



NÁVRH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ V KATASTRU VRBICE S VYUŽITÍM NORSKÝCH A ČESKÝCH METOD

Vyhotoveno: květen 2016

Zpracoval: VUT v Brně, Česká republika a NIBIO, Norsko



NIBIO
NORWEGIAN INSTITUTE OF
BIOECONOMY RESEARCH

*Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny
s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině*

Projekt číslo: EHP-CZ02-OV-1-039-2015

OBSAH	
ÚVOD	3
NORSKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ	3
Rámcová směrnice o vodě (Water Framework Directive)	5
Norský Program monitorování vlivu zemědělství na životní prostředí (JOVA)	6
ZMĚNA KLIMATU V NORSKU	8
Důsledky pro zemědělství	9
Důsledky pro environmentální cíle	12
MITIGAČNÍ OPATŘENÍ	15
Legislativa a dotace	16
Regionální environmentální program (RMP)	16
Speciální environmentální opatření v zemědělství	18
Realizace opatření a vliv	19
Změna obdělávání půdy	19
Zatrávněné plochy jakožto mitigační opatření	23
Sedimentační nádrže	24
Nákladová efektivita opatření	25
ŠÍŘENÍ INFORMACÍ	26
Praktické nástroje	27
Agricat 2	27
Kalkulátor nákladové efektivnosti	27
Odvodnění s využitím GIS	28
Kalkulátor dusíku	28
Index fosforu	28
Mapa erozních rizik	29
NÁVRH ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ V KATASTRU VRBICE	29
Norský přístup	29
ČESKÝ PŘÍSTUP	34
Vyhodnocení účinnosti navrhovaných opatření	39
Srovnání mezi Norskem a Českou republikou	41
Literatura	43

ÚVOD

Tato zpráva je vypracována jakožto součást projektu AdaptaN: Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině. Tento projekt je financován z grantů EHP: EHP-CZ02-OV-1-039-2015. Hlavním úkolem projektu je srovnat předpokládané klimatické změny v Norsku a České republice, dopady na zemědělskou produkci, dopady na životní prostředí, adaptační strategie a doporučená opatření. Tato zpráva podává stručný přehled o norském zemědělství a očekávaných klimatických změnách. Její součástí je rovněž popis environmentálních opatření, která jsou v současné době v Norsku aplikována, spolu s regulačním a dotačním systémem včetně způsobu, jak jsou zemědělcům a zájmovým stranám poskytovány a šířeny informace. U Norska se očekává, že klimatické změny způsobí růst odtoku a potřebu opatření v krajině. Význam opatření, ke kterým se přistupuje dnes s ohledem na snížení odtoku a splnění požadavků na kvalitu vody stanovených Rámcovou směrnicí o vodní politice (Water Frame Directive) a které jsou popsány v této zprávě, by se v budoucnu mohl ukázat jako ještě zásadnější.

Druhá část této zprávy se zaměřuje na návrh protierozních opatření v katastrálním území Vrbice s tím, že se uvádí norský a český přístup s jejich následným srovnáním.

NORSKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

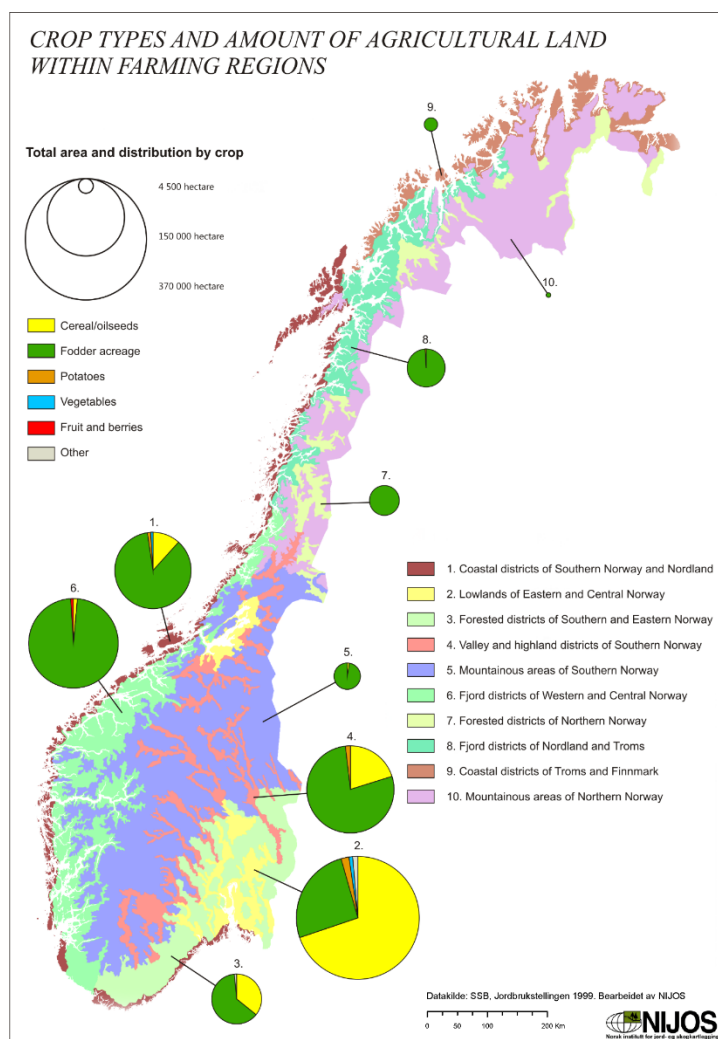
Norský statistický úřad (Statistisk Sentralbyrå, SSB) vydává zprávu Zemědělství a životní prostředí – Stav a vývoj (Snellingen Bye *et al.*, 2016) v rámci zasedání Komise Norského zemědělského institutu. Tato zpráva obsahuje statistické informace o stavu a vývoji problematiky týkající se zemědělství a životního prostředí v norském zemědělství. Značné rozpětí zdrojů informací Norského statistického úřadu a dalších institucí slouží jako vstupní údaje ve vztahu k těmto informacím. Text v následujících odstavcích je převzat zejména z této zprávy.

V roce 2014 byla velikost využívané zemědělské plochy v Norsku odhadována na 0,99 milionů hektarů a působilo zde 42 900 zemědělských podniků, tedy o 39 % méně než v roce 1999. Přibližně 8 % norské populace se živilo zemědělstvím. Ekologické zemědělství pokrývalo přibližně 5 % celkové užívané zemědělské plochy. Počet podniků, které se zabývaly ekologickým zemědělstvím, dosahoval počtu 2 200, což představovalo 5 % celkového počtu zemědělských podniků v Norsku. Za období let 1999 - 2014 se velikost celkové používané zemědělské plochy snížila o 5 %. Jedná se o aktuální trend, kdy se plocha pro pěstování plodin na orné půdě snižuje, zatímco dochází k nárůstu plochy využívané jako pastviny. Mezi

další relevantní trendy patří využívání větších zemědělských strojů, zvýšena mechanizace, větší jednotky zemědělského podniku a větší podíl pronajaté půdy.

Přibližně 2,7 % plochy povrchu Norska představuje zemědělská půda, kde hlavní oblast produkce představuje chov hospodářských zvířat (Obrázek 1). V roce 2014 představovala oblast produkce obilovin 29 % celkové využívané zemědělské plochy. Oblast produkce obilovin se nachází v jihovýchodní a centrální části Norska, a to často na mořských sedimentech, které jsou náchylné k erozi. Pastviny a živočišná výroba jsou soustředěny do západní části Norska a do oblastí, kde odtok z míst, kde se používá hnůj, má zásadní vliv na kvalitu vody.

Počet domácích zvířat a tedy i množství hnoje se za posledních deset let snížil. V roce 2014 byl vypočten počet zvířecích jednotek hnoje na 860 000. Jednotka hnoje je jednotka na dobytek definovaná na základě množství živin vyloučených jako výkaly a moč. Jedna vypočtená jednotka hnoje odpovídá 1 dojnici, 3 chovným prasatům, 7 ovcím/kozám krmeným v zimním období, 80 slepicím atp. Při měření dle obsahu živin pochází 33 % veškerého dusíku a 58 % veškerého fosforu používaných v zemědělství z hnoje. Od roku 1980 byly prodeje dusíku poměrně stabilní, zatímco prodej fosforu a draslíku klesl. Nicméně v letech 2008/09 došlo k zásadnímu poklesu v prodeji komerčních hnojiv, a to s ohledem na růst cen. V letech 2014/2015 představoval objem prodaných komerčních hnojiv 457 000 tun, což bylo o přibližně 6 procent více než v předchozím roce. Objem prodejů dusíku představoval 102 000 a objem fosforu 8 800 tun.



Obrázek 1 Rozložení zemědělství v Norsku (Bechmann and Deelstra, 2013)

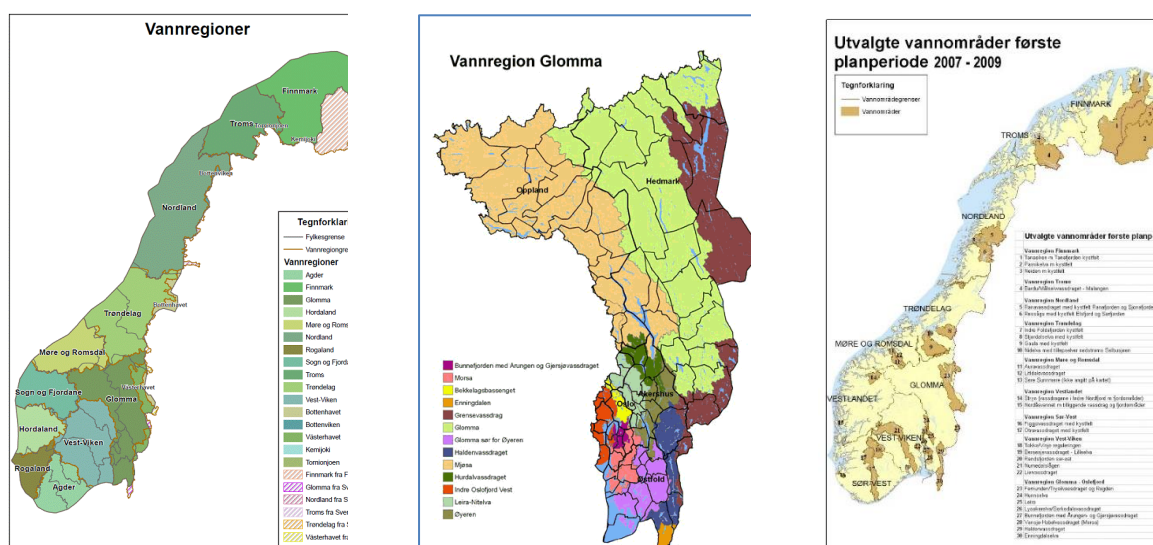
RÁMCOVÁ SMĚRNICE O VODĚ (WATER FRAMEWORK DIRECTIVE)

Rámcová směrnice EU o vodě (WFD), kterou se musí Norsko řídit, rozděluje zemi do vodních regionů (Obrázek 2). Hlavním cílem této směrnice je dosažení “dobrých podmínek” u všech vodních toků atd., ve vztahu k znečištění a podmínkám životního prostředí. Vliv zemědělské činnosti na kvalitu vody se výrazně liší mezi různými vodními regiony. Vodní regiony Glomma a Vest-Viken v jihovýchodním Norsku jsou dva regiony, kde na zemědělství připadá nejvyšší relativní podíl celkových ztrát dusíků s 44 a 39 % ztrát fosforu, resp. 41 a 29 % ztrát dusíku (Snellingen-Bye et al., 2016). V zemi jako celku je akvakultura odvětvím s největšími ztrátami fosforu a dusíku do otevřené vody.

Environmentální podmínky norských řek a jezer jsou dobré ve srovnání s podmínkami v mnoha ostatních zemích v Evropě. Předběžný průzkum stavu všech norských vodních

útvary ukazují, že přibližně 62 % pravděpodobně splní cíle/požadavky EU pro sladkovodní prostředí, zatímco zbytek je ve vztahu k těmto požadavkům ohrožen, popř. je jejich stav nejistý. Bylo zjištěno, že zemědělství je čtvrtým nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje stav norských sladkovodních jezer a třetím nejdůležitějším faktorem, pokud jde o řeky.

Norská vláda rovněž stanovila cíl, který spočívá v 20 % zvýšení domácí produkce potravin do roku 2030, a to v návaznosti na očekávaný růst počtu obyvatel (Bílá kniha č. 9, Parlament 2011- 2012). To vyžaduje vyšší produkci potravin a zvýšený podíl pěstování obilovin. To s sebou bude přinášet ve stále větší míře potřebu opatření týkajících se udržitelných a odolných zemědělských produkčních systémů produkujících více potravin.



Obrázek 2 Norsko je rozděleno na vodní regiony (vannregioner in figure), vodní regiony jsou rozděleny na menší povodí a některé z těchto povodí byly pilotními oblastmi v průběhu období 2007-2009

Ve vodních regionech byly vyvinuty akční plány pro provádění opatření za účelem plnění požadavků stanovených Rámcovou směrnicí o vodní politice. V případě zemědělství se to týká opatření ke snížení odtoku, eroze a nutričních ztrát do vody.

