



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

STUDIE KRAJINNÝCH OPATŘENÍ V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ OBCE HLINSKO

STUDY OF LANDSCAPE PROPOSALS IN THE HLINSKO NEAR PŘEROV CADASTRAL AREA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Stanislav Špaček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. STANISLAV PASEKA, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Stanislav Špaček
Název	Studie krajinných opatření v katastrálním území obce Hlinsko
Vedoucí práce	Ing. Stanislav Paseka, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Janeček, M. a kol. Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika ČZU Praha, 2012.

Hrádek, F. Implementace hydrologického modelu DesQ, VÚMOP Praha 1997.

Dumbrovský, M. a Milerski, R. Vodní hospodářství krajiny II (MODUL01) – studijní opora, Brno: VUT v Brně, 2005.

DesQ - MaxQ 6.0. Program pro výpočet maximálních průtoků na malých povodích, 2009.

Vhodný software.

Dostupné mapové podklady.

Související normy a předpisy.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem bakalářské práce je pomocí DMT a vhodných nástrojů (Arcmap/Atlas) v katastrálním území obce Hlinsko u Přerova stanovit: (i) komplexně erozně hodnotící plochy, (ii) na těchto plochách určit vodní erozi pomocí univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy dle platné metodiky, (iii) provést variantní řešení změnou faktoru ochranného vlivu vegetačního pokryvu, případně i změnou protierozního faktoru, (iv) navrhnout vhodná protierozní opatření (osevní postupy, pásové střídání plodin, apod.), (v) stanovit hydrologické podklady pomocí metody čísel odtokových křivek (CN), (vi) analyzovat kritické body a (vii) nastínit technická opatření proti snížení odtoku vody a eroze v problematických místech (hrázky, přehrážky, apod.). Je cílem, aby student zpracovávané území navštívil osobně a detailně se seznámil s místními podmínkami. Studie by mohla v budoucnu sloužit jako podklad pro pozemkový úřad k případné pozemkové úpravě, ale především k doporučení pěstování vhodných plodin ke snížení eroze a snížení odtoků vody v kritických bodech.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Stanislav Paseka, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je provést charakteristiku zájmového území obce Hlinsko, definovat rozhodující faktory určující povodňovou ohroženost intravilánu obce, určit kritické body a k nim příslušné kritické profily, dále definovat erozně hodnotící plochy a na nich definovat erozní ohroženost. Následně navrhnout protierozní organizační, agrotechnická i technická opatření a vhodný protierozní osevní postup.

V úvodní části práce byly definovány dosavadní poznatky o dané problematice a postupy pro stanovení hodnot povrchového odtoku a míry erozní ohroženosti. Následně byl zpracován rozbor řešené lokality a v závěrečné části byla navržena vhodná vodohospodářské a protierozní opatření.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kritický bod, kritické povodí, CN, plošná vodní eroze, orná půda, protierozní opatření, ArcMap

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to characterize the area of interest, the municipality Hlinsko, to define the decisive factors determining the flood hazard of the intravillage of the municipality, to determine the critical points and the corresponding critical profiles, to define the erosion assessment areas and to define the erosion hazard on them. Subsequently, propose erosion protection organisational, agrotechnical and technical measures and appropriate erosion protection seeding practices.

In the introductory part of the work, the existing knowledge on the subject and the procedures for determining the surface runoff values and the erosion hazard rate were defined. Subsequently, an analysis of the study site was prepared and in the final part suitable water management and erosion control measures were proposed.

KEYWORDS

Critical point, critical catchment, CN curves, surface water erosion, arable land, anti-erosion measures, ArcMap

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠPAČEK, Stanislav. *Studie krajinných opatření v katastrálním území obce Hlinsko*. Brno, 2022. 102 s., 26 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Stanislav Paseka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Studie krajinných opatření v katastrálním území obce Hlinsko* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 4. 2022

Stanislav Špaček

autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Studie krajinných opatření v katastrálním území obce Hlinsko* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9. 4. 2022

Stanislav Špaček

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Stanislavu Pasekovi, Ph.D. za odborný přístup při častých konzultacích a pomoc v rámci řešení bakalářské práce, a to především při terénním průzkumu a návrhu technických opatření.

OBSAH

1	ÚVOD	10
1.1	Cíl práce	10
2	ŘEŠENÁ PROBLEMATIKA	11
2.1	zastavěné území obce a jeho ochrana.....	11
2.2	Vodní eroze	11
2.2.1	Vliv změny klimatu.....	12
3	POUŽITÉ PROGRAMY A VÝPOČETNÍ METODY	13
3.1	použité programy	13
3.2	Metoda čísel odtokových křivek cn	14
3.3	univerzální rovnice ztráty půdy	15
3.3.1	Faktor erozní účinnosti deště (R).....	16
3.3.2	Faktor erodovatelnosti půdy (K).....	17
3.3.3	Faktor ochranného vlivu vegetace (C).....	18
3.3.4	Faktor účinnosti protierozních opatření (P)	19
3.3.5	Faktor sklonu svahu (S).....	20
3.3.6	Faktor délky svahu (L)	20
3.3.7	Vygenerování topografického LS faktoru	20
4	POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	22
4.1	Občanská a technická vybavenost	22
4.2	Geologické a geomorfologické poměry	23
4.2.1	Geomorfologické poměry	23
4.2.2	Geologické poměry	25
4.2.3	Pedologické poměry.....	26
4.2.4	Charakteristika bilancovaných hlavních půdních jednotek	29
4.3	Hydrologické poměry	32
4.4	Klimatické poměry	33
4.4.1	Srážkové poměry	35

4.4.2	Teplotní poměry	37
4.4.3	Větrné poměry	38
4.5	Sklonitostní poměry	39
4.6	Erozní poměry	40
4.6.1	Větrná eroze	40
4.6.2	Vodní eroze	40
4.7	Vlastnické poměry	44
5	KRITICKÉ BODY A KRITICKÉ PROFILY	45
5.1	KP1, KB1	47
5.1.1	Fotodokumentace KP1.....	49
5.2	KP2, KB2	52
5.2.1	Fotodokumentace KP2.....	54
5.3	KP3, KB3	56
5.3.1	Fotodokumentace KP3.....	58
5.4	KP4.....	60
5.4.1	Fotodokumentace KP4.....	61
5.5	KP5.....	62
5.6	KP6.....	63
6	NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ	65
6.1	popis Návrhu komplexní ochrany.....	65
6.2	Navrhovaná organizační a agrotechnická opatření	68
6.3	Navrhovaná technická opatření	70
6.3.1	Protierozní průlehy.....	70
6.3.2	Přehrážky	71
6.3.3	Hrázka	74
6.3.4	Suchá nádrž.....	75
6.4	protierozní osevní postup.....	78

7	VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI NÁVRHOVÝCH OPATŘENÍ	80
7.1	Povrchový odtok	80
7.2	vodní eroze	80
7.2.1	Údaje o plošné erozi před a po návrhu PEO (R faktor je roven $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)	80
7.2.2	Údaje o plošné erozi před a po návrhu PEO (R faktor přenásoben návrhovými koeficienty)	84
7.3	hodnocení efektivity navrhovaných opatření	87
8	ZÁVĚR	88
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	89
	SEZNAM TABULEK	92
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	94
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	98
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	99
	SEZNAM PŘÍLOH.....	101

1 ÚVOD

V posledních letech každý alespoň jednou zaslechl o probíhající klimatické změně. Projevy této klimatické změny se netýkají pouze dlouhotrvajícího sucha, ale také častějšího výskytu přívalových srážek. V důsledku toho půda nestíhá tyto srážky infiltrovat a dochází k povrchovému odtoku. Tento odtok s sebou přirozeně odnáší malé částice půdy a vzniká plošná eroze. Voda se akumuluje v údolnici (nejnižším místě svahu) a následně může vyvolat povodňovou vlnu. Místa, ve kterých povrchový odtok vniká do intravilánu, se nazývají kritické body (KB). V blízkosti těchto míst hrozí po přívalových deštích rozsáhlé škody na majetku a v krajních případech i na životech obyvatel. Z toho důvodu je nutné brát nepříznivé vlivy do úvahy s předstihem a zmírnit je vhodnou a efektivní úpravou krajiny.

Bakalářská práce bude zhotovena v rámci zájmu pana starosty obce Hlinska v okrese Přerov, kde se s těmito problémy taktéž potýkají viz. příloha 14. Především pak při intenzivnějších přívalových srážkách, kdy se erodovaná půda dostává do intravilánu obce a následně dochází k ucpávání propustků a voda pak způsobuje značné škody. V katastru obce se nachází dokonce 3 KB z celostátní databáze. V obci doposud nebyly provedeny komplexní pozemkové úpravy, které jsou hlavním nástrojem, kdy lze realizovat efektivní opatření v boji proti zmíněným problémům. V budoucnu by o ně obec chtěla usilovat a tato bakalářská práce by mohla sloužit jako vhodný vstupní podklad pro státní pozemkový úřad a pro budoucí řešení plánu společných zařízení (PSZ).

Bakalářská práce začala být zpracovávána v průběhu roku 2021, avšak od 1. 1. 2022 vstoupil v platnost nový metodický návod pro provádění pozemkových úprav [9], ve kterém je nově uvedeno, že jeden z koeficientů pro určení eroze musí být přenásoben koeficientem obsaženým v klimatické studii [10]. V této práci bude provedeno porovnání výsledků plošné eroze, která je počítaná s původní hodnotou koeficientu erozní účinnosti deště $R = 40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ a plošné eroze, která je počítaná s hodnotou koeficientu erozní účinnosti deště $R = 40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ zvýšenou přenásobením návrhovým koeficientem z klimatické studie.

1.1 CÍL PRÁCE

Cílem práce je nejprve zpracování charakteristiky katastrálního území obce Hlinsko, rozbor současného stavu, průzkum terénu, stanovení kritických bodů (KB) a kritických profilů (KP), stanovení míry plošné erozní ohroženosti na erozně hodnotících plochách (EHP) a následné navržení vodohospodářských a protierozních opatření, která poskytnou dostatečnou ochranu intravilánu obce a optimalizují erozní poměry na přijatelnou úroveň.

2 ŘEŠENÁ PROBLEMATIKA

V rámci řešené problematiky je vhodné si v úvodu definovat zastavěné území obce a jeho ochranu. Dále vysvětlit pojem vodní eroze a její ovlivnění změnou klimatu.

2.1 ZASTAVĚNÉ ÚZEMÍ OBCE A JEHO OCHRANA

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu uvádí podle § 2 odst. 1 písm. d), že zastavěným územím je území vymezené územním plánem nebo samostatným postupem dle stavebního zákona. Jestliže obec však takto vymezené zastavěné území nemá, tak je zastavěným územím vymezená zastavěná část obce vymezená k 1. 9. 1966 a vyznačená v mapách evidence nemovitostí (intravilán). Extravilán je naopak území ležící mimo zastavěné území obce, tedy mimo intravilán. [1]

Ochrana intravilánu i extravilánu by měla být jednou z hlavních priorit zastupitelů dané obce, ať už se jedná o různé druhy živelných katastrof jako mohou být požár, povodně, vichřice atd. Proto je záhodné dbát na včasnou prevenci a počítat s možným výskytem těchto katastrof. [1]

2.2 VODNÍ EROZE

Vodní eroze je přírodní proces a dochází při ní k odnosu částic půdy vlivem působení odtékající vody. Erozi můžeme rozdělit mj. na geologickou a zrychlenou. Geologická eroze je přirozená a v souladu s půdotvorným procesem. Naproti tomu eroze zrychlená je zapříčiněna vlivem člověka a půdní částice jsou smývány v takovém rozsahu, že půdotvorným procesem být nahrazeny nemohou, protože ten probíhá pomaleji. [2]

Vliv na vznik eroze má délka pozemku po spádnicí a jeho sklon, vlastnosti půdy, vegetace, četnost dešťových přivalových srážek a případně protierozní opatření. V důsledku povrchového odtoku se mění kinetická energie srážek dopadajících na zemský povrch na energii mechanickou. Půdní celky neboli agregáty jsou rozrušovány na menší částičky a pokud množství dopadající vody je větší než množství, které zvládne půda vsáknout, tak dochází k povrchovému odtoku. Tímto dochází k oslabení ornice, což je nejurodnější část půdy. Dále dochází ke snižování obsahu organické hmoty, humusu a minerálních živin v půdě a snižuje se produkční schopnost půd. Jsou ovlivněny i fyzikální vlastnosti půdy, jako je např. propustnost půdy, což přispívá ke ztrátám osiv a hnojiv. [2]

V současnosti je maximální ztráta půdy vyčíslena na 21 milionů tun ornice za rok, což lze peněžně definovat jako minimálně 4,3 miliardy Kč ročně. Jedná se

však pouze o finanční vyjádření ztráty půdy. V případě započtení majetkových ztrát je cena škod odhadnuta na přibližně 10 miliard Kč ročně. [2]

2.2.1 Vliv změny klimatu

V důsledku změny klimatu lze očekávat extrémnější projev srážkových úhrnů. Z hlediska oteplení lze očekávat nižší intenzitu sněhových srážek. Nejvíce však bude klimatickou změnou pravděpodobně ohrožena vlhkost půdy mající vliv na soudržnost půdy a na odtok vody z důvodu vyššího výparu. Odhaduje se, že erozní škody budou v roce 2030 až dvojnásobné v porovnání s nynějším stavem. [3]

3 POUŽITÉ PROGRAMY A VÝPOČETNÍ METODY

3.1 POUŽITÉ PROGRAMY

Pro zpracování odtokových poměrů zájmové lokality byly využity dostupné školní verze programů ArcMap, Usle2D, LS-converter, DesQ a pro základní návrh suché nádrže byl využit program Atlas. Pro následné zpracování dosažených výsledků byl využit MS Excel.

ArcMap

Je to centrální aplikace ArcGIS Desktop sloužící k vizualizaci dat a zobrazení výkresu mapy. ArcMap pracuje s vektorovými daty (body, linie, polygony atd.) a vytváří z nich vlastní datový formát shapefile (*.shp). V našem případě byl využit souřadný systém S-JTSK Krovak EastNorth (Systém Jednotné Trigonometrické Sítě Katastrální vycházející z Křovákova zobrazení). [4]

V případě bakalářské práce bylo nezbytné použití rastrového souboru digitálního modelu terénu (DMT) zasahujícího vybranou lokalitu. Model kopíruje skutečný zemský povrch, protože vychází ze skutečně naměřených dat (bodů) a interpolačně dotváří zbylá data (body). Tento model byl v ArcMapu vyhlazen pomocí funkce Fill, aby představoval přesnější a hydrologicky vhodnější podobu. Tento model byl následně použit jako výchozí podklad pro analýzu zájmové lokality. Dále byla v programu ArcMap počítaná plošná eroze v celém katastrálním území (k.ú.) Hlinsko, a to před i po návrhu protierozních opatření.

Usle2D a LS-converter

Program Usle2D byl použit pro výpočet LS faktoru, tedy součinu faktorů L a S. Tento program však pracuje s daty pouze ve formátu Idrisi, a proto byl jako převodník z rastrových dat z programu ArcMap do dat formátu Idrisi a následně zpět z formátu Idrisi do rastrového formátu použit program LS-converter.

V rámci bakalářské práce bylo zapotřebí zajistit následující podklady pro stanovení maximálních průtoků a objemů povodňových vln: [5]

- sklon údolnice [%]
- délka údolnice [km]
- sklon svahu [%]
- drsnost svahu [-]
- plocha svahů [km²]
- srážkové úhrny pro danou lokalitu [mm]
- typ CN křivky - 2

- číslo CN křivky [-].

DesQ-MAX

Hydrologický model DesQ byl vytvořen profesorem Františkem Hrádkem v roce 1997. Model je určen pro povodí do velikosti 10 km². V případě větších povodí lze povodí rozložit na subpovodí. K aplikaci modelu není potřeba znát údaje o průtocích a vodních stavech na drobných vodních tocích. Stačí znát údaje o přivalových deštích, které jsou v softwaru k dispozici pro několik stanic. Pro lokalitu Hlinsko byla použita data ze srážkoměrné stanice v Přerově. [5]

Model lze využít pro výpočet maximálních N-letých průtoků, průběhů a objemů povodňových vln vyvolaných přivalovými dešti kritické doby trvání a hodnocení dopadů hospodářské činnosti v povodí na srážko-odtoké procesy. [6]

3.2 METODA ČÍSEL ODTOKOVÝCH KŘIVEK CN

Jedná se o metodu, kterou v USA zavedla SCS (služba na ochranu půdy) a o model s poměrně snadno dosažitelnými výstupy, které jsou však dostatečně přesné a použitelné pro prognózování přímého odtoku způsobeného přivalovým deštěm o ploše do 10 km². [7]

Přímý odtok zahrnuje odtok povrchový a část odtoku hypodermického. Podíly těchto odtoků se oceňují právě pomocí čísel odtokových křivek – CN. K hypodermickému odtoku dochází tehdy, když do půdy infiltrovaná voda stéká po mělce uložené, málo propustné vrstvě a vyvěrá opět na povrch. Na rozdíl od základního odtoku, na jehož tvorbě se podílí voda, která infiltruje až k hladině podzemní vody a vtéká do koryt toků. Tento základní odtok se objevuje brzo po přivalovém dešti, aby měl vliv na velikost povodňové vlny z přivalu. CN je tedy současně i ukazatelem pravděpodobnosti typu odtoku. Čím větší hodnota CN, tím je pravděpodobnější, že se jedná o povrchový odtok. [7]

Hodnoty CN jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepce a povrchové retence. [7]

Objem přímého odtoku se určí na základě předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přivalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadržen. Odtok začíná po počáteční ztrátě, která je součtem intercepce, infiltrace a povrchové retence. Tato počáteční ztráta byla stanovena na 20 % potenciální retence. [8]

Základní vztah pro určení **výšky přímého odtoku H_o** (pro $H_s \geq 0,2A$): [8]

$$H_o = (H_s - 0,2A)^2 / (H_s + 0,8 \cdot A) \text{ [mm]}$$

Kde: H_o je přímý odtok [mm]

H_s úhrn návrhového deště [mm]

Potenciální retence A je dána vztahem: [8]

$$A = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) [\text{mm}]$$

Kde: **CN** je číslo odtokové křivky [-]

Objem přímého odtoku O_{pH} je dán vztahem: [8]

$$O_{pH} = 1000 \cdot Pp \cdot Ho [\text{m}^3]$$

Kde: **Pp** je plocha povodí [km^2]

Ho je přímý odtok (mm)

Pozn. Hodnota návrhového deště se stanoví na základě podkladů od českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), respektive lze použít hodnoty úhrnů maximálních 24hodinových srážek s návrhovou četností výskytu pro nejbližší stanici ČHMÚ. [8]

Kulminační (vrcholový) průtok se v metodě odtokových křivek počítá pomocí poměru počáteční akumulace k jednodennímu maximálnímu srážkovému úhrnu. [8]

Kulminační průtok Q se stanoví ze vztahu: [8]

$$Q = 0,00043 \cdot qpH \cdot Pp \cdot Ho \cdot f [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

Kde: **qpH** je jednotkový kulminační průtok

Pp plocha v povodí [km^2]

Ho výška odtoku [mm]

f opravný součinitel pro rybníky a mokřady

Doba doběhu a doba koncentrace

Doba doběhu je čas, za který se voda v povodí přesune z místa na místo jiné. Je to část doby koncentrace, která je časem, který je potřebný pro odtok z hydraulicky nejvzdálenějšího bodu v povodí do uzávěrového profilu povodí. [8]

Doba koncentrace povrchového odtoku se vypočte jako součet doby doběhu pro plošný povrchový odtok kratší než 100 m, doby doběhu soustředěného odtoku o malé hloubce a doby doběhu v otevřeném korytě. [8]

3.3 UNIVERZÁLNÍ ROVNICE ZTRÁTY PŮDY

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE (universal soil loss equation), vychází z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku. Byla formulována v roce 1978 Wischmeierem a Smithem a při dosazení hodnot jednotlivých faktorů do univerzální rovnice lze vyjádřit ztrátu

půdy v hmotnostních jednotkách na jednotku plochy za určitý časový úsek. Konkrétně se jedná o $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Výsledek se dále porovná s přípustnou ztrátou půdy, která byla u středně hlubokých půd s hloubkou od 30 do 60 cm stanovena na $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Po následném porovnání vzniká podklad pro návrh různých typů protierozních opatření. [7], [8]

Univerzální rovnice dle Wischmeiera-Smitha má následující tvar: [8]

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy	$[t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$
R – faktor erozní účinnosti deště	$[M \cdot (ha \cdot cm)^{-1} \cdot h^{-1}]$
K – faktor erodovatelnosti půdy	$[t \cdot (ha \cdot h \cdot ha)^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}]$
L – faktor délky svahu	[-]
S – faktor sklonu svahu	[-]
C – faktor ochranného vlivu vegetace	[-]
P – faktor účinnosti protierozních opatření	[-]

3.3.1 Faktor erozní účinnosti deště (R)

Faktor R definovali W. H. WISCHMEIER a D. D. SMITH vztahem: [8]

$$R = E \cdot \frac{i_{30}}{100}$$

Kde: **R** - faktor erozní účinnosti deště $[MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}]$

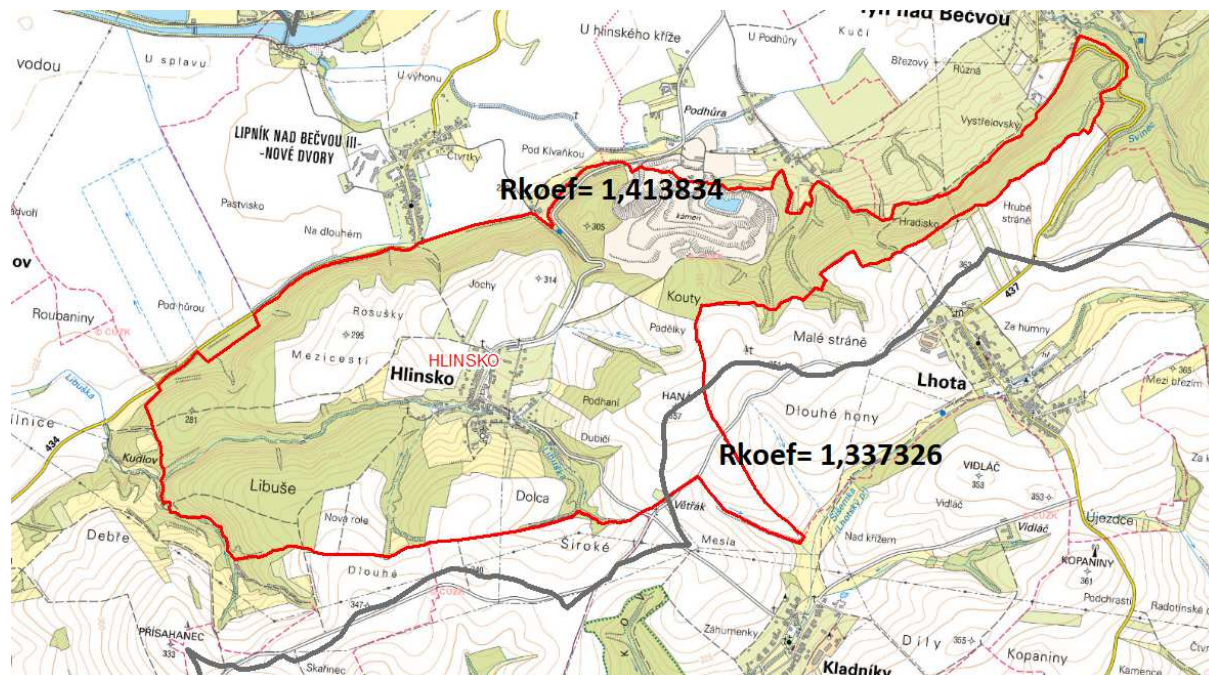
E - celková kinetická energie deště $[J \cdot m^{-2}]$

i₃₀ - max. 30minutová intenzita deště $[cm \cdot h^{-1}]$

R faktor se pro území ČR prozatím volil jako průměrná hodnota $R = 40 MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1} \cdot rok^{-1}$ na základě údajů uvedených v metodice [8].

Takto stanovený R faktor je však nyní nutné, na základě metodického návodu pro provádění pozemkových úprav, přenásobit koeficientem představujícím relativní změny R faktoru pro určité území. Tento koeficient je určen z vrstvy *.shp, která je výstupem studie klimatických charakteristik pro účely dimenzování prvků plánu společných zařízení a posouzení dokumentací pro realizaci vodohospodářských staveb a zároveň reprezentuje vliv klimatické změny pro budoucí podmínky. Metodický návod je platný od 1.1.2022. [9]

Z hlediska rozdělení koeficientů R – faktoru spadá k.ú. Hlinska do dvou území. [10]



Obr. 1 Mapa určující koeficienty přenásobující R faktor [10]

Přenásobující koeficient R faktoru, který je roven **1,413834**, spadá do území – Bečva od toku Opatovického potoka po tok Lužnice [10]

Přenásobující koeficient R faktoru, který je roven **1,337326**, spadá do území – Mostěnka od toku Dolnoněčického potoka po ústí do toku Morava [10]

Je však nutné zdůraznit, že hodnoty daných koeficientů ještě nejsou určeny definitivně a je tedy možné, že se v budoucnu budou drobně měnit.

