

JIHO ČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Pozemkové úpravy a péče o nemovitosti
Katedra: Krajinového managementu
Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

**Účinnost protierozní ochrany na rozhraní
povodí v různých projektech pozemkových
úprav**

Vedoucí diplomové práce:
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Autor:
Bc. Martina Hirzová

České Budějovice, 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina HIRŠOVÁ**
Osobní číslo: **Z12689**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Řešení protierozní ochrany na rozhraní povodí v různých projektech pozemkových úprav**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zpracování literární rešerše týkající se pozemkových úprav, řešení protierozní ochrany v projektech pozemkových úprav i v rámci zemědělského mikropovodí. využít. Bude vyhodnocena problematika eroze v pramenných částech povodí. jejich protierozní účinnost. Součástí práce bude podrobný popis vybrané lokality související s řešenou problematikou.


1. Literární rešerše:
 - a/ odtokové poměry v povodí
 - b/ vodní eroze
 - c/ půdoochranná a protierozní opatření
2. Popis a zpracování konkrétní lokality.
3. Vyhodnocení a závěr.

Rozsah grafických prací: 5 - 10 str. grafů a tabulek
Rozsah pracovní zprávy: 50-60 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9
TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8
Časopisy: Pozemkové úpravy, Urbanismus a územní rozvoj, Landscape and urban planning, Land use policy
Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978
Janeček, M.: Základy erodologie. ČZU Praha, Praha, 2008
Kokolia, V., Kos, M.: Protierozní osevní postupy. UVTIZ Praha, Praha 1989
Maidment, D.R. (ed.). Handbook of hydrology. McGraw-Hill, New York, 1993, 1424 s.


Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 4. března 2013
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2014


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 01 České Budějovice

L.S.


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 20. března 2013

Prohlášení

Prohlazuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby touto elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky zkolitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 14. 4. 2014

.....
Bc. Martina Hirzová

Podkování:

Chtěl bych podkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za jeho cenné rady a připomínky, které posloužily k vypracování mé diplomové práce. Dále bych chtěl podkovat firmu TRAVAL, s.r.o. za poskytnutí materiálů a informací, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt:

Náplní této diplomové práce je rozbor problematiky protierozní ochrany na rozhraní povodí. Součástí práce je rezerze, ve které jsou popsány erozní jevy a jejich výpočty a také různé opatření na ochranu před vodní erozí. Eroze je vypočtena pomocí univerzální rovnice Wischmeier Smith . Universal Soil Loss Equation (USLE). Erozní smyv je řešen v rámci povodí nikoli v rámci správní hranice. Pro práci byla zvolena KoPÚ v k.ú. Pohorovice, Kloub a Lidmovice. Výsledné hodnoty DP jsou porovnány s hodnotami z projektu KoPÚ. Pro snížení erozního smyvu a ochranu ZPF jsou navržena protierozní opatření.

Klí ová slova: vodní eroze; ztráta půdy; povodí; protierozní opatření; pozemkové úpravy

Abstract:

The aim of this master thesis is analysis of the problems of anti erosion precaution on the interface basin. The part of this work is literature contains where are described erosion phenomenons and calculation and anti erosion precaution of soil against water erosion. Erosion is calculated by using the universal equation Wischmeier Smith . Universal Soil Loss Equation (USLE). Soil loss is solved within the basin catchment, not within administrative boundaries. For this master thesis was chosen cadastral areas Pohorovice, Kloub and Lidmovice. The resulting values are compared with values of a land adjustment project. To reduce erosion loss and protection of agricultural land resources are proposed anti erosion precaution.

Keywords: water erosion; soil loss; basin; anti erosion precaution; Land adjustment

OBSAH

1. ÚVOD	10
LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2. ODTOKOVÉ POMĚRY V POVODÍ	11
2.1 VODA V KRAJIN 11	11
2.1.1 Hydrologická bilance..... 11	11
2.2 POVODÍ 11	11
2.2.1 Druhy povodí 12	12
2.2.2 Rozvodnice..... 12	12
2.3 ODTOK 12	12
2.3.1 Faktory ovlivňující odtok..... 13	13
2.3.2 Druhy odtoku 13	13
2.3.2.1 Podpovrchový odtok..... 13	13
2.3.2.2 Povrchový odtok..... 14	14
2.3.2.3 Celkový odtok..... 14	14
2.3.2.4 Pííímý a základní odtok..... 14	14
2.3.2.5 Specifický odtok 14	14
2.3.3 Odtok vody z povodí 14	14
2.4 METODA ÍSEL ODTOKOVÝCH K ÍVEK . CN..... 15	15
3. EROZE P ÍDY 17	17
3.1 FAKTORY OVLIV ŇJÍCÍ EROZI..... 18	18
3.2 D ÍLENÍ EROZE 18	18
3.2.1 D ílení eroze dle erozních ínitel 18	18
3.2.2 D ílení eroze dle intenzity..... 19	19
3.3 ROZÍÍ ENÍ EROZE 19	19
3.4 NÁSLEDKY EROZE 19	19
3.5 VODNÍ EROZE..... 20	20
3.5.1 D ílení vodní eroze podle formy 21	21
3.5.2 P ííiny vodní eroze 23	23
3.5.3 Výpo íty vodní eroze 25	25
3.5.3.1 USLE - Univerzální rovnice pro výpo íet dlouhodobé ztráty p ídy erozí (Universal Soil Loss Equation) 25	25
3.5.3.2 RUSLE - Revidovaná univerzální rovnice ztráty p ídy erozí..... 29	29
3.5.3.3 Metoda USPED (Unit Stream Power - based Erosion Deposition)... 30	30

4. PROTIEROZNÍ OPAT ĚNÍ.....	31
4.1 ORGANIZA NÍ PROTIEROZNÍ OPAT ĚNÍ	34
4.1.1 Delimitace kultur	34
4.1.2 Protierozní rozmis ování plodin.....	35
4.1.3 Velikost a tvar pozemk	36
4.2 AGROTECHNICKÁ PROTIEROZNÍ OPAT ĚNÍ	36
4.2.1 Vrstevnicové obd lávání.....	36
4.2.2 Výsev do ochranné plodiny nebo strnizt	37
4.2.3. Hrázkování a d lkování povrchu p dy	37
4.2.4 Mul ování	37
4.3 TECHNICKÁ PROTIEROZNÍ OPAT ĚNÍ.....	37
4.3.1 Zemní úpravy.....	38
4.3.2 Hydrografické prvky	39
4.4 DALŠÍ P DOOCHRANNÁ OPAT ĚNÍ.....	40
4.4.1 Asanace výmol a strOí.....	40
4.4.2 Úprava svá0ných území.....	40
PRAKTICKÁ ĀST.....	41
5. CĪL PRÁCE.....	41
6. METODIKA PRÁCE.....	41
7. CHARAKTERISTIKY ĚENĚHO ŪZEMĪ.....	44
7.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH KATASTRÁLNĪCH ŪZEMĪ.....	44
7.2 CHARAKTERISTIKY P ĪRODNĪCH PODMĪNEK ĚENĚHO ŪZEMĪ.....	46
7.2.1 Klimatické pom ry.....	46
7.2.2 Expozice ŪzemĪ	49
7.2.3 Sklonitost v ŪzemĪ.....	50
7.2.4 Hydrologické pom ry	50
7.2.5 Geologické a p dní pom ry	53
7.2.6 P ĪrodnĪ pom ry - ochrana p Īrody a krajiny	55
7.2.7 Eroze v trná	56
8. VĪSLEDKY A DISKUZE	57
8.1 POSOUZENĪ EROZNĪHO SMYVU	57
8.1.2 Vypo et eroznĪho smyvu - stav	60

8.2 NÁVRH OPATĚNÍ K OCHRANĚ PŘED VODNÍ EROZÍ A POSOUZENÍ JEJICH ÚČINNOSTI	67
8.2.1 Návrh jednotlivých opatření na páních blocích	68
8.2.2 Výpočet erozního smyvu - po návrhu protierozního opatření	74
9. ZÁVĚR	81
SEZNAM ZKRATEK.....	82
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	83
ZDROJE DAT	88
SEZNAM OBRÁZKŮ	89
SEZNAM TABULEK.....	89
SEZNAM PŘÍLOH	90

1. Úvod

Přírodní zdroje jsou pro lidstvo nepostradatelné. Pomocí přírodních zdrojů člověk uspokojuje své potřeby. Pro potřeby lidstva jsou z těchto zdrojů významné půda, vegetace, voda a ovzduší. Je to proto, že zajišťují život a existenci organismů. V mnohých jsou vyčerpatelné, ale jsou trvale se obnovující díky přírodním procesům. Je potřeba tyto zdroje chránit, nenakládat s nimi neuváženě a neohospodárně, aby nedocházelo k jejich znehodnocení.

Ochrana půdy je důležitým prvkem ochrany a organizace přírodního fondu. V podmínkách střední Evropy je půda ohrožena především erozí, ale také acidifikací, ztužením, sesuvy, znečištěním a úbytky organické hmoty. Nejrozšířenějším typem degradace je bezesporu vodní eroze. Tato eroze se stala celosvětovým problémem a tomuto problému je nutno věnovat pozornost. Patří mezi nejškodlivější přírodní jevy. Dochází k ní v kladném poměru a tím dojde ke snížení úrodnosti. Produkty eroze jsou zaneseny vodní nádrží, přirozeně i umělé vodní toky, příkopů a komunikací.

Pro stanovení intenzity erozních procesů existuje sada způsobů/metod, které vycházejí z rozboru erozních faktorů. Vazba těchto faktorů se sleduje pomocí modelů procesu vodní eroze. Výsledek modelování erozních procesů je základem pro návrh optimálních způsobů protierozní ochrany.

Vodní erozi lze omezit pomocí protierozních opatření, které jsou podmínkou pro udržení úrodnosti půdy, ochrany pěstovaných plodin, ochrany vodních zdrojů, komunikací a staveb.

Dosáhnout snížení eroze by měl být cíl každého vlastníka pozemku, ale samozřejmě i nájemce daného pozemku. Velkým pomocníkem v boji proti vodní erozi se za poslední dobu staly pozemkové úpravy. V rámci tzv. společného zájmu se navrhuje protierozní opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru.

Literární přehled

2. Odtokové poměry v povodí

2.1 Voda v krajině

Souhrn všech forem vody na Zemi se označuje termínem hydrosféra. Voda vyskytující se ve vzduchu, na zemi i pod povrchem země, je základním předpokladem života (Sklenička, 2003). Podmínkou vyrovnaného stavu vody v přírodě je její oběh (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Příčinou oběhu vody v přírodě je sluneční energie. Jejím vlivem se voda vypařuje z vodní hladiny, z půdy i vegetace, ve formě plynného skupenství, díky proudění vzduchu prochází do horních vrstev atmosféry, kde kondenzuje a ve formě srážek padá na zemský povrch, kde se opět vypařuje a tak nastává opakovaný nepřetržitý pohyb vodních mas (Hubaříková, 2002). Hydrologický cyklus se skládá ze čtyř hlavních částí: z atmosférických srážek, z povrchového odtoku, z podpovrchového a podzemního odtoku a z výparu . evapotranspirace (Sklenička, 2003). Rozeznáváme dva oběhy vody. Malý oběh . výměna vody se uskutečňuje pouze nad oceánem. Velký oběh . pípním dochází k výměně vody mezi oceánem a pevninou (Hubaříková, 2002).

2.1.1 Hydrologická bilance

Vztahy mezi jednotlivými složkami hydrologického cyklu lze vyjádřit kvantitativně tzv. hydrologickou bilancí jako množství vody, které touto složkami prochází. Hydrologická bilance se stanoví pro určitý prostor a čas (Šilar, 1996).

Vzájemný vztah bilančních prvků je pro povodí dán bilanční rovnicí:

$$H_s = H_o + H_v \pm R \quad [m^3, mm]$$

kde:

H_s – množství srážek spadlých na povodí

H_o – množství vody odtékající uzavíracím profilem povodí

H_v – množství vody, které se vypařilo

R – představuje změnu v zásobách vody na povodí . jezera, rybníky, sněhovou pokrývku, vodu v půdě, podzemní vodu (Nypl, 1986).

2.2 Povodí

Odtokové procesy v korytě toku jsou výsledkem složitých klimatických a fyzikálně . geografických poměrů v povodí, které tvoří souhrnnou srážkovou oblast daného toku (Hubaříková, 2002). Velikost povodí je základní veličinou všech hydrologických vztahů a vyzetuje se pro každý případ zvlášť (Čermák, 1970). Z hydrologického hlediska je povodí jednoznačně určeno tím, odkud srážky na něm spadlé odtékají jedním uzavřeným profilem (Hubaříková, 2002). Povodím tedy

rozumíme v0dy plochu území p ísluzející k ur itému profilu vodního toku. Bez bli0zí specifikace profilu je povodím chápána celá plocha a0 po ústí daného toku do toku vyzšího ádu (Krezl, 2001). Pro stanovení rozsahu a velikosti povodí se používají nej ast ji mapy 1: 25 000, 1: 50 000 i 1: 75 000 (ermák, 1970).

2.2.1 Druhy povodí

- Orografické (hydrologické) povodí: je v orografickém pojetí omezeno rozvodnicí, probíhající po h betech a vyvýšeninách, které odd lují prostor sousedních povodí. Orografické povodí slo0í pro ezení bilan ní rovnice (ermák, 1970).
- V územích s propustným povrchem zasahuje skute né povodí toku za hranice orografického povodí, protože voda srá0ek se dostává do vodního toku i z území le0ícího za rozvodnicí a to infiltrací a podzemními vodními cestami. Takové území nazýváme povodím podzemní vody nebo povodím hydrogeologickým (¥ilar, 1996).

2.2.2 Rozvodnice

Rozvodnice je smyzená ára, která vymezuje plochu daného povodí, prochází po nejvyšších místech povodí a odd luje také od sebe sousední povodí. Rozvodnice povrchových a podpovrchových vod se nemusí shodovat (Huba íková, 2002). Rozvodnice jde zásadn jako trajektorie kolmo k vrstevnicím (ermák, 1970).

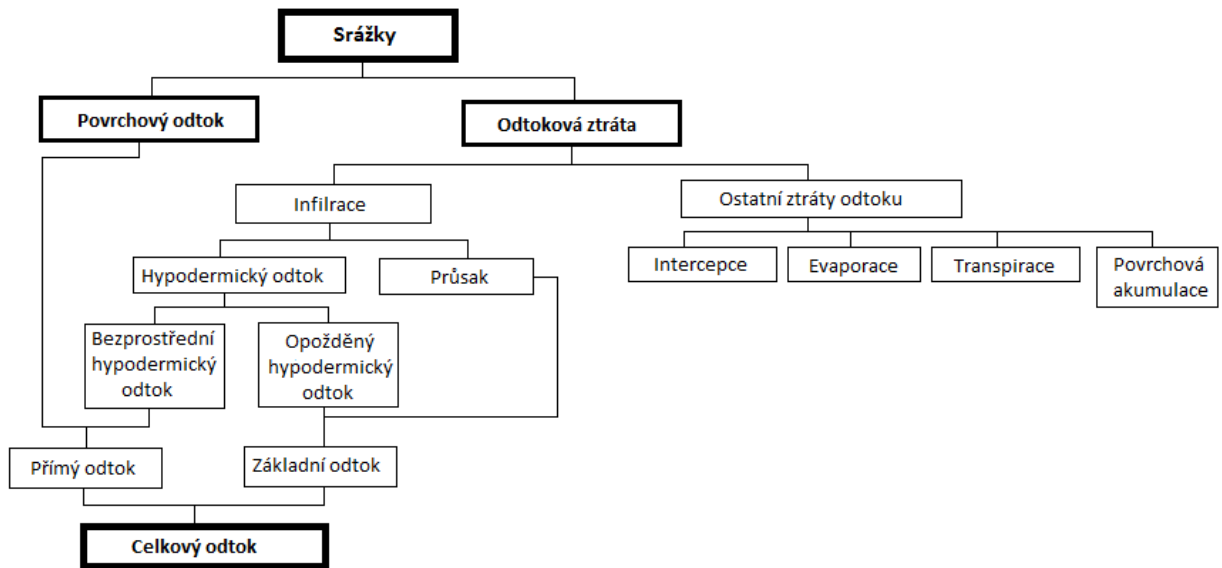
Rozlízuje se:

- Orografická rozvodnice . ohrani uje povodí povrchových vod (v tzinou se pracuje s touto rozvodnicí), ur uje se z mapy terénu.
- Hydrogeologická rozvodnice . ohrani uje povodí podpovrchových vod, ur uje se podle geologického slo0ení a pr b hu nepropustných vrstev pod povrchem (McCuen, Snyder, 1986). Ur it orografickou rozvodnicí lze jednoduše z mapy terénu, kde0to hydrogeologická vy0aduje p evá0n nákladný geologický pr zkum (Huba íková, 2002).

2.3 Odtok

Odtokový proces vzeobecn chápeme jako pohyb vody po povrchu terénu, v hydrografické síti a ve vzech horizontech horninového prost edí, m 0eme ho hodnotit i z hlediska p vodu vody, která se na tomto pohybu ú astní. M 0e pocházet z dezt , ze sn hu, zásob podzemních vod a z ledovc (Klopek, Antal, 1982).

Obr. 1: Schéma odtokového procesu, (Kulhavý, Ková, 2000).



2.3.1 Faktory ovlivňující odtok

- **Fyzikální geografické faktory**
 - podnebí a geologický faktor;
 - klimatický faktor;
 - vegetační faktory;
 - vliv lidské činnosti;
 - vodní nádrže . přirodní i umělé;
 - hustota říčních sítí;
- **Fyzikální geometrické faktory**
 - velikost a tvar povodí;
 - plocha povodí;
 - délka toku;
- **Antropogenní faktory**
 - využívání pozemků, nádrže . historické rybníky (Němec, 1964).

2.3.2 Druhy odtoku

2.3.2.1 Podpovrchový odtok

Část spadlých srážek se vsákne do podlahy, pohybuje se podzemním povrchním a podzemním geologických vrstev až k hladině podpovrchové vody, kde vytváří podpovrchový odtok (Hubaříková, 2002). Část vody ze srážek se infiltrací dostává pod zemský povrch a odtéká podzemním povrchním a podzemním pokrývkami útvary bezprostředně pod povrchem jako tzv. hypodermický odtok. Další část infiltrované vody prosakuje horninami a po dosažení hladiny podzemní vody pokračuje ve svém oběhu horninovým prostředím k místu odvodnění. Tato část celkového odtoku se nazývá odtok podzemní vody neboli podzemní odtok (Šilar, 1996).

2.3.2.2 Povrchový odtok

Srážková voda, která se nevsákne, stéká po zemském povrchu, a to p i dostate ním množství nejd íve v souvislé ploze, vytvá ející plozný odtok. Postupn se voda soust e uje do doasných stružek a pot k a vytvá í hydrografickou mikrosí a kone n se dostává do stálých vodních tok , potok a ek, které tvo í hydrografickou sí (N mec, 1964). Povrchový odtok se rozd luje na soust ed ný, který probíhá v hydrologické síti a plozný (rozptýlený), který probíhá neorganizovan po celých plochách svah v podob ronů, a po dosažení vodního toku se m ní na soust ed ný odtok (Podhrázská, Dufková, 2005).

2.3.2.3 Celkový odtok

Celkový odtok lze rozd lit na p ímý odtok, který zahrnuje povrchový i hypodermický odtok a na základní odtok, který má pro ezení hydrologických úloh rozhodující význam, protoe pochází ze zásob podzemní vody (Melioris et al., 1986).

2.3.2.4 P ímý a základní odtok

Podle asu, za který se srážková voda dostane do povrchových tok , rozd luje se odtok vody na p ímý a na základní odtok (Kravka, 2009).

- P ímý odtok je ta ást celkového odtoku vody, která se do povrchových tok dostává uo b hem trvání dežt nebo bezprost edn po skon ení dežt (Huba íková, 2002). P ímý odtok zahrnuje povrchový odtok a hypodermický odtok (Podhrázská, Dufková, 2005). P i ezení praktických úloh se za p ímý odtok pova uje obvykle jen povrchový odtok. P ímý odtok je hlavní p í inou povodní i vodní eroze p dy (Huba íková, 2002).
- Základní odtok je ta ást celkového odtoku vody, která se po skon ení dežt dostává do povrchových tok a0 po ur ité dob a celkový odtok zásobuje i v období, kdy se v povodí srážky nevyskytují (Kravka, 2009).

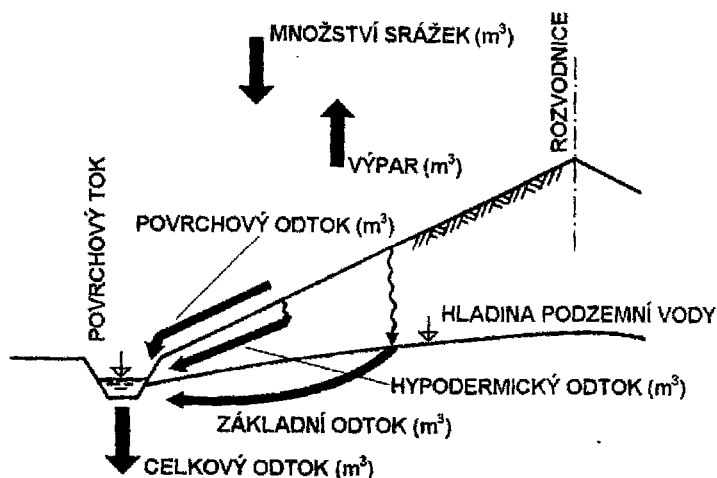
2.3.2.5 Specifický odtok

Specifický odtok je dán podílem pr toku a plochou daného povodí. Udává množství vody, které odte e z jednoho tvere ního kilometru daného povodí za jednotku asu. Udává se v litrech za sekundu na kilometr tvere ní. Specifický odtok odrá í geologii a geomorfologii a vegeta ní pokryv daného území a je v pr b hu hydrologického roku prom nlivý (McCuen, Snyder, 1986).

2.3.3 Odtok vody z povodí

Odtokové pom ry v povodí se vytvá ejí jako výslednice celkových p írodních pom r , které jsou vřak téo ovliv ovány inností lov ka. Prom nlivá p íjmová sloka atmosférických srážek, na které je u nás p evá on závislý reím vodních zdroj , je transformována v odtokovém procesu dalšími vlivy, p edevzím výparem, geologickou stavbou území a jeho hydrogeologickými vlastnostmi, morfologií krajiny, hydropedologickou kvalitou p d a vegeta ními pom ry.

Obr. 2: Složky odtoku z povodí, (Hubaříková, 2002).



Odtok O , se udává v m^3 . Jedná se o celkové množství vody, které proteklo uvažovaným profilem toku za určitý čas. Odtok lze vyjádřit odtokovou výškou H_o (mm) – výška vrstvy vody, která se vytvořila při rovnoměrném rozprostření odteklého množství vody po ploze (Kvítek, 2006).

Podle Jonáze (1990) je odtok vody z povodí závislý na:

- intenzit atmosférických srážek (přímá dešťová srážka);
- intenzit vsaku a výparu, na transpiraci rostlin a schopnosti zadržet vodu v podzemním profilu;
- velikosti povodí a jeho tvaru;
- morfologických poměrů v povodí;
- geologických a hydrogeologických poměrů v povodí;
- vegetačním pokryvu a systému hospodaření na poli v povodích a na další ekonomické činnosti v krajině.

2.4 Metoda řísel odtokových křivek ĚCN

Potřebu PEO na pozemcích vyplývá z rozboru erozní ohroženosti těchto pozemků na základě univerzální rovnice. Jestliže se při návrhu PEO nedosáhne omezení průměrné ztráty půdy na předepsanou mez přípustné ztráty z hlediska zachování úrodnosti půdy, zajistění kvality vody je nezbytné přistoupit k doplňujícím opatřením (Pasák et al., 1984).

Změna obhospodaření zemědělských pozemků v období koncentrace, socializace a intenzifikace venkov podstatně změnila hydrologické charakteristiky povodí a zpravidla se projevila zvýšením eroze půdy, snížením infiltrace, což se nyní projevuje podstatným zvýšením kulminací průtoků a objemů průtoků. Hydrologické studie určující tyto základní parametry by měly vycházet z dlouhodobě sledovaných průtoků v uzavřených profilech (Podhrázká, Dufková, 2005). Takové údaje jsou však v malých povodích zřídka k dispozici. Tam kde jsou, nemusí být směrodatné, zejména tehdy, pokud došlo ke změně způsobu využívání půdy (Janeček et al., 2008). Nezbyvá tedy stanovit potřebné návrhové parametry

pomocí hydrologických modelů, založených na charakteristikách povodí. Z hlediska možnosti jejich využívání je nutné, aby tyto modely byly co nejjednodušší a nejpřesnější (Podhrázká, Dufková, 2005).

Metoda CN (Curve Number Method) byla odvozena v USA službou US SCS (1972), dále pak verifikována pro podmínky v ČR (Janeček, 1992). Metoda výpočtu odtokových křivek je jednoduchý model s pomocí snadno dosažitelnými vstupy, použitelný pro výpočet charakteristik povrchového, správně předpovězeného odtoku způsobeného povodňovým deštěm z povodí o ploše od 5 do 10 km² (Janeček et al., 2008).

Základním vstupem metody CN křivek je srážkový úhrn určený časovým rozdělením, za předpokladu jeho stejnoměrného rozložení po ploše povodí. Objem srážek je přeměněn na objem odtoku pomocí odtokových křivek CN (Podhrázká, Dufková, 2005). Objem odtoku je vyjádřen výškou odtoku H_0 , ve vztahu k výšce povodňového deště H_d pomocí křivek odtokových křivek CN = 20 až 100 (Hrádek, Kuřík, 2002).

Srážkoodtokový vztah používaný v metodě křivek pro odhad předpovězeného odtoku z povodňového deště podle Pasáka et al. (1984):

$$O_{pH} = 1000 \cdot H_0 \cdot F$$

$$H_0 = (H_s \cdot 0,2A)^2 / (H_s + 0,8A) \quad \text{pro } H_s \leq 0,2A$$

Kde

O_{pH} – předpovězený odtok v m³

F – plocha povodí v km²

H_0 – výška předpovězeného odtoku v mm

H_s – výška srážky z povodňového deště v mm

A – potenciální retence určená na základě čísla křivky (CN) podle vztahu: $A = 25,4 \cdot (1000/CN \cdot 10)$

Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle:

- hydrologických vlastností předpovězených do 4 skupin – A,B,C,D, na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení.
- vlhkosti půdy určené na základě 5denního úhrnu předcházejících srážek, resp. indexu předchozích srážek (IPS) ve 3 stupních, kdy IPS I odpovídá takovému minimálnímu obsahu vody v půdě, který jezt uje uspokojivou orbou a obdáváním, při IPS III je půda přesycena vodou z předcházejících dešťů. Pro návrhové účely se uvažuje IPS II pro stadiální nasycení půdy vodou.
- využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdávání a uplatnění PEO (Janeček et al., 2007).

3. Eroze p dy

P da je zvlátním hybridním p írodním zdrojem. V p írodních ekosystémech a p írodním zp sobu obhospoda ování nabývá vlastností trvale udržitelného p írodního zdroje. Jako složitý otev ený systém je vzak úzce spojena s okolním prost edím, stává se ak ním polem lidské innosti a je proto i p írodním zdrojem potenciáln snadno znehodnotitelným (Vazk , 2005). Je jedním z nejcenn jších p írodních bohatství každého státu. P edstavuje významnou sloku životního prost edí s širokým rozsahem funkcí a je základním výrobním prost edkem v zem d lství a lesnictví (MZe, 2011). Je stanovizt m nazich sídliz a výrobních pracoviz , umo uje život suchozemských rostlinných a živo izných spole enstev (J va, Hrabal, Tlapák, 1977).

P da je vy erpatelný, nenahraditelný a jen velice pomalu se obnovující p írodní zdroj. Zatímco se jeden centimetr p dy m oe podle místních podmínek tvo it stovky a0 tisíce let, kodnosu stejného i v tziho mno0ství p dy m oe následkem eroze dojít b hem jediné pr tr0e mra en (MZe, 2010). P í iny, které mohou pozkozovat p du, jsou r zné a rovn 0 se projevují r znými ú inky. Mo0no je rozd lit jednak na p írodní, vyvolané p írodními ivly, antropogenní, p sobené bu nesprávným u0íváním zem d lské nebo lesní p dy, nebo zkodlivými zásahy civilizace (J va, Hrabal, Tlapák, 1977).

Slovo eroze je latinského pvodu a je odvozené od slova *erodere*%, rozhodávat. V nejzizím smyslu slova se pojmem eroze rozumí rozruování litosféry, pedosféry pohybující se hmotou erozního pvodu. V sou asné dob se eroze definuje jako komplexní proces, zahrnující rozruování p dního povrchu, transportu a sedimentaci uvoln ných p dních ástic p sobením vody, v tru, ledu, a jiných tzv. erozních initel (Jane ek et al., 2008).

