

poskytovatel:

T A

Č R

Program **Alfa**

název projektu:

Komplexní přístup k řešení snižování znečištění reaktivními formami fosforu a dusíku v hydrologicky vymezené části povodí vodárenské nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu a experimentálním vývoji o podporu od roku 2014 pro Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje "ALFA"
PID: TA04021421

Výzkumná zpráva - Návrh optimálního režimu plošných zdrojů vedoucí k minimalizaci zátěže N a P – Nmap

Zpracováno pro TAČR:

Komplexní přístup k řešení snižování znečištění reaktivními formami fosforu a dusíku v hydrologicky vymezené části povodí vodárenské nádrže Švihov

Autor: Jan Gregar, Ing.

RNDr. Miloš Gregar

Prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

30.6.2016



SIGMAINVEST



ČESKÁ
ZEMĚDĚLSKÁ
UNIVERZITA V PRAZE



VŠCHT PRAHA

R&S

RNDr. Miloš Gregar

hlavní příjemce

další účastník

další účastník

další účastník

poskytovatel:

T A

Č R

Program Alfa

název projektu:

Komplexní přístup k řešení
snižování znečištění reaktivními
formami fosforu a dusíku
v hydrologicky vymezené
části povodí vodárenské
nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu
a experimentálním vývoji
o podporu od roku 2014
pro Program na podporu
aplikovaného výzkumu
a experimentálního vývoje "ALFA"
PID: TA04021421

Obsah

1. ÚVOD	3
1.1 SHRNUÍ PRACÍ PROVEDENÝCH V PŘEDCHOZÍCH ETAPÁCH	3
1.2 OBECNÝ POPIS POVODÍ VN TRNÁVKA	3
1.3 CÍLE ETAPY	6
2 NÁVRHY OPATŘENÍ, MODELOVÉ ŘEŠENÍ	10
2.1 MAPY S ODBORNÝM OBSAHEM NMAP:	10
2.1.1 Varianta s kombinací běžných plodin a luk na sklonech vyšších než 7%	10
2.1.2 Varianta s běžnými plodinami a automatickým hnojením	11
2.1.3 Varianta s běžnými plodinami a minimálním množstvím hnojiva	12
2.1.4 Varianta s běžnými plodinami a minimálním množstvím hnojiva	13
3 VÝSLEDKY A ZÁVĚRY	14
4 PŘÍLOHY:	15
5 MAPOVÉ PŘÍLOHY N-MAP	20



SIGMAINVEST



ČESKÁ
ZEMĚDĚLSKÁ
UNIVERZITA V PRAZE



VŠCHT PRAHA



RNDr. Miloš Gregar

hlavní příjemce

další účastník

další účastník

další účastník

1. Úvod

1.1 Shrnutí prací provedených v předchozích etapách

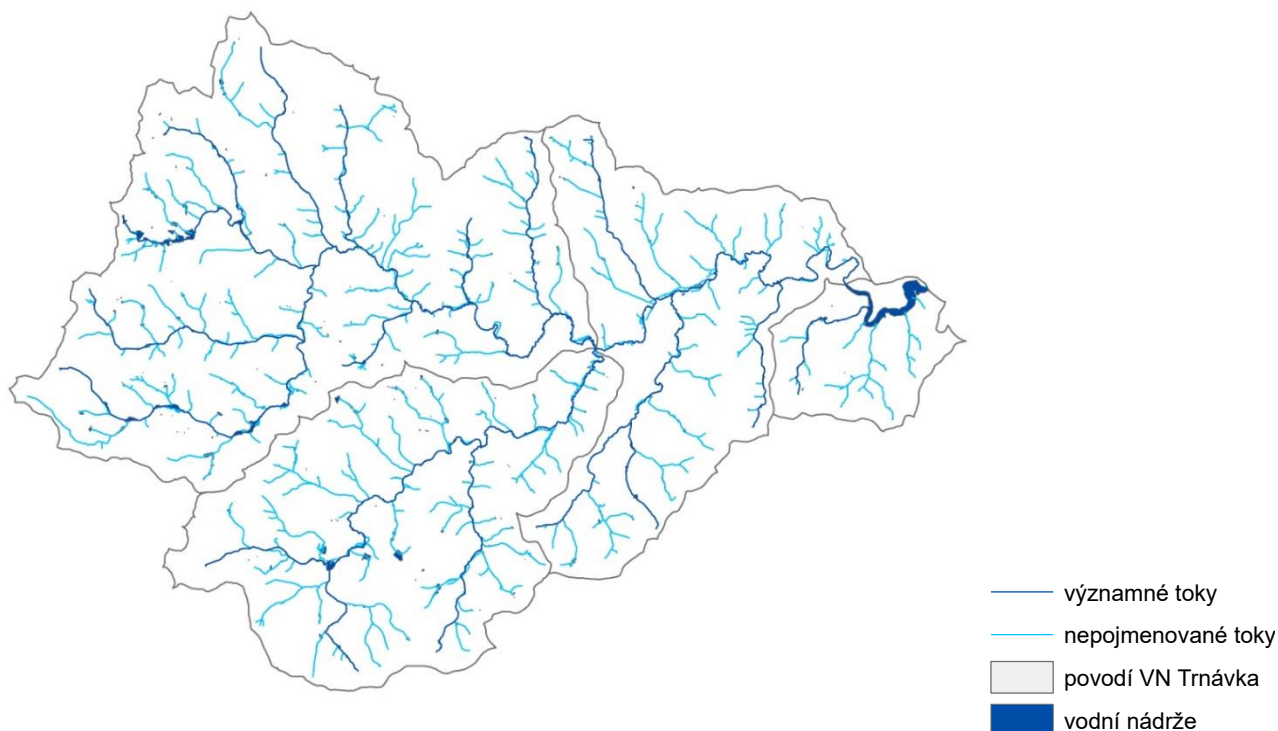
V předchozích etapách projektu byla shromážděna data o bodových zdrojích znečištění v povodí VN Trnávka a provedena kvantifikace ve vztahu k vnosu N a P do vodních toků a nádrže. Současně byly vytvořeny i příslušné vrstvy GIS umožňující vytvářet jednotlivé, geograficky orientované databáze k příslušným prvkům v území a provést jejich vizualizaci. Souběžně byl a shromážděna data nezbytná pro spuštění základního parametrického modelu SWAT a proběhla kalibrace modelu. Po celou dobu trvání projektu probíhají měření v závěrových profilech dílčích subpovodí s cílem shromáždít potřebné údaje pro finální validaci modelu. Největší objem prací představovalo shromáždění dat o způsobu hospodaření jednotlivých zemědělských subjektů v povodí (více než 20 tis. záznamů strukturovaných podle LPIS pro jednotlivé roky a roční období v listinné podobě, které bylo třeba transformovat do digitálního formátu pro potřeby modelu SWAT). Dále byla získána data o zásobách fosforu v půdě, z měření prováděného VÚRV. Tyto práce jsou podrobně popsány v předchozích zprávách. Popis reálného stavu současně umožňuje přesnější kalibraci modelu z hlediska vstupu N a P a jeho chování v hydrickém prostředí.

