrchových vod.

Standard obsahuje tři požadavky na zachování ochranného pásu podél vodních toků uvnitř i vně zranitelných oblastí: pás nehojené půdy stanovený podle § 12 nařízení vlády č. 262/2012 Sb. o šířce nejméně 3 m od břehové čáry; u dílu půdního bloku s průměrnou sklonitostí převyšující 7 stupňů ochranný pás o šířce nejméně 25 m od břehové čáry s tím, že v něm nebudou užita tekutá hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, a dodržení při aplikaci přípravku na ochranu rostlin stanovenou ochrannou vzdáleností za účelem ochrany vodních organismů od břehové čáry. Záměrem je ochrana vody před znečištěním pocházejícím ze zemědělské činnosti a předcházení možnému vzniku takového znečištění.



Povinnost zabránit vniknutí hnojivých látek do vody vyplývá přímo z § 39 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů. Podmínky standardu se vztahují na všechny díly půdních bloků sousedících s útvary povrchových vod (tedy i těch mimo nitrátově zranitelné oblasti).

2.4.2 DZES 2: Povolení pro užívání zavlažovacích soustav

Podmínky se vztahují se na žadatele, kteří využívají technická zařízení k zavlažování, pro jejichž provoz je třeba dodávat elektrickou, mechanickou nebo jinou energii.

Standard obsahuje požadavek na držení povolení k nakládání s vodami pro uživatele technických zařízení k zavlažování. Záměrem je ochrana vody a hospodaření s ní v souladu s platným právním předpisem (zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)). Plnění povinnosti je vztaženo na žadatele, který závlahový systém využívá. Rozsah zaměření standardu je zúžen na zavlažovací soustavy, které se omezují pouze na technická zařízení k zavlažování mimo takových, která využívají pouze spádu vody.

Příslušným vodoprávním úřadem je většinou obecní úřad obce s rozšířenou působností, v některých případech krajský úřad, pověřený obecní úřad nebo újezdní úřad. Vzor žádosti žadatele se specifikací potřebných dokladů je uveden ve vyhlášce č. 432/2001 Sb., o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu.

2.4.3 DZES 3: Ochrana podzemních vod proti znečištění

Podmínky se vztahují na žadatele, kteří zachází se závadnými látkami.

Standard obsahuje požadavky stanovené § 38 a 39 vodního zákona k ochraně povrchových a podzemních vod a životního prostředí při manipulaci, skladování a vypouštění závadných látek. Každý, kdo zachází se závadnými látkami, je povinen učinit přiměřená opatření, aby tyto látky nevnikly do povrchových nebo podzemních vod.

Podmínka je nově doplněna o zákaz přímého vypouštění dle § 38 vodního zákona. Rozšířen je dále požadavek na technický stav jímek pro tekutá statková hnojiva (močůvka, kejda apod.), kapalná minerální hnojiva (např. DAM 390) a kapalná organická hnojiva (např. digestát), nikoli tedy jen ropných látek ve sjednocené podobě s aktuálně platným požadavkem PPH 1/8.

2.4.4 DZES 4: Minimální pokryv půdy

Podmínky se vztahují na DPB s kulturou standardní orná půda a průměrnou sklonitostí přesahující 5 stupňů.

Standardem jsou stanoveny požadavky pro zachování minimálního pokryvu půdy na dílu půdního bloku převyšující 5 stupňů průměrné sklonitosti. Možnosti plnění



tohoto standardu jsou definovány tak, aby zajišťovaly pokryv půdy, umožňovaly přípravu půdy pro další plodiny a současně splňovaly podmínky Integrované ochrany rostlin. Zemědělci mohou tento standard plnit zachováním strniště včetně podmítnutého nebo založením porostu ozimů nebo mezipločin a následně provedení případné jarní orby. Další z možností je provedení podzimní orby v jakékoli zemědělcem zvolené hloubce včetně hluboké orby a ponechání tohoto stavu až do jarního období. Tato možnost doplňuje samotnou operaci orby o další benefity pro zlepšení stavu půdy, jako je zapravení hnojiv resp. doplnění organických látek.

Vzhledem k tomu, že tento standard má za cíl prostřednictvím pokryvu, zejména v mimovegetačním období, zamezit ztrátám půdy a půdní vlhkosti, doporučujeme v případě osetí mezipločin ponechat tento porost minimálně do 15. 2. následujícího roku. Plochy oseté mezipločinami, pokud budou osety ve směskách, je možné také započítat jako plochy v ekologickém zájmu (EFA).

2.4.5 DZES 5: Minimální úroveň obhospodařování půdy k omezování eroze

Podmínky se vztahují na DPB veškeré zemědělské půdy označené v LPIS jako půda silně erozně ohrožená (SEO) nebo mírně erozně ohrožená (MEO).

Standard upravuje podmínky pěstování erozně nebezpečných plodin na mírně a silně erozně ohrožených půdách vymezených v evidenci půdy podle uživatelských vztahů (LPIS). Cílem standardu je ochrana půdy před vodní erozí a předcházení důsledkům eroze například zaplavení nebo zanesení komunikací a dalších staveb splavenou půdou.

Do specifických půdoochranných technologií na MEO plochách byly přidány dvě nové technologie: pásové zpracování půdy (strip-till), kde zemědělec zajistí zpracování půdy v pásích ve směru vysévané plodiny, jehož plošný podíl nepřesáhne více než 25 % plochy pozemku a pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem, kde zemědělec zajistí vysetí kukuřice s šířkou řádku do 45 cm.

2.4.6 DZES 6: Zachování úrovně organických složek půdy, včetně zákazu vypalování strnišť

Podmínky zákazu pálení se vztahují na veškerou zemědělskou půdu.

Podmínky pro zachování organické hmoty v půdě se vztahují na DPB s druhem kultury orná půda.

Standardem je stanoven zákaz pálení bylinných zbytků a jsou stanoveny podmínky pro aplikaci hnojiv pro zachování úrovně organických složek v půdě. Důvod zákazu vypalování je ochrana živočichů a půdních organismů a využití biomasy jiným způsobem než neproduktivním spálením. Vypalování porostu je také přímo zakázáno zákonem o požární ochraně, zákonem o odpadech a zákonem o ovzduší.

Seznam plodin zlepšujících kvalitu půdy a zásobení následné plodiny dusíkem (dusík vázících plodin) je shodný pro využití v rámci podmínek tzv. greeningu pro



poskytování přímých plateb (§ 18 NV č. 50/2015 Sb., o stanovení některých podmínek poskytování přímých plateb zemědělcům a o změně některých souvisejících nařízení vlády). Jedná se o tyto plodiny: cizrna, čočka, fazol, hrách, peluška, jetel, komonice, lupina, sója, štirovník, vojtěška, úročník, vikev, bob, vičenec, čičorka, hrachor, jestřabina, kozinec, pískavice, ptačí noha nebo tolice.

Pozn.: zahrnuty jsou všechny druhy rodu tolice, tedy i tolice vojtěška.

V rámci tohoto standardu lze aplikovat jako tuhé organické hnojivo i kompost, který má pozitivní vliv na fyzikální půdní vlastnosti – zlepšuje drobovitou strukturu, zvyšuje provzdušnění a pórovitost půdy a zlepšuje schopnost retence fyziologicky využitelné vody pro rostliny a infiltraci vody půdou. Aplikováním kompostu na zemědělskou půdu je proto zpravidla dosahováno vyšší rostlinné produkce.

2.4.7 DZES 7: Zachování krajinných prvků, ořez stromů a opatření proti invazivním druhům rostlin

Podmínky se vztahují na krajinné prvky stanovené nařízením vlády

č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů, dřevinnou vegetaci a regulaci invazních rostlin netýkavka žláznatá a bolševník velkolepý.

Standard stanoví taková opatření, která přispějí k ochraně a zachování stanovených krajinných prvků a druhu zemědělské kultury rybník, včetně zákazu řezu křovin a stromů v období hnízdění a odchovu mláďat resp. ve vegetačním období (31. 3. – 1. 11.) a zabrání šíření nežádoucích invazních rostlin na zemědělskou půdu a snížení zásoby jejich semen v půdním fondu.

Krajinnými prvky, u který je sledováno, zda nejsou v souvislosti se zemědělskou činností poškozovány nebo rušeny, jsou: mez, terasa, travnatá údolnice, skupina dřevin, stromořadí, solitérní dřeviny, příkop, druh zemědělské kultury rybník a mokřad.

Od roku 2016 je ke krajinným prvkům nově zařazen mokřad, kterým se rozumí samostatný útvar neliniového typu s minimální výměrou 100 m², sloužící k zajištění retence vody v krajině s cílem udržovat přirozené podmínky pro život vodních a mokřadních ekosystémů podle § 2 odst. 2 písm. i) zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Krajinný prvek mokřad může být evidován na ploše půdního bloku podle § 3a odst. 9 písm. a) a § 3a odst. 10 zákona o zemědělství.

Krajinné prvky stanovené k ochraně podmínkami DZES se považují za krajinné prvky, které lze vyhradit jako plochu využívanou v ekologickém zájmu (EFA). Více informací naleznete v nařízení vlády č. 50/2015 Sb., o stanovení některých podmínek poskytování přímých plateb zemědělcům a o změně některých souvisejících nařízení vlády a v Metodické příručce pro přímé platby pro rok 2016.

Mezi invazivní druhy rostlin, jejichž regulace je v rámci kontrol podmíněnosti požadována, patří netýkavka žláznatá a bolševník velkolepý. Vzhledem k tomu, že bolševník kvete již při výšce 30 cm, doporučujeme pro zvýšení účinnosti regulace,



provádět regulaci kvetoucích a časně odkvetlých rostlin před jejich vysemeněním a v případě mechanického zásahu následné odstranění (spálení) částí odstraněných rostlin. Bolševník velkolepý kvete v období červen až srpen.