3.3.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Faktor erodovatelnosti půdy, resp. náchylnosti půdy k erozi, je v univerzální rovnici definován jako odnos půdy v tunách na jednotkový hektar na jednotku dešťového faktoru R ze standardního pozemku o délce 22,13 m (na svahu o sklonu 9 %), který je udržován jako kypřený černý úhor kultivací ve směru sklonu. [8]

Hodnoty K faktoru lze získat odečtením z nomogramu nebo podle bonitovaných půdně ekologických jednotek, kdy každé 2. a 3. číslo udává kód HPJ na základě něhož se odvodí hodnota K - faktoru. [8]

Pokud známe údaje o složení půdy a obsah prachu a práškového písku (0,002 - 0,1 mm) nepřekročí 70 %, lze faktor K určit ve vztahu: [8]

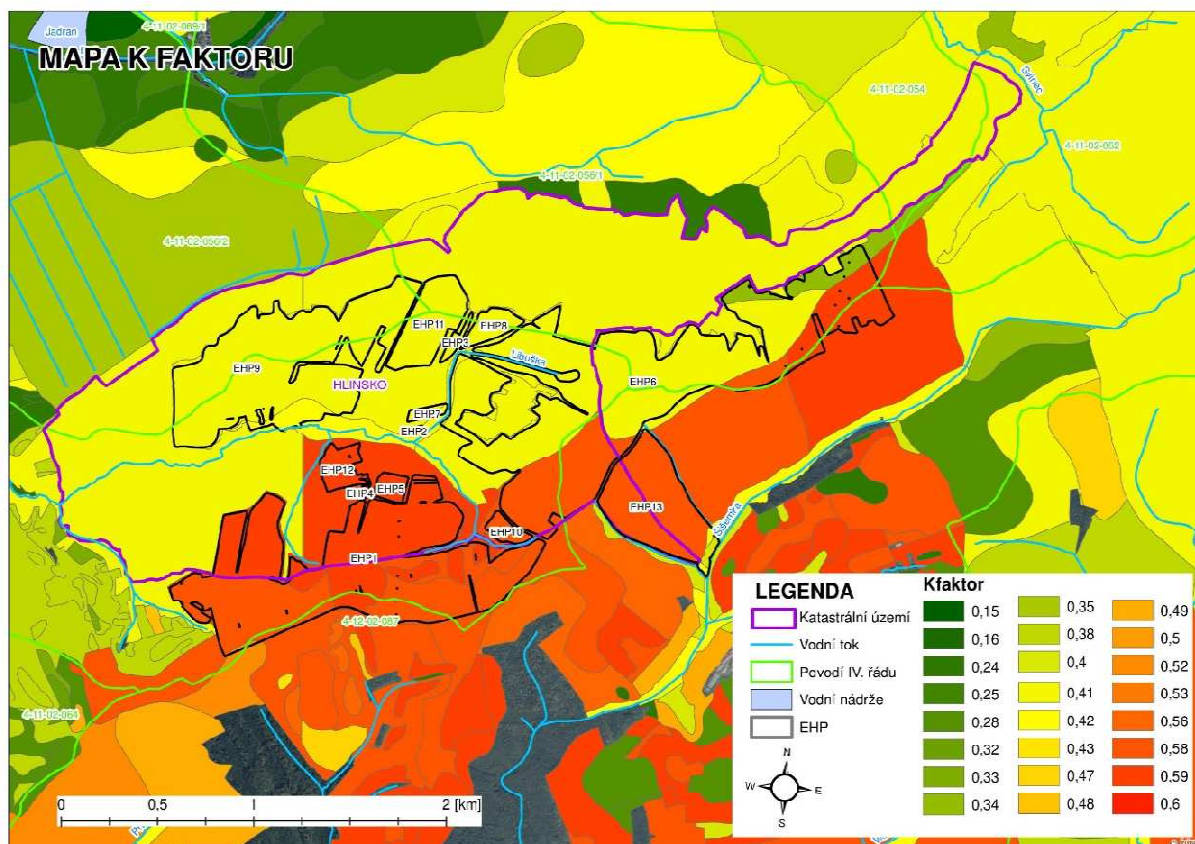
$$100 \cdot K = 2,1 \cdot M1 \cdot 1410 - 4 \cdot (12 - a) + 3,25 \cdot (b - 2) + 2,5 \cdot (c - 3)$$

Kde: **M** – součin (% prachu + % práškového písku) x (100 - % jílu)

a - % organické hmoty

b - třída struktury ornice

c - třída propustnosti půdního profilu



Obr. 2 Mapa K – faktorů v zájmovém území [Zdroj: vlastní, příloha 4]

3.3.3 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Vegetační pokryv přímo chrání povrch půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomaluje rychlost povrchového odtoku a nepřímo působí na půdní vlastnosti, zejména na propustnost a pórovitost včetně omezení možnosti zanášení pórů rozplavenými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem. [8]

Ochranný vegetační vliv je přímo úměrný pokryvu a hustotě porostu v době přívalové deště (IV.-IX. měsíc). Z tohoto důvodu mají velice dobrou erozní ochranu trávy a jeteloviny, a naopak velice špatnou ochranu širokořádkové plodiny. [8]

Tab. 1 Hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny [8]

Plodina	C faktor	Plodina	C faktor
pšenice ozimá	0,12	chmelnice	0,8
žito ozimé	0,17	řepka ozimá	0,22
ječmen jarní	0,15	slunečnice	0,6
ječmen ozimý	0,17	mák	0,5
oves	0,1	ostatní olejniny	0,22
kukuřice na zrno	0,61	kukuřice na siláž	0,72
luštěniny	0,05	ostatní pícniny jednoleté	0,02
brambory rané	0,6	ostatní pícniny víceleté	0,01
brambory pozdní	0,44	zelenina	0,45
louky	0,005	sady	0,45

Velikost C faktoru je závislá nejen na druhu plodiny, ale také na ročním období. Wischmeier a Smith proto rozdělili roční období do 5 období, podle toho, jak se mění jejich ochranný vliv: [7]

1. období podmínky a hrubé brázdy
2. období přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.
4. období od konce 3. období do sklizně
5. období strniště

Lze využít i alternativního určení C faktoru na základě klimatického regionu, do kterého spadá dané území.

Tab. 2 Hodnoty C faktoru na základě klimatického regionu pro trvale zatravněnou plochu a ornou půdu [11]

Klim. region	C – TTP	C – orná půda
0	0,005	0,291
1	0,005	0,278
2	0,005	0,266
3	0,005	0,254
4	0,005	0,241
5	0,005	0,229
6	0,005	0,219
7	0,005	0,204
8	0,005	0,192
9	0,005	0,179

3.3.4 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Faktor zohledňující protierozní opatření může snížit celkové množství eroze. Stanoví se na základě maximální délky pozemku po spádnicí při konturovém

obdělávání, maximální šířce a počtu pásů při pásovém střídání a hrázkování (přerušování brázdování podél vrstevnic). [8]

Jestliže však na pozemku tato opatření nejsou uplatněna nebo nejsou zajištěny určené podmínky maximálních délek a počtů pásů musí být hodnota P faktoru rovna 1.

3.3.5 Faktor sklonu svahu (S)

Ztráta půdy se se vzrůstajícím sklonem svahu zvyšuje, a to rychleji než u délky svahu. [8]

Hodnota faktoru svahu S se určí na základě vztahů: [8]

$$S = 10,8 \cdot \sin \theta + 0,03 \quad \text{pro sklon} < 9 \%$$

$$S = 16,8 \cdot \sin \theta - 0,50 \quad \text{pro sklon} > 9 \%$$

Pro vyjádření proměnného sklonu svahu lze svah rozdělit na 10 stejných úseků a faktor sklonu svahu S stanovit jako vážený průměr dílčích úseků. Stanovuje se od nejvyšší po nejnižší polohu ze vztahu: [8]

$$S = 0,03 \cdot S_1 + 0,06 \cdot S_2 + 0,07 \cdot S_3 + 0,09 \cdot S_4 + 0,10 \cdot S_5 + 0,11 \cdot S_6 + 0,12 \cdot S_6 + 0,13 \cdot S_7 + 0,14 \cdot S_8 + 0,15 \cdot S_{10}$$

Pozn. S_i je hodnota faktoru S pro i-tý úsek svahu, rozděleného na 10 stejných úseků. [8]

3.3.6 Faktor délky svahu (L)

Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k ukládání erodovaného materiálu nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy. Hodnota faktoru délky svahu L se stanoví ze vztahu: [8]

$$L = (l / 22,13)^m$$

Kde: **22,13** - je délka standardního pozemku [m]

l - horizontální projekce délky svahu (uvažuje se nepřerušovaná délka svahu); není to vzdálenost rovnoběžná s povrchem půdy [m]

m - exponent sklonu svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze

3.3.7 Vygenerování topografického LS faktoru

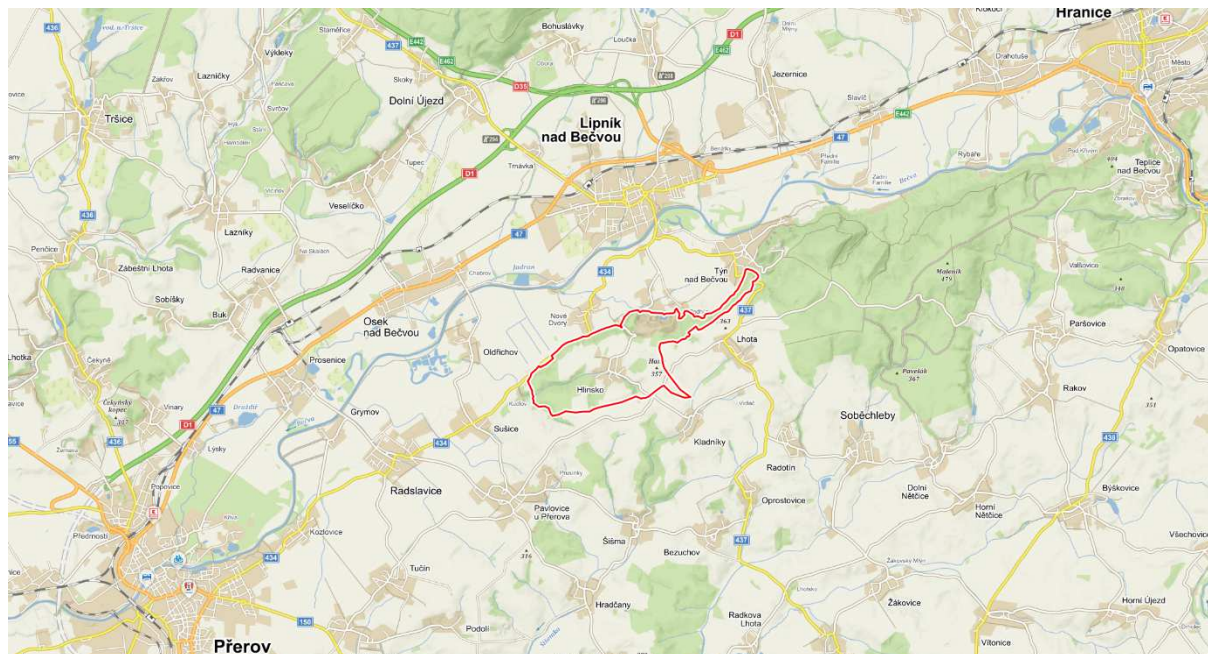
Faktory LS mohou být spočítány dohromady jako jejich součin. [12]

V tomto případě byl LS faktor vygenerován pomocí softwarů USLE2D a LS-converter. [12]

Jako vstupní data byly použity DMT, jako rastrová vrstva vyhlazeného modelu terénu a dále rastrová vrstva erozně hodnotících pozemků EHP. Faktor LS je v programu USLE2D počítán zvlášť pro každý rastrový element. Jako metoda výpočtu byla použita metoda „Routing Algorithm: flux decomposition“, která umožňuje větvení odtokové dráhy a „LS Algorithm: MC Cool“. [12]

4 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Obec Hlinsko se nalézá v Olomouckém kraji a ve správní oblasti obce s rozšířenou působností Lipník nad Bečvou, od které je vzdálena přibližně 5 km jižním směrem. [13]



Obr. 3 Poloha a katastrální území obce Hlinsko [13]

4.1 OBČANSKÁ A TECHNICKÁ VYBAVENOST

Typ sídla:	Obec
UJ (kód obce):	569267
NUTS5:	CZ0714569267
LAU 1 (NUTS 4):	CZ0714 – okres Přerov
NUTS3:	CZ071 – Olomoucký kraj
NUTS2:	CZ07 – Střední Morava
Obec s pověřeným obecním úřadem:	Lipník nad Bečvou
Obec s rozšířenou působností:	SO ORP Lipník nad Bečvou
Katastrální plocha (ha):	502
Počet bydlících obyvatel k 31.12.2018:	239
Nadmořská výška (m n.m.):	294
První písemná zpráva (rok):	1304
PSČ:	751 31

Zeměpisné souřadnice:

49°29'40.36" N, 17°34'45.02" E [14]

Z výše uvedených informací je prioritní především katastrální výměra, která činí 502 ha a počet obyvatel (239 k 31.12. 2018), od kterého se odvíjí velikost intravilánu.

Tab. 3 Technická vybavenost obce [14]

Pošta	ne
PSČ	75131
Veřejný vodovod	ano
Kanalizace	ano
ČOV	ne
Plynofikace obce	ano
Skládka komunálních odpadů	ne
Sběrný dvůr nebezpečných a objemných odpadů	ne
Hasičský záchranný sbor	ne
Sbor dobrovolných hasičů obce	ano
Požární nádrž	ano
Požární hydrant	ne
Obvodní oddělení policie ČR	ne
Detašované pracoviště policie	ne
Městská, obecní policie	ne

Z informací získaných z regionálního informačního servisu vyplývá, že součástí obce není vlastní ČOV ani záchranný hasičský sbor, naopak se v obci nachází sbor dobrovolných hasičů a požární nádrž.

4.2 GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

4.2.1 Geomorfologické poměry

Geomorfologicky zájmové území spadá do: [15]

- Alpsko-himalájského systému
- provincie Západní Karpaty
- subprovincie Vnější Západní Karpaty
- oblasti Západobeskydské podhůří
- celku Podbeskydská pahorkatiny
- podcelku Maleník

Podcelek Maleník dále nemá žádné okrsky.

Geomorfologický podcelek Maleník leží v jihozápadní části Podbeskydské pahorkatiny. Na východě hraničí s Příborskou pahorkatinou, na severu s Moravskou bránou a na jihu s Kelčskou pahorkatinou. [15]

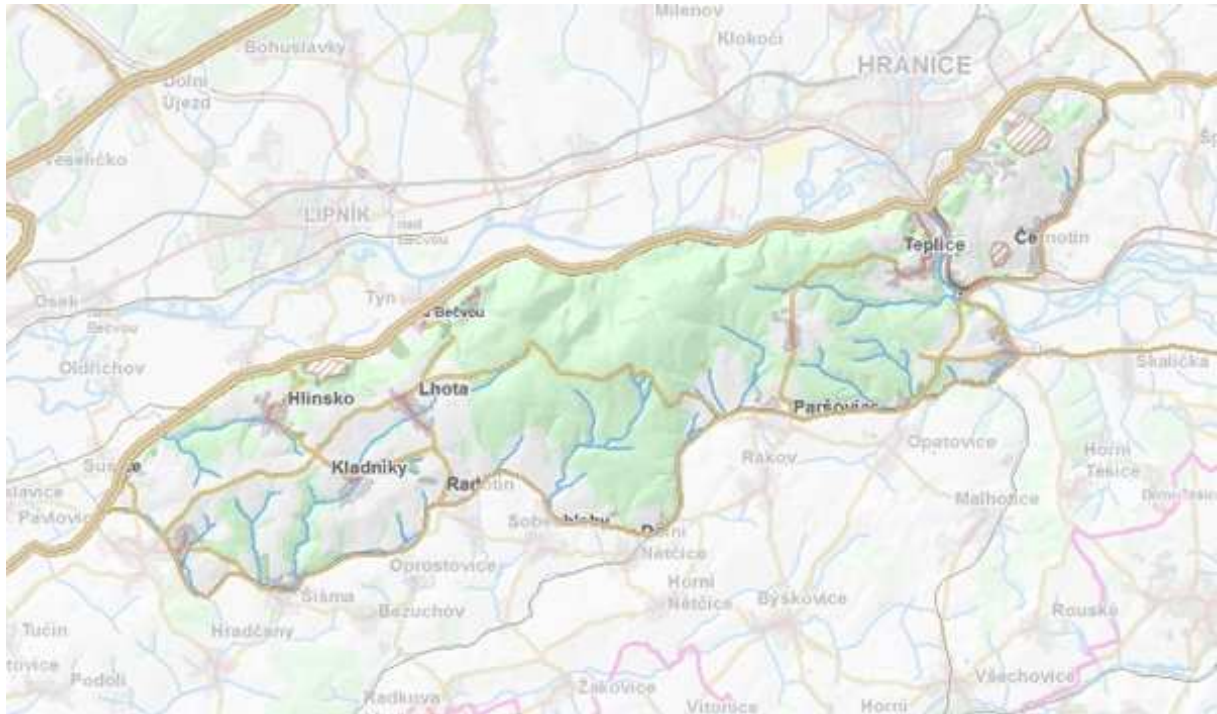
Jedná se o členitou vrchovinu o rozloze 60 km², střed. výšce 336 m a střed. sklonu 5°12'. Oblast na délku dosahuje mírně přes 20 km a na šířku přibližně 6 km. Značně proměnlivé podloží odráží přechod karpatské soustavy a českého masívu. [15]

Centrální část malenického masívu budují pískovce, kulmské droby a břidlice hradecko-kyjovského souvrství a omezeně také moravického souvrství spodního karbonu. [15]

Nižší polohy oblasti budují proměnlivě kamenitá písčito-hlinitá a proměnlivě písčito-jílovitá eluvia miocenních sedimentárních hornin karpatské předhlubně. Proměnlivě jsou střídány vápnitými písky, vápnité jíly a místy štěrky (šlíry).

Celá oblast je mimo hlavního hřbetu Maleníku značně překryta překryvy sprašových hlín a spraší. [15]

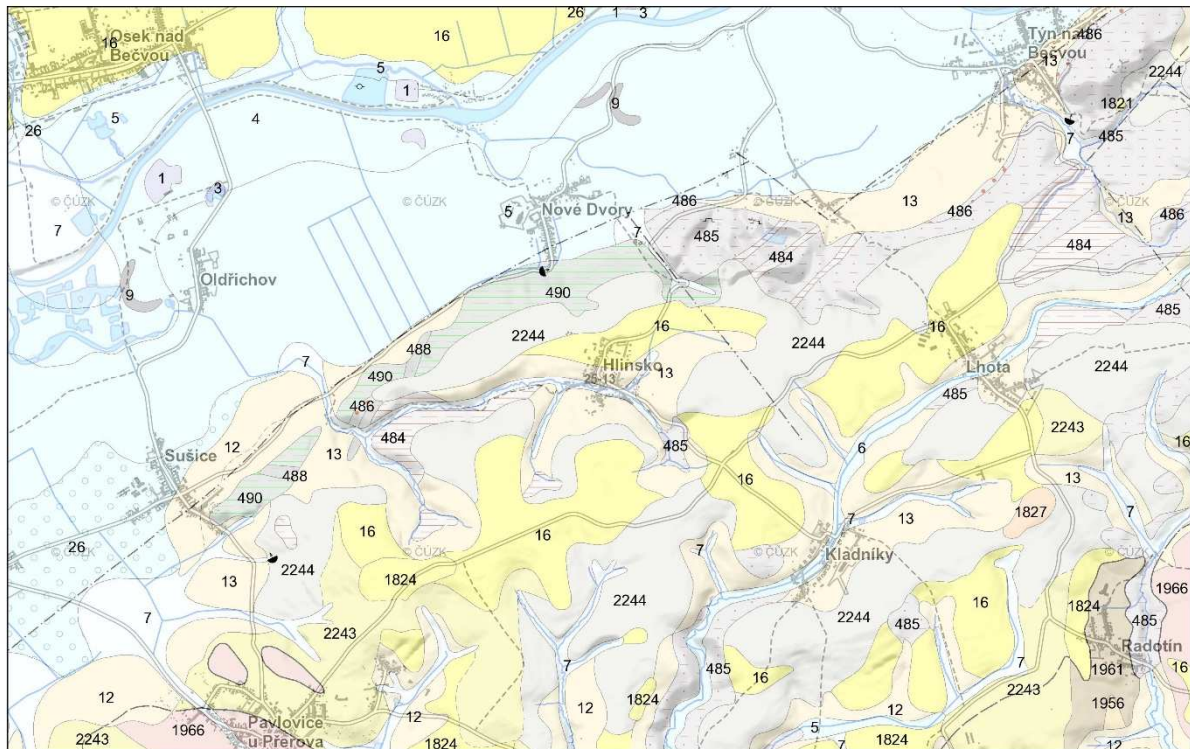
Maleník má v rámci geomorfologických jednotek moravských Karpat zvláštní postavení. Geologicky se jedná o blok fundamentu Českého masívu. Byl však oddělen prolomem Moravské brány a přímo se přimyká k okraji karpatských příkrovů. Prolom Moravské brány způsobil značný sklon okrajových svahů k severozápadu, zatímco k jihovýchodu se klínovitá hrást Maleníku svažuje jen mírně. [15]



Obr. 4 Geomorfologické vymezení Maleníku [15]

4.2.2 Geologické poměry

Dle půdní typologie taxonomického klasifikačního systému půd ČR jsou na území katastru charakteristickými půdními jednotkami spraš a sprašová hlína, kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, jílovité břidlice, droby a kamenitá písčito-hlinitá eluvia sedimentárních hornin spodního karbonu. [16]



Obr. 5 Geologická mapa zájmové lokality [16]

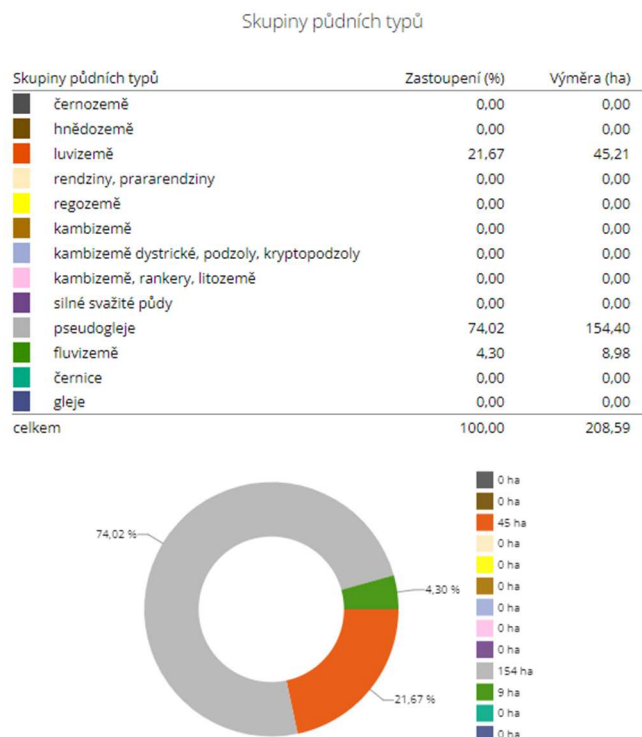
Legenda hornin: [16]

1 – navážka, halda, výsypka, odval, **3** – vytěžené prostory, **4, 5, 6** – nivní sediment, **7** – smíšený sediment, **9** – slatina, rašelina, hnilokal, **12** – písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment, **13** – kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, **16** – spraš a sprašová hlína, **26** – písek, štěrk, **48** – karbonát sladkovodní (vápenec, travertin, pramenit, pěnovce), **2243** – kamenito-písčito-jílovitá eluvia sedimentárních hornin badenu, karpátu a flyše, **2244** – kamenitá písčito-hlinitá eluvia sedimentárních hornin spodního karbonu, **485** – droby, **486** – slepence, **484, 490** – jílovité břidlice, prachovce, droby, **488** – droby, **1821** – vápnitý jííl (tégel), místy s polohami písků, **1823** – klastika – písky, štěrky se zpevněnými polohami pískovce, slepence, **1824** – vápnitý jííl (šlír), s polohami vápnitých písků a štěrků, **1956** – jílovec, pískovec, **1961** – jílovec, silicit, vápenec, **1966** – pelity, podřadné pískovce a slepence

4.2.3 Pedologické poměry

Dle půdní typologie taxonomického klasifikačního systému půd ČR jsou na území katastru charakteristickými půdními typy kambizem luvická, kambizem slabě oglejená, luvizem modální, luvizem oglejená a luvizem slabě oglejená. [17]

Dále z níže uvedené statistiky vyplývá, že převažujícími skupinami půdních typů jsou pseudogleje a luvizemě. V menší míře jsou poté v k.ú. obsaženy i fluvizemě. [17]