Eroze coby proces fyzikální a chemické degradace p dního profilu je bezesporu p írozeným jevem, který se vyskytoval na Zemi ji0 ve starších geologických obdobích a v dlouhodobém hledisku je jedním ze základních mechanism vývoje krajiny a reliéfu, kdy finální podoba celých geomorfologických celk je v zásad výslednicí protich dného p sobení defla ních a erozních proces a sedimentace, diagenese i pedogeneze (Bobál' et al., 2012). Eroze p dy má nejv tzi podíl na destrukci p dy. Z agronomického hlediska znamená degradaci p dy jak fyzikální (struktura, textura), tak i biologickou (utlumení innosti mikroorganism , organism). Sou asn p edstavuje nenávratnou ztrátu zeminy, humusu a minerálních ivin (Toman, 1995). Na p evá0né ploze erozn ohro0ených p d vzak není provád na 0ádná systematická ochrana zabra ující dalším ztrátám (Sun, Shao, Liu, 2013).

V celosv tovém m ítku je eroze p dy jedním z mnoha a0 tragických d sledk nerozumného vyu0íván p írodních zdroj lov kem a sou asn p í inou mnohdy nevratné degradace p dy a krajiny (Sklení ka, 2003).

3.1 Faktory ovlivňující erozi

Podle Buriana et. al. (2011) lze faktory eroze rozdělit na:

- *klimatické a hydrologické* . zeměpisná poloha, nadmořská výška, množství, rozdělení a intenzita srážek, teplota, oslunění, výpar, odtok, výskyt, směr a síla větrů;
- *morfologické* . sklon území, délka a tvar svahu, expozice, návrstnost;
- *geologické a pedoní* . povaha horninového substrátu, pedoní druh a typ, textura struktura pedoní, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu;
- *vegetační* . hustota a délka trvání pokryvu;
- *způsob využití a obhospodávání pedoní* . poloha a tvar pozemků, směr a obdělávání, střídání plodin.

3.2 Dělení eroze

3.2.1 Dělení eroze dle erozních činitelů

Podle Janečka (2005) je možné dle erozních činitelů rozdělit erozi na:

- *vodní* (akvatickou, fluviální);
- *větrnou* (eolickou);
- *ledovcovou* (glaciální);
- *sněhovou* (nivální);
- *antropogenní*;
- *zemní*.

Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což způsobuje různou intenzitu erozních procesů (Holý, 1978).

a) Vodní eroze

Tento typ je popsán v kapitole 3.5.

b) Větrná eroze

Podle pravidla plošnosti, vyloučíme větrnou v pruzích ve směru proudění větru. Hlavními faktory ovlivňujícími větrnou erozi jsou klimatické podmínky (větrné charakteristiky, srážky, výpar), pedoní podmínky (obsah neerodovatelných částic nad 0,8 mm, obsah jílovitých částic do 0,01 mm, vlhkost) a způsob využití krajiny včetně vegetačního krytu a land use (Sklenička, 2003). Úkolidivost větrné eroze spočívá v rozrušování povrchu pedoní mechanickou silou větru, která odnáší jemné pedoní částice i hnojiva a ukládá je na jiném místě. Obnažuje kořeny rostlin, porušuje jemné stonky unášenými zrny zemin (Toman, 1995).

c) Ledovcová

Ledovcová eroze je způsobena tíhou ledovce pohybujícího se směrem do údolí. Při pohybu ledovce dochází k obruzování skalního podloží a zbytky hornin jsou unášeny do nižších poloh, kde jsou ukládány a tvoří se zde morény (Čáblík, Janda, 1963).

d) Antropogenní

Uvolnění erozních procesů přímo i nepřímo. Vliv se projevuje nejením vegetačního krytu půdy a jeho nahrazením vegetací s nízkým ochranným účinkem, zhoršením fyzikálních, chemických, biologických vlastností. Mezi nejvýznamnější druhy patří eroze vyvolaná intenzifikací zemědělské výroby, urbanizací (Holý, 1978).

První fází eroze způsobené činností vody, větru a ledu je třífázový proces. První fází je uvolnění částic z půdní hmoty, druhou je jejich transport jednotlivci. Třetí fází je ukládání materiálu, ke kterému dochází tehdy, není-li k dispozici dostatek energie, jeby částice dále transportovala (Holý, 1994).

3.2.2 Dle intenzity eroze

Erozi lze dle intenzity na:

- normální;
- abnormální . zrychlenou.

Při normální erozi probíhají procesy pomalu, ztráta půdních částic je doplněna tvorbou nových. Nesnižuje se mocnost půdního profilu, ale dochází ke změně zrnitostního složení vrchního půdního horizontu. Zrychlená eroze se vyznačuje tím, že je ovlivněna antropogenní činností. Smývání půdních částic je takového rozsahu, že půdní částice nemohou být nahrazeny novými . půdní tvorba je proces (Janeček, 1992). Obecně se uznává, že zrychlená eroze je vážným celostátním problémem. Obtížné však je určit rozsah, velikost a rychlost půdní eroze a její následky pro hospodářství a životní prostředí (Janeček et al., 2008).

3.3 Rozšíření eroze

Problém eroze zemědělsky využívaných půd je problémem světovým, který má za následek každoroční úbytek tisíc km² zemědělské půdy. Pokud se týká Evropy, nedosahují problémy s erozí takových rozměrů jako v rozvojových zemích Afriky a Asie. Vzhledem k intenzitě zemědělského využívání půd jsou však vážné v celé řadě zemí Evropy, včetně České republiky (Burian et al., 2011). V našich podmínkách připadá na jednoho obyvatele 0,41 ha zemědělské půdy, což je průměr zemí EU a lesní půdy 0,25 ha na obyvatele. Množství zemědělské půdy velmi rychle klesá (Janeček et al., 2008).

V České republice je v současné době podle analýz VÚMOP, v.v.i. více než půlka zemědělské půdy ohrožena vodní erozí. Příčinná zejména za posledních 30 let se degradace půdy vlivem vodní eroze výrazně zrychlila (MZe, 2011).

3.4 Následky eroze

Z agronomického hlediska to znamená: fyzikální a biologická degradace půdy, nezvratnou ztrátu zeminy, humusu, rostlinných živin, vysušení půdy, utlumení mikrobiálního života. Zhoršení půdních vlastností a celkové úrodnosti půdy znamená pochopitelné zvýšení nákladů a snížení výnosů (Pasák et al., 1984).

Erozní produkty zanázejí p ílehlé pozemky, vodní toky a nádr0e, pozkozují komunikace, zanázejí kanalizace, vodní stavby, stavby v obcích, výsledky práce v zem d íství a íesnictví (Tlapák, Ťálek, Legát, 1992). Transportované p dní ástice a na nich vázané látky zne íz ují vodní zdroje, zanázejí akumulaci prostory nádr0í, sni0ují pr to nou kapacitu tok , vyvolávají zakalení povrchových vod, zhorzují prost edí pro vodní organismy, zvyzují náklady na úpravu vody a t 0by usazenin (Burian et. al., 2011). Nejv tzí problém zp sobuje zne ízt ní pitné vody, nebo n které látky zejména fosfáty, dusi nany a chloridy, p sobí p ímo na lidské zdraví a mohou zavinit záva0né poruchy (Stibral, 1975).

Voda odtékající z polí významn 0vliv uje kvalitu povrchových vod. Díky tomu, 0e je bohatá na 0iviny zp sobuje eutrofizaci (Brady, Weil 2002). Na p dních ásticích jsou chemickými i fyzikálními vazbami navázány nejz zn jzí zkdliviny, které se pak projevují na kvalit 0 vody. Jedná se jak o rezidua pesticid , í t 0ké kovy, tak p edevzím o n která hnojiva a 0iviny. Nejvýznamn jším polutantem, který se spolu se sedimentem ze zem d íských pozemk 0 dostává do vodních tok a nádr0í je bezesporu fosfor (Dostál, 2009). Pokud se transportované ástice dostanou a0 do vodních tok nebo nádr0í mohou zp sobit jejich eutrofizaci. Je to proces, p í kterém ve vodních útvech dojde ke zvyzení obsahu 0ivin, p edevzím dusíku a práv fosforu (Kleinman et al., 2011).

Podle MZe (2011) hlavní d sledky eroze m 0eme rozd ílit do tí následujících skupin:

- ztráta p dy;
- transport a sedimentace p dních ástic v etn zanázení vodních zdroj ;
- transport chemických látek.

3.5 Vodní eroze

Vodní (akvatickou) erozi zp sobuje kinetická energie dez ových kapek. Tímto typem eroze dochází ke sni0ování orní ní vrstvy smyvem, ale také ke zhorzení fyzikálních a chemických vlastností p d (Rickson, 2013).

Vodní eroze se projevuje ne0ádoucím smyvem p dy vlivem unázecí síly vody a jejím ukládáním v ní0zích partiích povodí. P í inou vodní eroze jsou nej ast ji p ívalové dezt , tání sn hu nebo stálý (kolísavý) pr tok vody v korytech vodních tok (Sklení ka, 2003). Je definována jako komplexní proces rozruzování p dního povrchu transportem a sedimentací uvoln 0ých p dních ástic p sobením vody (MZe, 2011). Ovliv ují ji p írodní podmínky, p edevzím intenzita srá0ek, sklony svah , erozní náchylnost p d a vegeta ní pokryv (Bla0ek et al., 2006).

Vodní eroze je vyvolána kinetickou energií dez ových kapek dopadající na p dní povrch a mechanickou silou povrchov stékající vody (Toman, 1995). Stojatá voda mo ská, jezerní a rybní ní zp sobuje erozi pob e0í; podzemní vody, zejména vody v krasových útvech, vyvolávají krom mechanické eroze í chemickou erozi (Holý, 1978). Eroze zp sobená vodou m 0e mít jezť podobu fluviaální eroze (eroze vyvolaná proudící vodou) nebo eroze vyvolané vlnící se vodou (p íbojem) na mo ském pob e0í (Hlavá ková et. al., 2011).

Mechanickou erozní činnost vody označujeme jako korozí, chemickou jako korozi. Při vymílání hornin krouživým pohybem vody hovoříme o erozi. Obrusování skalního podkladu na dně vodních toků, jezer a moří se nazývá abraze (Holý, 1978).

Erozní jev vzniká nejčastěji v oblastech, v nichž obvykle převažuje úbočího charakteru nebo náhlá změna směru vyvolávají prudké povrchové odtoky, které pak erodují sklonité a náležitě nechráněné plochy (Cáblík, J. a kol., 1963).

Je-li intenzita a úhrn deště v dané oblasti tak vysoká, dochází po zaplnění mikroakumulací prostorů na povrchu povrchového odtoku. Na nerovných a svažitéch pozemcích se stékající voda postupně soustřeďuje a vegetací nedostatečně chráněnou půdu eroduje a vytváří drobné rýčky, rýhy a stržně (Burian et. al., 2011).

V České republice je vodní erozí ohroženo 54 % zemědělské půdy. Na území se nachází 43 % orné půdy se sklonem 3–7°. Ornou půdu se sklonem 3° je nutné pokládat za půdu velice ohroženou (MZe, 1995).

Podmínky pro působení vodní eroze zemědělských půd jsou na našem území mimo jiné také tím, že v minulosti při kolektivizaci a intenzifikaci zemědělské výroby došlo ke scelování pozemků do velkých celků, navíc v morfologicky rozmanitém terénu, tento stav víceméně přetrvává dodnes (Soukup, 2006). V České republice jsou půdy ohroženy především vodní a vlnou erozí. Závažnější dopady přináší vodní eroze půdy (Hlaváčková et. al., 2011).

3.5.1 Druhy vodní eroze podle formy

Formy eroze můžeme rozdělit na základě působení exogenních činitelů na povrchovou erozi a podpovrchovou.

- **Formy podpovrchové vodní eroze**

Tímto pojmem podle Holého (1978) se někdy označuje přemísťování povrchových částic a pívků z vrchních povrchových horizontů do nižších, a to působením infiltrující srážkové vody. V povrchových podléhajících lehce destruktivním úniku vody, zejména ve správkách dochází k vymílací činnosti podzemních vod, jež se hromadí na nepropustné vrstvě. Vznikají tunely, jež snižují stabilitu nadloňných vrstev.

V horských oblastech bývá tento proces vertikálních přemísťování povrchových částic dutinami mezi kameny do spodiny zvětralého pláště. V České republice je touto erozí ohroženo 45,5 tis. ha, nejvíce v Krkonoších a Jeseníkách (Janeček et al., 2008).

- **Formy povrchové vodní eroze**

Abychom mohli posoudit, zda vodní povrchová eroze na lokalitě probíhá, je vhodné vyhodnotit její závažnost, je nutné vidět, jaké formy eroze nabývá. V zásadě je možné vodní erozi na zemědělské půdě rozdělit na erozi ploznou, výmolnou a erozi proudovou a rýhovou, přechodem mezi nimi je plynulý a souvislý s přechodem plozného odtoku vody v odtok soustředěný (MZe, 2001).

a) Plozná eroze

Při plozné erozi je půda erodována téměř rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo určité části svahu. Čím je plocha svahu rovinnější, tím jsou podmínky pro soustředění vody menší. Při sobení plozné eroze se profil půdy postupně snižuje v místech, kde na skalní podloží (Janeček et al., 2008). Tato forma eroze má silné selektivní sobení, kdy vyplavuje jemnozrnné frakce půdy, což se projevuje především změnou textury půdy a obsahu živin v půdě, zhorzují se chemické a fyzikální vlastnosti půdy, což přímo souvisí s retenční schopností a půdní kapacitou půdy (MZe, 2011).

Plozná eroze má dva stupně – selektivní eroze a vrstevná eroze.

Prvním stupněm je eroze selektivní, při níž povrchový odtok odnáší jemné částice a na ně vázané chemické látky. Půdy podléhající selektivní erozi se stávají hrubozrnnější a mají výrazně snížený obsah živin, půdy obohacené smyvm jsou jemnozrnnější a bohaté na živiny.

Druhým stupněm tzv. vrstevná eroze vzniká při větší kinetické energii povrchov stékající vody a nepříznivém utváření půdního profilu, při kterém dochází ke smyvu půdní hmoty ve vrstvách. Dochází při ní obvykle ke ztrátě celé orní vrstvy (Holý, 1978).

Ploznou erozi lze zjistit z jemného materiálu akumulovaného v dolních částech svahu například půdním vpichem nebo kopanou sondou, dále pak nestejným vývojem vegetace projevujícím se rozdílným rstem, rozdílnou barvou. Dobře viditelné jsou následky plozné eroze na leteckých snímcích (MZe, 2011).

Větší intenzitou deště dochází k postupnému soustředění povrchov tekoucí vody do stružek a rýh; plozná eroze přechází v erozi rýhovou (Pasák et al., 1984).

b) Rýhová eroze

Eroze rýhová spoívá v soustředění povrchov stékající vody do hlubších a zřídka rýh. Rýhy se spojují a prohlubují, jsou široké a hluboké 10-30 cm (MZe, 2011). Jedná se o rýhy, které jsou každoročně zaorávány, a při jarním tání a poválových srážkách dochází k jejich opětovnému vzniku. Koncentrovaný odtok z pozemku může vytvářet poměrně hluboké rýhy, které poté dopravují smyvm vody a erodovaného materiálu (splavenin) do vodotečí i do zastavěného území obce (Drongová, Sobotková, 2013). Když vrstva vody zvýší svůj objem, soustředí se do stružek, zvýší odtokovou rychlost i unázezí sílu, tím v půdě prohlubuje rýhy, brázdy a stružky. Zároveň jsou v poválcích jemné a početné, jsou orientovány ve směru nejvíce územního sklonu. Při prohloubení rýhy dojde k zániku sousední rýhy z důvodu převzetí vody, takto vzniklé rýhy postupně ubývají a přibývají hlubší (Cáblík, Jva, 1963).

Podle tvaru příčného profilu lze rozeznávat rýhy ploché, úzké, široké, oblé (Janeček et al., 2008). Tvar rýh závisí také na tom, jestli převažuje hloubková eroze nad boční erozí a naopak. V závislosti na tomto faktu pak profily erozních rýh připomínají písmena S a U (Zachar, 1970). Pro vyhodnocení intenzity rýhové

eroze je doporučováno hodnotit hustotu erozních rýh v km/km^2 . Dalším ukazatelem jsou činné aktivity rýh je rychlost r stu rýh (MZe, 2011).

Na delších svazích může rýhová eroze vyvolat tvorbu výmolů a strůží. eroze výmolová (Pasák et al., 1984).

c) *Výmolová eroze*

Výmolová eroze je vyšším stupněm rýhové eroze. Vznikají výmoly (často s kaskádovitými stupni), které jsou hluboké a široké více jak 30 cm. Eroze výmolová vzniká v místech koncentrace a soutoku povodňových vod v údolabinách, údolnicích, cestách, příkopech a je podmíněna nejen typem terénu, ale i dostatečnou plochou sbořného území a zejména pak podmínkami poměry (MZe, 2011). Výmolová eroze probíhá v nejvyšších místech a mechanickým způsobem tvoří rýhy, které z pravidla lení svah na jednotlivé fragmenty (Zachar, 1970).

V některých případech eroze po jiná ihned výmolovou formou. Příčinou toho mohou být přirozené polní přílehy v polích, do kterých se soustřeďují dešťové a sněhové vody, dále nevhodně založené svahové cesty a příkopy, po spádu vedené pozemkové hranice, nesprávně umístěné ochranné lesní pásy. Také brázdy vytvořené orbou po svahu a meze nevhodného tvaru mohou způsobovat výmolovou erozi (Schneider, 2009).

Nejpočetnějším a nejnebezpečnějším stádiem výmolné eroze, která devastuje celá území, je stržová eroze. U stržové eroze se pohybuje šířka a hloubka strží v řádu vztírně jeden metr. Některé strže mohou mít délku vztírně jeden kilometr (MZe, 2011). Vzniká erozní strž, často takových hloubek a rozměrů, kdy již není možné navrátit plochu zemědělské výroby a provádí se pouze sanace strží, tak aby erozní činnost nepokračovala (Kvítek, 2006).

d) *Proudová eroze*

Eroze proudová vzniká tam, kde soustředěné povrchové odtoky a vodní proudy vymílají ve stržích, údolabinách a údolích trvalá vodní koryta (Sklenička, 2003). Je-li rozrušováno pouze dno, jedná se o erozi dnovou, jsou-li rozrušovány břehy, o erozi břehové. Dnová eroze je formou podélné eroze, probíhající směrem podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze příčné, probíhající kolmo na osu toku. Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin (Holý, 1978).

Bystřinná eroze vzniká v horských polohách s příkrými svahy, které jsou nedostatečně chráněny vegetačním krytem nebo jsou zcela holé (Cáblík, Jva, 1963).

3.5.2 Příčiny vodní eroze

Podle Janečka (2008) vznik, průběh a intenzita erozního procesu je ovlivněna kombinovaným působením přírodních a člověkem ovlivněných podmínek.

Na vznik vodní eroze má největší vliv sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku po spádnicí, dále vegetační pokryv, vlastnosti půdy a její

náchylnost k erozi, uplatní se PEO a v neposlední řadě častý výskyt pervalových srážek, které stíhá období sucha (MZe, 2011).

Podle Janečka et al. (2008) lze faktory eroze rozdělit na: klimatické a hydrologické, morfologické, geologické a půdní, vegetační, způsob obhospodaření půdy.

- Klimatické a hydrologické faktory

Rozdílný úinek na erozi mají srážky kapalné a srážky pevné. Z hlediska PEO se bere v úvahu především výskyt, rozdělení a intenzita srážek, utváření a průběh povrchového odtoku (Holý, 1978).

Patří sem: nadmořská výška, teplota, výpar, výskyt vtrátů. (Janeček et al., 2008).

- Morfologické faktory

Stékající voda nabývá se zvětšováním sklonu a délky, při dlouhodobém trvání deště, vyšší rychlost a tangenciální napětí, a tím i větší destruktivní úinek na půdní povrch (Holý, 1994).

Z průběhu erozních procesů vyplývá, že vodní eroze jsou nejvíce postiženy oblasti s lenitým reliéfem, který napomáhá soustřeďování povrchov stékající vody a rychlejšímu odtoku (Holý, 1978).

Morfologickými charakteristikami je sklon území, délka a tvar svahu, expozice, návlnost (Janeček et al., 2008).

- Půdní a geologické faktory

Geologické poměry území a vlastnosti půdy mají vliv na odolnost půdy vůči erozi a tím i na intenzitu erozních procesů (Holý, 1978).

Přímý vliv geologického podkladu se projevuje hlavně v místech, kde k povrchu vystupuje snadno ztrávající hornina jako slepenec, pískovec, břidlice.

Mezi základní charakteristiky půdy, které ovlivňují vodní erozi, patří: druh půdy, zrnitost, hutnost, struktura, textura, vlhkost, zvrstvení, mocnost půdního profilu (Jáva, Hrabal, Tlapák, 1977).

- Vegetační faktory

Protierozní funkce vegetace spoívá v ochraně půdního povrchu před přímým dopadem dešových kapek, v zastínění povrchu půdy, v udržení půdy v přírodním vlhkostním a mechanickém zpevnění půdy kořenovým systémem (Pasák et al., 1984). V zimním období způsobuje vegetace pravidelné rozložení snhové pokrývky a podle míry vývoje zmenšuje nebezpečí zamrzání půdy. Ochrana půdního povrchu vegetací před přímým dopadem dešových kapek spoívá v jejich zachycení nadzemními částmi vegetace (Holý, 1978). Vegetační kryt s velmi vysokým PEO je podle Skleníky (2003) les.

Podle Janečka et al. (2008) je eroze ovlivněna především hustotou a délkou trvání vegetačního pokryvu.

- Antropogenní faktory

Eroze je nejvíce intenzivní na plochách, kterých se dotkl člověk. Jsou to plochy s porušeným půdním porostem, vykácení lesů, z důvodu stavby domů, komunikací, i změny kultury lesní na kulturu orná plocha.

Zemědělskáinnost může pozpůsobovat půdu a posléze způsobit erozi, hlavně nesprávným užíváním plochy, nevhodným rozmístěním kultur a pozemků, chybným obděláváním, nevhodnou volbou plodin a osevních postupů, špatným hospodařením vodou i nadměrnou chemizací (Jáva, Hrabal, Tlapák, 1977).

Způsob využití přírodních zdrojů je určen stupněm rozvoje a uspořádáním společnosti; neefektivní využití vyžaduje, aby se veškeré zásahy do přírody prováděly v souladu s potřebou společnosti a s hlubokou znalostí přírodních zákonů a pomocí toho předcházet erozi (Holý, 1978).

3.5.3 Výpočty vodní eroze

Složitost erozních procesů je podmíněná adou navzájem se ovlivňujících faktorů. Je zřejmé nemožné určit obecně platnou a všechny podmínky vystihující zákonitost kvantitativního a kvalitativního průběhu eroze (Podhrázká, Dufková, 2005).

3.5.3.1 USLE - Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (Universal Soil Loss Equation)

Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE - Universal Soil Loss Equation) je empirický matematický model, který se používá k popisu erozních procesů a určení půdního smyvu. Rovnici USLE vyvinuli v roce 1965 pro americké ministerstvo zemědělství na základě údajů o erozi půdy shromážděných od roku 1930. Tento model se stal základní metodou hodnocení intenzity erozního procesu nejen v USA, ale i po celém světě (Bobál et al., 2012). Americký model je modifikovaný pro podmínky střední Evropy, velmi často se používá pro vymezení ploch potenciálně ohrožených vodní erozí. Vychází z tzv. dlouhodobého potenciálního smyvu v podobě ztráty zeminy (Hlaváková et al., 2011).

Uzvenými pozemky je myšlena plocha vymezená hydrologicky relevantními prvky (rozvodí, příkop, vodní toky) s neporušenou dráhou povrchového odtoku. Výpočtená ztráta se porovnává s hodnotami přípustné ztráty. Toto srovnání dokáže upozornit na tyto pozemky, u nichž dochází z dlouhodobého hlediska k větším ztrátám půdy, než se dokáže na daném místě vytvořit přirozenými přirozenými procesy, tedy ke ztrátě větší, než je přípustná (Sklenička, 2003).

Tab. 1: P ípustné ztráty p dy dle hloubky p dy, (Jane ek et al., 2012).

Hloubka p dy		G_p ípustné [t/ha/rok]
p dy m lké	0-30 cm	1
p dy st edn hluboké	30-60 cm	4
p dy hluboké	nad 60 cm	4

Rovnici nelze pouít pro kratší než ro ní období, tím mén pro zjist ní ztrát p dy erozí z jednotlivých srážek (Podhrázská, Dufková, 2005).

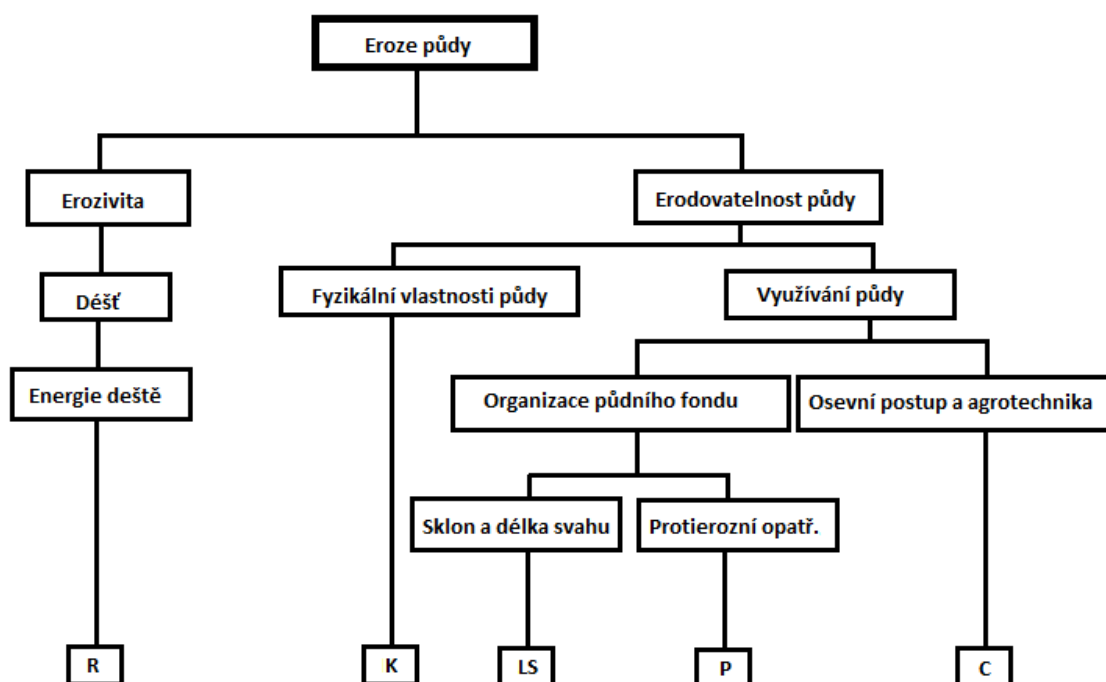
- Rovnice pro výpo et smyvu (USLE) má následující podobu:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \text{ [t/ha/rok]}$$

- G – průměrná dlouhodobá ztráta p dy
- R – faktor erozní ú innosti dešt
- K – faktor erodovatelnosti p dy
- L – faktor délky svahu
- S – faktor sklonu svahu
- C – faktor ochranného vlivu vegeta ního pokryvu
- P – faktor ú innosti PEO

Vypo tená hodnota udává množství p dy, které m oe být v dlouhodobém m ítku za daných podmínek z pozemku uvoln no ploznou vodní erozí. Nezahrnuje její ukládání na pozemku i pod ním (Jane ek et al., 2008).

Obr. 3: P sobení erozních faktor p i vodní erozi, (Hozková, 2008).



- **Faktor erozní úinnosti dežt R**

Erozní úinnost (tzv. erozivita) dežových srážek se projevuje nejvýrazněji na počátku erozního procesu, kdy dežové kapky dopadají na povrch, na kterém se ještě nestavila vytvořená vrstva povrchových odtékajících vody (Janeček et al., 2008).

Je definován jako součin celkové kinetické energie dežt a maximální 30minutové intenzity dežt. Exaktní stanovení faktoru R pro danou lokalitu a období je problematické (Sklenička, 2003).

K výpočtu průměrné roční hodnoty faktoru R byly pro území těchto poučeny výsledky srážkoměrných (ombrografických) pozorování ze tří stanic HMÚ za období 50 let. Vyhodnocovány byly jen dežt, jejichž úhrn překročí 12,5 mm a intenzita 24 mm/h (Podhrázká, Dufková, 2005). Pokud nelze z ombrograf stanovit průměrnou roční hodnotu faktoru R platnou pro místní podmínky, lze počítat pro české kraje s průměrnou hodnotou (Pasák et al., 1984). Průměrná roční hodnota R faktoru sice byla pro Českou republiku stanovena na $R = 20 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$, ale na základě vyhodnocování nových dat ombrografických záznamů se průměrná hodnota R faktoru pohybuje mezi hodnotami 30 a 45, z čehož byla nově stanovena hodnota faktoru $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (Janeček et al., 2012).