NORSKÝ PROGRAM MONITOROVÁNÍ VLIVU ZEMĚDĚLSTVÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (JOVA)

Cílem projektu Jova (Národní monitorovací program) je dokumentovat účinky zemědělských postupů na životní prostředí prostřednictvím odběru vzorků a zpracování dat ze sledovaných povodí a dalších relevantních datových zdrojů. V rámci programu JOVA bylo od roku 1992 monitorováno jedenáct zemědělských povodí, které se liší co do velikosti od 0,7 do 29 km² (Obrázek 3). Ty představují různé klimatické a zemědělské regiony v Norsku, jako je produkce obilovin v jihovýchodním Norsku a živočišná produkce v západní části

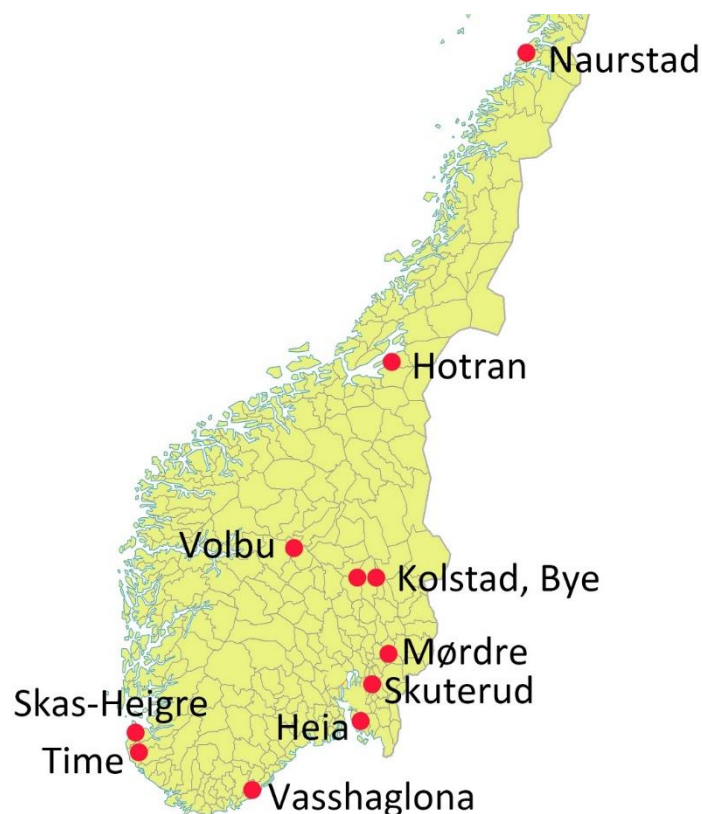
Bilaterální indikátor

Norska. V monitorovaných oblastech se neustále zaznamenávají ztráty u odtoků z povodí a dochází k odběrům vzorků pro analýzu živin, částic a pesticidů (tyto vzorky se odebírají v šesti povodích, a to zejména v průběhu vegetačního období).

Ve sledovaných povodích poskytují zemědělci informace o svém hospodaření, o každém poli na farmě. Informace se týkají způsobu orby, hnojení, používání pesticidů, ale i informace o datech setí a sklizni a informace o výnosech. Tyto údaje poskytují základ pro vzájemný vztah mezi půdou a pěstováním plodin v povodích a sledovanou kvalitou vody v tocích. Údaje z JOVA mohou ostatní využít k vědeckým a jiným účelům.

Více než 20 let monitorování přispělo k vytvoření databáze, která se stala cennou pro mnohé výzkumné účely, obsahuje např. vliv povětrnostních podmínek a způsoby hospodaření ve vztahu k půdě a erozi půdy, ztrátu živin, výnosy, rovnováhu živin v různých produkčních systémech, adaptaci zemědělců na doporučené hnojení, používání a odnos pesticidů a změny v setí a termínech sklizni v důsledku změny klimatu. Tyto výsledky jsou rovněž důležité pro monitorování v souvislosti s implementací WFD (Rámcová směrnice o vodě) v povodích, která jsou dotčena zemědělstvím. Výsledky jsou využívány zemědělskými institucemi jako základ pro posuzování environmentálních předpisů a dotací.

Databáze s údaji shromážděnými za více než dvacet let je cenná pro mnohé účely modelování a pro projekty vztahující se ke změně klimatu. Je možné monitorovat extrémní události a změnu frekvence a dokumentovat změny a trendy v oblasti srážek, odtoků a ztráty živin společně s dokumentací budoucích změn délky vegetačního období, výběru plodin ze strany zemědělců, systémů řízení a environmentálních opatření, a to včetně změny způsobu obdělávání půdy, hnojení a používání pesticidů.



Obrázek 3 Mapa JOVA – povodí v Norsku

ZMĚNA KLIMATU V NORSKU

Klimatické scénáře pro Norsko předpovídají zvýšení teploty, delší vegetační období a více srážek na většině částí země (Hanssen-Bauer et al., 2015). Zpráva "Klima v Norsku 2100" poskytuje aktualizovaný vědecký základ pro přizpůsobení se změně klimatu v Norsku (ibid) (Obrázek 4) a popisuje změny klimatu dle očekávání v 21. století na základě různých předpokladů týkajících se budoucích emisí skleníkových plynů. Většina prezentovaných výpočtů je založena na globálních klimatických projekcích páté hodnotící zprávy IPCC.



Pro účely plánování v nadcházejících desetiletích se doporučuje používat data o klimatu z období 1985- 2014.

Obrázek 4 Zpráva "Klima v Norsku 2100" (Hanssen- Bauer et al, 2015)

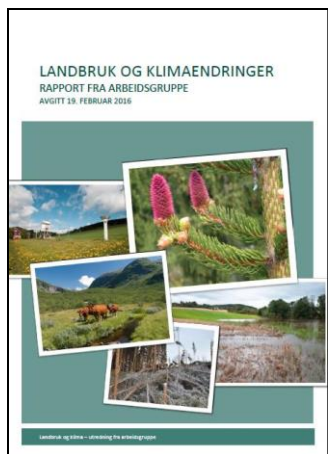
Ve střednědobém scénáři, který se týká emisí CO₂, se odhaduje, že průměrná roční teplota v Norsku bude v letech 2071-2100 o 2,7 °C vyšší než v letech 1971-2000. Očekává se zvýšení o 5 až 13 % v různých částech země a počítá se s tím, že srážky budou mít větší intenzitu. Počet dnů se silnými srážkami se může zvýšit o 34 až 58 %. Neexistují žádné spolehlivé odhady o velikosti sněhové pokrývky v budoucnosti, ale v horských oblastech zřejmě dojde ke zvýšení sněhové pokrývky, zatímco v nížinách a pobřežních oblastech dojde ke snížení sněhové pokrývky s výskytem delších období bez mrazu. Ve všech oblastech se očekává, že k tání sněhu bude docházet dříve. Sucho v současné době nepředstavuje v Norsku problém, ale zvýšená evapotranspirace může v budoucnu vést k problémům souvisejícím se suchem také v Norsku, a to zejména proto, že se neočekává výrazné zvýšení srážek (o 2 %) v létě.

V jihovýchodní části země, kde je zemědělství poměrně důležitým zdrojem pro přísun živin, se očekává zvýšení teploty o 2,5 °C společně s nárůstem srážek o 8 %. Sezónní změny srážek jsou důležité jak pro zemědělskou produkci, tak pro související dopady na životní prostředí; v jihovýchodní části Norska dojde k nárůstu srážek zejména v zimě (17 %) a na jaře (14 %), méně pak na podzim (8 %) a v létě (2 %). Očekává se, že počet dnů se silnými srážkami vzroste v zimě o 108 % a na jaře o 76 %, v létě pak o 42 % a v na podzim o 47 %. Očekává se rovněž prodloužení délky vegetačního období o 1 měsíc.

DŮSLEDKY PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Pro zemědělství v Norsku bude změna klimatu představovat jak příležitosti, tak i problémy/výzvy. Historicky byl zemědělský sektor výrazně závislý na měnícím se počasí a klimatických podmínkách, a proto má relativně vysoký potenciál pro nové adaptace. Zpráva "Zemědělství a změna klimatu" byla předána Ministerstvu zemědělství a výživy v únoru 2016 (LANDBRUK og klimaendringer) (Obrázek 5). Tato zpráva poskytuje přehled o stavu

očekávané změny klimatu a jejich důsledcích pro zemědělskou výrobu, potřebě adaptace a možnostech pro snížení emisí skleníkových plynů a zvýšení ukládání uhlíku.



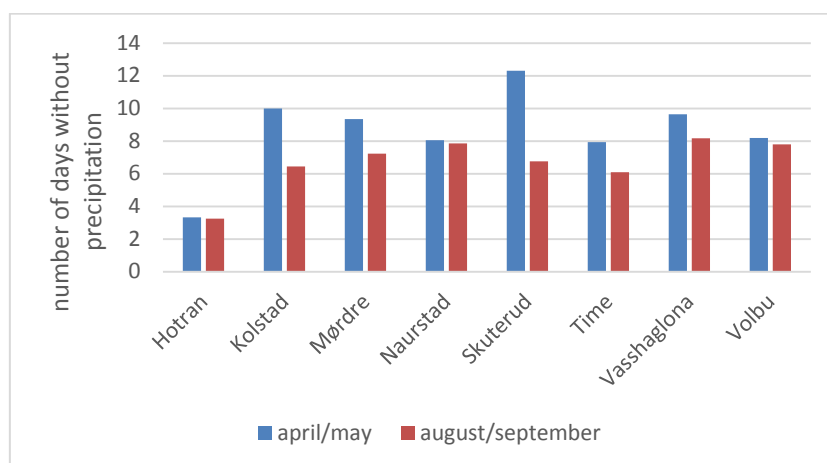
Zpráva: „Zemědělství a změna klimatu“.

Obrázek 5 Zpráva "Zemědělství a změna klimatu" (Landbruk og klimaendringer, 2016)

Zemědělství v severních oblastech je považováno za jedno z mála odvětví, v nichž může mít změna klimatu pozitivní účinky. Mírné zvýšení teploty může být pro Norsko přínosné s ohledem na delší vegetační období (až o 1-2 měsíců delší v různých částech země). Větší plochy se mohou stát vhodnými pro zemědělství, může docházet ke zvětšování plochy pro specifické plodiny a mohou vznikat příležitosti pro pěstování dalších druhů plodin, jako je kukuřice, sója, vinná réva atd. Delší vegetační období může být zejména příznivé pro pěstování trávy, a to vzhledem k možnosti vyššího počtu sklizní. Zvýšená koncentrace CO₂ ve vzduchu může také zvýšit rychlost fotosyntézy a v konečném důsledku i výnosy.

Avšak omezení týkající se hodin slunečního svitu stále představují určité omezení ve vztahu k potenciálnímu výnosu. Nové odrůdy rostlin, které jsou adaptovány na vyšší teploty a dlouhé/krátké dny budou tudíž představovat velkou výzvu. A vzhledem k tomu, že počet po sobě jdoucích suchých dnů, které jsou vhodné pro sklizeň a orbu, se v budoucnu sníží, bude mít zemědělství v budoucnu problémy s využitím delšího vegetačního období. I dnes je v Norsku málo suchých dnů, které je možné využít pro zpracování půdy na jaře/podzim (často pod 10) (Obrázek 6). Vlhčí podmínky mohou způsobit problémy, a to s ohledem na sníženou propustnost, zvýšené riziko zhutnění, zpožděné setí/sklizeň a v konečném důsledku ztrátu výnosu. To může mít negativní dopad na boj s houbovými chorobami a plevelem, protože to komplikuje včasné provádění orby a opatření boje se škůdci a plevelem (Obrázek 7). Může dojít k růstu potíží s plevelem v případě, že orba a vhodná opatření nejsou provedeny v optimálním čase. Například je možné předpokládat, že plíseň/hniloba bude při pěstování brambor představovat větší problém, než je tomu dnes. Nestabilní zimy, větší proměnlivost a silné srážky mohou vést k většímu počtu případů, kdy plodiny zmrznou a následně rozmrzou, k situaci, kdy pro některé plodiny bude obtížné přežít zimu, bude docházet k vyššímu odtoku živin a kontaminaci povrchových a podzemních vod. Průzkum

provedený v roce 2012 ukázal, že většina zemědělců má za to, že jejich farma bude v souvislosti se změnou v průběhu příštích 10 let ovlivněna negativně nebo nebude ovlivněna vůbec. Jen velmi málo z nich se domnívá, že změna klimatu může mít na farmy pozitivní vliv (Asprang, 2012).