2.5 Dotační tituly v oblasti ochrany vod

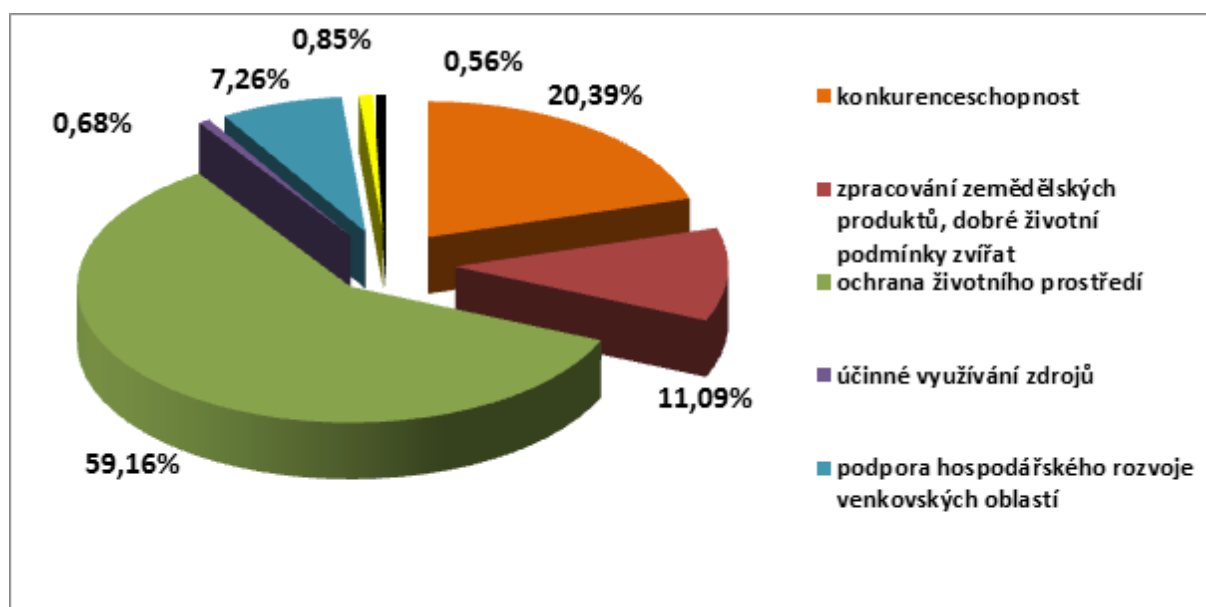
2.5.1 Program rozvoje venkova 2014-2020

Evropská komise schválila finální znění základního programového dokumentu Programu rozvoje venkova ČR na období 2014-2020 dne 26. 5. 2015.

Díky Programu rozvoje venkova do českého zemědělství poputuje v příštích letech téměř 3,5 miliardy EUR (více než 96 miliard korun). Z toho bude 2,3 miliardy EUR (62 miliard korun) z unijních zdrojů a 1,2 milionů EUR (34 miliard korun) z českého rozpočtu.



Hlavním cílem programu je obnova, zachování a zlepšení ekosystémů závislých na zemědělství prostřednictvím zejména agroenvironmentálních opatření, dále investice pro konkurenceschopnost a inovace zemědělských podniků, podpora vstupu mladých lidí do zemědělství nebo krajinná infrastruktura.





2.5.1.1 Opatření PRV

- M01 Předávání znalostí a informační akce

Cílem opatření je posílit znalostní základnu a podpořit předávání znalostí v zemědělství, potravinářství a lesnictví. K jeho naplňování povede podpora celoživotního vzdělávání a odborné přípravy v odvětví zemědělství, potravinářství a lesnictví.

- M08 – Investice do rozvoje lesních oblastí a zlepšování životaschopnosti lesů

Opatření je zaměřeno na ochranu životního prostředí a podporu účinného využívání zdrojů, podporu přizpůsobení se změně klimatu, přecházení rizikům a jejich řízení. Jeho účelem je přispět k dosažení udržitelného hospodaření s přírodními zdroji a zvýšení konkurenceschopnosti malých a středních podniků, odvětví zemědělství, rybářství a akvakultury.

- M10 Agroenvironmentálně-klimatické opatření (AEKO)

Cílem opatření je podpořit způsoby využití zemědělské půdy, které jsou v souladu s ochranou a zlepšením životního prostředí, krajiny a jejich vlastností. Opatření podporuje zachování obhospodařovaných území vysoké přírodní hodnoty, přírodních zdrojů, biologické rozmanitosti a údržbu krajiny. Tvoří ho podopatření Integrovaná produkce zaměřená na pěstování ovoce, révy vinné a zeleniny postupy šetrnými k životnímu prostředí, podopatření ošetřování travních porostů zaměřené na údržbu cenných stanovišť na trvalých travních porostech, podopatření zatravňování orné půdy, s cílem prevence eroze půdy, podopatření biopásy, sloužící k podpoře biodiverzity ptáků, drobných obratlovců a opylovačů v zemědělské krajině a podopatření ochrana čejky chocholaté s cílem chránit hnízdiště tohoto druhu a dalších druhů ptáků hnízdících v zemědělské krajině.

- M11 Ekologické zemědělství (EZ)

Cílem opatření je podporovat systémy hospodaření šetrné k životnímu prostředí – posílit prevenci degradace půdy, zachovat a obnovit cenná stanoviště na zemědělské půdě z hlediska druhové různorodosti a zvýšit ekologickou stabilitu a estetickou hodnotu krajiny. Předmětem dotace je zemědělská půda obhospodařovaná v režimu přechodného období nebo ekologického zemědělství s druhem zemědělské kultury trvalý travní porost, standardní orná půda, travní porost na orné půdě, úhor na orné půdě, trvalá kultura ovocný sad, vinice a chmelnice a jiná trvalá kultura – krajinnotvorný sad.

- M12 Platby v rámci sítě Natura 2000 a podle rámcové směrnice o vodě

Cílem opatření je pomoci zemědělcům při řešení specifického znevýhodnění vyplývajícího z implementace evropských směrnic pro soustavu Natura 2000.



- M13 Platby pro oblasti s přírodními či jinými zvláštními omezeními (LFA)

Platby pro zemědělce v těchto oblastech by měly prostřednictvím vybízení k trvalému využívání zemědělské půdy přispívat k zachování venkovské krajiny a k zachování a podpoře trvale udržitelných systémů zemědělského hospodaření.

- M15 Lesnicko-environmentální a klimatické služby a ochrana lesů

Opatření umožní poskytování dotací podle článku 34 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1305/2013. Opatření lesnicko-environmentální a klimatické služby a ochrana lesů se skládá ze dvou podopatření.

2.5.2 OPŽP 2014-2020

2.5.2.1 *prioritní osa 1 - čistota vody*

Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní.

Oblasti podpory:

- 1.1 - Snižit množství vypouštěného znečištění do povrchových i podzemních vod z komunálních zdrojů a vnos znečišťujících látek do povrchových a podzemních vod
- 1.2 - Zajistit dodávky pitné vody v odpovídající jakosti a množství
- 1.3 - Zajistit povodňovou ochranu intravilánu

2.5.2.2 *prioritní osa 4 – ochrana přírody*

Ochrana a péče o přírodu a krajinu.

Oblasti podpory:

- 4.1 - Zajistit příznivý stav předmětu ochrany národně významných chráněných území
- 4.2 - Posílit biodiverzitu
- 4.3 - Posílit přirozené funkce krajiny
- 4.4 - Zlepšit kvalitu prostředí v sídlech

Pavel Novák

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.



3 Optimální nakládání s digestátem a jeho složkami separace při pěstování silážní kukuřice

Motto: Dobře aplikovaný digestát nemá negativní účinky na půdní vlastnosti ani plodiny.

3.1 Abstrakt

Digestát a jeho složky separace (fugát, separát) jsou vhodné pro pěstování silážní kukuřice a optimální nakládání s těmito hnojivy zajistí nejen výnosy srovnatelné s aplikací minerálních hnojiv, ale zohlední i ochranu životního prostředí (ztráty dusíku - N - do vody a ovzduší). Aplikální dávka digestátu/fugátu/separátu (D/F/S) musí respektovat plánovaný výnos kukuřice, účinnost dusíku a složení D/F/S a obsah půdního minerálního dusíku (N). Pro lepší využití N pro výnos kukuřice a k omezení ztrát N volatilizací NH_3 je nutné okamžité zapravení D/F/S ihned po aplikaci a ke snížení vyplavení půdního reziduálního dusíku po sklizni kukuřice je vhodné založení ozimých (mezi)plodin. Dělení aplikální dávky digestátu či fugátu na dvě dílčí (před setím 55-60 %, zbytek ve fázi 4. - 5. listu) zajišťuje ve srážkově normálním roce rovnoměrnější distribuci a využití živin a mírné (ekonomicky nepříliš zajímavé) zvýšení výnosu. Jednorázová aplikace digestátu před setím zaručuje mírně nižší, ale stabilní výnosy a snižuje riziko volatilizace amoniaku (NH_3). Aplikace separátu (na podzim či na jaře) musí být pro zajištění přijatelných výnosů doplněna před setím či ve fázi 4. - 5. listu minerálními hnojivy či fugátem. V případě vysokých srážek dělené dávky D/F nejsou účinné pro snížení rizika vyplavení dusičnanů do podzemních vod; v případě sucha nemusí být N z druhé dávky dostupný pro rostliny v rozhodujícím období růstu. Zbytkové obsahy minerálního N v půdě v případě sucha mohou být příčinou vyššího vyplavování dusičnanů do podzemních vod během vlhčího podzimního a zimního období. Rovněž aplikace separátu v kombinaci s fugátem představuje kromě zvýšení obsahu organické hmoty a zlepšení půdních vlastností i opatření, které není výrazně rizikové z hlediska vyplavení dusičnanů do vod.

