

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra krajinného managementu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ JAKO PRVEK
EKOLOGICKÉ STABILITY KRAJINY

Autor: Edita Smržová

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

České Budějovice, duben 2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Edita SMRŽOVÁ**
Osobní číslo: **Z12070**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny**
Zadávající 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 podrobné literární rešerše týkající se jednotlivých technických a organizačních protierozních opatření využitelných v projektech pozemkových úprav. Bude vyhodnocena krajinná matrice a doplněná o navržená protierozní opatření. Následně bude vyhodnoceno k jakým změnám v krajinné matici došlo. Literární rešerše bude zpracována tak, aby sloužila jako kvalitní podklad pro případné zpracování diplomové práce zabývající se navazující problematikou. Bude vybrána lokalita na které budou teoretické přístupy ověřeny.

1. Literární rešerše na daná témata:

- a/ pozemkové úpravy
- b/ vodní eroze
- c/ půdoochranná opatření
- d/ protierozní opatření a jejich uplatnění v ÚSES

2. Popis a zpracování konkrétní lokality.

3. Vyhodnocení a závěr.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran textu**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

DUMBROVSKÝ, M., MEZERA, J., STRÍTECKÝ, L.: Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav, Česká komora pro pozemkové úpravy, Praha 2004, 190 stran

SKLENÍČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleníčková, 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

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


Datum zadání bakalářské práce: **17. března 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce na téma protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny, a to v nezkrácené podobě 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 toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele 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

Smržová Edita

.....

podpis

Poděkování:

Mé poděkování patří doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

Abstrakt:

Tématem této bakalářské práce je protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny. První část práce je částí teoretickou a je věnována popisu krajiny jak z obecného, tak ze zemědělského pojetí. Stručně se zaměřuje na pozemkové úpravy, a dále se věnuje erozi, posléze jednotlivým protierozním opatřením. Je zde popsán také územní systém ekologické stability a jeho skladební prvky. Ve druhé části, tedy části praktické je podrobně řešeno vybrané povodí. Jsou zde popsány údaje důležité pro toto území a současně pomocí univerzální rovnice ztráty půdy vypočítána erozní ohroženost. V případech, kde je překročena maximální hodnota, jsou navržena vhodná opatření.

Klíčová slova: Eroze, protierozní opatření, Wischmeier-Smith

Abstract:

The topic of this bachelor thesis is soil conservation measures as an element of ecological stability of the landscape. The first part is theoretical and it is devoted to describing the landscape both in general and agricultural concepts. It briefly focuses on landscape planning, and further deals with erosion, and later with the individual anti-erosion measures. There is also described territorial system of ecological stability and its syntactic elements. In the second part, which is a practical part, is dealt with the selected watersheds in detail. Important data for this area are described and simultaneously, with the aid of the universal soil loss equation, erosion risks are calculated. In cases where it exceeds the maximum value, appropriate measures are suggested.

Key words: Erosion, soil conservation measure, Wischmeier-Smith

Obsah:

1.	Úvod	9
2.	Literární přehled	10
2.1	Krajina	10
2.1.1	Obecné pojetí krajiny.....	10
2.1.2	Zemědělská krajina	11
2.2	Pozemkové úpravy.....	12
2.2.1	Význam PÚ.....	12
2.2.2	Poslání PÚ	13
2.2.3	Formy PÚ	13
2.3	Půda	14
2.4	Eroze	15
2.4.1	Druhy eroze	16
2.4.2	Výpočet erozní ohroženosti	21
2.5	Protierozní opatření:	23
2.4.3	Organizační protierozní opatření:	24
2.4.4	Agrotechnická opatření.....	27
2.4.5	Technická protierozní opatření	29
2.5	Územní systém ekologické stability krajiny	33
2.5.1	Biocentrum	34
2.5.2	Biokoridor.....	35
2.5.3	Interakční prvek	35
2.6	Protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny	35
3.	Metodika	37
4.	Charakteristika zájmového území	38
5.	Výsledky a diskuze	47
6.	Závěr	50
7.	Použitá literatura	51
8.	Seznam příloh	54

1. Úvod:

Eroze půdy patří mezi jeden z nejvýraznějších degradačních činitelů jak na území naší republiky, tak v celé Evropě. Udává se, že na území ČR je v důsledku eroze ohrožena prakticky polovina území

Budeme-li hovořit o erozi geologické, neboli normální, jde o jev přirozený, nenarušuje tedy přírodní rovnováhu, úbytek půdních částic v důsledku normální eroze je znovu doplňován utvořením nových částic z půdního podkladu. Mnohem větším problémem je však na druhé straně eroze zrychlená, která svými devastačními účinky ztrpčuje život především zemědělcům. Výskyt tohoto typu eroze se rapidně zvýšil v důsledku událostí po druhé světové válce, kdy došlo ke kolektivizaci venkova. Scelování pozemků vedlo k značnému nárůstu průměrných velikostí pozemku, na kterých pak unášecí síla vody může působit mnohem intenzivněji.

