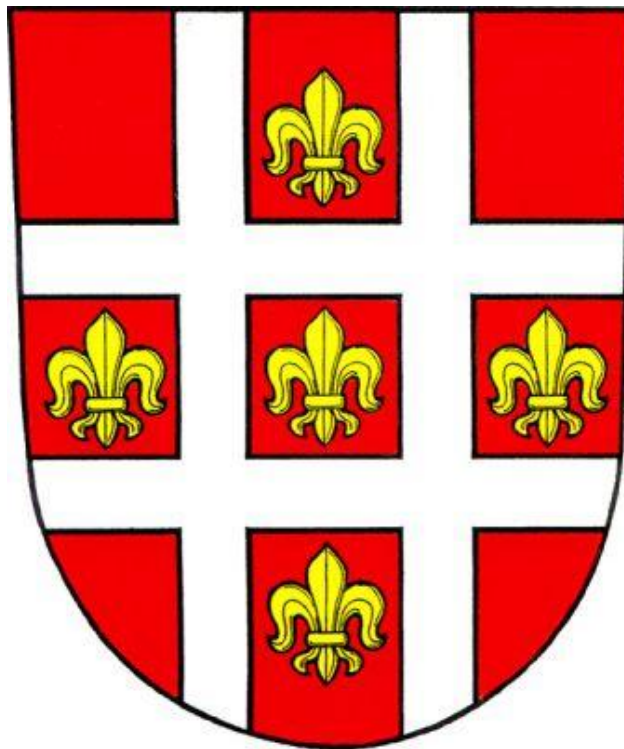


7. NÁVRH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ

„Píšť - Protipovodňová a protierozní ochrana“



INVESTOR:	<i>Obec Píšť</i>
PROJEKTANT:	<i>ENVICONS s.r.o.</i>
STUPEŇ:	<i>STUDIE</i>

LISTOPAD 2013

Obsah

1. Úvod	3
2. Vodní eroze	4
2.1 Popis vodní eroze	4
2.2 Příčiny a důsledky vodní eroze	5
2.3 Ochrana půdy před erozí	6
3. Vrstva erozní ohroženosti v LPIS	8
3.1 Rozdělení erozní ohroženosti v erozní vrstvě LPIS.....	8
3.2 Vyhodnocení řešeného území z hlediska erozní ohroženosti dle LPIS	14
4. Výpočet erozního smyvu.....	16
4.1 Stanovení faktorů R, C, K, P dle metodiky PEO	17
4.2 Přiblížení jednotlivých gridů	20
5. Protierozní agrotechnická opatření	23
5.1 Půdoochranné technologie.....	24
5.2 Vliv aplikace půdoochranných technologií na hodnotu faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky.....	25
6. Návrh protierozních opatření.....	27
6.1 Dílčí výstupy sloužící k návrhu protierozních opatření.....	28
6.2 Stanovení stupně erozní ohroženosti jednotlivých pozemků.....	29
6.3 Souhrn a vyhodnocení navržených opatření	32
7. Snížení hodnot přímého odtoku	35

1. Úvod

Studie protipovodňové a protierozní ochrany řeší též problémy s vodní erozí. Opatření navrhovaná v této kapitole vychází z požadavku na snížení půdního smyvu na přípustnou úroveň dle metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček a kol. 2007).

Hlavním cílem této kapitoly je návrh takových protierozních opatření (PEO), která účinně zabrání soustředění povrchového odtoku, vzniku eroze a odnosu půdy. Aplikace navrhovaných PEO přispěje mj. k ochraně majetku obyvatel obce před splachy půdy z polí při přívalových srážkách a zároveň ochrání pole před nadměrnou ztrátou ornice, která zapříčiňuje klesající úrodnost orné půdy.

Při zpracovávání kapitoly protierozní ochrany byla dána přednost odpovídajícím protierozním opatřením před požadavky na nejvhodnější tvar a velikosti pozemků z hlediska mechanizace. Opatření k omezení vodní eroze, bere-li se v úvahu jejich efekt z dlouhodobého hlediska, budou sloužit k prospěchu majitelů pozemků a hospodařících subjektů. Opatření podpoří vsakování vody do půdy a omezí soustředění povrchového odtoku tak, aby nenabyl síly schopné odnášet ornici.

Erozní ohroženost pozemků se prověřuje v rámci správního území obce Píšť pouze na pozemcích s ornou půdou.

2. Vodní eroze

2.1 Popis vodní eroze

Vodní eroze půdy představuje komplexní přírodní proces zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody.

Za hlavní příčinu vodní eroze lze označit přívalové srážky, které se vyznačují krátkou dobou trvání a vysokou intenzitou. Vodní eroze však může být vyvolána též dlouhotrvajícími srážkami, sněhovou vodou při jarním tání a také koncentrací vody v přirozené i umělé hydrografické síti.

Hlavními silami pohánějícími vodní erozi jsou účinek kapek dopadajících na půdu a povrchový odtok. Míru eroze určuje zejména velikost těchto sil (erozivita) ve vztahu k odolnosti půdy proti uvolňování jednotlivých půdních částic (erodibilita), která je určována mnoha faktory, jako je textura a struktura půdy, vlhkost, infiltrační schopnost, obsah humusu, ochranný vliv vegetačního pokryvu, agrotechnika aj.

Dosahuje-li intenzita deště vyšších hodnot než je vsakovací (infiltrační) schopnost půdy, pak dochází po zaplnění mikroakumulačních prostorů k povrchovému odtoku, který má schopnost unášet půdní částice. V závislosti na svažitosti a morfologii terénu se stékající voda postupně soustřeďuje, tzv. plošný odtok způsobující plošnou vodní erozi přechází v odtok soustředěný a erozi liniovou. Proces vodní eroze však začíná již dopadem kapek na povrch půdy. Ty svou kinetickou energií rozrušují půdní agregáty, čímž se uvolňují jednotlivé půdní částice, které stékající voda snáze unáší. Tento proces je nejvýznamnější, pokud dešťové kapky dopadají na vegetací nechráněný povrch. V závislosti na kinetické energii proudící vody jsou nejprve strhávány jemné částice a na povrchu zůstává hrubozrnná vrstva (selektivní eroze plošná), postupně dochází ke strhávání částic větších. Vymíláním částic a postupným soustřeďováním plošného odtoku vzniká postupně eroze rýžková, která s dalším soustřeďováním povrchového odtoku a s prohlubováním stružek přechází v erozní rýhy, výmoly a strže.

Přenos kinetické energie dopadající kapky na půdní povrch má dvojí účinek:

Destrukci na povrchu půdy (rozbití agregátů). Půdní částice jsou při dopadu dešťových kapek vytrhovány z povrchu půdy a vystřelovány do výše až 0,6 m nebo přemísťovány do stran až na vzdálenost 1,5 m.

Zhutňování půdního povrchu dopadajícími kapkami. Výsledkem hutněního účinku kapek je vytváření škraloupu na povrchu půdy v důsledku ucpávání pórů jílovými částicemi, které jsou uvolněny z rozpadajícího se agregátu. Výzkum škraloupu ukázal, že je tvořen tenkou povrchovou vrstvičkou tloušťky cca 0,1 mm, která je složena z jílových částic a pod ní je cca 1 - 3 mm silná vrstva, ve které jsou větší póry zaplněny uvolněným jemným materiálem. Uvádí se, že povrchový škraloup způsobuje snížení infiltrační kapacity půdy v průměru až o 90 % a významně se tak podílí na rychlém vzniku povrchového odtoku a zvýšení jeho erozního účinku.

2.2 Příčiny a důsledky vodní eroze

Vlivem lidské činnosti dochází ke zrychlené erozi, která vede k závažné ztrátě půdy, která má za následek její degradaci. Vodní erozí je v České republice potencionálně ohroženo více než 50 % zemědělské půdy, zejména v pahorkatinách a vrchovinných oblastech. Svůj podíl na tom mají změny v krajině, ke kterým došlo ve druhé polovině 20. století. Tehdy vznikly velké lány na svažitých pozemcích, aby se mohla při jejich obdělávání využít těžká technika. Společně s nevhodně pěstovanými plodinami, jako jsou kukuřice či okopaniny, které nechrání povrch před erozí, a nevhodnou orbou po vrstevnicích, tak dochází při deštích, především příválových, k rozsáhlé půdní erozi.

Za hlavní příčiny vodní eroze lze označit:

- intenzivní zemědělství
- scelení pozemků a tím vytvoření velkých bloků orné půdy
- zjednodušení krajinné struktury
- zničení liniových prvků, které brání povrchovému odtoku
- omezení infiltrační kapacity půd jejich utužením vlivem užívání těžké mechanizace
- nevhodnou agrotechniku, zejména setí plodin do širokých řádků
- nerespektování omezené schopnosti zemědělských plodin chránit půdu na svažitých pozemcích

Vodní eroze půdy zejména ochuzuje zemědělskou půdu o ornici, čímž dochází vlivem zhoršování fyzikálních, chemických i biologických vlastností půdy ke snižování půdní úrodnosti. V extrémních případech může vodní eroze vést k zlikvidování celé orniční vrstvy i podorničí. Vodní eroze redukuje výnosy snížením obsahu organické hmoty, vodní kapacity a prokořenění, snížením dostupnosti rostlinných živin, poškozováním půdní struktury a pozměňováním zrnitosti. Poškozuje plodiny a kultury, způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a pesticidů. Má též negativní vliv na retenční schopnost krajiny prostřednictvím podílu srážek, který je voda schopna infiltrovat a zadržet a který odteče jako povrchový odtok. Vodní erozí dochází k poškozování povrchových a podzemních vod.

Neméně podstatné jsou důsledky vodní eroze mimo ornou půdu. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášení akumulací prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zvyšují náklady na úpravu vody. Chemické látky využívané v dnešním zemědělství, jako průmyslová hnojiva, pesticidy a průmyslové odpady, představují velké nebezpečí pro povrchové i podzemní vody. Vodní eroze má přímý vliv na navýšení povodňových průtoků.

Tab. Potenciální ohrožení zemědělské půdy vodní erozí na území ČR (Ministerstvo životního prostředí ČR)

Stupeň ohrožení vodní erozí (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)		Plocha zemědělské půdy (ha)	%
Velmi slabé ohrožení	< 1,6	134 041	3
Slabé ohrožení	1,6 - 3,0	1 094 507	26
Střední ohrožení	3,1 - 4,5	1 054 905	25
Silné ohrožení	4,6 - 6,0	728 972	17
Velmi silné ohrožení	6,1 - 7,5	484 365	11
Extrémní ohrožení	> 7,5	782 601	18
Součet		4 279 391	100

2.3 Ochrana půdy před erozí

Dlouhodobě udržitelné zemědělství vyžaduje, aby ztráta půdy nepřekračovala rychlost její tvorby. Hovoří se o toleranci půdy k erozi, kterou představuje maximální ztráta půdy umožňující vysoké výnosy udržitelné ekonomicky a dlouhodobě. Je tedy nutné, aby průměrná ztráta (odnos) půdy nepřekračovala přípustnou mez.

V současné projekční praxi se k výpočtu dlouhodobé průměrné ztráty půdy v tunách na hektar a rok stále využívá vztahu *Universal Soil Loss Equation* (USLE) od Wischmeiera a Smithe (Janeček a kol. 2007), která byla uveřejněna v roce 1978, i když již doznala jistých úprav. Tato rovnice neumožňuje přímý odhad erozního projevu jednotlivých přívalových srážek.