3.2 Úvod

V posledních letech došlo v ČR k významnému rozšíření zemědělských bioplynových stanic (BPS, k 1. 1. 2016 - 382 zemědělských BPS z celkového počtu 554), které sebou přineslo i aplikaci digestátu na zemědělskou půdu. Digestát je typové organické hnojivo (polo)tekuté konzistence, které vzniká jako druhotný produkt anaerobní fermentace (AF) organické hmoty při výrobě bioplynu ze statkových hnojiv a objemných krmiv a jeho aplikace na zemědělskou půdu podléhá Nitrátové směrnici (NS) a Akčnímu programu (n.v. č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a Akčním programu) aktuálně vyhlášeného na období 2016-2020 (n.v. č. 235/2016). Odhadem je ročně v ČR produkováno cca 5 mil. t digestátu, a proto je žádoucí nejen efektivní výroba bioplynu, ale rovněž i produkce stabilizovaného digestátu s minimálním nežádoucím dopadem na životní prostředí. Část z celkové produkce digestátu (D) v ČR (odhadem 20 %) je separována na fugát (F, tekutá frakce) a separát



(S, pevná frakce). Digestát a fugát je v akčním programu NS považován za dusíkaté hnojivo s rychle uvolnitelným N ($C:N < 10$) a separát za dusíkaté hnojivo s pomalu uvolnitelným N ($C:N > 10$).

Výroba bioplynu pomocí AF je považována za jednu z energeticky nejúčinnějších technologií výroby bioenergie, která je i příznivá z hlediska nižších emisí skleníkových plynů ve srovnání s výrobou energie z fosilních paliv (Gómez-Brandón et al. 2016). Výtěžnost bioplynu zvyšuje tzv. kofermentace (tj. AF více druhů surovin, např. kejdy, hnoje, silážní kukuřice, travní biomasy, Lijó et al. 2015) a ke stabilizaci digestátu přispívá dodržování doby zdržení vstupních surovin ve fermentoru (Nkoa 2014).

Digestát je dobrým zdrojem rychle dostupných makroživin (dusík N, fosfor P, draslík) i stopových prvků (Albuquerque et al. 2012). Obsah N v digestátu a fugátu je převážně v minerální (amonné) formě (50–80 %, Loria et al. 2007), tudíž tato hnojiva významně zvyšují výnosy plodin a ve svých účincích jsou srovnatelná s minerálními hnojivy (Nkoa 2014, Šimon et al. 2015). Organický dusík v digestátu a fugátu (20–50 %) je mineralizován a také postupně zpřístupňován plodinám. Digestát a fugát obsahuje v průměru 0,05 – 0,07 % P; více P je obsaženo v separátu (cca 0,2 %).

Požadavky BPS na vstupní suroviny však mění osevní postupy v důsledku nutnosti zvýšit produkci kukuřice na siláž, která zvyšuje produktivitu bioplynu a tvoří zásadní podíl vstupních surovin AF (Möller et al. 2011). Pěstování silážní kukuřice je však spojené s rizikem vodní eroze půdy, vyplavením živin do vod a snížení půdní kvality a úrodnosti, které lze omezit užitím ochranných postupů zvyšujících vegetační pokryv půdy (meziplodiny, ozimé předplodiny, Svoboda et al. 2015).

Cílem příspěvku je předložit postupy pro optimální využití dusíku v digestátu pro tvorbu výnosu a pro minimalizaci ztrát do okolního prostředí (voda, ovzduší). Postupy vycházejí z výzkumných poznatků a ze zásad hospodaření ve zranitelných oblastech dusičnany (ZOD).

3.3 Metodika

Poznatky pro optimální nakládání s digestátem byly získány z parcelkových pokusů s různými variantami pěstování silážní kukuřice se zařazením digestátu, fugátu a separátu prováděné v Lukavci u Pacova v období 2013 – 2015. Na všech variantách vedených ve čtyřech opakováních na parcelkách o velikosti 3 x 10 m byly sledovány výnosy silážní kukuřice, obsah půdního minerálního dusíku a obsah dusičnanového dusíku vyplaveného do půdních vod pomocí sukčních kelímků. Předplodinami byly jarní ječmen, ozimá pšenice a silážní kukuřice. Do srovnávacích variant byly zařazeny parcelky s aplikací (jednorázovou či dělenou) minerálních hnojiv a nehnojená kontrola. Variantně byly testovány i možnosti dělené aplikace fugátu, digestátu, separátu a separátu s fugátem či minerálními hnojivy, kdy druhá dávka byla nastavena blíže k počátku intenzivního růstu kukuřice (do fáze 5. listu). Celková dávka N byla v jednom roce jak u minerálních, tak u organických hnojiv vždy stejná; podle dosažených výsledků bilance N mezi sklizenými rostlinami a obsahem minerálního půdního N v



jednotlivých letech činila 140 kg N/ha v roce 2013, 180 kg N/ha v roce 2014 a 160 kg N/ha v roce 2015. U jednorázových dávek proběhla celá aplikace hnojiv před setím, u dávek dělených bylo před setím aplikováno 80-100 kg N/ha (u minerálně hnojených variant ve formě močoviny) a druhá část ve fázi 5. listu. Celková dávka dusíku byla vždy stejná jako u jednorázové dávky N.

U jednotlivých pokusných variant byly po sklizni zjišťovány výnosy kukuřice a odběry N rostlinami. Při sklizni byly sklizeny celkem 4 řádky rostlin a z nich byl počítán výnos na parcelu i variantu. Současně s rostlinami byly odebírány vzorky půd z hloubky 0–0,3 m a 0,3–0,6 m, z kterých byl stanoven obsah minerálního dusíku. Množství dusíku vyplavené v dusičnanové formě (N-NO₃) bylo zjišťováno pomocí sukčních kelímků umístěných do hloubky 40 cm, z kterých byla ve čtrnáctidenních intervalech odebírána voda na analýzu. V roce 2015 nebyly vzhledem k extrémnímu suchu získány téměř žádné vzorky vody.

3.4 Výsledky a diskuze

Optimální nakládání s D/F/S zahrnuje postupy, které vedou k maximálnímu využití živin pro tvorbu výnosu a omezení ztrát do okolního prostředí (volatilizace, vyplavení živin do vod). Z tohoto hlediska byly vytvořeny 3 obecně platné postupy, jejichž dopady na výnosy a ochranu ovzduší a vody byly následně specifikovány pro srážkově odlišné situace.

3.5 Obecně platné postupy

3.5.1 Stanovení dávky N v aplikovaném D/F/S na základě plánovaného výnosu kukuřice, účinnosti N, obsahu půdního minerálního N a složení hnojiva.

Takto stanovená dávka zaručí při optimální distribuci srážek žádané výnosy a minimální obsah půdního reziduálního dusíku. Plánovaný výnos se odvíjí z výnosového potenciálu půdního bloku pro kukuřici určeného na základě víceletého průměru. Dávka hnojení vychází z průměrného odběru živin ve sklizeném produktu pro plánovaný výnos (Klír et al., 2008) a ve ZOD nesmí přesáhnout limity tří výnosových hladin (VH), které jsou rozlišeny podle klimatických regionů a hlavních půdních jednotek. Celkové limity hnojení pro silážní kukuřici jsou 190 kg N/ha (VH 1), 220 kg N/ha (VH 2) a 240 kg N/ha (VH 3). Do limitu hnojení je započítán pouze tzv. účinný N (v 1. roce 60 % z celkové dávky pro digestát a fugát, 30 % z celkové dávky pro separát). Celková dávka hnojení je ovlivněna obsahem minerálního N v půdě zjištěném na jaře před setím, který je odečten z celkové dávky stanovené předpokládaným odběrem živin. Obsah minerálního N v mg/kg je přepočten na kg N/ha vynásobením koeficientem 4,5 (pro 0-30 cm) nebo koeficientem 9 (pro 0-60 cm). Kvalita digestátu musí být pravidelně analyzována (2-3 x ročně), a to (minimálně) v rozsahu: obsah celkové sušiny a organické sušiny, obsah N-NH₄, obsah celkového N, P a K. Podle aktuálního znění vyhl. č. 474/2000 Sb. O stanovení požadavků na hnojiva musí mít digestát 3-13 % sušiny a min. 0,3 % celkového N ve vzorku. Fugát má obsah sušiny



do 3 % a min. obsah celkového N 0,1 % a separát má obsah sušiny > 13 % a min. obsah celkového N 0,5 %.

3.5.2 Minimalizace ztrát N volatilizací NH₃ spojených s aplikací digestátu.

Před aplikací digestátu je nutné zohlednit předpověď počasí. Nelze aplikovat digestát před očekávanými vysokými srážkami, ale mírný déšť po aplikaci digestátu je vhodný pro omezení volatilizace NH₃. Okamžité zapravení aplikovaného digestátu (např. podkořenovými injektory) snižuje počet pojezdů, spotřebu minerálních hnojiv a pachovou zátěž. Již časový odstup větší než 12 hodin mezi aplikací a zapravením podporuje volatilizaci NH₃, kdy může dojít ke ztrátě 20 – 90 % N (Severin et al. 2015). Digestát a fugát je nutné zapravit nejpozději do 24 hodin a separát do 48 hodin po aplikaci. Pokud je aplikována druhá dávka (přihnojení) hadicovými aplikátory není zapravení vyžadováno.

3.5.3 Minimalizace proplavení půdního reziduálního N po sklizni kukuřice.

Aplikovaný N bude optimálně využit, pokud po sklizni kukuřice bude omezeno vyplavení reziduálního N do podzemních vod, které zejména po suché vegetační sezóně může být značné. Snížení vyplavení reziduálního dusíku je zajištěno založením porostů ozimých obilovin (pšenice, žito) nebo meziplojin (nejlépe nevymrzajících, např. svatojánské žito) a dodržením aplikovaných dávek digestátu či fugátu podle tzv. aplikačních pásem stanovených v akčním programu NS. Ve ZOD je dávka digestátu a fugátu po sklizni kukuřice rozlišena zařazením do 3 aplikačních pásem (0-80 kg účinného N/ha pro ozimou plodinu nebo 80-120 kg účinného N pro meziplojinu).