Obrázek 6 Průměrný maximální počet souvislých dní bez srážek na jaře a na podzim v povodích JOVA (Gippsland, 2016)



Obrázek 7 NAHOŘE: Oblast pod vodou v důsledku intenzivního deště. DOLE: Obilí napadené houbou „Fusarium“

DŮSLEDKY PRO ENVIRONMENTÁLNÍ CÍLE

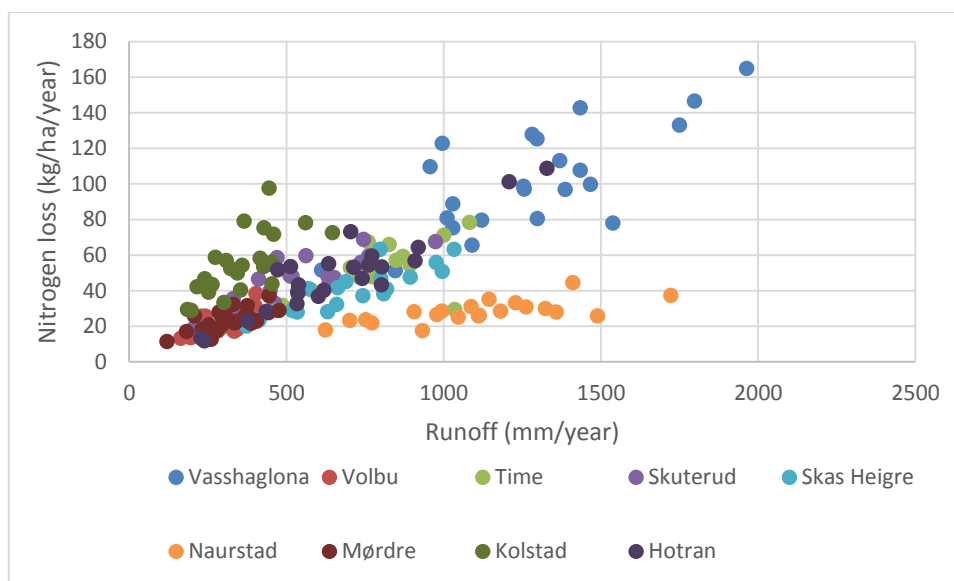
Vyšší srážky spolu s odtokem budou mít pravděpodobně negativní vliv na kvalitu vody z důvodu zvýšených toků látek jako např. fosforu (P) a dusíku (N) do řek a jezer (Deelstra et al, 2011). Vyšší teplota vody je příznivá pro sinice, které by mohly růst rychleji a způsobovat toxicitu vod. Dokonce i dnes zažívá Norsko velké problémy související se silnými srážkami; záplavy, erozi, ztráty živin a škody na infrastruktuře.

Ztráta fosforu úzce souvisí s půdním smyvem a v nížinných oblastech, ve kterých obecně převládá produkce obilovin, je patrná ztráta více než 80 % fosforu (Bechmann a Deelstra, 2013).

V povodích, ve kterých převládá chov zvířat, představuje partikulovaný fosfor 60 % celkové ztráty. Při vysokých srážkách existuje značné riziko eroze. Očekává se budoucí růst

počtu dnů s intenzivními přeháňkami a spolu s tím poroste riziko půdního smyvu a ztráty fosforu.

Existuje dobrá korelace mezi ročním odtokem a ztrátami dusíku a rozpuštěným fosfátem ve sledovaných povodích Norska (Obrázek 8). Lze očekávat, že zvýšený odtok způsobí ztrátu rozpustných látek. Odhaduje se, že zvýšené množství srážek způsobí každoroční nárůst odtoku ve všech oblastech Norska, nicméně sezónní změny budou zřejmě převažovat nad změnami ročními. Obecně se předpokládá, že k nárůstu odtoku bude docházet v zimě, zatímco odtok v létě se bude snižovat. V jihovýchodním Norsku se očekává zvýšení odtoku o 44 % v zimě, 15 % na jaře a na podzim 4 %, v letním období dojde ke snížení o 16 %. K největší ztrátě dusíku v této oblasti dochází obvykle v průběhu podzimu (říjen, listopad) a na jaře (duben), a zvýšený odtok na jaře může zejména zvýšit ztrátu dusíku (Bechmann a Deelstra, 2013). Nicméně vyšší teploty během zimy a méně sněhové pokrývky může zvýšit mineralizaci dusíku, a v kombinaci s vyšším odtokem může toto významně změnit sezónní rozložení ztrát dusíku.



Obrázek 8 Odtok (mm) a ztráta dusíku (kg/ha/rok) v povodích JOVA

Změny srážek a teplot budou mít vliv jak na velikost, tak i na četnost povodní. Změny rozsahu 200-letých povodní byly v Norsku analyzovány u 115 povodí, a to na základě předpokládané změny klimatu. Na západním pobřeží a v některých regionech severního Norska se očekává nárůst velikosti povodní mezi 20 a 40 % (Hanssen-Bauer et al., 2015). Nárůst povodní zvýší riziko škod na soukromém a veřejném majetku, infrastruktuře a škod v zemědělských oblastech a přinese s sebou nepřímé náklady související s opatřeními spojenými s povodněmi. Norská vláda předpokládala, že průměrná výše škod za rok, které

Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině
 Projekt číslo: EHP-CZ02-OV-1-039-2015

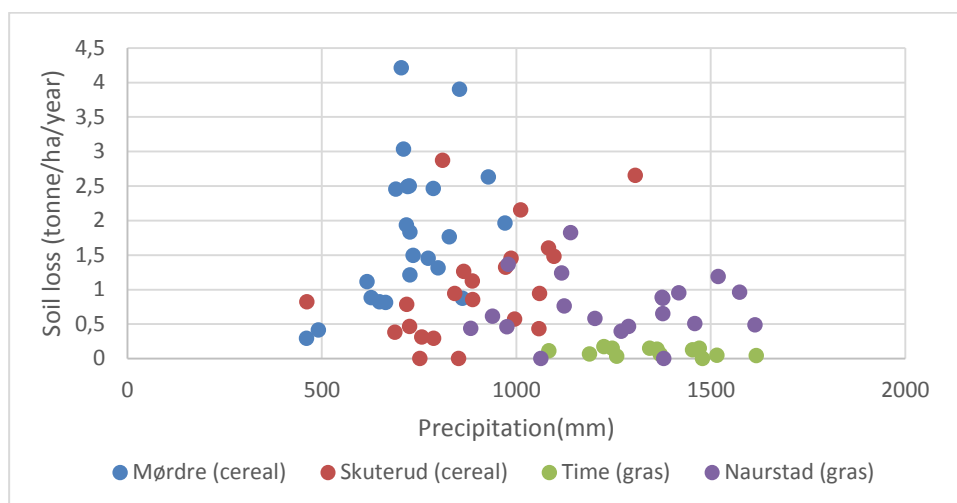
souvisejí s povodněmi v Norsku, je přibližně 17 milionů eur ročně v období 1980-1995 (NOU 1996: 16).

Zimní podmínky a tání sněhu často převažují nad významem srážek jakožto hnací silou odtoku a často způsobují největší půdní smyv v průběhu celého roku (Øygarden, 2003) (Obrázek 9). Pokud dojde k tání sněhu na částečně nebo úplně zmrzlé půdě s nízkou infiltrační kapacitou, může dojít k velkým erozním škodám, a to zejména na obdělávané půdě bez povrchové ochrany. V budoucnosti se očekává, že k tání sněhu dojde v sezóně dříve, stejně tak ke zmrznutí a následnému rozmrznutí, což by mohlo zvýšit riziko eroze a ztráty živin v důsledku degradace struktury půdy. V ostatních regionech by zimy mohly být stabilnější s nižším rizikem eroze.



Obrázek 9 Odtoku a eroze při tání sněhu v podmínkách s částečně zmrzlou půdou

Korelace mezi srážkami, táním sněhu, odtokem a erozí je složitá a bude částečně záviset na typu půdy, vegetaci, půdním pokryvu (produkce plodin a hospodaření s půdou) a topografií. Analýzy sledovaných povodí v Norsku ukazují nižší stupeň eroze v oblastech s pastvinami ve srovnání s oblastmi produkce obilovin, a to i v případě stejných nebo vyšších srážek (Obrázek 10). Zvětšením vegetačního krytu lze zmírnit erozi způsobenou deštěm a erozi způsobenou tekoucí vodou. V případě nadále rostoucích srážek se stane nutností přistupovat k dalším nebo účinnějším mitigačním opatřením v oblasti zemědělství.



Obrázek 10 Srážky (mm) a půdní smyv (t/ha/rok) v 5 povodích Jova, ve kterých převládá produkce obilovin nebo trávy (Gippsland, 2016)

MITIGAČNÍ OPATŘENÍ

Mezi nejdůležitější mitigační opatření pro snížení eroze a živin ze zemědělství patřilo v Norsku v roce 2016 hospodaření s hnojem, plánování využití hnojiv, snížení obdělávání půdy, zatravnění nárazníkových zón podél otevřených vod, zmírňování bodových zdrojů a sedimentační nádrže. V Norsku bylo prokázáno, že fosfor je limitující živinou pro eutrofizaci v jezerech a tocích, a proto je hlavní důraz politik kladen na snížení P zátěže. I přes zavedení řady opatření však problémy s eutrofizací v posledních letech stále přetrvávají. V některých jezerech, která jsou využívána jako zdroj pitné vody, patří mezi hlavní zdroje znečištění odtok vody ze zemědělství.

V souvislosti se změnou klimatu je široce diskutovanou otázkou: Potřebujeme jiné/další/lepší mitigační opatření? Jsou stávající opatření ke snížení eroze a snížení ztráty živin dostatečné i pro mimořádné události? Jisté je, že některé cíle je třeba řešit současně; zvýšenou produkci, zmírňování změny klimatu a přizpůsobení se změně klimatu.

Několik projektů v Norsku v tomto rámci funguje:

AGROPRO: cílem je prozkoumat možnosti a omezení zlepšených zemědělských postupů a to, zda to může přispět k vyšší a udržitelné produkci potravin v Norsku. Tento projekt zahrnuje řadu subjektů z oblasti výzkumu, průmyslu a poradenství, probíhá v období 2013 - 2017 a je financován z prostředků Norské rady pro výzkum (Norwegian Research Council).

CATCHY - procesy v povodí, hydrologie a kvalita vody v budoucím klimatu.

Důsledky pro zemědělství a vodní hospodářství. Výzkumný projekt financovaný Ministerstvem zemědělství prostřednictvím systému strategických iniciativ institutu (SIS).

Celkovým cílem projektu je zvýšit povědomí o vlivu zemědělství na kvalitu vody v měnícím se klimatu.

LEGISLATIVA A DOTACE

Implementace mitigačních opatření zahrnuje obecné výrobní dotace, právní předpisy týkající se hospodaření s hnojem a dotace na opatření. Předpisy týkající se výrobních dotací zahrnují řadu environmentálních standardů, které musí zemědělci splňovat pro získání podpory výroby včetně vedení záznamů o použití pesticidů, plánu použití hnojiv a dva metry široké nárazníkové zóny podél vodních toků. Zemědělec, který nesplňuje požadavky, může přijít o část výrobních dotací. Zemědělci musí vytvářet a realizovat plán pro používání hnojiv na základě vzorků půdy, a existují zde pravidla, která omezují počet hospodářských zvířat, které lze chovat na jednotku plochy půdy (Bechmann et al, 2016).

V roce 1991 došlo ke zřízení dotací na protierozních opatření a opatření na zmírnění ztráty živin (Bechmann et al, 2016). Existují dva systémy dotací na environmentální opatření v zemědělství s cílem podpory zemědělců ke snižování eroze půdy a ztrát fosforu. Regionální environmentální program (Regional Environmental Programme - RMP) poskytuje roční dotace na postupy obhospodařování a na opatření, která mohou řešit specifické regionální problémy. Druhý systém je určen pro zvláštní opatření vyžadující dlouhodobější investice a údržbu (speciální opatření na ochranu životního prostředí v zemědělství, SMIL).

Regionální environmentální program (RMP)

Postupy, na které mohou být poskytnuty dotace v rámci Regionálního environmentálního programu (RMP):

- změna způsobu obdělávání půdy, strniště / minimální obdělávání půdy spíše než holá půda,
- během zimního období,
- nárazníkové zóny podél toků a vodních nádrží,
- zatravněné vodní cesty,
- travnatá pokrývka na zaplavených oblastech,
- meziplodiny,
- aplikace hnoje na jaře a ve vegetačním období.

Jsou vypláceny dotace na omezenou kultivaci po posouzení rizika eroze v dané oblasti.