Jde o velmi vážný problém, a je třeba se jím intenzivně zabývat. Odvětví protierozní ochrany prochází v posledních letech značným rozvojem. Dnes máme k dispozici řadu možností protierozních opatření, která je třeba s rozvahou aplikovat, s cílem snížení erozní ohroženosti. Jedním z nástrojů pro uchování a obnovu ekologické stability krajiny je územní systém ekologické stability krajiny. Je příhodné propojit plán ÚSES se soustavou protierozní ochrany. Příkladem mohou být interakční prvky v podobě průlehů s doprovodnou zelení či úzkých mezí, díky kterým lze výrazně zmírnit povrchový odtok, a přitom příznivě rozčlenit rozlehlé celky orné půdy.

2. Literární přehled

2.1 Krajina

2.1.1 Obecné pojetí krajiny

Pro termín krajina existuje řada definic, dle pojetí (ekologického, geografického, historického atd.). Za krajinu lze považovat jednotný a vývojově stejnorodý územní celek (část zemského povrchu o rozloze několika km² až stovek i tisíc km², který se liší od svého okolí, který má určité klima/ mikroklima, geomorfologické charakteristiky, vodstvo, půdu, faunu, flóru i určité charakteristické, člověkem vnesené prvky) (Novotná, 2001). Můžeme se shledat s nepřeborným množstvím definic krajiny, což dokládá jak její velice složité podstaty, tak celou řadu pohledů na krajinu, která je ovlivněna mimo jiné specializací individuálních autorů. Na jedné straně je tu široká škála laických přístupů vzhledem ke krajině, na druhé straně je zde i mnoho odborných pojetí krajiny. Pohled na krajinu je odlišný ze strany architekta, zemědělce, ekonoma nebo historika, přírodovědce, zemědělce či politika (Sklenička, 2003).

Definice krajiny, kterou máme zakotvenou v naší legislativě, je definicí vědeckou a zní: „Krajina je část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky“ (zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny).

Krajina je reálně existující část povrchu naší planety, která tvoří celek kvalitativně se odlišující od ostatních částí krajinné sféry. Má přirozené hranice a vyznačuje se vnitřní stejnorodostí, individuální strukturou a zákonitým souhrnem procesů a jevů (Demek, 1974). Krajina může být lidskou činností víceméně nezasazená (Křivoklátsko, Šumava) nebo výrazně determinovaná (Severočeská pánev, střední Čechy). Kulturní krajina osídlená člověkem nemá svoji homeostázi (rovnováhu) a její stabilitu udržují ekosystémy nebo uměle člověk. Lze rozlišovat krajiny přirozené (např. nížinné, horské, stepní, lesní, jezerní) nebo umělé (urbanizované, průmyslové, zemědělské, devastované apod.) (Novotná, 2001).

Krajina na našem území byla historicky a je i v současné době ovlivňována člověkem. Pokud je člověkem ovlivňována příznivě, označujeme ji jako krajinu

kulturní. Jednostranný tlak na krajinu, který nebere v úvahu její biologický charakter, se projevuje narušováním jejích biotických a abiotických složek, což v konečné fázi vede k narušení její biologické rovnováhy nebo hodnoty. Krajina může být negativně ovlivňována i nesprávně prováděnými pozemkovými úpravami (např. nežádoucím odstraněním trvalé rozptýlené zeleně, monokulturami zemědělských plodin pěstovaných na velkých plochách nebo rušením mezí, které kompenzují vysokou přirozenou energii reliéfu (Jonáš et al., 1990).

Krajina je složitý systém, který nelze pochopit analýzou jeho jednotlivých částí, ale pouze systémovým a celostním (holistickým) přístupem. Tedy zkoumat vazby, procesy a principy (Sklenička, 2003).

2.1.2 Zemědělská krajina

S nástupem neolitu se začíná jako zcela nový krajinotvorný faktor uplatňovat i činnost člověka (Sklenička, 2003). V období mezi neolitem a současností rozlišuje Librová (1996) tři fáze vývoje z hlediska vlivu člověka na krajinu:

- Primární homeostáza- je typická pro období minimálního vlivu člověka, pro přírodní krajinu. O vegetačním krytu této etapy vypovídá geobotanická rekonstrukční mapka.
- Sekundární homeostáza- kulturní krajina minulých století charakterizována odlesněním, kultivací a urbanizací. Činnost člověka byla vesměs v ekologické shodě s přírodou.
- Terciální homeostáza- následuje po období průmyslového rozvoje a ekologicky neudržitelného využívání přírody a přírodních zdrojů. Znamená návrat přírodě blízkých postupů v zemědělství, lesnictví a vodním hospodářství, obnovu biodiverzity a ekologické rovnováhy.