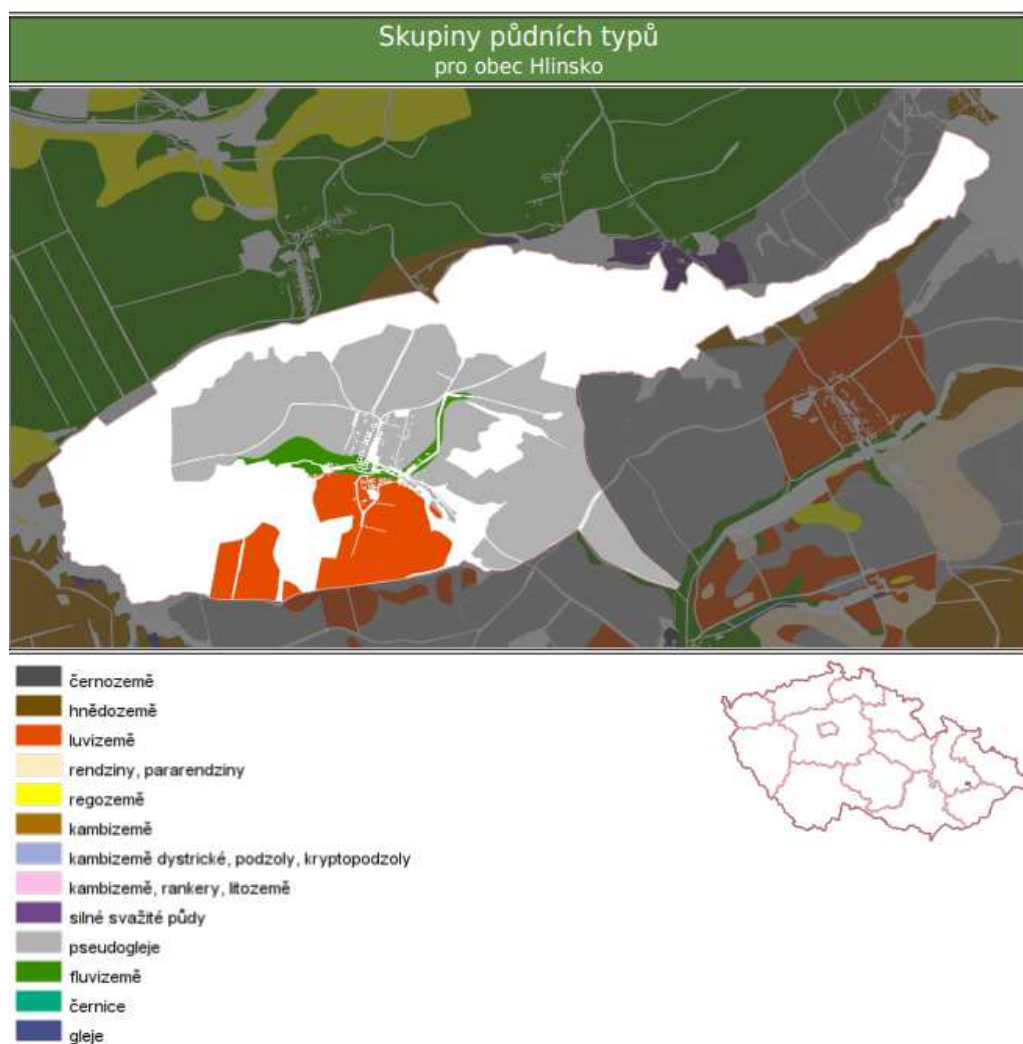


Obr. 7 Skupiny půdních typů [18]

Luvizemě – skupina půd s výrazným procesem illimerizace. Luvizemě mají pod orníci plavý eluviální horizont, sahající do hloubky 0,3-0,4 m. Přechodný horizont s poprašky často jazykovitě proniká do iluviálního horizontu. Připouští se jen slabý znak oglejení. Charakteristickým substrátem jsou sprašové pokryvy a svahoviny, většinou bezskeletovité, vyskytující se převážně v rovinném reliéfu. [18]

Pseudogleje – základním znakem této skupiny půd je periodické převlhčení profilu, především v jarním období. Na rozdíl od luvizemí musí mít půdní profil výrazné znaky periodického povrchového převlhčení. Tyto půdy jsou rozšířené v mírně teplé až chladné oblasti, kde se vyskytují v rovinném nebo mírně sklonitém či depresním terénu. [18]

Fluvizemě – půdy v rovinném území na nevápnitých i vápnitých usazeninách podél vodních toků, včetně glejových a oglejených subtypů a variet. Vnitřní třídění je založeno na zrnitostním složení, na hloubce hladiny vody spojené s tokem a na výskytu v klimatických regionech. Jsou to většinou půdy bezskeletovité. [18]



Obr. 8 Mapa skupin půdních typů v zájmovém území [18]

4.2.4 Charakteristika bilancovaných hlavních půdních jednotek

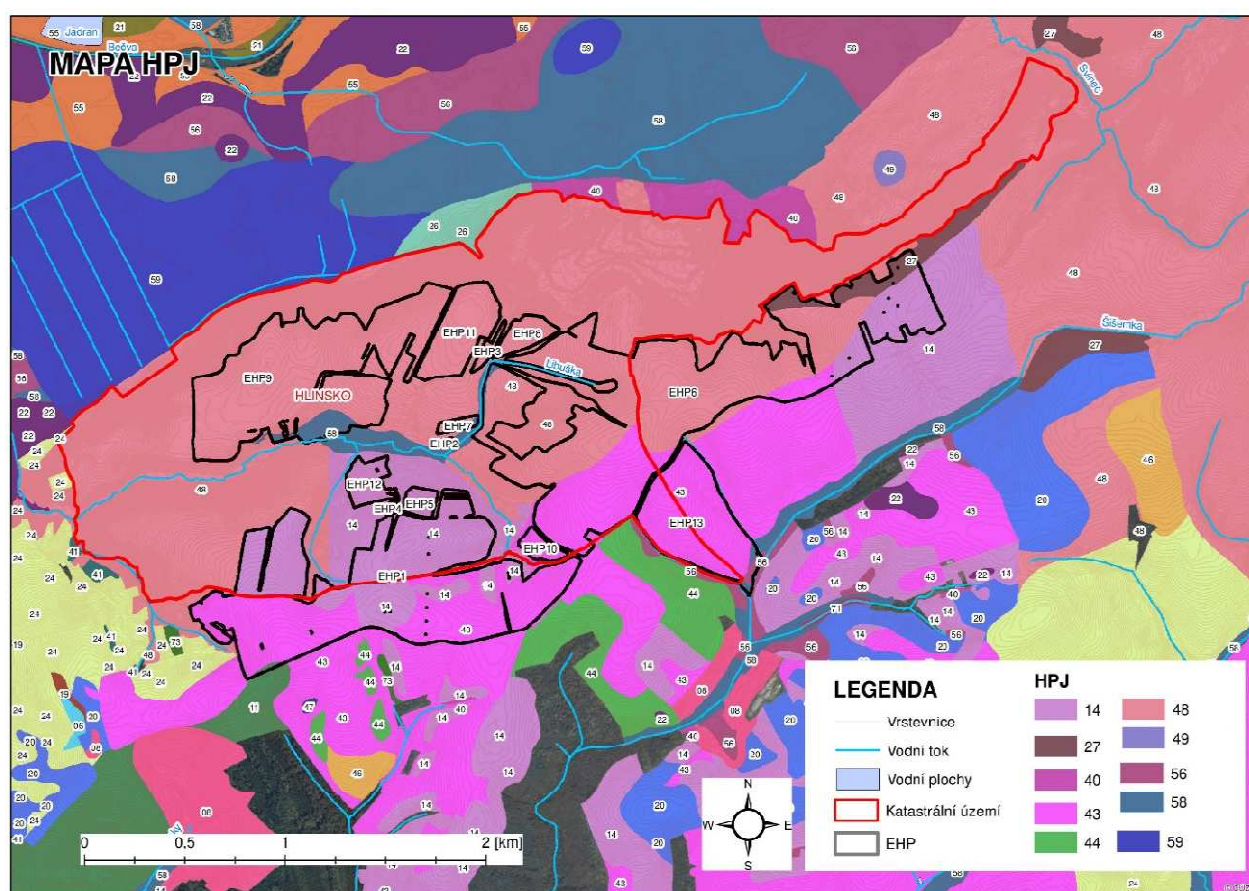
BPEJ

Bonitovaná půdně ekologická jednotka slouží k hodnocení absolutní i relativní produkční schopnosti zemědělských půd a podmínek jejich nejučelnějšího využití. BPEJ je charakterizována pětimístným kódem. První číslice vyjadřuje příslušnost ke klimatickému regionu. Druhá a třetí číslice určuje zařazení půdy do hlavní půdní jednotky klasifikační soustavy (HPJ). Čtvrtá stanovuje stupeň sklonitosti a příslušnou expozici ke světovým stranám ve vzájemné kombinaci, pátá číslice vyjadřuje hloubku půdy a skeletovitost půdního profilu ve vzájemné kombinaci. Základní soustava vymezuje 2140 BPEJ, pro které jsou k dispozici i ekonomické charakteristiky a nově vymezených 138 kódů, pro které je nutné nejprve ekonomické charakteristiky vyhodnotit. Dohromady tedy 2278 kódů BPEJ. [19]

HPJ

Hlavní půdní jednotka je definována jako syntetická agronomizovaná jednotka charakterizovaná účelovým (agronomickým) seskupením genetických půdních typů, subtypů, půdotvorných substrátů, zrnitosti, hloubky půdy, typem a stupněm hydromorfizmu a reliéfem území. Klasifikační soustava bonitace představuje 78 HPJ, které z geneticko agronomického hlediska tvoří 13 základních skupin. [19]

Z mapy hlavních půdních jednotek vyplývá, že v daném k.ú. jsou obsaženy pouze HPJ 14, 43, 48 a 58.



Obr. 9 Mapa hlavních půdních jednotek [zdroj: vlastní, příloha 5]

Legenda HPJ

14 Luvizemě modální, hnědozemě luvické včetně slabě oglejených na sprašových hlínách (prachovicích) nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry. [20]

43 Hnědozemě luvické oglejené, luvizemě oglejené na sprašových hlínách (prachovicích), soliflukčních hlínách s převahou sprašového materiálu, středně

těžké, ve spodině i těžší, převážně bez skeletu nebo jen s příměsí, méně až slabě skeletovité, se sklonem k převlhčení. [20]

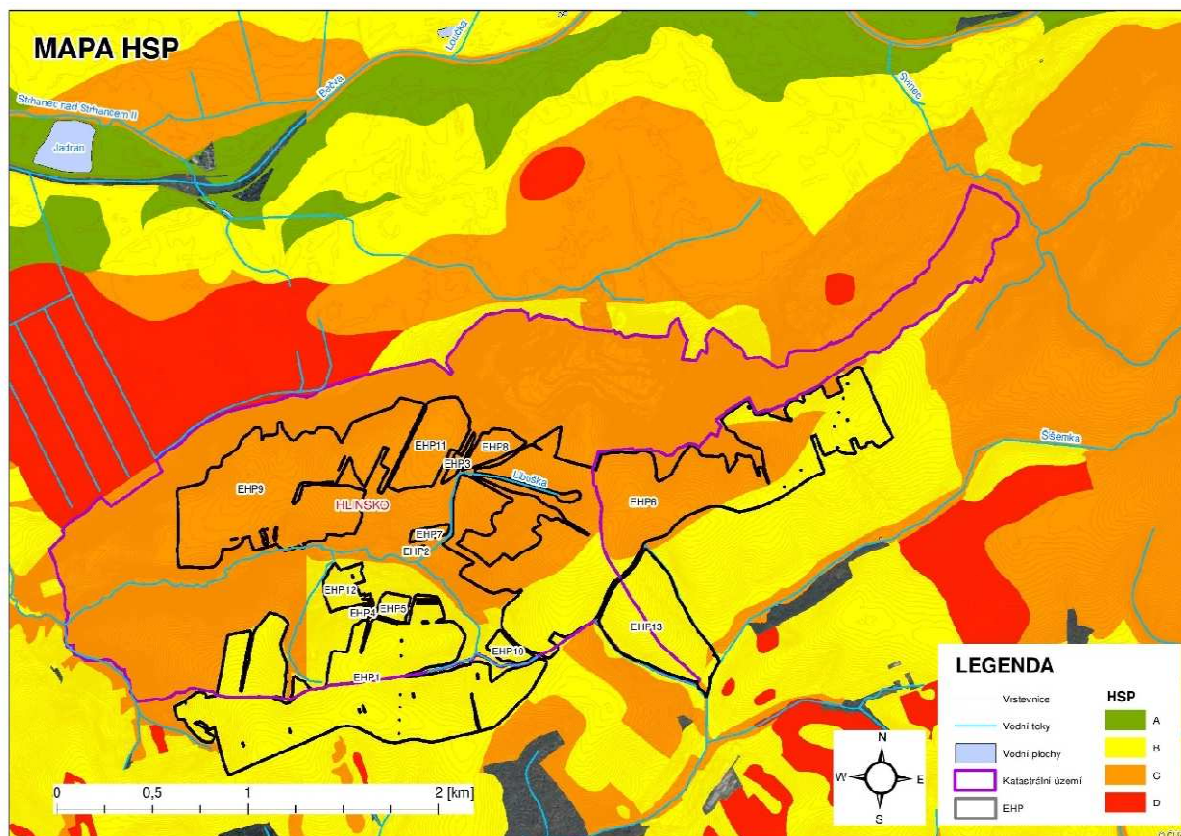
48 Kambizemě oglejené a glejové, pararendziny kambické oglejené, pararendziny oglejené a pseudogleje na opukách, břidlicích, drobách, permokarbonu nebo flyši, ojediněle bazických vyvěřelinách a tufech, středně těžké lehčí až středně těžké, bez skeletu až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému, převážně jarnímu zamokření. [20]

58 Fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách (> 0,7 m), popřípadě s podloží teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí (výjimečně i lehké), bez skeletu až slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry nepříznivé. [20]

HSP

Hydrologické skupiny půd jsou dány infiltračními schopnostmi. Jsou rozděleny do 4 skupin na základě minimální rychlosti infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení. Tato infiltrace je ovlivňována řadou přímých a nepřímých vlivů. Může se jednat např. o klimatické poměry, ve velké míře však ovlivňují poměry pedologické, jako jsou: fyzikální vlastnosti půdy, vlhkostní poměry půd, hydraulická vodivost, výška hladiny podzemní vody atd. [21]

V zájmovém území se vyskytují pouze 2 hydrologické skupiny půd. Jedná se převážně o skupinu C a v jihovýchodní části území i o skupinu B. Severozápadní část území lemuje i území skupiny D, není na ní však obsažena žádná řešená erozně hodnotící plocha.



Obr. 10 Mapa hydrologických skupin půd [zdroj: vlastní, příloha 6]

Skupina B: Půdy se střední rychlostí infiltrace (0,10 – 0,20 mm/min) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. [21]

Skupina C: Půdy s nízkou rychlostí infiltrace (0,05 – 0,10 mm/min) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité. [21]

4.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Území je odvodňováno říčkou Libuškou, která se vlévá do řeky Bečvy a ta je největším levostranným přítokem řeky Moravy. [22]

Libuška je říčkou přitékající z Hlinska přes Oldřichov do řeky Bečvy. Odvádí vodu z území mezi obcemi Sušice a Oldřichov a lesů ve východním směru rozdělující odvod povrchových vod mezi Bečvou a Moštěnkou. V zájmovém území se nenachází rybníky ani vodní nádrže (kromě té požární). [22]

Základní údaje o řece Libušce: [22]

IDVT vodní linie:

10192807

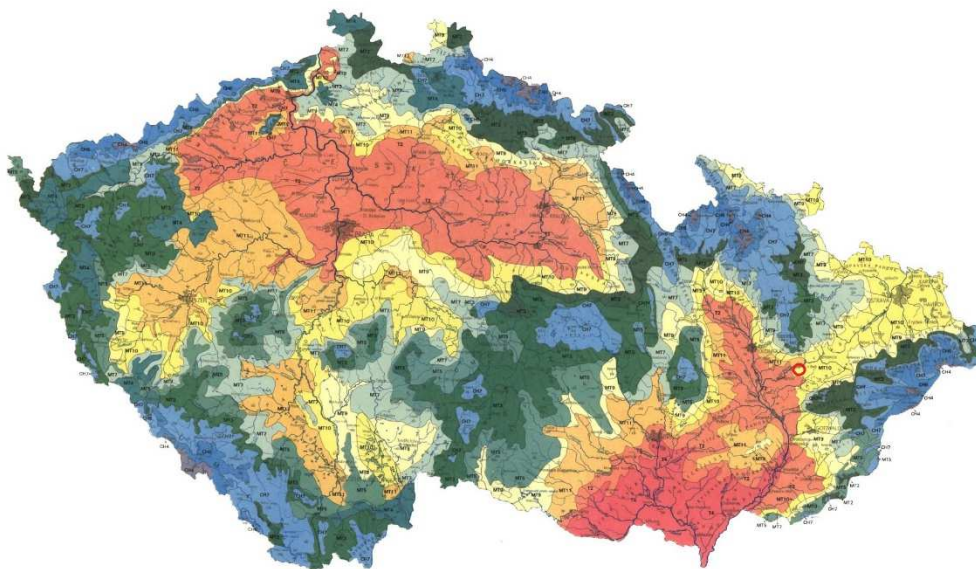
Název vodní linie:	Libuška
Správce:	Povodí Moravy
Délka toku:	7 159 m



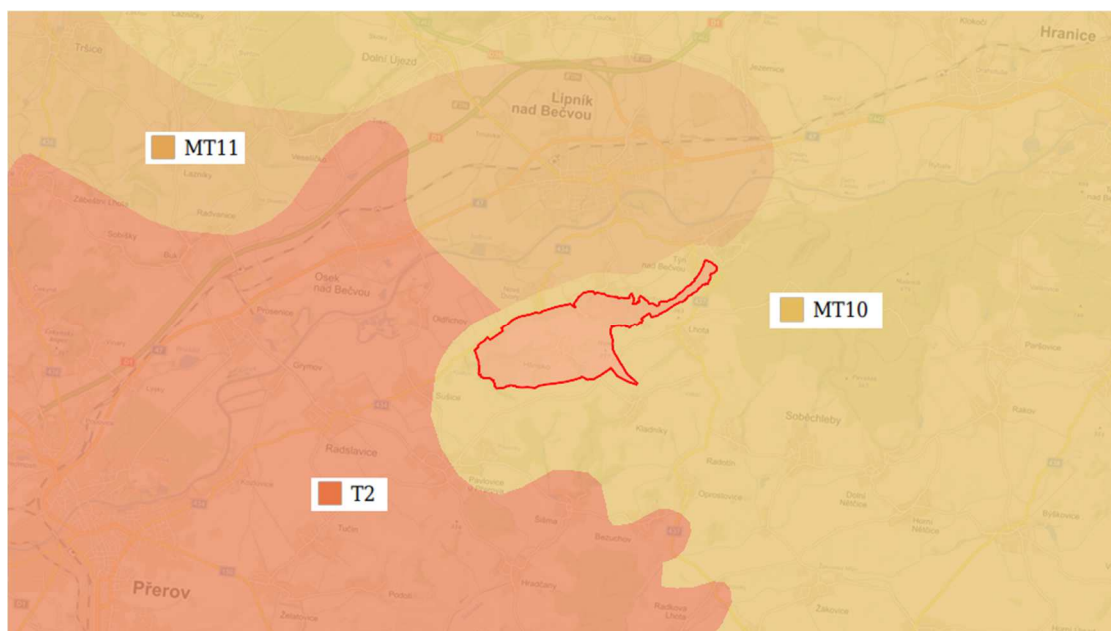
Obr. 11 Mapa toku řeky Libušky [22]

4.4 KLIMATICKÉ POMĚRY

Dle mapy klimatických oblastí Československa (Quitt, 1971) leží popisované území v klimatické oblasti mírně teplé MT10 a zároveň v blízkosti klimatických oblastí mírně teplé MT11 a teplé T2. [23]



Obr. 12 Klimatické regiony ČR s vyznačeným zájmovým územím (Quitt, 1971) [23]



Obr. 13 Detail na zájmovou oblast [24]

V klimatickém regionu **MT10** je jaro mírně teplé a krátké. Léto je dlouhé, teplé a suché. Podzim je mírně teplý a krátký. Zima je mírně teplá, velmi suchá a krátká. [23]

Region MT11 je svojí charakteristikou velice podobný regionu MT10. Zima je mírně teplá, velmi suchá a krátká s krátkým trváním sněhové pokrývky. Podzim je mírně teplý a krátký. Léto je dlouhé, teplé a suché. Jaro je mírně teplé a krátké. [23]

Klimatický region T2 se vyznačuje tím, že jaro je poměrně krátké, teplé až mírně teplé. Léto je teplé dlouhé a suché. Podzim je poměrně krátký, teplý až

mírně teplý. Zima je krátká, suchá až velmi suchá. Region se nachází v Polabí, Poohří, na Žatecku a v Mostecké pánvi. [23]

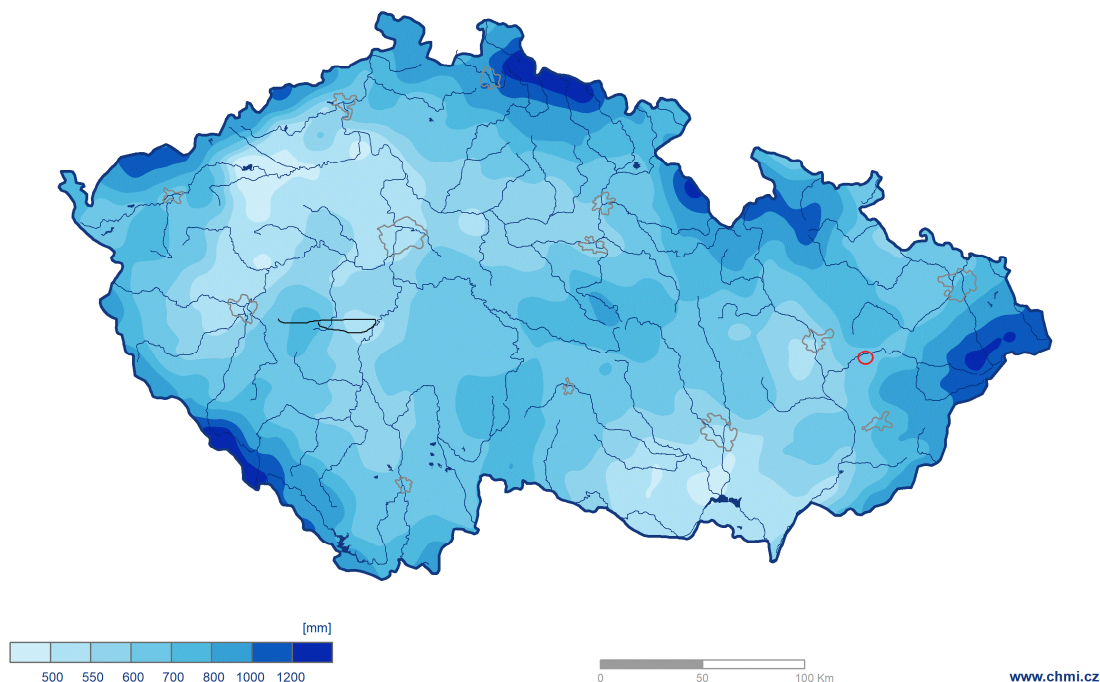
Tab. 4 Klimatická charakteristika teplé a mírně teplé oblasti [23]

Charakteristika	MT10	MT11	T2
Počet letních dní	40–50	40–50	50–60
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	140–160	140–160	160–170
Počet dní s mrazem	110–130	110–130	100–110
Počet ledových dní	30–40	30–40	30–40
Prům. lednová teplota	-2 až -3	-2 až -3	-2 až -3
Prům. červencová teplota	17–18	17–18	18–19
Prům. dubnová teplota	7–8	7–8	8–9
Prům. říjnová teplota	7–8	7–8	7–9
Prům. počet dní se srážkami 1 mm a více	100–120	90–100	90–100
Suma srážek ve vegetačním období	400–450	350–400	350–400
Suma srážek v zimním období	200–250	200–250	200–300
Suma srážek celkem	600–700	550–650	550–700
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50–60	50–60	40–50
Počet zatažených dní	120–150	120–150	120–140
Počet jasných dní	40–50	40–50	40–50

4.4.1 Srážkové poměry

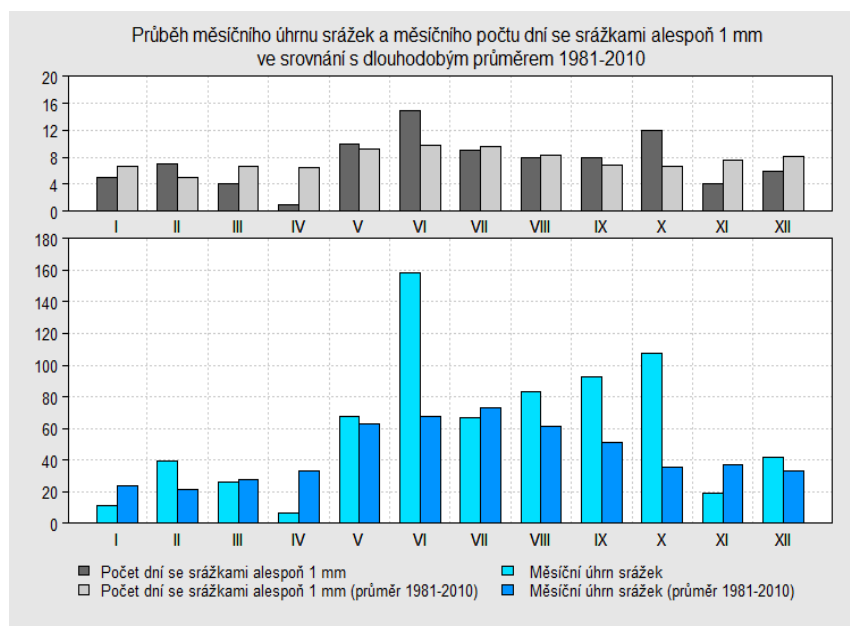
Z údajů, které jsou poskytnuty ČHMÚ, lze z mapy (obr. 14) získat údaje o průměrném ročním úhrnu srážek v období mezi léty 1981-2010. Z následujícího grafu (obr.15) lze dále získat informace o průměrných úhrnech srážek ze stanice Olomouc v jednotlivých měsících za roky 1981-2010 a za rok 2020 a dále poté počet dní, ve kterých srážky dosáhly alespoň 1 mm za roky 1981-2010 a za rok 2020. [25], [26]

Průměrný roční úhrn srážek za období 1981–2010



Obr. 14 Mapa průměrných ročních srážkových úhrnů ČR za období 1981-2010 s vyznačeným záměstí územím [25]

Z mapy průměrných srážkových úhrnů za určité období vyplývá, že zkoumané území leží v pásmu s průměrným ročním srážkovým úhrnem přibližně 600-700 mm.