3.6 Specifikace dopadu aplikace digestátu a fugátu při různých srážkových situacích

3.6.1 Základní hnojení

Období aplikace, dávka: Hnojiva budou aplikována před setím, a to v celkové dávce nebo dávkou 55 - 60 % z celkové dávky (přihnojení ve fázi 4.-5. lístku). V srážkově normální až nadnormální vegetační sezóně jsou pro tvorbu výnosu lépe využity živiny z fugátu s vyšším obsahem okamžitě přístupného N; v srážkově podnormálních letech jsou výnosy po aplikaci digestátu a fugátu obdobné (digestát méně přístupných živin, které postupně uvolňuje).

Omezení ztrát dusíku volatilizací NH₃: Během srážkově podnormální sezóny je volatilizace vyšší (zejména u fugátu) než během srážkově normální či srážkově nadnormální vegetační sezóny.

Omezení ztrát dusičnanového dusíku vyplavením:

Během vegetační sezóny: Během srážkově normální či nadnormální vegetační sezóny je obecně vyšší riziko vyplavení N po aplikaci D než F (více dostupného N pro tvorbu



výnosu). Vždy však záleží na distribuci srážek. Riziko vyplavení lze snížit inhibitory nitrifikace, který se aplikuje společně s hnojením. Ve srážkově podnormální sezóně však inhibitor podpoří volatilizaci a sníží přístupnost živin, což vede k nižšímu plodinovému výnosu.

Po sklizni kukuřice: Po srážkově podnormální vegetační sezóně je vyšší riziko vyplavení N po aplikaci F s vyšším obsahem nevyužitého minerálního N. Po srážkově normální či nadnormální sezóně je riziko vyplavení dusičnanů po aplikaci D a F obdobné, vždy však nižší než po suchém vegetačním období.

3.6.2 Přihnojení

Období aplikace, dávka: Hnojiva budou aplikována ve fázi 4. - 5. lístku, a to dávkou 40-45 % z celkové dávky. Ve srovnání s jednorázovou dávkou dělené dávky zajišťují lepší využití živin a mírné zvýšení výnosu ve srážkově normálním roce. V případě nadnormálních srážek dělené dávky nesnižují riziko vyplavení dusičnanů do podzemních vod; při podnormálních srážkách nemusí být N z druhé dávky dostupný pro rostliny v rozhodujícím období růstu.

Omezení ztrát dusíku volatilizací NH_3 : Během srážkově podnormální sezóny je volatilizace vyšší (zejména po aplikaci F) než během srážkově normální či nadnormální vegetační sezóny. Přihnojení fugátem či digestátem bez okamžitého zapravení (hadicové aplikátory) a v době vyšších teplot vzduchu riziko volatilizace zvyšuje ve srovnání se základním hnojením.

Omezení ztrát dusičnanového dusíku vyplavením:

Během vegetační sezóny: Během srážkově normální vegetační sezóny dělení dávek snižuje riziko vyplavení dusičnanů z důvodu rovnoměrnější distribuce živin. Během srážkově nadnormální vegetační sezóny se riziko ztrát N vyplavením zvyšuje, a to zejména po přihnojení fugátem.

Po sklizni kukuřice: Ve srážkově normálním roce nemá dělení dávek vliv na obsah reziduálního dusíku, naopak v suchém roce dělení dávek riziko vyplavení dusičnanů po sklizni zvyšuje (nižší využití minerálního N pro tvorbu výnosu).

Poznámka: V suchém roce se dělení dávek jeví jako rizikové z hlediska možného výskytu zdravotních problémů při výživě skotu, a to pokud po přihnojení zůstanou na listech kukuřice zaschlé zbytky hnojiva (riziko šíření výskytu škodlivých bakterií a parazitů, např. rody *Clostridium* a *Cryptosporidium*). Z tohoto hlediska je v suchých letech vhodnější přihnojení minerálními hnojivy (eliminace volatilizace a zdravotních problémů skotu) nebo striktní využití kukuřičné siláže pro výrobu bioplynu.

3.6.3 Pro podporu rozkladu slámy

Při výšce strniště kukuřice (min.) 40 cm lze dávku digestátu či fugátu po sklizni kukuřice pro následnou plodinu zvýšit o 20 kg N/ha pro podporu rozkladu kukuřičné



slámy, která je důležitým zdrojem dostupného uhlíku pro mikroorganismy při transformaci organické hmoty.

3.7 Specifikace dopadu aplikace separátu při různých srážkových situacích

Období aplikace, dávka: Separát bude aplikován na podzim (do termínu zákazu hnojení N látkami podle klimatických regionů), příp. na jaře před zasetím kukuřice, a to dávkou 55-60 % z celkové plánované dávky dusíku. V obojím případě bude dohnojeno minerálními hnojivy nebo fugátem buď před setím (při podzimní aplikaci separátu) nebo ve fázi cca 4. - 5. lístku (při jarní aplikaci separátu), a to dávkou 40-45 % celkové plánované dávky N. Tato kombinace zajistí stejný výnos jako aplikace celkového N výhradně v minerálních hnojivech. Aplikace samotného separátu nezajistí pro tvorbu výnosu dostatek minerálního N (Chiyoka et al. 2014). Během sezóny s podnormálními srážkami je výnos ve srovnání s minerálními hnojivy snížen v důsledku volatilizace NH_3 z nezapraveného fugátu.

Omezení ztrát dusíku volatilizací NH_3 : Ztráty N volatilizací jsou nejvyšší v souvislosti s přihnojením fugátem hadicovými aplikátory ve fázi 4. - 5. lístku v době vyšších teplot vzduchu, a to zejména ve srážkově podnormálních sezónách.

Omezení ztrát dusičnanového dusíku vyplavením:

Během vegetační sezóny: Aplikace separátu výrazně minimalizuje riziko vyplavení dusičnanů do podzemních vod podporou mikrobiální imobilizace. Dělená distribuce živin rovněž přispívá k omezení ztrát dusičnanů. Riziko vyplavení může vzrůstat v roce s nadnormálními srážkami následujícími po přihnojení minerálními hnojivy a fugátem.

Po sklizni kukuřice: Riziko vyplavení dusičnanů je srovnatelné s aplikací fugátu či digestátu a nižší ve srovnání s aplikací minerálních hnojiv. Po aplikaci separátu s jarním přihnojením fugátem je obsah minerálního N, a tudíž i riziko ztrát dusičnanů nižší ve srovnání s aplikací separátu s přihnojením minerálními hnojivy. Po srážkově podnormální vegetační sezóně je vyšší riziko vyplavení dusičnanů než ve srážkově normální nebo nadnormální sezóně, neboť minerální dusík je méně využit pro tvorbu výnosu.

Poznámka: Samotná aplikace separátu nezajišťuje přijatelné výnosy kukuřice, avšak jeho aplikace přináší nesporné výhody z hlediska zvýšení obsahu organické hmoty, vodoretenční půdní kapacity a zlepšení půdní struktury. Separát je využit také jako podestýlka, pro výrobu kompostu a substrátů (Möller a Müller 2012).

3.8 Ná vaznost na dodržování standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu

Postupy optimálního nakládání s digestátem musí obecně respektovat shodu mezi zemědělským hospodařením a ochranou životního prostředí, která je vázána na dodržování vybraných legislativních předpisů při poskytování přímých plateb a některých podpor Programu rozvoje venkova (PRV). Jedná se o tzv. kontrolu podmíněnosti (Cross compliance), která má dvě části: 1) dodržování Standardů



Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES 1 - 7) a 2) dodržování povinných požadavků na hospodaření (PPH, vybrané požadavky z 13 nařízení a směrnic EU). Zásady aplikace digestátu musí respektovat DZES 1 (ochranné pásy podél vodních toků), 3 (ochrana podzemních vod před znečištěním), 4 (minimální pokryv půdy) a 5 (minimální úroveň obhospodařování půdy k omezování eroze) a PPH 1 (Ochrana vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů).

3.9 Závěr

Navržené postupy jsou vhodné pro dosažení optimálních výnosů kukuřice a pro omezení ztrát N volatilizací a vyplavením do vod. Vždy však představují určitý kompromis, který je více či méně vhodný pro danou vegetační sezónu. Nelze tudíž jednoznačně stanovit optimální nakládání s digestátem a jeho složkami separace, které by bylo univerzálně použitelné pro všechny klimatické a půdní podmínky.

Poděkování. Příspěvek byl financován z projektu TA03020202 „Optimalizace použití digestátu na zemědělskou půdu ve vztahu k efektivnímu využití živin a ochraně půdy a vody“ a z institucionální podpory MZe č. RO0216.

Renata Duffková a Gabriela Mühlbachová

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Seznam použité literatury

Albuquerque J.A., de la Fuente C., Campoy L., Nájera I., Baixauli C., Caravaca F., Roldán A., Cegarra J., Bernal M.P. 2012. Agricultural use of digestate for horticultural crop production and improvement of soil properties. *Eur J Agron* 43:119–128.

Gómez-Brandón M., Fernández-Delgado Juárez M., Zangerle M., Insam H. 2016. Effects of digestate on soil chemical and microbiological properties: A comparative study with compost and vermicompost. *Journal of Hazardous Materials* 302: 267-274.

Chiyoka W.L., Zvomuya F., Hao, X. 2014. Changes in nitrogen availability in chernozemic soils amended with anaerobically digested cattle manure. *Soil Sci Soc Am J*, 78:843-851.

Klír J., Kuncová E., Čermák P. 2008. Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi. 2. aktualizované vydání. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Lijó L., González-García S., Bacenetti J., Negri M., Fiala M., Feijoo G., Teresa Moreira M. 2015. Environmental assessment of farm-scaled anaerobic co-digestion for bioenergy production. *Waste Management*, 41: 50–59.

Möller K., Müller T. 2012. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Eng Life Sci*, 12:242 – 257.



Möller K., Schulz R., Müller T. 2011. Effects of setup of centralized biogas plants on crop acreage and balances of nutrients and soil humus. *Nutr Cycl Agroecosyst* 89:303–312.

Nkoa R. 2014. Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agron Sustain Dev*, 34:473-492.