Krajina se v současné době pod vlivem antropogenních pochodů a procesů mění rychleji a podstatněji než pod vlivem přírodních procesů. Míra intenzity pozměnění přírodní krajiny lidskou společností záleží zejména na těchto činitelích:

- Počtu obyvatelstva a jeho rozmístění,
- Společenském a politickém systému příslušného státu,
- Stupni industrializace a struktuře ekonomiky a úrovni vědeckotechnického pokroku,

- Energetické bázi výrobních sil,
- Délce a charakteru osídlení krajiny lidskou společností

Ve všech dosavadních vývojových etapách v důsledku oběhu hmoty a energie v krajině se krajina stále obnovovala, probíhalo samočištění odpadových hmot a byly objeveny nové přírodní zdroje. Antropogenní činnost vyvolávala většinou místní změny v krajině. V současném období je značně narušen oběh hmot a energie v krajině, přírodní systémy nestačí samočištěním odstraňovat odpadní látky a dnes známé zásoby přírodních zdrojů klesají. Antropogenní činnost vyvolává globální změny v celé krajině sféře (Kolář et al., 1979).

Čím více bylo v krajině provedeno zásahů a čím více byly tyto zásahy z hlediska ekologie krajiny neodpovědné a nevhodné, tím více byla funkce daného systému závislá na stálých vkladech člověka. Přizpůsobování krajiny zemědělskému hospodaření bylo však v dřívějších obdobích prováděno se značným citem pro uchování veškerých potřebných vztahů a vazeb. Slůvko „cit“ zde má hluboký význam, neboť bez řady vědeckých náhledů na danou problematiku a bez hlubší uvědomělé znalosti souvislostí a dějů v krajině byla odváděna práce, která z dnešního pohledu nemá žádné chyby (Kender, 2000).

Udává se, že v dnešní době je více než jedna polovina (53,8%) z celkové výměry ČR zemědělsky využívána. Jedním ze zásadních činitelů, jež podmiňuje činnost naší krajiny, je způsob zemědělství. Zásahy zemědělství do formování krajiny jsou většinou dlouhodobé a vzhledem k měřítku lidského života zároveň nevratné (Ministerstvo zemědělství, 2011).

2.2 Pozemkové úpravy

2.2.1 Význam PÚ

Hodnota pozemkových úprav je zjevná v mnoha odvětvích života jednotlivce, společnosti a dokonce celého státu. Ať už máme na mysli vlastníky pozemků, nájemce, soukromé zemědělce, nebo obec, orgány státní správy, podnikatelské subjekty, obyvatele a návštěvníky venkova (Vlasák, Bartošková, 2007). Pozemkové

úpravy tvoří komplex opatření ke zlepšení výrobních, provozních a organizačních poměrů a ekologických podmínek v řešeném území (Jonáš et al., 1990).

2.2.2 Poslání PÚ

Podle § 2 zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech se pozemkovými úpravami ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení kvality života ve venkovských, zlepšení životního prostředí, ochranu půdního fondu, vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny.

Základní účel pozemkových úprav je tedy podle uvedené citace dvojitý. Jednak vytvoření půdně ucelených hospodářských jednotek, jednak zajištění celospolečenských požadavků na tvorbu a ochranu krajiny a životního prostředí (Toman, 1995).

2.2.3 Formy PÚ

- Jednoduché pozemkové úpravy

Jedná se o přerozdělování a nové uspořádání pozemků zemědělské půdy. Nové pozemky se navrhují většinou v rámci stávajících bloků zemědělské půdy a neřeší se širší územní vztahy. Jedná se zpravidla jen o část katastrálního území a jen několik vlastníků. Tato forma JPÚ se používala např. při navrácení půdy během restitucí, kdy bylo nutné narychlo po roce 1990 umožnit hospodaření jednotlivým zemědělským subjektům (Vlasák, Bartošková, 2007).

- Komplexní pozemkové úpravy

Komplexní pozemkové úpravy jsou prováděny obvykle pro celé katastrální území, v etravilánu- jeho nezastavěné části. Je však možné, aby zasahovaly zároveň do přilehlých katastrálních území a zahrnuly tak do řešení jejich části. Výsledkem KPÚ je obnovený katastrální operát, vyřešené vlastnické vztahy a nové uspořádání pozemků, které mají vhodné tvary a jsou přístupné. Je zpracován plán společných zařízení, který obsahuje návrh systému protierozních opatření, návrh cestní sítě,

vodohospodářských opatření i prvků ke zvýšení ekologické stability krajiny (Vlasák, Bartošková, 2007).