K ochraně půdy před vodní erozí se navrhuje opatření, která mají za účel ochranu půdy před účinky deště, podporu infiltrace, zlepšení soudržnosti půdy, omezení unášecí schopnosti vody a povrchového odtoku, neškodné odvádění povrchové vody a zachycování smytého materiálu.

Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podklad, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost. Orientačně lze hloubku půdy zjistit podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Hloubka půdy je v systému BPEJ vyjádřena 5. číslicí sdruženého kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy.

Cílem ochrany půdy před vodní erozí je udržení ztráty půdy pod hranicí danou následující tabulkou:

Tab. Přípustná ztráta půdy dle hloubky orných půd (Janeček a kol. 2007).

hloubka půdy	přípustná ztráta ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)
středně hluboká 30 - 60 cm	4
hluboká nad 60 cm	10

V souladu s metodikou Ochrana zemědělské půdy před vodní erozí (Janeček a kol. 2007) by půdy mělké, pro které byl původně stanoven limit $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, neměly být využívány pro polní výrobu a z hlediska zachování jejich trvalé úrodnosti se doporučuje jejich převedení do kategorie trvalých travních porostů.

Na půdních blocích se podle vrstvy hloubka půdy dostupné na geoportálu VÚMOP, v.v.i. vyskytují zejména půdy hluboké, pouze na zlomku půdních bloků (PB) se vyskytují též půdy hluboké až středně hluboké. (Tuto skutečnost lze odvodit též z BPEJ).

Ve studii se uplatňuje požadavek snížit půdní smyv na hodnotu přípustné ztráty půdy odpovídající výše uvedeným kategoriím, které jsou reprezentovány plochami ve vrstvě hloubka půdy (VÚMOP, v.v.i.).

3. Vrstva erozní ohroženosti v LPIS

LPIS je geografický informační systém, který je tvořen primárně systémem evidence půdy založeném na uživatelských vztazích. LPIS vznikl na základě zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství na přelomu let 2003 a 2004. Ke spuštění došlo 21. března 2004. Veřejná databáze LPIS je dostupná na webových stránkách <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>. Hlavním účelem registru půdy je ověřování údajů v žádostech o dotace poskytovaných ve vazbě na zemědělskou půdu, a to bez ohledu na to, zda jde o dotace financované ze zdrojů EU nebo o národní dotační programy.

S ohledem na zavedení systému Kontroly podmíněnosti (Cross compliance) je v ČR vyplácení přímých plateb a dalších evropských podpor pro zemědělce "podmíněno" plněním podmínek udržování půdy v Dobrém zemědělském a environmentálním stavu (Good Agricultural and Environmental Condition - GAEC) - tzn. kromě jiného i dodržování protierozních opatření definovaných vrstvou erozní ohroženosti v LPIS. Problematiky eroze se dotýkají standardy GAEC 1 a 2 a nepřímo i další.

Podkladová vrstva erozní ohroženosti v LPIS se aktualizuje 1x ročně na základě neustále se zpřesňujících dat dodaných z VÚMOP (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy). Podle ní probíhá výpočet erozní ohroženosti na půdním bloku. Vrstvy eroze se vztahují k datu osevu zemědělských plodin.

Vrstva erozní ohroženosti LPIS je založena na kalkulaci dle USLE (Janeček a kol. 2007).

3.1 Rozdělení erozní ohroženosti v erozní vrstvě LPIS

Průběžnou aktualizací erozní vrstvy dochází i ke změnám v rozsahu protierozních opatření na půdních blocích (PB)/ dílčích půdních blocích (DPB). Celý PB je zařazen do jednoho z následujících opatření:

Opatření platí pro PB s kulturou orná půda. Pro všechny ostatní kultury je evidován kód **A0**.

Pro PB s kulturou orná půda jsou stanovena protierozní opatření podle následujících pravidel:

Na PB se nevyskytuje žádná plocha silně erozně ohrožená ani žádná plocha mírně erozně ohrožená:

- kód **A1**

Na PB se vyskytuje plocha **silně erozně ohrožená (SEO)**:

- přiřazen kód **A2** (plocha silně erozně ohrožená se vyskytuje na části PB)
- přiřazen kód **A3** (plocha silně erozně ohrožená se vyskytuje na celém PB)

Na PB se vyskytuje plocha **mírně erozně ohrožená (MEO)**:

- přiřazen kód **B2** (plocha mírně erozně ohrožená se vyskytuje na části PB)
- přiřazen kód **B3** (plocha mírně erozně ohrožená se vyskytuje na celém PB)

Na PB se vyskytuje **současně plocha silně erozně ohrožená i plocha mírně erozně ohrožená**:

- přiřazen kód **A2B2**

V opatřeních pro osevy od 1. 7. 2012 jsou oproti dřívějšímu kódy protierozních opatření doplněny o kód **N1**, který představuje požadavek zákazu umísťování širokořádkových plodin na souvislé ploše se sklonitostí vyšší než 7° a blíže než 25 m od vody, vycházející z dalších standardů dotýkajících se ochrany vod (SMR 4 - nitrátová směrnice; SMR 5a). Kombinace s tímto kódem jsou v předcházejícím i následujícím výčtu vynechány.

Opatření pro osevy od 1. 7. 2012:

A1 - Na půdním bloku se nevyskytuje žádná plocha silně erozně ohrožené půdy a v rámci GAEC není uplatňováno z hlediska eroze žádné opatření.

A2 - Na části půdního bloku se vyskytuje plocha silně erozně ohrožená půda, a proto musí být na takto označené ploše pěstovány plodiny tak, aby byly splněny následující podmínky: Nesmí být pěstovány širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice. Porosty obilnin a řepky olejné budou zakládány s využitím půdoochranných technologií, zejména setí do mulče nebo bezorebné setí. V případě obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin.

A3 - Na celém půdním bloku se vyskytuje plocha silně erozně ohrožená půda, a proto musí být na takto označené ploše pěstovány plodiny tak, aby byly splněny následující podmínky: Nesmí být pěstovány širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice. Porosty obilnin a řepky olejné budou zakládány s využitím půdoochranných technologií, zejména setí do mulče nebo bezorebné setí. V případě obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin.

B2 - Na části půdního bloku se vyskytuje plocha mírně erozně ohrožené půdy, a proto musí být na takto označené ploše pěstovány plodiny tak, aby byly splněny následující podmínky: Širokořádkové plodiny, kukuřice, řepa, brambory, bob setý, sója a slunečnice budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

B3 - Na celém půdním bloku se vyskytuje plocha mírně erozně ohrožené půdy, a proto musí být na celém půdním bloku splněny následující podmínky: Širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

A2B2 - Na části půdního bloku se vyskytuje plocha silně erozně ohrožené půdy a na části plocha mírně erozně ohrožené půdy, a proto musí být pěstovány plodiny tak, aby byly splněny následující podmínky:

Na plochách se silně erozně ohroženou půdou nesmí být pěstovány širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice. Porosty obilnin a řepky olejné budou zakládány s využitím půdoochranných technologií, zejména setí do mulče, nebo bezorebné setí. V případě obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin.

Na plochách s mírně erozně ohroženou půdou budou širokořádkové plodiny, kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Obecné půdoochranné technologie pro SEO i MEO:

- bezorebné setí/sázení (technologie přímého setí do nezpracované půdy)
- setí/sázení do mulče
- setí/sázení do mělké podmítky
- setí/sázení do ochranné plodiny (např. do vymrzající meziplodiny- svazenka vratičolistá, hořčice bílá)
- důlkování

Při použití uvedených obecných půdoochranných technologií při zakládání porostů obilnin a řepky olejné na SEO půdách platí podmínka dodržení stanovené minimální 30% pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky do doby vzcházení porostu. V případě MEO se jedná o 20 %. Na obecné půdoochranné technologie navazují pro jednotlivý půdní blok specifické půdoochranné technologie.

Seznam půdoochranných technologií pro rozšíření standardu GAEC 2 pro mírně erozně ohrožené půdy (MEO):

- přerušovací pásy (P)
- zasakovací pásy (Z)
- souvratě (S)
- setí po vrstevnicích (V)
- odkamenování (K)

Podmínka použití obecných či specifických půdoochranných technologií při zakládání porostů širokořádkových plodin na MEO půdě nemusí být dodržena v případě, že budou pěstovány s podsevem jiné než širokořádkové plodiny setým nejpozději společně s hlavní plodinou. Pro splnění podmínek GAEC 2 je nezbytné realizovat na erozně ohrožených půdách jednu z půdoochranných technologií – obecných pro SEO plochy, obecných či specifických pro MEO plochy nebo využít podsevu.

Dle standardu GAEC 1 musí být na PB či jeho dílu s průměrným sklonem přesahujícím 7° po sklizni založen porost následné plodiny, nebo uplatněno opatření:

- strniště sklizené plodiny je ponecháno na půdním bloku minimálně do 30. listopadu
- půda zůstane zorána či podmítnuta kvůli zasakování vody minimálně do 30. listopadu

Více informací o standardech v Průvodci zemědělce kontrolou podmíněnosti.

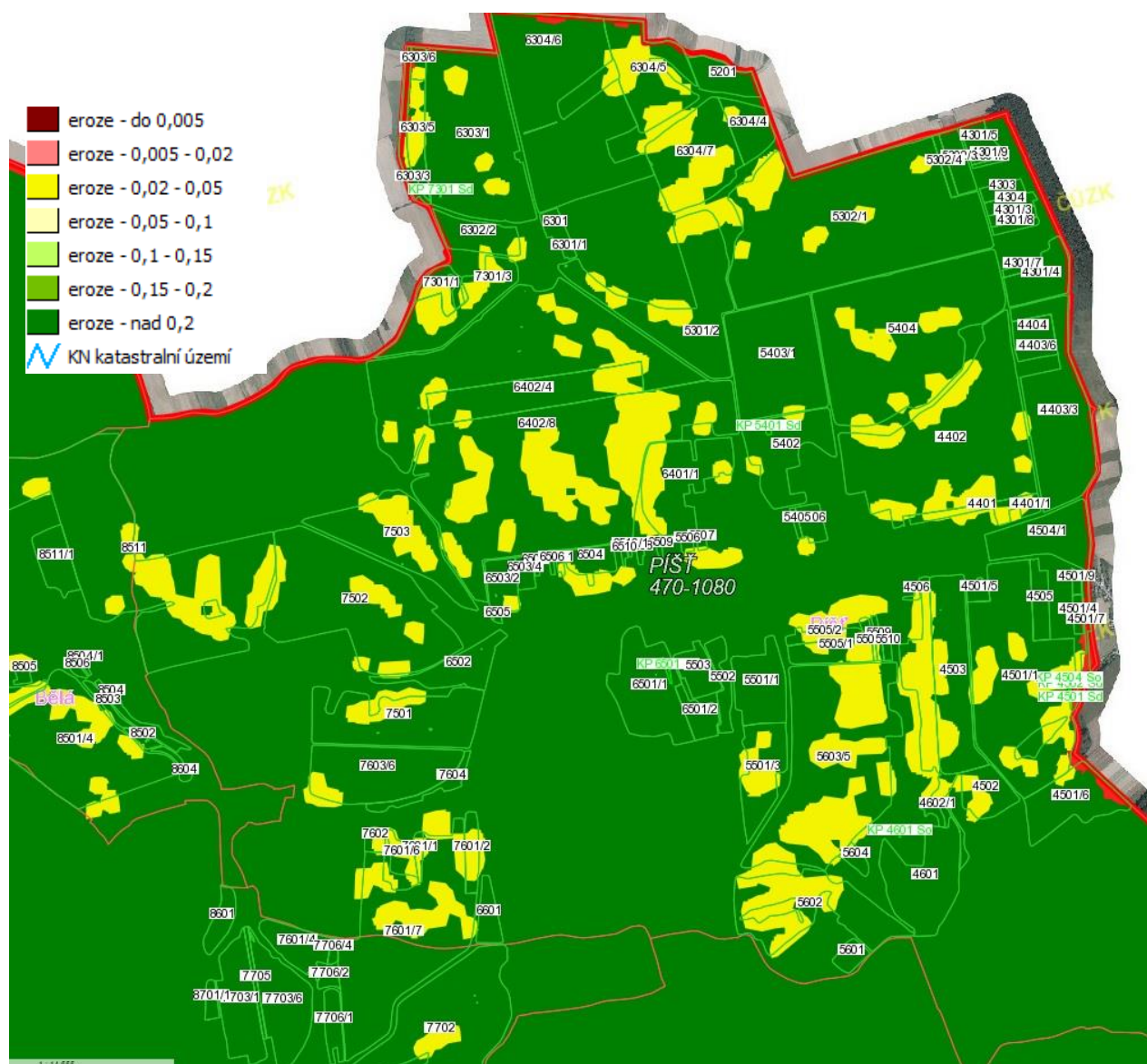
Legenda vrstvy erozní ohroženosti:

Pozemky silně erozně ohrožené (SEO)

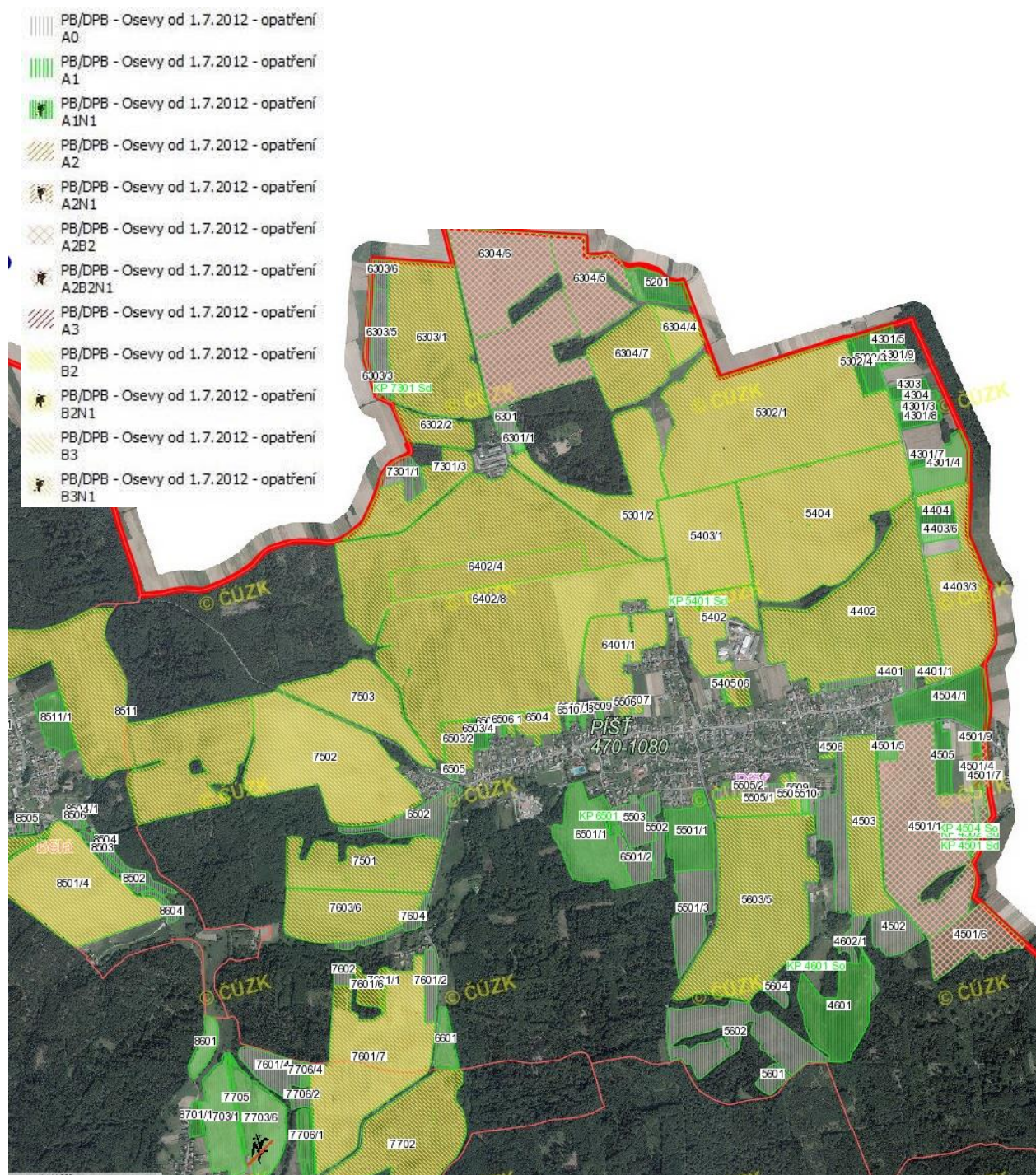
Pozemky mírně erozně ohrožené (MEO)

Pozemky erozně neohrožené





Obr. Vrstva erozní ohroženosti – mapa erozní ohroženosti dle LPIS.



Obr. Vrstva erozní ohroženosti – mapa protierozních opatření dle LPIS.

3.2 Vyhodnocení řešeného území z hlediska erozní ohroženosti dle LPIS

Z vrstvy eroze na LPIS pro správní území obce Píšť lze vyčíst, že území je výrazným způsobem ohroženo erozí. Nacházejí se zde nejen PB mírně erozně ohrožené (MEO), ale také PB silně erozně ohrožené, ačkoliv jejich výskyt je spojen s téměř zanedbatelnými plochami. Z hlediska opatření pro osevy se k území vztahují opatření:

A0 - Opatření platí pro PB s kulturou orná půda. Pro všechny ostatní kultury je evidován kód A0.

A1 - Na půdním bloku se nevyskytuje žádná plocha silně erozně ohrožené půdy a v rámci GAEC není uplatňováno z hlediska eroze žádné opatření.

B2 - Na části půdního bloku se vyskytuje plocha mírně erozně ohrožené půdy, a proto musí být na takto označené ploše pěstovány plodiny tak, aby byly splněny následující podmínky: Širokořádkové plodiny, kukuřice, řepa, brambory, bob setý, sója a slunečnice budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

A2B2 - Na části půdního bloku se vyskytuje plocha silně erozně ohrožené půdy a na části plocha mírně erozně ohrožené půdy, a proto musí být pěstovány plodiny tak, aby byly splněny následující podmínky:

Na plochách se silně erozně ohroženou půdou nesmí být pěstovány širokořádkové plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice. Porosty obilnin a řepky olejné budou zakládány s využitím půdoochranných technologií, zejména setí do mulče, nebo bezorebné setí. V případě obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin.

Opatření B2 se vztahuje k následujícím PB:

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	uživatel
8511	60,74	5,6	Moravecká odbytová s. r. o.
7502	36,02	4,7	Moravecká odbytová s. r. o.
7503	15,28	5,9	Moravecká odbytová s. r. o.
6402/8	121,69	5,8	Moravecká odbytová s. r. o.
6402/4	13,97	4,8	Empresa, s.r.o.
6401/1	12,42	5,6	Moravecká odbytová s. r. o.
7301/3	10,08	6,7	Moravecká odbytová s. r. o.
6302/2	4,99	5,8	Moravecká odbytová s. r. o.
6303/1	31,05	4,3	Moravecká odbytová s. r. o.
5301/2	21,04	4,7	Moravecká odbytová s. r. o.
6304/7	14,50	6,4	Empresa, s.r.o.
6304/4	4,45	6,8	Moravecká odbytová s. r. o.

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	uživatel
5302/1	60,47	4,0	Moravecká odbytová s. r. o.
5403/1	20,78	4,0	Moravecká odbytová s. r. o.
5402	10,71	4,1	Moravecká odbytová s. r. o.
5404	46,01	4,4	Moravecká odbytová s. r. o.
4402	44,21	4,6	Moravecká odbytová s. r. o.
4403/3	19,54	2,1	Moravecká odbytová s. r. o.
4401/1	0,46	6,2	Janusz Himel
5406	1,84	4,3	Moravecká odbytová s. r. o.
5507	0,32	5,8	Janusz Himel
5506	0,43	5,9	Janusz Himel
6504	2,79	5,3	Moravecká odbytová s. r. o.
6511	0,32	5,5	Janusz Himel
6503/2	3,29	5,3	Moravecká odbytová s. r. o.
7501	17,24	5,3	Moravecká odbytová s. r. o.
7603/2	15,19	5,5	Moravecká odbytová s. r. o.
7601/7	36,09	6,6	Moravecká odbytová s. r. o.
7601/6	1,88	8,5	Opavice a.s.
7601/1	0,75	9,9	Opavice a.s.
5603/5	42,72	6,6	Moravecká odbytová s. r. o.
5505/1	4,17	7,4	Moravecká odbytová s. r. o.
5505/4	0,23	8,1	Janusz Himel
5509	0,59	7,4	Norbert Wiktor Obrušník
4506	0,25	3,7	Janusz Himel
4503	15,03	6,1	Moravecká odbytová s. r. o.

Opatření A2B2 se vztahuje k následujícím PB:

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	uživatel
4501/1	36,21	5,3	Moravecká odbytová s. r. o.
4501/6	9,03	4,3	Opavice a.s.
4501/7	1,26	5,7	Janusz Himel
6304/5	12,34	6,8	Empresa, s.r.o.
6304/6	39,28	2,6	Moravecká odbytová s. r. o.

Opatření A2 se vztahuje k následujícím PB:

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	uživatel
4501/4	0,78	3,1	Janusz Himel

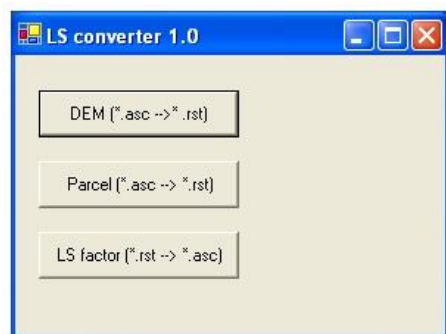
4. Výpočet erozního smyvu

Kvantifikace erozního smyvu je prováděna s využitím Univerzální rovnice (USLE) pro výpočet dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$). Výchozím metodickým materiálem je metodika (dále metodika PEO) Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček a kol. 2007) a v ní specifikované postupy pro odvození faktorů R, C, K, P s výjimkou LS faktoru. Pro jeho výpočet je využito digitálních dat GIS a metody USLE2D. Program USLE2D pro výpočet LS faktoru vyžaduje jako vstupní data DMT (digitální model terénu) a grid s hranicemi (bariérami) rozdělených dílčích ploch tzv. „parcel“. Bariéry působí přerušení dráhy plošného povrchového odtoku a snižují délku odtokové linie a faktor délky svahu L. K tvorbě gridu s „parcelami“ posloužila vrstva s půdními bloky z Veřejného registru půdy (LPIS). Zde byly vybrány bloky s kulturou orná půda. Tento výběr byl rozšířen o pozemky, které jsou obhospodařovány jako orná půda, ale nejsou evidovány v registru. Výsledné plochy byly následně upraveny (půdní bloky byly zpravidla slučovány) v souladu s umístěním bariér, které mohou představovat např. příkopy a průlehy, které zabraňují přetékání vody na níže ležící plochu. Do vyhodnocení jsou

K využití programu USLE 2D je nutné využít převodu dat v programu LS-converter.