Severin M., Fuss R., Well R., Hähndel R., Van den Weghe H. 2015. Greenhouse gas emissions after application of digestate: short-term effects of nitrification inhibitor and application technique effects. *Archives of Agronomy and Soil Science*.

Svoboda N., Taube F., Kluß Ch., Wienforth B., Sieling K., Hasler M., Kage H., Ohl S. Hartung E., Herrmann A. 2015. Ecological Efficiency of Maize-Based Cropping Systems for Biogas Production. *Bioenerg. Res.* 8:1621–1635.

Šimon T., Kunzová E., Friedlová M. 2015. The effect of digestate, cattle slurry and mineral fertilization on the winter wheat yield and soil quality parameters. *Plant Soil environ* 61(11): 522-527.

4 Optimalizace vodního režimu zemědělských pozemků – adaptace na klimatickou změnu

4.1 Úvod

Vodní komponenta krajiny je v popředí zájmu dlouhodobě, a to jak její přebytek, tak v posledních letech i její nedostatek. Souvisí to se zvyšováním extremity meteorologických a následně hydrologických jevů, které se projevují vyšší četností přívalových srážek na straně jedné a obdobím déletrvajícího sucha na straně druhé. Vodní hospodářství rozlišuje dva hlavní principy zadržování vody: retenci a akumulaci. Retence (krátkodobé zdržení vody) se uplatňuje zejména při zvládnutí přívalových srážek nebo povodní, kdy je třeba rychle zadržet dostatečné objemy vody a poté ji postupně odvádět s minimem škodlivých projevů (jako je např. vodní eroze, destrukční povodňová vlna atd.). Vodní nádrže mají za tím účelem vymezený tzv. "retenční prostor" a jeho řízení upravuje manipulační řád vodního díla. Retenční prostor je účinný, pokud je před povodňovou událostí prázdný. Naopak akumulace se uplatňuje jako nástroj pro uspokojování zájemců o vodu v době jejího nedostatku (akumulační prostor vyrovnává kapacitu vodního zdroje - vodnost toku nebo úhrny srážek - s nároky na její odběr). Vodní nádrže mají proto vymezen akumulační prostor, který je naopak využitelný jen tehdy, pokud je zaplněn vodou. Jak je patrné, oba nástroje jsou vzájemně v protikladu a souladu se dosahuje kompromisem obou nároků, formulovaných pomocí manipulačních řádů vodního díla. Pokud je vody přiměřeně potřebám, nejsou nároky na řízení velké a může se požadavek na řízení jevit jako nadbytečný. Pokud však, např. s ohledem na klimatickou změnu, hrozí velká nevyvraňanost zdrojů a potřeb, je nutné přistoupit k náročnějším formám řízení. To platí také pro uspokojování vodohospodářských požadavků zemědělství a principy



retence a akumulace vod je třeba uplatňovat i na půdu a v širším měřítku i na krajinu resp. na povodí.

Za účelem optimalizace vodního režimu pozemků, vyhovujících pěstovaným plodinám, vznikají již po staletí odvodňovací a závlahové systémy (souhrnně dnes nazývané hydromeliorace). Je však třeba v souvislosti s klimatickou změnou měnit návyky zemědělské praxe i v těchto aktivitách? Určitě ano, protože buď musí být obě, vzájemně se doplňující (komplementární) opatření provozovány současně (např. závlahy i odvodnění), nebo, což je po všech stránkách výhodnější, musí umožňovat plné řízení svojí funkce. To snižuje ne hospodárnost využívání vodních zdrojů. U závlah bývá požadavek na řízení splněn prakticky vždy, u odvodnění tomu však v naší praxi není běžné – řízení se uplatňuje pouze v síti HOZ (hlavního odvodňovacího zařízení), nikoli již v systému podrobného drenážního odvodnění.

Při zvyšování retence a akumulace vody v krajině nejsou dosud využívány všechny účinné a nám známé nástroje. Převažují biotechnická opatření liniová a bodová (aplikovaná na vodotečích a vodních nádržích, na liniových objektech systémů protierozní ochrany, při revitalizaci krajinných prvků atd.) nad opatřeními plošnými, technickými, jejichž efekt však bývá mnohem vyšší. Příkladem rezignace na efektivní plošná retenční opatření je nedostatečné uplatňování regulačních principů na jinak plošně rozšířených systémech zemědělského odvodnění. Pravděpodobnou příčinou je nedostatek praktických zkušeností za uplynulých 30 let, složitost vlastnicko-uživatelských vztahů k těmto stavbám i relativní odborná náročnost takového návrhu. Spontánně však k regulaci dochází i zde vlivem výskytu závad v ploše drenážních systémů nebo v jejich dolních částech např. z důvodu zanesení drenážní výusti nebo zpětným důsledkem regulace úrovně hladiny v recipientu stavby.

Systémy zemědělského odvodnění však plnohodnotně splňují požadavky na oboustrannou úpravu vodního režimu půd (odvodnění i závlahu drenážním podmokem) až po provedené rekonstrukci a mohou tak významně zlepšit vodní režim krajiny. Tyto stavby mají značný potenciál ovlivnit nejen množství, ale také jakost zejména povrchových vod.

4.2 Zvýšení retence vody v půdě

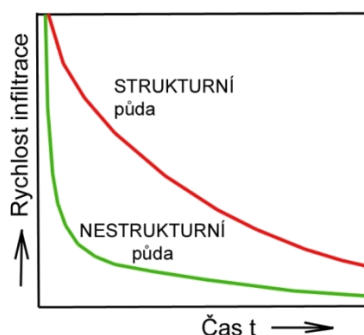
Pokud vodu zadržíme přímo na pozemku, vytvoří se zásoba, která zmenšuje její deficit v době sucha. Toto pravidlo platí nejen pro pozemky rovinné, ale i v územích svažitéjších, neboť se přiměřeně k přírodním podmínkám uplatní retardace odtoku půdou (mělký podpovrchový odtok) i horninovým prostředím (zvyšování zásob podzemních vod i přirozené způsoby jejich vyprazdňování – prameny apod.). Gravitační způsoby jsou navíc mnohem ekonomičtější než energeticky náročnější závlahy postřikem, kdy se voda zpětně čerpá na pozemek. Půda má schopnost vodu pojmout infiltrací, zpomalit její následný pohyb půdou, krátkodobě ji zadržet nebo i trvale akumulovat. Hlavní roli zde sehrává velikost půdních pórů, zjednodušíme-li pohled na půdu a neřešíme-li vliv obsahu organické hmoty a struktury půdy atd., což obojí dále zvyšuje retenční i akumulační potenciál půdy. Lehká, písčité půdy obsahují



převážně póry velké, tzv. gravitační, kde se více uplatňuje gravitací ovlivněná rychlá filtrace. Voda proteče půdním profilem, povrch má dobrou infiltrační schopnost, ale málo vody se zadrží mezi zrny působením kapilárních sil. Naopak těžší hlinitá až jílovitá půda má převážně póry malé až velmi malé, tzv. kapilární, a zde se uplatňují síly, které jsou schopny vodu v půdě vázat větší silou a po delší dobu. Propustnost takové půdy je menší, gravitačně filtruje voda velmi pomalu, neboť překonává větší hydraulické odpory.

Každá z těchto druhů půd má pro určitou meteorologickou situaci svoji výhodu i nevýhodu. Pro období sucha je výhodné, pokud se v těžších půdách zadrží (akumuluje) během předchozího období dostatek kapilárními silami vázané vody, která gravitačně neodtéká a je pak využitelná vegetací po delší dobu (rostliny působí na vodu sací silou kořenů a takto vázanou vodu jsou schopny čerpat). Naopak v době vydatných srážek to může být problém, neboť velký podíl vodou zaplněných půdních pórů snižuje infiltrační schopnost povrchu (viz Obr. 1, pravá část obou grafů), průtočnost půdním profilem se blíží nasycené hydraulické vodivosti a zvyšuje se tak riziko tvorby povrchového odtoku například i s erozivním účinkem. V případě výskytu intenzivních srážek je proto výhodnější, pokud je půda lehčí, je schopna lépe srážky infiltrovat (viz Obr. 1, levá část grafu) a ty pak rychleji protékají půdním profilem do spodních vrstev nebo mělkým svahovým odtokem. Pokud je hladina podzemní vody hlouběji, půdní póry nad touto hladinou mají dostatečnou volnou kapacitu a zmenšuje se riziko povrchového odtoku. V období déletrvajícího sucha to však může být problém, protože lehká (písčité) půda není schopna kapilárními silami zadržet dostatek vody a pro dobrou zásobenost plodin vodou je v takovém případě potřeba, aby hladina podzemní vody byla blíže k povrchu nebo aby byla uměle doplňována (např. různým typem závlah, vzdouváním vody atd.). K významnější trvalé akumulaci vody pak dochází až v podzemní zvodni.

Výše popsané mechanismy omezují podmínky aplikace závlah – vedle doplňkové závlahy (pro pokrytí aktuální vláhové potřeby plodin) například známe také závlahu "zásobní" (tzv. předvegetační). Správně aplikovaná závlaha proto musí respektovat celou řadu kritérií, půdní vlastnosti nevyjímaje (Kulhavý F., Kulhavý Z., 2008).





Obr. 1 Časový průběh rychlosti infiltrace. Pro nestrukturní půdu je typické, že při stejné vysoké počáteční rychlosti infiltrace velmi rychle tato rychlost klesá; strukturní půda má tento pokles rychlosti infiltrace pozvolnější.

4.3 Komplexní vodohospodářské opatření pro zachování úrodnosti zemědělských půd

Hydromeliorace jsou multidisciplinární obor, zahrnují problematiku odvodňování, závlah, protierozní ochrany půd, malých vodních nádrží a mokřadů, hrazení bystřin a strží i úpravy drobných vodních toků (viz ČSN 75 0140). Jednotlivá opatření se vzájemně doplňují a lze je využít také pro zvládání klimatické změny. Zvláštní pozornost si zaslouží systémy odvodňovací, neboť po jejich zprovoznění se zapojují plně a zcela nezávisle do procesu transformace odtoku vody z povodí (platí zde analogie s hydrografickou sítí vodních toků) a tato funkce se velmi obtížně omezuje či mění. Zásady správného provozu popisuje TNV 75 4922. Naopak většina typů závlahových systémů nefunguje samostatně bez péče provozovatele, stejně jako např. vodovodní řady – zásady údržby popisuje TNV 75 4933.