Komplexní pozemkové úpravy mají přispět k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině a k ochraně jejich přírodních hodnot a krás. Musí současně zabezpečit tvorbu a ochranu životního prostředí. Při plánování zemědělské krajiny navrhujeme taková opatření, která zajistí její všestrannou produkční výkonnost při zachování nezbytného stupně rovnováhy celé krajiny i jejích jednotlivých složek. Pozemkové úpravy musí minimalizovat škodlivé působení především antropogenních vlivů na krajinu a ŽP. Prvořadou pozornost je třeba věnovat problematice protierozní ochrany, územním systémům ekologické stability, ochraně vod a ovzduší (Toman, 1995).

2.3 Půda

Definovat pojem půda není nikterak lehký úkol. Definice se bude lišit podle oboru působnosti člověka, který ji definuje. Odlišný názor bude mít stavební inženýr, geolog a pedolog, ale jistě i archeolog (Brtnický et al., 2012)

Sklenička (2003) uvádí pojem půda jako svrchní část povrchu země, která vzniká rozpadnutím horninového podloží za působení faktorů biologických, chemických a fyzikálních. Půda obsahuje podíl minerální (fáze pevná, kapalná a plynná) a organický (živočišné a rostlinné organizmy či jejich části, včetně humusu). Půda je živý systém s charakteristickým zvrstvením, morfologií a jakousi produkční schopností. Coby prostředí působí na živé organizmy a zároveň oni působí zpětně na ni. Vyvíjení půdy je v počátečních stádiích značně ovlivněn reliéfem a mateřskou horninou. Později se zřetelněji uplatňují faktory klimatický, biotický, případně vliv člověka.

Půda má na planetě Zemi svoje nezastupitelné místo. Bez ní by nebyl možný život. Je komplexní složkou životního prostředí, která spolu s atmosférou, biocenózou a hydrosférou tvoří ekosystém, ve kterém má půda mnoho funkcí. Tyto funkce jsou do značné míry ovlivněny půdními vlastnostmi, které rozlišujeme na vlastnosti fyzikální, chemické a biologické.

Mezi fyzikální vlastnosti řadíme zrnitost, strukturu, specifickou hmotnost půdních částic, barvu půdy, teplotu půdy, vlhkost půdy a množství vzduchu v půdě.

Z fyzikálních vlastností je dále rovněž důležitý obsah jílovitých minerálů. V zemědělské praxi nás zajímají technologické vlastnosti půdy (koheze, adheze, konzistence...).

Mezi chemické vlastnosti půdy patří obsah chemických prvků v půdě, půdní reakce, zasolenost, složení půdního roztoku a půdního vzduchu, obsah a kvalita půdní organické hmoty a stav půdního sorpčního komplexu.

Z biologických vlastností jsou nejdůležitější početnost, biomasa a aktivita různých skupin půdních organismů. Samozřejmě také respirace a její rychlost (Brtnický et al., 2012)

2.4 Eroze

Termínem eroze (denudace) označujeme destruktivní exogenní geologické procesy, modelující zemský povrch a dotvářející jeho rozmanitou topografii. Erozi jsou vystavěny všechny geologické objekty na zemském povrchu, ať již vytvořené činnostmi endogenních (vulkanická, magmatická tělesa) nebo exogenních sil (souvrvství sedimentů). Eroze je podmíněna intenzitou zvětrávání. Zvětrávání mechanické je mnohonásobně rychlejší než zvětrávání chemické, proto objemy mechanicky zvětralých hornin převyšují objemy produktů chemického zvětrávání. Zvětralé částice hornin, transportované v různých médiích (voda, vzduch, led, gravitace), proces eroze zrychlují (Kachlík, Chlupáč, 2001).

Slovo „eroze“ vychází z latinského původu a je odvozeninou slova „erodere“-rozhlodávat. Eroze se definuje jako souhrnný proces, jež zahrnuje rozrušování povrchu půdy, přemísťování a usazování uvolněných částic půdy za působení vody, či větru, ledu a dalších tzv. erozních činitelů. Eroze půdy je proces přirozený, který nelze zcela zastavit. Rozlišujeme erozi normální, jinými slovy geologickou a erozi zrychlenou. Eroze normální ustavičně proměňuje reliéf území, jde o jev přirozený a erozní procesy se dějí postupně a jsou z hlediska lidské generace prakticky nepozorovatelné. Mocnost půdního profilu se nesnižuje, eroze půdy se rovná její tvorbě zvětráváním. Činnost člověka ale tento děj většinou velmi umocňuje a nastává tak k tzv. zrychlená eroze půdy, její intenzita je 10-1000x vyšší než normální eroze (Brtnický et al., 2012).