1.2 Obecný popis povodí VN Trnávka

VN Trnávka na Trnavě je jednou z představných vodních nádrží VN Švihov na Želivce. Smyslem vybudování nádrže bylo příznivě ovlivnit jakost povrchové vody před vtokem do VN Švihov. Nádrž zachycuje z velké části splaveniny z povodí a zabraňuje jejich dalšímu odnosu a usazování ve VN Švihov. Z hlediska retence živin se účinnost VN Trnávka pohybuje v rozpětí 20 – 50 % (Dobiáš, Duras, Forejt. Změna vstupu fosforu do vodárenské nádrže Švihov a jejího povodí v období rekonstrukce ČOV Pelhřimov. Sborník konference Vodní nádrže 2015, Brno). Jakost povrchové vody ve VN Trnávka je ovlivněna třemi základními faktory :

- Eutrofizace
- Eroze
- Nevyrovnanost hydrologického režimu

Povodí VN Trnávka má rozlohu 339,3 km².s významnými vodními toky Trnava a Kejtovský potok. Povodí je poměrně intenzivně zemědělsky obděláváno a nachází se v něm řada bodových zdrojů znečištění (nejvýznamnější ČOV Pacov). Povodí nádrže je tvořeno pramennou oblastí s jasně definovanou rozvodnicí a danou říční sítí.



Obrázek 1 - říční síť VN Trnávka

Nádrž je situována v zemědělsky intenzivně obhospodařované krajině. Podíl zemědělsky využívaných ploch v povodí jednotlivých dílčích povodí se pohybuje v rozmezí 40 – 70 %. Intenzivní zemědělské hospodaření na velkých lánech je orientováno z větší části na plodiny s kombinovaným využitím (např. jako zdroj substrátu pro bioplynové stanice). Jedná se zejména o širokořádkové plodiny – kukuřice, řepka a brambory. Oblast je částečně zatížena průmyslovou výrobou a zejména lidskými sídly (s výjimkou Pacova většinou do 500 E.O) s poměrně velkou hustotou.



SIGMA INVEST



VŠCHT PRAHA



RNDr. Miloš Gregar

poskytovatel:

T A

Č R

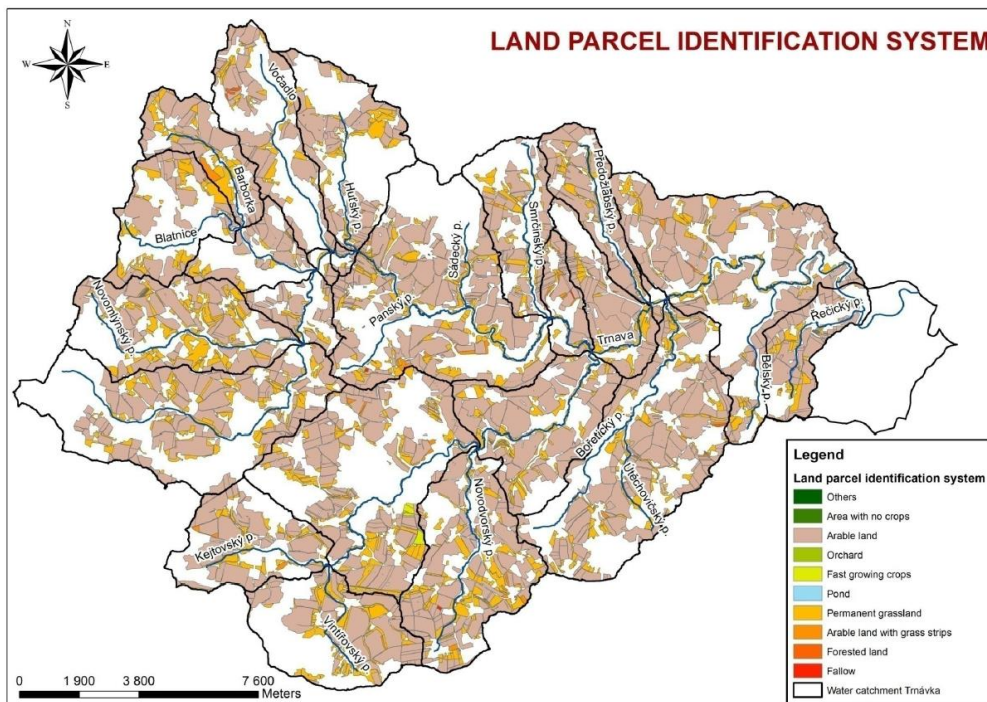
Program **Alfa**

název projektu:

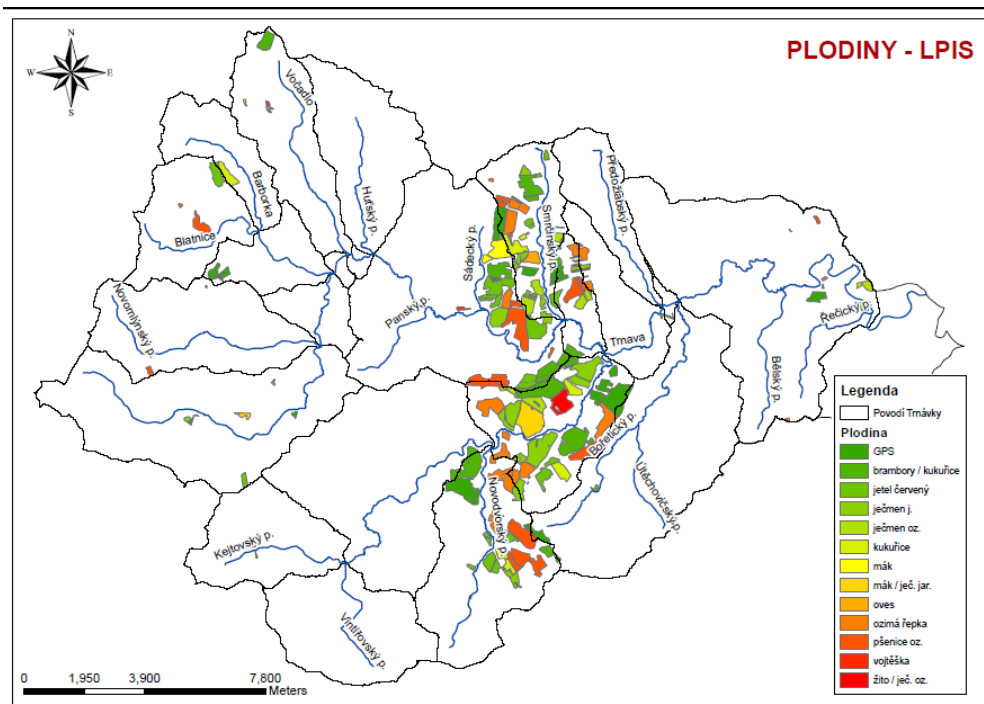
Komplexní přístup k řešení snížení znečištění reaktivními formami fosforu a dusíku v hydrologicky vymezené části povodí vodárenské nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu a experimentálním vývoji o podporu od roku 2014 pro Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje "ALFA" PID: TA04021421

Obrázek 2. LPIS PPB



Obrázek 3. Přehled plodin na vybraných PPB



SIGMAINVEST



hlavní příjemce

další účastník

další účastník

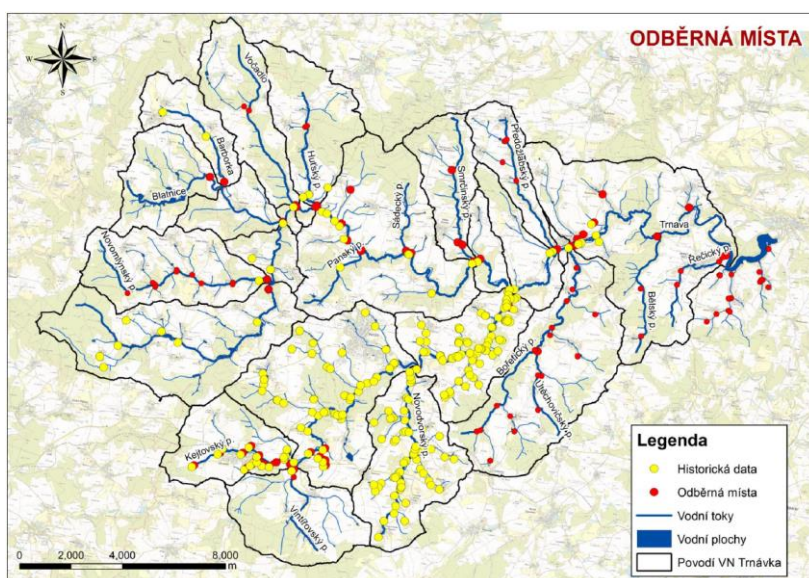
další účastník

1.3 Cíle etapy

Cílem etapy je navrhnout na modelových datech variantní způsoby hospodaření na zemědělských pozemcích s následnou modelací koncentrací N a P ve vodních tocích s cílem navržení optimálního způsobu hospodaření s minimalizací vlivu plošných zdrojů znečištění s použitím modelu SWAT. Pro dosažení tohoto cíle využít data získaná v průběhu řešení projektu, ale i z vnějších datových zdrojů a dřívějších měření probíhajících v povodí VN Trnávka. Největší problém představovalo získat ucelenou řadu údajů o způsobu hospodaření jednotlivých zemědělských subjektů. Tato data jsou dostupná pouze přímo od jednotlivých subjektů a to pouze v tištěné podobě. Transformace do digitální podoby použitelné pro model SWAT představovalo zpracování více než 20 000 údajů pro jednotlivé produkční půdní bloky dle LPIS (plodina, způsob hnojení – obvykle vícekrát ročně, způsob orby, atp.) a to pro obvykle alespoň pětiletou řadu. S ohledem na skutečnost, že nebylo možné získat tyto údaje od všech hospodařících subjektů, ale cca od 1/3, byla ostatní data extrapolována pro celé povodí a to na základě provedených místních šetření. Pro účely modelového řešení je, na základě rozsáhlých konzultací s tvůrcem modelu (University of Texas, dept. Of Agriculture), tento přístup dostatečný a poskytuje věrný obraz o zemědělské činnosti v povodí.