Obr. Z metod výpočtu se nejlépe osvědčily „Routing Algorithm: flux decomposition“ a „LS Algorithm: Mc Cool“.



Obr. LS converter umožňuje požadovaný převod formátů dat.

Detailní postup je možné najít například na adrese <http://www.plaveniny.cz/cz/rusle/ls-faktor/>.

Ve srovnání s klasickou metodou dochází k nahrazení délky svahu (jednorozměrný ukazatel) přispívající zdrojovou plochou, kdy LS faktor je počítán zvlášť pro každou buňku gridu (2D ukazatel), přičemž přispívající plocha lépe odráží vliv koncentrace odtoku na zvýšení eroze. Tato metoda bývá také označována za „metodu gridu“. Grid je rastrový formát vytvořený společností ESRI, který definuje prostor jako řadu shodně velikých buněk seřazených do řádků a sloupců. Každá buňka obsahuje numerickou hodnotu, která reprezentuje atribut určitého fenoménu, který grid představuje. Když je grid zobrazen, buňkám jsou přiděleny barvy dle numerických hodnot. Každá buňka má své umístění v x, y souřadnicích.

K samotnému výpočtu erozního smyvu je využito nástroje mapové algebry, který umožňuje provádět matematické operace s více gridy, v tomto případě se jedná o součin gridů reprezentujících hodnoty jednotlivých faktorů USLE.

Stanovení limitních hodnot přípustného smyvu se provede dle hloubky půdy s využitím pátého čísla kódu BPEJ. Vypočítané hodnoty ztráty půdy vodní erozí ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$) jsou porovnávány s limitními hodnotami přípustného smyvu a je odvozena vrstva erozního ohrožení a specifikován stupeň erozního ohrožení pozemku (SEOP).

4.1 Stanovení faktorů R, C, K, P dle metodiky PEO

Faktor erozní účinnosti deště **R** je stanoven jako průměrná roční hodnota pro Českou republiku ve výši

$$R = 20 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$$

Faktor erodovatelnosti půdy **K** je stanoven dle BPEJ, respektive hlavních půdních jednotek (HPJ) v BPEJ obsažených.

Faktor ochranného vlivu vegetace a agrotechniky **C** je kalkulován pro celý osevní postup, resp. strukturu pěstovaných plodin, včetně období mezi střídáním plodin i bez porostů při zohlednění nástupu a způsobu agrotechnických prací. Do jeho hodnoty se promítá i rozdělení výskytu erozně nebezpečných dešťů v průběhu roku (viz metodika PEO). Osevní postup pro správní území obce Píšť byl získán od agronoma hospodařícího subjektu Moravecká odbytová s.r.o. (resp. firmy Opavice a.s.). V osevním postupu se uplatňují ozimá pšenice, řepka a jarní ječmen. Zcela okrajovou záležitostí jsou ostatní plodiny - cukrová řepa, kukuřice, oves či svazanka vratičolistá. Podle slov agronoma jsou tyto plodiny v okolí Píště pěstovány pouze na malých plochách a jsou proto zanedbány. I s ohledem ke skutečnosti, že je většina půdních bloků v okolí Píště mírně erozně ohrožená a širokořádkové plodiny se zde smí zakládat pouze s využitím půdoochranných technologií, navrhuje se tyto plodiny ve správní území Píště nepěstovat vůbec nebo pouze na půdních blocích, které budou dle výsledků této kapitoly nejméně erozně ohrožené. Moravecká

odbytová s.r.o. dále dle slov agronoma uplatňuje bezorebné technologie, půda je obdělávána s využitím podmítky. Posklizňové zbytky jsou zapraveny do půdy, nezůstávají na 20 resp. 30% povrchu tak, aby bylo možné hovořit o půdoochranné technologii.

Tab. Výpočet faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky.

plodina	pěstební období	trvání období	C _i	R _i	C _i x R _i
pšenice ozimá	1	1.9. - 30.9.	0,65	0,070	0,046
	2	1.10. - 31.10.	0,70	0,005	0,004
	3	1.11. - 30.4.	0,45	0,005	0,002
	4	1.5. - 10.8.	0,08	0,740	0,059
	5a	11.8. - 20.8.	0,25	0,090	0,023
řepka ozimá	2	21.8. - 31.9.	0,70	0,160	0,112
	3	1.10. - 30.4.	0,45	0,010	0,005
	4	1.5. - 20.7.	0,08	0,543	0,043
	5a	21.7. - 31.8.	0,25	0,377	0,094
jamí ječmen	1	1.9. - 31.3.	0,65	0,075	0,049
	2	1.4. - 30.4.	0,70	0,005	0,004
	3	1.5. - 31.5.	0,45	0,100	0,045
	4	1.6. - 10.8.	0,08	0,640	0,051
	5a	11.8. - 31.8.	0,25	0,180	0,045
pšenice ozimá	1	1.9. - 30.9.	0,65	0,070	0,046
	2	1.10. - 31.10.	0,70	0,005	0,004
	3	1.11. - 30.4.	0,45	0,005	0,002
	4	1.5. - 10.8.	0,08	0,740	0,059
	5a	11.8. - 31.8.	0,25	0,180	0,045
pšenice ozimá	1	1.9. - 30.9.	0,65	0,070	0,046
	2	1.10. - 31.10.	0,70	0,005	0,004
	3	1.11. - 30.4.	0,45	0,005	0,002
	4	1.5. - 10.8.	0,08	0,740	0,059
	5a	11.8. - 20.8.	0,25	0,090	0,023
řepka ozimá	2	21.8. - 31.9.	0,70	0,160	0,112
	3	1.10. - 30.4.	0,45	0,010	0,005
	4	1.5. - 20.7.	0,08	0,543	0,043
	5a	21.7. - 31.8.	0,25	0,377	0,094
jamí ječmen	1	1.9. - 31.3.	0,65	0,075	0,049
	2	1.4. - 30.4.	0,70	0,005	0,004
	3	1.5. - 31.5.	0,45	0,100	0,045
	4	1.6. - 10.8.	0,08	0,640	0,051
	5a	11.8. - 31.8.	0,25	0,180	0,045
suma:				7,00	1,317
celková hodnota C daného osevního postupu:					0,188

Hodnoty C pro konkrétní osevní postupy by se ideálně mohly přibližovat hodnotě C uvedené pro příslušný klimatický region - 0,216 pro klimatický region 6. Tato hodnota reprezentuje průměrný dlouhodobý sled plodin v těchto podmínkách. Skutečná hodnota C na řešených půdních blocích se může lišit v souladu s konkrétním osevním postupem, v závislosti na použité agrotechnice.

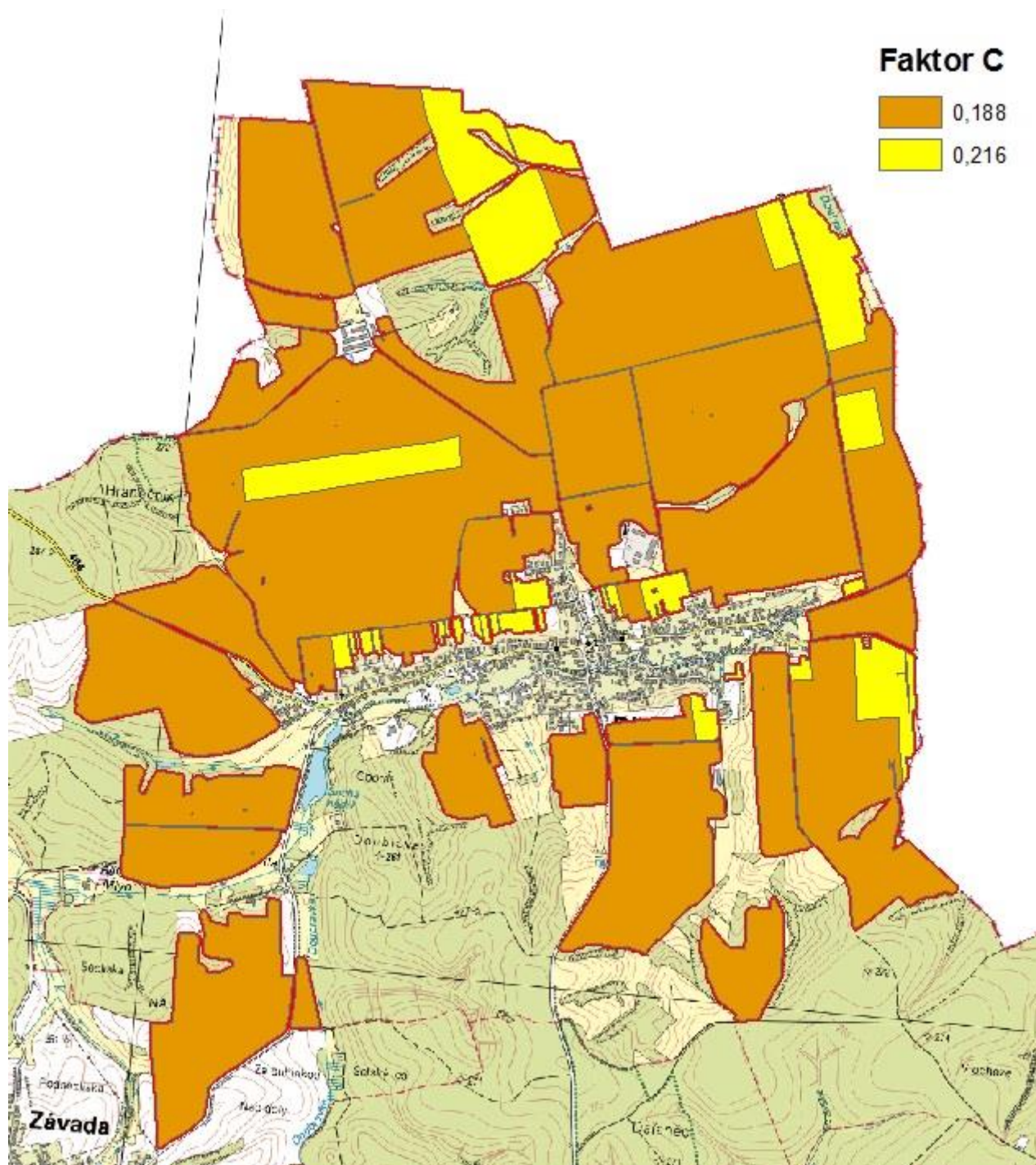
V současné době se však ustupuje od osevních postupů, zemědělci vysévají dle aktuálních požadavků trhu. Hodnota příslušná ke klimatickému regionu 6 je využita pro výpočet eroze na pozemcích, kde nehospodaří Moravecká odbytová s.r.o.