Výpočet:

$$R = E \cdot I_{30} / 100 \text{ [MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}]$$

E – celková kinetická energie dežt [J.m⁻²]

I_{30} – max. 30 minutová intenzita dežt [cm.h⁻¹]

Průměrná roční hodnota faktoru R je v našich podmínkách vlastně hodnotou faktoru R za vegetační období, nebo přímá dežt, vyvolávající na poli smyvy, kdy se vyskytují pouze od konce dubna do počátku října (Podhrázká, Dufková, 2005).

- **Faktor erodovatelnosti pody K**

Vyjadřuje odolnost pody proti rozrušujícímu úniku dežt a jejich transportu po svahu (Sklenička, 2003). Je definován jako odnos pody v tunách z 1 ha na jednotku dežového faktoru R ze standardního pozemku (kypřený černý úhor se sklonem 9 % a délkou svahu 22,13 m). Pokud obsah prachu a prázdkového písku (0,002-0,1 mm) v půdě nepřekročí 70 %, lze faktor určit výpočtem (Janeček et al., 2008). Hodnoty faktoru K lze stanovit pomocí nomogramu, ze kterého vyplývá, že náchylnost kypřené pody k erozi závisí především na její textuře (Pasák et al., 1984). Kurvení hodnoty faktoru K je možné použít BPEJ respektive HPJ. Pokud pro ně není uvedena hodnota faktoru K, je nutno k jeho stanovení použít rovnici nebo nomogram (Janeček et al., 2008).

- **Topografický faktor Ě faktor délky svahu L, faktor sklonu svahu S**

Délka a sklon svahu mají velmi podstatný vliv na smyv p dy. Objektivním kritériem není hustota, ale hlavně poloha umístěných odtokových linií na pozemku (Podhrázská, Dufková, 2005).

Faktor délky svahu vyjaduje poměr ztráty p dy z vyzetovaného pozemku a ztráty p dy z jednotkového pozemku o délce 22,13 m. Faktor sklonu svahu vyjaduje poměr ztráty p dy z vyzetovaného pozemku a ztráty p dy z jednotkového pozemku o sklonu 9 % (Holý, 1978).

Výpočet:

$$LS = d^{0,5} \cdot (0,0138 + 0,0097s + 0,0138 s^2)$$

d – délka svahu [m]

s – sklon svahu [%] (Pasák et al., 1983).

- **Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu C**

Vliv vegetace na ochranu p dy před vodní erozí má řadu aspektů. Na jedné straně chrání vegetace povrch p dy před vlivem dopadajících dešťových kapek, což zpomaluje rychlost povrchového odtoku a zlepšuje pórovitost p dy a tudíž její infiltrační schopnost (Sklenička, 2003). Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době pádového deště. Proto dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco bioným způsobem pěstované zirokoádkové plodiny (kukuřice, okopaniny) chrání p dy nedostatečně (Podhrázská, Dufková, 2005). V souvislosti se změnou ochranných účinků vegetace i způsobu obdělávání p dy v průběhu roku se rozdělil rok do pěti období:

1. období podmínky a hrubé brázdy,
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení,
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí i sázení, u ozimé do 30.4.,
4. období od konce 3. období do sklizně,
5. období strniště (Pasák et al., 1984).

Tab. 2: Průměrné hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny, (Janeček et al., 2012).

Plodina	C faktor	Plodina	C faktor
Louky	0,005	Ostatní olejniny	0,22
Ostatní píceiny jednoleté	0,01	Brambory polní	0,44
Ostatní píceiny víceleté	0,02	Zelenina	0,45
Luzelniny	0,05	Sady	0,45
Oves	0,10	Mák	0,50
Pšenice ozimá	0,12	Slunečnice	0,60
Ječmen jarní	0,15	Brambory rané	0,60
Žito ozimé	0,17	Kukuřice na zrno	0,61
Ječmen ozimý	0,17	Kukuřice na siláž	0,72
epka ozimá	0,22	Chmelnice	0,80

- **Faktor ú innosti protierozních opat ení P**

U faktoru PEO platí, že v případě neuplatnění žádných PEO na pozemku faktor P nabývá hodnoty $P = 1$ (Janeček et al., 2012). Vyjadřuje pozitivní vliv realizovaných PEO. Je-li na pozemku realizováno PEO, je hodnota faktoru P nižší než 1 a výsledný směr se snižuje (Hlaváčková et al., 2011).

Tab. 3: Hodnoty faktoru P . protierozních opat ení, (Janeček et al., 2012).

Protierozní opat ení	Sklon svahu			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Maximální délka pozemku po spádnicích v konturovém obdělávání	120m	60m	40m	-
	0,6	0,7	0,9	1,0
Maximální šířka a počet pásů v pásovém střídání	40m	30m	20m	20m
	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
-okopanina s víceletými plodinami	0,30	0,35	0,40	0,45
-okopaniny s ozimými obilovinami	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování, respektive p eruované brázdování podél vrstevnic				
	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování			0,05-0,20	

3.5.3.2 RUSLE – Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy erozí

Na základě zkušenosti s používáním univerzální rovnice USLE, došlo v 90. letech k jejímu provedení, aktualizaci a úpravě. Tyto úpravy vedly k určitým změnám ve způsobu stanovení jednotlivých faktorů rovnice. RUSLE se stejně jako USLE používá pro predikci dlouhodobé roční ztráty půdy vodní erozí ze zemědělsky využívaných pozemků v klimatické oblasti daného typu, s daným druhem půdy, určitým sklonem a délkou svahu, při určitém systému pěstování plodin, obdělávání půdy a uplatnění PEO (Janeček et al., 2008). RUSLE využívá strukturu rovnice obsaženou v USLE, ale vztahy pro určení v ní byly odvozeny na základě nových dat, moderních 24 technologií a znalostí. RUSLE je počítačový program, který je stále zlepšován a modifikován podle toho, jak jsou do něj vkládány informace z celého světa (Vysloužilová, Kliment, 2012).

- **Rovnice pro výpočet ztráty pŕdy (RUSLE) má následující podobu:**

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \text{ [t/ha/rok]}$$

- A – průměrná dlouhodobá ztráta pŕdy
- R – faktor erozní úrodnosti deŕt
- K – faktor náchylnosti pŕdy k erozi
- L – faktor délky svahu
- S – faktor sklonu svahu
- C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu
- P – faktor vlivu PEO

3.5.3.3 Metoda USPED (Unit Stream Power - based Erosion Deposition)

USPED patří do skupiny erozních modelů založených na univerzální rovnici ztráty pŕdy USLE. Od jiných modelů se ale odlišuje ve způsobu, jakým vliv topografie území na erozní procesy. Modely založené na USLE umí simulovat prostorové rozložení eroze, USPED navíc dokáže predikovat místa depozice sedimentů za podmínky ustáleného proudění povrchové vody jako důsledku uniformní srážkové události (Warren, Mitasova 2005). Stanovení vodní eroze za pomoci modelu USPED může být bez problému zpracováno v prostředí geografických informačních systémů (GIS) a to bez ohledu na to, zadá-li se jedná o komerční i nekomerční typ. Například ArcGIS nebo GRASSGIS (Vysloužilová, Kliment, 2012). Hlavními faktory vstupujícími do modelu jsou terén, faktor pŕdy a krajinného pokryvu. Kombinací těchto faktorů lze určit tzv. transportní kapacitu (TP), která reprezentuje náchylnost pŕdy a krajinného krytu k erozi (Bobál et al., 2012).

- **Rovnice pro výpočet transportní kapacity má následující podobu:**

$$TP = R \cdot K \cdot C \cdot P \cdot A^m \cdot (\sin b)^n$$

- TP – kapacita transportu sedimentů
- R – faktor erozní úrodnosti deŕt
- K – faktor náchylnosti pŕdy k erozi
- C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu
- P – faktor vlivu PEO
- $A^m \cdot (\sin b)^n = LS$ – faktor délky svahu a sklonu svahu
- m, n – konstanty pro povrchový odtok vody (Vysloužilová, Kliment, 2012).

4. Protierozní opatření

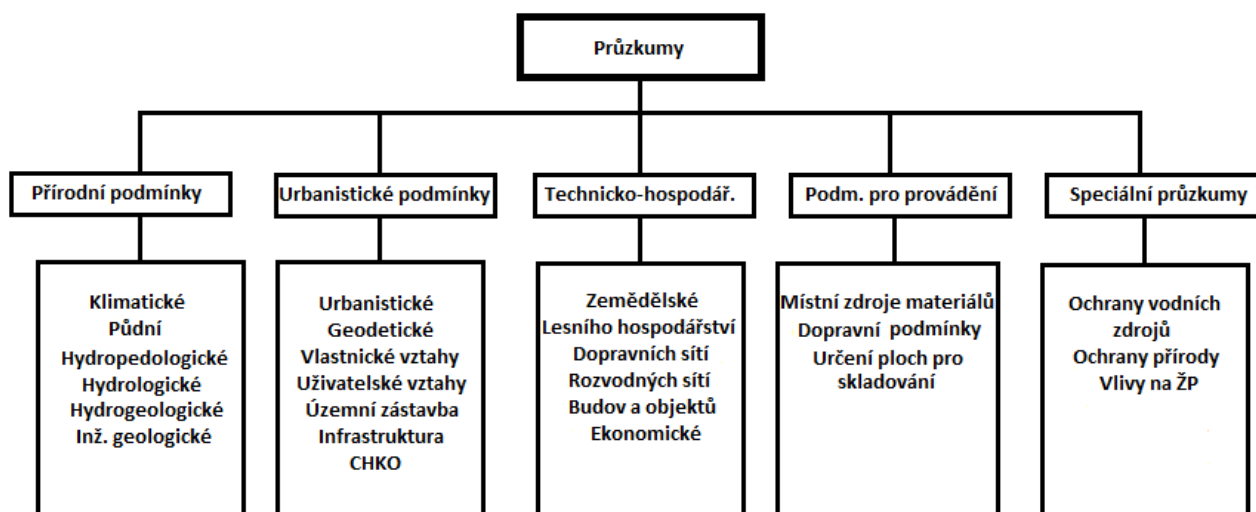
Výrazný vliv na erozi má souhrn těchto faktorů, které způsobují vodní nebo větrnou erozi. V lokalitách ohrožených vodní erozí je nutné dát přednost opatřením před použitím strojů používaných v zemědělské praxi (Jonáz, 1990).

Protierozní ochrana je při stále se rozvíjející ekonomické aktivitě společností a při snaze účelně a hospodárně využívat přírodních zdrojů nezbytná. Jejím úkolem je chránit dva nejcennější zdroje – půdu a vodu. Také zabránit nepříznivým následkům, jež by mohlo mít jejich poškození pro rozvoje hospodářství, zejména pro zemědělství a vodní hospodářství i pro utváření prostředí pro život člověka (Holý, 1978). Ochranu proti vodní erozi je možné zajistit aplikací PEO, které spoívají v ochraně před úhynky dopadajících kapek erozního deště, zachycení povrchových odtékajících vody na chráněném bloku, provedení co nejvíce části povrchového odtoku na vsak do přírodního profilu, snížení rychlosti odtékající vody a z dlouhodobého hlediska i snížení erodovatelnosti půdy (MZe, 2011).

Většina protierozních opatření má polyfunkční charakter, nejvíce se prolínají s vodohospodářskými opatřeními. Návrhem protierozní ochrany území je také ovlivněna protipovodňová ochrana, vodní režim v území, retenční krajina, ekologická stabilita a úroveň životního prostředí (Vlasák, Bartoňková, 2009).

Návrh protierozní ochrany vychází z průzkumu, kterým se získávají podklady k posouzení hydrologických poměrů území a stanovení jeho erozní ohroženosti, pro volbu systému PEO a návrh jeho prvků (Janeček et al., 2008).

Obr. 4: Průzkumy pro projektování protierozních opatření, (Hovorka et al., 1990).



Před zahájením prací na projektové přípravě PEO je nezbytné shromáždit všechny dostupné podklady a dříve provedené průzkumy, ověřit a doplnit je terénní prozkoumání a místním zetřením. Podklady může projektant získat u orgánů územní zemědělství, orgánů vodního a lesního hospodářství a zemědělství, územního plánu a výstavby, správce dopravních a rozvodných sítí, výzkumných ústavů, projektových organizací a dalších (Hovorka et al., 1990). Průzkumy jsou také vytvářeny předpoklady pro soulad PEO s pozemkovými úpravami a ostatními vodohospodářskými a ekologickými zásahy a zájmy v krajině (Janeček et al., 2008).

Ve většině případů jde o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, vzájemně se doplňujících a respektujících jsou také základní požadavky a možnosti zemědělské výroby v nových podmínkách. Nemalou roli při volbě soustavy PEO hrají i náklady na jejich realizaci a platné legislativně-právní předpisy (Podhrázká, Dufková, 2005). Z hlediska finančního je nutné při návrhu PEO postupovat od finančně realizace nejjednodušších opatření organizačního a agrotechnického charakteru k opatřením technického charakteru (MZe, 2011).

Postup při navrhování PEO lze rozdělit do osmi fází projektové přípravy:

1. vyhodnocení území,
2. posouzení současných smyvu povodí a odtokových poměrů,
3. návrh organizačních opatření,
4. posouzení smyvu povodí po návrhu organizačních opatření,
5. návrh agrotechnických opatření,
6. posouzení smyvu povodí po návrhu agrotechnických opatření,
7. návrh technických a protipovodňových opatření,
8. posouzení smyvu povodí po návrhu komplexních PEO (Hovorka et al., 1990).

Zpracování 5. - 8. fáze následuje v případech, kdy se předcházejícími opatřeními nedosáhne snížení smyvu povodí pod přípustné hodnoty (Janeček et al., 1992).

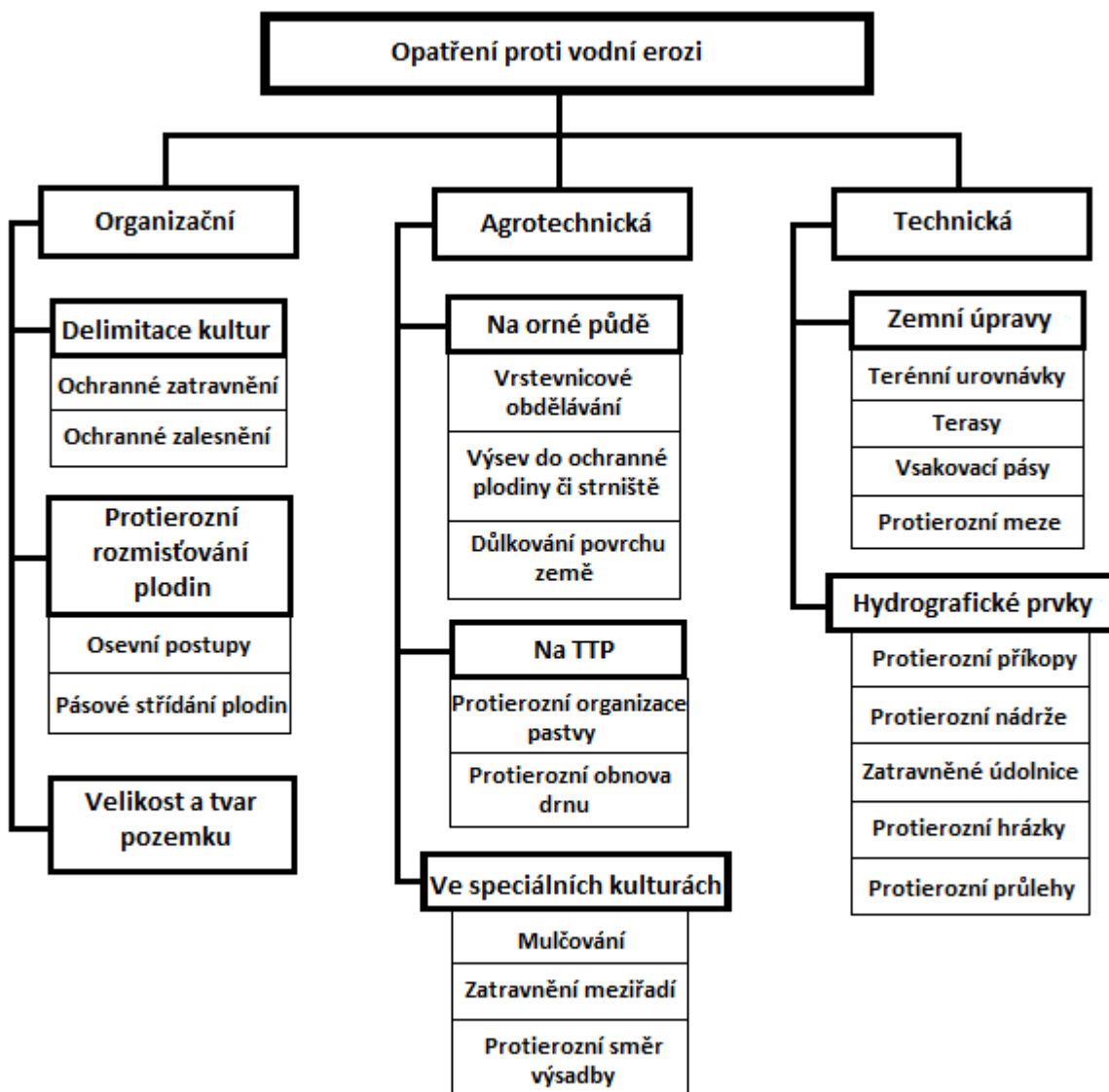
Dosavadní výzkum i realizace praxe potvrdily, že ochranu proti vodní erozi je nutné řešit v rámci hydrologických celků povodí (Podhrázká, Dufková, 2005).

Protierozní ochrana povodí se v souvislosti s jeho organizací řeší v zásadě ve dvou úrovních:

- rozhodovací úroveň - zřízení celkové koncepce využití povodí v etn. systému protierozní ochrany, kdy cílem zřízení je vyhodnocení kritických míst v území z hlediska vzniku extrémních povrchových odtoků, erozních a transportních procesů a posouzení různých scénářů využití území a jeho ochrany;
- návrhové úroveň - podrobný technický návrh jednotlivých prvků (organizačních, agrobiologických a technických opatření) protierozního systému (Vázka, 1996).

Návrhy a realizace PEO by v0dy m ly vycházet z odborn zpracovaných projekt pozemkových úprav respektujících základní principy ochrany p dy p ed erozí. Plán společných zařízení v KoPÚ zahrnuje mj. i návrh ochranných protierozních a vodohospodá ských opat ení (Jane ek et al., 2008).

Obr. 5: P ehled protierozních opat ení, (Jonáz et al., 1990).



4.1 Organiza ní protierozní opat ení

Spo ívá v návrhu ochranného zatravn ní nebo zalesn ní, protierozního rozmís ování plodin v osevních postupech, pásovém st ídání plodin a ve zm n velikosti a tvaru pozemku. P itom je nutno brát v úvahu svahovou dostupnost mechaniza ních prost edk a vhodnost p dních podmínek pro navrhované opat ení a protierozní organizaci pastvy (Hovorka et al., 1990). Opat ení organiza ní nejsou nákladná, ale jejich efektivní uplatn ní nebývá jednoduchou zále0itostí (Kokolia, Kos, 1989).

Zásadní zm nu v rozmís ování plodin lze o ekávat p i realizaci pozemkových úprav, kterými se docílí optimálního funk ního a prostorového uspo ádání pozemk . Základem je situování pozemk delzí stranou ve sm ru vrstevnic (Podhrázská, Dufková, 2005). Organiza ní opat ení na orné p d jsou zejména v projektech KoPÚ navrhována v sou innosti s ostatními PEO a p edpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospoda ících subjekt (Jane ek et al., 2008).

Podle Podhrázské a Dufkové (2005) vycházejí zásahy organiza ního charakteru, p edevzím ze znalostí p í in erozních jev a zákonitostí jejich rozvoje a vyús ují v obecné protierozní zásady:

- v asný termín plodin
- výsev víceletých pícnin do krycí plodiny
- posun podmítky do období s ní0zím výskytem p ívalových dez
- za azení bezorebn setých meziplodin
- rozmíst ní plodin podle sva0itosti pozemku.

Po organiza ních opat eních se provede znovu posouzení smyvu p dy v úrovni navr0ených opat ení a porovnáním s limitními hodnotami. Pokud se uká0ou navrhovaná opat ení nedostate ná, tak se p istoupí k další fázi projektového procesu - k návrhu agrotechnických opat ení (Hovorka et al., 1990).

4.1.1 Delimitace kultur

Delimitace kultur je vymezení pozemk , slou0ících k p stování jednotlivých kultur (Toman, 1995). P edstavuje len ní v rámci organizace p dního fondu na ornou p du, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice (Podhrázská, Dufková, 2005).

• Ochranné zatravn ní

Pou0ívá se p edevzím p i ochran m lkých erozí pozkozených p d, siln sva0itých pozemk , pro ochranu údolnic a vodních zdroj (Toman, 1995). Optimáln zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitní vegeta ní kryt jsou preferovány trávy výb Okaté tvo ící pevný drn (Jane ek et al., 2008). Kritéria, podle kterých byly zahrnuty p dy ur ené k zatravn ní, jsou tyto: p dy na svazích nad 12°, m lké p dy, st edn skeletovité na pevných substrátech, zamok ené gleje (Podhrázská, Dufková, 2005).

- **Ochranné zalesnění**

Provádí se jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy (Toman, 1995). Dobře zapojený hustý les s bohatým bylinným patrem a s podkrovní vrstvou hrabanky, zajišťuje vysokou protierozní ochranu (Janeček et al., 2008).

Plošné zalesnění se uplatňuje v pramenných oblastech a plochách extrémně svahovitých. Lesní pásy se navrhují na dlouhých svazích orné půdy, kde tvoří také funkci biokoridoru (Toman, 1995). Velká a mnohostranná je funkce liniových lesních porostů, které rostou na březích toků, jezer, vodních nádrží a kanálů. Tyto porosty především chrání břehy před rozrušením, akumulují a upevňují nánosy, brání erozi i sesuvům na prudkých svazích, zabraňují zanesení koryt toků a nádrží produkty eroze (Pobdinskij, Krejmer, 1984).

4.1.2 Protierozní rozmísťování plodin

Návrh vhodného umístění pěstovaných plodin spočívá především v preferenci pěstování erozně nebezpečných plodin na neohrožených nebo jen mírně ohrožených částech půdních bloků (Shi et al., 2013). Má vliv na vznik a velikost povrchového odtoku (Tlapák, Šálek, Legát, 1992). Protierozní rozmísťování plodin využívá cílevědomě rozdílného protierozního účinku pěstovaných plodin (Toman, 1995). Jednotlivé plodiny lze na základě protierozní ochrany například tradičním pěstováním sestavit do řady se stoupající erozní ohrožeností: travní porost . vojtěška . jetel . obilovina ozimá . obilovina jarní . hrách . epka ozimá . slunečnice . brambory . cukrovka . kukurice (Podhrázká, Dufková, 2005).

- **Protierozní oseední postupy**

Oseední postupy mají mnohostranný význam nejen pro intenzifikaci rostlinné výroby, úrodnost půdy, organizaci a ekonomiku zemědělského podniku, ale také pro ochranu půdy, vodních zdrojů a krajiny (Kokolia, Kosa, 1989). Oseední postup znamená rozmístění zemědělských kultur do řad tak, aby se pravidelně za určitý počet let vystřídaly (Holý, 1978). Navrhují se v případě silně svahovitých pozemků ve velmi sklonitém, vertikálním a horizontálním vzestupněm území. Pozemky silně ohrožené je třeba vylenit do samostatného oseedního postupu (Podhrázká, Dufková, 2005).

Podle Kokolia a Kosa (1989) lze doporučit při tvorbě oseedních postupů následující pořadí priorit:

1. využití intenzifikačních účinků stídání plodin a stanovizných podmínek pro náročné plodiny;
2. ochrana před erozí a úrodnost půdy;
3. ovlivnění přepravních vzdáleností;
4. plošná koncentrace plodin.

- **Pásově stídání plodin**

Spolívá v zasetí pás plodin nedostatek chránících pdu, stídav s pásy plodin s vysokým protierozním úinkem (MZe, 1995). Plodinové pásy se umisují po vrstevnicích. Voda odtékající p i dezové srážce z nechráněného pásu musí být zachycena v pásu ochranném (Tlapák, Šálek, Legát, 1992). Návrhem parametr pásového stídání plodin pro konkrétní pozemek lze dosáhnout velmi dobrého ochranného úinku (Xin et al., 2009).

4.1.3 Velikost a tvar pozemk

Vhodná velikost pozemk je závislá na n kolika faktorech a v konkrétních p ípadech je kompromisním výsledkem dvou navzájem protich dn p sobících skupin faktor . p írodních, p sobících ve sm ru vytvá ení menších p dních celk a ekonomický faktor, který naopak up ednost uje tvorbu pozemk dostatek velkých (Podhrázská, Dufková, 2005). Obecn je možné doporu it vytvá ení PB o velikosti do 50 ha v rovinných územích a 20 ha ve lenit jzích územích s p evaujícími délkami ve sm ru vrstevnic (Jane ek et al., 2008). Nejvhodn jším tvarem pozemk je obdélník nebo rovnob oník s delší stranou ve sm ru obd lávání. Vhodný pom r délek stran je 1:2 . 1:3 (Holý, 1978). P i projektu pozemkových úprav se musí optimálním zp sobem spojit opat ení protierozní, vodohospodá ské, dopravní a vytvo it tak kostru systému v krajin . V rámci takto pojaté kostry, kde je rozhodující dodr ování p ípustných délek svahu, je potom možné vytvo et pozemky vyhovující (Jane ek et al., 2008).

4.2 Agrotechnická protierozní opat ení

Agrotechnická opat ení navazují na navržené organiza ní opat ení a mají prvo adý význam v omezení eroze za pouítí minimálních finan ních náklad (Hovorka et al., 1990). Pouívají se ke zlepšení vsakovací schopnosti p dy, zvýšení její protierozní odolnosti a k vytvo ení ochrany jejího povrchu p edevším v období nejtího výskytu p ívalových srážek (Jane ek et al., 2008). Pro zvyšování odolnosti p dy proti vodní erozi je nutné trvale udržovat pdu ve strukturním stavu nap . závlahy, hnojení (Bowmer, 2011). Úlohou agrotechnických opat ení je: vytvo it pevné p dní agregáty, umožnit ko en m rostlin pronikat hluboko do p dních vrstev, udržovat trvale spojení p dních agregát a znemožnit vytvo ení mok adní nebo prachové struktury (Kozlík et al., 1961).

Po vyuítí návrhu agrotechnických opat ení, v kombinaci s ji navrženými organiza ními opat eními se provede znovu posouzení smyvu na úrovni navržených opat ení s limitními hodnotami smyvu. Pokud nejsou dostate ná, p istoupí se k další fázi ezení, k návrhu technických opat ení (Hovorka et al., 1990).

4.2.1 Vrstevnicové obd lávání

Orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic, je možné významným zp sobem p ísp t k ochran p ed erozí (Stevens et al., 2009). Mezi vrstevnicové (konturové) obd lávání m oeme za adit orbu po vrstevnici (MZe, 1995). Vrstevnicová orba a další zpracování p dy i její osetí po vrstevnicích vedou

k zachycení povrchov stékající vody v brázdách a ádcích, k akumulaci vody a k ploznému rozptylu i zvýšené infiltraci vody do p dy (Holý, 1978).

4.2.2 Výsev do ochranné plodiny nebo strniýt

Technologie výsevu plodin do ochranné plodiny, strniýt, mul e i poskliz ových zbytk je ásto spojena s omezeným zpracováním p dy. K protierozní ochran se vyu0ívá rostlinného materiálu v r zných formách, který je ponechán na povrchu p dy nebo je áste n zapraven a zabra uje tak volnému povrchovému odtoku (Podhrázská, Dufková, 2005).

4.2.3. Hrázkování a d lkování povrchu p dy

Velmi ú inným opat ením, které je mo0no uplatnit ihned po výsevu je hrázkování, které je vzak nutno provád t a0 do doby zapojení porostu. Hrázkování je na základ výze uvedených poznatk ú inné v p ímých ádcích po spádnicí na svazích do 12 % a p i maximální délce pozemku do 300 m (Kender, 2000). Hrázkování se dob e uplatní v porostech brambor , ale té0 v ovocných výsadbách a vinicích (Pasák et al., 1984).

D lkováním se zadr0uje srá0ková voda na povrchu p dy a prodlu0uje se doba její infiltrace do p dního povrchu. D lky se vytvá ejí speciálním d lkova em (Toman, 1995). D lkování lze provád t p i výsadb v libovolném sm ru, p i r zných sklonech pozemku. Mezní sklon pozemku je dán svahovou dostupností d lkova e. P i sm ru výsadby po spádnicí a v tzích sklonech terénu má ni0zí ú innost (Podhrázská, Dufková, 2005).