S ohledem na skutečnost, že v povodí VN Trnávka se vyskytuje velké množství drobných sídel bez odpovídajícího způsobu čištění odpadních vod a současně i vysoký podíl zemědělských ploch na kterých byla vybudována systematická drenážní díla obvykle zaústěná do drobných vodních toků, nelze opomíjet tyto zdroje P a N při popisu celkového obrazu zatížení povodí těmito látkami. Pro získání podrobného přehledu byla a jsou v průběhu řešení projektu prováděna terénní šetření, při kterých byly tyto výustě evidovány a současně prováděny odběry vzorků kvality vody pro odhad příspěvku takovýchto zdrojů. Pro každou výustě byl zpracován katalogový list se základními údaji (včetně zem. souřadnic), fotkou a výsledky chemické analýzy vzorků. Jedná se o více jak 400 námi evidovaných míst v různých částech povodí.

Obrázek 4: mapa odběru vzorků



V povodí VN Trnávka se vyskytuje podle evidence vycházející z terénních průzkumů velké množství volných výustí různého charakteru. Jedná se zejména o výustě ze systematických drenáží vybudovaných v 70. a 80. letech minulého století, dále o výustě z dešťových kanalizací budovaných zejména v menších obcích v rámci akce Z (do kterých je obvykle zaústěno těžko definovatelné množství domovních přípojek kanalizací - ať napřímo nebo jako odtoky z žump, příp. septiků). Všechny tyto výustě představují v součtu významný zdroj P a N s významným eutrofizačním vlivem. Jako opatření pro snížení množství vnosu P a N do vodních toků je navrženo vybudování velikostně odpovídajících kořenových čistíren (přírodě blízký způsob čištění – opatření obsažené v Plánu oblasti povodí) s předpokladem snížení koncentrací P a N v odtoku. Viz dále.

Kořenové čistírny odpadních vod jsou v České republice používány pro čištění komunálních odpadních vod od roku 1991. V současné době je v provozu asi 200 kořenových čistíren, které jsou navrženy pro čištění odpadních vod z malých obcí a asi dalších 200 domovních čistíren tohoto typu.

Většina kořenových čistíren využívá horizontální podpovrchový průtok, a tak procesy, které probíhají ve filtračním loži, jsou převážně anoxické a anaerobní. Aerobní procesy jsou většinou omezeny pouze na okolí kořenů rostlin, kam difunduje kyslík, který není spotřebován rostlinnou respirací.

Kořenové čistírny jsou většinou navrženy pro čištění zdrojů znečištění <500 EO, pro které platí limity na vypouštění BSK₅, CHSK_{Cr} a nerozpuštěných látek (NL), což jsou složky odpadní vody, které jsou v kořenových čistírnách velmi efektivně odstraňovány.

Vzhledem k tomu, že kvalita vody, která přitéká na kořenové čistírny z jednotné kanalizace, je velmi proměnlivá, je výhodnější vyhodnocovat účinnost čištění a schopnost odstraňovat jednotlivé složky znečištění jako zatížení.

V Tabulce 1 jsou uvedena zatížení jednotlivými složkami znečištění za období 1991-2014. Z tabulky je vidět výborná účinnost pro organické a nerozpuštěné látky. Pro živiny je účinnost nižší, ale zde je nutné zdůraznit, že většina kořenových čistíren není dimenzována tak, aby tyto parametry odstraňovala ve zvýšené míře.

Korelace mezi vstupním a odstraněným znečištěním je vysoká, především pro organické a nerozpuštěné látky. Korelace pro živiny je nižší, ale celkový dusík (TN) a amoniak je poměrně vysoká. Nejnižší korelace byla určena pro odstraňování celkového fosforu (TP) pouze pro filtrační lože. Lze tedy konstatovat, že míra odstranění základních složek znečištění v kořenových čistírnách s horizontálním podpovrchovým průtokem je poměrně dobře predikovatelná.

Tabulka 1. Průměrné zatížení kořenových čistíren v České republice a zadržení množství jednotlivých složek znečištění. Hodnoty zatížení jsou průměrné hodnoty n-ročních průměrů na 30-80 kořenových čistírnách (podle parametru). První řádek u každého parametru se vztahuje na surovou odpadní vodu (celková účinnost čistírny), druhý řádek u každého parametru se vztahuje pouze na kořenové pole.

	n	Zatížení (kg ha ⁻¹ d ⁻¹)			rovnice	R ²
		přítok	odtok	odstraněné		
BSK ₅	414	64,8	5,5	59,3	$L_{odstr} = 0,928 L_{přítok} - 2,954$	0,983
	112	44,2	6,2	38,0	$L_{odstr} = 0,934 L_{přítok} - 3,285$	0,983
CHSK _{Cr}	258	146	22,8	123,2	$L_{odstr} = 0,902 L_{přítok} - 8,519$	0,994
	114	99,1	24,8	74,3	$L_{odstr} = 0,838 L_{přítok} - 8,869$	0,955
NL	390	63,3	5,2	58,1	$L_{odstr} = 0,972 L_{přítok} - 2,871$	0,991
	103	34,8	4,6	30,2	$L_{odstr} = 0,978 L_{přítok} - 3,471$	0,989
		Zatížení (g m ⁻² d ⁻¹)				
TN	67	2,160	1,185	0,975	$L_{odstr} = 0,514 L_{přítok} - 0,146$	0,732
	67	2,243	1,319	0,924	$L_{odstr} = 0,637 L_{přítok} - 0,393$	0,804
N-NH ₄ ⁺	278	1,424	0,758	0,666	$L_{odstr} = 0,643 L_{přítok} - 0,252$	0,741
	80	1,291	0,439	0,852	$L_{odstr} = 0,556 L_{přítok} - 0,134$	0,624
TP	231	0,258	0,096	0,162	$L_{odstr} = 0,609 L_{přítok} - 0,045$	0,705
	87	0,278	0,169	0,109	$L_{odstr} = 0,363 L_{přítok} - 0,0007$	0,412

poskytovatel:

T A

Č R

Program Alfa

název projektu:

Komplexní přístup k řešení
snižování znečištění reaktivními
formami fosforu a dusíku
v hydrologicky vymezené
části povodí vodárenské
nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu
a experimentálním vývoji
o podporu od roku 2014
pro Program na podporu
aplikovaného výzkumu
a experimentálního vývoje "ALFA"
PID: TA04021421

Z uvedené tabulky vyplývá, že účinnost odstranění celkového dusíku na kořenovém poli je cca 50% a celkového fosforu cca 30 %.