Od roku 2005 došlo ke změně národního agroenvironmentálního programu na programy regionální, kde jsou regionální správy odpovědné za správu těchto režimů podpory. Mají volnost ve volbě výše plateb, v úpravě opatření a zavádění opatření nových. Tato rozhodnutí jsou však činěna ve spolupráci s nevládními organizacemi, organizacemi zemědělců, poradenskými službami a municipalitami a měla by být schvalována státem. Regionální environmentální programy přizpůsobují opatření tak, aby tyto vyhovovaly regionálním podmínkám, jako je produkční zemědělský systém a hlavní problémy životního prostředí v regionu, tj. riziko eroze a úroveň znečištění. V povodích se zdroji pitné vody je možné implementovat zvláštní předpisy. Zemědělci zde mohou získat vyšší dotace než v jiných oblastech. Dotace jsou rovněž vypláceny v souladu s třídou rizika eroze. V roce 2014 bylo přibližně 23 milionů € vyplaceno ve formě dotací na environmentální opatření v zemědělství. Průměrná mzda pro zemědělce byla v roce 2009 45 000 euro ročně. Příklady úrovní dotací jsou uvedeny v Tabulce 1 a 2. Tabulka 1 vyobrazuje zemi s jedním režimem podpory pro oblast se zvláštními prioritami (zdroj pitné vody) a výši dotací pro ostatní oblasti v kraji. Tabulka také uvádí, že můžete získat 100 euro/rok za to, že nebudete provádět orbu v 3. třídě erozního rizika (mimo prioritních oblastí). Je stále povoleno orbu provádět, avšak nebudete dostávat jakékoliv dotace. V prioritních oblastech můžete také získat podporu pro oblasti s nižším rizikem a může zde být i kombinace s tím, že není dovoleno provádět podzimní orbu ve třídách s vysokým rizikem. Výše dotací se liší pro strniště a podzimní vláčení. V regionech Østfold a Akershus (problémy eroze) žádá přibližně 60 % zemědělců o dotace na změnu orby.

Tabulka 1 Dotace na omezení obdělávání půdy na podzim v odlišné třídě rizika eroze a prioritních a neprioritních oblastech (Příklad z regionu Østfold, výše dotací se liší region od regionu)

Třída rizika eroze	Euro na ha, prioritní oblasti	Euro na ha, ostatní oblasti
1	0	0
2	130	0
3	150	100
4	160	100

Tabulka 2 Dotace na zatravněné dráhy soustředěného odtoku a vegetační nárazníkové zóny v prioritních a neprioritních oblastech

	Euro na m, prioritní oblasti	Euro na m, ostatní oblasti
Zatravněná dráha soustředěného odtoku	1	0,6
Vegetační nárazníková zóna	1	0,4

Speciální environmentální opatření v zemědělství

V rámci systému SMIL mohou zemědělci žádat o dotace na tvorbu umělých mokřadů nebo sedimentačních nádrží, hydrotechnických zařízení, čistíren odpadních vod nebo znovuotevření zanesených (zasypaných) toků (Obrázek 11). Místní regionální úřady jsou zodpovědné za správu těchto režimů.

Odvodňovací systémy, jako například drenážní potrubí a vstupní šachty, hrají důležitou roli v odvádění vody pryč ze zemědělských polí. Nicméně stárí a špatná údržba v kombinaci se silnými srážkami již vedla k rozsáhlé erozi v okolí hydrotechnických zařízení, a to v mnoha částech Norska. S očekávaným nárůstem srážek bude pro ochranu půdy rozhodující upgrade a údržba hydrotechnických systémů.



Obrázek 11 Znovuotevření uzavřeného (zasypaného) toku. Photo: Atle Hauge

REALIZACE OPATŘENÍ A VLIV

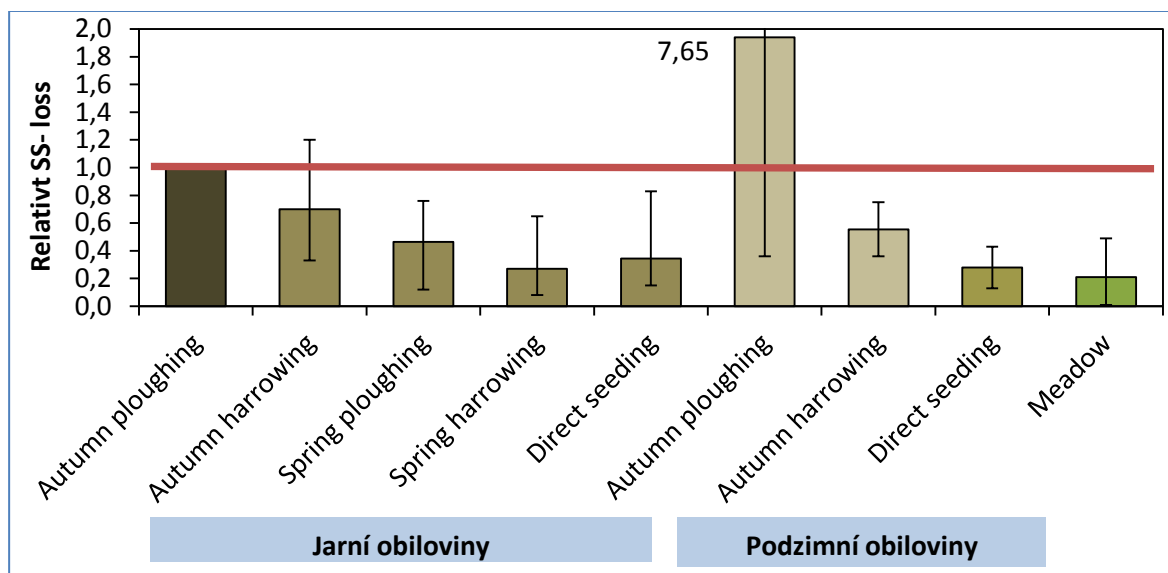
Změna obdělávání půdy

Metody zpracování půdy v oblastech pěstování obilovin jsou velmi důležité v souvislosti s erozním rizikem a rizikem odnosu P do vodních útvarů (Obrázek 12). Prokázalo se, že podzimní orba zvyšuje jak erozi, tak i ztráty P (Bechmann et al., 2011) (Obrázek 13 a 14). Nejvyšší ztráty P jsou zaznamenány u orné půdy, kde se pěstuje pšenice ozimá, u které došlo k orbě ještě před setím. Nicméně rovněž podzimní orba jarních obilovin způsobuje značné ztráty P v průběhu podzimních odtoků a během jarního období (tání sněhu) (Bechmann et al., 2016). Tradičním způsobem obdělávání půdy byla až do roku 1990 podzimní orba. Od roku 1991 jsou poskytovány dotace na omezení podzimní orby a v průběhu let 1990 až 2002 byla velikost plochy s podzimní orbou snížena z 82 % na 43 % plochy obilovin (Snelling et al., 2016). V roce 2015 bylo přibližně 44 % plochy ošetřeno podzimní orbou (Snelling et al., 2014).

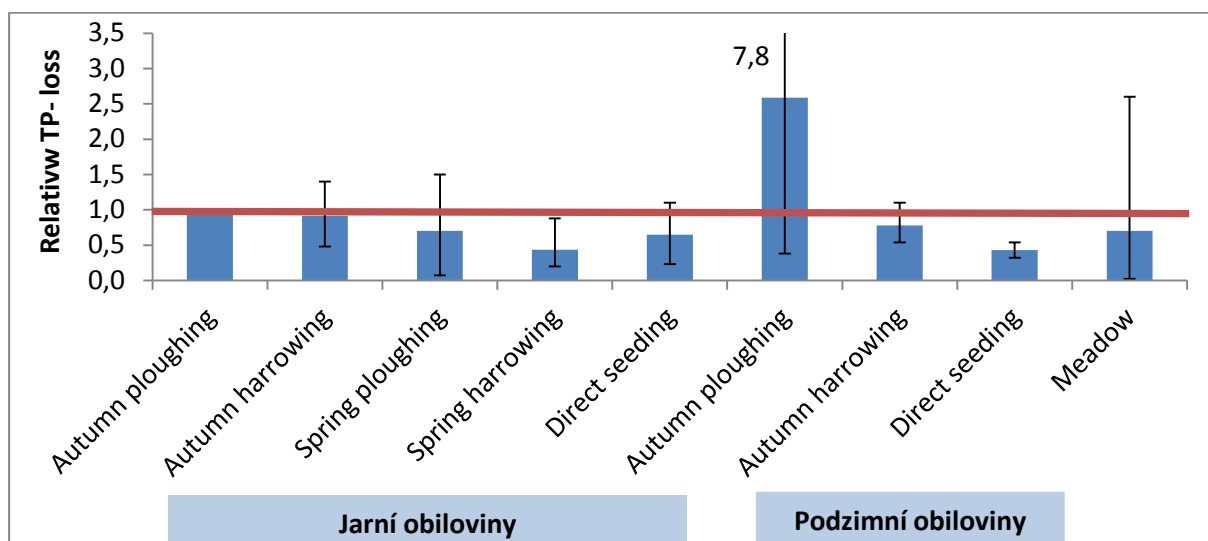
Výše dotace související se změnou obdělávání půdy závisí na erozním riziku dané oblasti, v místech s vysokým rizikem eroze má zemědělec nárok na asi 100 €/ha v souvislosti s omezením podzimní orby. V exponovaných územích, jako jsou ty, které mají zdroje pitné vody, mají zemědělci povinnost zavést přísnější postupy hospodaření tak, aby měli nárok na získání podpory produkce. Zemědělci v těchto povodích dostávají vyšší dotace než v ostatních povodích.



Obrázek 12 Různé druhy obdělávání půdy; Strniště, lehké vláčení, orba a louka. Foto: NIBIO



Obrázek 13 Relativní celková ztráta půdy s různými systémy obdělávání půdy v souvislosti s podzimní orbou - jarní obiloviny (Beckmann et al, 2011)



Obrázek 14 Relativní celková ztráta fosforu (TP) s různými systémy obdělávání půdy v souvislosti s podzimní orbou - jarní obiloviny (Beckmann et al., 2016)

C-faktor v USLE (Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí) při odlišném obdělávání půdy

Norská mapa ohrožení erozí klasifikuje rizika eroze ve čtyřech třídách. Výpočty jsou založeny na předpokladu, že pole jsou na podzim zorána. Dotace na změnu obdělávání půdy jsou uvedeny pro odlišné třídy erozních rizik. Vliv různých opatření je uveden ve vztahu k podzimní orbě (nastavení na hodnotu = 1). Snížení rizika eroze (C-faktor) jsou v Norsku založeny na přímém měření eroze. Pro porovnání vlivů opatření a pro určení dotačních priorit jsou často používány relativní hodnoty C- faktoru (Tabulka 3).

Tabulka 3 Faktory obdělávání vztahující se k podzimní orbě (CFn) pro erozní rizika tříd 1 a 2 (<2000 kg půdy.ha⁻¹.rok⁻¹) a 3 a 4 (> 2000 kg půdy.ha⁻¹.rok⁻¹) (Beckmann et al., 2011)

Factory (CFn)	Třída erozního rizika	
	1 a 2	3 a 4
Způsob obdělávání půdy		
Podzimní orba	1	1
Podzimní vláčení	0,6	0,5
Bez podzimní orby	0,4	0,2
Bez podzimní orby + krycí plodina	0,35	0,15
Orba před pšenicí ozimou	1,2	1,2
Vláčení před pšenicí ozimou	0,6	0,5
Přímé setí pšenice ozimé	0,4	0,2
Pastvina	0,05	0,05
Produkce brambor	1,2	1,2

Pro podrobnější plánování, například pro akční plány jednotlivých povodí, je potřeba zpřesnění výpočtu ztráty půdy, ztráty fosforu a účinku opatření. Pro tyto účely jsou relativní hodnoty C-faktoru nedostatečné a byl již vyvinut vylepšený systém.

Data z přímého měření a monitorování v Norsku ukazují, že se účinky mitigačních opatření obecně zvyšují s růstem erozních rizik. Výzkum v NIBIO se proto zaměřil na zjištění funkcí, které popisují tento vztah a na to, jak je možné použít tyto funkce ve výpočtech USLE. Toto se nevztahuje na situace, kdy je databáze pro odhad slabá. V těchto případech je C-faktor konstantní. Současné nejlepší odhady pro C-faktor v Norsku jsou uvedeny v Tabulce 4 a používá je NIBIO ve studiích pro povodí.

Tabulka 4 C-faktor v různých systémech obdělávání půdy, EHP = riziko eroze (Kværnø et al., 2014)

Obdělávání	C-faktor
Jarní obiloviny s podzimní orbou / zelenina nad zemí	Jedná se o referenční situaci, ze které vychází mapa erozních rizik, a c-faktor = 1.
Jarní obiloviny s podzimním strništěm	$C = 1,5873 \times EHP^{-0,366}$
Jarní obiloviny s podzimním vláčením/ovoce a bobuloviny	$C = 2,3561 \times EHP^{-0,264}$
Tráva	$C = 1,2294 \times EHP^{-0,548}$
Brambory a kořenová zelenina/Podzimní obiloviny s podzimní orbou	Konstanta $C = 1,2$

Zatravněné plochy jakožto mitigační opatření

Hustý vegetační kryt váže půdu a chrání ji proti erozi z deště i odtoku. Rovněž snižuje rychlost povrchového odtoku. Zavádění různých druhů vegetačního krytu může být účinnou metodou ke snížení odtoku a smyvu půdy ze zemědělské půdy do vodních toků a nádrží, a to zejména podél vodních toků, v údolnicích nebo podél vrstevnic.