Existence odvodňovací stavby, jejímž hlavním účelem je odvádění přebytků vody, je v současnosti příkladem kontroverzních pohledů na ovlivnění vodního režimu pozemku. Zemědělské odvodnění se v podmínkách ČR realizovalo nejčastěji systémem podzemní drenáže zaústěné do recipientu, kterým je zpravidla otevřený či zatrubněný odpad/příkop nebo vodní tok, výjimečně nádrž nebo zatravněný průleh. Drenáž odvádí vodu primárně z gravitačních pórů, a plně funkční je až tehdy, pokud se hladina podzemní vody nachází nad úrovní uložení drénů. Pokud se nachází hladina pod touto úrovní, velikost drenážního odtoku významně klesá, resp. je nulová. Infiltrační schopnost půdy je přirozeně vysoká, pokud jsou půdní póry vyprázdněné a naopak je velmi nízká (blíží se součiniteli filtrace), pokud jsou póry zcela zaplněny vodou (to se děje například tehdy, pokud odvodnění nefunguje nebo je ve stavu bezprostředně po vydatné srážce) viz **Obr. 1**.

Nežádoucím projevem jednoúčelově fungujícího odvodnění však je, že odvádí vodu z pozemku stále, až do doby snížení hladiny podzemní vody na úroveň uložení drénů. Odvádění vody tudíž probíhá často i v době, kdy již tento odtok není žádoucí – například také v létě, kdy přispívá k prohlubování rizik sucha. Možnost doplnění systému odvodnění o regulační objekty je popsána dále a umožňuje drenážní odtok účelně řídit, tudíž eliminovat permanentní funkci odvodnění pozemku.

Vzhledem k plošnému rozsahu zemědělského odvodnění v ČR (více než 1,1 mil. ha) se popsaná problematika dotýká prakticky každé zemědělsky využívané krajiny. Kromě narůstajících problémů s funkčností staveb odvodnění a zvyšující se četností výskytu poruch, je problémem i faktická (ne)dostupnost projektové dokumentace k těmto stavbám. Podle úpravy legislativy po roce 1989 (zejména podle § 14 a 15 Zák. č. 229/1991 Sb., podle § 126 odst. 3 Zák. č. 254/2001 Sb., podle § 506 Zák. č. 89/2012 Sb.) patří podrobné odvodňovací zařízení vlastníkově pozemku.



Narůstající problémy v důsledku absence údržby drenážních systémů i složitých majetkoprávních vztahů komplikuje častá neznalost umístění podzemních objektů stavby odvodnění na pozemku.

Dosud jediná digitalizovaná informace o stavebách odvodnění je mapová vrstva odvodněných ploch v měřítku 1:10 000, dokončená pracovníky ZVHS (Zemědělské vodohospodářské správy) v roce 2008. Jedná se o neaktualizovanou, často i nekompletní, historická data bez ověřených geometrických či atributových údajů. Metodám dálkového průzkumu Země (DPZ), cíleně zaměřeným na aktualizaci informací o podpovrchových objektech staveb odvodnění, se v posledních letech věnovaly týmy VÚMOP, v.v.i. (Tlapáková L. a kol., 2014). Analyzovány byly za tím účelem různé typy záznamů (archivní letecké měřické snímky, aktuální ortofota, digitální modely povrchu), což umožňuje efektivně identifikovat některé objekty, případně celý podpovrchový drenážní systém a vyhodnotit tak i plošně velmi rozsáhlá území s vysokou přesností, vhodnou pro práci v terénu. Identifikace drenážních systémů na těchto záznamech je podmíněna splněním optimálních podmínek vizualizace projevu drenážní rýhy, které závisejí na způsobu využití pozemku (orná půda, trvalý travní porost), na srážkoodtokových poměrech i agrotechnických činnostech. Tímto způsobem lze získat přesný a aktuální digitální podklad o skutečném umístění i o funkčnosti drenážních systémů, lze provádět monitoring odvodněných ploch za účelem identifikace poruch těchto systémů, dokumentovat provádění oprav i jejich efektivitu a celkový management odvodněných pozemků.

Metoda identifikace sběrných a svodných drénů na snímcích pořizovaných dálkovým průzkumem Země umožňuje lokalizovat a geodeticky vytyčit konkrétní drén v terénu, což je důležité zejména pro efektivní provádění oprav bez rizika poškození jiných částí drenážního systému, ale také např. při dohledání míst zaústění svodného drénu do recipientu (poruchy související s poškozenými a nefunkčními výustěmi jsou velmi časté).

4.4 Údržba a opravy hydromelioračních staveb

Problematice hlavních oborů hydromeliorací /HM/ (zejména odvodňování a závlahám) nebyla v ČR v průběhu posledních 25 let kontinuálně a systematicky věnována odpovídající pozornost jak z hlediska odborně-veřejné osvěty, tak ani tvorby dlouhodobě udržitelných koncepcí na celostátní, regionální i lokální úrovni, natož ucelené provázanosti s dalšími obory vodního hospodářství a životního prostředí. To bylo ovlivněno zvoleným způsobem privatizace v minulosti, resp. absencí kvalifikované a ucelené údržby HM systémů a zvyšujícím se počtem závad a havárií HM staveb v současnosti. Absence se projevuje také malou účinností HM při zvládání klimatických extrémů (sucha a povodní). Důvodem není nedostatek odborných podkladů o dosahovaných efektech HM, nýbrž složitost vlastnicko-uživatelských vztahů, absence konzistentní státní politiky v oblasti péče o vodní komponentu zemědělské krajiny (např. zrušení ZVHS a rozdělení dílčích kompetencí na státní podniky Povodí, Lesy ČR a Státní pozemkový úřad s nejasnou delimitací archivů projektové dokumentace HM staveb). Dalším významným problémem v oblasti managementu staveb



vodohospodářských meliorací, je zahájena generační výměna odborníků z praxe, dříve znalých této problematiky.

Závlahové stavby byly privatizovány v letech 1990-2001. U staveb odvodnění neproběhlo v rámci privatizace řádné předání vlastníkovu pozemku. Důsledně není ošetřen ani vztah vlastníka a uživatele odvodněných pozemků tam, kde je půda pronajata. Nájemce motivuje k provádění údržby fakt, že mu zamokřené území komplikuje obdělávání a snižuje výnosy. Investice do oprav jsou však tlumeny krátkou dobou výpovědní doby nájemních smluv, v posledním období navíc nejsou na údržbu vypisovány žádné dotační tituly.

Nedostatečná údržba se nyní začíná projevovat zamokřením pozemku nebo vývěry drenážních vod na povrch. Hlavními příčinami závad jsou: nefunkční drenážní výusti (často neznalost jejich umístění), zničené nadzemní šachtice, zborcené drenážní potrubí (působením těžké techniky za mokra, vady použitého materiálu), zarostlé potrubí (pod náletovými dřevinami), zhutněný půdní profil, nedostatečná údržba recipientu (zanesený sedimenty, zarostlý náletovými dřevinami), provádění liniových staveb (plynovod, vodovod, telekomunikace atd.). Klimatická změna bude tyto projevy závad dále zvyrazňovat. Zejména však lze očekávat zvýšení kritiky k existenci jednofunkční stavby: nejenže poté nevyhoví v periodách vlhčích, ale stále negativněji bude vnímáno působení odvodnění v období sucha. Teprve to může být hlavní motivací k realizaci rekonstrukcí a modernizací staveb, nebo v případě vyřazení pozemku ze zemědělského obhospodařování, k vyřazení části stavby z funkce.



Obr. 2 Použití hydročističe při údržbě svodného drénu s přístupem z drenážní šachtice.

Foto: Kulhavý Z.

Nejefektivnější způsob provádění údržby a oprav je pomocí hydročističe, kterým lze zjistit průchodnost drénů i lokalizovat jejich porušení (zborcení) – viz **Obr. 2**. Po odkrytí porušené části se provede pečlivě výměna trubek. Je třeba dbát na plynulé



napojení. To umožní následné proplachování. Vstupními místy pro hydročistič jsou drenážní výusti a nadzemní drenážní šachtice. Výúst lze dohledat i obráceně z šachtice, nebo z místa nalezeného svodného drénu. Komplikovanější je čištění svodného drénu, v případě zaústění sběrných drénů z flexibilního PVC. Napojení drénů často zasahuje v horní části do průtočného profilu a dochází k zadrhávání sondy. Každý takový spoj je třeba otevřít a odstranit přesah.

Výměnu potrubí je třeba provádět ihned po otevření drenážní rýhy, aby nedocházelo ke vplavování zeminy do drénu. Před zahrnutím je třeba zakrýt potrubí zeminou (tzv. „bortování“), aby při strojním zahrnutí nedošlo k posunu nebo rozbití trubek (Čmelík M., 2015).

4.5 Související legislativa

Stavby vodohospodářských meliorací jako součást vodních děl jsou plánovány, realizovány a spravovány podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů a zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu.

Podle § 56 zákona o vodách jsou tyto stavby definovány, je vymezeno jejich členění na hlavní odvodňovací (závlahová) zařízení a podrobná odvodňovací (závlahová) zařízení, přičemž podrobné vymezení staveb vodohospodářských meliorací a jejich částí a způsob a rozsah péče o ně je stanoveno Vyhláškou č. 225/2002 Sb. V zákoně jsou popsány povinnosti vlastníků pozemků, na kterých jsou tyto stavby umístěny.

Dále je podle § 126 odst. (3) popsán způsob privatizace: "Podrobné odvodňovací zařízení ve vlastnictví státu umístěné na cizím pozemku se stává včetně příslušné technické dokumentace, je-li tato k dispozici, vlastnictvím vlastníka pozemku dotčeného touto stavbou a podrobné odvodňovací zařízení vybudované státem na pozemku, který je ve vlastnictví státu, přechází v případě převodu tohoto pozemku do vlastnictví nového nabyvatele bezúplatně spolu s pozemkem..."