4.2.4 Mul ování

Jedná se o jednu z hlavních variant ochranného zpracování p dy, kdy se jako zdroj mul e vyu0ívá nadzemní biomasa meziplodin, a to bu strniskových - umrtvené mrazem, anebo ozimých - umrtvené chemicky (MZe, 2011). Mul ování p dy ve vinicích a sadech spo ívá v zajizt ní nastýlky organické hmoty v tlouz ce 10 a0 20 cm. Mul ování výrazn omezuje erozi, zmenzuje nebo vylu uje pot ebu kultivace, sni0uje výpar a zvyšuje vsak (Toman, 1995). K mul ování lze ekonomicky výhodn vyu0ít organické hmoty získané na míst (drcené v tve, réví, ozimé podkultury). Jiným zdrojem nastýlky m 0e být dovezená sláma (Podhrázská, Dufková, 2005). Nevýhodou je posun ko en blí0e k povrchu a tím mo0nost jejich pozkozování (Robichaud et al., 2013).

4.3 Technická protierozní opat ení

Technická opat ení se navrhují, pokud nelze dosáhnout protierozní ochrany organiza ními a agrotechnickými opat eními nebo tehdy, kdy ezení technickými opat eními je výhodn jzí (Hovorka et al., 1990). Zmenzují intenzitu erozních proces tím, 0e p sobí na dva základní morfologické faktory . na sklon a délku svahu . a 0e vytvá ejí podmínky pro p em nu povrchového odtoku v odtok podzemní (Holý, 1978).

Pokud se potřebová technická PEO týká v určitém rozsahu zemědělských pozemků v jednom k.ú., je vhodné ochranu provádět v rámci KoPÚ (MZe, 2011). Technická PEO slouží k vyrovnání terénních přírodních nerovností a snížení podélného sklonu velmi svažitéch pozemků, k ochraně pozemků před tzv. scizí vodou např. vytékající z lesních porostů na zemědělskou půdu, k neškodnému odvedení povrchových vod z povodí, k retardaci povrchového odtoku a zachycování smyté zeminy, k ochraně intravilánů obcí a komunikací před zkorodováním povrchovým odtokem a smytou zeminou (Janeček et al., 2008). Všechna technická PEO musí být vždy napojena na základní hydrografickou síť (Pasák et al., 1984).

Po komplexním návrhu PEO se posoudí vliv na zachování úrodnosti půdy (smyv půdy) a vliv na charakteristiky povrchového odtoku a odtokové poměry. Navržená opatření by měla zajistit pokles smyvu půdy pod přípustné hodnoty (Hovorka et al., 1990).

4.3.1 Zemní úpravy

- **Terénní urovnávky**

Při terénních urovnávkách jde především o odstranění vertikálních nerovností přesunem zeminy ke snížení přírodního sklonu jednotlivých částí pozemku a omezení možnosti soustřeďování povrchového odtoku a vzniku rýhové eroze. Terénní urovnávky je možné provádět zpravidla jen na plochách dostatečně hlubokých (Janeček et al., 2008).

- **Terasy**

Terasoním se dosáhne snížení sklonu pozemku a zkrácení délky svahu. Je vhodné při sklonech terénu 18 - 35 % (Toman, 1995). Terasy jsou vždy značným zásahem do geologie, geomorfologie, pedologie i biologie krajiny a mohou narušit přirozené ekologické mechanismy, jejich rozsah lze tedy odhadovat (Janeček et al., 2008). Tvar terasových stupňů a jejich výška jsou závislé na sklonu území, na hloubce podélného profilu, na vyrovnání zemních prací, na způsobilosti území pro mechanizaci, na určeném způsobu obhospodávání (Holý, 1978). Výška terasového stupně nemá obvykle přesáhnout 3 m, délka teras činí maximálně 500 m (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Podle Janečka et al. (2008) se terasy dělí:

- stupňové zemní (stupeň stabilizován vegetačním zpevněním)
- stupňové s opornými zdmi (stabilizován opornou a zárubní zdí z kamene, betonu)
- úzké (umožní výsadbu 1-2 řad vinné révy)
- široké (šířka 8 - 20 m)
- terasové dílce.

Výstavba teras je nákladná, a proto se terasované území využívá pro výsadbu speciálních kultur - sady, vinice (Toman, 1995).

- **Vsakovací pásy**

Úinnost pásu spoívá v provedení povrchov odtékající vody v odtok podpovrchový, a to nejen srážkové vody dopadající přímo na vsakovací pás, ale p edevzím vody, p itékající z výše ležících pozemk (Pasák et al., 1984). Záchytná úinnost pásu je závislá na charakteru vegeta ního krytu, p d , vlhkosti p dy, sklonu svahu, zícce pásu a intenzit p ívalového dezt (Podhrázská, Dufková, 2005). Úinnost vsakovacích travních a kovinných pás lze zlepzit spojením s pr lehy (Holý, 1978).

- **Protierozní meze**

Protierozní funkci mají pouze meze trasované ve sm ru vrstevnic. Takové meze se vytvá ejí postupn orbou, ím0 se asem vytvo í terénní stupe . Strmý svah je zpravidla porostlý d evinou vegetací (Jane ek et al., 2008). Doporu uje se, aby v tzina dosud stávajících mezí byla ponechána a vhodným zp sobem dopln na nebo znovu vybudována tam, kde v d sledku zcela iracionálního zv tzování celk orné p dy byly meze zruzeny (Podhrázská, Dufková, 2005).

4.3.2 Hydrografické prvky

Povrchový odtok zp sobovaný p ívalovými dešti p edstavuje i v malých povodích váoné ohroení cenných ástí území. Z tohoto d vodu je ezení nezkodného odvád ní p ívalových vod d ležitým vodohospodá ským úkolem p í ezení pozemkových úprav, investic ní výstavb a ochran oivotního prost edí (Jane ek et al., 2008).

- **Protierozní p íkopy**

P íkopy se navrhují v území se sklonem do 20 % výrazn ohroeném erozí, aby zachytily a nezkodn odvedly povrchov stékající vodu, pop . umo nily vsak vody do p dy. Podle funkce se d lí na záchytné, svodné, vsakovací (Holý, 1978). Záchytné p íkopy se navrhují hluboké 0,5 a0 0,6 m, s výzkou hrázky 0,5 m, dno záchytného p íkopu je vodorovné a0 mírn sklonit, maximáln 0,5 % (Tlapák, Ťálek, Legát, 1992). P íkopy svodné slouží k odvád ní vody i s erozním smyvem. Musí být d kladn opevn ny, protoe mají velký podélný sklon, kde zpravidla probíhá byst inné proud ní (Podhrázská, Dufková, 2005). P íkopy se na pozemcích navrhují jako jednotlivé prvky nebo v soustav jako otev ené, nezpevn né, zpevn né, s p í ným profilem ve tvaru lichob Oníku (Jane ek et al., 2008).

- **Protierozní nádrže**

V d sledku zm n ve vyuívání p dy se zpravidla zvýzily kulmina ní pr toky, které ohroují intravilány obcí. Nádrže jsou jedním z velmi ú inných opat ení regulujících odtok vody a zachycujících transportované splaveniny (Podhrázská, Dufková, 2005). Záchytný prostor by m l být tak velký, aby zachytil objem vody odtékající z p ívalového dezt , pop . z jarního tání s pr m rnou dobou opakování alespo 50 let. Výhodné jsou tzv. suché nádrže, pln né jen v dob zvýzených odtok , jinak vyuívané jako louka (Toman, 1995).

- **Zatavné údolnice**

Zatavné údolnice se navrhují k ochraně drah povrchového odtoku, který se v důsledku lenivosti terénu soustřeďuje v pirozených útlabinách a údolnicích (Janeček et al., 2008). Konový systém v závislosti na své hustotě a kvalitě zpevňuje půdu a redukuje odnos půdních částic. V druhovém složení jsou preferovány trávy výběžkaté, tvořící pevný drn (Podhrázká, Dufková, 2005).

- **Protierozní hrázky**

Protierozní hrázky jsou často budovány na okrajích, resp. na úpatích zemědělských pozemků, především k ochraně ležících objektů před jejich zatopením přívalovými srážkami. Prostor před hrázkou a její výška musí vyhovovat potřebě retence vody, v určitém objemu usazených splavenin. Hrázky se budují především jako zemní, vysoké max. 1,0 nebo 1,5 m nejvýše se zatavným povrchem (Kender, 2000). Hrázky se navrhují s úzkou nebo širokou základnou (Holý, 1978).

4.4 Další povodňochranná opatření

4.4.1 Asanace výmolů a strží

Asanace strží a výmolů vychází z hydrologického posouzení. Úprava musí zabezpečovat i funkci sedimentační (Podhrázká, Dufková, 2005).

Vznikají intenzivní výmolovými proudy soustředěného povrchového odtoku. Zhlaví výmolů a strží, kde dochází k soustřeďování srážkové vody, se začíná postupně do svahu, čímž se výmoly a strže rychle zvětšují. Lze je upravovat postupnou asanační nebo jednorázovou úpravou (Holý, 1978). Určení stabilního dna strže a jeho úprava je základním úkolem souasně s úpravou sklonu svahu. Zemina pro svahování během strže se urovňuje v jejím dně, kde se zajistí primárními stabilizačními objekty, zejména přírodními kamennými rovinami, případně přehrázkami (Janeček et al., 2008).

4.4.2 Úprava svahových území

Půdní sesuvy lze zmírnit nebo zastavit tímto způsobem: zvětšováním tloušťky, odebráním odvodňovací vrstvy půdy a její podloží; zmenšením tíhy nadložených vrstev bu odkopem povrchu svahu do mírnějšího sklonu, nebo zmenšením úmělého zatížení; podchyčením svahovou zdí (Pasák et al., 1984).

Praktická část

5. Cíl práce

Cílem DP je vyhodnotit erozní ohroženost pozemků, které se nacházejí na rozhraní povodí v různých projektech KoPÚ. Erozní smyv je zjevný v rámci povodí nikoli v rámci správní hranice. Pro tuto DP byla vybrána KoPÚ Pohorovice, Kloub a Lidmovice. Výsledky budou porovnány s hodnotami v projektech. Dále budou navržena opatření, která by měla pomoci ke snížení erozního smyvu a zlepšování hospodaření na daných PB.

6. Metodika práce

Pro posouzení eroze na rozhraní povodí v KoPÚ byla zvolena k.ú. Pohorovice, Kloub a Lidmovice, kde v minulosti probíhaly pozemkové úpravy. Vzhledem k zvláštním územním souvislostem byla popsána také následující k.ú.: Skořice, Lidmovice, Křtovice, Chvaletice u Protivína, Skály u Protivína.

Byly popsány přírodní poměry v zjevném území. Klimatické charakteristiky, expozice a sklon svahů, hydrologické poměry, půdy a geologické, ochrana přírody a krajiny. Pro zpracování údajů a tvorbu map byly použity servery: geoportál CENIA; VÚMOP, v.v.i.; SOWAC GIS; ÚZK. ZABAGED, Ortofoto; GOV; HEIS VÚV. viz zdroje dat), vše bylo zpracováno v programu ArcGIS for Desktop 10.1.

Pro výpočet vodní eroze byla použita tzv. univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí, kterou stanovili Wischmeier a Smith (model USLE - Universal Soil Loss Equation).

Hodnoty jednotlivých faktorů (mimo faktoru C) pro výpočet byly stanoveny dle metodiky: Janeček et al.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, Metodika VÚMOP, v.v.i., Praha, 2012.

$$\text{Tvar rovnice: } G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Určení hodnoty R - faktor erozní úrodnosti deštů

Je definován jako součin kinetické energie deště a jeho maximální třicetiminutové intenzity.

Pro Českou republiku je průměrná roční hodnota faktoru erozní úrodnosti deštů určena jako $R = 40$, tedy dvojnásobnou oproti hodnotě dříve doporučené, $R = 20$.

Určení hodnoty K - faktor erodovatelnosti půdy

Tento faktor je možno stanovit několika způsoby:

- výpočet z rovnice
- odečtením z nomogramu
- z tabulky podle kódu BPEJ respektive HPJ

Pro pot eby DP byla pou0ita následující tabulka 4.

Tab. 4: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ, (Jane ek et al., 2012).

HPJ	K-faktor	HPJ	K-faktor	HPJ	K-faktor	HPJ	K-faktor
01	0,41	21	0,15	41	0,33	61	0,32
02	0,46	22	0,24	42	0,56	62	0,35
03	0,35	23	0,25	43	0,58	63	0,31
04	0,16	24	0,38	44	0,56	64	0,40
05	0,28	25	0,45	45	0,54	65	nedostatek dat
06	0,32	26	0,41	46	0,47	66	nedostatek dat
07	0,26	27	0,34	47	0,43	67	0,44
08	0,49	28	0,29	48	0,41	68	0,49
09	0,60	29	0,32	49	0,35	69	nedostatek dat
10	0,53	30	0,23	50	0,33	70	0,41
11	0,52	31	0,16	51	0,26	71	0,47
12	0,50	32	0,19	52	0,37	72	0,48
13	0,54	33	0,31	53	0,38	73	0,48
14	0,59	34	0,26	54	0,40	74	nedostatek dat
15	0,51	35	0,36	55	0,25	75	nedostatek dat
16	0,51	36	0,26	56	0,40	76	nedostatek dat
17	0,40	37	0,16	57	0,45	77	nedostatek dat
18	0,24	38	0,31	58	0,42	78	nedostatek dat
19	0,33	39	nedostatek dat	59	0,35		
20	0,28	40	0,24	60	0,31		

Ur ení hodnoty L a S . topografický faktor

Faktor L je ur en délkou odtokové linie, faktor S p edstavuje sklonitost její trasy.

Ur ení hodnoty C faktoru:

Pro ezení protierozní ochrany pozemk a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohro0enosti se faktor C stanoví pro danou strukturu p stovaných plodin podle postupu jejich st ídání na pozemcích, v etn období mezi st ídáním plodin a p i ur ení nástupu a zp sobu agrotechnických prací v 5-ti obdobích. Váhu hodnot C . faktoru v jednotlivých p stebních obdobích je nutné korigovat procentuálním rozd lením R - faktoru v pr b hu roku po dnech, dekadách i m sících.

Ur ení hodnoty P faktoru

Pokud nejsou na pozemku aplikovaná 0ádná PEO, pak $P = 1$. P i navr0ení opat ení se sní0uje P faktor. Sní0ení P faktoru viz tabulka 3.

P ípustný erozní smyv - G

Použitím p ísluzných hodnot faktor S pro dané pozemky v univerzální rovnici se ur í dlouhodobá průměrná ztráta p dy vodní erozí v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ p í sou asněm i navrhované zp sobu vyuívání ezeného pozemku. Hodnoty p ípustné ztráty p dy erozí viz tabulka 1. P í p ekro ení je nutno navrhnout opat ení.

Erozní linie v KoPÚ byly navr0eny pouze k hranici k.ú. Výpo ty vycházely tedy z kratzích erozních linií, ani0 by se bralo v potaz, 0e se erozní smyv nezastaví na um le vytvo ené hranici (hranici k.ú.), kde nevede 0ádná cesta s p íkopem nebo mez. Dozlo ke zm n hranic erozní uzav ených celk , aby lépe vystihovaly tvar terénu a zároveň byly respektovány p írozené hranice (hranice druhu pozemku).

Výpo ty byly provedeny v softwaru Atlas DMT ver. 6 (Applikace Eroze). Trasy jednotlivých erozních linií byly zvoleny na PB, s kulturou orná p da, za pomoci vygenerovaného modelu drah plozného odtoku (Atlas DMT - funkce sKapka v rastru%okrok rastru = 80) a soust ed něho odtoku (ArcGIS, za pomoci nadstavby Spatial Analyst - nástroje Flow Direction, Flow Accumulation).

System Atlas DMT nabízí v sestav s hydrologickými nástroji specializovaný modul vyuítelný v oblasti protierozní ochrany. Je to graficko po etní aplikace zam ená na stanovení p dního smyvu. Pro výpo et je nutné nejd íve vytvo it digitální model terénu. Hlavním zdrojem dat pro vytvo ení DMT je výzkopisná ást ZABAGED, která je reprezentována souborem 3D vrstevnic.

Pro zjištění erozních linií byla pou0ita tzv. dráha kapky. Znázor uje spádovou k ivku, která má po átek v zadaném bod ě na povrchu modelu terénu a postupuje z n ho sm rem po svahu. Jedná se o lomenou áru, která le0í na ploze modelu terénu a má sm r kolmý k vrstevnicím této plochy.

Pomocí t chto drah se ur í tzv. trasy . erozní linie. Na t chto trasách program po ítá ztrátu p dy. Je na ní znázorn no rozd lení výpo etních interval pro faktor S a K . Mezi íselnými údaji, které s sebou nese, jsou ulo0ena vezkerá data nezbytná k výpo tu univerzální rovnice.

Po výpo tu byly výsledky tabelárn uspo ádány a vyhodnoceny. Pokud byl p ekro en erozní smyv, bylo z ejmé, 0e zp sob vyuívání pozemku nezabezpe uje dostate nou protierozní ochranu. Proto bylo nutné uplatnit ú inn jí PEO, jejich0 vliv se vyjád í zm nou faktor univerzální rovnice. Po navr0ení PEO bylo nutné provést op tovný výpo et a p esv d it se, zda navr0ená ochranná opat ení jsou dosta ující.

7. Charakteristiky území

7.1 Popis jednotlivých katastrálních území

Katastrální území se nacházejí v Jiho českém kraji, v okrese Strakonice jihovýchodně od okresního města České Budějovice a severně od Vodňan, v blízkosti silnice I/22 (Vodňany - Domažlice), která na kterými k.ú. prochází. Katastrální území Skály u Protivína a Chvaletice u Protivína spadají do okresu Písek. Území je vyznačeno v příloze 1.

- Katastrální území Pohorovice

Příslušnou obcí s rozšířenou působností je město Vodňany. Území spadá pod správu obce Pohorovice. Pohorovice leží zhruba 5,5 km severozápadně od města Vodňany. Územím neprochází žádné významné komunikační tahy (silnice I. a II. třídy, železniční trať), pouze silnice třetí třídy: silnice III/02032 (Skočice - Pohorovice - Kloub - Chvaletice), která se v k.ú. kříží se silnicí III/02223 a u Protivína se napojuje na I/20 (České Budějovice - Písek - Plzeň - Karlovy Vary). Na silnici navazují místní a územní komunikace, jejich rozsah a trasy jsou dány vývojem sídel a vazbou na okolní zemědělské a lesní pozemky.

Celková výměra k.ú. Pohorovice je 250,63 ha. Z této výměry zaujímá zemědělská půda výměru 218,75 ha, lesní půda 17,97 ha, vodní plochy 0,87 ha, zastavěné plochy 3,17 ha a ostatní plochy 9,87 ha.

Nejvyšším místem zájmového území je vrch V občinách na severozápadě území (461 m.n.m), nejnižší položená je severovýchodní část území v místě, kde drobný vodní tok (levý přítok Radomského potoka) opouští k.ú. Pohorovice (401 m.n.m.). Expozice svahů v k.ú. je převážně východní a jižní. Územím protéká několik drobných vodních toků a nachází se zde několik malých vodních nádrží.

- Katastrální území Kloub

Katastrální území spadá pod správu obce Pohorovice. Nachází se necelých 5 km severozápadně od Vodňan a 5 km jihozápadně od Protivína. V území se nachází sídlo a místní část Kloub. Leží zde také osada Radany. Neprochází zde žádné významné tahy, jen silnice III/02032 u Protivína se napojuje na I/20. Silnice III/02223 vede směrem od místní části Kloub do k.ú. Křtice, kde se napojuje na silnici první třídy I/22 (Vodňany - Domažlice). Na silnici navazují místní a územní komunikace.

Celková výměra k.ú. Kloub je 268,39 ha. Z této výměry zaujímá zemědělská půda výměru 210,34 ha, lesní půda 37,96 ha, vodní plochy 1,32 ha, zastavěné plochy 2,90 ha a ostatní plochy 15,87 ha. Nejvyšším místem zájmového území je vrch v jižní části území v blízkosti lesa (446 m.n.m), nejnižší položená je oblast koryta Radomského potoka, v místě, kde vodní tok opouští k.ú. Kloub (398 m.n.m.). Expozice svahů v k.ú. Kloub je převážně východní a severovýchodní.

- Katastrální území Skořice

Příslušnou obcí s rozšířenou působností je město Vodňany. Leží zhruba 8 km severozápadně od Vodňan a 15 km jihovýchodně od Strakonice. Skořice se dělí na dvě části: Lidmovice a Skořice. Území spadá pod správu obce Skořice. Prochází zde silnice I/22, která spojuje město Vodňany a Strakonice. Napojuje se na ní silnice III. třídy . III/02032. Na silnici navazují místní a územní komunikace,.

Celková výměra k.ú. je 653,16 ha. Z této výměry zaujímá zemědělská půda výměru 218,32 ha, lesní půda 398,62 ha, vodní plochy 10,28 ha, zastavěné plochy 3,95 ha a ostatní plochy 21,99 ha. Nejvyšším místem je vrch Hrad u Skořic s nadmořskou výškou 667 m.n.m. Nejníže je položený rybník Jordán, kde je nadmořská výška 412 m.n.m. Expozice svahů je převážně severovýchodní a východní.

- Katastrální území Lidmovice

Lidmovice jsou částí obce Skořice. Nachází se asi 2 km na východ od Skořic. Probíhá zde silnice I/22 na kterou se zde napojuje silnice třídy III/14118 (Krazlice - Lidmovice). Na silnici navazují místní a územní komunikace, jejich rozsah a trasy jsou dány vývojem sídel a vazbou na okolní zemědělské a lesní pozemky.

Celková výměra k.ú. je 328,62 ha. Z této výměry zaujímá zemědělská půda výměru 250,16 ha, lesní půda 53,65 ha, vodní plochy 2,13 ha, zastavěné plochy 7,48 ha a ostatní plochy 15,20 ha. Nejvyšším místem je okrajová lesní část k.ú. (Lidmovické háje), kde je nadmořská výška 482 m.n.m. nejníže položená je oblast koryta Lidmovického potoka, v místě, kde vodní tok opouští k.ú. Lidmovice (400 m.n.m.). Expozice svahů je severovýchodní a východní, v částech k.ú. je expoziční svah jižní.

- Katastrální území Křetice

Příslušnou obcí s rozšířenou působností je město Vodňany. Nachází se asi 3,5 km na severozápad od Vodňan. Prochází zde silnice I/22 na ní se napojuje silnice III/02223 ze směru Pohorovice.

Celková výměra k.ú. je 453,92 ha. Z této výměry zaujímá zemědělská půda výměru 413,06 ha, lesní půda 8,29 ha, vodní plochy 6,19 ha, zastavěné plochy 6,07 ha a ostatní plochy 20,37 ha. Nejvyšším místem je vrch Na babě a nejnižším místem je na jihu území koryto řeky Blanice . 396 m.n.m. Tímto územím protéká nejen řeka Blanice, ale i její levý přítok. Je zde malé množství vodních nádrží. Převažuje zde jihovýchodní a jižní expoziční svah .

- Katastrální území Chvaletice u Protivína

Chvaletice jsou součástí obce Protivín, okres Písek. Nachází se asi 3 km na jihozápad od Protivína.

Celková výměra k.ú. je 609,46 ha. Z této výměry zaujímá zemědělská půda výměru 541,71 ha, lesní půda 37,01 ha, vodní plochy 4,15 ha, zastavěné plochy 5,92 ha a ostatní plochy 20,67 ha. Nejvyšším místem je vrch Babka (424 m.n.m.), nejníže je položená severní část území v loukách s nadmořskou výškou 398 m.n.m.

- Katastrální území Skály u Protivína

Skály je obec v okrese Písek. Pípojené osady jsou Budišovice, Dvorce a Bošejovice. Leží přibližně 5 km na severozápad od Protivína a 12 km jižně od města Písek. Celková výměra k.ú. je 1726,04 ha. Z této výměry zaujímá zemědělská půda výměru 1012,07 ha, lesní půda 589,54 ha, vodní plochy 22,36 ha, zastavěné plochy 14,91 ha a ostatní plochy 87,16 ha. Nejvyšší místo je ve Dvorském lese v blízkosti katastrální hranice Skály u Protivína - Pohorovice. Nejnižší místo se nachází v oblasti koryta Malé Blanice na severu území. Protéká zde Skalský potok. Nachází se zde přírodní památka, Skalský rybník.

7.2 Charakteristiky přírodních podmínek zemědělného území

7.2.1 Klimatické podmínky

Zemědělné území spadá dle Quitta (1971) do klimatické oblasti MT11. Tato oblast má následující charakteristiku: dlouhé léto, které je teplé a suché, krátké přechodné období s mírně teplým jarem i podzimem, velmi suchá, mírně teplá, krátká zima, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Pro zemědělné území jsou k dispozici data z nejbližší srážkové a klimatologické stanice Vodňany, jihovýchodně od zemědělného území. Pro některé charakteristiky byla použita data z klimatologické stanice Libějovice, také jihovýchodně od zemědělného území. Fenologické podmínky byly sledovány na fenologickém pozorovacím místě Skály (okres Písek) na severu od území.

- Srážkové podmínky

Srážková stanice	Vodňany	Nadmořská výška	403 m.n.m.	Roční srážkový úhrn	570 mm
------------------	---------	-----------------	------------	---------------------	--------

Tab. 5 Průměrný měsíční úhrn srážek, (Atlas podnebí České republiky, 1958).

m síc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	24	25	27	42	63	78	88	69	48	44	31	31

Průměrný úhrn srážek za období duben až září	388 mm
Průměrný úhrn srážek za období říjen až březen	182 mm
Průměrný počet dnů s bouřkou	15,5 za rok

- Teplotní poměry

Klimatologická stanice Vodňany Nadmořská výška 395 m.n.m.

Tab. 6: Průměrná měsíční teplota vzduchu, (Atlas podnebí eskoslovenské republiky, 1958).

m síc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
°C	-2,4	-1,4	2,8	7,0	12,4	15,3	17,2	16,3	12,3	7,3	2,4	-1,2

Průměrná roční teplota vzduchu 7,3 °C

Průměrná teplota vzduchu za vegetační období 13,4 °C

Klimatologická stanice Libějovice Nadmořská výška 468 m.n.m.

Průměrný počet mrazových dnů kde t m- 0,1 °C 114,8 za rok

- Povětrnostní poměry

Stanice Vodňany Nadmořská výška 395m.n.m. Pevládající vetry jihozápadní, západní

Tab. 7: Průměrná četnost směrů v trů v roce, (Atlas podnebí eskoslovenské republiky, 1958).

směr v trů	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	bezvátí (calm)
%	4,8	5,7	7,5	15,5	8,6	23,6	23,6	9,3	1,4

Tab. 8: Průměrná četnost směrů v trů v období červen . srpen, (Atlas podnebí eskoslovenské republiky, 1958).

směr v trů	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	bezvátí (calm)
%	3,0	6,5	7,2	11,8	7,7	25,6	25,8	10,3	2,1

Tab. 9: Průměrná četnost směrů v trů v období prosinec . únor, (Atlas podnebí eskoslovenské republiky, 1958).

směr v trů	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	bezvátí (calm)
%	6,3	4,6	4,7	15,1	8,7	24,9	26,4	8,3	1,0

Podle naměřených hodnot se jedná o území s výrazným proudným západního směru. Dalším významným směrem v trů je především jihozápadní.

- Vlhkostní poměry

Klimatologická stanice Libějovice Nadmořská výška 468 m.n.m.

Tab. 10: Průměrná měsíční relativní vlhkost vzduchu, (Atlas podnebí Československé republiky, 1958).

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ø relativní vlhkost v %	83	80	76	71	71	72	72	73	75	80	84	85

Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu 77 %

Průměrná relativní vlhkost vzduchu za vegetační období 72 %

- Fenologické poměry

Fenologické pozorovací místo Skály Nadmořská výška 390 m.n.m.