Jako druhá je ve výpočtech využita hodnota $C = 0,55$. Jedná se o hodnotu testující odolnost půdy k erozi v podmínkách intenzivního využívání širokořádkových plodin. Tuto hodnotu lze správně uvažovat pouze na plochách s erozní ohrožeností dle LPIS A1 – bez opatření. Na plochách, kde se vyskytují plochy MEO, upravují využití plodin a agrotechniku standardy GAEC.

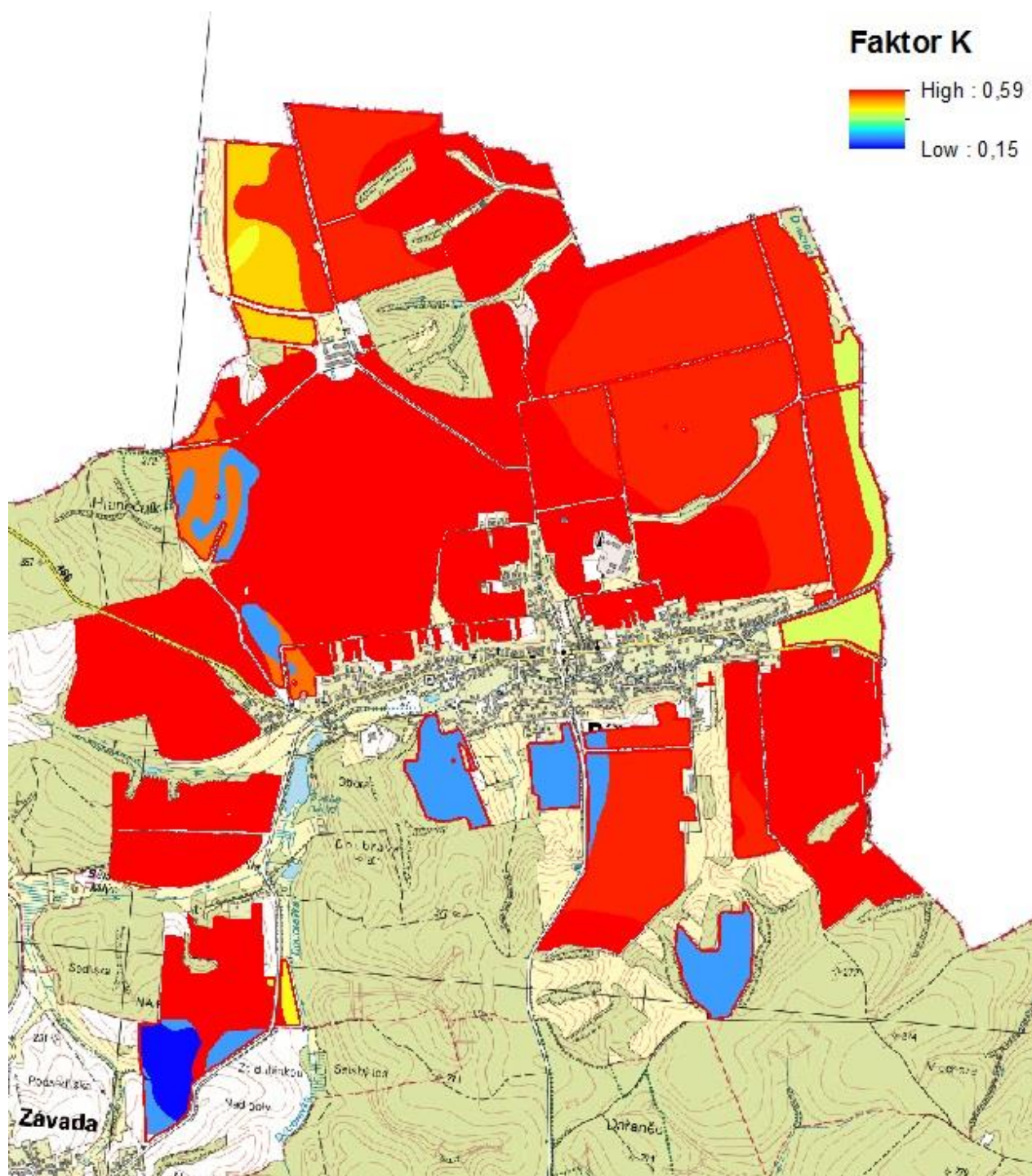
Faktor účinnosti protierozních opatření **P** bude do výpočtu eroze vstupovat až v souvislosti s návrhy v souladu s metodikou PEO.

4.2 Přiblížení jednotlivých gridů

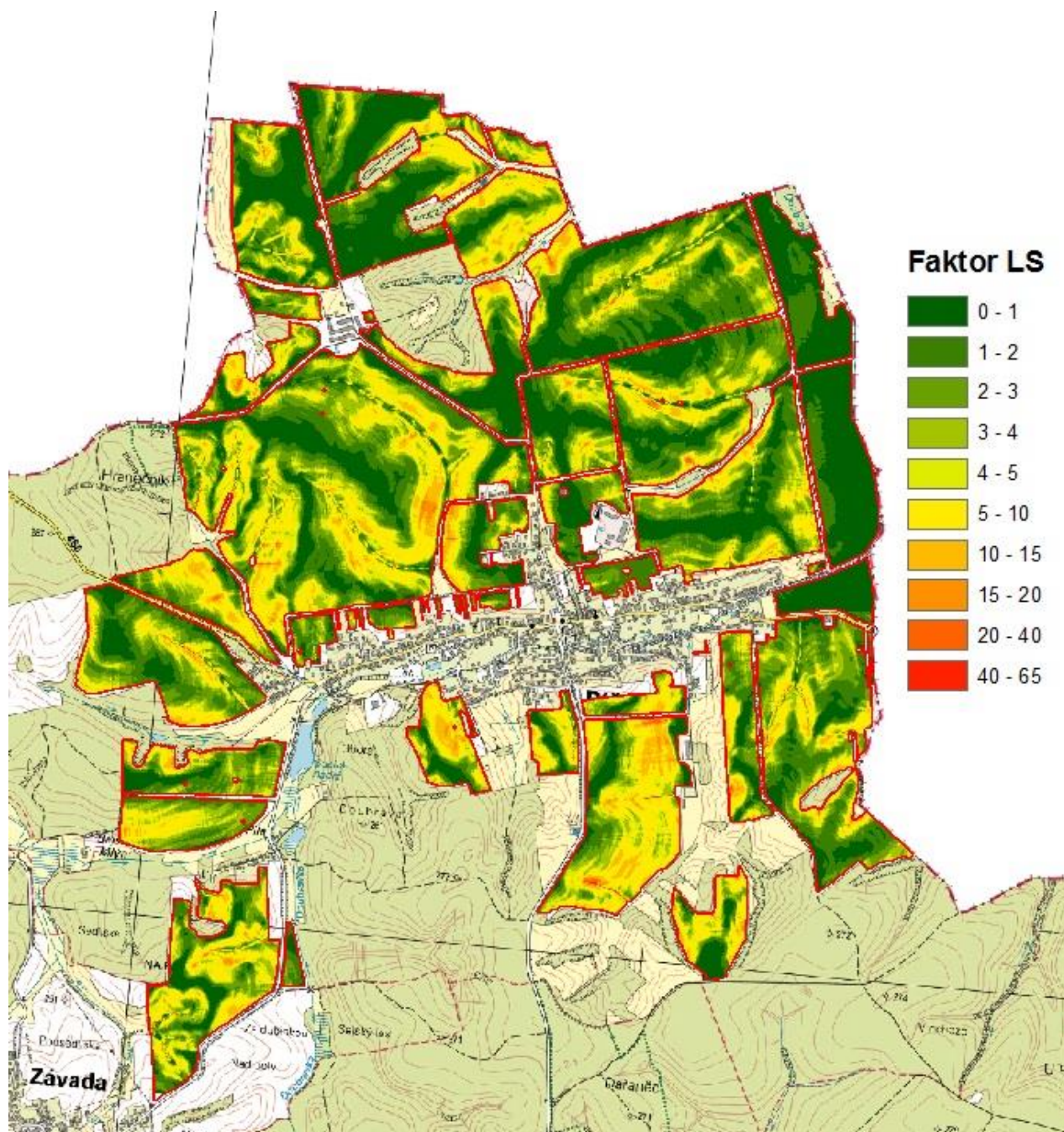
Pro faktor R není třeba vytvářet grid, neboť je v celé ploše shodný a lze jej tudíž v nástroji mapové algebry, který slouží k výpočtu půdního smyvu, zadat jako konstantu. To samé se týká faktoru P, který není využit (resp. jeho hodnota je 1).



Obr. Hodnoty vyjadřují současnou hodnotu faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky C.



Obr. Hodnoty faktoru erodovatelnosti půdy K.



Obr. Hodnoty součinu faktorů L a S (LS) získané s využitím programu USLE2D.

5. Protierozní agrotechnická opatření

Erozi ohrožená orná půda by neměla zůstat bez dostatečného vegetačního krytu, anebo alespoň bez krytu z posklizňových zbytků (strniště), zejména v období častého výskytu přívalových dešťů (od poloviny května do počátku září).

V první třetině tohoto období mají nedostatečnou pokrývnost okopaniny, zvláště kukuřice. V tomto období přívalových dešťů lze ornou půdu výrazně ohroženou erozí chránit osevními postupy bez těchto plodin. Při pěstování kukuřice lze její ochranný účinek podstatně zvýšit přímým výsevem do hrubé brázdy a bezorebným výsevem do strniště. V poslední třetině období přívalových dešťů jsou zvláště intenzivně postihována erozí pole připravená k setí a osetá letními meziplojinami a ozimou řepkou. Východiskem je letní bezorebné setí meziplojin a ozimé řepky, které se při dostatečné PEO výnosově vyrovnává tradičnímu setí do zorané půdy.

Při tání sněhu dochází ke značným smyvům půdy z pozemků s pozdním výsevem ozimé pšenice. Povrch půdy je předseťovou přípravou a setím rozmělněný a urovnaný, což jsou rozhodující předpoklady pro intenzivní odnos zeminy z půdního povrchu, zatímco ochranný účinek pozdě vzešlé pšenice je nepatrný. Z toho vyplývá požadavek vysévat ozimou pšenici na erozně ohrožených pozemcích přednostně na začátku agrotechnické lhůty.

Vlastní protierozní agrotechnika, tj. způsob obdělávání zemědělské půdy, v první řadě směr orby, setí a všechny ostatní kultivační i sklizňové operace by měly být vždy prováděny, pokud to sklon a systém mechanizačních prostředků dovolí, ve směru vrstevnic nebo nejvýše s malým odklonem od tohoto směru. Zpracování půdy ve směru vrstevnic snižuje smyv půdy na svahu o sklonu 2–7 % o 40 %, na svahu 7–12 % o 30 %, na svahu 12–18 % o 10 %.