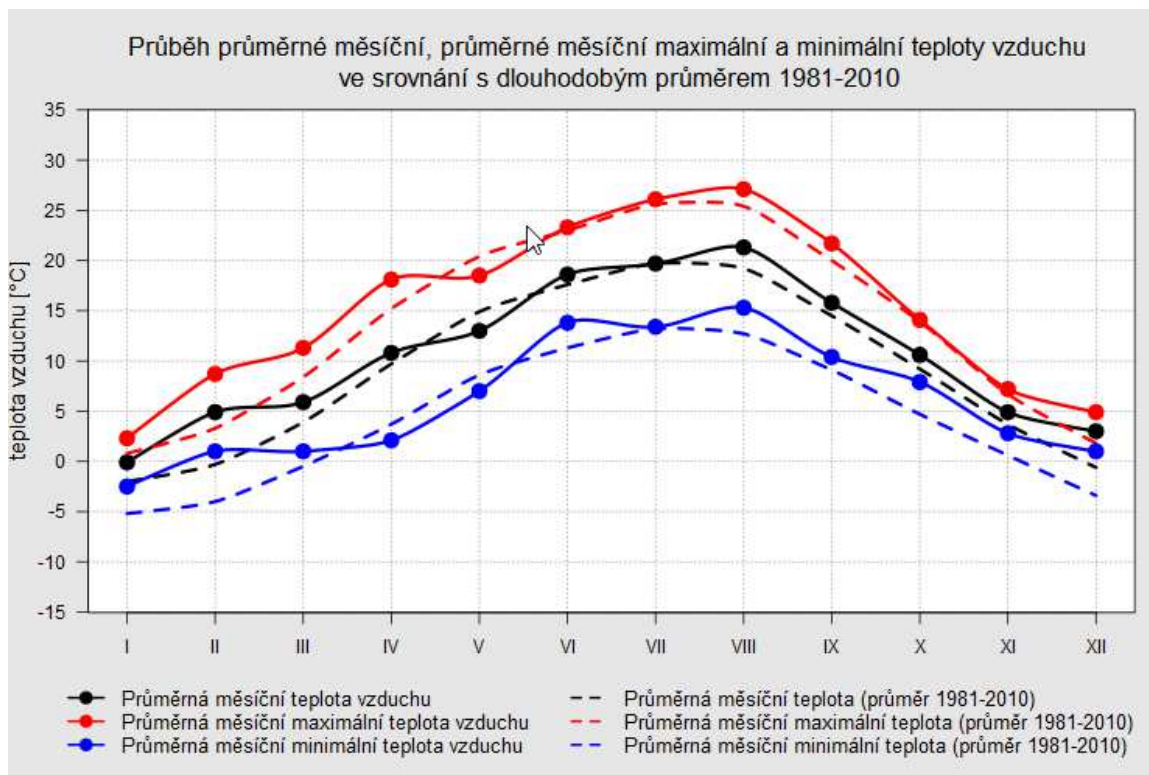


Obr. 15 Porovnání průměrného úhrnu srážek ze srážkoměrné stanice Olomouc [26]

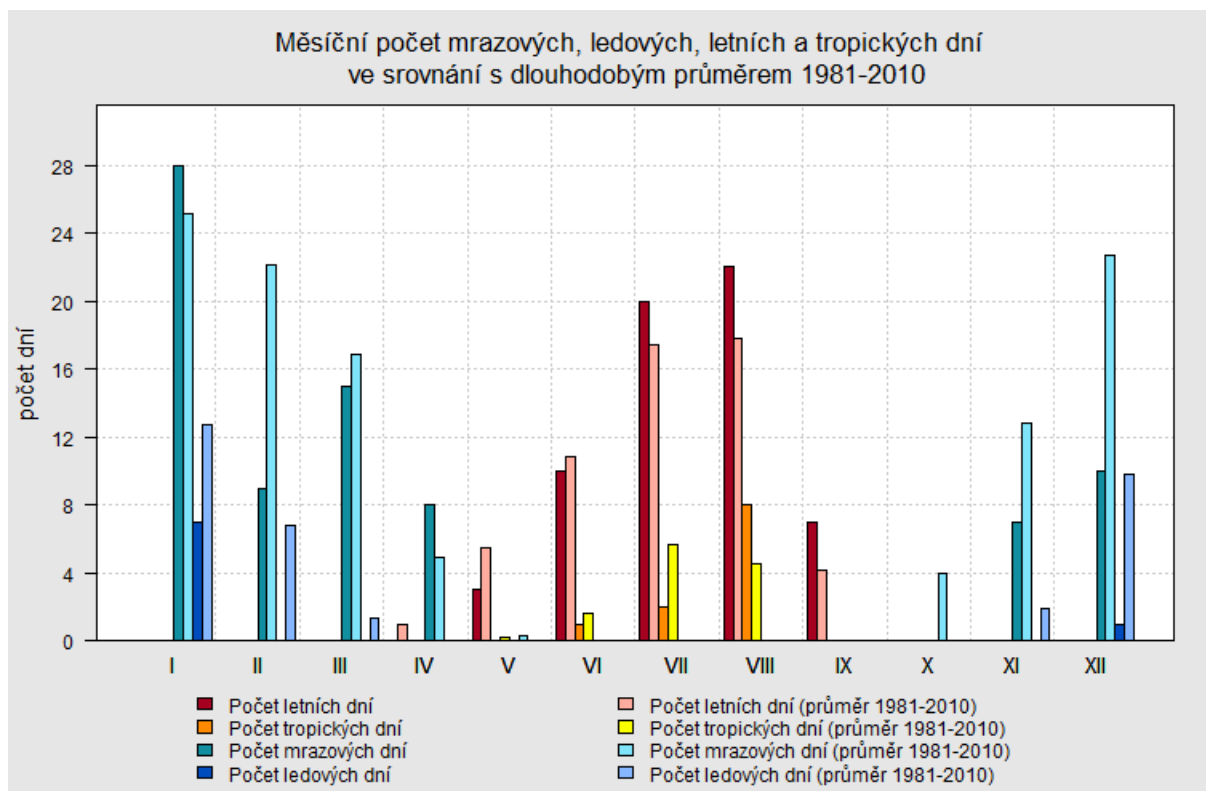
4.4.2 Teplotní poměry

Ohledně charakteristik teplotních poměrů lze z následujících grafů získat informace porovnávající období mezi léty 1980-2010 a rokem 2020. Konkrétně se jedná o průběh průměrné měsíční maximální a minimální teploty vzduchu a dále pak o měsíční počet mrazových, ledových, letních a tropických dnů. [26]

Za mrazový den lze označit den, kdy minimální teplota klesne pod 0 °C a při ledovém dni se teplota musí pod bodem mrazu pohybovat po celý den. V letním dni maximální teplota přesáhne 25 °C a v tropickém dni 30 °C. [27]



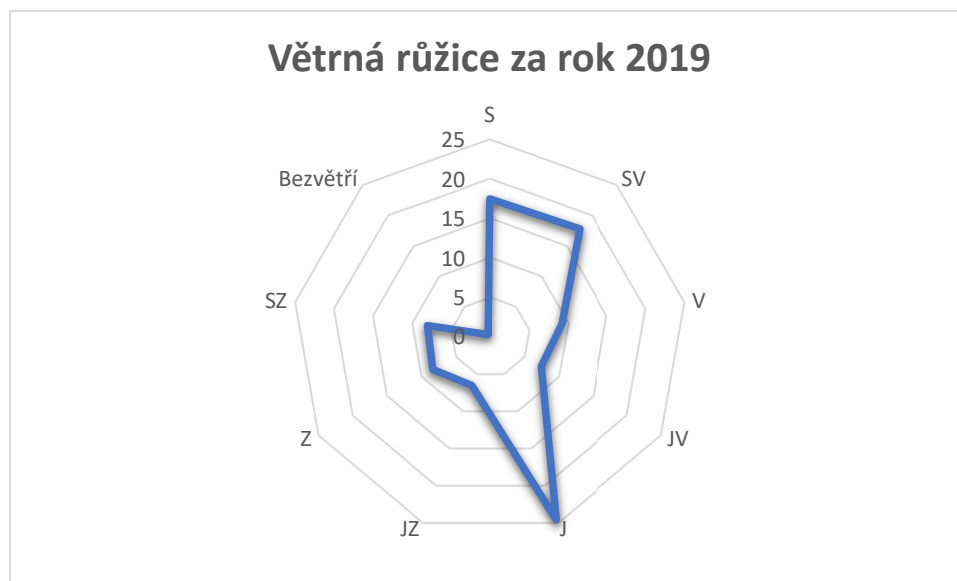
Obr. 16 Porovnání průměrného teploty vzduchu ze srážkoměrné stanice Olomouc [26]



Obr. 17 Počet letních, tropických mrazových a ledových dnů ze srážkoměrné stanice Olomouc [26]

4.4.3 Větrné poměry

Z charakteristik větrných poměrů naměřených během roku 2019 z imisní stanici v Přerově vyplývá, že převládající intenzita větru byla zpozorována na jihu (24,67 %), severovýchodě (17,77 %) a severu (17,45 %). [28]



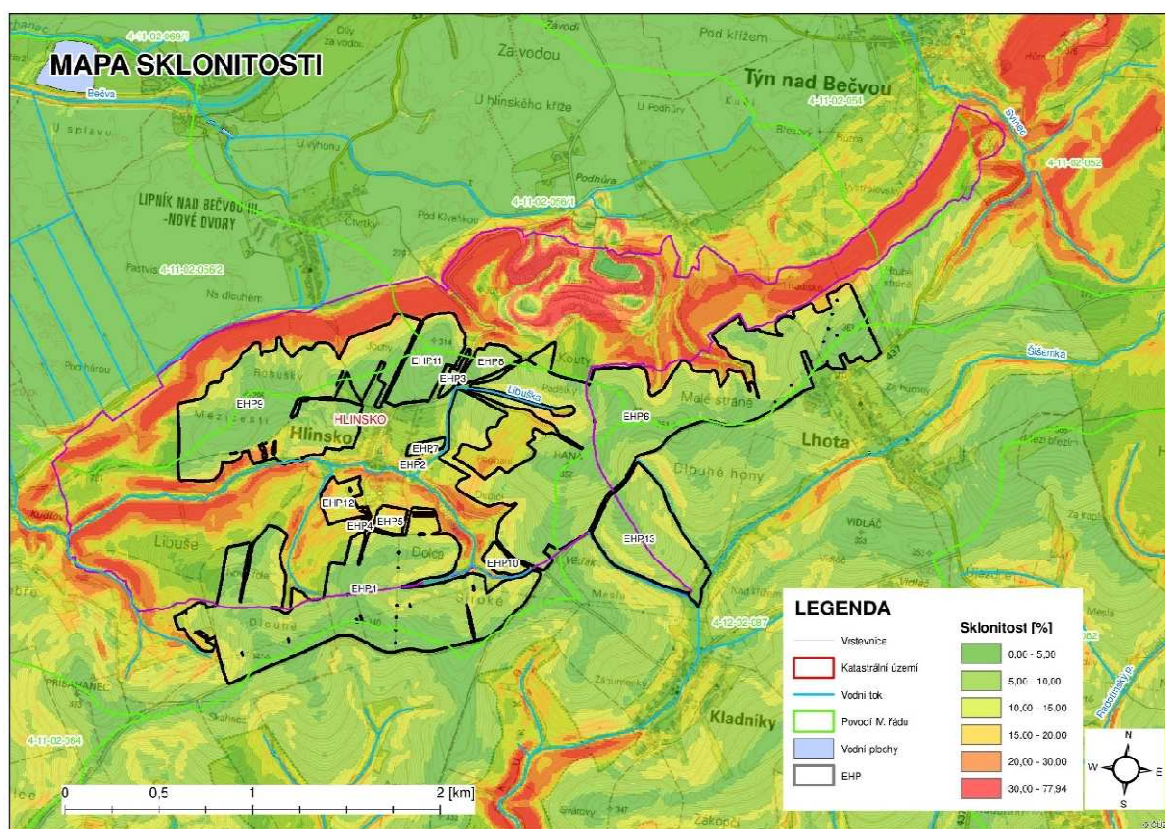
Obr. 18 Poměr směru větrů v růžicovém typu grafu [28]



Obr. 19 Graf procentuálního zastoupení směru větru [28]

4.5 SKLONITOSTNÍ POMĚRY

Terén Hlinska je členitý. Kolem říčky Libušky v přibližném středu k.ú. je sklonitost vyšší a přesahuje místy i 30 %. Nejvyšším sklonem terénu je pokryta celá severní část k.ú. Sklon v celém k.ú. nabývá hodnot od 0 % do necelých 78 %.

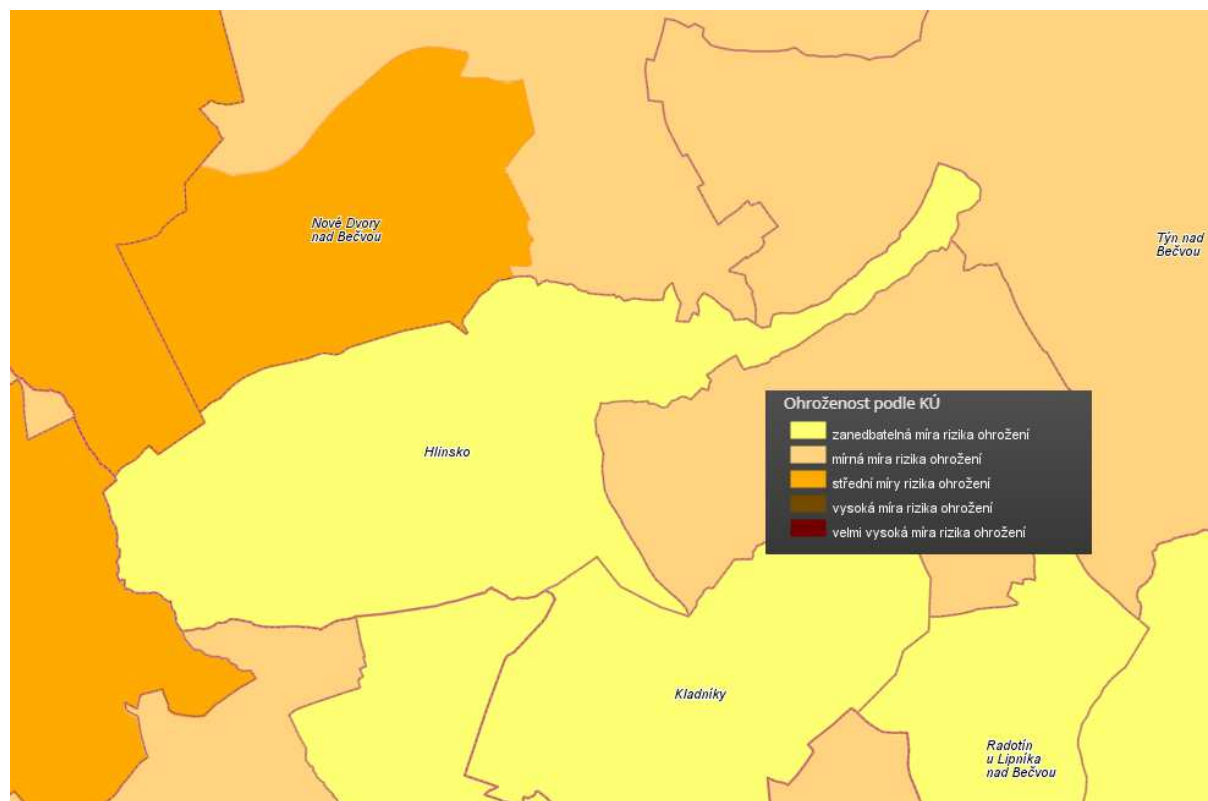


Obr. 20 Mapa sklonitosti zájmového území [Zdroj: vlastní, příloha 3]

4.6 EROZNÍ POMĚRY

4.6.1 Větrná eroze

Dle mapy větrné eroze je zájmové území ohroženo zanedbatelně, avšak při průzkumu terénu a rozhovoru s místními obyvateli bylo zjištěno, že větrná eroze se dotýká severní strany intravilánu, což částečně potvrzuje i mapa na obr. 21, kdy sousední část severní hranice k.ú. Hlinska spadá do oblasti střední míry rizika ohrožení. [29]



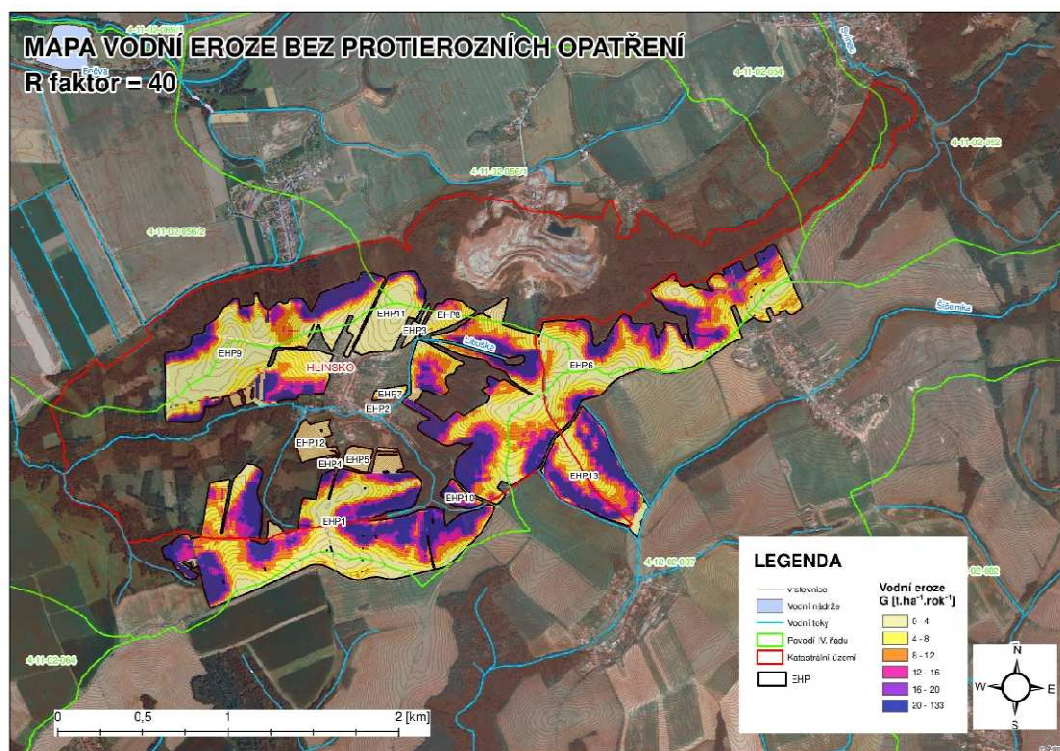
Obr. 21 Mapa ohroženosti zájmového území větrnou erozí [29]

4.6.2 Vodní eroze

Totéž, co o erozi větrné však nelze konstatovat o erozi vodní. Naopak lze konstatovat, že vodní erozí je ohrožena většina zájmového území, protože svahy kolem intravilánu jsou z většiny využívány jako zemědělská půda a dlouhodobá ztráta půdy v některých oblastech přesahuje výrazně $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Tím pádem je vyžadován návrh protierozních opatření.

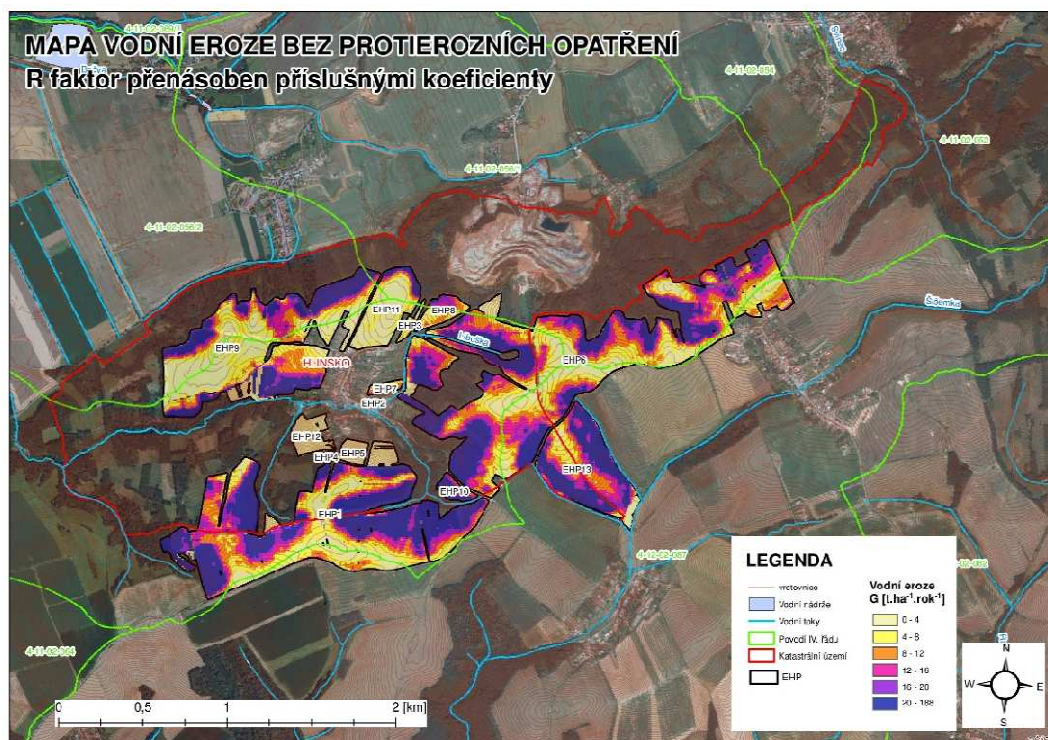
Na obr. 22 je vidět mapa plošné eroze spočítaná na základě hodnoty klimatického regionu kategorie 3, do kterého dané území spadá. Hodnota R faktoru je rovna $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Číselné výsledky pro jednotlivé EHP jsou z obr. 22 uvedeny v tab. 30 v kapitole 7.2.1.

Na obr. 24 a 25 je vidět plošná eroze v případě, že by se na celém území s ornou půdou pěstovala širokořádková plodina, konkrétně kukuřice na zrno. Teoreticky se tedy jedná o nejhorší možnou erozi.



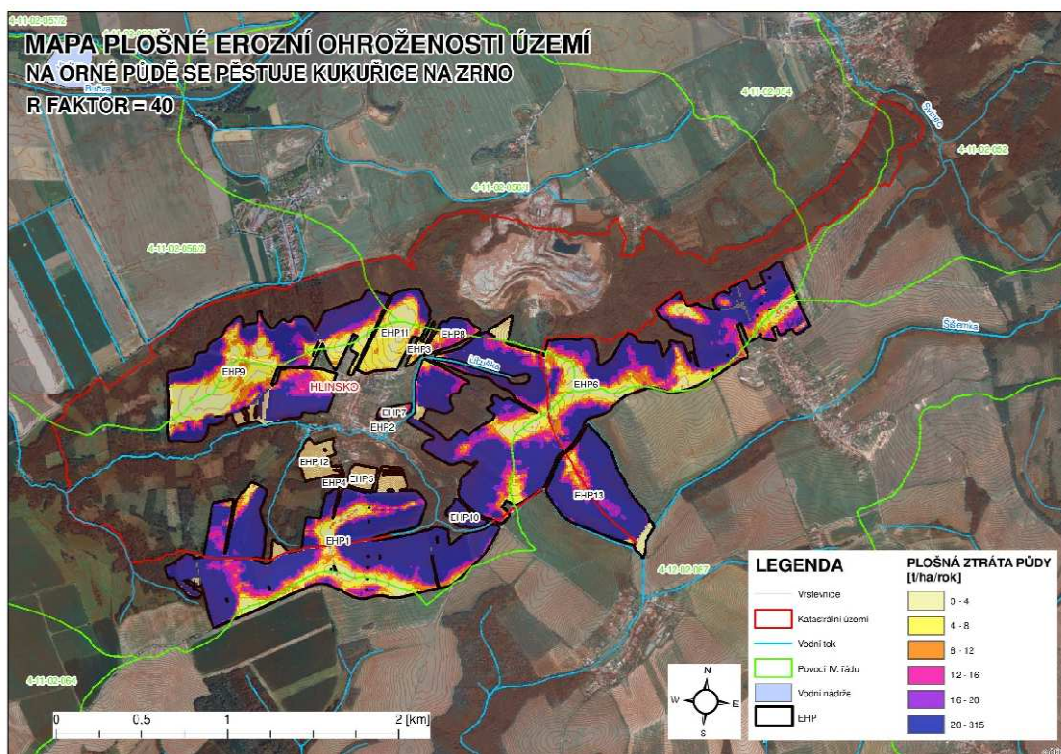
Obr. 22 Mapa potenciální ztráty půdy v zájmovém území (R faktor = 40 MJ·ha⁻¹·cm·h⁻¹)
[zdroj: vlastní, příloha 11.1]

Na obr. 23 je vidět to samé, avšak již s použitím koeficientů přenásobujících R faktor. Výsledná eroze je tedy vyšší, ale reálnější s ohledem na změnu klimatu. Lze tedy konstatovat, že se jedná o stanovení reálné vodní eroze v daném území bez užití protierozních opatření. Číselné výsledky pro jednotlivé EHP jsou z obr. 23 uvedeny v tab. 33 v kapitole 7.2.2.