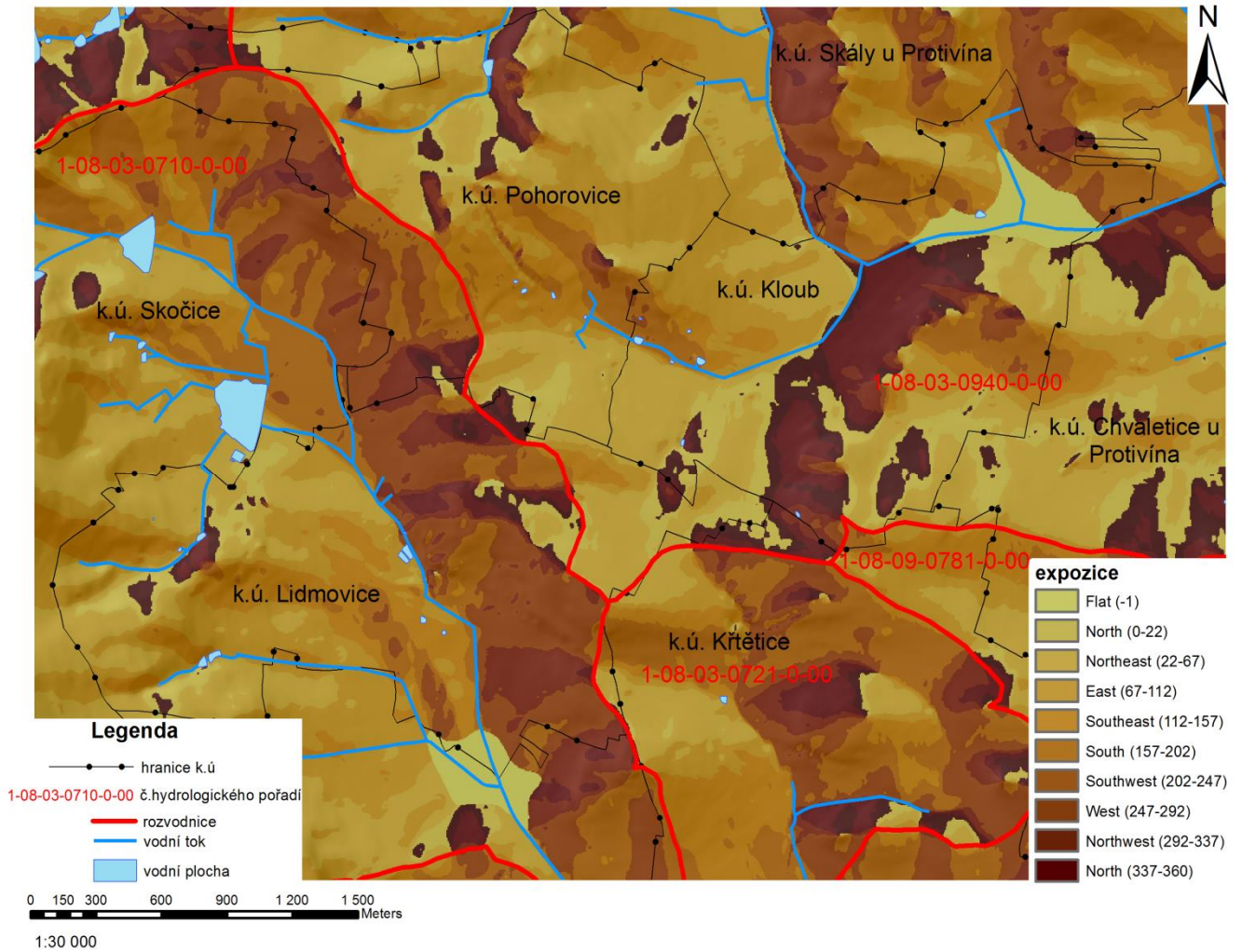
Tab. 11: Fenologické charakteristiky, (Atlas podnebí Československé republiky, 1958).

Počátek jarních polních prací	24. III.
Počátek setí jarního ječmene	31. III.
Rozkvět ozimého žita	5. VI.
Počátek senose žita	10. VI.
Počátek žně ozimého žita	19. VII.
Počátek setí ozimého žita	23. IX.

7.2.2 Expozice území

V daném území p evládá nejvíce severo-východní a0 východní expozice svah . V k.ú. Kloub a Lidmovice je místy expozice severo . západní a0 západní.

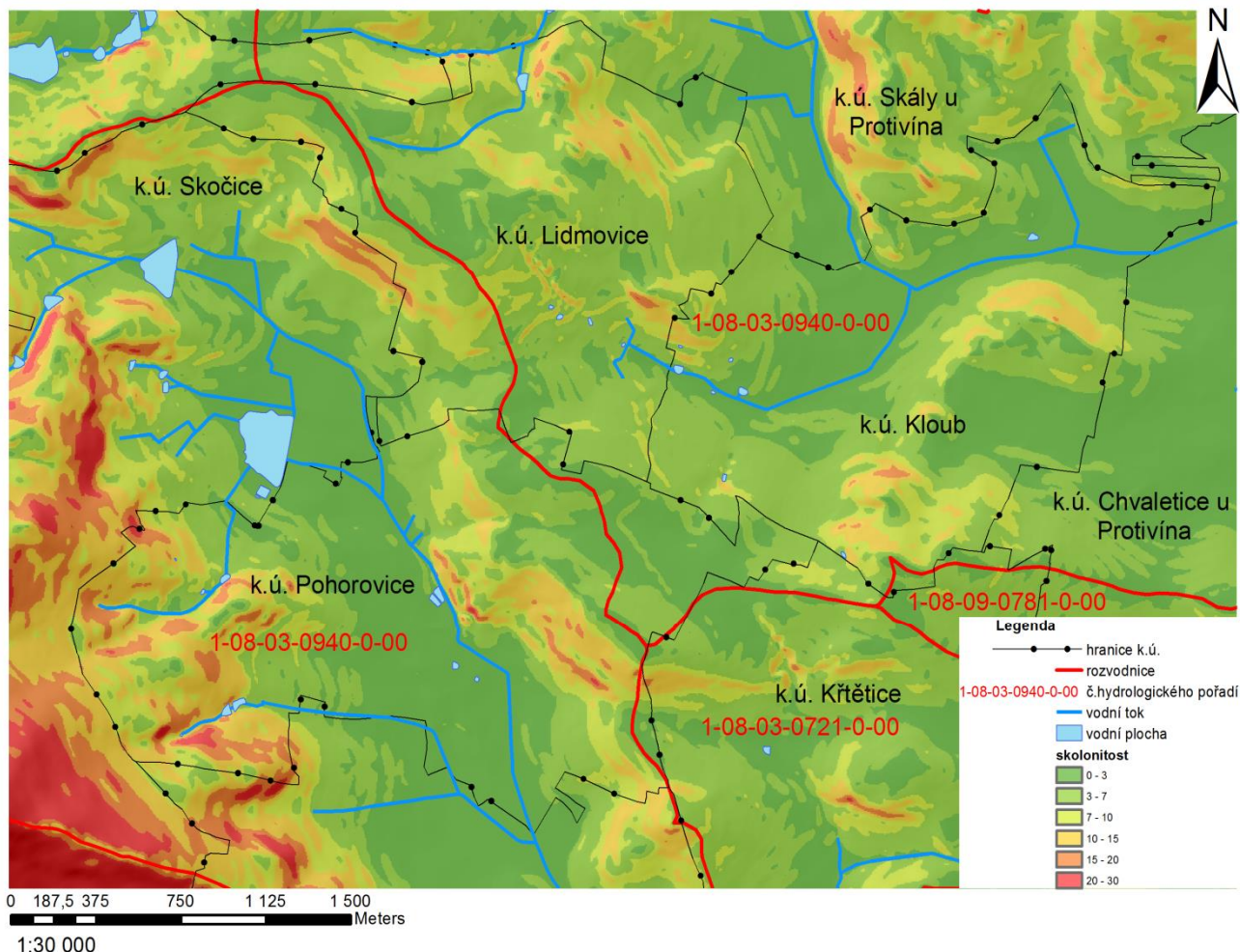
Obr. 6: Expozice svah v území



7.2.3 Sklonitost v území

Sklonitost v území je převážně 3 - 7 %. Místy je sklonitost 10 - 15 %, někde i 15 - 20 %. Nejvyšší sklonitost je v sousedícím k.ú. Skočice v lesní části.

Obr. 7: Sklonitost v území



7.2.4 Hydrologické poměry

- Povrchové vody

Z hlediska vodohospodářského členění náleží sledovaná lokalita do oblastí povodí Horní Vltavy. Území náleží do povodí 4. řádu: HP 1-08-03-940-0-00 (Radomský p.), HP 1-08-03-0710-0-00 (Lidmovický p.), HP 1-08-09-0781-0-00 (Blanice), HP 1-08-03-0721-0-00.

Ve sledovaném území se nachází drobné vodní toky spadající pod správu Povodí Vltavy, s.p., závod Horní Vltava. Radomský potok (IDVT 10273562) a jeho levostranné bezjmenné přítoky (IDVT 10251652, IDVT 10282767, IDVT 10253239). Radomský potok ústí do Skalského potoka a ten vtéká do řeky Blanice. Dále se v severní části území nachází meliorační kanály IDVT 10242868, IDVT 10253781, které se zprava vlévají do Radomského potoka.

V území je vybudováno několik malých bezejmenných vodních nádrží, z nichž některé leží v intravilánu obcí. V k.ú. Lidmovice se nachází Lidmovický potok, který protéká vodní nádrží Jordán a má několik bezejmenných přítoků. Lidmovický potok vtéká do Blanice, je jejím levým přítokem.

Tab. 12: Zařazení katastrálních území do povodí IV. řádu

katastrální území	povodí IV. řádu - ČHP
Pohorovice	1-08-03-0710-0-00 1-08-03-0940-0-00
Kloub	1-08-09-0781-0-00 1-08-03-0940-0-00
Lidmovice	1-08-03-0710-0-00 1-08-03-0721-0-00 1-08-03-0940-0-00
Skočice	1-08-03-0710-0-00
Křtětice	1-08-03-0721-0-00 1-08-03-0710-0-00 1-08-03-0940-0-00
Chvaletice u Protivína	1-08-03-0940-0-00 1-08-09-0781-0-00
Skály u Protivína	1-08-03-0940-0-00

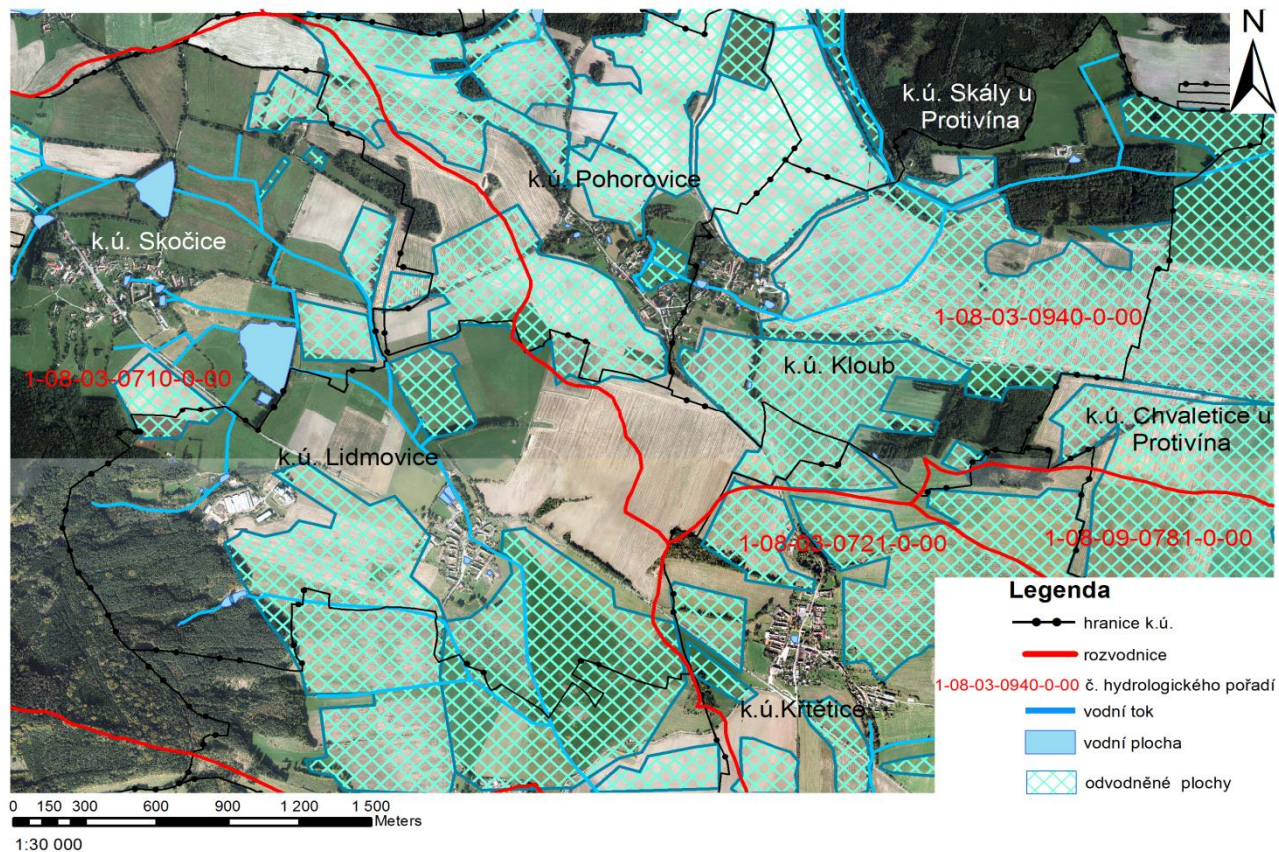
- Podzemní vody

Z vodohospodářského hlediska se celé území nachází v hydrogeologickém rajonu 631 - krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy. Vydutnost pramenných struktur je velice proměnlivá podle puklinové propustnosti horninových komplexů. Objemy podzemních vod jsou poměrně rychlé a významně závislé na srážkově podmínkách.

- Odvodňené plochy

Ve sledovaném území se nachází plošné odvodňovací pozemky, které jsou rozloženy do několika lokalit. Celková výměra těchto odvodňovacích pozemků v zeznamovaném území činí přibližně 416 ha.

Obr. 8: Odvodňené plochy v povodí



Stav drenáží odpovídá míře životnosti. Při pochůzce je patrná snížená účinnost především v depresních polohách. Je nutné počítat s místní rekonstrukcí dle výsledků hydropedologického průzkumu. Drenážní záchytce (kalizy) jsou zčásti zanesené. Podklady o skutečném provedení jednotlivých melioračních detailů v lokalitě bohužel nebyly dochovány (zánik ZVHS, poté i PF R).

7.2.5 Geologické a pední poměry

Z hlediska geomorfologického členění náleží území do těchto jednotek:

Tab. 13: Členění území z geomorfologického hlediska

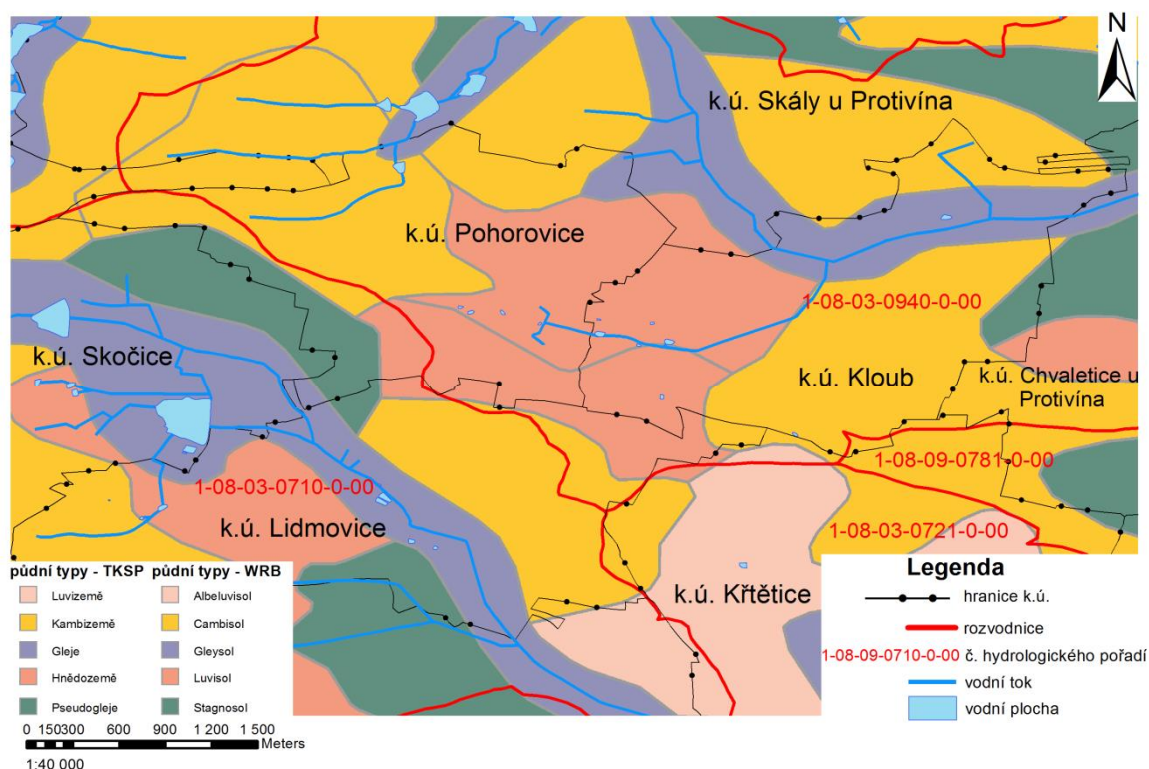
systém:	Hercynský
provincie:	česká vysočina
subprovincie:	česko-moravská soustava
oblast:	Jihočeská pánev
celek:	českobudovická pánev
podcelek:	Putimská pánev
okrsek:	Mladobudovická pahorkatina

Z geologického hlediska patří sledované území ke krystaliniku vltavsko-dunajské oblasti zvanému moldanubikum, konkrétně jde o jednotvárnou sérii moldanubika. Geologický podklad tvoří tedy především svorové ruly, pararuly a migmatity. V blízkosti vodních toků je patrný výskyt svahových a splachových sedimentů jako je zrnitý hlínok a písek. Jedná se zde o podtypy hlinitopísčité.

Převládající kategorie radonového indexu geologického podloží je střední, pouze na části území je kategorie radonového indexu geologického podloží předpokladná.

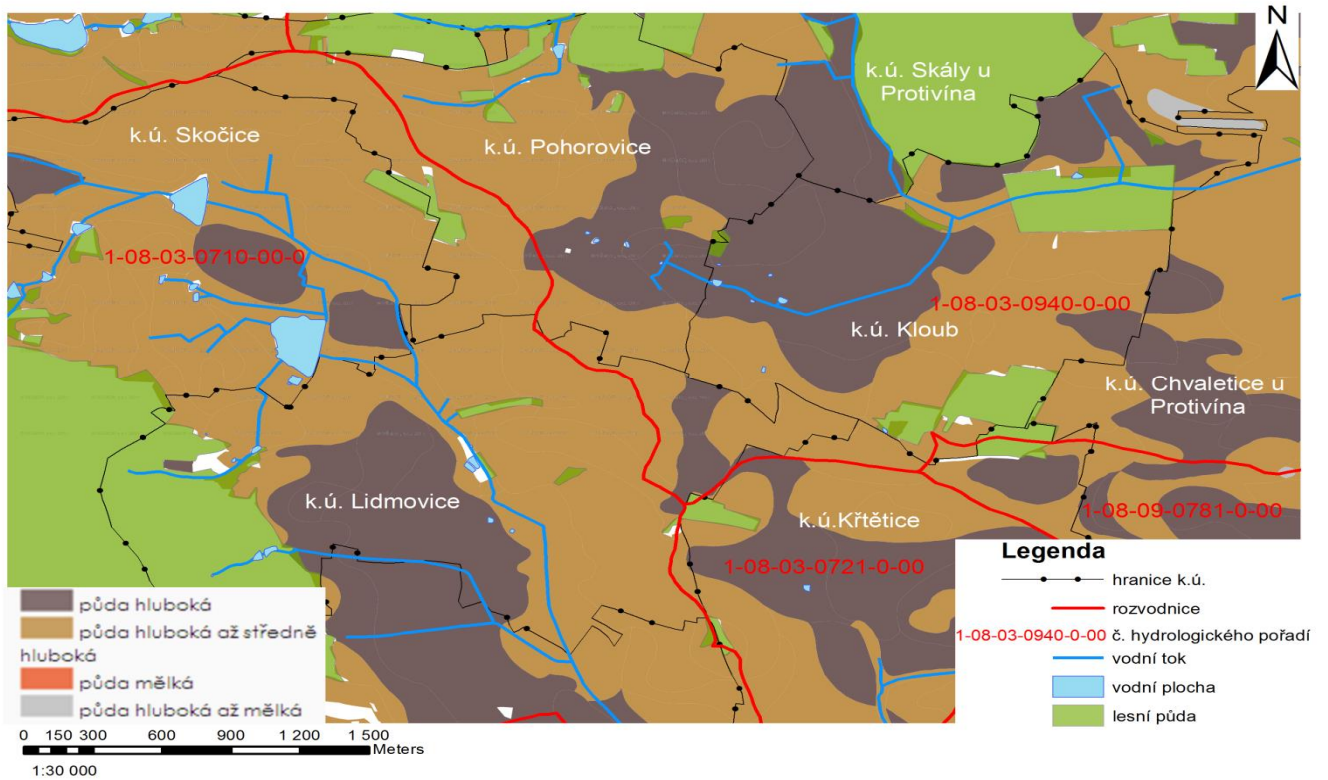
Dle Taxonomického klasifikačního systému půd R (Němec et al., 2001) se na sledovaném území nachází podtyp kambizem, dále hnědozem (subtyp oglejená) a zčásti také pseudoglej (subtyp modální). V okolí vodních toků převládají gleje (subtyp fluvický). Pouze v k.ú. Křtětice jsou luvisy.

Obr. 9: Půdní typy podle TKSP



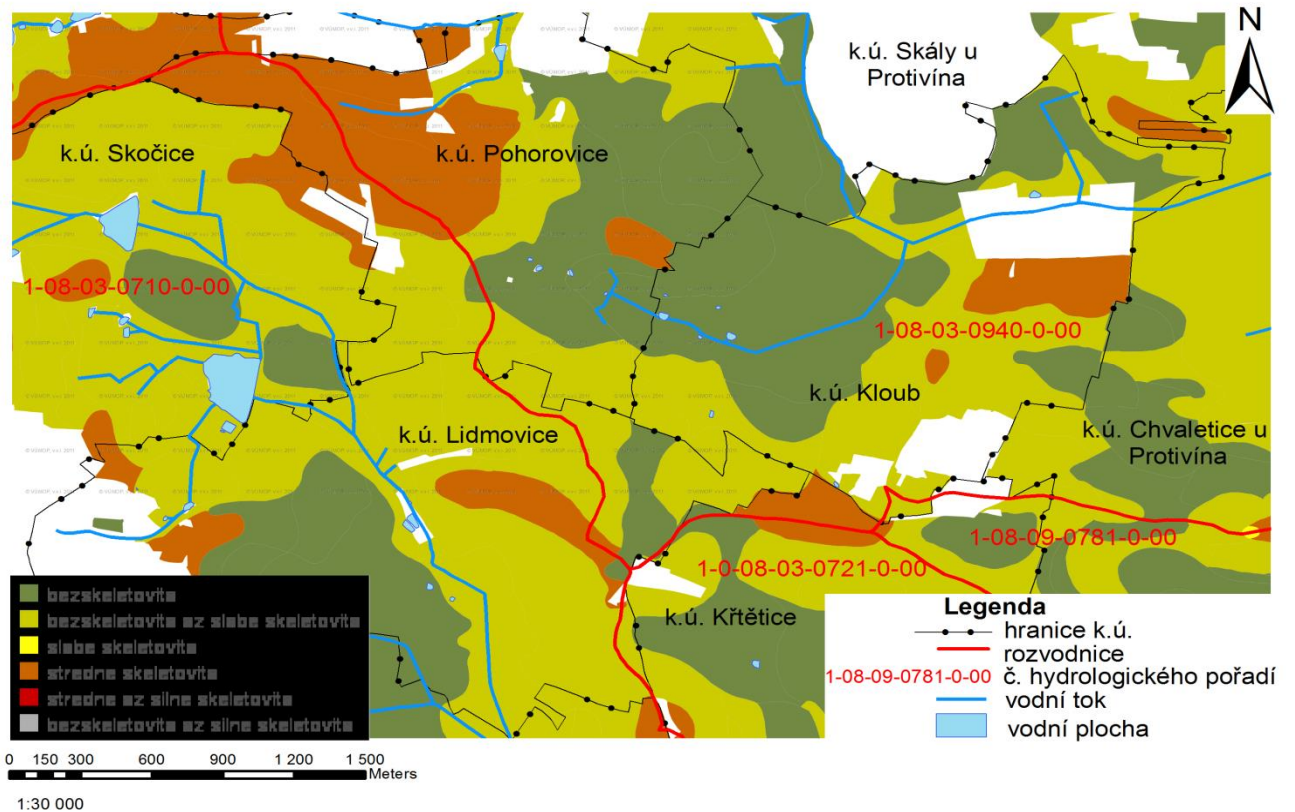
P dy jsou v této oblasti převážně středně hluboké a hluboké.

Obr. 10: Hloubka p dy v území



V území převládají bezskeletovité a slabě skeletovité p dy. V severozápadní části k. ú. Pohorovice se vyskytují středně skeletovité.

Obr. 11: Skeletovitost v území



7.2.6 Přírodní poměry - ochrana přírody a krajiny

V zezněném území se nenachází žádné chráněné území, žádné oblasti ani evropsky významné lokality. Do části sousedního k.ú. Skály u Protivína zasahuje plocha NATURA 2000 - evropsky významná lokalita - Klokočské louky. Evropsky významná lokalita se však nenachází v bezprostřední blízkosti zezněného území.

Území není součástí žádné přírodního parku a nejsou zde žádné registrované významné krajinné prvky ani památný strom.

Na území není žádný prvek územního systému ekologické stability nadregionálního významu, pouze prvky regionálního a lokálního ÚSES. Do severní části sledovaného území (k.ú. Kloub a k.ú. Skály u Protivína) zasahuje prvek regionálního ÚSES - biocentrum RBC 783 Hájek. Do k.ú. Pohorovice a k.ú. Skály u Protivína zasahuje prvek regionálního ÚSES - biokoridor RBK 358 Hrad - Hájek. Dále se v území nachází prvky lokálního ÚSES. Na které úseky biokoridor jsou nefunkční; viz tabulka 14.

Oblast náleží do bioregionu eskobudovického (1.30). Krajina je kulturní a vyvážená. V lesích převládají smrkoborové porosty.

Kostry ekologické stability tvoří vodní nádrže, toky a lesní porosty, dále především louky a různorodě rozptýlená skupinová a liniová zele, včetně různých alejí a vegetačních doprovodů komunikací. V malé míře také zele travnatých zahrad, sadů a sídel.

Tab. 14: ÚSES v území

Označení	k.ú.	Název	Výměra v území ha	Současný stav
RBK 358	Pohorovice, Skály u Protivína	Hrad - Hájek	11,82	částně funkční
RBC 783	Kloub, Skály u Protivína	Hájek	37,53	částně funkční
RBC 768	Lidmovice, Skořice	Hrad	17,68	částně funkční
LBC 376	Pohorovice	V Občinách	0,20	funkční
LBC 377	Pohorovice	Vodňanská	4,54	funkční
LBC 431	Kloub	Vitany	3,23	funkční
LBC 428	Lidmovice	Khořci	4,00	funkční
LBK 591	Kloub	Na ostrých vrzích	2,50	nefunkční
LBK 649	Kloub	Na polankách	0,26	částně funkční
LBK 647	Lidmovice	Jordán	1,42	částně funkční
LBK 650	Lidmovice	Lidmovický potok	3,19	nefunkční

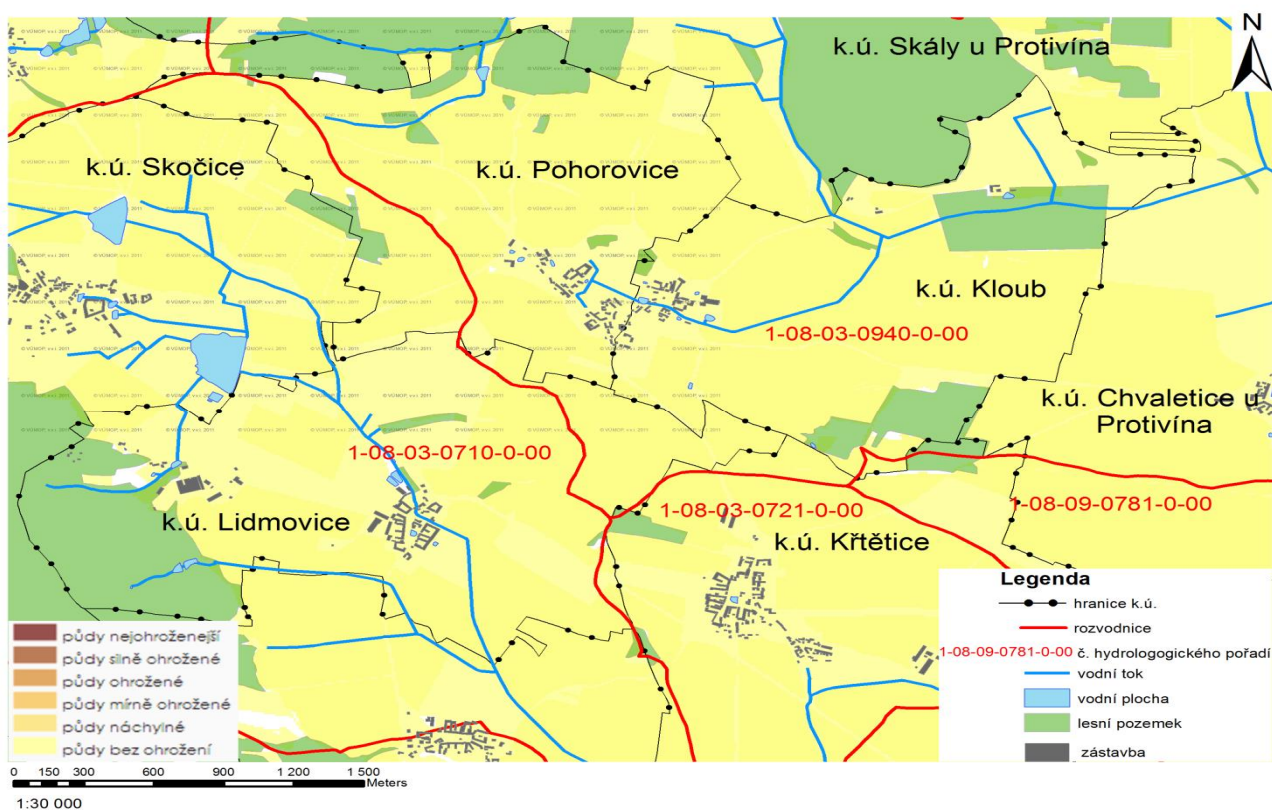
Orná půda se vyskytuje ve větších celcích, trvalé travní porosty se v krajině uplatňují nejvíce v závislosti na reliéfu (pozemky s výšším sklonem, údolnice...) a zamokření půdy (terénní deprese, partie podél vodních toků, ...) apod. Zahrady jsou vázány na lidská sídla.