Je doloženo v některých evropských studiích, že zatravněné dráhy soustředěného odtoku způsobují snížení ztráty půdy o 77-97 % (Grønsten a Blankenberg, 2008, Blankenberg a Hougsrud, 2013). V Norsku je snížení půdního smyvu o 55 % s využitím zatravněných drah soustředěného odtoku v kombinaci s „intake foam“. (Grønsten a Blankenberg, 2008) dokumentováno v průměru 8 let. Další studie ukázala průměrnou účinnost retence o přibližně 74 %, 61 %, 85 % a 34 % pro částice, glyfosát, propikonazol a fenpropimorf v daném pořadí (Syversen, 2003). Předpisy v Norsku stanovují, že zatravněné drah soustředěného odtoku musí být minimálně 6 m dlouhé, poté zemědělec obdrží podporu. Optimální šířka zatravněných vodních údolnic je však špatně dokumentována.

Zřízení travnatých ploch na svahu kolmo k dráze toku může zpomalit tok vody a tím omezit erozi. V Norsku nejsou pole zpravidla dostatečně velká na to, aby bylo možné toto opatření doporučit. V České republice by však toto opatření mohlo být velmi účinné.

Mitigační opatření, mezi které například patří meziplodiny a zatravněné dráhy soustředěného odtoku, získaly zvláštní dotace od podzimu 1991. Nárazníková zóna podél vodního toku by měla být široká minimálně 6 metrů a zemědělec má nárok na € 0,40 za metr nárazníkové zóny. V roce 2012 byly poskytnuty dotace na 424 km zatravněných drah

soustředěného odtoku, 1232 km vegetačních nárazníkových zón podél vodních toků a 5770 ha jiných typů zatravněné plochy.

Sedimentační nádrže

Sedimentačními nádržemi se rozumí vybudované mokřady, které zachytávají a drží částice půdy, živiny a pesticidy z rozptýlených zdrojů, jakými jsou například zemědělské půdy, komunikace a zastavěná území (Obrázek 15). Běžně se budují tak, že se rozšíří vodní tok a současně se přehradí (Grønsten et al., 2008). Sedimentační nádrž se může skládat z několika složek: retenční nádrž, mokřadní filtr, mokrá vegetační zóna a hráz u odtoku (Grønsten et al., 2008). Různé části nádrže jsou často odděleny přepady nebo propustnými hrázemi. Sedimentační nádrže by měly představovat mezi 0,1 až 1 % plochy povodí a měly by být tak blízko u zdroje znečištění, jak je to jen možné (Grønsten et al., 2008). Kromě čištění vody fungují také jako protipovodňová opatření a zvyšují biologickou rozmanitost a estetickou kvalitu v krajině. Sedimentační nádrže vyžadují určitou údržbu a musí se před zaplněním vyprazdňovat. Pravidelné vyprazdňování sedimentační nádrže prodlužuje životnost mokřadního filtru.

Dotace na zakládání sedimentačních nádrží a umělých mokřadů jsou součástí SMIL. Počáteční investice na výstavbu včetně následné údržby lze hradit prostřednictvím dotací (70 % podpora nákladů). V průběhu období od 1994 do 2012 bylo uděleno celkem 941 dotací na sedimentační nádrže a umělé mokřady. Některé kraje také poskytují dotace v rámci Regionálních environmentálních programů na vyprazdňování sedimentačních nádrží.



Retence

SS: 135 tun/rok

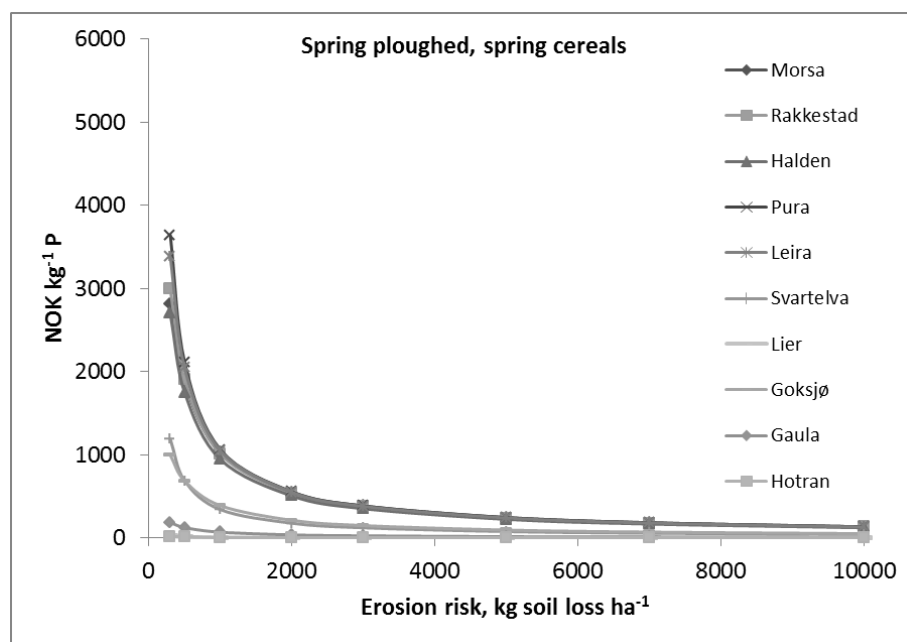
TP: 126 kg/rok

Obrázek 15 Sedimentační nádrž v Skuterud, Ås a retence suspendovaných sedimentů (SS) a celkový fosfor (TP) za období 7 let

NÁKLADOVÁ EFEKTIVITA OPATŘENÍ

Tato část je převzata z Bechmann et al. (2016).

Nákladová efektivita mitigačních metod je důležitým kritériem pro výběr mitigace v WFD. Dvě studie o nákladové efektivnosti různých metod pro kultivaci půdy pro různé kraje a oblasti v Norsku jsou analyzovány v Refsgaard a Bechmann (2015). Klíčovým ukazatelem byl pro tvůrce politik velmi velký rozdíl v efektivnosti nákladů vzhledem k rozdílům erozních rizik s tím, že nejlepší nákladová efektivnost byla získána implementací mitigačních opatření v oblastech s vysokým rizikem (Obrázek 16). Dále bylo zjištěno, že jarní vláčení je nákladově nejefektivnější způsob, jak snížit ztráty P. Dále následuje podzimní vláčení a jarní orba u jarních obilovin. Nicméně náklady na jarní vláčení nemusí zahrnovat dlouhodobý účinek na plevel a škůdce tím, že nedojde k orbě.



Obrázek 16 Efektivnost nákladů na jarní orbu ve srovnání s podzimní orbou jarních obilovin pro různé regiony v Norsku (Refsgaard a Bechmann, 2015)

Implementace změněných metod zpracování půdy byla nákladově efektivnější u jarních obilovin ve srovnání s ozimou pšenicí. Rozdíl v nákladové efektivnosti mezi regiony byl obzvláště evidentní u jarního vláčení a u jarní orby s ohledem na rozdíly u typů půdy a souvisejících agronomických možností.

Obě studie s průzkumy postojů a znalostí zemědělců odhalily, že zemědělci požadují poradenství z důvodu místních odlišností, a to tehdy, když se rozhodují, jaká opatření mají

implementovat. Postoje a znalosti zemědělců mohou být důležitými faktory pro přijetí změněných postupů zpracování půdy. V povodích s několikaletým zaměřením na změnu postupů obdělávání půdy, byla míra přijímání těchto postupů ze strany zemědělců vyšší. To naznačuje, že povědomí zemědělců o této praxi má vliv na rychlost přijetí. V souvislosti se změnou obdělávání půdy byly zaznamenány zvýšené požadavky na používání pesticidů s tím, že se má za to, že domnělé či skutečně negativní dopady mohou způsobit, že zemědělci nebudou tyto nové postupy zavádět.

Nákladová efektivnost mitigačních metod je důležitým kritériem v plánech hospodaření s vodou, ale při srovnání nákladové efektivnosti mezi různými odvětvími je nutno také vzít v úvahu rozdíly ve formách ztrát P. Fosfor v rozpuštěné formě je mnohem dostupnější pro řasy ve srovnání s P vázaným na částice. (Relativní) nákladová efektivnost je také ovlivněna změnami/odchylkami v důsledku rozdílů v typech půdy, agronomických podmínkách (jako jsou stroje a zařízení), zemědělské struktury a rozdělení práce v průběhu celého roku a také s ohledem na socio-ekonomické podmínky, jako jsou alternativní možnosti příjmu. Tyto nezamýšlené negativní dopady na zdraví a životní prostředí v souvislosti se změnou orby a potenciálu změny v používání herbicidů a fungicidů jsou aspekty, ke kterým je rovněž nutno přihlížet při řízení a aplikaci politiky. Studie Refsgaard a Bechmann (2015) poskytuje zásadní důkaz pro použití místních přístupů za účelem snížení takového znečištění ze zemědělství a to nákladově efektivním způsobem.

Náklady spojené se změnami praxe obdělávání půdy byly odhadovány v souvislosti se změnou hrubého zisku zemědělců. Analýza hrubého zisku zemědělců související s odlišnými postupy zpracování půdy v různých regionech v Norsku ukázala, že změna obdělávání nejčastěji snížila hrubý zisk zemědělců, nicméně existují značné rozdíly v těchto nákladech. Náklady na snížení ztrát P o 1 kg se pohybovaly v rozpětí 2 000 až 3 000 NOK na místech s nízkým rizikem eroze, a 200-300 NOK v oblastech s vysokým erozním rizikem. Jako takové dotace poskytované v souvislosti se změnou obdělávání půdy v oblastech s nízkým rizikem nepokrývají náklady zemědělců související se změnou zpracování půdy.

ŠÍŘENÍ INFORMACÍ

Zemědělský katalog mitigačních opatření je k dispozici veřejnosti online ve formě průvodce mitigačními opatřeními souvisejícími se znečištěním vody ze zemědělských činností. Tento dokument byl vypracován za účelem pomoci při implementaci Rámcové směrnice EU o vodě (WFD) v Norsku: www.bioforsk.no/agri_measures.

On-line katalog uvádí seznam opatření, která jsou vhodná jako zemědělská opatření v Norsku s doporučeními týkajícími se opatření v oblastech, kde převládá produkce obilovin, produkce zeleniny nebo chov zvířat. Je zde rovněž uveden stručný přehled o implementaci

Rámcové směrnice o vodě v Norsku. K dispozici jsou informace o právních a ekonomických nástrojích, které upravují zemědělská a ekologická opatření včetně příkladů, jak vypočítat nákladovou účinnost těchto opatření. Kromě toho zde jsou uvedeny praktické nástroje počínaje nástroji GIS pro plánování v souvislosti s povodími, farmami a poli s výpočtem ztrát živin až po doporučení týkající se množství potřebných hnojiv. Stručný přehled dostupných nástrojů je uveden zde:

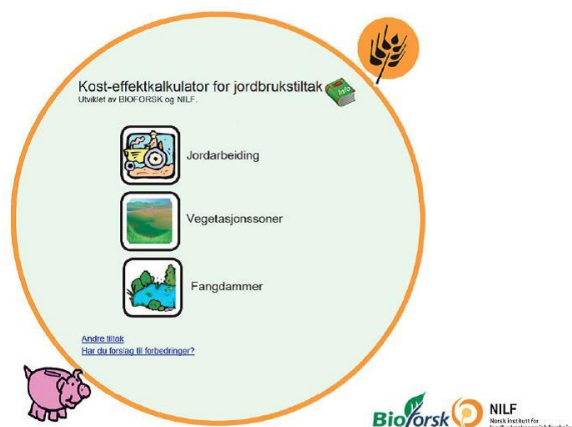
PRAKTICKÉ NÁSTROJE

Agricat 2

Agricat 2 je model, který lze použít pro výpočet ztráty půdy a fosforu v povodí ze zemědělské půdy za použití různých vstupních map, jako je například mapa erozního rizika, stav fosforu v půdě a rozdělení plodin, způsobu obdělávání půdy. Tento model lze spustit na různých operačních systémech a v různých scénářích. Model je vyvinut institutem NIBIO (dříve Bioforsk) a používá se v různých projektech. Výsledky jsou využívány managementem k podpoře akčního plánování. Používá se především pro vývoj akčních plánů v rozvodích za účelem splnění požadavků Rámcové směrnice o vodní politice (WFD).

Kalkulátor nákladové efektivity

Kalkulátor nákladové efektivity pro mitigační opatření vyvinutý institutem NIBIO (bývalý Bioforsk a NILF) v souvislosti se zadáním pro Norský zemědělský úřad (Norwegian Agricultural Authority). Kalkulátor je zaměřen na zemědělství a vodní hospodářství, ale může jej použít kdokoli, kdo chce vypočítat nákladovou efektivnost zemědělských projektů (Obrázek 17).



Obrázek 17 Rozhraní online kalkulatoru nákladové efektivnosti

Odvodnění s využitím GIS

V analýze mitigačních opatření je třeba vzít v úvahu všechny zdroje znečištění. Ve venkovských oblastech přispívá vypouštění vod z rozptýlených obydlí ke zvýšení obsahu živin, a v tomto případě může být program stanovující odvodnění s využitím GIS užitečným nástrojem. Jedná se o softwarový program vyvinutý pro registraci, ovládání a monitorování zacházení s odpadními vodami u roztroušených obydlí.