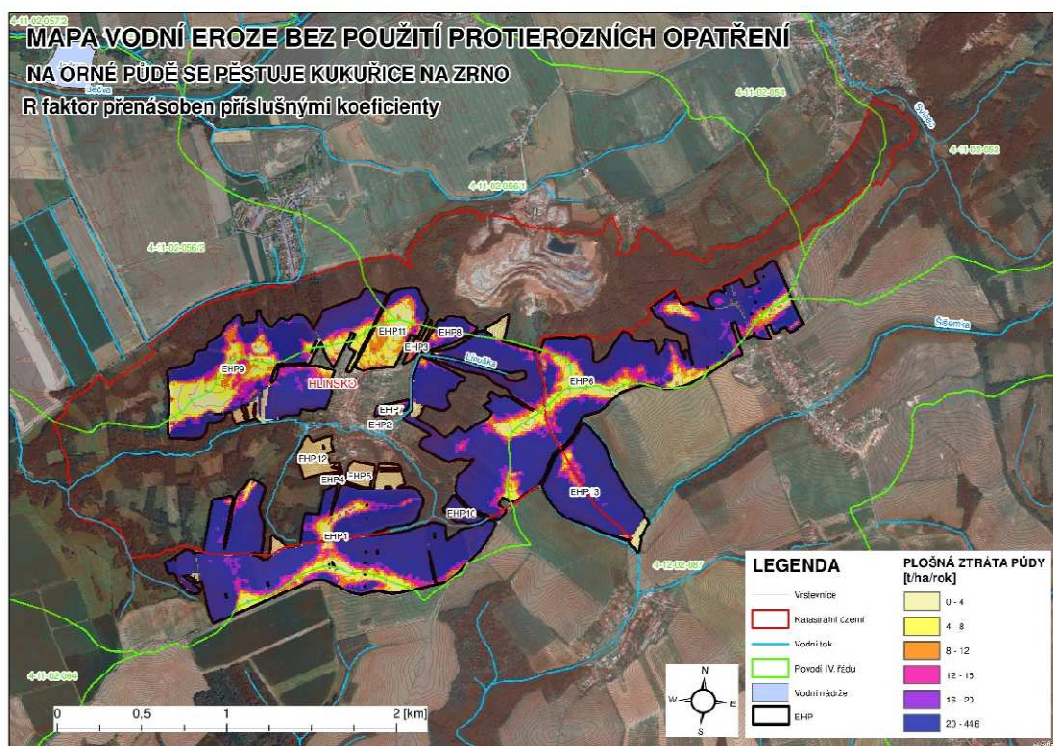


Obr. 23 Mapa potenciální ztráty půdy v zájmovém území (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 11.2]

Na obr. 24 a 25 je vidět plošná eroze v případě, že by se na celém území s ornou půdou pěstovala širokořádková plodina, konkrétně kukuřice na zrno. Teoreticky se tedy jedná o nejhorší možnou erozi.



Obr. 24 Mapa ztráty půdy v zájmovém území při pěstování kukuřice na zrno (R faktor = 40 MJ·ha⁻¹ · cm·h⁻¹) [zdroj: vlastní, příloha 11.3]

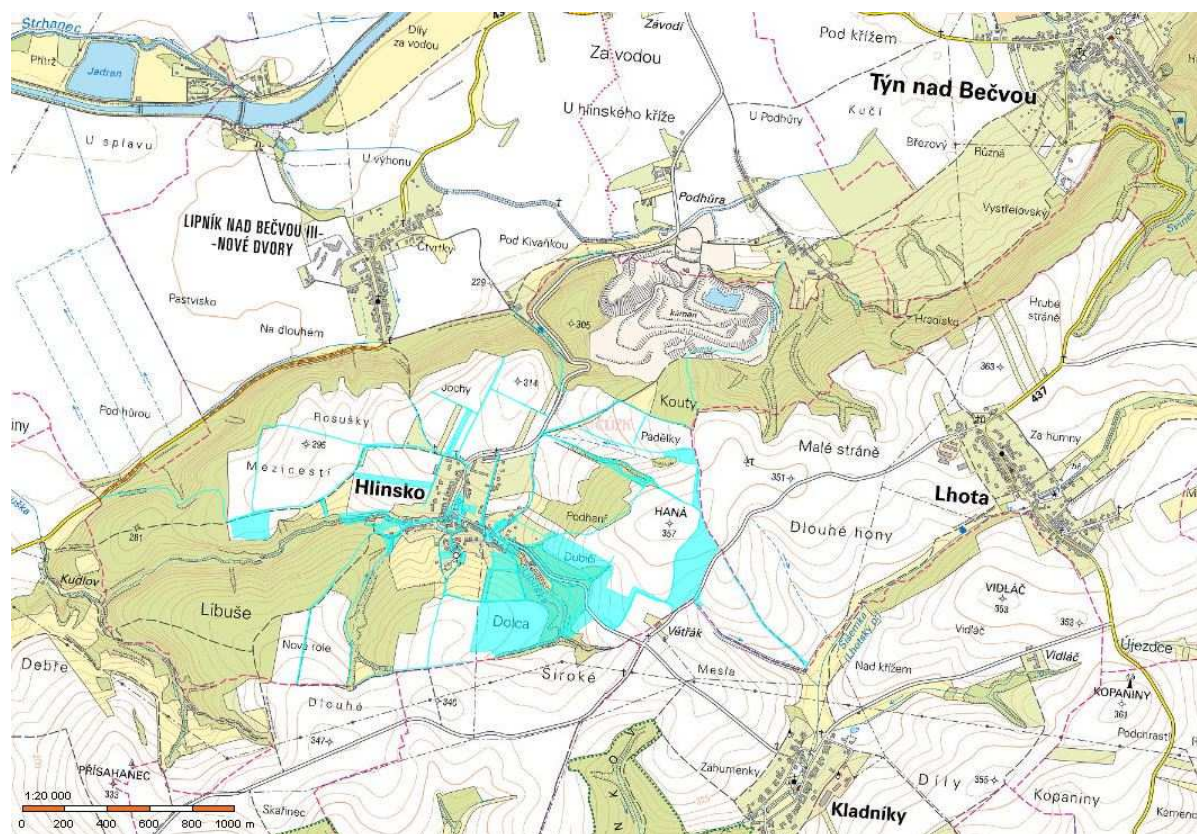


Obr. 25 Mapa ztráty půdy v zájmovém území při pěstování kukuřice na zrno (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 11.4]

4.7 VLASTNICKÉ POMĚRY

V kapitole o vlastnických poměrech je uvedena mapa parcel, ve které jsou světle modrou barvou zvýrazněny parcely, ke kterým má vlastnické právo obec Hlinsko. [30]

Výraznou většinu ploch s ornou půdou však v řešeném katastru vlastní nebo má pronajatou jedna osoba, která na ní také hospodaří.



Obr. 26 Mapa obecních parcel [30]

5 KRITICKÉ BODY A KRITICKÉ PROFILY

V místech, kde vnikají linie drah soustředěného odtoku (DSO) do intravilánu, se stanovují tzv. kritické body (KB). Kritický bod je určený průsečíkem dané hranice intravilánu s linií dráhy soustředěného odtoku s přispívající plochou o velikosti 0,3 km² - 10 km². [31]

Z podrobných analýz vyplývá, že k výběru lokalit KB jsou doporučena 4 kritéria: [31]

- | | | |
|---------------|------------------------------------|--------------------------|
| • K 1. | Velikost přispívající plochy | 0,3 – 10 km ² |
| • K 2. | Průměrný sklon přispívající plochy | ≥ 3,5 % |
| • K 3. | Podíl plochy orné půdy v povodí | ≥ 40 % |
| • K 4. | Ukazatel kritických podmínek | ≥ 1,85 |

Pro konkrétní přispívající plochy vyjadřuje ukazatel kritických podmínek F pravděpodobnost vzniku negativních projevů povodní z přívalových srážek. Je navržen ve tvaru, který přiřazuje váhy jednotlivým veličinám. Z vah je patrné, že podíl orné půdy vykazuje větší náchylnost ke kritickým podmínkám, než sklon povodí nebo hodnoty CN. [31]

Výpočet ukazatele kritických podmínek: [31]

$$F = P_{p,r} \cdot H_{m,r} \cdot (a_1 \cdot I_p + a_2 \cdot ORP + a_3 \cdot CN)$$

Kde: F – ukazatel kritických podmínek [-]

a – vektor vah [1,48876; 3,09204; 0,467171]

$P_{p,r}$ – relativní hodnota velikosti přispívající plochy (vzhledem k max. 10 km²) [-]

I_p – hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%]

ORP – podíl plochy orné půdy [%]

CN – hodnoty CN pro dané území

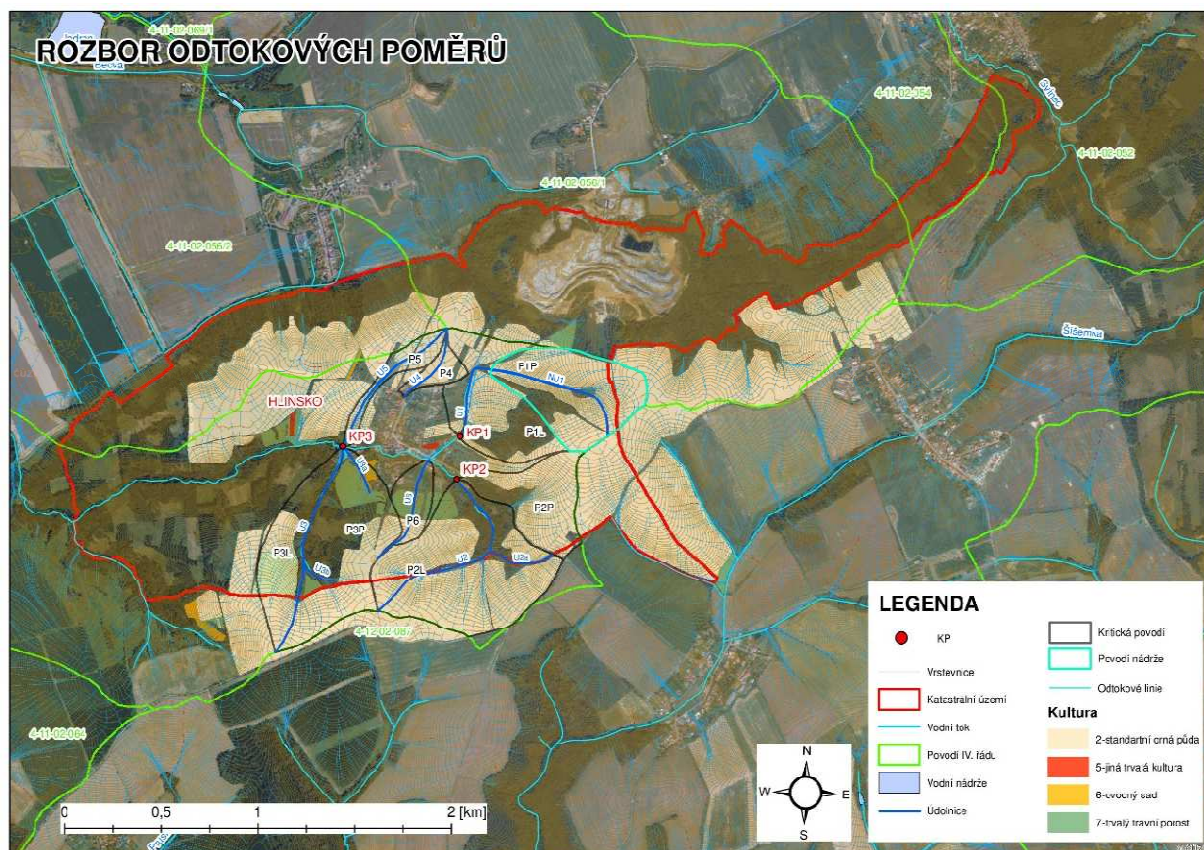
$H_{m,r}$ – relativní hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (vzhledem k max. 285,7 mm) [-].

V tomto případě byla identifikace kritických míst provedena na základě metodického návodu. [31]

Nejdříve byl vytvořen digitální model terénu (DMT) v programu ArcMap a z něho byly vytvořeny dráhy soustředěného odtoku. V místech, kde dráhy soustředěného odtoku vnikly do místní komunikace nebo zastavěného území, byly stanoveny kritické profily (KP). Následně se pro každý kritický profil vykreslila

přispívající plocha a stanovila charakteristika na základě níž bylo určeno, zdali se zároveň jedná i o kritický bod (KB) či nikoliv.

Následně po stanovení KP byl proveden terénní průzkum, kde byla jednotlivá místa prozkoumána a nafocena. Po průzkumu byly jednotlivé KP a KB upraveny a po úpravě byla stanovena následná charakteristika.



Obr. 27 Mapa kritických profilů a kritických bodů [zdroj: vlastní, příloha 10]

Tab. 5 Charakteristika KP a KB v zájmovém území [zdroj: vlastní]

KP	KB	K1	K2	K3	K4	CN	Pp,r	Hm,r
[-]	[-]	A [km ²]	Ip [%]	ORP [%]	F [-]	[-]	[-]	[-]
1	1	0,495	8,73	68,08	3,84	84,90	0,050	0,29
2	2	0,662	9,42	74,02	5,47	79,86	0,066	0,29
3	3	0,497	9,86	50,30	3,00	74,52	0,050	0,29
4	-	0,039	3,41	74,36	0,32	86,21	0,004	0,29
5	-	0,061	4,01	73,77	0,49	86,50	0,006	0,29
6	-	0,067	12,53	20,60	0,23	73,95	0,007	0,29

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že byly charakterizovány 3 KB a 6 KP. Zeleně jsou zvýrazněny hodnoty, které splňují kritéria pro stanovení KB.

5.1 KP1, KB1

Kritický profil č. 1 se rozléhá severovýchodním směrem od severovýchodní hranice intravilánu Hlinska. Přispívající plocha má velikost 49,5 ha a její údolnice je dlouhá 1230 m. Přispívající půda je z 68 % využívána jako orná půda a zbytek z větší části tvoří les. Odtok přispívající plochy je situován ve svodném příkopu (**obr. 28**), který přechází v potrubí (**obr. 29**). Potrubí dále pokračuje jako propustek pod místní komunikací a následně ústí do toku řeky Libušky.

Tab. 6 Charakteristika KP1 a KB1 [zdroj: vlastní]

KP1, KB1		
Plocha	0,495	[km ²]
Sklon		
Levý svah	10,52	[%]
Pravý svah	6,08	[%]
průměrný	8,73	[%]
Nadmořská výška		
Průměrná	328,61	m n. m.
Nejnižší bod	295,15	m n. m.
Nejvyšší bod	357,45	m n. m.
Vodní eroze		
Průměrný smyv (R40)	11,25	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40)	533,48	t ⁻¹ .rok
Průměrný smyv (R40.koef.)	15,91	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40.koef)	754,25	t ⁻¹ .rok
Povrchový odtok		
Objem přímého odtoku	14,10	[tis.m ³]
Kulminační průtok Q ₁₀₀	5,18	[m ³ .s ⁻¹]
Geologické jednotky		
Smíšený sediment, kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, spraš, sprašová hlína, kamenitá písčito-hlinitá eluvia		
Hlavní půdní jednotky		
Kambizemě oglejené a glejové, hnědozemě luvické oglejené, fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách		

Tab. 7 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP1 [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	1,17	1,78	2,66	3,99	5,18	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	6,68	8,29	10,1	12,3	14,10	$[10^3 \cdot m^3]$

Když je brán v úvahu sklon potrubí 8 % vzhledem ke sklonu terénu a jeho DN 600, tak kapacitní průtok vychází 2,12 m³/s. Potrubí o daném sklonu je tedy kapacitní pouze na návrhový průtok Q_{10} (1,78 m³/s). Zda-li však má být při stejném sklonu zkapacitněn kulminační průtok Q_{100} (5,18 m³/s), musí mít potrubí minimální rozměr DN 1000, kapacitní průtok poté vychází 8,16 m³/s. Potrubí s DN 800 je totiž stále nevyhovující (4,53 m³/s), je však již kapacitní pro kulminační průtok Q_{50} (3,99 m³/s).

Kapacita svodného příkopu však také není dostačující. Při daných rozměrech a sklonu 3 % (přibližný sklon odhadnut z DMT) činí jeho kapacita asi 1,46 m³/s. Při výpočtech betonového potrubí byla určena jeho drsnost $n = 0,012$ a u svodného příkopu $n = 0,033$.

Je však nutné brát v potaz přibližný odhad daných sklonů propustku a příkopu, které mohou výrazně ovlivnit výsledek.

Kritický profil je v severozápadní části ohraničen místní komunikací s příkopem. Do rozlohy KP1 je však nutné započítat i část území, ze kterého je voda svedena propustkem (**obr. 33**) pod místní komunikací do svodného příkopu.

V přílehlém místě (**obr. 35**), které je tvořeno ornou půdou lze navrhnout k vybudování suchou nádrž.

Pro zmírnění povrchového odtoku a plošné eroze je navržena kombinace organizačních, agrotechnických a technických opatření.

Z technických opatření jsou to 3 záchytné průlehy ústících do údolnice daného kritického povodí a zmíněná suchá nádrž.

5.1.1 Fotodokumentace KP1



Obr. 28 Svodný příkop v místě KB1 s rozměry $b= 900 \text{ mm}$ $B= 1600 \text{ mm}$ $h= 550 \text{ mm}$



Obr. 29 Potrubí DN 600



Obr. 30 Přispívající plocha levé části KP1 a žlab svádějící srážky do svodného příkopu



Obr. 31 Přispívající plocha levé části KP1, včetně svodného příkopu



Obr. 32 Přispívající plocha pravé části KP1



Obr. 33 Propustek pod komunikací rozšiřující území KP1



Obr. 34 Zahlcený propustek pod polní cestou v pravé části KP1



Obr. 35 Přispívající plocha v levé části KP1 určená k návrhu suché nádrže

5.2 KP2, KB2

Kritický profil č. 2 se rozléhá jihovýchodně od hranice intravilánu Hlinska. Přispívající plocha má velikost 66,2 ha a její údolnice je dlouhá 1120 m. Přispívající půda je ze 74 % využívána jako orná půda a zbytek z větší části tvoří les. Samotný KB2 leží v korytě řeky Libušky (**obr. 36**). Pravá část KP2 se do řeky Libušky dostane

pomocí propustku vedoucího pod místní komunikací. Propustek je napojený na záchytný příkop podél komunikace. V území KP2 vzniká v zalesněném území podél toku řeky boční eroze (**obr. 37**).

Tab. 8 Charakteristika KP2 a KB2 [zdroj: vlastní]

KP2, KB2		
Plocha	0,662	[km ²]
Sklon		
Levý svah	9,15	[%]
Pravý svah	10,15	[%]
průměrný	9,42	[%]
Nadmořská výška		
Průměrná	329,40	m n. m.
Nejnižší bod	290,39	m n. m.
Nejvyšší bod	356,58	m n. m.
Vodní eroze		
Průměrný smyv (R40)	17,16	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40)	1135,93	t ⁻¹ .rok
Průměrný smyv (R40.koef.)	24,26	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40.koef)	1606,02	t ⁻¹ .rok
Povrchový odtok		
Objem přímého odtoku	18,80	[tis.m ³]
Kulminační průtok Q ₁₀₀	3,32	[m ³ .s ⁻¹]
Geologické jednotky		
Kamenitá písčito-hlinitá eluvia, kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, spraš a sprašová hlína, droby		
Hlavní půdní jednotky		
Kambizemě oglejené a glejové, hnědozemě luvické oglejené, fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách, luvizemě modální		

Tab. 9 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP2 [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,756	1,15	1,70	2,57	3,32	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	8,82	10,90	12,80	16,40	18,80	[10 ³ .m ³]

Jako doporučení, pro stabilizaci koryta řeky a zamezení boční eroze (**obr. 37**), je navržen a aplikován přehrázek.

Na **obr. 38** je zachyceno místo častých záplav a tvoření rýhové eroze. Z tohoto důvodu je vhodné obnovit koryto za účelem docílení řízeného vedení odtoku. Přes obnovené koryto dále bude vhodný návrh a následná realizace pojízdné lávky a níže před napojením do toku Libušky také stabilizace koryta pomocí přehrážek.

Na území KP2 je opět navržena kombinace organizačních, agrotechnických a technických opatření.

Z technických opatření je to vyznačené území pro návrh přehrážek a jeden záchytný průleh.

5.2.1 Fotodokumentace KP2



Obr. 36 Území KB2



Obr. 37 Boční eroze na řece Libuše



Obr. 38 Vznik rýhové eroze v levé části KP2



Obr. 39 Krytí propustku umístěného u místní komunikace



Obr. 40 Území v levé části KP2

5.3 KP3, KB3

Kritický profil č. 3 se rozléhá jižním směrem od západní hranice intravilánu Hlinska. Přispívající plocha má velikost 49,7 ha a její údolnice je dlouhá 1150 m. Přispívající půda je z 50 % využívána jako orná půda a zbytek z větší části tvoří les nebo louka. Odtok přispívající plochy je situován v záchytném příkopu (**obr. 42**), který přechází v potrubí a následný propustek a zároveň záchytný žlab (**obr. 43**). Propustek následně ústí do toku řeky Libušky (**obr. 45**).

Tab. 10 Charakteristika KP3 a KB3 [zdroj: vlastní]

KP3, KB3		
Plocha	0,497	[km ²]
Sklon		
Levý svah	9,65	[%]
Pravý svah	9,93	[%]
Průměrný	9,86	[%]
Nadmořská výška		
Průměrná	321,81	m n. m.
Nejnižší bod	276,51	m n. m.
Nejvyšší bod	346,88	m n. m.
Vodní eroze		
Průměrný smyv (R40)	11,34	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40)	563,77	t ⁻¹ .rok
Průměrný smyv (R40.koef.)	16,04	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok

KP3, KB3		
Celkový smyv (R40.koef)	797,07	t ⁻¹ .rok
Povrchový odtok		
Objem přímého odtoku	10,50	[tis.m ³]
Kulminační průtok	2,01	[m ³ .s ⁻¹]
Geologické jednotky		
Spraš a sprašová hlína, kamenito-písčito-hlinitá eluvia, kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, jílovité břidlice		
Hlavní půdní jednotky		
Fluvizemě glejové a oglejené, kambizemě oglejené a glejové, hnědozemě luvické a oglejené, luvizemě modální		

Tab. 11 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP3 [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,518	0,779	1,12	1,60	2,01	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	4,23	6,05	7,5	9,28	10,5	[10 ³ .m ³]

Když je brán v úvahu přibližný sklon propustku 8 % a jeho DN 500, tak kapacitní průtok vychází 1,31 m³/s, propustek je tak kapacitní na návrhový průtok Q₂₀ (1,12 m³/s). Aby byl při stejném sklonu zkapacitněn kulminační průtok Q₁₀₀ (2,01 m³/s), musí mít propustek minimální rozměr DN 600, kapacitní průtok poté vychází 2,12 m³/s. Totéž platí pro návrhový průtok Q₅₀ (1,60 m³/s).

Kapacita záchytného příkopu opět není vzhledem k hodnotě kulminačního průtoky dostačující. Při daných rozměrech a přibližného sklonu 1 % činí jeho kapacita 1,27 m³/s.

Při výpočtech kapacitních průtoků propustku a záchytného propustku byly brány stejné hodnoty drsnosti jako u KP1 (tedy 0,012 a 0,033) a opět je nutné brát v potaz přibližný odhad sklonů.

Stejně jako na většině území s ornou půdou byla navržena kombinace organizačních, agrotechnických a technických opatření. Z technických opatření je to hrázka v místě KB3 (bylo však zjištěno, že její návrh není z důvodu velice malého zadržetí vody vhodný) a místo určené k návrhu soustavy přehrázek, stejně jako v případě návrhu u KP2 (KB2). Návrh soustavy přehrázek bude mít v tomto případě

i pozitivní vliv na zachytávání větví z místního lesa, které způsobují problémy níže v KP3 (KB3).

5.3.1 Fotodokumentace KP3



Obr. 41 Území nad KB3 určené pro návrh přehrážek



Obr. 42 Záchytný žlab a záchytný příkop s rozměry $b = 600 \text{ mm}$, $B = 1700 \text{ mm}$ a $h = 800 \text{ mm}$ v místě KB3



Obr. 43 Záchytný žlab svádějící srážky z KP3



**Obr. 44 Šachta, do které vtékají srážky potrubím s DN 500 – toto potrubí svádí srážky z KP3.
Srážky dále odtékají potrubím s DN 600 do přilehlé řeky Libušky**



Obr. 45 Výúst propustku do koryta řeky Libušky

5.4 KP4

Kritický profil č. 4 se rozléhá severně od severní hranice intravilánu Hlinska. Přispívající plocha má velikost 3,9 ha a její údolnice je dlouhá 443 m. Přispívající půda je ze 74 % využívána jako orná půda a zbytek z větší části tvoří zalesnění. Odtok přispívající plochy je situován v provizorním záchytném příkopu před rodinným domem (**obr. 48**). Dále povrchový odtok pokračuje na místní komunikaci a po ní do záchytného žlabu (**obr. 46**), který je však pouze na okraji silnice, takže by bylo dobré ho protáhnout přes celou šířku vedlejší komunikace.

Pro zmírnění povrchového odtoku a plošné eroze je navržena kombinace organizačních a agrotechnických opatření.