V PEO se velmi účinně uplatňují podsevy nebo meziplojiny, které se vysévají po sklizni hlavní plodiny. K tomu se hodí např. hořčice, svazenka apod., jejichž porosty přes zimu vymrznou. Je možno rovněž použít ozimý ječmen a žito, ječmen nebo jilek mnohokvětý, jejichž porosty je nutno před výsevem hlavní plodiny na jaře umrtvit herbicidy pokud možno bez dalších reziduálních účinků. Ve srovnání s výsevem do zorané půdy snižuje bezorebný výsev kukuřice do meziplojiny smyv půdy na čtvrtinu až desetinu podle hustoty meziplojin. Bezorebné setí obilovin, zvláště na mělkých půdách na sklonech nad 15 % snižuje smyv půdy na třetinu až desetinu a přitom spotřeba energie na bezorebné setí je poloviční.

Při pěstování brambor na erozí ohrožených pozemcích je výhodné jejich zařazení po víceletých pícninách. Účinným protierozním opatřením v bramborách je příčné hrázkování v brázdách brambor, které omezuje povrchový odtok v brázdách a zvyšuje akumulaci vody na pozemku. Hrázkování se doporučuje zařazovat na svahy maximálně 300 m dlouhé, kde omezuje smyv půdy na sklonech 2–6 % na 15 % a na sklonech 6–10 % na 60 %.

Agrotechnická protierozní opatření se mohou uplatnit jako jeden z vhodných způsobů řešení protierozní ochrany v Píšti. Jedná se o soubor opatření vedoucích k zvýšení infiltrační schopnosti půdy, zvýšení protierozní odolnosti půdy a k zajištění vyšší ochrany povrchu půdy před přívalovými srážkami v období, kdy není půda dostatečně kryta plodinami. Vliv na snížení eroze i na snížení povrchového odtoku je u těchto opatření významný. Při aplikaci půdoochranného obdělávání v porostu širokořádkové plodiny klesá povrchový odtok ze $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ na $25 - 42 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Využití agrotechnických opatření vyžaduje speciální stroje. K posouzení možnosti využití agrotechnických opatření a případné volbě vhodné agrotechniky by tedy bylo zapotřebí zjistit, jakými stroji zde hospodařící subjekty disponují, resp. jaké jsou jejich možnosti pořízení či zapůjčení speciálních strojů. Protierozní agrotechnika podle ČSN 75 4500 představuje zejména protierozní orbu prováděnou otočnými radličnými pluhy, kultivaci půdy pomocí radličkových či rotačních kypřičů bez obracení půdy, setí do nezpracované půdy, mulčování. Také se může jednat o výsev do ochranné plodiny či strniště, hrázkování, vrstevnicové obdělávání. Agrotechnická protierozní opatření se provádějí ve směru vrstevnic nebo s malým odklonem od vrstevnic.

5.1 Půdoochranné technologie

Navrhuje se půdoochranné obdělávání. Jedná se o minimalizační způsoby obdělávání s různým stupněm redukce zpracování půdy rozšířené o ponechávání posklizňových zbytků nebo využití mezipločin. Běžně je uváděno, že se půdoochranné vyznačuje ponecháním alespoň 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy. Jedná se tedy o pojem, který pod sebou může skrývat mnohé metody hospodaření, rozhodující je ponechání alespoň 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy. Půda se neoře, ale jen kypří kypřiči, stroje půdu nepřeklápí, ale drobí, na povrchu půdy se tvoří mulč (nastýlka). Šetrné kypření nahrazující orbu pomáhá vytvořit a udržet stabilní strukturu půdy. Zbytky rostlin se na povrchu nechávají, protože přítomnost rostlinného materiálu na povrchu půdy zpomaluje povrchový odtok, zlepšuje podmínky pro vsakování a půda je tak chráněna před destruktivními účinky dopadajících kapek. Tam, kde půda není chráněna, především po orbě a předseťové přípravě, dochází účinkem dopadajících kapek k vyšší míře rozrušování a rozplavování půdních agregátů a slévání půdy, čímž se ucpou póry a povrchový odtok je navýšen.

Půdoochranné technologie s výsevem do nezpracované půdy, nebo do vymrzající či přezimující, chemicky likvidované mezipločiny nejsou u nás příliš rozšířené, avšak výhledově lze očekávat zvýšený zájem o tyto technologie, zejména v souvislosti s již zavedenou dotační podporou pěstování mezipločin. Význam zavádění mezipločin tkví zejména v obohacení půdy o snadno rozložitelnou organickou hmotu zvyšující mikrobiální aktivitu v půdě, zlepšení půdní struktury, omezení ztráty dusíku, snížení vodní i větrné eroze, urychlení rozkladu slámy, potlačení plevelů. Dále jsou vhodné k přerušování osevních postupů s vysokým podílem obilnin, které jsou na pozemcích v okolí Píště aplikovány.

Speciální stroje nutné k půdoochrannému zpracování půdy:

K aplikaci půdoochranných technologií potřebujeme kromě postřikovačů a další techniky zejména kypřiče, neboť zpracování půdy nikdy zcela vynechat nelze. Kypření má příznivý dopad na infiltraci mj. také narušením půdního škraloupu. Snižuje tak povrchový odtok i půdní smyv.

Kypřiče se dělí do dvou skupin:

- s pasivními pracovními orgány – radličkové kypřiče
- s aktivními pracovními orgány – rotační kypřiče

Radličkové kypřiče podřezávají půdu v celém záběru, půdu nepromíchávají. Na povrchu půdy ponechávají až 70% rostlinných zbytků. Oproti tomu rotační kypřiče promísí půdu v celém profilu a zanechávají tak na povrchu méně rostlinných zbytků. Kypřiče bývají součástí tzv. kombinovaných secích strojů, tj. secích strojů s kypřiči. Těch se využívá zejména u obilovin.

5.2 Vliv aplikace půdoochranných technologií na hodnotu faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky

Využití půdoochranných technologií významným způsobem změní hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky, který má významný vliv na celkovou ztrátu půdy vodní erozí. V následující tabulce je vypočten faktor ochranného vlivu vegetace a agrotechniky pro osevní postup uplatňovaný Moraveckou odbytovou s.r.o. (resp. firmou Opavice a.s.) V souladu s metodikou se uvažuje setí do strniště a ponechání slámy po sklizni.

Hodnota faktoru C se snížila z 0,188 na 0,093, tj. o 0,095. Lze předpokládat, že aplikací půdoochranných technologií dojde k obdobnému snížení hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky i na pozemcích, kde byla hodnota faktoru C stanovena na základě klimatického regionu - 0,216 pro klimatický region 6. Tato hodnota by mohla být aplikací půdoochranných technologií snížena na 0,121.

Tab. Výpočet faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky – půdoochranné technologie.

plodina	pěstební období	trvání období	Ci	Ri	Ci x Ri
pšenice ozimá	1	1.9. - 31.9.	0,25	0,070	0,018
	2	1.10. - 31.10.	0,25	0,005	0,001
	3	1.11. - 30.4.	0,20	0,005	0,001
	4	1.5. - 10.8.	0,08	0,740	0,059
	5b	11.8. - 20.8.	0,04	0,090	0,004
řepka ozimá	2	21.8. - 30.9.	0,25	0,160	0,040
	3	1.10. - 30.4.	0,20	0,010	0,002
	4	1.5. - 20.7.	0,08	0,543	0,043
	5b	21.7. - 31.8.	0,04	0,377	0,015
jarní ječmen	1	1.9. - 31.3.	0,25	0,075	0,019
	2	1.4. - 30.4.	0,25	0,005	0,001
	3	1.5. - 31.5.	0,20	0,100	0,020
	4	1.6. - 10.8.	0,08	0,640	0,051
	5b	11.8. - 31.8.	0,04	0,180	0,007
pšenice ozimá	1	1.9. - 30.9.	0,25	0,070	0,018
	2	1.10. - 31.10.	0,25	0,005	0,001
	3	1.11. - 30.4.	0,20	0,005	0,001
	4	1.5. - 10.8.	0,08	0,740	0,059
	5b	11.8. - 31.8.	0,04	0,180	0,007
pšenice ozimá	1	1.9. - 30.9.	0,25	0,070	0,018
	2	1.10. - 31.10.	0,25	0,005	0,001
	3	1.11. - 30.4.	0,20	0,005	0,001
	4	1.5. - 10.8.	0,08	0,740	0,059
	5b	11.8. - 20.8.	0,04	0,090	0,004
řepka ozimá	2	21.8. - 30.9.	0,25	0,160	0,040
	3	1.10. - 30.4.	0,20	0,010	0,002
	4	1.5. - 20.7.	0,08	0,543	0,043
	5a	21.7. - 31.8.	0,04	0,377	0,015
jarní ječmen	1	1.9. - 31.3.	0,25	0,075	0,019
	2	1.4. - 30.4.	0,25	0,005	0,001
	3	1.5. - 31.5.	0,20	0,100	0,020
	4	1.6. - 10.8.	0,08	0,640	0,051
	5a	11.8. - 31.8.	0,04	0,180	0,007
suma:				7,00	0,65
celková hodnota C daného osevního postupu:					0,093

6. Návrh protierozních opatření

Aplikací navrhovaných opatření dojde ke snížení průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí pod přijatelnou mez určenou hloubkou půdy v jednotlivých částech řešených pozemků (zcela dominantně $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$).

K ochraně půdy před vodní erozí se navrhuje opatření, která mají za účel ochranu půdy před účinky deště, podporu infiltrace, zlepšení soudržnosti půdy, omezení unášecí schopnosti vody a povrchového odtoku, neškodné odvádění povrchové vody a zachycování smytého materiálu.

Vyloučení erozně náchylných plodin, často uplatňované protierozní opatření, se neuvažuje. Konzultací struktury osévaných plodin s agronomem Moravecké odbytové s.r.o. bylo zjištěno, že se širokořádkové plodiny ve správním území Píště prakticky neuplatňují.

Navržena jsou opatření agrotechnického charakteru. Moravecká odbytová s.r.o. již dnes hospodaří, dle slov agronoma, bezorebně. V této souvislosti se nabízí aplikace půdoochranných technologií. Jedná se o minimalizační způsoby obdělávání s různým stupněm redukce zpracování půdy rozšířené o ponechávání posklizňových zbytků nebo využití meziplodin. Půdoochranná technologie se vyznačuje ponecháním alespoň 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy. Půda se neoře, ale jen kypří kypřiči, stroje půdu nepřeklápí, ale drobí, na povrchu půdy se tvoří mulč (nastýlka). Šetrné kypření nahrazující orbu pomáhá vytvořit a udržet stabilní strukturu půdy. Zbytky rostlin se na povrchu nechávají, protože přítomnost rostlinného materiálu na povrchu půdy zpomaluje povrchový odtok, zlepšuje podmínky pro vsakování a půda je tak chráněna před destruktivními účinky dopadajících kapek.

Dalším opatřením je zatravnění nepřipustně vysoce ohrožených částí pozemků. Nutný rozsah zatravnění je závislý na uvažované agrotechnice. V každém případě je však vhodné zatravnit dráhy soustředěného odtoku (údolnice), které vodní erozí extrémně trpí. Dráhy soustředěného povrchového odtoku zpevněné vegetačním krytem jsou schopny bezpečně bez projevů eroze odvést povrchový odtok, ke kterému dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny, zejména na příčně zvlněných pozemcích, v úžlabinách a údolnicích v době přívalových dešťů nebo jarního tání, kdy soustředěně po povrchu odtékající voda v těchto místech zpravidla způsobuje erozní rýhy. Nejvhodnější ochranou těchto exponovaných míst je vegetační kryt, nejlépe zatravnění. Vegetační kryt údolnice ovlivňuje rychlost pohybu vody v údolnici. Kořenový systém v závislosti na své hustotě a kvalitě zpevňuje půdu a redukuje odnos půdních částic. Ochranný účinek zatravnění proti vodní erozi spočívá především v útlumu kinetické energie, ve snížení rychlosti a množství povrchově stékající vody projevujících se ve snížení její vymílací a transportní schopnosti a také v mechanickém zpevnění půdy kořenovým systémem.