Vlastníkům pozemků jsou v témže zákonu ukládány v § 56 hlavní povinnosti:

- a) strpět stavbu k vodohospodářským melioracím pozemků nebo její část na svém pozemku,
- b) užívat pozemek tak, aby neovlivnil negativně funkci stavby k vodohospodářským melioracím pozemků nebo jejich části,
- c) ohlašovat vlastníkově stavby k vodohospodářským melioracím pozemků, případně vodoprávnímu úřadu zjevné závady ve funkci stavby nebo její části,
- d) strpět, aby se jeho pozemku užilo v nezbytné míře k údržbě stavby k vodohospodářským melioracím pozemků nebo její části.

Dále zákon stanovuje, že vodoprávní úřad je oprávněn v pochybnostech rozhodnout o rozsahu povinnosti vlastníka pozemků, na kterých je stavba k vodohospodářským melioracím nebo její část umístěna, vlastníků pozemků sousedících s pozemkem, na kterém je umístěna stavba k vodohospodářským melioracím pozemků nebo její část, popřípadě o povinnosti správce navazujícího vodního toku k zajištění funkce stavby k vodohospodářským melioracím pozemků.



Poznámka: Protože ani vodoprávní úřad není podrobně informován o existenci těchto podzemních staveb, může rozhodovat pouze při výskytu poruchy na stavbě, což nepůsobí preventivním účinkem jako u jiných typů staveb.

Hospodaření se stavbami k vodohospodářským melioracím pozemků, které jsou v majetku státu, vykonává stát svými organizačními složkami (po zrušení Zemědělské vodohospodářské správy v současnosti vykonává hospodaření Státní pozemkový úřad a v omezeném rozsahu státní podniky Povodí a Lesy ČR).

Podle §27 zákona, vlastníci pozemků jsou povinni zajistit péči o ně tak, aby nedocházelo ke zhoršování vodních poměrů, zejména ke zhoršování odtokových poměrů, odnosu půdy erozní činností vody, a dbát o zlepšování retenční schopnosti krajiny. Pokud vlastník neplní uvedené povinnosti, pak se podle § 125e, odst. (1) dopustí správního deliktu.

Nejvýznamnější novodobý investor melioračních staveb, od r. 1970 Státní meliorační správa (SMS), udržoval rozsáhlé archívy projektů v písemné podobě. Pracovníci, znalí problematiky meliorací, je dokázali využívat ve všech úrovních podrobnosti. Nástupnická organizace, Zemědělská vodohospodářská správa (ZVHS, od 1. 1. 2001), tyto archívy nadále zachovávala. Z titulu své působnosti „pověřeného správce“ mimo jiné hlavních melioračních zařízení (HMZ) ve vlastnictví státu, se však již nevěnovala odpovídající pozornost detailu odvodnění, které po privatizaci náleželo vlastníkově. Výklad vyhlášek k naplňování ISVS (např. 139/2002 Sb., 7/2003 Sb., 619/2004 Sb. včetně jejich novelizací) proto z větší části cílila na svěřené investiční prostředky, tedy k hlavnímu odvodňovacímu zařízení (HOZ). V této době archívy PD již nebyly úplné, přispěly k tomu prováděcí předpisy související s vypořádáváním nároků vlastníků odvodněných pozemků po roce 1992 i některé záslužné, avšak nedokončené, snahy o digitalizaci částí PD (například částí hydropedologických průzkumů). Poslední etapa, související se dvěma fázemi převodu archívů dokumentace staveb odvodnění: nejprve do působnosti podniků Povodí, případně Lesů ČR (v r. 2010 - 11, resp. po 1. 6. 2012) a její pokračování po 1. 1. 2013, související se vznikem Státního pozemkového úřadu (SPÚ) představuje další příčiny ztrát archivované dokumentace.

Protože nelze bez podrobné znalosti územního rozsahu staveb k vodohospodářským melioracím pozemků účinně ovlivňovat vodní komponentu krajiny, usiluje v posledních letech VÚMOP v.v.i. o digitalizaci hlavní části archívů bývalé ZVHS a o vytvoření mapového skladu, přístupného pomocí Internetu (mapový server je momentálně provozován na adrese <http://meliorace.vumop.cz> a je dále zdokonalován a kompletován).

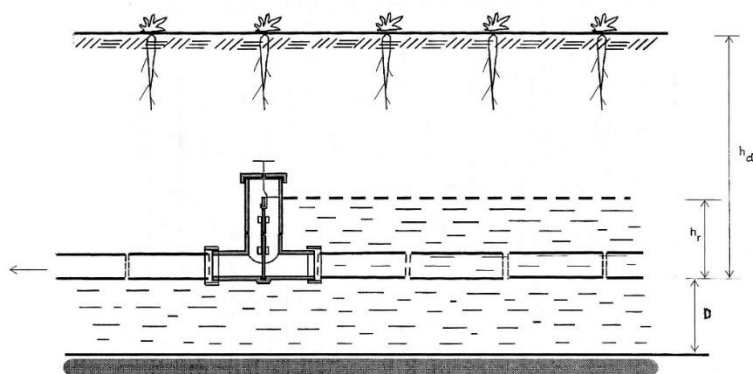
4.6 Potenciál hydromeliorací z pohledu klimatické změny

Tradiční odvodňovací systémy na zemědělských půdách byly navrhovány jako jednoúčelové, tedy k odvádění přebytků vod z pozemku. Se zvyšujícím se výskytem hydrologických extrémů, tedy nejen povodní, ale i sucha, může být tato funkce v některých obdobích vnímána jako kontraproduktivní a nežádoucí. Například po fázi



odvedení přebytku zimních srážek a po dokončení jarních polních prací již nebývá důvod nadále půdní vodu odvádět. Naopak. Je vhodné vytvářet zásoby pro letní období a snižovat tak rizika i dopady výskytu agronomického sucha.

Obor hydromeliorací k takovému účelu využívá půdu a nástroj podobný tůním, vytvořeným přehrázkami na vodních tocích nebo útvary, podobné povrchovým vodním nádržím (viz Obr. 3). Akumulační prostor se však v takovém případě nachází pod úrovní terénu, neomezuje současné využití pozemku a provoz na něm, a pokud je vhodně stanovena hloubka regulované hladiny, převažují pozitivní aspekty: tedy retence i akumulace vody v krajině, dodávání vláhy pro pěstované plodiny, snížení podpovrchového transportu živin z pozemku a jejich postupné využití rostlinami. Tyto systémy se u nás i v zahraničí začaly rozvíjet zejména po roce 1970. Jsou poněkud náročnější na návrh, provoz i údržbu, což bylo hlavní příčinou útlumu jejich využívání u nás po roce 1990 a souviselo to s celkovým poklesem zájmu i péče o zemědělské odvodnění.



Obr. 3 Princip funkce regulačního prvku, instalovaného na drénu, při vzdouvání hladiny podzemní vody s efektem vytvoření podzemní nádrže

Použité symboly v obrázku: h_d – hloubka uložení drénu; h_r – výška vzdouvacího hradítka; D – hloubka méně propustné půdní vrstvy nebo hloubka nepropustného podloží

Půda má značný akumulační a retenční potenciál, daný pórovitostí, resp. vlhkostí. V rámci zdůvodněných limitů manipulace s hladinou podzemní vody v úrovních, nacházejících se v rozmezí hloubky uložení drénů a úrovní cca 50-60 cm pod povrchem (z důvodů minimalizace rizika přemokření povrchu půdy kapilárním vztlínáním), tedy nejčastěji pro mocnost půdní vrstvy cca 40 cm, umožňuje zde půda akumulovat jednorázově až 140 mm vody, což reprezentuje pro plochu 1 ha objem 1.400 m³ vody. Pokud by toto množství měla zadržet povrchová vodní nádrž, měla by na každý hektar pozemku ekvivalentní rozměr 31,0 x 31,0 x 1,45 m!

Strategicky je pro Českou republiku výhodné, v souvislosti se změnou klimatu a jejím vlivem na vodní zdroje, orientovat se na realizaci adaptačních opatření. Regulace drenážního odtoku tak přispívá k racionálnímu hospodaření s vodou v



zemědělsky využívaném povodí a je součástí zásadní inovace drenážních systémů v podmínkách zvyšujících se nároků na hospodaření s vodními zdroji.

Vytvořením dvou-funkčního systému odvodnění lze dosáhnout následujících efektů:

- optimalizovat vláhové režimy zemědělských pozemků: jednoduchým vyhrazením/zahrazením regulačního prvku lze volit funkci odvodnění i závlah (v tomto případě závlahu drenážním podmokem);
- posílit efekt infiltrace srážkových vod a zvýšit perkolaci půdní vody do hlubších zvodní (tj. zlepšit využití srážkových vod);
- zvýšit využitelnost živin pro zemědělskou produkci (prodloužením doby zdržení živin v půdním roztoku s hnojivým efektem pro pěstované plodiny);
- snížit zátěž povrchových vod znečištěnými vodami drenážními (regulací drenážního odtoku a retencí vody ještě na pozemku; uplatní se současně i samočisticí schopnost půdního profilu).

Jaké jsou možnosti uplatnit tyto nástroje na stávajících systémech zemědělského odvodnění? Ve srovnání s novostavbami je u stávajících staveb jednodušší popsat efekt i možná rizika regulace, neboť jsme schopni zjistit stávající režim odtoku drenážních vod i riziko zanášení, dané režimem chodu splavenin v drenážní vodě. Nároky však zvyšuje potřeba vodoprávního projednání změny užívání stavby a finanční náročnost instalace regulačních prvků. Existuje celá řada typů regulačních prvků: trvalé / dočasně vyhraditelné; s manuálním / automatickým režimem manipulace; instalované na sběrných drénech / na svodných drénech / na otevřených příkopech; provedení v nadzemních šachticích / skryté pod povrchem atd. (viz Kulhavý a kol. 2015a, 2015b). Náklady na doplnění možnosti regulace do stávajícího drenážního systému začínají podle místních podmínek na částce od 5 tis. Kč/ha.