Tab. 12 Charakteristika KP4 [zdroj: vlastní]

KP4		
Plocha	0,039	[km ²]
Sklon		
Průměrný	3,41	[%]
Nadmořská výška		
Průměrná	309,90	m n. m.
Nejnižší bod	302,77	m n. m.
Nejvyšší bod	313,31	m n. m.
Vodní eroze		
Průměrný smyv (R40)	2,25	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40)	8,79	t ⁻¹ .rok
Průměrný smyv (R40.koef.)	3,19	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40.koef)	12,43	t ⁻¹ .rok
Povrchový odtok		
Objem přímého odtoku	1,06	[tis.m ³]
Kulminační průtok	0,534	[m ³ .s ⁻¹]
Geologické jednotky		
Spraš a sprašová hlína, kamenitá písčito-hlinitá eluvia		
Hlavní půdní jednotky		
Kambizemě oglejené a glejové		

Tab. 13 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP4 [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,125	0,188	0,284	0,422	0,534	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	0,509	0,632	0,766	0,937	1,060	[10 ³ .m ³]

5.4.1 Fotodokumentace KP4



Obr. 46 Záchytný žlab



Obr. 47 Přispívající plocha KP4



Obr. 48 Záchytný příkop chrání rodinný dům před povrchovým odtokem

5.5 KP5

Kritický profil č. 5 se rozléhá severně od západní hranice intravilánu Hlinska. Přispívající plocha má velikost 6,1 ha a její údolnice je dlouhá 835 m. Přispívající půda je ze 74 % využívána jako orná půda a zbytek z větší části tvoří zalesnění. Odtok přispívající plochy ústí do toku řeky Libušky nedaleko u přilehlého KB3.

Na orné půdě je doporučen návrhkombinace organizačních a agrotechnických opatření.

Tab. 14 Charakteristika KP5 [zdroj: vlastní]

KP5		
Plocha	0,061	[km ²]
Sklon		
Průměrný	4,01	[%]
Nadmořská výška		
Průměrná	304,07	m n. m.
Nejnižší bod	275,92	m n. m.
Nejvyšší bod	313,31	m n. m.
Vodní eroze		
Průměrný smyv (R40)	5,20	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40)	31,72	t ⁻¹ .rok
Průměrný smyv (R40.koef.)	7,35	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok

KP5		
Celkový smyv (R40.koef)	44,85	t ⁻¹ .rok
Povrchový odtok		
Objem přímého odtoku	1,54	[tis.m ³]
Kulminační průtok	0,89	[m ³ .s ⁻¹]
Geologické jednotky		
Spraš a sprašová hlína, kamenitá písčito-hlinitá eluvia, kamenitý až hlinito-kamenitý sediment		
Hlavní půdní jednotky		
Kambizemě oglejené a glejové, fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách		

Tab. 15 N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln pro KP5 [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,226	0,342	0,504	0,704	0,887	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	0,761	0,945	1,15	1,35	1,54	[10 ³ .m ³]

5.6 KP6

Kritický profil č. 6 se rozléhá jižně od jihovýchodní hranice intravilánu Hlinska. Přispívající plocha má velikost 6,7 ha a její údolnice je dlouhá 606 m. Přispívající půdu tvoří z menší části, konkrétně z 21 % orná půda a zbytek z větší části tvoří zatravění a zalesnění. Odtok přispívající plochy ústí do toku řeky Libušky.

Na orné půdě je doporučen návrh kombinace organizačních a agrotechnických opatření.

Tab. 16 Charakteristika KP6 [zdroj: vlastní]

KP6		
Plocha	0,067	[km ²]
Sklon		
Průměrný	12,53	[%]
Nadmořská výška		
Průměrná	316,77	m n. m.
Nejnižší bod	284,32	m n. m.
Nejvyšší bod	338,38	m n. m.
Vodní eroze		
Průměrný smyv (R40)	3,02	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok

KP6		
Celkový smyv (R40)	20,25	t ⁻¹ .rok
Průměrný smyv (R40.koef.)	4,27	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40.koef)	28,64	t ⁻¹ .rok
Povrchový odtok		
Objem přímého odtoku	0,97	[tis.m ³]
Kulminační průtok	0,43	[m ³ .s ⁻¹]
Geologické jednotky		
Smíšený sediment, kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, kamenitá písčito-hlinitá eluvia, spraš a sprašová hlína		
Hlavní půdní jednotky		
Luvizemě modální, hnědozemě luvické, fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách, kambizemě oglejené a glejové		

Tab. 17 N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln pro KP6 [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,12	0,178	0,245	0,34	0,426	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	518	631	748	877	972	[m ³]

6 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

Po provedení analýz a rozborů erozních a odtokových poměrů, včetně průzkumu terénu, je možné provést návrh protierozních opatření (PEO).

V rámci organizačních a agrotechnických opatření byl proveden návrh území trvalých travních porostů (TTP), vymezení míst s vyloučením erozně nebezpečných plodin (VENP) i míst vhodných pro použití agrotechnických opatření (AGT).

Dále byla identifikována místa s potenciální tvorbou efemérních rýh. Jedná se o místa, na kterých dochází k tvorbě soustředěného odtoku (většinou se jedná o údolnice). V těchto místech byla navržena stabilizace drah soustředěného odtoku (SDSO) a dále byl navržen ochranný vodní pás podél vodního toku (OPAS).

6.1 POPIS NÁVRHU KOMPLEXNÍ OCHRANY

Návrh opatření je určen ke zvýšení retence vody na zemědělských půdách v povodí při přívalových srážkách. Protierozní opatření se budují na erozně ohrožených pozemcích, a to jsou takové pozemky, kde je průměrný smyv půdy vyšší než smyv přípustný. [33]

Tato opatření nejsou určena pouze ku prospěchu vodního hospodářství, ale i ku prospěchu hospodářů, kteří dané území obdělávají, v důsledku vyšší produkční schopnosti půdy. [33]

Organizační opatření

Základem tohoto opatření je návrh změn druhů pozemků a protierozní rozmístování plodin. V rámci ochrany půdy lze rozdělit plodiny na plodiny s vysokým protierozním účinkem – travní porosty, jeteloviny, dále na plodiny s dobrou PEO po větší část vegetačního období – obilniny, luskoviny, meziplodiny a plodiny s nedostatečnou PEO po větší část vegetačního období – kukuřice, brambory. [33]

Vegetační kryt erozi snižuje významně. Ku příkladu ve srovnání s půdou bez vegetace je v porostech okopanin a kukuřice smyv půdy poloviční, u obilnin čtvrtinový až desetinový, u jetelovin padesátinový a u víceletých travních porostů až dvousetinový. [33]

Mezi organizační opatření patří například: [33]

- demilitarizace druhu pozemku
- velikost a tvar pozemku
- ochranné zatravnění, zalesnění

- protierozní rozmísťování plodin
- protierozní postup
- pásové střídání plodin

V rámci organizačních opatření byl navržen **TTP** na plochách se sklonem nad 20 %. Tato místa se v zájmové oblasti příliš nenacházela. TTP byl však dále navržen v místech zvýšené eroze i po uplatnění VENP a AGT. **Hodnota C faktoru je u TTP 0,005.**

TTP se dále navrhuje v místech mělké a hydromorfní půdy. Tyto půdy se však rovněž v zájmovém území nevyskytují.

Dále zatravněné **SDSO**, které jsou navržené o šířce 20 m pro odtokové dráhy s přispívající plochou větší než 5 ha.

Zatravněny jsou i **OPAS**, které jsou navrženy podél vodního toku o celkové šířce 24 m (tedy 12 m z každé strany toku).

Hodnoty C faktoru pro SDSO i OPAS mají taktéž hodnotu 0,005.

VENP bylo navrženo na pozemcích orné půdy přesahující sklon 5 %. Na těchto půdách by se neměly pěstovat plodiny mající nízkou protierozní funkci. **Při dodržení těchto opatření a akceptování protierozního osevního postupu uvedeného níže, se hodnota C faktoru sníží na hodnotu 0,08.**

Tab. 18 Doporučená protierozní osevní struktura [33]

Protierozní osevní struktura		
Plodina	Zastoupení plodiny v %	C faktor
jetel luční	20	0,02
pšenice ozimá	10	0,12
ječmen jarní	23	0,15
jetelotráva	12	0,02
tráva na semeno	15	0,02
pšenice ozimá	20	0,12
celkem	100	0,08

Agrotechnická opatření

Erozi ohrožená orná půda by neměla zůstat bez dostatečného vegetačního krytu, zejména v období častého výskytu přívalových dešťů (od poloviny května do počátku září). V první třetině tohoto období mají nedostatečnou pokrývnost okopaniny a speciálně 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. [33]

V poslední třetině období přívalemých dešťů jsou zvláště intenzivně postihována erozí pole připravená k setí a osetá letními meziplodinami a ozimou řepkou. Východiskem je letní bezorebné setí meziplodin a ozimé řepky, které se při dostatečné PEO výnosově vyrovnává tradičnímu setí do zorané půdy. [33]

Vlastní protierozní agrotechnika – 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. [33]

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 %. [33]

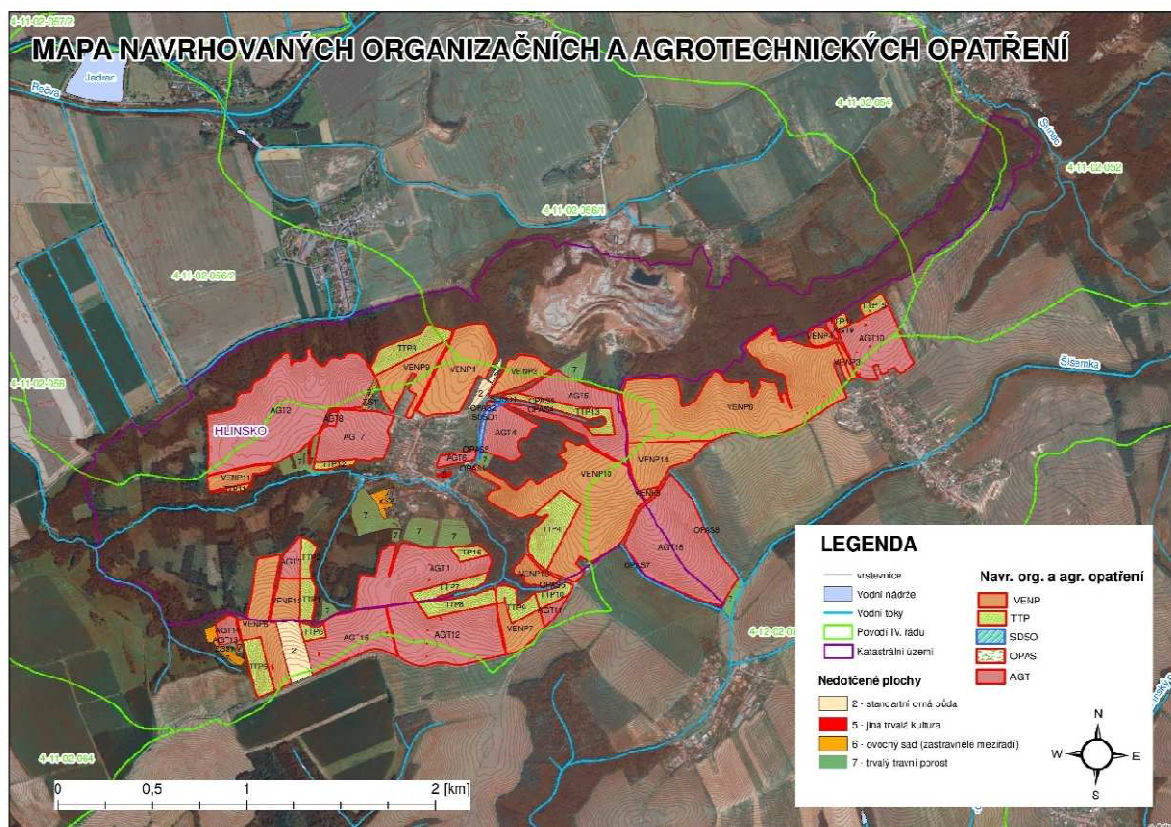
Mezi agrotechnické opatření (AGR) patří například: [33]

- zatravnění meziřadí, krátkodobé porosty v meziřadí
- protierozní agrotechnologie ve speciálních kulturách (vinice, sady)
- hrázkování a důlkování povrchu půdy
- výsev ochranných plodin

AGT opatření jsou navržena na pozemcích orné půdy přesahujících sklon 7 %, ale i na pozemcích, kde výsledná eroze překračovala doporučené hodnoty. V rámci těchto opatření je doporučena orba po vrstevnicích, ponechání strniště po sklizni, výsev ochranných plodin, zatravnění meziřadí atd. **Když uplatníme AGT, můžeme hodnotu C faktoru snížit na hodnotu 0,08.**

Dále bylo provedeno zatravnění meziřadí u všech stávajících sadů. **Hodnota C faktoru všech sadů byla změněna na 0,005.**

6.2 NAVRHOVANÁ ORGANIZAČNÍ A AGROTECHNICKÁ OPATŘENÍ



Obr. 49 Mapa navrhovaných organizačních a agrotechnických opatření [zdroj: vlastní, příloha 12.1]

Tab. 19 Výpis navrhovaných opatření a jim příslušných ploch (VENP, AGT, TTP)

VENP		AGT		TTP	
Označení	Plocha [ha]	Označení	Plocha [ha]	Označení	Plocha [ha]
VENP1	11,39	AGT1	13,94	TTP1	1,74
VENP2	3,59	AGT2	32,55	TTP2	1,38
VENP3	0,58	AGT3	1,73	TTP3	4,49
VENP4	0,99	AGT4	5,59	TTP4	5,85
VENP5	0,34	AGT5	10,57	TTP5	3,01
VENP6	39,19	AGT6	1,09	TTP6	0,95
VENP7	3,72	AGT7	8,92	TTP7	2,25
VENP8	8,48	AGT8	0,30	TTP8	3,12
VENP9	6,13	AGT9	0,34	TTP9	2,37
VENP10	26,63	AGT10	9,35	TTP10	1,36
VENP11	2,40	AGT11	0,99	TTP11	0,44
VENP12	2,98	AGT12	16,00	TTP12	0,76
VENP13	2,00	AGT13	5,00	TTP13	3,27

VENP		AGT		TTP	
VENP14	6,54	AGT14	1,54	TTP14	0,45
-	-	AGT15	9,96	TTP15	0,96
-	-	AGT16	21,98	TTP16	1,16

Tab. 20 Výpis navrhovaných opatření a jim příslušných ploch (OPAS, ZS, SDSO)

OPAS		ZS		SDSO	
Označení	Plocha [ha]	Označení	Plocha [ha]	Označení	Plocha [ha]
OPAS1	2,15	ZS1	0,20	SDSO1	0,60
OPAS2	9,05	ZS2	0,92	-	-
OPAS3	0,17	ZS3	1,08	-	-
OPAS4	0,22	-	-	-	-
OPAS5	9,46	-	-	-	-
OPAS6	0,03	-	-	-	-
OPAS7	0,24	-	-	-	-
OPAS8	0,46	-	-	-	-

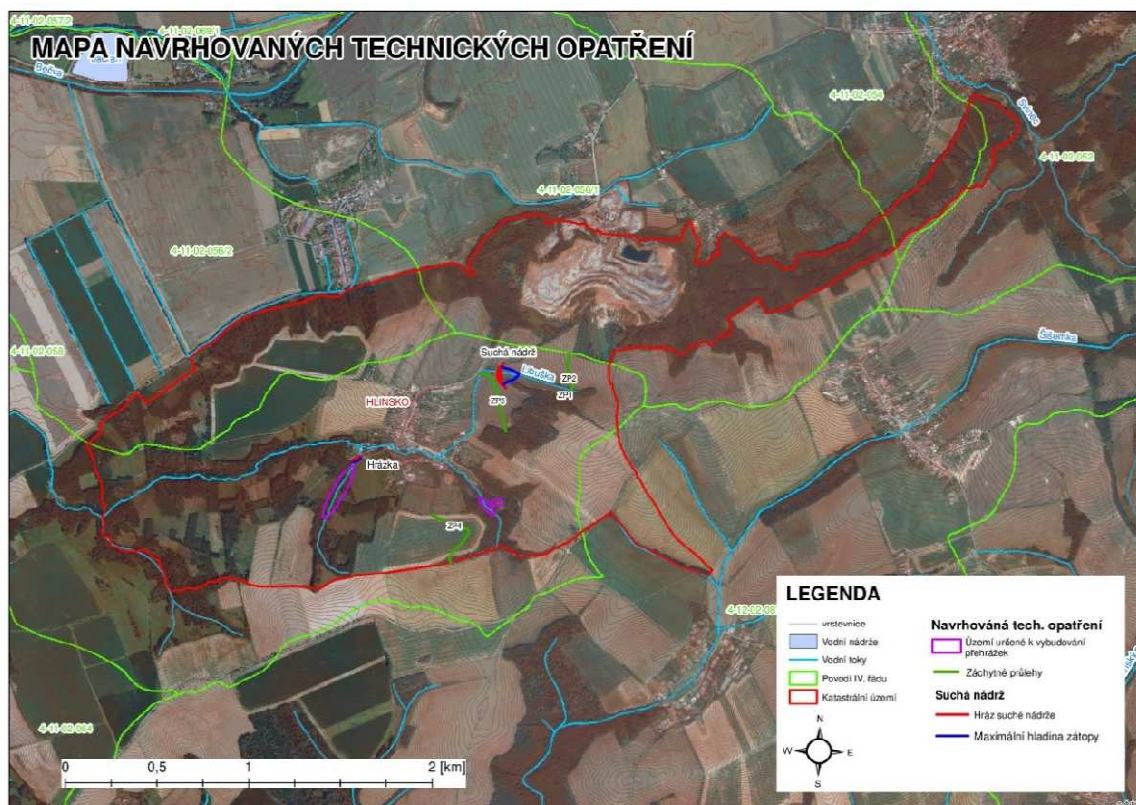
Tab. 21 Celková plocha a délka navrhovaných opatření

Opatření	Plocha [ha]	Délka [m]
VENP	114,95	-
AGT	139,84	-
TTP	33,58	-
ZS	2,19	-
OPAS	21,79	-
SDSO	0,60	0,35
Celkem	312,94	0,35

V zájmové lokalitě bylo navrženo **312,94 ha organizačních a agrotechnických opatření** a jedná se o valnou většinu zemědělské plochy. Jedná se však z většiny o opatření **VENP a AGT** s navrženou protierozní osevnickou strukturou. Dále bylo u stávajících sadů doporučeno zatravnění meziřadí a celé pozemky byly dány do návrhu **PEO** v důsledku zvýšené eroze na daných pozemcích. **TTP** byl navržen na místech s vysokými sklony a v místech, kde byla eroze i pro započtení **VENP a AGT** stále příliš vysoká. **SDSO** byla navržena pouze na jednom místě v území KP1 a kopíruje dráhu akumulace odtoku a z obou stran je napojena na svodný příkop. **OPAS** se objevují místy na částech orné půdy, která je ke kraji toku vzdálena méně než 12 m, což bylo místy také zapotřebí navrhnout.

6.3 NAVRHOVANÁ TECHNICKÁ OPATŘENÍ

Na **obr. 50** je obsažena mapa s návrhem technických opatření. Konkrétně se jedná o záchytné průlehy, suchou nádrž, hrázku a zákres území určených pro návrh přehrážek.



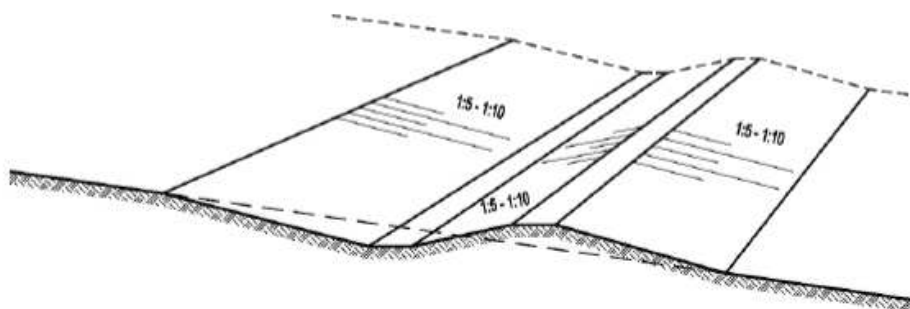
Obr. 50 Mapa navrhovaných technických opatření [zdroj: vlastní, příloha 12.2]

6.3.1 Protierozní průlehy

Průleh je mělký a široký příkop s mírným sklonem svahů. Podle funkce se dělí na záchytný, sběrný a svodný. V rámci PEO byly navrženy 4 záchytné průlehy.

Záchytné průlehy mají záchytnou funkci kombinovanou s funkcí odváděcí. Průlehy tedy zachytí vodu a neškodně ji odvedou. [3]

U záchytných průlehů je nutné dodržet maximální sklon 3 %. Tato podmínka byla u navržených průlehů splněna. Všechny 4 průlehy se napojí na stabilizovanou údolnici. [3]



Obr. 51 Vzorový příčný řez záchytným průlehem [3]

Tab. 22 Délky a sklony navržených záchytných průlehů [zdroj: vlastní]

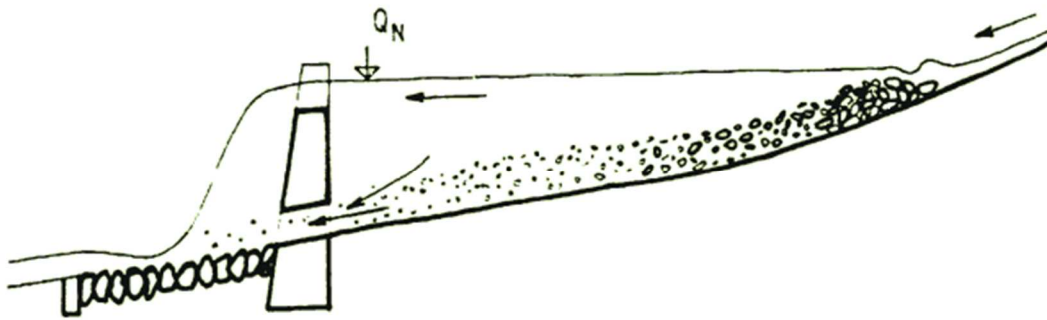
Záchytné průlehy		
Označení	Délka [km]	Sklon [%]
ZP1	0,085	2,88
ZP2	0,210	2,87
ZP3	0,370	2,56
ZP4	0,422	2,03

Dále je vhodné průlehy osadit stromy, jednak tím dojde ke zmírnění větrné eroze a dále mohou plnit funkci biokoridorů, kdy v rámci komplexních pozemkových úpravách jsou tyto podněty řešeny. Toto doporučení platí i pro hlavní a vedlejší komunikaci lemující severní stranu intravilánu (území kolem KB4).

6.3.2 Přehrážky

Hlavním účelem přehrážek je stabilizování dna toků o velikých sklonech. Přehrážky také slouží ke snížení podélného spádu, čímž zabraňují vzniku eroze. Výstavbou přehrážek se zamezí nadměrnému transportu splavenin unášených tokem a jejich usazování v korytě nebo i intravilánu obce. Přehrážky mohou umožnit transport sedimentů za běžných průtoků. Díky navrhovaným otvorům v dolní části, ale omezují posun splavenin během zvýšených průtoků za přívalových dešťů. [32]

Přehrážky se konstrukčně skládají ze dvou hlavních částí, a to z vlastního přehradního tělesa a ze spadiště pod hrázkou. Horní část přehradního tělesa se nazývá koruna a při povodních přes ni může přepadat voda. Spadištěm pod hrázkou voda protéká při normálních průtocích, ale i při povodních, kdy však zároveň přepadá přes korunu hráze. Prostor pod přehrážkou je obvykle prohlouben a opevněn, aby dopadající voda neporušila dno. [32]



Obr. 52 Schéma přehrážky [32]

Typy přehrážek dle materiálů

Kamenné zděné přehrážky

Slouží k zachycení splavenin a retenci vody. Za přehrázkou tedy vzniká malá vodní nádrž. Průtok pod přehrázkou je nejčastěji zajištěn pomocí trubky skrz zdivo v patě. [32]



Obr. 53 Příklad kamenné zděné přehrážky [32]

Srubové přehrážky

Jsou zhotoveny pomocí dřevěných kulatin vyplněných kamenivem. Skládají se ze dvou nebo i více stěn. Jsou vhodné při začlenění do lesního prostředí s výhodou použití místních materiálů. [32]



Obr. 54 Příklad srubové přehrážky [32]

Dřevěné přehrážky

Jsou zřizovány z kulatiny o průměrech 20–30 cm. Kulatiny jsou sestaveny do svislé stěny, která je zachycena piloty. Výhody jsou stejné jako u srubových přehrážek při použití v lesním prostředí. [32]



Obr. 55 Příklad dřevěné přehrážky [32]

Drátokamenné přehrážky (gabiony)

Stejně jako kamenné zděné přehrážky slouží nejen k zachycení splavenin, ale i k retenci vody za přehrážkou. Jejich výhodou je velká tvarová variabilita, tedy možnost libovolné délky, výšky i estetiky a jejich jednoduchost při výstavbě. [32]



Obr. 56 Příklad drátokamenné přehrážky [32]

V případě realizace přehrážek by se nabízela varianta dřevěných, které by dostatečně plnily svůj účel a materiálem by zapadaly do místních podmínek. Ovšem bylo by nutné nejprve udělat inženýrsko-geologický průzkum pro ověření podloží, který by byl rozhodující pro volbu materiálu přehrážek.

6.3.3 Hrázka

Hrázka je navržena jako sypaná v místě KB3 a musela by tak zachytit celý přítok z povodí KP3. U hrázky byl v programu Atlas vymodelován její situační tvar a byly stanoveny následující hodnoty.