Účinnost jednotlivých kořenových čistíren je závislá na řadě faktorů, pro modelové účely byly zvoleny hodnoty na spodní hranici účinnosti. V další fázi řešení projektu – celkové návrhy opatření – budou tyto parametry zahrnuty do celkového modelu. V této fázi slouží pouze pro bilanční odhady a účely kalibrace.



SIGMAINVEST



ČESKÁ
ZEMĚDĚLSKÁ
UNIVERZITA V PRAZE



VŠCHT PRAHA

R&S
RNDr. Miloš Gregar

hlavní příjemce

další účastník

další účastník

další účastník

2 Návrhy opatření, modelové řešení

Základním výstupem modelu SWAT je reálný popis povodí podle dat získaných z terénních šetření a vnějších zdrojů. Základem jsou reálné časové řady jednotlivých druhů plodin na jednotlivých produkčních půdních blocích z cca 1/3 povodí následně extrapolované pro povodí VN Trnávka jako celek. Stejným způsobem bylo postupováno v případě reálných dat od zemědělských subjektů v případě způsobu hnojení a argrotechnických zásahů. Tzn. Reálná data z 1/3 povodí byla extrapolována na ty PPB, kde nebylo z různých důvodů možné získat data reálná. Otázka vhodnosti takového postupu byla opakovaně konzultována s tvůrci modelu SWAT s kladným výsledkem.

Pro modelaci návrhu opatření bylo navrženo několik variant plodin v jednotlivých HRU. Výstupy jednotlivých variant tvoří mapy s odborným obsahem. Popis vstupních parametrů jednotlivých variant (viz níže) shrnuje základní vstupní data vkládaná do modelu. Pomocí modelu SWAT byly simulovány čtyři základní varianty zemědělského hospodaření. Výstupem modelu pro každou variantu je soubor 10 map s odborným obsahem – viz popis níže.

2.1 Mapy s odborným obsahem Nmap:

2.1.1 Varianta s kombinací běžných plodin a luk na sklonech vyšších než 7%

Pro sklon 0-3% byla v prvním roce pěstována kukuřice na siláž a v následujícím roce řepka olejka. Rotace těchto plodin probíhala po celou dobu simulace. Bylo hnojeno autofertilizací hnojivem NPK 15-15-15, s maximálním množstvím 50 kg dusíku (fosforu) na hektar na rok.

Pro sklon 3-7% byla aplikována stejná hnojiva a to NPK 15-15-15 s maximálním množstvím aplikovaného dusíku (fosforu) 50 kg/ha na rok. V prvním roce byly pěstovány brambory, které následovala v dalším roce řepka olejná. Pro třetí rok byla zvolena jarní ječmen.

Na zbytek plochy se sklonem větším než 7% byly navrhнутy louky bez hnojení.

Mapy:

1. tGWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod.
Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
2. tLAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
3. tNSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
4. tORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
5. tORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí

6. tSEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
7. tSOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
8. tNO3_OUT: Transport dusičnanů ve vodě
9. tTOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
10. tTOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku

2.1.2 Varianta s běžnými plodinami a automatickým hnojením

Pro sklon 0-3% se střídá kukuřice na siláž a řepka olejná hnojená pomocí autofertilizace NPK 15-15-15 s maximálním množstvím aplikovaného dusíku (fosforu) 50 kg/ha na rok. Pro sklon 3-7% byla zvolena rotace brambory, řepka olejná, pšenice jarní, kukuřice na siláž a ječmen jarní. Hnojení bylo zvoleno stejně jako pro plodiny ve sklonu 0-3%. Pro sklon 7-12% byla navržena kombinace řepky, pšenice, vojtěšky a ječmene. Maximální objem dusíku (fosforu) nastaven pro autofertilizaci na 50 kg/ha za rok. Svah se sklonem vyšším než 12% byl postupně osazován pšenicí, ječmenem, vojtěškou a travinami. Bylo použito stejné množství hnojiva jako pro ostatní zemědělské plochy.

Mapy:

11. autoGWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod.
Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
12. autoLAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
13. autoNSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
14. autoORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
15. autoORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
16. autoSEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
17. autoSOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
18. autoNO3_OUT: Transport dusičnanů ve vodě
19. autoTOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
20. autoTOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku

2.1.3 Varianta s běžnými plodinami a minimálním množstvím hnojiva

Pro sklon 0-3% se střídá kukuřice na siláž a řepka olejná hnojená pomocí hnojiva NPK 15-15-15 s aplikací 230kg/ha (35 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)). Pro sklon 3-7% byla zvolena rotace brambory, řepka olejná, pšenice jarní, kukuřice na siláž a ječmen jarní. Hnojení bylo aplikováno pomocí hnojiva NPK 15-15-15. Množství hnojiva pro jednotlivé plodiny: brambory 180 kg/ha (27 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)), řepka 230 kg/ha (35 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)), pšenice 120 kg/ha (18 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)), kukuřice na siláž 230 kg/ha (35 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)), ječmen (110 kg/ha). Pro sklon 7-12% byla navržena kombinace řepky 230 kg/ha (35 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)), pšenice 120 kg/ha (18 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)), vojtěšky 40 kg/ha (6 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)) a ječmene 120 kg/ha (18 kg/ha na rok aplikovaného dusíku (fosforu)). Svah se sklonem vyšším než 12% byl postupně osazován pšenicí, ječmenem, vojtěškou a travinami. Bylo použito stejné množství hnojiva jako pro ostatní zemědělské plochy.