Protože v současnosti evidujeme výskyt četných poruch drenážního odvodnění, budou nutně v dalších letech probíhat ve zvýšené míře jejich opravy a údržba. Právě při této příležitosti je vhodné přehodnotit rozsah i intenzitu funkce odvodnění a tedy zvážit také možnost modernizace a rekonstrukce stavby. Fyzická životnost objektů drenážního odvodnění je místně velmi různá a předpokládaná životnost 30-50 let bude v řadě případů několikanásobně překročena (100 a více let). Přes složitost ekonomických úvah o směřování investic v případě pronájmů půdy, řeší rekonstrukce či modernizace současně jak zachování funkčnosti stávající stavby, tak její víceúčelové využití, což s ohledem na zvyšující se nedostatek vody i limity obhospodařovatelných ploch zemědělské půdy, je zjevnou předností.

Nástroje k řešení problémů sucha i vydatných srážek jsou známe:

- infiltrovat srážkovou vodu (současně snížit povrchový odtok a riziko vodní eroze);
- vytvořit podmínky pro zadržení vody v půdním profilu (přehrážkami, hradítky, zemními bariérami); zvážit přitom rizika snížení následné retenční schopnosti půdy vlivem zaplnění půdních pórů;



- pokud je pozemek odvodněn, řídit režim odtoku například jeho zahrazením (regulace drenážního odtoku); funkce odvodnění je přitom zachována a oboustranná regulace je tak optimálním opatřením pro získání úplné kontroly nad vodním režimem pozemku;
- zlepšovat půdní vlastnosti (retenční schopnost a propustnost: doplňováním obsahu organické hmoty, snižováním vlivu zhutnění podorníci vhodnou agrotechnikou atd.);
- hospodárně využívat pro místní podmínky přizpůsobené vhodné druhy závlahových systémů;
- dlouhodobě udržovat provozuschopnost vodohospodářských systémů na zemědělských pozemcích.

Vodní hospodářství a zemědělství disponuje evidentně dostatkem nástrojů pro zlepšení způsobů využívání vodních zdrojů, ať se jedná o zvýšení retence a akumulace vody v krajině a řešení problémů výskytu agronomického sucha, tak o zvládání opačné hydrologické situace – období s přebytkem vody, například během přívalových srážek. Je třeba začít tyto nástroje cíleně využívat.

4.7 Budoucí úkoly vodního hospodářství v zemědělské krajině

V uplynulých letech se neuváženou aplikací principu vlastnictví pozemků na tyto odvodňovací systémy oddělila funkční souvislost podrobného odvodňovacího zařízení (POZ) a recipientu odvodnění (HOZ). Obdobné problémy zaznamenaly i stavby závlahové – potřeba závlah je však formulována striktněji a podmínky pro údržbu či novou výstavbu se řídí požadavky zemědělského subjektu; celospolečenské funkce nejsou u těchto staveb tak dominantní. Bylo prakticky utlumeno poradenství, podpora údržby a oprav i podrobná evidence části dokumentace, což se v současnosti projevuje vyšší četností i závažností poruch i náročností oprav.

V části odborné veřejnosti se zároveň ujalo několik mylných předpokladů. Například, že podzemní drenáže se budou postupně „vytrácet“ rovnoměrným zanášením či zarůstáním, že odvodnění řady zemědělsky využívaných pozemků je nadbytečné a tudíž je žádoucí podporovat jejich hromadnou „přirozenou“ likvidaci, nebo že zemědělci, většinou nájemci pozemků, budou i bez podpory státu s dostatečnou kvalifikací o tyto systémy pečovat. Drenáže i závlahy po další desetiletí stárly a systematická péče o ucelený systém zemědělských meliorací nebyla zajištěna.

Dějinný vývoj staveb vodohospodářských meliorací přitom prokazuje, že tato opatření při cíleném a soustavném managementu optimalizují základní ovlivnitelné vegetační faktory ekosystému, a tím zlepšují zemědělské a vodohospodářské poměry v daném povodí (např. zvýšení infiltrace srážkových vod, využití retenčního potenciálu půdy při akumulaci a retenci vody nebo při retardaci odtoku). Současná praxe také dokazuje, že druhý opak, tj. zanedbání péče o tyto systémy, vytváří významné rizikové faktory, které poškozují funkce krajiny (povrchový odtok s erozivním účinkem nebo naopak prohlubování deficitu vláhy za déletrvajících období sucha, zamokření



zemědělsky obhospodařovaných pozemků s efektem zhutňování půd pojezdy technikou atd.).

Managementem výstavby, provozu, údržby a modernizace těchto staveb se vytvářejí příznivé podmínky k naplnění Evropské vodní charty, Zelené charty, Evropské strategie biologické a krajinné diverzity, Programu životního prostředí pro Evropu a řady dalších komunitárních předpisů. Regulační opatření jsou přitom extrémně žádoucí (Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES, Směrnice o ochraně podzemních vod 2006/118/ES a další), neboť zvyšují retenční potenciál krajiny, respektive zvyšují akumulaci vody různých forem a trvání.

Stavby vodohospodářských meliorací, spolu se stabilizací nebo zvýšením zemědělské (i lesnické) produkce, zajišťují širší využití rostlinného materiálu a plní v jednotlivých regionech řadu hledisek a biotechnických funkcí, např. stabilizační, esteticko -krajinotvorné, asanačně -rekultivační, mikro -bioklimatické, zvýšení biodiverzity, apod. Podmínkou pro dosažení většiny vyjmenovaných pozitivních aspektů je správný management těchto staveb, organizaci zemědělské činnosti nevyjímaje. Kriticky je z různých pohledů vnímáno zejména nedostatečné členění půdních bloků (progrese vodní eroze, snížení biodiverzity atd.).

4.8 Závěr

Do blízké budoucnosti lze vytyčit hlavní úkoly vodního hospodářství v oblasti hydromeliorací:

- vhodně nastavit dotační tituly v působnosti MZe a MŽP – vedle podpory správné praxe odvodnění a závlah také např. motivace k modernizacím a rekonstrukcím staveb (eliminace nadbytečného drenážního odtoku, vytvoření zón akumulace vod a posílení samočisticích, např. denitrifikačních procesů) a zajistit jejich vhodné propojení na mezirezortní úrovni;
- vytvořit funkční informační systém k melioračním stavbám a zachovat tak cenné archivy dokumentů;
- zajistit vývoj a podpořit inovace problematiky zemědělských meliorací, směřující k systémovému uplatnění rekonstrukcí a modernizací staveb, včetně zpětných vazeb (reakce na potřeby zemědělství, vodního hospodářství) a zejména zvýšit osvětu, tj. informovanost veřejnosti;
- uplatňovat metody hodnocení účelu a funkčnosti melioračních systémů v rámci stabilizace funkcí krajiny a optimalizace vodních režimů, zejména důsledným zakomponováním do projektů KPÚ.

Řada výše zmíněných principů již byla zapracována do Usnesení Vlády ČR č. 620 ze dne 29. července 2015 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody. Jedná se však pouze o první strategii, která se stavbami k vodohospodářským melioracím pozemků (tedy nejen se závlahami) počítá nově jako s nástrojem pro komplexní zvládání klimatických změn.

Z. Kulhavý



Použitá literatura

ČMELÍK M., 2015: Údržba a opravy podrobného odvodňovacího zařízení. Úroda 5-2015, str. 96, Profi Press s.r.o., ISSN 0139-6013

ČSN 75 0140 Meliorace - Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy (2014) (*)

KULHAVÝ F., KULHAVÝ Z., 2008: Navrhování hydromelioračních staveb. Ediční řada C, Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. IC ČKAIT, ISBN 978-80-87093-83-2, 431stran

TLAPÁKOVÁ L., ŽALOUDEK J., PELÍŠEK I., KULHAVÝ Z., 2014: Identifikace drenážních systémů pomocí dálkového průzkumu Země (úvod do problematiky). Vodní hospodářství č.3/2014, str. 8-14, ISSN 1211-0760

KULHAVÝ Z., a kol., 2015a: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i., ČZU v Praze, Agroprojekce Litomyšl, s.r.o., Aquion, s.r.o., 235 stran A 4, ISBN 978-80-87361-52-8 (*)

KULHAVÝ Z., ČMELÍK M., ŠTIBINGER J., MACEK L., ŠKRIPKO J., 2015b: Rekonstrukce staveb odvodnění s uplatněním principu regulace drenážního odtoku. Certifikovaná metodika, 58 str., ISBN 978-80-87361-47-4 (*)

TNV 75 4922 Údržba odvodňovacích zařízení (2015) (*)

TNV 75 4933 Údržba závlahových zařízení (2016)

Usnesení vlády České republiky ze dne 29. července 2015 č. 620 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody

Vyhláška MZe č. 225/2002 Sb. o podrobném vymezení staveb k vodohospodářským melioracím pozemků a jejich částí a způsobu a rozsahu péče o ně

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Poznámka 1: obě TNV jsou k dispozici na adrese:

<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/legislativa/technicke-normy/technicke-normy-vodni-hospodarstvi.html>)

Poznámka 2: Literární prameny, označené symbolem (*), jsou k dispozici v elektronické verzi pro volné stažení na adrese:

<http://www.hydromeliorace.cz/sw/knihovna/> Podmínkou je registrace uživatele.

Název: Ochrana vod z pohledu klimatických změn

Vydavatel: Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s.
Hyberská 38, Praha 1

Druh publikace: Sborník ze semináře

Odborní garanti: Ing. Veronika Hlaváčková, Ph.D.

Určeno: manažeři zemědělských podniků

Vydání: první

Rok vydání: 2017

Náklad: 363 výtisků

ISBN 978-80-87262-82-5 (Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s., Hyberská 38,
110 00 Praha 1)

Za obsahovou a jazykovou správnost díla odpovídají autoři.