Výskyt eroze půdy obecně je do značné míry závislý na interakci přírodních jevů a lidských činností, jako jsou typy hornin, struktura, geomorfologické prostředí, půdní podmínky, využívání půdy či množství srážek (Vijith et al., 2012).

Zásadními faktory, podmiňujícími vznik eroze zrychlené mohou být: klimatické poměry, morfologické poměry (především sklon svahů a jejich délka), odlesnění, geologické a půdní poměry, vegetační poměry a způsob, jakým je krajina využívána (nevhodné agrotechnické postupy, rozmístění stálých krajinných struktur nadměrná pastva,...). Eroze se projevuje odnosem celých vrstev (horizontů) půdy nebo jen některých částic a jejich ukládáním na jiných místech. Spolu s půdními částicemi jsou transportovány živiny a jiné mnohdy škodlivé látky.

Dochází tak zpravidla ke znehodnocování míst erodovaných (zóny transportní) i míst, na nichž dochází k sedimentaci půdních částic (zóny akumulací). Ve výsledku je snižován produkční potenciál půd. V některých případech je půda erodována zcela na matečnou horninu, případně překryta neúrodnými sedimenty. Nežádoucí důsledky eroze mohou být zaznamenány i mimo plochy, kde k erozi dochází, prostřednictvím přesunu a uložení materiálu. Výsledkem je například snížení kapacit nádrží, koryt vodních toků, potažmo rizika povodní (Sklenička, 2003).

2.4.1 Druhy eroze

Dle faktoru, způsobujícího vznik, a který působí na vývoj erozních procesů:

- Eroze vodní,
- Eroze ledovcová,
- Eroze sněhová,
- Eroze větrná,
- Eroze zemní,
- Eroze antropogenní.

Výše zmíněné typy eroze se mohou objevovat jednotlivě, či v kombinaci, tento faktor ovlivňuje vydatnost erozních procesů. V globálním měřítku způsobuje národnímu hospodářství nejzávažnější újmy eroze vodní a větrná; zvyšují se nepříznivě dopady antropogenní eroze (Holý, 1994).

- Vodní eroze

Vodní eroze je jedním z nejvýznamnějších problémů v oblasti zemědělství v Evropě. V širším pojetí pak zejména v oblasti Středomoří (Riksen et al., 2003). Vodní erozi způsobuje plošný odtok dešťových srážek. Působení srážek na průběh vodní eroze závisí na intenzitě deště, vsakovací schopnosti půd, vlhkosti půdy, sklonu svahu, erodovatelnosti půdy, neboli náchylnosti půdy k erozi a na vegetačním krytu (Slavík, 2000). Tyto faktory mají vliv na míru eroze vždy ve vzájemné kombinaci. Erozní smyv tak nastává i na blocích půdy, které sice nemají výrazný sklon, avšak pokud není přerušena délka svahu, nejsou vhodné k pěstování erozně náchylných plodin (Novotný et al., 2014). Projevuje se nevídaným smyvem půdy prostřednictvím unášecí síly vody a následným ukládáním v dolních partiích povodí. Vodní erozi nejčastěji způsobují přívalové deště, dále pak tání sněhu, či stálý (kolísavý) průtok v korytech vodních toků (Sklenička, 2003).

Vodní eroze ohrožuje více než 50% výměry orné půdy v rámci ČR. Na převážné ploše půd, které jsou ohroženy erozí, přesto není realizována žádná systematická ochrana, která by zabránila dalším ztrátám. Předpoklady pro přítomnost vodní eroze jsou v České Republice specifické- máme největší půdní bloky v Evropě, důsledkem intenzifikace zemědělské výroby v době po druhé světové válce, ve velkém se také narušily krajinné a hydrografické prvky (rozorání mezí, polních cest zatravněných údolnic, rušení rozptýlené zeleně atd.) jenž účinně bránily zrychlené erozi (Novotný et al., 2014).

Vodní eroze se vyvíjí z plošné eroze, při níž dochází k odnosu půdních částíček, k smyvu půdní vrstvy na ploše svahu, k vytváření rýžkové až brázdové eroze. Na svahu se vytváří hustá síť úzkých zářezů v půdním povrchu, do kterých se postupně soustřeďuje povrchový odtok vody. Z tohoto stupně eroze se postupně vyvíjí výmolná eroze, při které vznikají v zemském povrchu zářezy o hloubce a šířce několika metrů (erozní strže). Prouděním vody ve vodním toku a bystřinách dochází k proudové erozi, při níž se rozrušuje dno a hřbety koryt vodním proudem (Slavík, 2000).