Mapy:

21. GWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod.
Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
22. LAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
23. NSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
24. ORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
25. ORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
26. SEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
27. SOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
28. NO₃_OUT: Transport dusičnanů ve vodě
29. TOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
30. TOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku

2.1.4 Varianta s běžnými plodinami a minimálním množstvím hnojiva

Pro sklon 0-3% se střídá kukuřice na siláž s aplikací hnojiva 2x 450kg/ha hnojiva NPK 15-15-15 a řepka olejná hnojená pomocí stejného hnojiva, celkovým množstvím 2x 400kg/ha. Pro sklon 3-7% byla zvolena rotace brambory, řepka olejná, pšenice jarní, kukuřice na siláž a ječmen jarní. Hnojení bylo aplikováno pomocí hnojiva NPK 15-15-15. Množství hnojiva pro jednotlivé plodiny: brambory 450 kg/ha, řepka 2x 400 kg/ha, pšenice 480 kg/ha, kukuřice na siláž 2x 450 kg/ha, ječmen 480 kg/ha. Pro sklon 7-12% byla navržena kombinace řepky 2x 400 kg/ha, pšenice 480 kg/, vojtěšky 250 kg/ha a ječmene 480 kg/ha. Svah se sklonem vyšším než 12% byl postupně osazován pšenicí, ječmenem, vojtěškou a travinami. Bylo použito stejné množství hnojiva jako pro ostatní zemědělské plochy.

Mapy:

31. fertmaxGWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod.
Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
32. fertmaxLAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
33. fertmaxNSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
34. fertmaxORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
35. fertmaxORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
36. fertmaxSEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
37. fertmaxSOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
38. fertmaxNO3_OUT: Transport dusičnanů ve vodě
39. fertmaxTOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
40. fertmaxTOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku

3 Výsledky a závěry

Z tabulkových výstupů modelu bylo vytvořeno celkem 40 map s odborným obsahem, jejichž popis je uveden výše. Z výstupu modelu vyplývá, že zemědělské hospodaření má významný vliv na celou řadu odtokových kvalitativních parametrů. Detailní interpretace modelových výstupů jednotlivých variant bude předmětem dalších analýz nejen mapových, ale i tabulkových výstupů. Cílem této etapy bylo pomocí modelu SWAT navrhnout parametry optimálního režimu hospodaření na zemědělské půdě bez vlivu bodových a neidentifikovaných difúzních zdrojů znečištění. Pro zlepšení kvality vody ve VN Trnávka (bez ohledu na ekonomiku hospodařících subjektů) je jednoznačně nejvhodnější **Varianta s kombinací běžných plodin a luk na sklonech vyšších než 7%**

(Pro sklon 0-3% byla v prvním roce pěstována kukuřice na siláž a v následujícím roce řepka olejka. Rotace těchto plodin probíhala po celou dobu simulace. Bylo hnojeno autofertilizací hnojivem NPK 15-15-15, s maximálním množstvím 50 kg dusíku (fosforu) na hektar na rok.

Pro sklon 3-7% byla aplikována stejná hnojiva a to NPK 15-15-15 s maximálním množstvím aplikovaného dusíku (fosforu) 50 kg/ha na rok. V prvním roce byly pěstovány brambory, které následovala v dalším roce řepka olejná. Pro třetí rok byla zvolena jarní ječmen.

Na zbytek plochy se sklonem větším než 7% byly navrhнутy louky bez hnojení.)

Pro optimalizaci této varianty budou v následující etapě hledána detailnější řešení tak, aby byl v konečném důsledku návrh způsobu hospodaření nejen aplikovatelné, ale i akceptovatelné ze strany hospodařících subjektů

poskytovatel:

T A

Č R

Program Alfa

název projektu:

Komplexní přístup k řešení
snižování znečištění reaktivními
formami fosforu a dusíku
v hydrologicky vymezené
části povodí vodárenské
nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu
a experimentálním vývoji
o podporu od roku 2014
pro Program na podporu
aplikovaného výzkumu
a experimentálního vývoje "ALFA"
PID: TA04021421

4 Přílohy:

- Nařízení vlády č.262/2012 Sb. O stanovení zranitelných oblastí a akčním programu Příl.3
- Doporučené dávky hnojiv pro jednotlivé plodiny – výrobce NPK hnojiv
- Přepočítat statkových hnojiv na čisté živiny N a P – metodika VÚRV, doc. Klír



SIGMAINVEST



ČESKÁ
ZEMĚDĚLSKÁ
UNIVERZITA V PRAZE



VŠCHT PRAHA



RNDr. Miloš Gregar

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu Příl.3

Příloha 3

Limity hnojení jednotlivých plodin

Plodina	Výnos hlavního produktu	
	Limit hnojení* v kg N/ha	(t) stanovený dle koeficientu potřeby N na 1 t hlavního produktu a příslušného množství vedlejšího produktu
pšenice ozimá	190	7,7
pšenice jarní	120	5,5
žito ozimé	120	6,0
ječmen ozimý	140	6,7
ječmen jarní	110	6,0
oves	120	4,8
triticale	140	6,1
kukuřice na zrno	230	11,0
luskoviny	30	5,0
brambory sadbové	140	30,0
brambory ostatní	180	40,0
brambory rané	120	25,0
cukrovka	210	70,0
krmná řepa	150	70,0
řepka ozimá	230	4,5
slunečnice	140	2,9
mák	85	1,2
len	80	2,0
hořčice bílá	80	1,2
kukuřice na siláž	230	60,0
jetel**)	40	10,0
vojtěška**)	40	10,0
trávy na orné půdě	200	10,0
trvalé travní porosty	160	8,0
zelí	250	70,0
květák	220	27,0
mrkev	200	50,0
brokolice	200	13,0
kapusta hlávková	180	28,0
kapusta růžičková	180	6,0
celer bulvový	180	35,0
kedluben	150	30,0