V území nejsou žádná pásma hygienické ochrany ani ochranná pásma vodních zdrojů.

7.2.7 Eroze v trnách

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (VÚMOP, v.v.i.) hodnotí erozně území jako území bez ohrožení v trnách erozí. Při rekognoskaci terénu nebyly pozorovány projevy v trnách eroze.

Obr. 12: Výskyt v trnách eroze v území



8. Výsledky a diskuze

8.1 Posouzení erozního smyvu

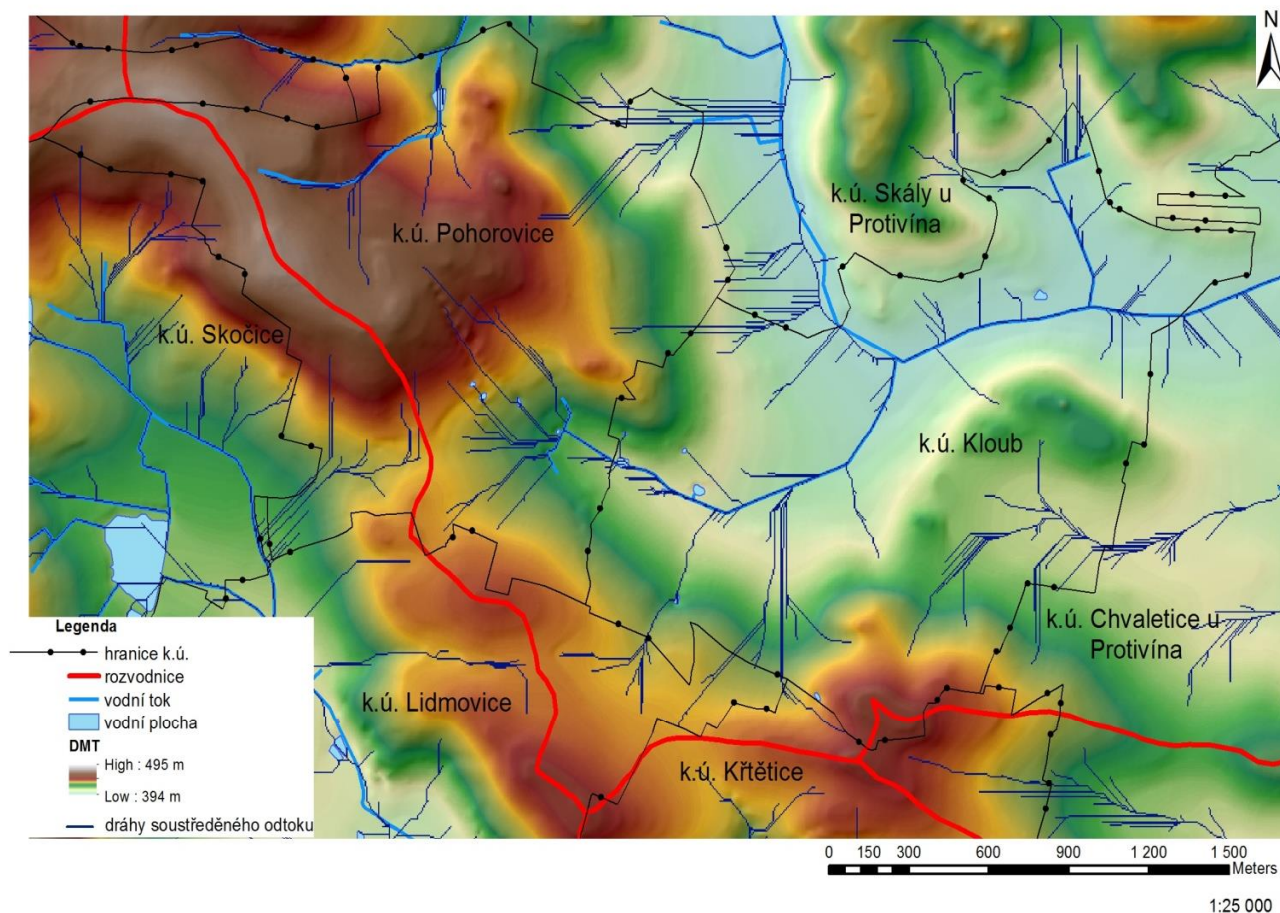
Pro výpočet vodní eroze byla použita tzv. univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (model USLE - Universal Soil Loss Equation). Zatím nejdokonaleji vyjadřuje kvantitativní úinek hlavních faktorů ovlivňujících vodní erozi způsobovanou periodickými dešti (Janeček et al., 2008).

Následující výpočty byly provedeny v softwaru Atlas DMT ver. 6 (Aplikace Eroze). Soustředěný odtok byl určen pomocí programu ArcGIS for Desktop 10.1 (za pomoci nadstavby Spatial Analyst - nástroje Flow Direction, Flow Accumulation).

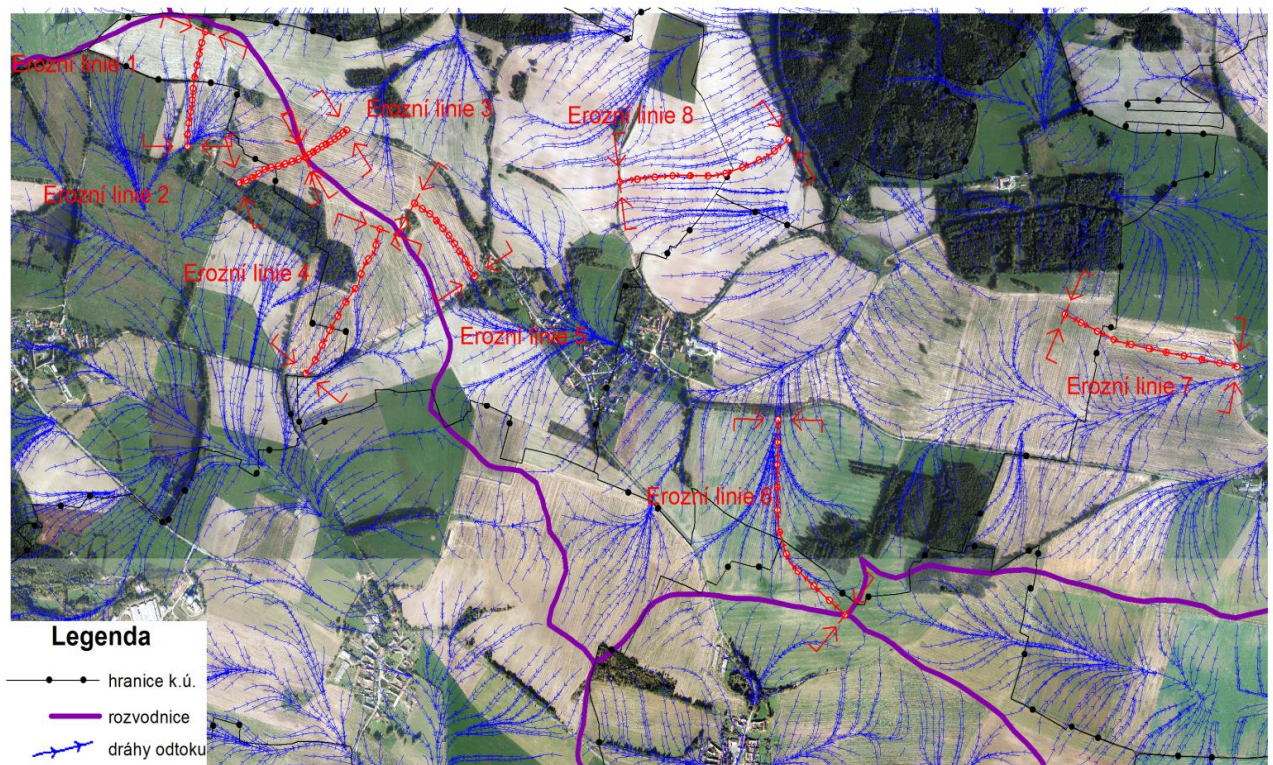
Na základě vytvoření digitálního modelu terénu vybírá program Atlas DMT výzkopisné údaje. Ze kterých určín které potébné faktory.

Erozní linie navržené v KoPÚ a pro DP práci jsou v přílohách 2 a 3.

Obr. 13: Dráhy soustředěného odtoku, ArcGIS for Desktop 10.1



Obr. 14: Erozní linie, dráhy odtoku, Atlas DMT 6



Ur ení hodnoty R faktoru:

Pro eskou republiku je průměrná hodnota faktoru erozní úinnosti deztur ena jako $R = 40$ (Jane ek et al., 2012). D íve $R = 20$. Pro pot eby DP byly vypo teny ob varianty. Zvýšení faktoru R navrhuje i Burian et al., 2011, který se p idává k Jane kovi.

Ur ení hodnoty K faktoru:

Faktor erodovatelnosti p dy byl stanoven podle (HPJ) bonita ní soustavy p d. Erozní linie je rozd lena do deseti stejných interval . Faktor je individuáln zadán pro ka0dý interval.

Ur ení hodnoty faktor L a S:

Faktor L je ur en délkou odtokové linie, faktor S p edstavuje sklonitost její trasy. Vzdálenost mezi po áte ním a koncovým bodem trasy m ená podél dané erozní linie je p í výpo tu rozd lena na deset stejných interval , v nich0 je z modelu terénu zjiz ován sklon. Faktor délky svahu je automaticky ur en z vymezené výpo tové trasy.

Ur ení hodnoty C faktoru:

Hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace byla ur ena podle následujícího výpo tu.

Základní osevní postup:

Tab. 15: Osevní postup

Plodina	Agrotech. termíny	dC	%R	Cn
Jetel lu ní				
I.	1. 8. . 14. 8.	0,015	1,000	0,015
				0,015
Ozimé řito				
I.	15. 8. . 31. 8.	0,500	0,155	0,078
II.	1. 9. . 15. 10.	0,550	0,027	0,014
III.	16. 10. . 30. 4.	0,300	0,007	0,002
IV.	1. 5. . 31. 7.	0,050	0,660	0,033
V.	1. 8. . 31. 8.	0,200	0,331	0,066
				0,193
Kuku ice				
I.	1. 9. . 15. 4.	0,700	0,027	0,018
II.	16. 4. . 31. 5.	0,900	0,072	0,064
III.	1. 6. . 30. 6.	0,700	0,268	0,187
IV.	1. 7. . 31. 7.	0,350	0,653	0,228
V.	1. 10. . 6. 10.	0,700	0,002	0,001
				0,498
Ozimá pšenice				
I.	7. 10. . 15. 10.	0,700	0,001	0,0004
II.	16. 10. . 31. 10.	0,750	0,005	0,004
III.	1. 11. . 30. 4.	0,500	0,004	0,002
IV.	1. 5. . 31. 7.	0,080	0,660	0,052
V.	1. 8. . 31. 8.	0,250	0,331	0,082
				0,140
Jarní je men s podsevem				
I.	1. 10. . 15. 3.	0,700	0,003	0,016
II.	16. 3. . 30. 4.	0,750	0,004	0,003
III.	1. 5. . 31. 5.	0,500	0,070	0,035
IV.	1. 6. . 31. 7.	0,080	0,590	0,047
				0,086
C = (0,015 + 0,193 + 0,498 + 0,140 + 0,086)/5				
C = 0,187				

Ur ení hodnoty P faktoru

Faktor ú innosti sou asných PEO byl ur en jako $P = 1$, tzn., 0e v sou asnosti nejsou aplikována 0ádná PEO.

P ípustný erozní smyv

V ezeném území se vyskytují p evá0n st edn hluboké a0 hluboké p dy (hloubka 30 . 60 cm, nad 60 cm), p ípustná hodnota pr m mého ro ního smyvu tedy dle Jane ka et al. (2012) iní $4,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

8.1.2 Výpo et erozního smyvu - stav

P dní blok A	
Eroze - erozní linie 1	
Délka svahu:	428,57
Faktor délky svahu:	4,40
Topografický faktor:	2,73
Faktor sklonu svahu:	0,64

Výpo tové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	4,1	0,32
Interval 2	5,2	0,32
Interval 3	9,1	0,32
Interval 4	7,9	0,32
Interval 5	7,1	0,32
Interval 6	5,6	0,32
Interval 7	7,1	0,32
Interval 8	6,0	0,32
Interval 9	6,1	0,33
Interval 10	5,7	0,33

Protierozní opat ení:	1,00		
Ochranný vliv vegetace:	0,187		
Erozní ú innost dezt :	20	Smyv p dy	3,377 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
Erozní ú innost dezt :	40	Smyv p dy	6,754 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$

P dní blok B	
Eroze - erozní linie 2	
Délka svahu:	285,94
Faktor délky svahu:	3,59
Topografický faktor:	2,12
Faktor sklonu svahu:	0,97

Výpo tové intervaly	Sklon %	Faktor K
---------------------	---------	----------

Interval 1	0,8	0,32
Interval 2	1,3	0,32
Interval 3	2,4	0,32
Interval 4	4,6	0,32
Interval 5	4,7	0,32
Interval 6	5,2	0,32
Interval 7	5,3	0,32
Interval 8	7,3	0,32
Interval 9	10,7	0,32
Interval 10	10,9	0,32

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,187
Erozní úinnost dešť :	20
Erozní úinnost dešť :	40

Smyv p dy **4,183** t.ha⁻¹.rok⁻¹
Smyv p dy **8,365** t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok B
Eroze - erozní linie 3

Délka svahu:	194,86
Faktor délky svahu:	2,97
Topografický faktor:	0,71
Faktor sklonu svahu:	0,27

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	0,2	0,32
Interval 2	0,9	0,32
Interval 3	3,1	0,32
Interval 4	3,7	0,32
Interval 5	3,7	0,32
Interval 6	3,0	0,32
Interval 7	3,5	0,32
Interval 8	3,5	0,32
Interval 9	2,7	0,32
Interval 10	3,1	0,32

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,187
Erozní úinnost dešť :	20
Erozní úinnost dešť :	40

Smyv p dy **0,948** t.ha⁻¹.rok⁻¹
Smyv p dy **1,895** t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok C
Eroze - linie 4

Délka svahu:	673,64
Faktor délky svahu:	5,52
Topografický faktor:	3,06
Faktor sklonu svahu:	0,53

Výpočtové intervaly:	Sklon %	Faktor K
Interval 1	6,3	0,32
Interval 2	6,9	0,33
Interval 3	8,5	0,33
Interval 4	9,0	0,33
Interval 5	5,3	0,33
Interval 6	6,3	0,33
Interval 7	7,3	0,33
Interval 8	3,5	0,33
Interval 9	3,0	0,33
Interval 10	2,4	0,33

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,187
Erozní účinnost dežt :	20
Erozní účinnost dežt :	40

Smyv pody **3,580** **t.ha⁻¹.rok⁻¹**
Smyv pody **7,160** **t.ha⁻¹.rok⁻¹**

P dní blok C
Eroze - linie 5

Délka svahu:	366,21
Faktor délky svahu:	4,07
Topografický faktor:	2,27
Faktor sklonu svahu:	0,61

Výpočtové intervaly:	Sklon %	Faktor K
Interval 1	2,6	0,32
Interval 2	5,6	0,33
Interval 3	5,3	0,33
Interval 4	5,2	0,33
Interval 5	7,4	0,33
Interval 6	7,8	0,33
Interval 7	6,5	0,33
Interval 8	6,1	0,33
Interval 9	6,1	0,33
Interval 10	6,4	0,33

Protierozní opatření:	1,00		
Ochranný vliv vegetace:	0,187		
Erozní úinnost dešť :	20	Smyv p dy	3,297 t.ha⁻¹.rok⁻¹
Erozní úinnost dešť :	40	Smyv p dy	6,593 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok D	
Eroze - linie 6	
Délka svahu:	825,28
Faktor délky svahu:	6,11
Topografický faktor:	2,44
Faktor sklonu svahu:	0,39

Výpočtové intervaly:	Sklon %	Faktor K
Interval 1	4,1	0,32
Interval 2	6,1	0,32
Interval 3	5,3	0,32
Interval 4	4,4	0,32
Interval 5	5,2	0,33
Interval 6	5,4	0,33
Interval 7	4,5	0,33
Interval 8	4,8	0,43
Interval 9	3,0	0,43
Interval 10	2,0	0,43

Protierozní opatření:	1,00		
Ochranný vliv vegetace:	0,187		
Erozní úinnost dešť :	20	Smyv p dy	3,260 t.ha⁻¹.rok⁻¹
Erozní úinnost dešť :	40	Smyv p dy	6,520 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok E	
Eroze - linie 7	
Délka svahu:	724,17
Faktor délky svahu:	5,72
Topografický faktor:	1,00
Faktor sklonu svahu:	0,18

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	0,8	0,33
Interval 2	3,3	0,33
Interval 3	4,3	0,51
Interval 4	2,7	0,51
Interval 5	2,7	0,51
Interval 6	2,2	0,47
Interval 7	1,8	0,47

Interval 8	1,0	0,47
Interval 9	0,6	0,38
Interval 10	0,7	0,38

Protierozní opatření:	1,00	
Ochranný vliv vegetace:	0,187	
Erozní úinnost dežt :	20	Smyv p dy 1,668 t.ha⁻¹.rok⁻¹
Erozní úinnost dežt :	40	Smyv p dy 3,336 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok F	
Eroze - linie 8	
Délka svahu:	724,17
Faktor délky svahu:	5,68
Topografický faktor:	1,97
Faktor sklonu svahu:	0,33

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	4,2	0,43
Interval 2	4,9	0,43
Interval 3	4,6	0,43
Interval 4	4,0	0,43
Interval 5	4,8	0,43
Interval 6	4,4	0,43
Interval 7	5,7	0,43
Interval 8	3,3	0,43
Interval 9	2,5	0,43
Interval 10	1,2	0,43

Protierozní opatření:	1,00	
Ochranný vliv vegetace:	0,187	
Erozní úinnost dežt :	20	Smyv p dy 3,052 t.ha⁻¹.rok⁻¹
Erozní úinnost dežt :	40	Smyv p dy 6,105 t.ha⁻¹.rok⁻¹

Z následující tabulky je patrné, že přípustný erozní smyv 4,0 t.ha⁻¹.rok⁻¹ pro R = 40 byl překročen u erozní linie . 1 (G = 6, 754 t.ha⁻¹.rok⁻¹), . 2 (G = 8, 365 t.ha⁻¹.rok⁻¹), . 3 (G = 7, 294 t.ha⁻¹.rok⁻¹), . 4 (G = 6, 520 t.ha⁻¹.rok⁻¹), . 6 (G = 6, 105 t.ha⁻¹.rok⁻¹). Při výpočtu R = 20 pouze jednou u linie . 2 (G = 4, 183 t.ha⁻¹.rok⁻¹), zjevně překročení erozního smyvu je v kapitole 8.2.1.

Tab. 16: Vyhodnocení ohrožení p dy vodní erozí

Erozní linie	P dní blok / plocha (ha)	Faktor K	Faktor L	Faktor S	Faktor C	Faktor P	Faktor R	G t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹
1	A / 14,27	0,32	4,40	0,64	0,187	1	20 40	3,377 6,754
2	B / 22,50	0,32	3,59	0,97	0,187	1	20 40	4,183 8,365
3	B / 22,50	0,32	2,97	0,27	0,187	1	20 40	0,948 1,895
4	C / 29,33	0,33	5,52	0,53	0,187	1	20 40	3,580 7,160
5	C / 29,33	0,33	4,07	0,61	0,187	1	20 40	3,297 6,593
6	D / 71,07	0,35	6,11	0,39	0,187	1	20 40	3,260 6,520
7	E / 68,07	0,42	5,40	0,20	0,187	1	20 40	1,668 3,336
8	F / 52,43	0,43	5,65	0,33	0,187	1	20 40	3,052 6,105

Vypo tené hodnoty jsou porovnány v následujících tabulkách s výpo ty z projektu KoPÚ. V projektu KoPÚ byl erozní smyv po ítán pouze pro R = 20, proto bylo zapot ebí pro tuto práci vyzlé hodny p epo ítat i pro R = 40.

V tabulce 17 pro R = 20 a tabulce 18 pro R = 40 jsou v první ásti zapsány hodnoty erozních smyv pro navr0ené erozní linie v rámci DP, kde jsou erozní linie vedeny za k.ú., tedy v rámci povodí. Ve druhé ásti jsou výsledky z projektu KoPÚ a ve t etí ásti jsou jejich rozdíly smyv .

Tab. 17: Porovnání smyv DP a v KoPÚ; R = 20

R faktor = 20						
Erozní linie DP	P dní blok	Erozní smyv t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	Erozní linie KoPÚ	P dní blok	Erozní smyv t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	Rozdíl
1	A	3,377	1	A	2,608	0,769
2	B	4,183	-	-	-	-
3	B	0,948	-	-	-	-
4	C	3,647	2	C	3,675	0,028
5	C	3,297	3	C	3,032	0,265
6	D	3,260	4	D	2,482	0,778
7	E	1,668	5	E	1,198	0,470
8	F	3,052	6	F	3,039	0,013

Poznámka: -/- nevyskytuje se v projektu

Rozdílné jsou hodnoty také u L a S faktoru u PB, jejich hranice byly upraveny tak, aby byly respektovány p irozené, nikoli správní hranice.

V p vodním projektu nebyly p ípustné hodnoty erozního smyvu p ekro eny. Z tohoto d vodu nebylo nutné navrhovat 0ádná PEO. V n kterých projektech KoPÚ se neustále používá tato ni0zí hodnota i p es doporu ení Jane ka et al. (2012) na zvýšení faktoru na dvojnásobek.

S hodnotami upravenými pro ú el této DP byl p ekro en erozní p ípustný smyv pro st edn hluboké a0 hluboké p dy (hloubka 30-60 cm, nad 60 cm), 4 t.ha¹.rok¹ pouze jednou.

Tab. 18: Porovnání smyv DP a v KoPÚ; R = 40

R faktor = 40						
Erozní linie DP	P dní blok	Erozní smyv t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	Erozní linie KoPÚ	P dní blok	Erozní smyv t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	Rozdíl
1	A	6,754	1	A	5,216	1,538
2	B	8,365	-	-	-	-
3	B	1,899	-	-	-	-
4	C	7,160	2	C	6,575	0,585
5	C	6,593	3	C	5,986	0,607
6	D	6,520	4	D	4,964	1,556
7	E	3,336	5	E	2,396	0,940
8	F	6,105	6	F	6,077	0,028

Poznámka: -/- nevyskytuje se v projektu

P i porovnání výsledk projektu a DP pro R = 40 dozlo k nár stu smyvu u linie . 1 a . 4 a0 o 1,5 t.ha⁻¹.rok⁻¹. U linie . 5 o necelou 1 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Do rozdílu výsledk se promítla nejen zvýšená hodnota R faktoru, ale také zm ny L a S faktoru popsané výze. Pirková (2010) zkoumá vliv délky svahu na odnos p dy vodní erozí. Tvrdí, 0e intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu (L), která je definovaná jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu sni0uje natolik, 0e za ne ukládání erodovaného materiálu nebo se plozný odtok soust edí do dráhy soust ed něho odtoku. Proto p i výpo tu v rámci KoPÚ vychází smyv menzí a není zapot ebí navrhovat nákladn jzí PEO. P i návrhu PEO p i výpo tu s delzím svahem a bez um lých hranic bylo nutné navrhout nejen organiza ní opat ení, ale i technická, která jsou mnohem nákladn jzí. Je nutné t mito opat eními zkrátit svah. Podle Trantinové, 2011 a její práce p i použití technických opat ení nebo i v kombinaci s organiza ními a agrotechnickými, jde o zkrácení délky odtoku vody z transportních míst a sni0it dráhu a plochu odnosu.

Pokud by projektant respektoval p írodní hranice, nikoli pouze správní, a po ítal s hodnotou R = 40 dozlo by ke zvýšené pot eb návrhu PEO. Výsledkem práce Vazinová et al. (2012) je také, 0e p i zvýšení R faktoru dojde k pot eb navýšení protierozních opat ení v n kterých p ípadech i o 40 %.

8.2 Návrh opatření k ochraně před vodní erozí a posouzení jejich účinnosti

Návrh PEO vychází z vyhodnocení klimatických, pedologických, hydrologických a odtokových poměrů, konfigurace terénu a také z průměrné roční ztráty půdy. Pípná hodnota byla překročena při výpočtu s $R = 40$ na pěti zesti PB. Jedná se o PB A, B, C, D, F. Proto bylo nutné navrhnout opatření na ochranu zemědělského půdního fondu. V zeznamovaném území byla navržena opatření organizační (PEO – osevní postup), agrotechnická (vrstevnicové obdělávání) i technická (polní cesty s protierozní funkcí, mez). Opatření jsou zakreslena v příloze 4.

Na některých PB je navržen protierozní osevní postup – vynecháním širokoádkových plodin (kukuřice), který má následující podobu:

Tab. 19: Protierozní osevní postup

Plodina	Agrotech. termíny	dC	%R	Cn
Vojtěška				
I.	1. 8. . 1. 8.	1,000	0,020	0,020
				0,020
Vojtěška				
I.	1. 8. . 31. 8.	1,311	0,020	0,027
				0,027
Ozimá pšenice				
I.	1. 9. . 15. 9.	0,010	0,500	0,005
II.	15. 9. . 31. 10.	0,015	0,550	0,008
III.	1. 11. . 30. 4.	0,004	0,300	0,001
IV.	1. 5. . 31. 7.	0,660	0,050	0,033
V.	1. 8. . 15. 8.	0,155	0,200	0,031
				0,079
Ozimé ořo				
I.	15. 8. . 1. 9.	0,155	0,650	0,110
II.	1. 9. . 31. 10.	0,025	0,700	0,012
III.	1. 11. . 30. 4.	0,004	0,450	0,002
IV.	1. 5. . 31. 7.	0,660	0,080	0,052
V.	1. 8. . 15. 8.	0,155	0,250	0,039
				0,215
Jarní pšenice s podsevem				
I.	15. 8. . 31. 3.	0,180	0,650	0,117
II.	1. 4. . 15. 5.	0,039	0,700	0,028
III.	15. 5. . 15. 6.	0,169	0,450	0,076
IV.	15. 6. . 31. 7.	0,456	0,080	0,037
				0,258
$C = (0,020 + 0,027 + 0,079 + 0,215 + 0,258)/5$				
C = 0,119				

8.2.1 Návrh jednotlivých opatření na podnicích blocích

- Podnicí blok A

Nachází se v k.ú. Pohorovice a Skořice, severozápadně v uvedeném území. Výměra PB je 14, 27 ha. Z toho 9, 44 ha náleží do k.ú. Pohorovice, zbytek do k.ú. Skořice. Průměrný sklon svahu je kolem 6 %. Vyskytují se zde především ední hluboké a0 hluboké. Z BPEJ jsou zde 7.29.04, 7.29.11, 7.50.01. P es PB prochází v podnicí katastrální hranice. Je zde vedena erozní linie . 1. Erozní smyv před návrhem vychází 6, 754 t.ha⁻¹.rok⁻¹.