Plošná eroze se projevuje rozrušováním a rovnoměrným smyvem půdních částic po celé ploše, tím dochází k plošnému odtoku a postupnému snižování mocnosti půdy. Tento druh eroze má výrazné selektivní působení, při kterém

vyplavuje především jemnozrnné půdní frakce, což způsobuje změnu zrnitosti půdy a také obsahu živin, které se v ní vyskytují, dochází ke zhoršení chemických a fyzikálních vlastností půdy, což úzce souvisí např. i s retenční schopností a pufrací kapacitou půd, stejně jako s jejími fyzikálními vlastnostmi, snížením úrodnosti a v konečné fázi snížením obsahu humusu jako složky podílející se významně na tvorbě půdní struktury, i snížením rezistence vůči vodní a větrné erozi, Jemnozrnné frakce půdy se pak usazují v dolní části svahu, lehčí zpravidla organické částice jsou většinou nesený až do vodoteče (Brtnický et al., 2012). Soustředěním plošného odtoku vzniká eroze rýžková, která je definována hloubkou a šířkou rýžek v řádu několika centimetrů. Brázdová eroze je typická mělkými širšími zářezy o menší hustotě výskytu než v případě rýžkové. Větším soustředěním povrchově stékající vody vznikají hlubší rýhy. Tento stupeň označujeme jako erozi rýhovou. Nadcházejícím stádiem je tzv. výmolová eroze, jež přechází místy ve stržovou erozi, jejíž příčný profil přesahuje hodnotu 1m (Sklenička, 2003). Výmolná eroze je považována za vyšší stupeň rýhové eroze. Tvoří se výmoly (mnohdy s kaskádovitými stupni), o hloubce a šířce více jak 30 cm. K výmolové erozi dochází v místech koncentrace přívalových vod, v údolínách, úžlabinách, cestách, příkopech a je ovlivněna typem terénu, plochou sběrného území a nejvíce pak půdními vlastnostmi. Stržová eroze je nejpokročilejším a nejnebezpečnějším stádiem výmolové eroze, která devastuje celá území (Brtnický et al., 2012).

- **Ledovcová eroze**

Ledovce, tvořící se nad sněžnou čarou, modelují reliéf ve vyšších zeměpisných šířkách a vysokohorských oblastech. V pleistocénu však ledovce pokrývaly rozsáhlé oblasti severní a střední Evropy a Severní Ameriky a jejich erozní a akumulární činnost zanechala v reliéfu typické tvary dodnes (Horník, 1986).

Ledovcová eroze hraje významnou roli ve tvarování vysokohorských oblastí (Pedersen et al., 2014). Eroze ledovcová je omezena na velehorské polohy (Alpy, Kavkaz, Skalisté hory aj.), v podmínkách ČR se v současné době nevyskytuje. O její existenci na našem území v době čtvrtohorního zalednění svědčí morénové sedimenty v Krkonoších (Holý, 1978).

- Sněhová eroze

Sněhová, neboli nivální eroze je způsobena pohybujícím se sněhem ve formě lavin. Erozní činnost lavin probíhá působením velkého tlaku a rychlosti sněhu. Mnohdy ničí celý zasažený pás území. Tento druh eroze může být způsoben i pozvolným pohybem nánosu sněhu po neumrzlém povrchu půdy během jarního tání. Je patrná především v podhorských oblastech (Holý, 1994).

- Větrná eroze

Větrná eroze je přírodní jev, při kterém vítr působí na povrch půdy svou mechanickou silou, rozrušuje půdní agregáty a uvolňuje půdní částice, které uvádí do pohybu a přenáší na různou vzdálenost. Po snížení rychlosti větru se částice ukládají zpět na zemský povrch. Pohyb půdních částic může být od formy aerosolu nejjemnějších částic v atmosféře, přes pohyb půdních částic skokem, při němž je přemístováno největší množství půdy, až po sunutí částic půdy po povrchu půdy (Novotný et al., 2014).

Pohyb půdních částic při větrné erozi může probíhat ve třech formách:

- pohyb nejjemnějších půdních částic ve formě prachu, které jsou větrem zvedány a přenašeny na velké vzdálenosti; vznikají pak prašné bouře (k této fázi dochází působením turbulentního proudění přízemního větru s energií, jež je schopna překonat gravitační síly půdních částic),
- pohyb půdních částic skokem, při němž dochází k přemístování největšího množství půdní hmoty,
- pohyb půdních částic sunutím po povrchu půdy, kterým se pohybují větší a těžší částice (tato fáze nastává při poklesu energie pod uvedenou mez). (Brtnický et al., 2012).