Kalkulátor dusíku

Tento kalkulátor poskytuje snadný a rychlý přehled o volném dusíku pro kukuřici, brambory a traviny v průběhu vegetačního období. Účelem je poskytnout informace o potřebě dodatečného hnojiva po celou sezónu. Tyto výpočty vyžadují pouze informace o místě, kultuře, hnojení, setí a začátku růstu, minimu dusíku měřeného na jaře a očekávaném výnosu plodin. To poskytuje jednoduchý přehled předpokládaného vývoje dostupnosti dusíku po celou sezónu.

Index fosforu

Index fosforu (P index) je nástroj, který lze použít k hodnocení lokalit ve vztahu k riziku ztráty fosforu, a posouzení, která opatření jsou nejučinnější při snižování ztrát fosforu. NIBIO vyvinul on-line kalkulátor pro snadné výpočty.

Mapa erozních rizik

Mapa erozních rizik je v současné době založena na modifikované verzi USLE (Barneveld, 2016) (Obrázek 18). Zemědělské oblasti jsou rozděleny do čtyř tříd erozních rizik:

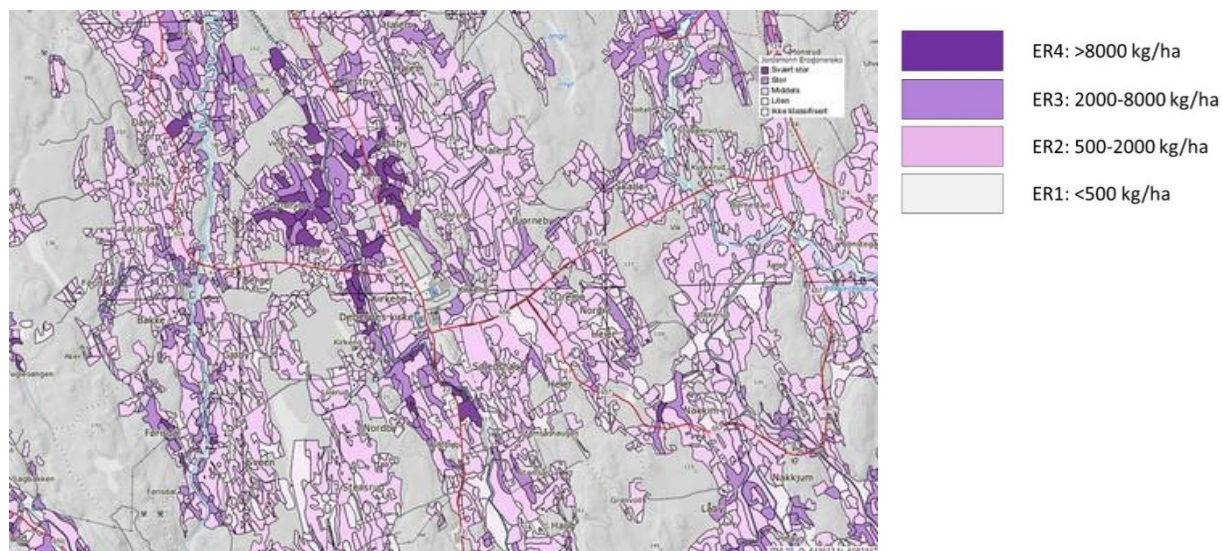
ER1 = <500 kg/ha,

ER 2 = 500-2000 kg/ha,

ER3 = 2000-8000 kg/ha,

ER 4 => 8000 kg/ha.

Dotace na změnu obdělávání půdy se vyplácí dle třídy erozního rizika.



Obrázek 18 Příklad mapy erozních rizik v Norsku

NÁVRH ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ V KATASTRU VRBICE

Norský přístup

Při navrhování opatření v katastru Vrbice bylo rozhodnuto o využití dosavadních poznatků a postupů z Norska. Mnoho aspektů navrhování adaptačních opatření nelze porovnávat přímo mezi těmito dvěma zeměmi, ale existují rovněž podobnosti, které budou předmětem diskuze. Mezi nejdůležitější mitigační opatření v zemědělství v Norsku v roce

Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině
Projekt číslo: EHP-CZ02-OV-1-039-2015

2016 bylo hospodaření s hnojem, plánování hnojení, omezení obdělávání půdy, travnaté nárazníkové zóny podél otevřené vody, zmírnění bodových zdrojů a sedimentační nádrže. V Norsku je běžné začleňovat všechna relevantní opatření při provádění akčních plánů pro snižování eroze a ztrát živin. Cílem je často kvalita vody společně s plány na omezení například ztrát fosforu o určitou hodnotu. Hlavní náplní projektu AdaptaN je půdní smyv, opatřeními zaměřenými na ztrátu živin se tato zpráva nebude dále zabývat (např. hospodaření s hnojem, plánování hnojení a mitigace bodových zdrojů). Pro vyhodnocení dopadů změny klimatu je však důležité také vyhodnocení těchto opatření a jejich účinků na systémy pěstování plodin, které mohou také ovlivnit rizika eroze.

Pokud jde o projektové financování, omezení obdělávání půdy je v Norsku nejdůležitějším opatřením zaměřeným na snižování erozních rizik. Bylo také prokázáno v rámci norských přímých měření eroze, že toto opatření je velmi účinné. Hlavním erozním obdobím v Norsku je podzim a období tání sněhu, proto je velmi efektivní ponechat v daných oblastech půdu se strništěm nebo provádět minimální obdělávání půdy (lehké vláčení). Nicméně vzhledem k obtížím parametrizace modelů bez měření z katastru Vrbice, českým podmínkám a vzhledem k velkým rozdílům v produkčních systémech plodin mezi zeměmi bylo rozhodnuto toto nezařazovat do této scénářové studie. Ostatní účinná mitigační opatření, jako například střídání plodin a odklon od produkce kukuřice, rovněž nebyly vzhledem k podobným omezením zařazeny. Bylo však rozhodnuto, že norský tým bude nápomocen s hodnocením a doporučením k opatřením navrhovaným ze strany českého týmu.

Sedimentační nádrže nebo umělé mokřady se staly v Norsku v posledních 20 letech velmi důležitým mitigačním opatřením. Tato opatření jsou obecně velmi efektivní při zadržování půdy a živin z vodních toků (více informací najdete v Greipsland, 2016), a také poskytují další výhody, jako např. zvýšení biodiverzity. Začlenění sedimentační nádrže nebo umělého mokřadu na hranici mezi řekou Vrbíčanka a přehradním jezerem by mohlo omezit sedimentační problémy u hráze a usnadnit opětovné vrácení ztracené půdy zpět do zemědělské půdy. Nebyly aktuálně dostupné informace o tom, zda je vhodné se touto možností dále zabývat či zda to je vůbec možné.

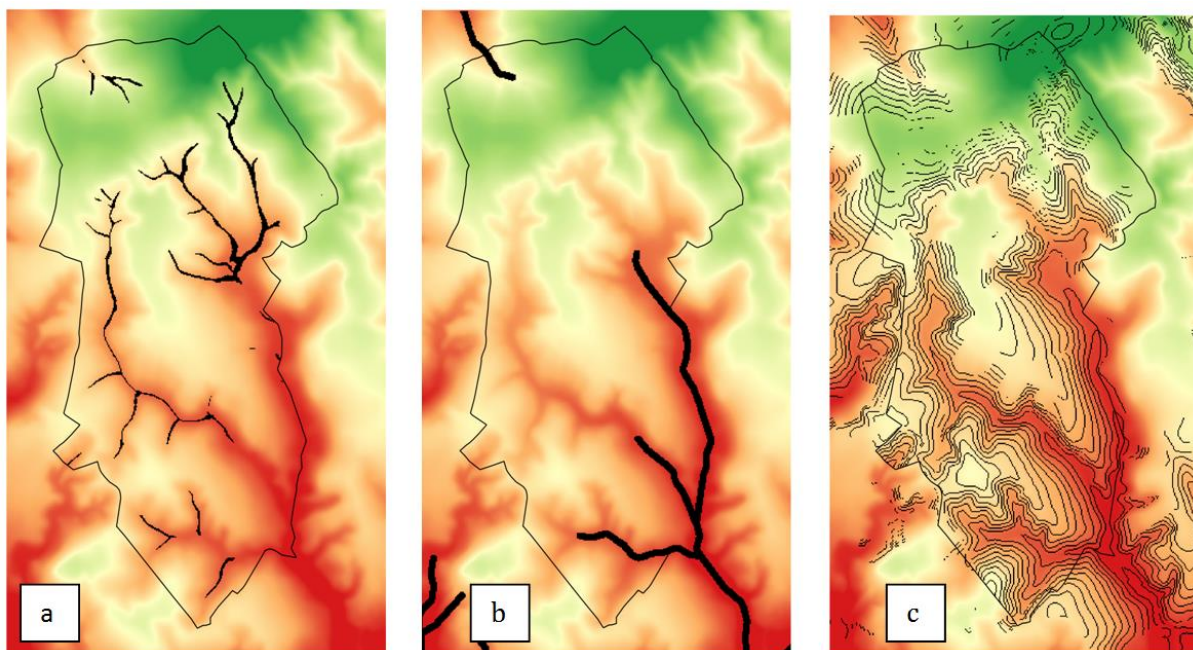
Bylo rozhodnuto zaměřit úsilí na modelování různých druhů zatravněných nárazníkových pásem. Tento výběr byl založen na skutečnosti, že se jedná o společná opatření jak v Norsku, tak i v České republice, a částečně proto, že přibližná parametrizace je proveditelná, aniž bychom museli spoléhat na rozsáhlé literární zdroje a/nebo měřená data. Kromě toho je často velikost polí větší a svahy v českých podmínkách delší a zatravněná nárazníková pásma jsou upravena dle těchto místních podmínek. Další možností je rozdělit větší pole do menších terénních jednotek s různými plodinami a učinit opatření, která mohou snížit působení eroze. Tato opatření jsou součástí modelování v rámci této práce. Zatravněná nárazníková pásma budou také efektivní v průběhu jarních a letních srážkových

událostí, které se mohou vyskytnout mnohem častěji v České republice než v Norsku, kde k hlavní erozi dochází zejména během podzimního a zimního období.

Modelování scénářů s využitím MMF+

I když bylo možné provést kalkulaci mnohých opatření u každého z těchto tří modelů, byla vybrána tři proveditelná opatření. Mezi vybraná opatření tedy patří zatravněné vodní cesty, nárazníkové zóny a travnaté pásy.

1. Zatravněné vodní cesty byly umístěny tam, kde se očekává výskyt kanálového toku, tj. tam, kde hloubka ročního kumulovaného odtoku přesahuje $1,3 \cdot 10^5$ mm. Požadované liniové prvky byly extrahovány z mapy kumulativního odtoku a šířka byla stanovena na 10 m. Žádné zatravněné vodní cesty nebyly umístěny ve stávající a trvalé říční síti.
2. Ochranná nárazníková zóna byla v této oblasti vytvořena kolem stálých toků s šířkou 25 m na obou stranách.
3. Travnaté pásy byly umístěny ve všech zemědělských oblastech, a to bez ohledu na druh plodiny, ve vertikální vzdálenosti 5 m. Takto vytvořené linie nemají žádnou pevnou horizontální vzdálenost mezi sebou, a nejsou proto zcela realistické. Nicméně skutečně odráží rizikové úrovně zvýšenou horizontální hustotou v příkrých oblastech. Travnaté pásy byly rovněž navrženy s šířkou 10 m, a to především z důvodů zjednodušené počítačové simulace (1 buňka souřadnicové sítě). Obrázek 19 a, b a c ukazuje rozložení navrhovaných opatření.