Na tomto PB je navržen protierozní osevní postup (PEO1,2). Toto opatření bylo nedosta uující, proto je pro tento PB navržen hlavní polní cesta C1 (viz tabulka 18), která rozdělí blok na dvě části. Vznikne PB A1 a A2. Cesta poslouží ke zpřístupnění pozemku, ale také jako linie, po které jde katastrální hranice. V historii již na tomto místě cesta byla. Cesta rozdělí PB a sníží se faktor délky svahu. Na bloku A2 bylo navrženo prodloužení stávající stoky k navrhované cestě. Pro tento účel bude vybudován propustek. Odvodnění vozovky a přilehlých pozemků bude zajištěno realizací trojúhelníkového příkopu se sklonem vnitřního svahu v poměru 1: 1,5 a sklonem protilehlého svahu 1: 1, s hloubkou příkopu 0,80 m, podélným sklonem 0,5 %. Součástí je navržena výhybna V1 s totožným krytem jako cesta. Zíždí se tak úsek vozovky o celkové šířce min. 5,50 m umožňující vyhnutí dvou vozidel šířky min. 2,50 m.

Tab. 20: Navržená cesta C1

Označení	Druh	Stav
C1	Hlavní polní cesta	Nová
Navržená kultura	ostatní plocha, ostatní komunikace	
Umístění cesty	vede po katastrální hranici Pohorovice, Skořice	
Velikost prvku	3757 m ²	
Návrhové parametry cesty		
Kategorie cesty	HPC 4,5/30	
Délka cesty	683 m	
Šířka v koruně	4,5 m	
Návrhová rychlost	30 km/h	
Charakteristika zatížení	lehké	
Třída dopravního zatížení	VI	
Návrhová úroveň porušení vozovky	D2	
Odvodnění	příkopem (SPI, SP2)	
Vozovka	penetrační makadam	
Funkce	protierozní, obsluhová	
Objekty	návrh 1x výhybna V1 st. 0, 490 km	
Návrh výsadby vegetačního doprovodu	podél cesty je stávající ozelenění	
Připojení na komunikace vyššího řádu	napojuje se z obou stran na MKI směr Albrechtice	

Návrh propustku pod polní cestou:

Trubní propustek je navržen pod polní cestou C1. Jedná se o kruhový propustek s kamennými žebry o profilu DN 500 mm. Účel propustku je dle zájmy cesty.

Bude sloužit k provedení vody z příkopu kolem cesty do navržené stoky. Odtok vody bude zaústěn do stoky a dále do recipientu bezejmenného toku.

Pomocí CN křivky byl pro propustek P1 vypočten maximální kulminální průtok pro 20leté vody v hodnotě 0,31 m³/s.

Odtoková plocha	Sběrná plocha [ha]	BPEJ	k.ú.
1	9,44	7.29.14	Pohorovice

N = 20

Kulminální průtok $Q_{pH} = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$
Objem průměrného odtoku $OpH = 1376,90 \text{ m}^3$

Zadání :

Plocha [ha]	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická skupina p d	CN
9,44	P +Pz	Db	B	72

P celk. [ha]	CN [-]	Hs [mm]	f [-]	Ho [mm]	Ia/Hs [-]	qph [-]
9,44	72,00	65,7	1,00	14,59	0,30	0,84

Plozný povrchový odtok :

l [m]	s [tgalfa]	n [-]	Hs ² [mm]	Tta [h]	
186	0,065		0,05	35,8	0,271

Soustředný odtok o malé hloubce :

l [m]	s [tgalfa]	v m/s	Ttb [h]	
186	0,065		1,254	0,041

Povrch nedlážděný.

Soustředný odtok v otevřeném korytě :

l [m]	s [tgalfa]	n [-]	F [m ²]	O [m]	R [m]	v [m/s]	Ttc [h]
675	0,68	0,025	0,62	1,60	0,387	17,532	0,01

Doba koncentrace $T_c = 0,323 \text{ h}$

Legenda zkratk vstupních a výstupních veličin:

Q _{pH}	kulminální průtok
OpH	objem průměrného odtoku
Ho	průměrný odtok
Tt	doba koncentrace
v	rychlost odtoku o malé hloubce
Tc	celková doba koncentrace
f	opravný koeficient nádrží
l	délka

s	hydraulický sklon
n	drsnost
P	zp sob obd lávání (p ímé ádky vedené bez ohledu na sklon pozemku, tedy i po spádnicí)
Pz	poskliz ové zbytky nejmén 5 % povrchu po celý rok
Db	dobré hydrologické podmínky zvyzující infiltraci a sni0ující odtok . poskliz ové zbytky

Mno0ství dez ových vod k profilu propustku 310 l/s, sklon $i = 20\text{‰}$.

Minimální pr m r propustku D_{min} s volnou hladinou, zatopeným vtokem a volným výtokem byl vypo ten z ní0e uvedeného vztahu (Jandora, 2005) na 0,39 m.

$$Q_{max} = \frac{Q_{p} \cdot D_{min}^2}{24 \cdot i}$$

Navr0ený propustek DN 500 vyhovuje.

- P dní blok B

Vým ra bloku je 22,50 ha. PB le0í na rozhraní povodí IV. ádu 1-08-03-0710-0-00 a 1-08-03-0940-0-00. Vyskytují se zde p dy st edn hluboké a0 hluboké. BPEJ jsou zde 7.29.04, 7.29.14. Ji0ní ást le0í v k.ú. Sko ice (2,50 ha) zbytek le0í v k.ú Pohorovice. Jsou zde vedeny dv erozní linie . 2 a 3. P í výpo tu byl p ekro en p ípustný smyv na ásti svahu. Erozní smyv p ed návrhem vychází $8,365 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Z d vodu strm jzího svahu práv v ji0ní ásti PB (k.ú. Sko ice) je navr0eno zalesn ní (PEO3), které by navazovalo na stávající les. Tím by bylo zajízt no sní0ení topografického faktoru LS. Zalesn ní má p íznivý vliv i na vodní re0im krajiny . zvyzuje reten ní kapacitu p d, zvýzí intercepci a evapotranspiraci, p evádí povrchový odtok na podzemní, respektive na hypodermický. Zlepzuje jakost infiltrované vody.

Zalesn ní orné p dy se ídí zákonem 308/2004 Sb., o stanovení n kterých podmínek pro poskytování dotací na zales ování. Vým ra zales ované plochy by byla 2 ha.

- P dní blok C

Celková vým ra tohoto PB je 29,33 ha. Le0í na rozhraní povodí IV. ádu 1-08-03-0710-0-00 a 1-08-03-0940-0-00. Vyskytují se zde p dy st edn hluboké a0 hluboké. Ji0ní ástí zasahuje do k.ú. Sko ice (5,6 ha) a zbytek le0í v k.ú. Pohorovice. Je zde vedena erozní linie . 4 a 5. Erozní smyv p ed návrhem vychází 7,160 na erozní linii . 4 a 6,593 na erozní linii . 5.

Jako vhodné opat ení pro sní0ení odnosu p dy byla zvolená protierozní mez (PEO5, mez) se zasakovacím pásem a pr lehem v kombinaci s vrstevnicovým obd láváním.

Obecně se protierozní meze řadí mezi technická opatření, respektive mezi biotechnické PEO. Mají základní protierozní funkci (překážka v povrchovém odtoku vody), ale i vedlejší funkci (estetický význam v krajině, hnízdiště a migrační zóny drobné zvířete, hmyzu). Jejich výhodou je poměrně snadná údržba.

Vlastní realizace meze spoívá ve vytvoření směru meze vrstevnicovými, nebo s mírným odklonem. Bude tak zajištěno zadržování povrchového odtoku, ale i jeho odvedení do cestního příkopu přílehlé komunikace MKI směrem Albrechtice. Navržena je realizace meze bez zemních prací. Díky této metodě se ušetří na nákladných pracích těžkých svahových mechanismů a zabrání se také utužení ornice. Po vytvoření meze se naorává přeleh a zafixuje se pomocí stromové a keřové zeleně. Rozměry přelehu: hloubka 50 cm; šířka 3,5 m. Neustálým odoráváním (cca do 1 m) ze svahu bude vytvořena postupná meze. Uvažovaná šířka zasakovacího pásu je 4-5 m. Odvádění přelehu pod mezi bude udržováno orbou pozemku a není potřeba jej čistit. Délka meze 500m, šířka 6 m, záborová plocha 0,3 ha. Pokud bude dodrženo řádné obhospodnění zasakovacího pásu a přelehu bude tak zamezeno rozšiřování keřového pruhu. Bude zapotřebí obnovení prosetání keřů a stromů.

- Půdní blok D

Celková výměra činí 70,01 ha. PB zasahuje do tří k.ú. Kloub, Lidmovice, Křtice. Leží na rozhraní tří povodí IV. řádu 1-08-03-094, 1-08-03-0721-0-00, 1-08-09-0781-0-00. BPEJ: 5.47.10, 7.29.04, 5.29.11, 7.50.01, 7.50.11. Vyskytují se zde především hluboké a hluboké. Je zde vedena erozní linie 6. Erozní smyvy podle návrhem vychází 6, 520 t.ha⁻¹.rok⁻¹.

Na tomto bloku byla navržena cesta C2 s příkopem viz tabulka 21, která rozdělí blok na dvě části. Vznikne PB D1 a D2. Sníží se topografický faktor LS, díky tomu se na bloku D2 sníží erozní smyvy na přípustnou hodnotu. Na bloku D1 z důvodu prudkého svahu je jezdce opatření doplněno o protierozní osevní postup.

Cesta se napojuje v k.ú. Kloub na stávající sjezd S1 na silnici III/02032 v k.ú. Lidmovice se připojuje na silnici III/02223. K odvodnění vozovky a přílehlých pozemků je navrženo příkop. Vede po jedné straně cesty a následně přes propustek převádí vodu na druhou stranu cesty. Příkop ústí do stávajícího příkopu u silnice III/02032. Navržený příkop má trojúhelníkový tvar se sklonem vnitřního svahu v poměru 1: 1,5 (od koruny cesty) a sklonem protilehlého svahu 1: 1, s hloubkou příkopu 0,80 m podélný sklon 0,5 %. U cesty jsou navrženy dvě výhybny V2, V3 v doporučené vzdálenosti po 400m. Kryt je totožný s vozovkou. Díky výhybně délky 20 m vznikne úsek vozovky celkové šířky min. 5,50 m umožňující vyhnutí dvou vozidel šířky min. 2,50 m. U cesty bylo navrženo jednostranné liniové ozelenění s travním pásem, který je široký 5,0 m.

Tab. 21: Navržená cesta C2

Označení	Druh	Stav
C2	Hlavní polní cesta	Nová
Navržená kultura	ostatní plocha, ostatní komunikace	
Umístění cesty	vede z jižní části k.ú. Kloub do k.ú. Lidmovice	
Velikost prvku	5489 m ²	
Návrhové parametry cesty		
Kategorie cesty	HPC 4,5/30	
Délka cesty	998 m	
Šířka v korun	4,5 m	
Návrhová rychlost	30 km/h	
Charakteristika zatížení	lehké	
Třída dopravního zatížení	VI	
Návrhová úroveň porušení vozovky	D2	
Odvodnění	příkopem (SP3)	
Vozovka	penetrační makadam	
Funkce	protierozní, obsluhová	
Objekty	návrh 2x výhybna V2 st. 378 km, V3 st. 810 km	
Návrh výsadby vegetačního doprovodu	podél cesty je navrženo jednostranné liniové ozelenění	
Připojení na komunikace vyššího řádu	v k.ú. Lidmovice se napojuje na silnici III/02223, v k.ú. Kloub se napojuje na silnici III/02032	

Návrh propustku pod polní cestou:

Trubní propustek je navržen pod polní cestou C2. Tento propustek bude sloužit k provedení vody z příkopu z jedné strany cesty na druhou. Zaručí tak odtok vody z příkopu podél polní cesty do příkopu u silnice III/02032.

Jedná se o kruhový propustek s kamennými koly o profilu DN 500 mm. Šířka propustku je dle šířky cesty.

Pomocí CN křivky byl pro propustek P2 vypočten maximální kulminální průtok pro 20leté vody v hodnotě 0,25 m³/s.

Odtoková plocha	Sbírná plocha [ha]	BPEJ	k.ú.
2	14,50	7.29.04	Kloub

N = 20

Kulminální průtok $Q_{pH} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$
 Objem průměrného odtoku $Q_{pH} = 1823,23 \text{ m}^3$

Zadání :

Plocha [ha]	Zp sob obd lávání P +Pz	Hydrologické podmínky Dobré	Hydrologická skupina p d B	CN 72
----------------	-------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------

P celk. [ha]	CN [-]	Hs [mm]	f [-]	Ho [mm]	la/Hs [-]	qph [-]
12,50	72,00	65,7	1,00	14,59	0,30	0,51

Plozný povrchový odtok :

l [m]	s [tgalfa]	n [-]	Hs2 [mm]	Tta [h]
420	0,052	0,05	35,8	0,569

Soust ed ný odtok o malé hloubce :

l [m]	s [tgalfa]	v m/s	Ttb [h]
420	0,052	1,121	0,104

Povrch nedláod ný.

Soust ed ný odtok v otev eném koryt :

l [m]	s [tgalfa]	n [-]	F [m2]	O [m]	R [m]	v [m/s]	Ttc [h]
998	0,012	0,025	0,62	1,60	0,387	2,329	0,119

Doba koncentrace $T_c = 0,792$ h

Mno0ství dez ových vod k profilu propustku 250 l/s, sklon $i = 20\text{š}$.

Minimální pr m r propustku D_{min} s volnou hladinou, zatopeným vtokem a volným výtokem byl vypo ten z ní0e uvedeného vztahu (Jandora, 2005) na 0,37 m.

$$D_{min} = \frac{Q}{24 \cdot i^{0,5}}$$

Navr0ený propustek DN 500 vyhovuje.

- P dní blok E

Vým ra PB je 68,07 ha. Le0í v k.ú. Kloub a Chvaletice u Protivína. Je zde vedena erozní linie 7. Vyskytují se zde p dy st edn í hluboké a0 hluboké. BPEJ 5.50.14, 5.50.0., 5.15.00, 5.46.10, 5.47.00, 5.46.00, 5.52.00, 5.53.03. Nebyl zde p ekro en p ípustný erozní smyv. Je to dáno hlavn í pozvolným svahem. Soust ed ný odtok ústí do recipientu bezejmenného toku ihned pod PB.

- P dní blok F

Celková vým ra je 52,43 ha. Nachází se ve východní ásti ezeného území. Le0í v k.ú. Pohorovice, Kloub a Skály u Protivína. Pr m rný sklon bloku je 4,5 %. Vede zde erozní linie . 8. Z BPEJ jsou zde zastoupeny 5.47.00, 5.47.10, 5.58.00. Pod PB je mez, za kterou te e menzí tok.

Jako opatření proti vodní erozi je navrženo vrstevnicové obdělávání. To znamená, že provádění polních prací (orba, výsadba) probíhá podél vrstevnic. Vrstevnicové obdělávání zvyšuje infiltrační kapacitu půdy a snižuje ztráty vody a snižuje projevy eroze.

8.2.2 Výpočet erozního smyvu - po návrhu protierozních opatření

P dní blok A1	
Eroze - erozní linie 1a	
Délka svahu:	178,3
Faktor délky svahu:	2,84
Topografický faktor:	1,83
Faktor sklonu svahu:	0,74

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	4,0	0,32
Interval 2	4,2	0,32
Interval 3	4,7	0,32
Interval 4	5,0	0,32
Interval 5	5,8	0,32
Interval 6	9,1	0,32
Interval 7	9,1	0,32
Interval 8	8,3	0,32
Interval 9	7,7	0,32
Interval 10	7,9	0,32

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,119
Erozní účinnost dežt :	40

Smyv půdy 3,216 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok A2	
Eroze - erozní linie 1b	
Délka svahu:	225,4
Faktor délky svahu:	3,19
Topografický faktor:	1,92
Faktor sklonu svahu:	0,61

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	6,9	0,32
Interval 2	5,2	0,32
Interval 3	5,8	0,32
Interval 4	5,6	0,32
Interval 5	8,6	0,32
Interval 6	6,3	0,33

Interval 7	5,8	0,33
Interval 8	5,6	0,33
Interval 9	7,1	0,33
Interval 10	5,5	0,33

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,119
Erozní úinnost dežt :	40

Smyv p dy 3,003 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok B

Eroze - erozní linie 2

Délka svahu:	215,22
Faktor délky svahu:	3,12
Topografický faktor:	1,01
Faktor sklonu svahu:	0,41

Výpočtové intervaly Sklon % Faktor K

Interval 1	0,2	0,32
Interval 2	0,7	0,32
Interval 3	2,3	0,32
Interval 4	3,1	0,32
Interval 5	4,6	0,32
Interval 6	4,5	0,32
Interval 7	5,2	0,32
Interval 8	5,1	0,32
Interval 9	5,5	0,32
Interval 10	5,9	0,32

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,187
Erozní úinnost dežt :	40

Smyv p dy 3,032 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok C1

Eroze - linie 4a

Délka svahu:	177,46
Faktor délky svahu:	2,83
Topografický faktor:	1,98
Faktor sklonu svahu:	0,74

Výpočtové intervaly Sklon % Faktor K

Interval 1	6,3	0,32
Interval 2	6,5	0,32
Interval 3	6,3	0,32
Interval 4	6,0	0,32
Interval 5	6,4	0,33
Interval 6	6,4	0,33

Interval 7	6,9	0,33
Interval 8	7,9	0,33
Interval 9	9,4	0,33
Interval 10	7,6	0,33

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,119
Erozní úinnost dešť :	40

Smyv pody 3,256 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok C2

Eroze - linie 4b

Délka svahu:	465,78
Faktor délky svahu:	4,59
Topografický faktor:	2,21
Faktor sklonu svahu:	0,43

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	9,8	0,33
Interval 2	6,1	0,33
Interval 3	5,0	0,33
Interval 4	6,2	0,33
Interval 5	7,8	0,33
Interval 6	5,9	0,33
Interval 7	3,3	0,33
Interval 8	3,0	0,33
Interval 9	3,2	0,33
Interval 10	2,2	0,33

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,119
Erozní úinnost dešť :	40

Smyv pody 3,114 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok C1

Eroze - linie 5a

Délka svahu:	214,39
Faktor délky svahu:	3,11
Topografický faktor:	1,61
Faktor sklonu svahu:	0,6

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	1,9	0,32
Interval 2	3,6	0,32
Interval 3	5,3	0,32
Interval 4	6,7	0,32
Interval 5	4,8	0,32

Interval 6	4,5	0,32
Interval 7	6,1	0,32
Interval 8	7,1	0,33
Interval 9	7,5	0,33
Interval 10	8,0	0,33

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,119
Erozní účinnost dešťů :	40

Smyv pody 2,889 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok C2

Eroze - linie 5b

Délka svahu:	127,48
Faktor délky svahu:	2,40
Topografický faktor:	1,45
Faktor sklonu svahu:	0,62

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	6,0	0,33
Interval 2	5,6	0,33
Interval 3	5,7	0,33
Interval 4	7,0	0,33
Interval 5	6,5	0,47
Interval 6	5,6	0,47
Interval 7	5,7	0,47
Interval 8	6,2	0,47
Interval 9	7,1	0,47
Interval 10	7,0	0,47

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,119
Erozní účinnost dešťů :	40

Smyv pody 3,067 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok D1

Eroze - linie 6a

Délka svahu:	447,12
Faktor délky svahu:	4,49
Topografický faktor:	2,12
Faktor sklonu svahu:	0,49

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	3,2	0,32
Interval 2	5,7	0,32

Interval 3	6,5	0,32
Interval 4	5,5	0,32
Interval 5	5,0	0,32
Interval 6	5,3	0,32
Interval 7	4,3	0,32
Interval 8	3,9	0,32
Interval 9	6,2	0,33
Interval 10	6,0	0,33

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,119
Erozní úinnost dežt :	40

Smyv p dy 3,369 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok D2

Eroze - linie 6b

Délka svahu:	363,21
Faktor délky svahu:	4,05
Topografický faktor:	1,28
Faktor sklonu svahu:	0,29

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	4,6	0,33
Interval 2	4,5	0,43
Interval 3	4,5	0,43
Interval 4	4,9	0,43
Interval 5	4,9	0,43
Interval 6	3,3	0,43
Interval 7	2,9	0,43
Interval 8	2,0	0,43
Interval 9	2,0	0,43
Interval 10	2,5	0,43

Protierozní opatření:	1,00
Ochranný vliv vegetace:	0,187
Erozní úinnost dežt :	40

Smyv p dy 3,801 t.ha⁻¹.rok⁻¹

P dní blok F

Eroze - linie 8

Délka svahu:	698,83
Faktor délky svahu:	5,65
Topografický faktor:	1,96
Faktor sklonu svahu:	0,33

Výpočtové intervaly	Sklon %	Faktor K
Interval 1	4,1	0,43
Interval 2	4,9	0,43
Interval 3	4,6	0,43
Interval 4	4,0	0,43
Interval 5	4,8	0,43
Interval 6	4,4	0,43
Interval 7	5,8	0,43
Interval 8	3,3	0,43
Interval 9	2,7	0,43
Interval 10	1,2	0,43

Protierozní opatření:	0,60			
Ochranný vliv vegetace:	0,187			
Erozní úinnost dešť :	40	Smyv pody	3,676	t.ha⁻¹. rok⁻¹

Úinnost navržených PEO byla prokázána snížením erozního smyvu po aplikaci PEO pod přípustný limit 4,0 t.ha⁻¹. rok⁻¹ na všech ohrožených PB (Tab. 22).

Tab. 22: Vyhodnocení ohrožení pody vodní erozí po návrhu PEO

Erozní linie	P dní blok / plocha (ha)	Faktor K	Faktor L	Faktor S	Faktor C	Faktor P	Faktor R	Erozní smyv G t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹
1a	A1 / 9,44	0,32	2,84	0,74	0,119	1	40	3,216
1b	A2 / 4,83	0,33	3,19	0,61	0,119	1	40	3,003
2	B / 21,50	0,32	3,12	0,41	0,187	1	40	3,032
4a	C1 / 10,61	0,33	2,83	0,74	0,119	1	40	3,256
4b	C2 / 18,72	0,33	4,59	0,43	0,119	1	40	3,114
5a	C1 / 10,61	0,33	4,07	0,61	0,119	1	40	2,889
5b	D2 / 18,72	0,41	2,40	0,62	0,119	1	40	3,067
6a	D1 / 43,50	0,32	4,49	0,49	0,119	1	40	3,369
6b	D2 / 27,57	0,43	4,05	0,29	0,187	1	40	3,801
8	F / 52,43	0,43	5,65	0,33	0,187	0,6	40	3,676

Podle Doležala (2010) je vždy nutné prokázat úinnost navrhovaných PEO. Nejlépe porovnáním výpočtené dlouhodobé průměrné roční ztráty pody před opatřeními a po jejich návrhu.

Z tabulky 23 je patrné, že erozní smyv klesl u každé linie téměř na polovinu. Nejvíce se to projevilo na erozní linii . 2, kde je navrženo zalesnění spodní části bloku, došlo zde ke snížení faktoru délky svahu a faktoru sklonu svahu. U ostatních erozních linií došlo také pomocí těchto dvou faktorů v kombinaci se snížením faktoru C, k poklesu. Na většině pozemků v k.ú. hospodářství ZD, které je nakloněné

protierozním osevním postupem, tudíž použití navrženého osevního postupu by nemělo být problémem.

U erozní linie 8 (p dní blok F) je snížení erozního smyvu docíleno vrstevnicovým obděláváním. Snížila se hodnota P faktoru z 1 na 0,6.

Všechny výsledky erozního smyvu dosáhly hodnoty 3 - 4 t.ha⁻¹. rok⁻¹. Pouze u linie 5a se podařilo snížit erozní smyv pod tuto hodnotu.

Tab. 23: Porovnání erozního smyvu před a po navržení PEO

Erozní linie před PEO	P dní blok / plocha	Erozní smyv t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	Erozní linie po PEO	P dní blok / plocha	Erozní smyv t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹
1	A / 14,27	6,754	1a	A1 / 9,44	3,216
			1b	A2 / 4,83	3,003
2	B / 22,50	8,365	2	B / 21,50	3,032
4	C / 29,33	7,160	4a	C1 / 10,61	3,256
			4b	C2 / 18,72	3,114
5	C / 29,33	6,593	5a	C1 / 10,61	2,889
			5b	C2 / 18,72	3,067
6	D / 71,07	6,520	6a	D1 / 43,50	3,369
			6b	D2 / 27,57	3,801
8	F / 52,43	6,105	8	F / 52,43	3,676

9. Závěr

V literární rezerzi byly všeobecně rozebrány pojmy odtokové poměry v povodí, vodní eroze a protierozní opatření, která se navrhují v KoPÚ. V části o vodní erozi byl rozebrán výpočet průměrného ročního erozního smyvu pomocí univerzální rovnice Wischmeier - Smith. V praktické části je rovnice aplikována pro výpočet odnosu pídy na reprezentativních erozních liniích.

Pro diplomovou práci byla vybrána k.ú. s ukončenou KoPÚ. Navíc musela být vhodně situována, a to tak, aby bylo možno vyhodnotit vodní erozi na rozhraní povodí. Jednotlivá k.ú. byla zhodnocena z hlediska geologických, pedologických, klimatických a hydrologických podmínek.

Ze zpracovaných projektů byly převzaty erozní linie, které se nacházely právě na rozhraní povodí, ale byly ukončeny na správní hranici. Tyto linie byly upraveny, aby respektovaly terén a nešly se překázkami, které se v terénu fyzicky nenacházejí. Proto některé PB leží i v několika k.ú.

Na PB byly vypočteny průměrné roční ztráty pídy. Výsledky sloužily zejména k porovnání ztráty pídy s projekty KoPÚ. Při zvýšení délky svahu došlo ke zjištění, že se erozní smyv zvýší u některých linií až o 1,5 t.ha⁻¹. Je zřejmé, že jakákoli změna některého z faktorů má při jejich vzájemném násobení velký vliv na celkový výsledek. Tyto změny často rozhodují, zda bude vypočtený smyv v rámci přípustných mezí i nad limitem. Nejvíce kritická je změna hodnoty faktoru R, který vyjadřuje erozní úrodnost deště. Dalším faktorem výrazně ovlivňujícím výsledek je faktor délky a sklonu svahu.

V práci byla také posuzována nutnost zvýšení faktoru R. V povodních projektech bylo počítáno s nižším faktorem, než je dnes doporučováno. Díky tomu nebylo nutné provést žádné PEO. Kdyby projektant tento faktor navýzil, jistě by se musel uchýlit k úpravě a návrhu protierozních opatření.

Na blocích, u kterých došlo k překročení přípustného smyvu vodní erozí, byla navržena PEO. Jejich úrodnost byla prokázána optickým výpočtem a jistě nedocházelo k překročení přípustného smyvu na žádném PB. (přírodním bloku).

Práce poukazuje na potřebu zahrnutí i navazujících území do výpočtu vodní eroze v rámci KoPÚ. Ideálně neprovádět výpočet pouze v rámci správní hranice, ale využít hydrologické správní hranice (rozvodnici). Dále byla prokázána nutnost zvýšení faktoru R. Z tohoto navýšení vyplývá, že ve většině případů bude nevyhnutelné navrhnout ve většině míst PEO.

Seznam zkratek

BPEJ	bonitovaná půdní ekologická jednotka
CENIA	česká informační agentura životního prostředí
HP	číslu hydrologického pořadí
ÚZK	český úřad zeměměřičký a katastrální
DMT	digitální model terénu
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DP	diplomová práce
HEIS, VÚV	Hydroekologický informační systém
HPJ	hlavní půdní jednotka
IDVT	identifikátor vodního toku
KoPÚ	komplexní pozemková úprava
k.ú.	katastrální území
LBC	lokální biocentrum
LBK	lokální biokoridor
PB	půdní blok
PEO	protierozní opatření
RBC	regionální biocentrum
RBK	regionální biokoridor
USLE	univerzální rovnice ztráty půdy (Universal Soil Loss Equation)
ÚSES	územní systém ekologické stability
VÚMOP, v.v.i.	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky

Seznam použité literatury

BLAŽEK, V. et al. *Voda v České republice*. Praha: Consult, 2006, 253 s. ISBN 80-903482-1-1.

BOBÁL, P., UNUCKA, J., NOVOTNÁ, J., ÍHOVÁ, V., VYLEŽÍKOVÁ, M., HAPLOVÁ, V., HOŇKOVÁ, M., PODHORÁNY, M., RUMAN, S., VOJVODÍK, D. *Srovnání metod stanovení vodní eroze RUSLE, USPED s numerickým modelem SIMWE na povodí Rožnovské Bevy*. Vodní hospodářství, 2012, č. 6, s. 45-49. ISSN 1211-0760.

BOWMER, K.H. Water resource protection in Australia: Links between land use and river health with a focus on stubble farming systems. *Journal of Hydrology*, 2011, vol. 403, s. 176-185.

BRADY, N. C., WEIL, R. R., *The nature and properties of soil*. New Jersey: Upper Saddle River, 2002, 13th edition.