Větrná eroze má po většinou plošný účinek, výjimečně působí v pruzích ve směru proudu větru. Zásadními faktory způsobujícími větrnou erozi mohou být půdní poměry (podíl tzv. neerodovatelných částic větších než 0,8 mm, podíl jílovitých částic menších než 0,01 mm), klimatické poměry (srážky, výpar, větrné charakteristiky) a formy využití krajiny a současně vegetačního krytu. Obecně platí, že nejvíce ohrožené větrnou erozí jsou půdy lehké (písčité až hlinitopísčité), naopak

nejméně ohrožené jsou půdy těžké- jílovité půdy a jíly (Sklenička, 2003). Nejlépe odolávají účinku větru agregáty velikosti od 0,84 do 6,40 mm, naopak nejvíce větru podléhají částice půdy o velikosti od 0,25 do 0,40 mm. Velikost erodovaných částic, ztráta půdy a úbytek půdního profilu závisí však na intenzitě působení erozních činitelů- zejména tedy na aktuálním stavu půdy a povětrnostních podmínkách. Skutečně erodované mohou být i půdní částice o velikosti řádu milimetrů (Novotný et al., 2014).

Větrná eroze účinkuje rozrušováním povrchu půdy prostřednictvím mechanické síly větru neboli abrazí, odnosem rozrušených částic půdy pomocí větru- deflací a také ukládáním oněch částic v jiných místech, tedy akumulací. Procesem větrné eroze jsou na zemědělské půdě způsobeny škody odnosem ornice, hnojiv, osiv a ničením plodin (narušování zejména klíčících rostlin) apod. Další škody vznikají zanášením komunikací, vodních toků a jiných objektů, včetně znečišťování ovzduší, neboť jemné půdní částice se větrem dostávají do ovzduší a mohou být příčinou vzniku tzv. prašných bouří. Jemný prach pak vniká do místností, vyvolává plicní onemocnění, vyřazuje z provozu stroje apod. (Brtnický et al., 2012).

Pro posouzení erodovatelnosti půdy větrem lze použít vztah:

$$EV = 22,02 - 0,72 V_v - 1,69 W_v + 2,64 R_v,$$

EV: erodovatelnost půdy větrem ($g \cdot m^{-2}$),

V_v : obsah neerodovatelných půdních agregátů větších než 0,8mm (%)

W_v : poměrní vlhkost půdy (% hmot.), což je podíl momentální zásoby vody v půdě k obsahu vody odpovídající bodu vadnutí,

R_v : očekávaná rychlost větru při povrchu půdy ($m \cdot s^{-1}$).

V nomogramu je vedle rychlosti větru při povrchu půdy uveden přepočet rychlosti větru na hodnotu sledovanou v meteorologických stanicích ($km \cdot hod^{-1}$). Z nomogramu lze stanovit index erodovatelnosti I_E , který vyjadřuje poměr mezi vypočteným a přípustným množstvím odnosu půdních částic větrem. Jestliže $I_E > 1$, je nutné provést protierozní opatření.

Půdoznalecký průzkum nehodnotí obsah půdních částic <0,8 mm. Zrnitostní rozbory uvádějí obsah jílovitých částic (<0,01mm) v půdě. Proto se v projektové praxi stanovuje erodovatelnost půdy rovnicí:

$$EV = 1,254 - 0,188 J - 0,102 W_v + 1,38 R_v,$$

J: obsah částic < 0,01mm v půdě v procentech (Slavík, 2000).

- **Zemní eroze**

Zemní eroze jinak nazývaná erozní činnost suťových proudů, je tvořena suťovým materiálem prosyceným vodou. Během svého pohybu do údolí narušuje půdu i její podklad a vytváří hluboké rýhy. Materiál suťových proudů ohrožuje komunikace, technické stavby, údolní polohy, osady atd (Holý, 1978).

- **Antropogenní eroze**

Vliv člověka na vznik erozních procesů a jejich průběh je způsoben jeho zásahy do přírody. Člověk výrazně přispívá vzniku zrychlené eroze a přímo i nepřímo působí na erozní procesy. Nepřímo působí tím, že ničí přirozený vegetační půdní kryt a nahrazuje ho vegetací, která vykazuje nízký ochranný účinek, pomocí různých úprav v území soustřeďuje povrchový odtok, svým působením negativně ovlivňuje fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd, prostřednictvím odpadů půdy znečišťuje. Projevem přímého vlivu může být realizace technických staveb a samozřejmě urbanizace (Holý, 1978).

2.4.2 Výpočet erozní ohroženosti

Eroze půdy může být velice závažným problémem, jestliže rozsah smyvu půdních částic převyšuje rychlost půdotvorných procesů. Následkem toho se snižuje obsah organické složky v půdě, snižuje se sorpční kapacita a dochází k celkovému znehodnocení půdy (Hancock et al., 2014).

Ideálně vyjadřuje množstevní účinek nejdůležitějších faktorů (klíma, topografie, vegetace, půda a lidský faktor), které ovlivňují vodní erozi zapříčiněnou přívalovými dešti tzv. Univerzální rovnice určená k výpočtu průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků erozí dle Wischmeira-Smithe (Brtnický et al., 2012).