Tab. 23 Parametry navržené hrázky [zdroj: vlastní]

Hrázka		
Nadmořská výška koruny hrázky a max. hladina vody	280,3	[m n.m.]
Max. výška hrázky	1,5	[m]
Násyp hrázky	180	[m ³]
Objem po korunu hrázky (včetně výkopu)	460	[m ³]

Tab. 24 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro hrázku [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,518	0,779	1,12	1,6	2,01	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	4,23	6,05	7,5	9,28	10,5	[10 ³ .m ³]

Z uvedených hodnot vyplývá, že uvažovaná hrázka v KB3 je schopná zadržet přibližně jen 460 m³ vody. Tato hrázka je uvažována na obecním pozemku a její umístění a výpočet parametrů byl proveden na požadavek ze strany pana starosty při pochůzce v terénu. Objem přímého odtoku KP3 pro stoletou povodeň však činí 10 500 m³. Svou kapacitou zdaleka nedosahuje ani pětileté povodni (4 230 m³). Hrázka by byla v případě realizace velice nekapacitní a zachytila by pouze minimální množství vody vzhledem k vypočteným objemům. Její účinnost je tedy minimální a návrh velmi neefektivní. Hrázka v tomto případě tedy vhodná není.

6.3.4 Suchá nádrž

Suchá nádrž je navržena jako sypaná v KP1. Bylo stanoveno její povodí, které tvoří přibližně 56 % KP1, dále byl v programu Atlas vymodelován její situační tvar a stanoveny následující hodnoty.

Tab. 25 Parametry navržené suché nádrže [zdroj: vlastní]

Suchá nádrž		
Nadmořská výška koruny hráze	310,4	[m n.m.]
Nadmořská výška dna hráze	307,4	[m n.m.]
Max. výška hráze	3	[m]
Nadmořská výška hrany bezpečnostního přelivu	309,4	[m n.m.]
Nadmořská výška max. hladiny vody	309,9	[m n.m.]
Délka hráze	133	[m]
Násyp hráze	2100	[m ³]
Kapacita zátopy (objem zadržené vody včetně výkopu po navržený bezpečnostní přeliv)	5900	[m ³]

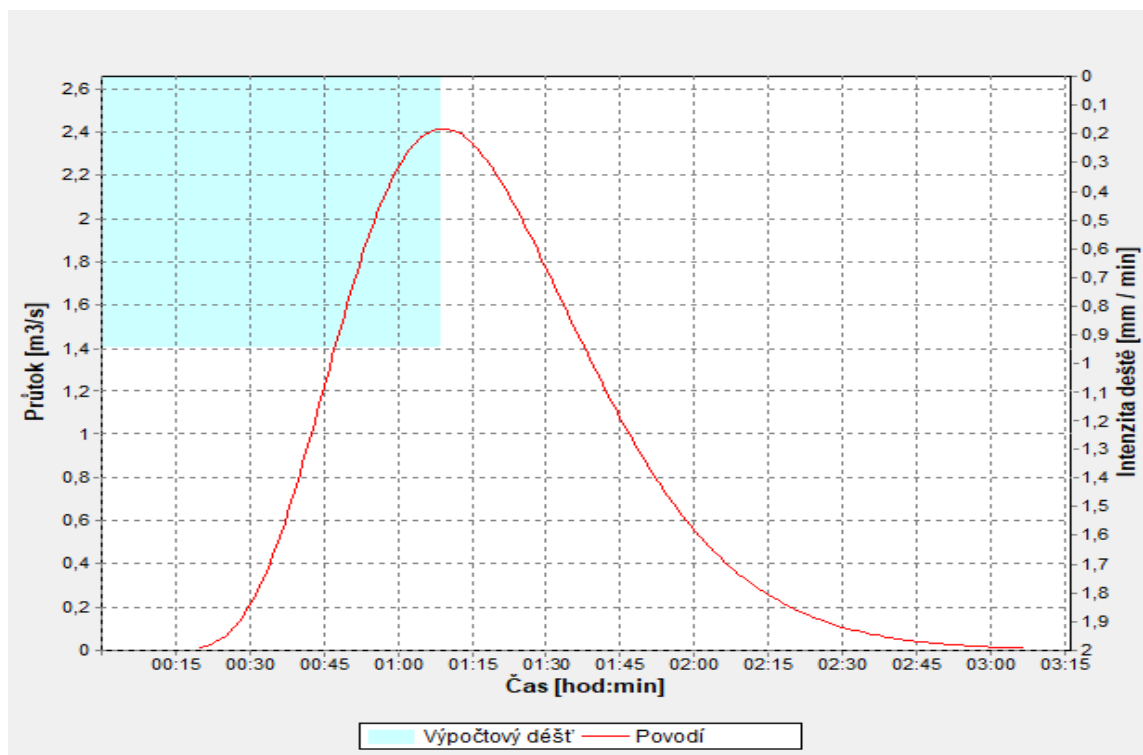
Tab. 26 Charakteristika povodí suché nádrže [zdroj: vlastní]

Suchá nádrž		
Plocha	0,264	[km ²]
Sklon		
průměrný	8,03	[%]
Nadmořská výška		
průměrná	337,29	m n. m.

Suchá nádrž		
nejnižší bod	307,40	m n. m.
nejvyšší bod	357,45	m n. m.
Vodní eroze		
Průměrný smyv (R40)	12,10	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40)	319,82	t ⁻¹ .rok
Průměrný smyv (R40.koef.)	17,11	t ⁻¹ .ha ⁻¹ .rok
Celkový smyv (R40.koef)	452,18	t ⁻¹ .rok
Povrchový odtok		
Objem přímého odtoku	8,84	[tis.m ³]
Kulminační průtok	2,42	[m ³ .s ⁻¹]
Geologické jednotky		
kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, spraš a sprašová hlína, kamenitá písčito-hlitá eluvia		
Hlavní půdní jednotky		
kambizemě oglejené a glejové		

Tab. 27 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro povodí suché nádrže [zdroj: vlastní]

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,554	0,848	1,27	1,9	2,42	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	4,19	5,19	6,32	7,76	8,84	[10 ³ .m ³]



Obr. 57 Průběh povodňové vlny pro návrhový průtok Q_{100} u povodí suché nádrže z programu DesQ

Suchá nádrž v KB1 je schopná zadržet až 5900 m^3 , což odpovídá úrovni mezi desetiletou až dvacetiletou povodní. Z tab. 27 vyplývá, že povodí, které spadá do území, které zachytí suchá nádrž, má objem přímého odtoku W_{PVT100} roven $8\,840 \text{ m}^3$. V případě povodně a plnění suché nádrže by však docházelo k převádění vody i navrženou spodní výpustí a tím by suchá nádrž zachytila větší povodeň než zmiňovanou desetiletou až dvacetiletou povodeň. Uvažovaný profil suché nádrže na základě prvotních výpočtů je z hlediska transformace povodně žádoucí. V tomto případě je suchá nádrž velmi vhodná a výrazně by snížila kulminační průtok v KP1.

6.4 PROTIEROZNÍ OSEVNÍ POSTUP

V rámci terénního šetření byl, po konzultaci s místním zemědělcem spravujícím plochy s ornou půdou, ještě dodatečně navržen speciální protierození osevní postup.

Tento postup byl konstruován tak, aby obsáhl plodiny, které jsou v dané lokalitě běžně pěstovány, a aby výsledná eroze byla menší než $4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ pro variantu R faktoru přenásobenou koeficienty z klimatické studie (výpočet byl však se stejným protierozením osevním postupem proveden i pro R faktor = $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$).

Byla vymezena místa, která jsou zatravněná nebo jsou plánovaná zatravnit. V principu se jedná o území s ornou půdou, která se nacházejí v okolí vodních toků.

Číselné výsledky eroze pro jednotlivé EHP po navržení speciálního osevního postupu jsou vyčísleny v kapitole 7.2.1 v tab. 32 pro R faktor = $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ a v kapitole 7.2.2 v tab. 35. pro R faktor přenásobený příslušnými koeficienty.

Tab. 28 Osevní postup pro jednotlivá EHP [zdroj: vlastní]

Souhrnná tabulka plánovaného 6letého osevního postupu na všech EHP s ornou půdou					
EHP	Plodina	C faktor	EHP	Plodina	C faktor
EHP1	pšenice ozimá	0,12	EHP9	pšenice ozimá	0,12
	louka	0,005		jetelotráva	0,02
	pšenice ozimá	0,12		ječmen jarní	0,15
	louka	0,005		ostatní píceiny jednoleté	0,02
	ostatní píceiny jednoleté	0,02		pšenice ozimá	0,12
	louka	0,005		ostatní píceiny jednoleté	0,02
	Celkový C faktor	0,046		Celkový C faktor	0,075
EHP3	pšenice ozimá	0,12	EHP10	louka	0,005
	ječmen ozimý	0,17		pšenice ozimá	0,12
	ostatní olejniny	0,22		ostatní píceiny jednoleté	0,02
	pšenice ozimá	0,12		pšenice ozimá	0,12
	řepka ozimá	0,22		ostatní píceiny jednoleté	0,02
	ječmen jarní	0,15		louka	0,005
	Celkový C faktor	0,167		Celkový C faktor	0,048
EHP6	pšenice ozimá	0,12	EHP11	řepka ozimá	0,22
	ostatní píceiny jednoleté	0,02		ječmen jarní	0,15
	louka	0,005		ostatní olejniny	0,22
	ječmen ozimý	0,17		Ječmen ozimý	0,17
	ostatní píceiny jednoleté	0,02		pšenice ozimá	0,12
	louka	0,005		ječmen jarní	0,15
	Celkový C faktor	0,057		Celkový C faktor	0,172
EHP7	ječmen jarní	0,15	EHP13	louka	0,005
	pšenice ozimá	0,12		ostatní píceiny jednoleté	0,02
	ostatní píceiny jednoleté	0,02		pšenice ozimá	0,12
	řepka ozimá	0,22		ostatní píceiny jednoleté	0,02
	ostatní píceiny jednoleté	0,02		louka	0,005
	pšenice ozimá	0,12		ječmen jarní	0,15
	Celkový C faktor	0,108		Celkový C faktor	0,053
EHP8	ostatní píceiny jednoleté	0,02			
	ječmen ozimý	0,17			
	pšenice ozimá	0,12			
	ječmen jarní	0,15			
	ostatní píceiny jednoleté	0,02			
	pšenice ozimá	0,12			
	Celkový C faktor	0,100			

7 VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI NÁVRHOVÝCH OPATŘENÍ

7.1 POVRCHOVÝ ODTOK

Tab. 29 Porovnání povrchového odtoku u KP před a po návrhu PEO

Označení	Plocha povodí [km ²]	Hodnoty CN [-]		Kulminační průtok Q ₁₀₀ [m ³ .s ⁻¹]		Objem přímého odtoku W _{PVT100} [10 ³ .m ³]	
		Před PEO	Po PEO	Před PEO	Po PEO	Před PEO	Po PEO
P1	0,495	84,90	79,35	5,18	3,32	14,10	11,50
P2	0,662	79,86	72,75	3,32	1,78	18,80	12,80
P3	0,497	74,52	69,54	2,01	1,29	10,50	7,77
P4	0,039	86,21	80,60	0,53	0,35	1,06	0,85
P5	0,061	86,50	80,50	0,89	0,59	1,54	1,25
P6	0,067	73,95	72,06	0,43	0,36	0,97	0,90
Suchá nádrž	0,264	86,41	79,85	2,42	1,50	8,84	6,93

Výsledkem návrhových PEO opatření je nejenom snížení plošné eroze, ale i nemalé snížení hodnot CN a tím pádem i snížení kulminačního průtoku a objemu povodňové vlny.

7.2 VODNÍ EROZE

Zde je obsaženo porovnání vodní eroze před a po návrhu protierozních opatření i protierozního osevního postupu navrženého tak, aby plošná eroze na všech EHP s ornou půdou byla menší než 4 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Byly vypočteny vždy 2 varianty řešení, a to s faktorem erozní účinnosti deště R = 40 MJ·ha⁻¹·cm·h⁻¹·rok⁻¹, který je takto stanoven pro celou ČR a faktorem erozní účinnosti deště R přenásobeným příslušným koeficientem z klimatické studie.

7.2.1 Údaje o plošné erozi před a po návrhu PEO (R faktor je roven 40 t·ha⁻¹·rok⁻¹)

Tab. 30 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP před návrhem PEO (R faktor = 40 MJ·ha⁻¹·cm·h⁻¹) [zdroj: vlastní]

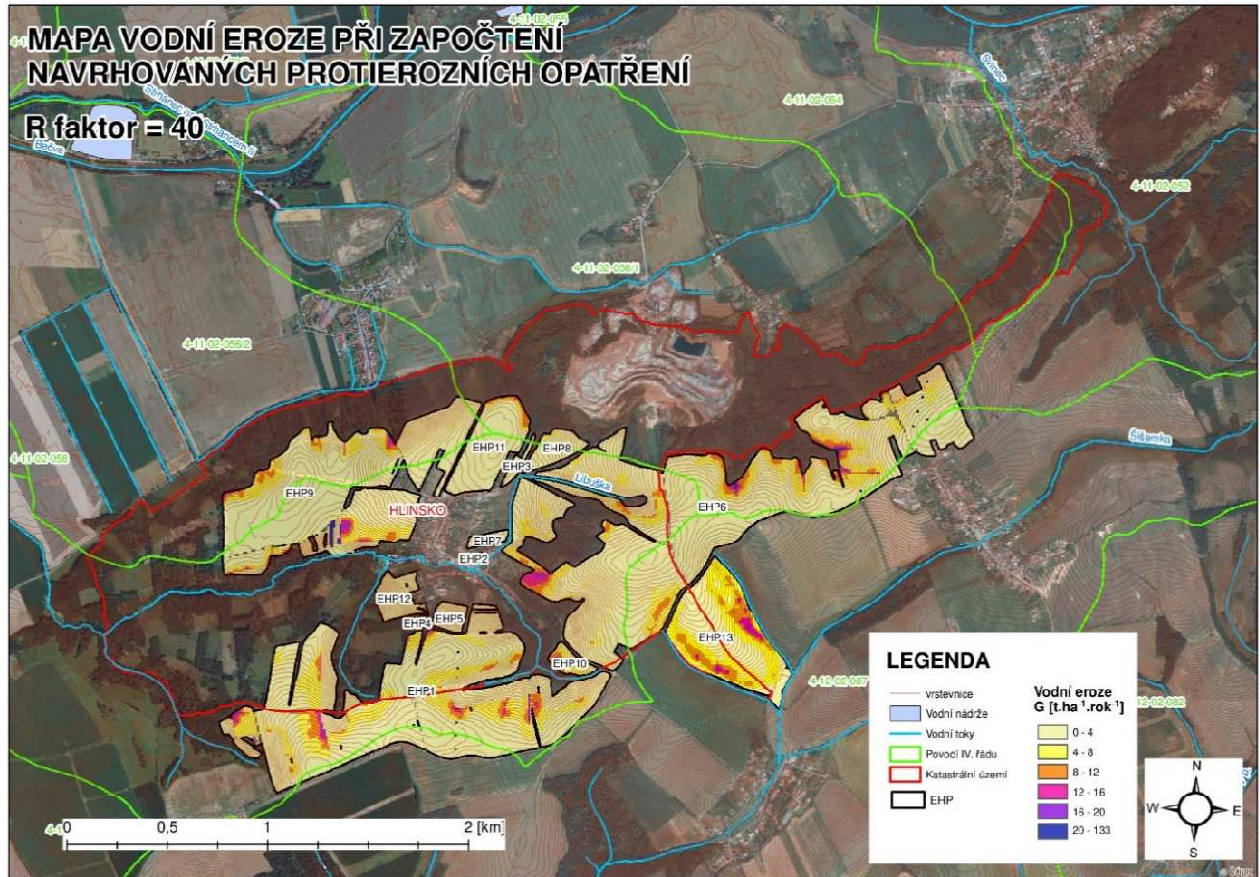
EHP	Plocha ha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						Eroze G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]
		0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	
EHP1	85,36	20,73	19,63	14,91	11,25	8,53	24,96	13,99
EHP2	0,22	0,00	11,11	16,67	27,78	38,89	5,56	14,40
EHP3	1,06	83,51	16,49	0,00	0,00	0,00	0,00	3,29
EHP4	0,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44

EHP	Plocha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						Eroze
	ha	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]
EHP5	2,08	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67
EHP6	114,18	21,46	25,04	19,44	10,30	6,44	17,31	12,24
EHP7	1,10	22,77	60,40	16,83	0,00	0,00	0,00	5,79
EHP8	3,59	18,73	48,13	23,34	8,36	1,15	0,29	7,01
EHP9	58,67	40,63	21,76	10,65	6,44	4,28	16,24	10,88
EHP10	2,03	0,00	10,05	16,08	15,58	14,57	43,72	19,01
EHP11	11,38	77,15	10,39	3,16	1,72	1,54	6,05	4,79
EHP12	4,26	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68
EHP13	23,49	8,94	16,61	18,19	15,84	12,14	28,28	15,59

Pozn. Mapa plošné eroze pro hodnoty z tab. 30 se nachází v kapitole 4.6.2 obr. 22

**Tab. 31 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor = 40 MJ·ha⁻¹·cm·h⁻¹)
[zdroj: vlastní]**

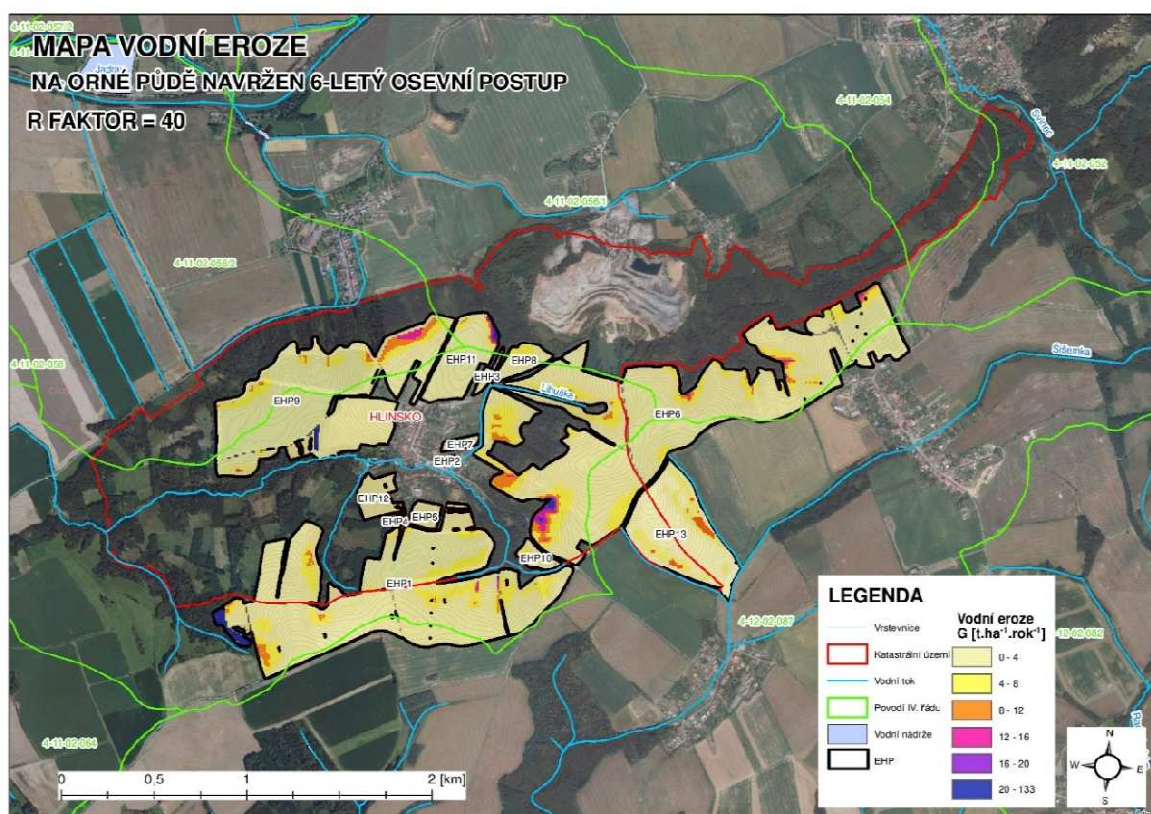
EHP	Plocha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						Eroze
	ha	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]
EHP1	85,36	74,68	19,83	4,16	1,04	0,26	0,02	2,74
EHP2	0,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,40
EHP3	1,06	83,51	16,49	0,00	0,00	0,00	0,00	3,29
EHP4	0,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
EHP5	2,08	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67
EHP6	114,18	78,13	16,31	3,92	1,24	0,30	0,10	2,68
EHP7	1,10	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82
EHP8	3,59	93,66	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21
EHP9	58,67	83,40	11,36	3,24	0,98	0,35	0,67	2,70
EHP10	2,03	28,64	50,25	17,59	3,52	0,00	0,00	5,99
EHP11	11,38	90,97	4,43	3,79	0,81	0,00	0,00	1,51
EHP12	4,26	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
EHP13	23,49	46,66	36,39	13,17	3,45	0,34	0,00	4,90



Obr. 58 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor = 40 MJ·ha⁻¹·cm·h⁻¹·rok⁻¹) [zdroj: vlastní, příloha 13.1]

Tab. 32 Plošná eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor = 40 MJ·ha⁻¹·cm·h⁻¹) [zdroj: vlastní]

EHP	Plocha ha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]						Eroze G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]
		0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	
EHP1	85,36	82,34	14,67	1,52	0,13	0,12	1,22	2,75
EHP2	0,22	0,00	11,11	16,67	27,78	38,89	5,56	14,40
EHP3	1,06	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16
EHP4	0,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
EHP5	2,08	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67
EHP6	114,18	78,87	16,00	3,62	0,90	0,37	0,24	2,75
EHP7	1,10	92,08	7,92	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46
EHP8	3,59	79,25	20,46	0,29	0,00	0,00	0,00	2,76
EHP9	58,67	88,68	7,09	2,87	0,88	0,00	0,48	2,11
EHP10	2,03	84,77	14,72	0,51	0,00	0,00	0,00	2,04
EHP11	11,38	88,80	5,42	1,45	1,17	1,45	1,72	2,59
EHP12	4,26	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68
EHP13	23,49	74,80	21,75	3,45	0,00	0,00	0,00	2,83



Obr. 59 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor = 40 MJ·ha⁻¹·cm·h⁻¹·rok⁻¹) [zdroj: vlastní, příloha 13.3]

7.2.2 Údaje o plošné erozi před a po návrhu PEO (R faktor přenásoben návrhovými koeficienty)

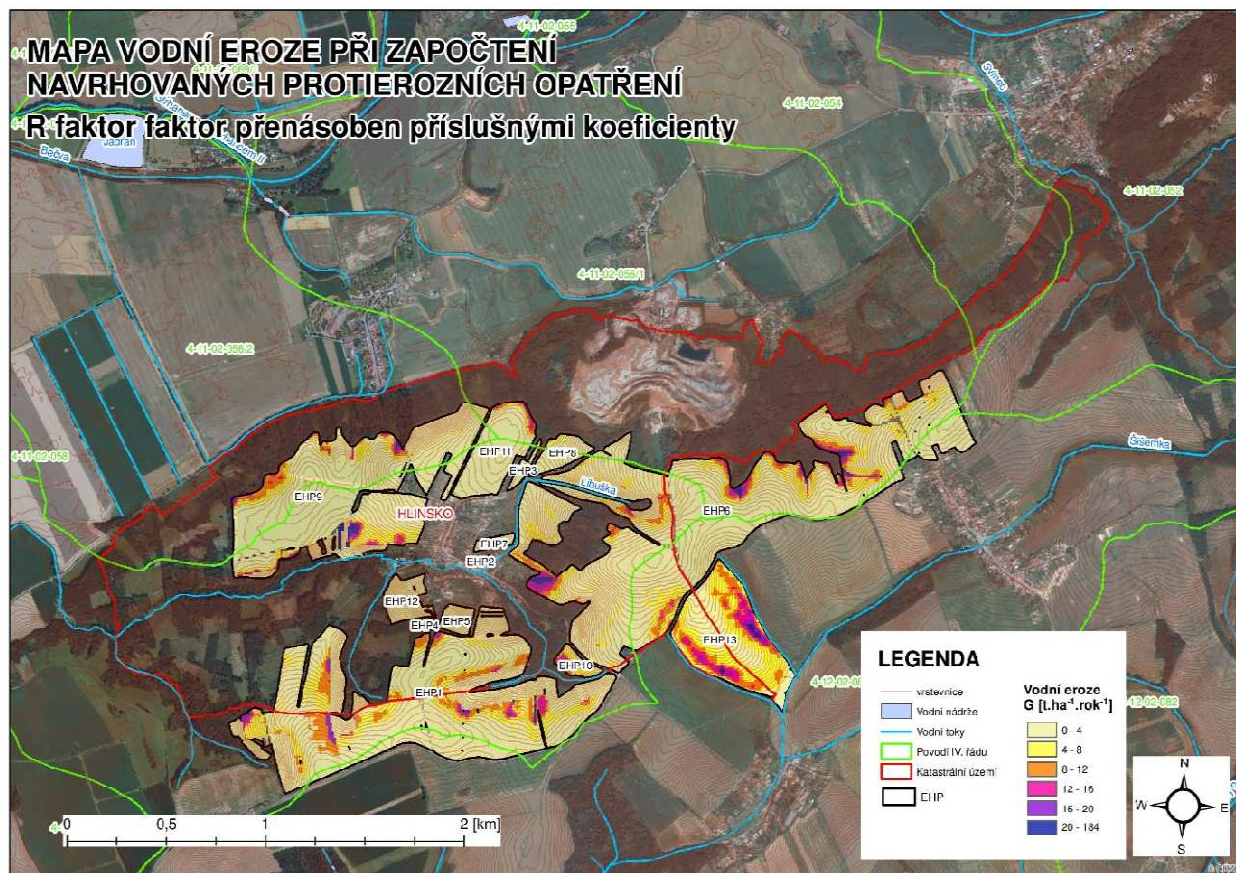
Tab. 33 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP před návrhem PEO (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní]