BURIAN, Z. et al. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Praha: Consult, 2011, 207 s. ISBN 80-903482-8-9.

CÁBLÍK, J., JAVÁ, K. *Protierozní ochrana pody*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963, 324 s.

ERMÁK, M. *Aplikovaná hydrologie*. Praha: Hydrometeorologický ústav, 1970, 156 s.

DOLEŽAL et al. *Metodický návod k provádění pozemkových úprav*. Praha: MZe ČR. ÚPÚ, 2010, 170 s. Čj.:10747/2010-13300.

DOSTÁL, T. *Protierozní ochrana jako součást krajinného inženýrství*. Pozemkové úpravy, 2009, č. 69, s. 20-23. ISSN 1214-5815.

DRONGOVÁ, K., SOBOTKOVÁ, V. *Projevy vodní eroze v drahách soustředěného povrchového odtoku*. Brno: Littera Scripta, 6 (2), s. 151-161. ISSN 1805-9112.

HLAVÁKOVÁ, V. et al. *Eroze pody a protierozní ochrana pody*. Praha: Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s., 2011, 52 s. ISBN 978-80-87262-11-5.

HOLÝ, M. *Eroze a životní prostředí*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1994, 383 s. ISBN 80-01-01078-3.

HOLÝ, M. *Protierozní ochrana*. Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1978, 288 s.

HOŔKOVÁ, V. *Komplexní návrh ochranných opatření v ploze povodí Bílého potoka*. Brno: Vodní hospodářství a vodní stavby, 2008, . 3 s. 1-5.

HOVORKA, V. et al. *Projektová příprava protierozních opatření*. Vyd. 1. Praha: VUZPP, 1990, 28 s.

HRÁDEK, F., KUŠÍK, P. *Hydrologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002, 280 s. ISBN 80-213-0950-4.

HUBAŘKOVÁ, V. *Hydrologie*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002, 45 s. ISBN 80-7157-638-7.

JANDARA, J. *Hydraulika a hydrologie*. Vyd.1. Brno: Vysoké učení technické, 2005, 187 s.

JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělsko-technických informací pro zemědělství, 1992, 110 s.

JANEČEK, M. et al. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 1. Praha: Powerprint, 2012, 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9.

JANEČEK, M. et al. *Základy erodologie*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008, 180 s. ISBN 978-80-213-1842-7.

JONÁŠ, F. et al. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990, 512 s. ISBN 80-209-0106-X.

JAVŘKA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V. *Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1977, 180 s.

KENDER, J. *Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2000, 220 s. ISBN 80-7212-148-0.

KLEINMAN, P. J. A., SHARPLEY, A. N. , McDOWELL, R. W., FLATEN, N., BUDA, A. R., TAO, L., BERGSTROM, L., ZHU, Q. Managing agricultural phosphorus for water quality protection: principles for progress. *Plant Soil*,2011, vol. 349, s. 169 . 182, DOI 10.1007/s11104-011-0832-9.

KLOPEČEK, A., ANTAL, J. *Hydrologia*. Bratislava: Příroda, 1982, 381 s.

KOKOLIA, V., KOS, M. *Protierozní osevní postupy*. Praha: Ústav v deokotechnických informací pro zemědělství, 1989, 32 s.

KOZLÍK, V., MALIŠ, O., *Ochrana půdy před vodnou eróziou*. Bratislava: SVPL, 1961, 233 s.

KRAVKA, M. *Základy lesnické a krajinné hydrologie a hydrauliky*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009, 113 s. ISBN 978-80-7375-338-2.

KREŽL, J. *Hydrologie*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 125 s. ISBN 80-7157-513-5.

KVÍTEK, T. et al. *Zemědělská meliorace*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006, 165 s. ISBN 80-7040-858-8.

KULHAVÝ, Z., KOVÁŘ, P. *Využití modelů hydrologické bilance pro malá povodí*. Praha: VÚMOP, 2000, 123 s. ISBN 80-2390-154-0.

MELIORIS, L., MUCHA, I., POSPÍŠIL, P. *Poznávání odtokových vlastností malých povodí a regionálních deží*. Bratislava: Alfa. Nakladatelství technickej a ekonomickej literatury, 1986, 429 s.

McCUEN, R. H., SNYDER, W. M. *Hydrologic modeling*. New Jersey: Englewoods Cliffs. PRENTICE-HALL, 1986, 568 s. ISBN 0-13-448119-4.

MZE. *Pozemkové úpravy, nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru*. Vyd. 2. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2010, 28 s. ISBN 978-80-7084-944-6.

MZE. *Průručka ochrany proti vodní erózi*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011, 56 s. ISBN 978-80-7084-996-5.

MZE. *Voda v krajině: Protierozní ochrana - Nové technologie v ochraně půdy před vodní erózí*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo zemědělství, 1995.

NEMEC, J. *Inženýrská hydrologie*. Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964, 235 s.

NYPL, V. *Hydrologie, meteorologie, pedologie II*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1986, 96 s.

PASÁK, V. et al. *Ochrana půdy před erózí*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984, 164 s.

PASÁK, V., JANEK, M., ŠABATA, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělsko-technologických informací pro zemědělství, 1983, 77s.

PIRKOVÁ, I. *Vodní eroze půdy*. *Agro Zpravodaj*, 2010, č. 6, s. 5-6.

POBIDINSKI, A. V., KREMER, V. *Funkce lesů v ochraně vod a půdy*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984, 256 s.

PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J. *Protierozní ochrana půdy*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, 99 s. ISBN 80-7157-856-8.

RICKSON, R. J. Can control of soil erosion mitigate water pollution by sediments? *Science of the Total Environment*, 2013, vol. 468, s. 1187-1197.

ROBICHAUD, P. R., LEWIS, S. A., WAGENBRENNER, J.W., ASHMUN, L.E., BROWN, R.E. Post-fire mulching for runoff and erosion mitigation Part I: Effectiveness at reducing hillslope erosion rates. *Catena*, 2013, vol. 105, s. 75-92.

SHI, Z. H., AI, L., LI, X., HUANG, X. D., WU, G. L., LIAO, W. Partial least-squares regression for linking land-cover patterns to soil erosion and sediment yield in watersheds. *Journal of hydrology*, 2013, vol. 498, s. 165 - 176.

SCHNEIDER, S. H. *Water resources*. New York: Oxford University Press, 2009, vol. 2, s. 258-269.

SKLENÍK, P. *Základy krajinného plánování*. Vyd. 2. Brno: Nakladatelství Nada Skleníková, 2003, 321 s. ISBN 80-903206-1-9.

STEVENS, C. J., QUINTON, J. N., BAILEY, A. P., DEASY, C., SILGRAM, M., JACKSON, D. R. The effects of minimal tillage, contour cultivation and in-field vegetative barriers on soil erosion and phosphorus loss. *Soil and tillage research*, 2009, vol. 106, issue 1, s. 145 - 151.

STIBRAL, J. *Ohrožení podzemních vod zemědělským znečištěním*. Vodní hospodářství, 1975, B, s. 11-12.

SOUKUP, M. *Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů*. Vyd.1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2006, 108 s. ISBN 80-239-7643-5.

SUN, W., SHAO, Q., LIU, Y. Soil erosion and its response to the changes of precipitation and vegetation cover on the Loess Plateau. *Journal of Geographical Sciences*. 2013, vol. 23, issue 6, s. 1091-1106. DOI: 10.1007/s11442-013-1065-z.

SYROVÝ, S. *Atlas podnebí eskoslovenské republiky*. Vyd. 1. Praha: Ústřední správa geodézie a kartografie, 1958.

¥ILAR, J. *Hydrologie v životním prostředí*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská., 1996, 136 s. ISBN 80-7078-361-3.

TLAPÁK, V., ¥ÁLEK, J., LEGÁT, V. *Voda v zemědělské krajině*. Vyd. 1. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP, 1992, 320 s. ISBN 80-209-0232-5.

TOMAN, F. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995, 144 s. ISBN 80-7157-148-8.

TRANTINOVÁ, M. *Postoje české zemědělské praxe k ochraně půdy proti degradaci vlivem vodní eroze půdy*. Ústí nad Labem: Studia OECOLOGICA, 2011 s. 19-27. ISSN 1802-212X.

VA¥INOVÁ, K. et. al. *Zvýšení hodnoty faktoru erozní úrodnosti R ve vztahu k návrhu protierozních opatření*. Praha: Littera Scripta, 2012, s. 305-315. ISSN 1802-503X.

VA¥K, Z. *Půda je naším nejvzácnějším bohatstvím*. Pozemkové úpravy, 2005, . 54, s. 16-17. ISSN 1214-5815.

VÁ¥KA, J. *Simulační modely erozních procesů pro rozhodovací úinnost v ochraně a organizaci povodí*. Brno: Česká zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1996, 119 s.

VLASÁK, J., BARTO¥KOVÁ, K. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VUT, 2009, 168 s. ISBN 978-80-01-03609-9.

VYSLOUŽILOVÁ, B., KLIMENT, Z. *Modelování erozních a sedimentačních procesů v malém povodí*. Geografie, 2012, ro. 117, . 2, s. 171-191.

WARREN, S. D., MITASOVA, H. et al. *Validation of a 3-D enhancement of the Universal Soil Loss Equation for prediction of soil erosion and sediment deposition*. 2005, ro. 64, . 2-3, s. 281-296.

XIN, Z., YU, X. Impact of vegetation restoration on hydrological processes in the middle reaches of the Yellow River, China. *Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of the Ministry of Education*, 2009, vol. 11, issue 4, s. 209 . 218, DOI 10.1007/s11632-009-0037-y.

ZACHAR, D. *Erózia pôdy*. Vyd. 2. Bratislava: VSAV, 1970, 527 s.

Zdroje dat

ÚZK (www.cuzk.cz) [cit. 10.3.2014]
URL <http://geoportal.cuzk.cz/WMS_GEONAMES_PUB/WMSservice.aspx>
URL <http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZABAGED_PUB/WMSservice.aspx>
URL <http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx>

CENIA (www1.cenia.cz) [cit. 10.3.2014]
URL<http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/typy_pud/MapServer/WMSserver>

DIBAVOD, VÚV T. G. Masaryka (www.dibavod.cz) [cit. 10.3.2014]
Vrstvy vodních toků, povodí, nádrží ve formátu SHP.

Mapomat AOPK ČR [cit. 12.3.2014]
URL <http://mapy.nature.cz/>

LPIS - Veřejný registr půdy [cit. 10.3.2014]
URL<<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>>

VÚMOP, v.v.i. (www.vumop.cz) [cit. 10.3.2014]
URL <http://geoportal.vumop.cz/wms_vumop/zchbpej.asp>

Seznam obrázků

Obr. 1: Schéma odtokového procesu.....	13
Obr. 2: Složky odtoku z povodí	15
Obr. 3: Působení erozních faktorů při vodní erozi	26
Obr. 4: Průzkumy pro projektování protierozních opatření	31
Obr. 5: Přehled protierozních opatření	33
Obr. 6: Expozice svahů v území	49
Obr. 7: Sklonitost v území.....	50
Obr. 8: Odvodňovací plochy v povodí.....	52
Obr. 9: Průdílné typy podle TKSP	53
Obr. 10: Hloubka půdy v území.....	54
Obr. 11: Skeletovitost v území	54
Obr. 12: Výskyt vlnité eroze v území	56
Obr. 13: Dráhy soustředěného odtoku, ArcGIS for Desktop.....	57
Obr. 14: Erozní linie, dráhy odtoku, Atlas DMT	58

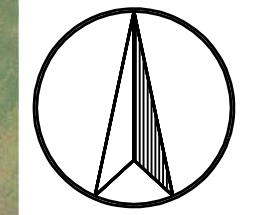
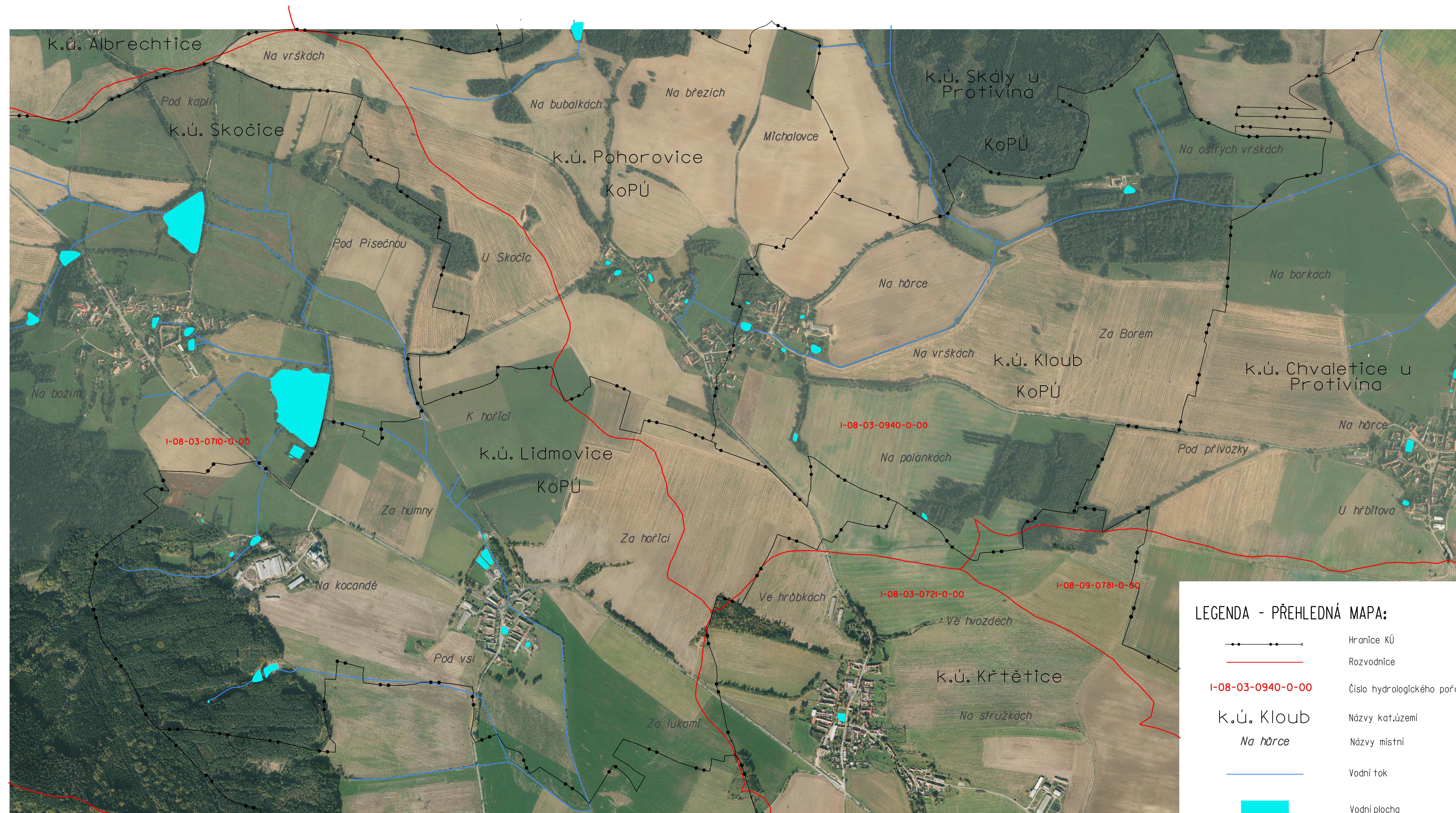
Seznam tabulek

Tab. 1: Pípné ztráty půdy dle hloubky půdy.....	26
Tab. 2: Průměrné hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny	28
Tab. 3: Hodnoty faktoru P. protierozních opatření.....	29
Tab. 4: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ.	42
Tab. 5: Průměrný měsíční úhrn srážek	46
Tab. 6: Průměrná měsíční teplota vzduchu.....	47
Tab. 7: Průměrná četnost směrů v trů v roce	47
Tab. 8: Průměrná četnost směrů v trů v období červen . srpen	47
Tab. 9: Průměrná četnost směrů v trů v období prosinec . únor	47
Tab. 10: Průměrná měsíční relativní vlhkost vzduchu	48
Tab. 11: Fenologické charakteristiky.....	48
Tab. 12: Zařazení katastrálních území do povodí IV. řádu.....	51
Tab. 13: členění území z geomorfologického hlediska	53
Tab. 14: ÚSES v území	55
Tab. 15: Osevní postup.....	59
Tab. 16: Vyhodnocení ohrožení půdy vodní erozí.....	65
Tab. 17: Porovnání smyvu DP a v KoPÚ; R = 20.....	65
Tab. 18: Porovnání smyvu DP a v KoPÚ; R = 40.....	66
Tab. 19: Protierozní osevní postup	67





Tab. 20: Navr0ená cesta C1	68
Tab. 21: Navr0ená cesta C2	72
Tab. 22: Vyhodnocení ohro0ení p dy vodní erozí po návrhu PEO.....	79
Tab. 23: Porovnání erozního smyvu p ed a po navr0ení PEO.....	80

Seznam p íloh

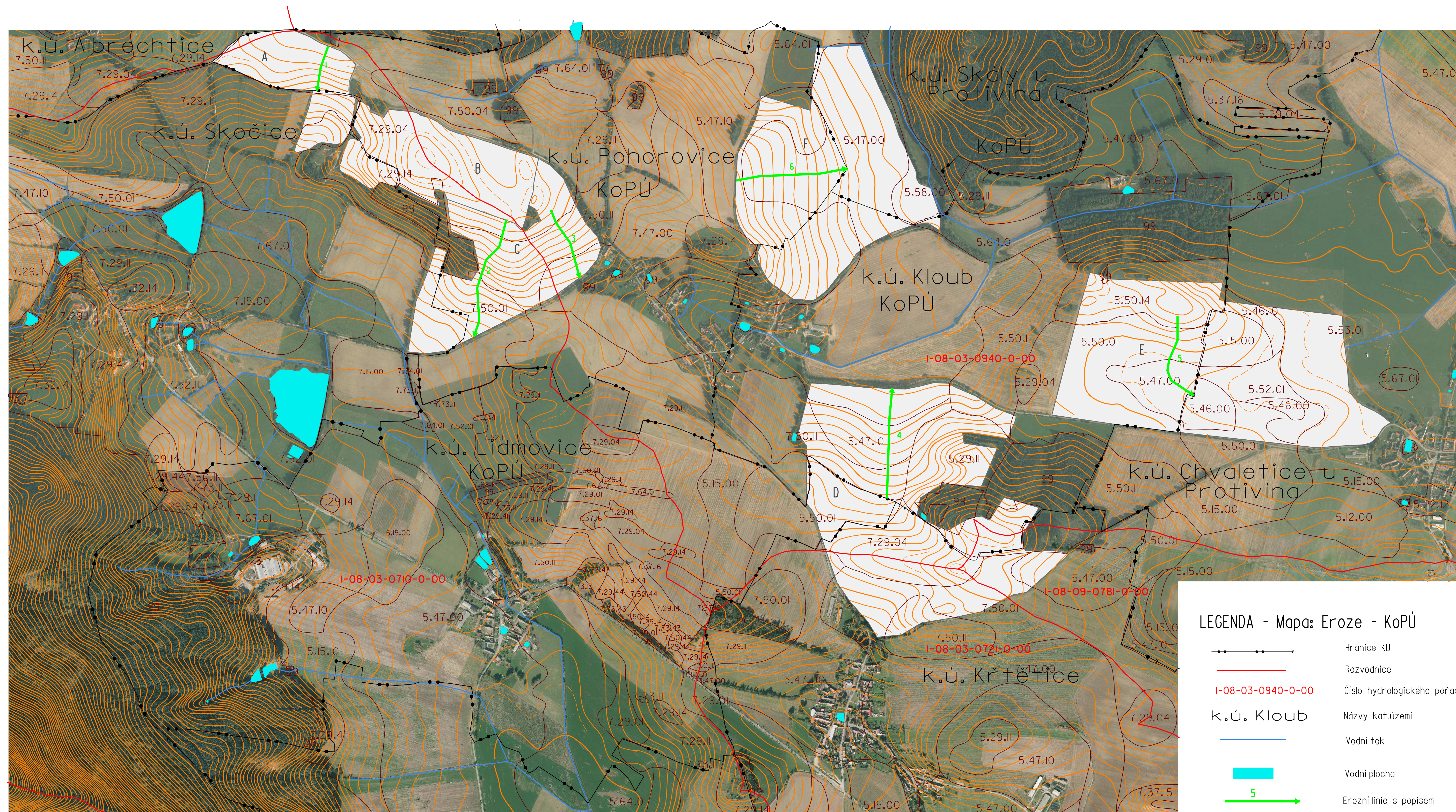
P íloha 1:	P ehledná mapa
P íloha 2:	Eroze . KoPÚ
P íloha 3:	Eroze . DP
P íloha 4:	Protierozní opat ení




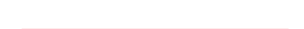










LEGENDA - PŘEHLEDNÁ MAPA:

-  Hranice KÚ
-  Rozvodnice
-  I-08-03-0940-0-00 Číslo hydrologického pořadí
-  k.ú. Kloub Názvy kat.území
-  Na hůrce Názvy místní
-  Vodní tok
-  Vodní plocha

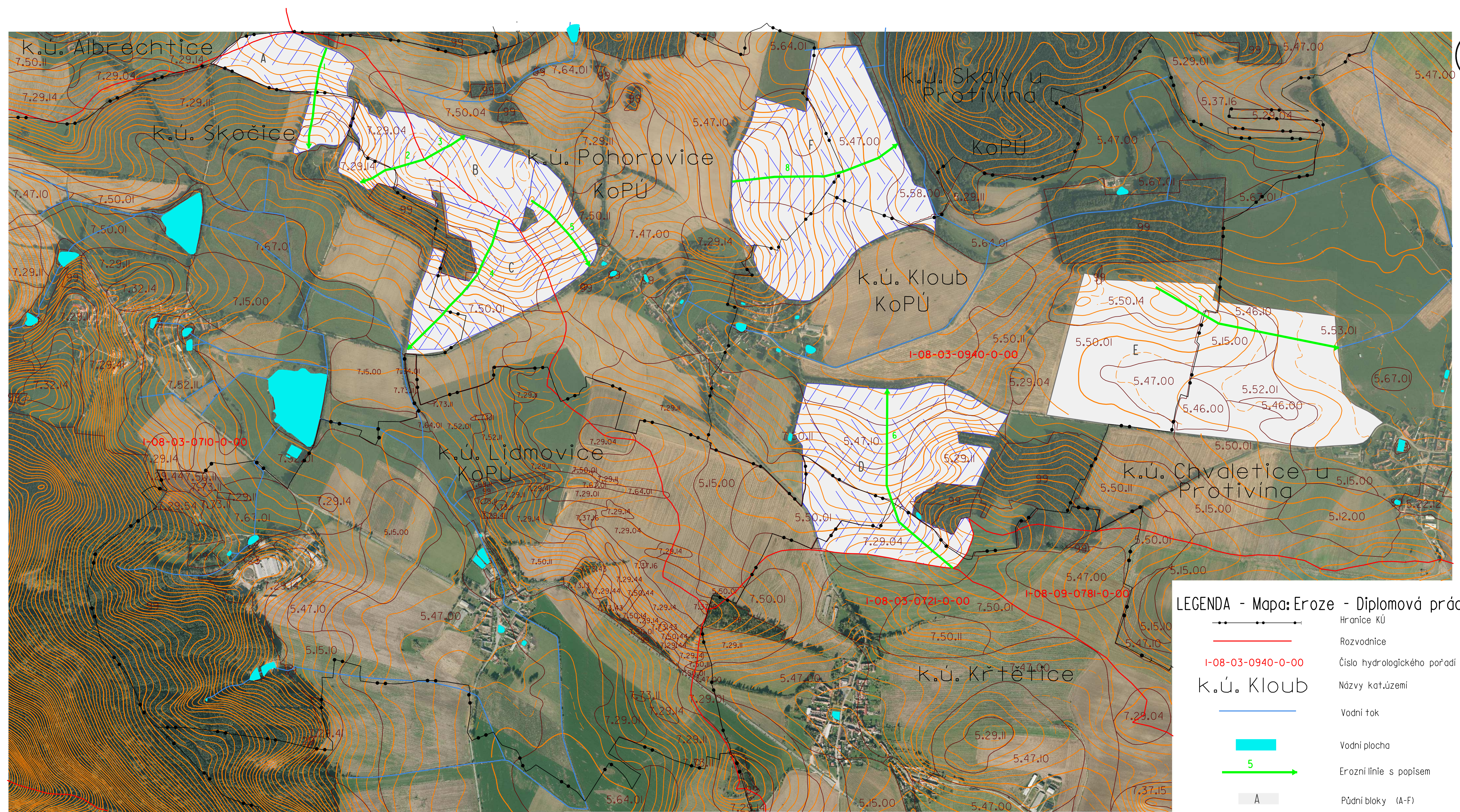
IČÚ v Českých Budějovicích Fakulta: Zemědělská Katedra: Krajinového managementu Obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí	VYPRACOVAL: Bc. Martina Hiršová VEDOUCÍ OP: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.	ČÍSLO PŘÍLOHY 1
	Diplomová práce: Pozemkové úpravy na rozhraní povodí v různých projektech pozemkových úprav	
PŘÍLOHA:	Přehledná mapa	FORMÁT 8 x A4 MĚŘÍTKO 1: 8000



LEGENDA - Mapa: Eroze - KoPÚ

-  Hranice k.ú.
-  Rozvodnice
-  Číslo hydrologického pořadí
-  Názvy kat.území
-  Vodní tok
-  Vodní plocha
-  Erozní linie s popisem
-  Půdní bloky (A-F)
-  BPEJ - plochy, linie, popis
-  Vrstevnice zdůrazněná
-  Vrstevnice základní
-  Vrstevnice dolpňková

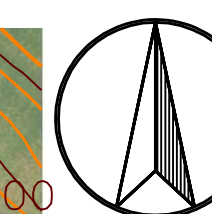
JČU v Českých Budějovicích Fakulta: Zemědělská Katedra: Krajinářského managementu Obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí	VYPRACOVAL: Bc. Martina Hiršová VEDOUCÍ OP: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.	ČÍSLO PŘÍLOHY 2
	Diplomová práce: Pozemkové úpravy na rozhraní povodí v různých projektech pozemkových úprav	
PŘÍLOHA: Eroze - KoPÚ		FORMÁT 8 x A4 MĚŘÍTKO 1: 8000















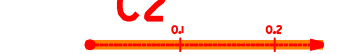










LEGENDA - Mapa: Eroze - Diplomová práce

-  Hranice KÚ
-  Rozvodnice
-  1-08-03-0940-0-00 Číslo hydrologického pořadí
-  k.ú. Kloub Názvy kat.území
-  Vodní tok
-  Vodní plocha
-  Erozní linie s popisem
-  A Půdní bloky (A-F)
-  Erozně ohrožené plochy
-  7.37.15 BPEJ - plochy, linie, popsi
-  Vrstevnice zdůrazněná
-  Vrstevnice základní
-  Vrstevnice dolpřková

JČU v Českých Budějovicích Fakulta: Zemědělská Katedra: Krajinového managementu Obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí	VYPRACOVAL: Bc. Martina Híršová VEDOUcí OP: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.	ČÍSLO PŘÍLOHY 3
Diplomová práce: Pozemkové úpravy na rozhraní povodí v různých projektech pozemkových úprav	FORMAT 8 x A4	MÉRITKO 1: 8000
PŘÍLOHA: Eroze - Diplomová práce		



LEGENDA - Mapa: Protierozní opatření

-  Hranice KÚ
-  Rozvodnice
-  I-08-03-0940-0-00 Číslo hydrologického pořadí
-  k.ú. Kloub Názvy kat.území
-  Vodní tok
-  Vodní plocha
-  5 Erozní linie s popisem
-  A Půdní bloky (A-F)
-  7.37.15 BPEJ - plochy, linie, popisy
-  Vrstevnice zdůrazněná
-  Vrstevnice základní
-  Vrstevnice dolpřiková
-  C2 Polní cesta navržena
-  V7 Výchyba
-  SI Stávající hospodářský sjezd
-  PI Propustek
-  SPI Navržené odvodnění cesty příkopem
-  OPI Stav příkop s popisem
-  OP2 Navržený příkop s popisem
-  KZ4 Krajinná zeleň - líniová, popis
-  PE01, osevní postup Organizační opatření - osevní postup, zalesnění, ztravnění
-  PE02, vrstevnicové obdělávání Agrotechnická opatření - vrstevnicové obdělávání
-  PE03, mez Technická opatření - mez

JČU v Českých Budějovicích Fakulta: Zemědělská Katedra: Krajiného managementu Obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí	VYPRACOVAL: Bc. Martina Híršová VEDOUcí OP: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.	ČÍSLO PŘÍLOHY 4 FORMÁT 8 x A4 MÉRITKO 1: 8000
Diplomová práce: Pozemkové úpravy na rozhraní povodí v různých projektech pozemkových úprav		
PŘÍLOHA: Eroze - Protierozní opatření		