zelí pekingské	150	55,0
rajčata	150	55,0
cibule kuchyňská	135	45,0
pór pravý,	120	43,0
pažitka pravá	120	30,0
petržel zahradní naťová	120	17,0
okurky salátové	120	70,0
okurky nakládačky	100	60,0
špenát setý	100	20,0
salát	100	43,0
pastiňák setý	100	30,0
paprika zeleninová	100	37,0
kukuřice cukrová	100	9,0
řepa salátová	95	30,0
ředkvička	80	32,0
petržel zahradní kořenová	80	37,0
kopr vonný	60	12,0
hrách zahradní	60	7,0
fazol obecný	60	6,0
česnek	30	11,0

Dusík použitý k podpoře rozkladu slámy nebo k meziplodině se nezapočítává do limitu přívodu dusíku pro následně pěstovanou plodinu.

Pro účely hodnocení limitu hnojení se u hnojiv s pomalu uvolnitelným dusíkem a upravených kalů započítává 30 % přívodu celkového dusíku a pro hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem 60 % přívodu celkového dusíku, s výjimkou kejdy prasat a digestátu z bioplynové stanice (příp. jejich tekutých podílů po mechanické separaci), kde se započítává 70 %.

Pro účely hodnocení limitu hnojení se tedy zohledňuje pouze přímé působení dusíku v prvním roce po použití uvedených statkových, organických a organominerálních hnojiv, popřípadě upravených kalů.

Pro určení přívodu dusíku do půdy ve statkových hnojivech živočišného původu se použijí údaje zjištěné vlastními rozbory nebo údaje z přílohy č. 3 vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv.

Limity uvedené v tabulce je nutné dodržet na jednotlivých zemědělských pozemcích.

Při pěstování plodin ve směsích je limit určen nejvyšším limitem plodiny ve směsi.

Plodiny v tabulce neuvedené limit nemají, hnojí se podle jejich potřeby na konkrétních stanovištích a podle pěstitelských podmínek.

Výnosy víceletých pícnin na orné půdě a trvalých travních porostů jsou uvedeny v přepočtu na seno.

Limity hnojení pro pěstování zeleniny se nevztahují na její pěstování ve sklenících a fóliovnících.

Vysvětlivky:

*) V limitu hnojení je započítán celkový dusík z minerálních hnojiv a podíl dusíku využitelného pěstovanou plodinou ze statkových hnojiv živočišného původu a z organických a organominerálních hnojiv, popřípadě upravených kalů.

**) Limit se vztahuje k celkové dávce za všechny roky pěstování. Do uvedeného limitu se nezapočítává případné hnojení krycí plodiny do doby její sklizně.

poskytovatel:

T A

Č R

Program Alfa

název projektu:

Komplexní přístup k řešení snižování znečištění reaktivními formami fosforu a dusíku v hydrologicky vymezené části povodí vodárenské nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu a experimentálním vývoji o podporu od roku 2014 pro Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje "ALFA"
PID: TA04021421

NPK 15-15-15 je kombinované hnojivo, které obsahuje dusík, fosfor a draslík, lehce přijatelné pro rostliny. Draslík je obsažen ve vodorozpustné chloridové formě. Živiny jsou ve formě vápenatých, amonných a draselných solí anorganických kyselin. Hnojivo tvoří šedobílé granule o velikosti 2 až 5 mm. Výrobek je povrchově upraven proti spékání.

Celkový dusík jako N	15,0 %
Dusičnanový dusík jako N	6,7 %
Amoniakální dusík jako N	8,3 %
Fosforečnany rozpustné v neutrálním citranu amonném jako P ₂ O ₅	15,0 %
Fosforečnany rozpustné ve vodě jako P ₂ O ₅	8,5 %
Draslík jako K ₂ O	15,0 %
Součet živin (součet celkového dusíku jako N, fosforečnanů rozpustných v neutrálním citranu amonném jako P ₂ O ₅ a draslíku jako K ₂ O)	45,0 %

NPK 15-15-15 se používá především k základnímu hnojení (na jaře před setím nebo výsadbou, resp. před zahájením vegetace) a případně i k přihnojování během vegetace. Je vhodný při vysokých požadavcích plodin a kultur na dusík a fosfor.

Ozimá pšenice, žito	150 - 250 na podzim
Ječmen jarní, Pšenice jarní, oves	400 - 600 na jaře
Řepka ozimá	500 - 800 na jaře
Okopaniny	400 - 500
Kukuřice na siláž	900 - 1100
Louky a pastviny	300 - 400 na jaře
Zelenina	400 - 480 na jaře
Jádroviny a peckoviny	320 - 480
Okrasné trávničky	480 ve 4-5 dílčích dávkách



název projektu:

Komplexní přístup k řešení snižování znečištění reaktivními formami fosforu a dusíku v hydrologicky vymezené části povodí vodárenské nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu a experimentálním vývoji o podporu od roku 2014 pro Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje "ALFA" PID: TA04021421

Příloha č. 2 k vyhlášce č. 274/1998 Sb.