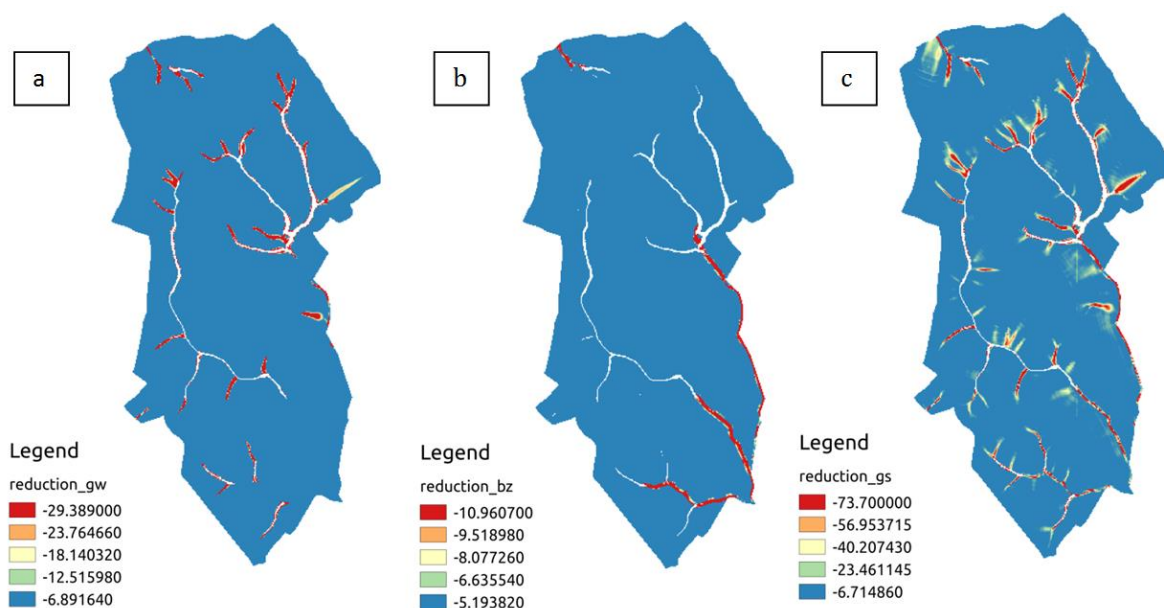


Obrázek 19 Umístění a. zatravněných vodních cest, b. nárazníkových zón, c. travnatých pásů

Opatření byla parametrizována změnou hodnot pro půdní pokryv (GC) na hodnotu 0,9, zvýšením zadržovací kapacity vody (MS) na 0,45 (v důsledku zvýšeného obsahu organických látek v půdě), zvýšením kohezního faktoru Z na 15, krycí plodiny CC na 1,0 a snížením faktoru výšky rostliny (používá se pro výpočet energie související se ztrátou vody v listu) na 0,05 vzhledem k tomu, že se neočekává, že by stromy či keře pokrývaly velké části oblastí provádění těchto kontrolních opatření.

Po prvních pokusech s touto konfigurací se ukázalo, že účinek těchto opatření byl velmi lokální, a to i v MMF+. Bylo to způsobeno nedostatky v postupech týkajících se vsaku vody a došlo také k podcenění vlivu opatření ke snížení odtoku. V souvislosti s řešením se předpokládalo, že u 25 % příchozího odtoku v oblastech aplikace kontrolních opatření dojde ke vsaku vody. Ačkoli nemá tato hodnota žádný přímý empirický základ, nabídne její použití bližší pohled na účinek opatření takovým způsobem, který poskytuje prostorový vjem.

Na Obrázku 20 a až c je zobrazeno snížení erozního rizika u půdy v tunách na hektar pro každé ze tří opatření (pro MMF +), a Tabulka 5 podává přehled o tom, jak tyto dvě verze MMF vyhodnocují účinnost všech tří navrhovaných strategií pro ochranu půdy.



Obrázek 20 Snížení rizika půdní eroze ($t \cdot ha^{-1}$) dle výpočtu MMF + pro a. zatravněné vodní cesty, b. nárazníkové zóny a c. travnaté pásy.

Jak se dalo očekávat, snížení v důsledku zatravněných vodních cest a nárazníkových zón je velmi lokální, přičemž travnaté pásy vykazují mnohem rovnoměrnější účinek. Funkci nárazníkových zón lze popsat jako omezenou na retenci sedimentů na úrovni povodí. To částečně platí pro zatravněné vodní cesty, ale je třeba poznamenat, že k nejvyššímu

půdnímu smyvu dochází u vodních cest v situaci bez opatření. Travnaté pásy zadržují méně sedimentu, ale je to částečně způsobeno tím, že je nejprve mobilizováno méně částic.

Tabulka 5 Výsledky modelu pro všechny tři scénáře; procentuální rozdíl ve vztahu k referenční situaci (žádné opatření), používaná plocha a celková účinnost.

		Nárazníkové zóny	Zatravněné vodní cesty	Travnaté pásy
MMF	Eroze	-2	-3	-17
MMF+	Plošná eroze	-1	-32	-58
	Sedimentace	29	80	14.1
	Čistá ztráta půdy (úroveň povodí)	-9	-61	-76
% využívané plochy		6,1	3,0	18,7
účinnost		1,5	20,1	4,1

Není překvapením, že účinnost opatření je dle MMF bez směřování toku poměrně omezená. Ve skutečnosti souvisí jakékoliv snížení přímo s oblastí, ve které je příslušné opatření aplikováno, a to je důvod, proč travnaté pásy fungují poměrně dobře.

Zdá se, že nejlepšího výsledku je u travnatých pásů dosahováno tehdy, kdy se jedná o čistou ztrátu půdy na úrovni povodí. To není žádným překvapením, protože tyto pásy snižují délku svahu a omezují sílu proudu. Dochází k oddělení méně půdy a z tohoto odděleného množství je velká část uložena. Nárazníkovým zónám podél říční sítě se podaří zachytit velké množství sedimentu. Avšak tento materiál je již v tuto chvíli ztracen ze svého původního umístění. Travnaté vodní cesty splňují tak trochu obě funkce; méně oddělování a více ukládání.

Pokud bychom měli rozdělit čistou ztrátu půdy dle oblasti používaného kontrolního opatření, zatravněné vodní cesty se jeví jako nejúčinnější protierozní opatření.

ČESKÝ PŘÍSTUP

V katastru obce Vrbice byla na základě provedených analýz stávajícího stavu území navržena protierozní opatření, která lze dle jejich charakteru rozdělit do dvou skupin:

- Agrotechnická a organizační opatření,
- technická a biotechnická opatření.

Podrobný popis funkce a vlastností jednotlivých navržených opatření je uveden v samostatných technických zprávách:

- Návrh agrotechnických a organizačních opatření na území k.ú. Vrbice u Velkých Pavlovic,
- návrh technických a biotechnických opatření na území k.ú. Vrbice u Velkých Pavlovic.

Návrh agrotechnických a organizačních opatření

Jak je uvedeno výše, podrobný popis navržených opatření je v samostatné zprávě. Zde uvádíme jen shrnutí. V zájmové lokalitě byy navrženy tyto typy organizačních a agrotechnických opatření:

- Protierozní agrotechnologie na orné půdě (AGT, AGT2),
- ochranné sady a vinice (OSV),
- vyloučení pěstování erozně nebezpečných plodin (VENP, VENP2),
- zatravnění ve speciálních kulturách (TTPS).

V tabulce níže je přehled výše uvedených typů opatření pro jednotlivé půdní bloky.

Tabulka 6 Přehled navržených agrotechnických a organizačních opatření

plocha [m ²]	typ opatření	kód opatření	uživatel
659478	AGT	AGT-0047	1663
287542	AGT	AGT-0127	45975
19534	AGT	AGT-0214	46566
212533	AGT	AGT-0215	45956
825978	AGT	AGT-0216	45986
506212	AGT2	AGT2-0114	45956
1010206	AGT2	AGT2-0115	45956
479674	AGT2	AGT2-0116	45956
475087	OSV	OSV-0039	45926
239412	OSV	OSV-0040	45926
161122	OSV	OSV-0054	45986
224493	OSV	OSV-0057	45956
156788	OSV	OSV-0159	45986
18736	OSV	OSV-0214	45956
21678	OSV	OSV-0215	45956
13405	OSV	OSV-0216	45956
11880	OSV	OSV-0217	45956
35137	OSV	OSV-0218	45956
11849	OSV	OSV-0219	45956
33580	OSV	OSV-0220	93329
10489	OSV	OSV-0221	45956
52941	OSV	OSV-0222	45956
9440	OSV	OSV-0223	45986
17367	OSV	OSV-0224	45956
4370	OSV	OSV-0225	45956
60020	OSV	OSV-0226	46566
129388	OSV	OSV-0227	45956
10695	OSV	OSV-0228	93329
11705	OSV	OSV-0229	45986
247474	OSV	OSV-0230	45986
164935	OSV	OSV-0231	45956
31593	OSV	OSV-0232	45956
7638	OSV	OSV-0233	45986
96858	OSV	OSV-0234	45986
129693	OSV	OSV-0235	45986
300751	OSV	OSV-0253	45956

Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině
Projekt číslo: EHP-CZ02-OV-1-039-2015

15277	OSV	OSV-0254	45956
plocha [m ²]	typ opatření	kód opatření	uživatel
489971	OSV	OSV-0255	45956
153862	OSV	OSV-0256	45956
175473	TTPS	TTPS-0441	
67472	TTPS	TTPS-1004	
82710	TTPS	TTPS-1026	
5756	TTPS	TTPS-1944	
49250	TTPS	TTPS-1945	
2158	TTPS	TTPS-1946	
4202	TTPS	TTPS-1947	
36866	TTPS	TTPS-1948	
21561	TTPS	TTPS-1949	
3237	TTPS	TTPS-1950	
10311	TTPS	TTPS-1951	
6459	TTPS	TTPS-1952	
1916	TTPS	TTPS-1953	
5372	TTPS	TTPS-1954	
1626	TTPS	TTPS-1955	
863	TTPS	TTPS-1956	
59672	TTPS	TTPS-1957	
3393	TTPS	TTPS-1958	
3073	TTPS	TTPS-1959	
20957	TTPS	TTPS-1960	
21504	TTPS	TTPS-1961	
23262	TTPS	TTPS-1962	
16999	TTPS	TTPS-1963	
17545	TTPS	TTPS-1964	
46357	TTPS	TTPS-1965	
50800	TTPS	TTPS-1966	
25406	TTPS	TTPS-1967	
13122	TTPS	TTPS-1968	
39189	TTPS	TTPS-1969	
1333	TTPS	TTPS-1970	
8999	TTPS	TTPS-1971	
46855	TTPS	TTPS-1972	
1665	TTPS	TTPS-1973	
14298	TTPS	TTPS-1974	
plocha [m ²]	typ opatření	kód opatření	uživatel

Bilaterální indikátor

5273	TTPS	TTPS-1975	
1565	TTPS	TTPS-1976	
2303	TTPS	TTPS-1977	
18366	TTPS	TTPS-1978	
4784	TTPS	TTPS-1979	
15620	TTPS	TTPS-1980	
17384	TTPS	TTPS-1981	
5699	TTPS	TTPS-1982	
56396	TTPS	TTPS-1983	
21979	TTPS	TTPS-1984	
4400	TTPS	TTPS-1985	
3845	TTPS	TTPS-1986	
20727	TTPS	TTPS-1987	
9323	TTPS	TTPS-1988	
2065	TTPS	TTPS-1989	
4561	TTPS	TTPS-1990	
4606	TTPS	TTPS-1991	
1856	TTPS	TTPS-1992	
5267	TTPS	TTPS-1993	
8295	TTPS	TTPS-1994	
2314	TTPS	TTPS-1995	
7760	TTPS	TTPS-1996	
11391	TTPS	TTPS-1997	
4807	TTPS	TTPS-1998	
12762	TTPS	TTPS-1999	
18405	TTPS	TTPS-2000	
22416	TTPS	TTPS-2001	
16419	TTPS	TTPS-2002	
10895	TTPS	TTPS-2003	
1616	TTPS	TTPS-2004	
69078	TTPS	TTPS-2005	
11720	TTPS	TTPS-2006	
6000	TTPS	TTPS-2007	
66238	TTPS	TTPS-2008	
38150	TTPS	TTPS-2009	
31362	TTPS	TTPS-2010	
5335	TTPS	TTPS-2011	
2168	TTPS	TTPS-2012	

plocha [m ²]	typ opatření	kód opatření	uživatel
3836	TTPS	TTPS-2013	
10661	TTPS	TTPS-2014	
8720	TTPS	TTPS-2015	
60468	TTPS	TTPS-2016	
23904	TTPS	TTPS-2017	
3871	TTPS	TTPS-2044	
17730	VENP	VENP-0085	45956
4743	VENP	VENP-0086	93329
40208	VENP2	VENP2-0025	45956
45751	VENP2	VENP2-0026	45986

Návrh technických a biotechnických opatření

Jak je uvedeno výše, podrobný popis navržených opatření je v samostatné zprávě. Zde uvádíme jen shrnutí. V zájmové lokalitě byla navržena tyto typy technických a biotechnických opatření:

- Stabilizace drah soustředěného odtoku,
- protierozní hrázky a meze,
- průlehy,
- vodní nádrže.

V následujících Tabulkách 7, 8 a 9 jsou uvedeny základní parametry navržených prvků.

Tabulka 7 Stabilizace drah soustředěného odtoku

kód opatření	délka [m]	šířka [m]	plocha [m ²]	typ opatření
SU-072	1043	20	20511	STAB. ÚDOLNICE
SU-073	355	20	7213	STAB. ÚDOLNICE
SU-066	2369	20	47372	STAB. ÚDOLNICE
SU-067	349	20	6989	STAB. ÚDOLNICE
SU-068	312	20	6135	STAB. ÚDOLNICE
SU-069	168	20	3367	STAB. ÚDOLNICE
SU-071	602	20	12048	STAB. ÚDOLNICE
SU-070	250	20	4908	STAB. ÚDOLNICE

Tabulka 8 Protierozní hrázky a meze

kód opatření	délka [m]	šířka [m]	plocha [m ²]	typ opatření
HRA-105	771	10	7711	HRÁZKA
HRA-104	790	10	7899	HRÁZKA
HRA-106	1431	10	14308	HRÁZKA

Tabulka 9 Průlehy

kód opatření	délka [m]	šířka [m]	plocha [m ²]	typ opatření
PRU-025	311	10	3115	PRŮLEH

V zájmovém území je dále navržena jedna ochranná vodní nádrž v severní části katastru, která bude sloužit k ochraně území sousedícího s katastrem Vrbic na severu. Dále do jižní části katastru částečně zasahuje nádrž navržena k ochraně území sousedícího s Vrbicemi na jihu a jihovýchodě.

VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Účinnost navrhovaných opatření z pohledu protierozní ochrany je ve studii vyhodnocena na základě analýz erozního smyvu po návrhu opatření. Výsledky jsou prezentovány formou souhrnné tabulky, ze které je patrný účinek navrhovaných opatření. V případě výpočtu erozního smyvu s využitím GIS analýz je rozhodující zobrazený plošný rozsah jednotlivých kategorií erozního smyvu v grafické části. Pro možnost porovnání se uvádí také průměrná hodnota pro daný pozemek.

Na základě metodiky uvedené ve zprávě týkající se modelování erozních procesů došlo k odhadu dlouhodobého průměrného erozního smyvu při stávajícím stavu území a po aplikaci navržených kompenzačních opatření. V tabulce níže jsou pro jednotlivé bloky LPIS uvedeny hodnoty erozního smyvu před a po aplikaci opatření. Smyv je navíc uveden jako součet z celého bloku nebo průměr na hektar v rámci daného bloku.

Tabulka 10 Porovnání erozního smyvu před a po návrhu protierozních opatření

Kód LPIS	Plocha [ha]	Průměrný erozní smyv před [t/ha/rok]	Erozní smyv z bloku LPIS před [t/rok]	Průměrný erozní smyv po [t/ha/rok]	Erozní smyv z bloku LPIS po [t/rok]
0701/27	165,4	26,11	4319,41	1,94	321,45
0701/19	82,6	22,16	1830,28	3,71	306,12
1601/16	79,57	23,62	1879,21	1,90	151,27
9803/3	50,62	27,01	1367,16	4,34	219,94
9401/3	24,75	30,87	763,96	0,59	14,62
0701/28	21,25	13,84	294,19	2,97	63,10
0501/4	16,49	29,13	480,43	0,50	8,23
0405/1	12,97	23,67	306,98	0,40	5,24
1401/1	12,94	15,67	202,80	0,27	3,47
9402/4	10,60	51,33	544,10	51,34	544,17
9402/2	9,70	6,93	67,25	6,43	62,35
1401/17	9,69	24,83	240,57	0,43	4,12
3701/48	8,62	25,40	218,96	25,36	218,56
1402/52	8,15	8,32	67,82	8,20	66,84
1601/4	6,91	7,08	48,94	0,08	0,56
0501/6	6,62	28,05	185,72	0,32	2,11
0701/25	6,05	14,62	88,46	0,17	1,01
1601/8	6,00	34,71	208,29	0,60	3,58
1402/51	5,97	17,70	105,66	0,37	2,22
1402/17	5,64	12,78	72,10	0,15	0,82
0701/20	5,29	14,57	77,09	0,25	1,33
0701/10	5,08	13,48	68,50	0,15	0,78
0404/31	4,96	18,98	94,12	18,56	92,08
1402/21	4,92	6,05	29,79	0,20	0,98

SROVNÁNÍ MEZI NORSKEM A ČESKOU REPUBLIKOU

I když se v rámci projektu AdaptaN soustředili čeští a norští partneři na výrazně odlišné oblasti, některé závěry protierozních opatření by mohly být přijímány obecně, a to zejména ty ve Vrbicích. Plánování je hlavním cílem projektu AdaptaN a český partner vytvořil konečný návrh pro oblast Vrbice. Výpočty ohledně účinnosti byly založeny na adaptaci vstupních parametrů pro model USLE (univerzální rovnice ztráty půdy) a také použity pro výpočty počáteční úrovně rizika. Vzhledem k tomu, že norský partner nemá stejnou úroveň znalostí prostředí ve vztahu ke krajině a k regulačnímu rámci, zaměřil se na odhad účinnosti jednotlivých opatření. Byly zdůrazněny důsledky rozhodnutí ve vztahu k metodice spíše než výsledky případové studie oblasti.

Hlavní složka českého plánu ochrany půdy povodí se co do využívané půdy skládá z agronomických opatření. Mezi dvě nejdůležitější opatření patří přeměna na vinici a/nebo ovocný sad a udržování vegetačního krytu dle jinak nezměněného kalendáře sklizně. Opatření na ochranu půdy v Norsku zřídka ovlivňují volbu konkrétních plodin ze strany zemědělců. Posun od něčeho tak všestranného, jako jsou jednoleté plodiny např. obiloviny a olejniny směrem k trvalým plodinám, jako např. k vinné révě, má dlouhodobý ekonomický rozměr, ke kterému bude třeba přihlížet. To platí na úrovni zemědělských podniků, ale je ještě důležitější, pokud by k tomuto posunu mělo dojít ve větším měřítku v Jihomoravském kraji. Nejenom, že bude třeba zmapovat domácí i zahraniční elasticity tržních cen, ale posun nemusí být bezproblémový s ohledem na společnou zemědělskou politiku a s tím související výrobní kvóty. Eurostat ukazuje, že region Jihovýchod aktuálně přispívá asi 25 % národní produkci vinné révy. Významný nárůst plochy sloužící k produkci vinné révy jistě nebude bez následků, které nemusí být plně předvídatelné.

Výhody udržování kompostu nebo vegetativního krytu jsou dobře zdokumentovány v mnoha klimatech a půdních režimech a režimech pěstování. Mezi pozitivní změny patří nejen změny okamžité, jako např. snižování dopadu dešťových kapek a snížení rychlosti odtoků, ale také změny dlouhodobější ve vztahu ke struktuře půdy a vodnímu režimu. V závislosti na druhu plodiny a na aktuální situaci budou možná muset zemědělci investovat do zařízení na kultivaci půdy, které umožňuje přímé setí. Bude třeba stanovit, zda mají tyto investice dostatečnou návratnost s ohledem na lepší výnosy. Je možné, že bude nutné přizpůsobit dotační schémata a/nebo subvenční režimy čisté ziskovosti související se změnou.

Plán českého partnera dále obsahuje strukturální opatření často v kombinaci s opatřeními vztahujícími se k vegetaci. Travnaté pásy, jak zde navrhuji norští partneři, jsou *Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině*
Projekt číslo: EHP-CZ02-OV-1-039-2015

kombinovány s prvky pro neškodné odvedení vody např. do recipientu. To činí tuto metodu investičně náročnější, ale také zvyšuje účinnost na místní úrovni. Navíc se redukuje délky svahů, které představují hlavní příčinu půdního smyvu v České republice. Zpravidla je takovýto prvek s vrstevnicovou orientací zaměřen na shromažďování a odklonění povrchového odtoku, s tím, že sklon by neměl přesahovat 1 %. Zdá se, že zatímco dva odvodňovací příkopy jsou vedeny po vrstevnici, třetí příkop slouží ke svádění odtoku a je tedy strmější. Toto může mít, při nevhodném návrhu opevnění svodného příkopu, za následek zvýšené zahlubování příkopu.

Opatření navrhované jak českými, tak norskými partnery projektu, jsou zatravněné vodní cesty. V norském stanovisku byly zatravněné vodní cesty umístěny plošně takovým způsobem, že každé oblasti byla přiřazena určitá kumulativní odtoková výška. V této souvislosti by dobrou orientační hodnotou mohla být přispívající plocha. Zřejmým důsledkem použití algoritmu pro vícesměrný odtok než jednosměrný odtok je to, že takto definované vodní cesty mají tendenci být mnohem širší. Vhodnost těchto rozšířenějších oblastí je z pohledu zemědělců samozřejmě velice diskutabilní. Řešení však lze nalézt v tom, že tyto oblasti budou využívány mnohostranně; např. pěstování stromů, přístupnost, zkrášlování krajiny.

Norský partner zahrnul do svého hodnocení výpočet nárazníkové zóny. Toto opatření je primárně určeno k zachytávání sedimentu po jeho odtržení a transportu podél svahu. Nemá to jakýkoliv příznivý vliv na erozní smyv na úrovni povodí, ale dojde ke snížení sedimentu a rozpuštěných látek do trvalé říční sítě.

Opatření navržená k přijetí jsou podle českého partnera přísná a náročná více pro zemědělce, kteří je budou nakonec zavádět a dodržovat. Tento rozdíl ve srovnání se situací v Norsku lze do značné míry vysvětlit českou orientací na ztráty úrodné ornice v nepříznivé situaci, zatímco v Norsku sedimenty nemají končit v přírodních vodních tocích. Skutečnost, že zatravněné vodní cesty hrají důležitou roli u obou strategií, jakož i skutečnost, že jejich účinnost byla hodnocena velmi vysoko, činí tuto problematiku zajímavou pro detailnější zkoumání. Alternativní scénáře územního plánování by mohly připisovat větší roli tomuto opatření, které s sebou nese nutnost zásadní adaptace zpracování půdy a pěstování plodin ze strany zemědělců.

Literatura

Asprang, B. 2012. Norske bønder og globale klimaendringer. Masteroppgave i sosiologi. Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet.

Barneveld, R. 2016. Modelling of erosion processes in cadastral Vrbsice using norwegian and czech methods.

Bechmann, M. , Kværnø, S., Skøien, S., Øygarden, L., Riley, H., Børresen, T., Krogstad, T. 2011. Effekter av jordarbeiding på fosfortap- sammenstilling av resultater fra nordiske forsøk. Bioforsk report 6 (61) p 73.

Bechmann, M., Kværnø, S., Grønsten, H.A 2008. Effekt av jordarbeiding på fosfortap. Bioforsk Tema Vol 7, No 3, 2012. ISBN 978-82-17-00898-9.

Bechmann, M. and Deelstra. 2013. Agriculture and Environment – Long Term monitoring in Norway. Akademika publishing, Trondheim. ISBN: 978-82-321-0014-9

Bechmann, M., Collentine, D., Gertz, F., Graversgaard, M., Hasler, B., Helin, J., Jacobsen, B., Rankinen, K. and Refsgaard, K. 2016 Water management for agriculture in the nordic countries. Background document for NJF seminar 487. NIBIO report 2/2/2016

Blankenberg, A.B. og Hougsrud, E. Vegetasjonssoner som rensetiltak for parikkel og- og næringstoffsavrenning langs vassdrag. Bioforsk Fokus. 5(1).

Deelstra, J., Øygarden, L., Buseth Blankenberg, A. & Eggstad, H. 2011. Climate Change and runoff from agricultural catchments in Norway. International Journal of Climate change Strategies and Management 3(4):345-360.

Greipsland, I. 2016. Nedbørendringer og virkning på jordburk. NIBIO POP vol 2. Nr. 4.

Grønsten, H.A., Blankenberg, A.B. 2008. Vegetasjonssoner – effektive filter for jord, næringsstoffer og plantevernmidler. Bioforsk Tema Vol. 3. Nr. 12.

Grønsten, H.A., Hauge, A., Borch, H., Blankenberg, A.B. 2008 Fangdammer – effektive oppsamlere av jord og næringsstoffer. Bioforsk Tema Vol. 3. Nr. 13.

I. Hanssen-Bauer, E.J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayerm A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sandø, A. Sorteberg og B. Ådlandsvik. 2015. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdater 2015. Miljødirektoratet rapport 2/2015. ISSN nr. 2387-3027.

IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Kværnø, S., Turtumøygard, S., Grønsten, H., Bechmann, M. 2014. Modellverktøy for beregning av jord- og fosfortap fra jordbruksdominerte områder. Dokumentasjon av Agricat 2. Bioforsk rapport Vol. 9 Nr. 108.

Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině
Projekt číslo: EHP-CZ02-OV-1-039-2015

Landbruk og klimaendringer. Rapport avgitt av arbeidsgruppe 19 februar 2016 til Landbruk og matdepartementet. 237p.

NOU 1996:16 Norges offentlige utredninger. Tiltak mot flom.

Snellingen Bye, A., Aarstad, P.E., Løvberet, A.I. and H. Høie, 2016. Jordbruk og Miljø – Tilstand og Utviklingen (*Land Use and the Environment – State and Developments*). Report 2016/14. pp.158. Statistics Norway, Kongsvinger.

Syversen, N. 2002. Cold Climate vegetativ buffer zones as filters for surface agricultural runoff. Retention of soil particles, phosphorus and nitrogen. Dr. scient theses 2002:12. Agricultural University of Norway.

Refsgaard, K., Bechmann, B. 2015. Cost-effectiveness of tillage methods to reduce phosphorus loss from agricultural land. Journal of Environmental Planning and Management (In press).

Øygarden, L. 2003. Rill and gully development during an extreme winter runoff event in Norway. Catena, 50; 217- 242.

White Paper No 9. (2011-2012) - Landbruks og matpolitikken. Velkommen til bords.