Dostatečný podíl výběžkatých trav musí být základem každého porostu určeného k protierozní funkci, protože právě výběžkaté druhy mají nejvyšší účinek a zajišťují vytrvalost porostu. Zatravnění je navrženo v minimálním potřebném rozsahu, který zahrnuje plochy erozně ohrožené. Lze předpokládat, že v rámci racionalizace hospodaření na dotčených půdních blocích budou plochy navržené k zatravnění zvětšeny.

Návrhy v detailu, včetně jejich vlivu na průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy vodní erozí, je možné vyčíst z mapové přílohy a sumarizačních tabulek, které jsou součástí této kapitoly.

6.1 Dílčí výstupy sloužící k návrhu protierozních opatření

Návrhy konkrétních PEO by měly hospodařící subjekty pokud možno zasáhnout co nejméně a přitom účinně ochránit zemědělský půdní fond.

Jako podklad pro návrhy PEO slouží gridy s půdním smyvem. Ty byly vytvořeny s využitím gridů reprezentujících různé způsoby hospodaření, které určují hodnotu faktoru ochranného vlivu vegetace a agrotechniky. Hodnoty faktoru C představují následující způsoby hospodaření:

- osevní postup Moravecké odbytové s.r.o. a firmy Opavice a.s. ($C=0,188$) resp. C pro příslušný klimatický region tam, kde nehospodaří ($C=0,216$)
- střídání širokořádkových plodin ($C=0,55$)
- stávající struktura zemědělských plodin při změně agrotechniky – využití půdoochranných technologií ($C=0,093$ resp. $0,121$ tam, kde nehospodaří Moravecká odbytová s.r.o. a Opavice a.s.)

Gridy s průměrnou dlouhodobou ztrátou půdy vodní erozí pro jednotlivé způsoby hospodaření jsou v mapové příloze.

Z vyhodnocení jednotlivých gridů vychází následující závěry:

- bez omezení širokořádkových plodin je možné využívat jen velmi omezené plochy
- bez využití půdoochranných technologií je potřebný rozsah protierozních opatření velice významný, realizace protierozních opatření by nepřijatelně omezovala hospodařící subjekty
- při využití půdoochranných technologií je možné další opatření, jako zatravnění nepřipustně vysoce ohrožených částí pozemků, omezit pouze na údolnice a jednotlivé, velice výrazně svažité části pozemků, kde se klon svahu orientačně pohybuje kolem 20%

6.2 Stanovení stupně erozní ohroženosti jednotlivých pozemků

Stupeň erozní ohroženosti pozemků (SEOP) je vyhodnocen dle následujících podmínek.

Tab. Vyhodnocení SEOP (G – aktuální ztráta půdy; G_p – přípustná ztráta půdy)

Ztráta půdy	SEOP
$G \leq 1 \times G_p$	Nepatrná
$G \leq 2 \times G_p$	Střední
$G \leq 3 \times G_p$	Silná
$G > 3 \times G_p$	Velmi silná

Některé pozemky jsou erozním smyvem nad úrovní přípustné ztráty půdy postiženy na větší ploše, celkově však platí, že je zde nadměrná eroze spojena spíše s lokálně více se svažujícími úseky svahů a zejména s údolnicemi, kde dochází ke koncentraci povrchového odtoku. Zde pak míra erozního smyvu (pro stávající způsob hospodaření) přesahuje i $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Následující tabulka přibližuje maximální hodnoty smyvu v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ pro jednotlivé půdní bloky při současném způsobu hospodaření. Na půdních blocích se často vyskytuje více bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Porovnáním přípustného smyvu pro dané BPEJ (G_p) dle hloubky půdy a hodnoty smyvu $G_{\max}$ byl stanoven SEOP. V úvahu byly vzaty maximální hodnoty, které se v rámci půdního bloku vyskytují častěji (nikoliv ojedinělé extrémní hodnoty). Přesto lze konstatovat, že průměrná či nejčastější hodnota smyvu na půdních blocích je vždy výrazně nižší než hodnota uvažovaná při stanovování SEOP. Tato skutečnost se odrazí v návrzích protierozní ochrany (PEO), kde budou navržena opatření často jen na vybraných částech půdních bloků. Tam, kde byl přípustný smyv překročen jen nepatrně a na zanedbatelné ploše se konstatuje, že PEO není potřeba.

V následující tabulce Vyhodnocení SEOP a nutnosti vypracování návrhů PEO jsou uvedeny pouze půdní bloky, pro které se počítal půdní smyv, tedy půdní bloky s ornou půdou.

Tab. Vyhodnocení SEOP a nutnosti vypracování návrhů PEO (ANO – dotčen návrhy PEO).

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	C	G_{max} (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G_p (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	SEOP	návrhy PEO
4301/3	1,14	2,20	0,216	2	10 (4)	nepatrná	NE
4301/4	5,25	1,40	0,216	3	10; 4	nepatrná	NE
4301/5	2,14	1,80	0,216	3	10 (4)	nepatrná	NE
4301/6	0,28	1,70	0,216	2	10	nepatrná	NE
4301/7	0,63	2,50	0,216	4	10 (4)	nepatrná	NE
4301/8	0,81	2,40	0,216	4	10 (4)	nepatrná	NE
4301/9	0,28	1,70	0,216	2	10	nepatrná	NE
4303	1,34	1,80	0,216	3	10	nepatrná	NE
4304	1,44	1,90	0,216	4	10 (4)	nepatrná	NE
4401/1	0,46	6,20	0,216	11	10	střední	NE
4402	44,21	4,60	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
4403/3	19,54	2,10	0,188	4	10; 4	nepatrná	NE
4403/6	1,10	2,80	0,216	5	10 (4)	nepatrná	NE
4404	2,36	2,40	0,216	3	10 (4)	nepatrná	NE
4501/1	36,21	5,30	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
4501/4	0,78	3,10	0,216	8	10	nepatrná	NE
4501/5	0,85	4,50	0,216	13	10	střední	NE
4501/6	9,03	4,30	0,216	přes 30	10	velmi silná	ANO
4501/7	1,26	5,70	0,216	přes 30	10	velmi silná	ANO
4501/9	0,45	4,10	0,216	8	10	nepatrná	NE
4503	15,03	6,10	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
4504/1	9,00	1,40	0,188	4	4 (10)	nepatrná	NE
4505	2,68	4,00	0,216	23	10	silná	ANO
4506	0,25	3,70	0,216	5	10	nepatrná	NE
4601	12,44	7,40	0,216	22	10	silná	ANO
5201	3,78	7,10	0,216	27	10	silná	ANO
5301/2	21,04	4,70	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
5302/1	60,47	4,00	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
5302/3	2,64	1,60	0,216	17	10	střední	ANO
5302/4	0,98	2,70	0,216	15	10	střední	ANO
5402	10,71	4,10	0,188	27	10	silná	ANO
5403/1	20,78	4,00	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
5404	46,01	4,40	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
5405	0,33	3,80	0,216	14	10	střední	NE
5406	1,84	4,30	0,188	11	10	střední	NE
5501/1	7,54	6,80	0,216	přes 30	10 (4)	velmi silná	ANO

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	C	G_{max} (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G_p (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	SEOP	návrhy PEO
5505/1	4,17	7,40	0,188	28	10	silná	ANO
5505/4	0,23	8,10	0,216	29	10	silná	ANO
5506	0,43	5,90	0,216	13	10	střední	ANO
5507	0,32	5,80	0,216	12	10	střední	NE
5509	0,59	7,40	0,216	22	10	silná	ANO
5510	0,52	5,00	0,216	20	10	střední	ANO
5603/5	42,72	6,60	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
6301/1	0,33	4,00	0,188	9	10	nepatrná	NE
6302/2	4,99	5,80	0,188	13	10	střední	ANO
6303/1	31,05	4,30	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
6304/4	4,45	6,80	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
6304/5	12,34	6,80	0,216	přes 30	10	velmi silná	ANO
6304/6	39,28	2,60	0,188	25	10	silná	ANO
6304/7	14,50	6,40	0,216	přes 30	10	velmi silná	ANO
6401/1	12,42	5,60	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
6402/4	13,97	4,80	0,216	přes 30	10	velmi silná	ANO
6402/8	121,69	5,80	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
6501/1	12,66	7,00	0,188	25	10	silná	ANO
6503/2	3,29	5,30	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
6503/4	1,17	4,60	0,216	11	10	střední	NE
6504	2,79	5,30	0,188	25	10	silná	ANO
6506	0,20	6,50	0,216	12	10	střední	NE
6507	0,20	2,70	0,216	4	10	nepatrná	NE
6508	0,34	7,50	0,216	8	10	nepatrná	NE
6509	0,24	8,90	0,216	4	10	nepatrná	NE
6510	0,24	4,20	0,216	5	10	nepatrná	NE
6510/1	0,11	4,60	0,216	6	10	nepatrná	NE
6511	0,32	5,50	0,216	9	10	nepatrná	NE
6601	2,41	4,20	0,188	8	10; 4	nepatrná	NE
7301/3	10,08	6,70	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
7501	17,24	5,30	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
7502	36,02	4,70	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
7503	15,28	5,90	0,188	přes 30	10	velmi silná	ANO
7601/1	0,75	9,90	0,216	přes 30	10	velmi silná	ANO
7601/6	1,88	8,50	0,216	přes 30	10	velmi silná	ANO
7601/7	36,09	6,60	0,188	přes 30	10 (4)	velmi silná	ANO
7603/6	15,19	5,50	0,188	přes 30	10 (4)	velmi silná	ANO

6.3 Souhrn a vyhodnocení navržených opatření

Navržená opatření je možné vyčíst z mapové přílohy, kde jsou následující mapy:

- 7.1 Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí pro současný způsob hospodaření
- 7.2 Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí pro širokořádkové plodiny
- 7.3 Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí při aplikaci půdoochranných technologií
- 7.4 Minimální potřebný rozsah zatravnění při současném způsobu hospodaření na podkladu dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí
- 7.5 Minimální potřebný rozsah zatravnění při aplikaci půdoochranných technologií na podkladu dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí
- 7.6 Návrh protierozních opatření
- 7.7 Vyhodnocení průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí po realizaci navržených protierozních opatření

Mapová příloha 7.6 představuje návrh protierozních opatření. Kromě zákresu opatření navržených ke snížení vodní eroze (zatravnění, půdoochranné technologie) jsou zde vyznačeny plochy, které jsou vhodné k intenzivnímu pěstování širokořádkových plodin. Na těchto plochách nedojde k nepřipustně vysoké erozi ani při jejich nepřetržitém pěstování. Některé pozemky jsou ponechány bez návrhů. Tyto pozemky netrpí nepřipustně vysokou ztrátou půdy vodní erozí při současném způsobu hospodaření. Rozsah navrženého zatravnění se omezuje na minimum.