Průměrný přívod živin do půdy ve statkových hnojivech

Statkové hnojivo	Průměrný obsah sušiny (%)	Dusík (N)	Fosfor (P ₂ O ₅)	Draslík (K ₂ O)
		kg · t ⁻¹ 1)		
Hnůj skotu	23,0	5,0	3,1	7,1
Hnůj skotu (z hluboké podestýlky)	23,0	6,0	3,1	10,7
Hnůj prasat	23,0	6,2	5,7	5,1
Hnůj prasat (z hluboké podestýlky)	23,0	7,4	5,7	7,1
Koňský hnůj	29,0	5,2	3,2	7,3
Ověcí hnůj, kozí hnůj	28,0	7,6	3,7	10,4
Močůvka skotu a hnojůvka	2,4	2,5	0,2	5,3
Močůvka prasat a hnojůvka	2,0	2,8	0,5	2,5
Kejda skotu	7,8	3,2	1,5	4,8
Kejda prasat	6,8	5,0	3,0	2,3
Kejda ovcí, kejda koz	24,0	6,0	2,1	5,3
Kejda drůbeže	11,8	9,6	6,4	3,8
Čerstvý drůbeží trus	23,0	18,0	11,9	7,1
Drůbeží trus uleželý (ztráty N 35 %)	33,0	16,8	17,1	10,2
Suchý drůbeží trus (ztráty N 50 %)	50,0	19,2	24,3	14,9
Suchý drůbeží trus (ztráty N 50 %)	73,0	28,0	35,5	21,8
Drůbeží podestýlka (ztráty N 50 %)	50,0	19,2	16,0	11,3
Výkaly a moč skotu (průměrná roční produkce 14,0 t · DJ ⁻¹)		3,3 2)	2,2	7,1
Výkaly a moč ovcí, koz (průměrná roční produkce 9,1 t · DJ ⁻¹)		4,9	2,6	6,6
Výkaly a moč koní (průměrná roční produkce 8,6 t · DJ ⁻¹)		2,8	2,3	3,5

Vysvětlivky k tabulce:

1) Přívod živin do půdy ve statkových hnojivech je uváděn již po odečtu ztrát ve stájích, při skládování statkových hnojiv a při pastvě hospodářských zvířat nebo jejich pobytu na zemědělské půdě. Pokud je k dispozici rozbor obsahu živin, nepoužijí se hodnoty uvedené v tabulce.

2) Při pasivním sušení.

3) Při aktivním sušení.

4) Pro skot do 2 let věku se použije hodnota 2,6 kg N · t⁻¹ výkalů a moči.

Poznámky:

- Pro kompost ze statkových hnojiv vyrobený pro vlastní účely (průměrný obsah sušiny kompostu 45–60 %) - lze použít následující hodnoty obsahů živin (v původní hmotě): dusík (N) 5,0 kg · t⁻¹; fosfor (P₂O₅) 2,3 kg · t⁻¹; draslík (K₂O) 3,6 kg · t⁻¹. Pokud je k dispozici rozbor obsahu živin, nepoužijí se hodnoty uvedené v této poznámce.
- Obsahy dusíku, fosforu a draslíku v organických a organominerálních hnojivech se evidují podle etikety nebo příbalového letáku. V případě organického hnojiva vyrobeného pro vlastní potřebu anaerobní fermentací statkových hnojiv nebo objemných krmiv při výrobě bioplynu se živiny evidují na základě rozboru hnojiva.
- Analýzy na obsahy dusíku, fosforu a draslíku v upravených kalech (v sušině) i v půdách pozemků, kde budou aplikovány, zajišťují původci kalu podle vyhlášky č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě (obsah P₂O₅ = obsah P × 2,292; obsah K₂O = obsah K × 1,204).

5 Mapové přílohy N-map

1. tGWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod. Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
2. tLAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
3. tNSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
4. tORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
5. tORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
6. tSEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
7. tSOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
8. tNO3_OUT: Transport dusičnanů ve vodě
9. tTOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
10. tTOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku
11. autoGWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod. Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
12. autoLAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
13. autoNSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
14. autoORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
15. autoORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
16. autoSEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
17. autoSOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
18. autoNO3_OUT: Transport dusičnanů ve vodě
19. autoTOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
20. autoTOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku
21. GWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod. Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
22. LAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
23. NSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
24. ORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
25. ORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
26. SEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
27. SOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
28. NO3_OUT: Transport dusičnanů ve vodě

poskytovatel:

T A

Č R

Program Alfa

název projektu:

Komplexní přístup k řešení snižování znečištění reaktivními formami fosforu a dusíku v hydrologicky vymezené části povodí vodárenské nádrže Švihov

4. veřejná soutěž ve výzkumu a experimentálním vývoji o podporu od roku 2014 pro Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje "ALFA"
PID: TA04021421

29. TOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
30. TOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku
31. fertmaxGWNO3: Transport dusičnanů do podzemních vod. Mapa zobrazuje pohyb dusíku ve formě NO₃ do podzemní vody. Jedná se o hodnoty v kg/ha.
32. fertmaxLAT_Q_NO3: NO₃ v podpovrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
33. fertmaxNSURQ: NO₃ v povrchovém odtoku – transport z dílčích povodí
34. fertmaxORGN: Organický dusík – transport z dílčích povodí
35. fertmaxORGP: Organický fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
36. fertmaxSEDP: Minerální fosfor v sedimentu – transport z dílčích povodí
37. fertmaxSOLP: Rozpustný fosfor – transport z dílčích povodí
38. fertmaxNO3_OUT: Transport dusičnanů ve vodě
39. fertmaxTOT_N: Celkový dusík v povrchovém odtoku
40. fertmaxTOT_P: Celkový fosfor v povrchovém odtoku



SIGMAINVEST



ČESKÁ
ZEMĚDĚLSKÁ
UNIVERZITA V PRAZE



VŠCHT PRAHA



RNDr. Miloš Gregar

hlavní příjemce

další účastník

další účastník

další účastník