EHP	Plocha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						Eroze
	ha	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]
EHP1	85,36	14,20	15,38	13,05	10,47	8,53	38,37	19,78
EHP2	0,22	0,00	0,00	11,11	0,00	38,89	50,00	20,35
EHP3	1,06	21,65	77,32	1,03	0,00	0,00	0,00	4,65
EHP4	0,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
EHP5	2,08	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94
EHP6	114,18	14,02	17,42	17,84	14,44	8,83	27,46	17,31
EHP7	1,10	2,97	51,49	30,69	13,86	0,99	0,00	8,18
EHP8	3,59	9,80	31,99	27,38	16,71	10,95	3,17	9,91
EHP9	58,67	31,33	19,90	12,77	7,63	4,92	23,46	15,38
EHP10	2,03	0,00	3,52	8,04	12,06	11,06	65,33	26,87
EHP11	11,38	59,08	25,20	3,97	2,17	1,36	8,22	6,78
EHP12	4,26	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
EHP13	23,49	6,00	9,45	14,43	13,58	12,18	44,36	20,90

Pozn. Mapa plošné eroze pro hodnoty z tab. 33 se nachází v kapitole 4.6.2 obr. 23

Tab. 34 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní]

EHP	Plocha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						Eroze
	ha	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]
EHP1	85,36	64,92	22,95	8,19	2,60	0,85	0,49	3,87
EHP2	0,22	61,11	38,89	0,00	0,00	0,00	0,00	20,35
EHP3	1,06	30,93	69,07	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65
EHP4	0,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
EHP5	2,08	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94
EHP6	114,18	66,28	22,57	7,13	2,38	1,03	0,61	3,79
EHP7	1,10	92,08	7,92	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58
EHP8	3,59	74,35	25,07	0,58	0,00	0,00	0,00	3,12
EHP9	58,67	76,75	14,05	5,25	1,93	0,88	1,14	3,82
EHP10	2,03	14,07	38,19	33,17	11,06	3,52	0,00	8,46
EHP11	11,38	88,89	4,79	2,98	2,53	0,54	0,27	2,13
EHP12	4,26	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93
EHP13	23,49	33,02	35,83	18,45	8,86	2,90	0,94	6,56

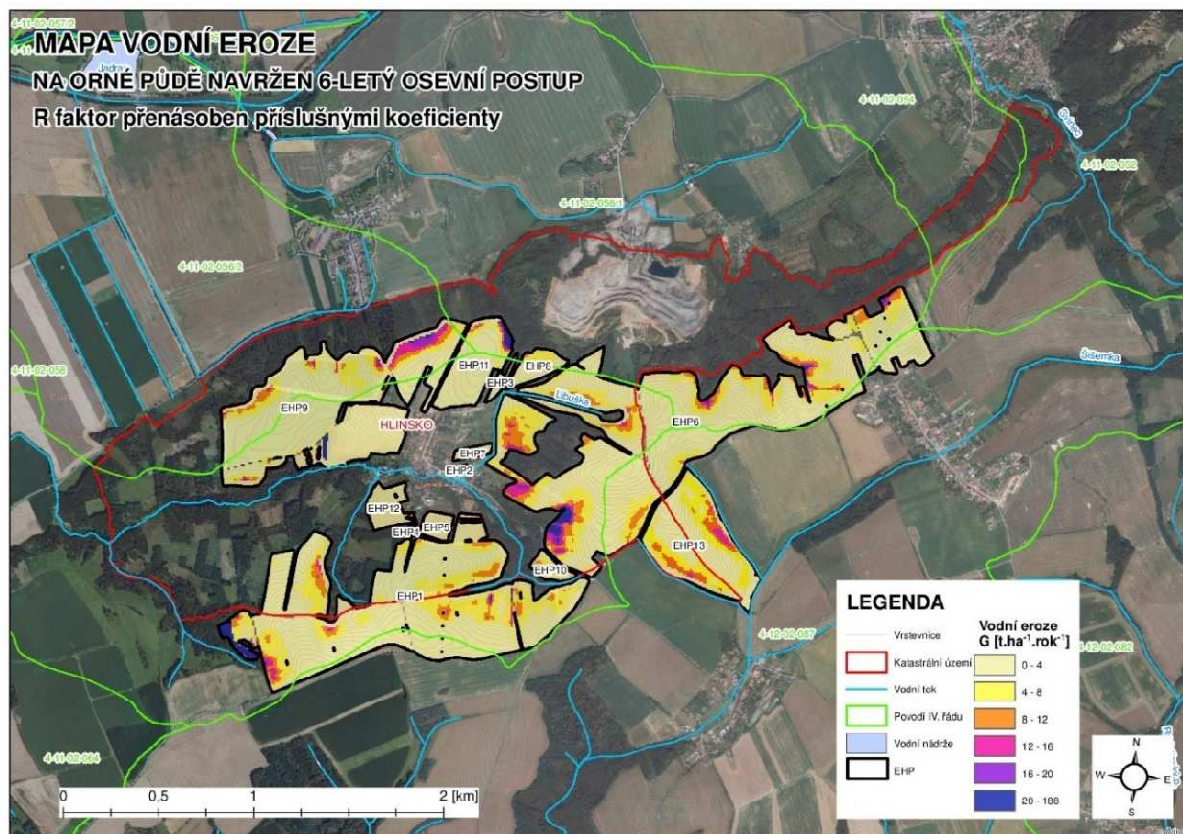


Obr. 60 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 13.2]

Tab. 35 Plošná eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty)

EHP	Plocha ha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]						Eroze G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]
		0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	
EHP1	85,36	70,29	22,01	5,16	1,01	0,17	1,37	3,89
EHP2	0,22	0,00	0,00	11,11	0,00	38,89	50,00	20,35
EHP3	1,06	90,72	9,28	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06
EHP4	0,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
EHP5	2,08	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94
EHP6	114,18	67,34	20,76	7,65	2,47	0,91	0,87	3,89
EHP7	1,10	69,31	30,69	0,00	0,00	0,00	0,00	3,48
EHP8	3,59	61,38	35,73	2,59	0,29	0,00	0,00	3,90
EHP9	58,67	83,19	9,30	3,57	2,23	1,04	0,67	2,98
EHP10	2,03	71,57	21,32	7,11	0,00	0,00	0,00	2,89

EHP	Plocha	Procentní podíl intervalu hodnot G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]						Eroze
	ha	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	nad 20	G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]
EHP11	11,38	82,93	8,94	2,53	0,90	1,17	3,52	3,66
EHP12	4,26	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
EHP13	23,49	61,30	27,88	8,98	1,79	0,04	0,00	3,79



Obr. 61 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 13.4]

Z tabulek vyplývá, že i po přenásobení R faktoru příslušnými koeficienty, je na většině území eroze snížena významným a dostatečným způsobem.

EHP2 vykazuje pořád stejnou erozi, protože je vedena jako plocha s jinou kulturou, a tak na ni nebyly navrženy PEO ani protierozní osevní postup. Nachází se však velice blízko k hranici intravilánu, a tak by bylo vhodné uvažovat o určitých opatřeních a plochu například trvale nebo částečně zatravnit.

EHP3 v obou případech návrhu PEO také vykazuje ztrátu půdy mírně větší než $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$, ale plocha neleží v blízkosti intravilánu, tak se s touto erozí lze

spokojit, anebo využít „speciální“ protierozní osevní postup, kde již eroze vychází pod přípustnou hodnotu $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

7.3 HODNOCENÍ EFEKTIVITY NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Výsledkem navrhovaných PEO opatření je významné snížení dlouhodobé ztráty půdy a povrchového odtoku. Dochází k požadovanému snížení eroze a povrchový odtok se zároveň sníží o 25 %. Současně navrhovaná technická opatření, kterými jsou suchá nádrž, záchytné průlehy a přehrážky, pomáhají k posílení celkové retenční schopnosti krajiny a v delším časovém horizontu i k pozvednutí zásob podzemní vody.

8 ZÁVĚR

V rámci této práce byly popsány programy a metody pro výpočet povrchového odtoku a plošné eroze. Dále pak charakteristika zájmového území, určení kritických bodů (KB) a kritických profilů (KP) na základě podrobného průzkumu terénu, stanovení povrchového odtoku a výpočet plošné eroze pro několik variantních řešení.

V zájmovém území byly lokalizovány 3 kritické body, které jsou zpravidla vhodně opatřeny záchytnými příkopy a propustky, většinou je však nezbytné jejich zkapacitnění v kombinaci s dalšími protierozními opatřeními.

Na většině EHP byla stanovena nepřípustná hodnota plošné eroze a na základě toho byly provedeny návrhy protierozních opatření, u kterých byla následně posouzena jejich efektivita.

V zájmové lokalitě na obecním pozemku v místě KB3 byla na základě dobré úvahy pana starosty v rámci technických opatření navrhována hrázka. Bylo však zjištěno, že na daném místě je hrázka vysoce nekapacitní a z toho důvodu nebyla doporučena její realizace. Dále byla navržena suchá nádrž v místě KP1. Tento profil při daných návrhových parametrech je naopak velmi vhodný a do budoucna by bylo žádoucí s tímto místem uvažovat pro realizaci suché nádrže. Dále byly navrženy 4 záchytné průlehy a byla vytipována vhodná místa pro návrh přehrážek.

V průběhu zpracovávání práce byla ještě sjednána schůzka s osobou spravující dané EHP a po následné konzultaci byl dodatečně navržen speciální osevňovací postup tak, aby na daných EHP vyšla přípustná hodnota plošné eroze.

Provedená studie v bakalářské práci může sloužit nejen jako vhodný materiál pro státní pozemkový úřad v případě budoucí pozemkové úpravy obce Hlinsko, ale i pro zastupitelstvo obce a místní zemědělce. Prezentované návrhy a opatření mohou být v budoucnu vhodným podkladem při realizaci PSZ v procesu komplexních pozemkových úprav.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vymezení zastavěného území. *Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky: ústav územního rozvoje* [online]. Praha, 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/8-stanoviska-a-metodiky/04-Vymezeni-zastaveneho-uzemi.pdf>
- [2] Vodní eroze půdy. *Ministerstvo zemědělství České republiky* [online]. Praha [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>
- [3] KULIHOVÁ, Martina. *Návrh protierozních a protipovodňových opatření proti nepříznivým účinkům soustředěného povrchového odtoku v k.ú. Lužkovice*. Brno, 2017. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Miroslav Dumbrovský.
- [4] Desktopový ArcGis. *Arcdata* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/desktopovy-gis/arcgis-pro>
- [5] Stanovení LS faktoru. *Ústav vodního hospodářství krajiny* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: http://uvhk.fce.vutbr.cz/sites/default/files/aktuality/seminar-2018/01_Sobotkov%C3%A1_Stanoven%C3%AD%20LS%20faktoru%20.pdf
- [6] Desq - MaxQ. *Vybrané kapitoly z hydrologie* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: http://hydro.upol.cz/?page_id=17%C2%A8
- [7] DUMBROVSKÝ, Miroslav a Rudolf MILERSKI. *Vodní hospodářství krajiny II*. Brno, 2005.
- [8] JANEČEK, Miroslav, a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- [9] *Metodický návod pro provádění pozemkových úprav*. Praha, 2021.
- [10] *Studie klimatických charakteristik pro účely dimenzování prvků PSZ a posouzení dokumentací pro realizaci vodohospodářských staveb*. Státní pozemkový úřad. 2019.
- [11] POSPÍCHALOVÁ, Lucie. *Eliminace projevů vodní eroze a transportu splavenin*. Brno, 2016. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Miroslav Dumbrovský.
- [12] SOBOTKOVÁ, Veronika. *Výpočet faktorů L a S, respektive LS-faktoru pomocí USLE2D*. Brno.
- [13] *Mapy* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: mapy.cz
- [14] *Regionální informační servis* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/569267-hlinsko>

- [15] Maleník. *Moravské-Karpaty* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/geomorfologie/malenik/>
- [16] Česká geologická služba. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [17] Česká geologická služba. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- [18] *Půda v číslech. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz/?core=account>
- [19] Ekatalog BPEJ. *Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
- [20] Charakteristika hlavních půdních jednotek. *Ministerstvo zemědělství České republiky* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100163547.html>
- [21] Hydrologické charakteristiky. *Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.vumop.cz/sites/default/files/20130529_katalogmap_hydrologicke_charakteristiky.pdf
- [22] Centrální evidence vodních toků. *Ministerstvo zemědělství České republiky* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/vodev/cevt/>
- [23] Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). *Moravské-Karpaty* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>
- [24] Klimatické oblasti. *Povodňový plán České republiky* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://dpp.hydrosoft.cz/hvmap.dll?MU=001&MAP=7623&lon=17.5646436&lat=49.4974969&scale=50000>
- [25] Mapy charakteristiky klimatu. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>
- [26] Měsíční přehledy pozorování. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-prehledy-pozorovani#>
- [27] Letní, tropický, mrazový den... *Meteopress* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.meteopress.cz/vysvetleni/letni-tropicky-mrazovy-den-co-to-znamenat/>
- [28] Větrné růžice na imisních stanicích. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z:

https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2019_enh/pollution_wrose/wrose_MPRRA_CZ.html

- [29] Půda v mapách. *Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://mapy.vumop.cz/>
- [30] Nahlížení do KN. *Český ústav zeměměřičský a katastrální* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=D6B992BE&MarQParam0=348788808&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [31] Metodický návod pro identifikaci KB. *Povodňový informační systém (POVIS)* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: http://www.povis.cz/mzp/KB_metodicky_navod_identifikace.pdf
- [32] *Hrazení bystřin a strží* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <http://www.utok.cz/sites/default/files/data/USERS/u24/Hrazeni.pdf>
- [33] SOBOTKOVÁ, Veronika. *Návrh komplexní ochrany a organizaci povodí*. Brno, 2021.

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny [8]	19
Tab. 2 Hodnoty C faktoru na základě klimatického regionu pro trvale zatravněnou plochu a ornou půdu [11].....	19
Tab. 3 Technická vybavenost obce [14].....	23
Tab. 4 Klimatická charakteristika teplé a mírně teplé oblasti [23].....	35
Tab. 5 Charakteristika KP a KB v zájmovém území [zdroj: vlastní]	46
Tab. 6 Charakteristika KP1 a KB1 [zdroj: vlastní].....	47
Tab. 7 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP1 [zdroj: vlastní] ..	48
Tab. 8 Charakteristika KP2 a KB2 [zdroj: vlastní].....	53
Tab. 9 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP2 [zdroj: vlastní] ..	53
Tab. 10 Charakteristika KP3 a KB3 [zdroj: vlastní].....	56
Tab. 11 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP3 [zdroj: vlastní]	57
Tab. 12 Charakteristika KP4 [zdroj: vlastní]	60
Tab. 13 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro KP4 [zdroj: vlastní]	60
Tab. 14 Charakteristika KP5 [zdroj: vlastní]	62
Tab. 15 N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln pro KP5 [zdroj: vlastní]	63
Tab. 16 Charakteristika KP6 [zdroj: vlastní]	63
Tab. 17 N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln pro KP6 [zdroj: vlastní]	64
Tab. 18 Doporučená protierozní osevní struktura [33].....	66
Tab. 19 Výpis navrhovaných opatření a jim příslušných ploch (VENP, AGT, TTP) .	68
Tab. 20 Výpis navrhovaných opatření a jim příslušných ploch (OPAS, ZS, SDSO).	69
Tab. 21 Celková plocha a délka navrhovaných opatření	69
Tab. 22 Délky a sklony navržených záchytných průlehů [zdroj: vlastní]	71

Tab. 23 Parametry navržené hrázky [zdroj: vlastní].....	74
Tab. 24 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro hrázku [zdroj: vlastní]	75
Tab. 25 Parametry navržené suché nádrže [zdroj: vlastní]	75
Tab. 26 Charakteristika povodí suché nádrže [zdroj: vlastní]	75
Tab. 27 N-leté max. průtoky a objemy povodňových vln pro povodí suché nádrže [zdroj: vlastní]	76
Tab. 28 Osevní postup pro jednotlivá EHP [zdroj: vlastní]	79
Tab. 29 Porovnání povrchového odtoku u KP před a po návrhu PEO	80
Tab. 30 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP před návrhem PEO (R faktor = 40 $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$) [zdroj: vlastní]	80
Tab. 31 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor = 40 $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$) [zdroj: vlastní]	81
Tab. 32 Plošná eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor = 40 $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$) [zdroj: vlastní]	83
Tab. 33 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP před návrhem PEO (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní]	84
Tab. 34 Plošná vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní]	84
Tab. 35 Plošná eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty).....	85

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Mapa určující koeficienty přenásobující R faktor [10].....	17
Obr. 2 Mapa K – faktoru v zájmovém území [Zdroj: vlastní, příloha 4].....	18
Obr. 3 Poloha a katastrální území obce Hlinsko [13].....	22
Obr. 4 Geomorfologické vymezení Maleníku [15].....	25
Obr. 5 Geologická mapa zájmové lokality [16]	26
Obr. 6 Půdní mapa zájmové lokality [17]	27
Obr. 7 Skupiny půdních typů [18]	28
Obr. 8 Mapa skupin půdních typů v zájmovém území [18]	29
Obr. 9 Mapa hlavních půdních jednotek [zdroj: vlastní, příloha 5]	30
Obr. 10 Mapa hydrologických skupin půd [zdroj: vlastní, příloha 6].....	32
Obr. 11 Mapa toku řeky Libušky [22]	33
Obr. 12 Klimatické regiony ČR s vyznačeným zájmovým územím (Quitt, 1971) [23]	34
Obr. 13 Detail na zájmovou oblast [24].....	34
Obr. 14 Mapa průměrných ročních srážkových úhrnů ČR za období 1981-2010 s vyznačeným zájmovým územím [25]	36
Obr. 15 Porovnání průměrného úhrnu srážek ze srážkoměrné stanice Olomouc [26]	36
Obr. 16 Porovnání průměrného teploty vzduchu ze srážkoměrné stanice Olomouc [26]	37
Obr. 17 Počet letních, tropických mrazových a ledových dnů ze srážkoměrné stanice Olomouc [26]	38
Obr. 18 Poměr směru větrů v růžicovém typu grafu [28]	38
Obr. 19 Graf procentuálního zastoupení směru větru [28]	39
Obr. 20 Mapa sklonitosti zájmového území [Zdroj: vlastní, příloha 3].....	39
Obr. 21 Mapa ohroženosti zájmového území větrnou erozí [29].....	40

Obr. 22 Mapa potenciální ztráty půdy v zájmovém území (R faktor = $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$) [zdroj: vlastní, příloha 11.1]	41
Obr. 23 Mapa potenciální ztráty půdy v zájmovém území (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 11.2]	42
Obr. 24 Mapa ztráty půdy v zájmovém území při pěstování kukuřice na zrno (R faktor = $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$) [zdroj: vlastní, příloha 11.3]	43
Obr. 25 Mapa ztráty půdy v zájmovém území při pěstování kukuřice na zrno (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 11.4]	43
Obr. 26 Mapa obecních parcel [30]	44
Obr. 27 Mapa kritických profilů a kritických bodů [zdroj: vlastní, příloha 10]	46
Obr. 28 Svodný příkop v místě KB1 s rozměry $b= 900 \text{ mm}$ $B= 1600 \text{ mm}$ $h= 550 \text{ mm}$	49
Obr. 29 Potrubí DN 600	49
Obr. 30 Přispívající plocha levé části KP1 a žlab svádějící srážky do svodného příkopu	50
Obr. 31 Přispívající plocha levé části KP1, včetně svodného příkopu	50
Obr. 32 Přispívající plocha pravé části KP1	51
Obr. 33 Propustek pod komunikací rozšiřující území KP1	51
Obr. 34 Zahlcený propustek pod polní cestou v pravé části KP1	52
Obr. 35 Přispívající plocha v levé části KP1 určená k návrhu suché nádrže	52
Obr. 36 Území KB2	54
Obr. 37 Boční eroze na řece Libušce	55
Obr. 38 Vznik rýhové eroze v levé části KP2	55
Obr. 39 Krytí propustku umístěného u místní komunikace	55
Obr. 40 Území v levé části KP2	56
Obr. 41 Území nad KB3 určené pro návrh přehrážek	58

Obr. 42 Záchytný žlab a záchytný příkop s rozměry $b = 600$ mm, $B = 1700$ mm a $h = 800$ mm v místě KB3	58
Obr. 43 Záchytný žlab svádějící srážky z KP3.....	59
Obr. 44 Šachta, do které vtékají srážky potrubím s DN 500 – toto potrubí svádí srážky z KP3. Srážky dále odtékají potrubím s DN 600 do přilehlé řeky Libušky..	59
Obr. 45 Výúst propustku do koryta řeky Libušky.....	59
Obr. 46 Záchytný žlab	61
Obr. 47 Přispívající plocha KP4.....	61
Obr. 48 Záchytný příkop chránící rodinný dům před povrchovým odtokem.....	62
Obr. 49 Mapa navrhovaných organizačních a agrotechnických opatření [zdroj: vlastní, příloha 12.1].....	68
Obr. 50 Mapa navrhovaných technických opatření [zdroj: vlastní, příloha 12.2] .	70
Obr. 51 Vzorový příčný řez záchytným průlehem [3]	71
Obr. 52 Schéma přehrážky [32]	72
Obr. 53 Příklad kamenné zděné přehrážky [32].....	72
Obr. 54 Příklad srubové přehrážky [32]	73
Obr. 55 Příklad dřevěné přehrážky [32]	73
Obr. 56 Příklad drátokamenné přehrážky [32].....	74
Obr. 57 Průběh povodňové vlny pro návrhový průtok Q_{100} u povodí suché nádrže z programu DesQ	77
Obr. 58 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor = $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) [zdroj: vlastní, příloha 13.1]	82
Obr. 59 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor = $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) [zdroj: vlastní, příloha 13.3]	83
Obr. 60 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu PEO (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 13.2].....	85

Obr. 61 Mapa plošné vodní eroze na jednotlivých EHP po návrhu speciálního osevního postupu (R faktor přenásoben příslušnými koeficienty) [zdroj: vlastní, příloha 13.4] 86

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

KB	Kritický bod
KP	Kritický profil
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HSP	Hydrologická skupina půd
LPIS	Identifikační systém pozemkových parcel (Land parcel identification system)
DMT	Digitální model terénu
PEO	Protierozní opatření
TTP	Trvalý travní porost
VENP	Vyloučení erozně nebezpečných plodin
AGT	Agrotechnická opatření
SDSO	Stabilizace drah soustředěného odtoku
OPAS	Ochranný vodní pás podél vodního toku
ZS	Zatrávněný sad
ZP	Záchytný průleh
k.ú.	Katastrální území
EHP	Erozně hodnotící plocha
PSZ	Plán společných zařízení
CN	Číslo odtokové křivky (Curve number)
USLE	Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy (Universal soil loss equation)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Q_N	Průtok s dobou opakování N let (např. 100, 20, 5 let) [$m^3 \cdot s^{-1}$]
H_o	Výška přímého odtoku [mm]
H_s	Úhrn návrhového deště [mm]
A	Potenciální retence [mm]
O_{pH}	Objem přímého odtoku [m^3]
P_p	Plocha povodí [km^2]
Q	Kulminační průtok [$m^3 \cdot s^{-1}$]
q_{pH}	Jednotkový kulminační průtok [-]
f	Opravný součinitel pro rybníky a mokřady
G	Průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]
R	Faktor erozní účinnosti deště [$M \cdot (ha \cdot cm)^{-1} \cdot h^{-1}$]
E	Celková kinetická energie deště [$J \cdot m^{-2}$]
I_{30}	Max. 30minutová intenzita deště [$cm \cdot h^{-1}$]
K	Faktor erodovatelnosti půdy [$t \cdot (ha \cdot h \cdot ha)^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$]
M	Součin (% prachu + % práškového písku) x (100 - % jílu)
A	% podíl organické hmoty
B	Třída struktury ornice
C	Třída propustnosti půdního profilu
L	Faktor délky svahu [-]
l	Horizontální projekce délky svahu (uvažuje se nepřerušená délka svahu); není to vzdálenost rovnoběžná s povrchem půdy [m]
m	Exponent sklonu svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze
S	Faktor sklonu svahu [-]
C	Faktor ochranného vlivu vegetace [-]
P	Faktor účinnosti protierozních opatření [-]
K_1-K_4	Kombinační kritéria pro stanovení KB

A	Plocha přispívající plochy KP [km ²]
I_p	Průměrný sklon přispívající plochy KP [%]
ORP	Zastoupení plochy orné půdy v přispívající ploše [%]
F	Ukazatel kritických podmínek [-]
CN	Číslo odtokové křivky [-]
$P_{p,r}$	Relativní hodnota velikosti přispívající plochy [-]
$H_{m,r}$	Relativní hodnota úhrnu 1denních srážek s dobou opakování 100 let [-]

SEZNAM PŘÍLOH

- 1.) Ortofoto mapa
- 2.) Základní mapa
- 3.) Mapa sklonitosti
- 4.) Mapa K faktoru
- 5.) Mapa HPJ
- 6.) Mapa HSP
- 7.) Mapa EHP
- 8.) Mapa využití území
- 9.1.-9.2.) Mapy CN
- 10.) Rozbor odtokových poměrů
- 11.1-11.6.) Mapy eroze před návrhem PEO
- 12.1-12.4.) Mapy navrhovaných PEO
- 13.1-13.4.) Mapy eroze po návrhu PEO
- 14.) Fotodokumentace historických povodní