Návrhy na jednotlivých půdních blocích v hektarech (ha) jsou vyjádřené v následující tabulce. Z porovnání hodnot maximální přípustné ztráty půdy vodní erozí a půdního smyvu při realizaci navržených opatření vychází výrazné snížení stupně erozní ohroženosti pozemků (SEOP). Opět platí, že v úvahu byly vzaty maximální hodnoty, které se v rámci půdního bloku vyskytují častěji (nikoliv ojedinělé extrémní hodnoty). Cílem protierozní ochrany je snížit ztrátu půdy vodní erozí pod limit daný maximální přípustnou ztrátou (G_p). Tomuto stavu odpovídá nepatrná ztráta půdy (SEOP). Tohoto stavu bylo dosaženo na většině plochy, jak je patrné z mapové přílohy 7.7. Jak je možné vyčíst z tabulky, na většině půdních bloků se navrženými opatřeními podařilo významně zmírnit ohroženost půdy vodní erozí. V současnosti je většina půdních bloků, ačkoliv jen na nepatrných plochách, ohrožena velmi silně, ztráta půdy zde tedy více než 3x překračuje přípustnou mez. Po realizaci navržených opatření bude sice většina půdních bloků stále ohrožena erozí, avšak již jen na úrovni středního stupně. Střední ohrožení (SEOP) se navíc týká pouze malých až zanedbatelných ploch, kde nebylo řešení protierozní ochrany vyhodnoceno jako racionální.

Tab. Vyhodnocení návrhů PEO na jednotlivých půdních blocích včetně stanovení SEOP pro návrhový stav.

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	zatravnění (ha)	půdoochranné technologie (ha)	$G_{\max}$ (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G_p (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	SEOP
4402	44,21	4,60	3,99	40,22	12	10	střední
4501/1	36,21	5,30	5,26	30,95	11	10	střední
4501/6	9,03	4,30	0,49	8,54	10	10	nepatrná
4501/7	1,26	5,70	0,39	0,11	8	10	nepatrná
4503	15,03	6,10	1,02	14,01	10	10	nepatrná
4505	2,68	4,00	0,00	2,68	12	10	střední
4601	12,44	7,40	0,00	12,44	12	10	střední
5201	3,78	7,10	0,64	3,14	11	10	střední
5301/2	21,04	4,70	1,75	19,29	11	10	střední
5302/1	60,47	4,00	5,69	54,78	12	10	střední
5302/3	2,64	1,60	0,57	2,07	10	10	nepatrná
5302/4	0,98	2,70	0,18	0,80	7	10	nepatrná
5402	10,71	4,10	0,00	10,71	11	10	střední
5403/1	20,78	4,00	2,98	17,80	9	10	nepatrná
5404	46,01	4,40	5,15	40,86	11	10	střední
5501/1	7,54	6,80	0,46	7,08	12	10 (4)	střední
5505/1	4,17	7,40	0,24	3,93	11	10	střední
5505/4	0,23	8,10	0,11	0,12	10	10	nepatrná
5506	0,43	5,90	0,16	0,27	9	10	nepatrná
5509	0,59	7,40	0,00	0,59	12	10	střední
5510	0,52	5,00	0,00	0,52	11	10	střední
5603/5	42,72	6,60	10,06	32,66	13	10	střední
6302/2	4,99	5,80	0,00	4,99	7	10	nepatrná
6303/1	31,05	4,30	2,29	28,76	12	10	střední
6304/4	4,45	6,80	0,88	3,57	11	10	střední
6304/5	12,34	6,80	4,74	7,60	11	10	střední
6304/6	39,28	2,60	1,23	38,05	8	10	nepatrná
6304/7	14,50	6,40	5,61	8,89	11	10	střední
6401/1	12,42	5,60	2,73	9,69	9	10	nepatrná
6402/4	13,97	4,80	3,02	10,95	11	10	střední
6402/8	121,69	5,80	22,35	99,34	12	10	střední
6501/1	12,66	7,00	0,44	12,22	8	10	nepatrná
6503/2	3,29	5,30	0,59	2,70	8	10	nepatrná
6504	2,79	5,30	0,00	2,79	11	10	střední
7301/3	10,08	6,70	1,84	8,24	11	10	střední
7501	17,24	5,30	0,67	16,57	11	10	střední

PB	výměra (ha)	průměrná sklonitost (°)	zatravnění (ha)	půdoochranné technologie (ha)	$G_{\max}$ (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G_p (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	SEOP
7502	36,02	4,70	4,57	31,45	12	10	střední
7503	15,28	5,90	2,79	12,49	11	10	střední
7601/1	0,75	9,90	0,20	0,55	9	10	nepatrná
7601/6	1,88	8,50	0,89	0,99	12	10	střední
7601/7	36,09	6,60	3,05	33,04	12	10 (4)	střední
7603/6	15,19	5,50	1,34	13,85	10	10 (4)	nepatrná

Celkově se na uvedených půdních blocích navrhuje:

98,34 ha k zatravnění

650,32 ha k aplikaci půdoochranných technologií

52,21 ha orné půdy je vhodných k intenzivnímu pěstování širokořádkových plodin.

7. Snížení hodnot přímého odtoku

K ochraně půdy před vodní erozí se navrhuje opatření, která mají mj. za účel podporu infiltrace a omezení povrchového odtoku. Vyhodnocen je účinek aplikace půdoochranných technologií v kombinaci se zatravněním ploch v nezbytném rozsahu, kde úprava agrotechniky nestačí.

Tato kombinace opatření má výrazný pozitivní vliv na odtokové poměry. Z výsledků vyplývá, že odtok z území, reprezentován objemem přímého odtoku a kulminačními průtoky při Q_{100} , klesl v průměru o 17 %. Ke kalkulaci vlivu navržených protierozních opatření na povrchový odtok a kulminační průtoky je využita metoda CN křivek. Podle čísla CN křivky je srážka rozdělena na ztráty a efektivní déšť vyvolávající přímý odtok. Čísla CN které reprezentují vlastnosti povodí – půdní poměry, využití území a předchozí vláhové poměry. Metoda CN křivek je použitelná k posuzování vlivu způsobů využívání povodí, protierozních opatření a dalších změn na velikost povrchového odtoku. N-leté průtoky (včetně objemů povodňových vln, časů koncentrace apod.) byly stanoveny postupem vycházejícím z metody čísel odtokových křivek - CN (SCS CN) dle Janečka a kol. (2007).

Tab. N-leté průtoky pro vybraná povodí před a po započtení protierozních opatření (PEO).

Číslo povodí	Popis povodí	Plocha povodí (km ²)	Zdroj dat	Charakteristiky povodně										Specifický odtok při Q ₁₀₀ (m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²)
				100		50		20		5		T _c (hod.)		
				Q (m ³ .s ⁻¹)	V _{PV} (m ³)	Q (m ³ .s ⁻¹)	V _{PV} (m ³)	Q (m ³ .s ⁻¹)	V _{PV} (m ³)	Q (m ³ .s ⁻¹)	V _{PV} (m ³)			
18	Suchá nádrž 1	0,92	Výpočet	5,52	29151	4,49	24024	3,23	17904	1,09	9419	0,73	6,0	
			PEO	4,01	21190	3,16	16918	2,16	11952	0,63	5434			
19	Suchá nádrž 2	0,45	Výpočet	0,69	6436	0,39	4901	0,25	3182	0,07	1110	1,10	1,5	
			PEO	0,62	5740	0,34	4307	0,22	2721	0,06	862			
20	Suchá nádrž 7	1,13	Výpočet	2,19	18159	1,62	13987	1,03	9273	0,30	3471	1,16	1,9	
			PEO	1,99	16547	1,46	12602	0,91	8185	0,25	2860			
20 až 22	Přítok do intravilánu	1,52	Výpočet	3,15	28183	2,37	22019	1,53	14975	0,50	6079	1,28	2,1	
			PEO	2,72	24297	2,01	18657	1,26	12301	0,37	4521			
			PEO - alt.*	2,49	22310	1,82	16954	1,12	10966	0,31	3777			
16	Suchá nádrž 5	0,99	ČHMÚ (2008)	2,93		2,50		1,96		1,20			3,0	
16	Suchá nádrž 5	0,99	Výpočet	3,07	30363	2,47	24978	1,76	18560	0,81	9689	1,63	3,1	
			PEO	1,85	18329	1,42	14313	0,92	9726	0,33	3938			
13	Suchá nádrž 6 - varianta Knesl a Kynčl	1,28	Výpočet	4,07	35092	3,20	28607	2,30	20935	1,04	10497	1,46	3,2	
			PEO	3,51	30197	2,71	24248	1,90	17299	0,80	8088			
13 a 14	Suchá nádrž 6 - varianta Pavlica	1,50	Výpočet	5,24	45106	4,15	37093	3,02	27544	1,42	14354	1,46	3,5	
			PEO	4,35	37471	3,38	30258	2,39	21794	1,03	10464			
10	Suchá nádrž 4	2,67	Výpočet	5,45	53963	4,03	42623	2,54	29552	0,77	12720	1,44	2,0	
			PEO	5,11	50613	3,76	39696	2,34	27185	0,68	11273			
1 až 17	Intravilán Píště	14,54	ČHMÚ (1974)	9,83									0,7	
1 až 17	Intravilán Píště	14,54	ČHMÚ (2013)	17,40		14,40		10,80		6,40			1,2	
1 až 12	Retenční rybník Píšť	11,81	Výpočet	17,15	241712	12,91	191176	8,28	132864	2,85	57592	2,42	1,5	
1 až 12	Retenční rybník Píšť	11,81	ČHMÚ (1967)	11,00									0,9	
1 až 9	Nádrž nad Vojtovým rybníkem	8,50	Výpočet	13,67	181608	10,22	144029	6,49	100572	2,19	44207	2,29	1,6	
			PEO	13,40	178128	10,00	140976	6,33	98085	2,11	42657			
1 až 8	Nádrž nad Bělským mlýnem	7,90	Výpočet	13,30	162791	9,97	128811	6,36	89589	2,06	38921	2,03	1,7	
1 až 8	Nádrž nad Bělským mlýnem	7,90	ČHMÚ (1993)	11,50	288000								1,5	
1 až 4	Násep cesty k mlýnu	5,99	Výpočet	9,07	113963	6,73	89444	4,22	61328	1,23	25525	2,00	1,5	
5	Nad náspem silnice	1,45	Výpočet	1,69	19148	1,18	14425	0,62	9181	0,18	2988	1,36	1,2	
7	Poldr 1-VV	0,86	Výpočet	2,95	23272	2,30	18790	1,57	13531	0,67	6492	1,10	3,4	
3	Poldr W-O2	0,08	Výpočet	0,81	2483	0,67	2075	0,51	1583	0,27	883	0,21	10,1	
2	Poldr W-1	0,12	Výpočet	1,93	5603	1,62	4771	1,26	3750	0,73	2253	0,20	16,1	
1	Poldr W-O3	0,20	Výpočet	0,93	4677	0,74	3810	0,52	2786	0,25	1397	0,74	4,6	

* Rozsah zatravnění odpovídá minimálnímu nutnému rozsahu při stávajícím způsobu hospodaření. K zatravnění je navržena nadpoloviční většina orné půdy v tomto povodí, 31 ha z celkem 60 hektarů.