Rovnice byla formulována pro území USA za účelem zjištění dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí na jednotlivých pozemcích. Pozemkem se v této souvislosti rozumí plocha určená hydrologicky významnými prvky (vodní toky, rozvodí, příkopy) jejichž dráha povrchového odtoku není přerušena. Výsledná ztráta se zkonfrontuje s hodnotami přijatelné ztráty. Díky tomuto srovnání je možno poukázat na pozemky, které jsou z dlouhodobého hlediska vystaveny větší ztrátě půdy, tyto pozemky je pak nutné podrobit podrobnějšímu šetření z hlediska návrhu protierozních opatření (Sklenička, 2003).

Průběh erozních procesů určuje řada faktorů, jejichž kvantitativní účinek lze vyjádřit rovnicí určenou k výpočtu ztráty půdy z pozemků za působení přívalových dešťů:

$$G = R * K * L * S * C * P \text{ (t*ha}^{-1} * \text{rok}^{-1}\text{)}$$

Kde:

G- výsledná ztráta půdy v t*ha⁻¹ * rok⁻¹

R- faktor určující erozní účinnosti deště

K- faktor určující náchylnosti dané půdy k erozi

L- faktor délky svahu

S- faktor sklonu svahu

C-faktor ochranného vlivu vegetace

P- faktor účinnosti protierozních opatření

Základní podmínkou pro vznik erozního procesu je existence povrchového odtoku, jehož předpokladem je vydatnost deště větší, než obnáší zadržetí vody na povrchu půdy včetně vrstvy vegetace a vyšší okamžitá intenzita deště, než je současná intenzita vsaku (Jonáš et al., 1990).

2.5 Protierozní opatření:

Eroze půdy je přírodní proces, který nelze zcela eliminovat, ale lze jej výrazně omezit a umožnit tak trvalé využívání půd k pěstování zemědělských plodin. Půdu ohroženou erozí je třeba chránit protierozními opatřeními (Brtnický et al., 2012). Ochranu půdy před vodní erozí lze zabezpečit pomocí uplatnění protierozních opatření, které chrání půdu proti účinkům dopadajících kapek přívalových dešťů, erozně velmi nebezpečných. Zároveň podporují vsak vody, omezují zároveň unášecí síly vody, rovněž soustředěného povrchového odtoku, zpomalují, zachycují a bezpečně odvádějí povrchový odtok na ohroženém půdním bloku či jeho dílu. Soustředěný povrchový odtok je potřeba bezpečně odvést do vodoteče nebo jiného vhodného místa, kde už její účinky nejsou ničivé a je třeba zachytit smytou zeminu. Z finančního hlediska je třeba postupovat při samotném návrhu opatření proti erozi od méně nákladných a realizačně jednodušších opatření jako jsou organizační a agrotechnická k náročnějším technickým opatřením (Novotný et al., 2014).

Protierozní opatření jsou souborem organizačních, agrotechnických a technických prostředků, které by měly být adekvátně aplikovány na zemědělských půdách nebo v krajině podle konkrétních přírodních a hospodářských podmínek za účelem zachování půdy, jakožto faktoru zemědělské výroby a jako jedné z hlavních složek životního prostředí (Hůla et al., 2005).

O tom, jaký způsob ochrany je v zájmovém území vhodný rozhoduje několik faktorů, jedním z nich je jeho účinnost, hodnota smyvu, jaké chceme docílit, a také nezbytná ochrana objektů (toků a nádrží, vodních zdrojů, intravilánů měst a obcí). Zároveň je třeba respektovat zájmy vlastníků pozemků, dbát na ochranu životního prostředí a zůstat v souladu s tvorbou krajiny (Janeček et al., 2008). Převážně jde o komplex opatření organizačních, agrotechnických a technických, které se vzájemně doplňují a respektují současné základní požadavky a možnosti zemědělské výroby (Brtnický et al., 2012).

Janeček et al. (2008) uvádí, že prvním krokem k návrhu ochrany proti erozi je průzkum řešeného území, díky kterému se získávají informace o hydrologických poměrech, na základě kterých je možno stanovit erozní ohroženost, a následně je zvolen vhodný systém ochrany a v souladu s ním i jeho prvky. Díky tomuto

průzkumu je zároveň možné propojit protierozní opatření s ostatními zájmy v krajině, jako jsou pozemkové úpravy či vodohospodářské a ekologické zákroky v krajině.

Opatření bojující s vodní a větrnou erozí půdy je vhodné navrhovat jako polyfunkční, kdy současně plní např. funkci skladebného prvku ÚSES, krajino tvorného prvku, odvodnění polní cesty apod. V praxi je možné se občas setkat s jakýmsi druhem alibismu, ze strany projektanta, kdy jsou navržena opatření, která v konečném důsledku nelze vymáhat nebo kontrolovat. Jsou jimi především opatření organizačního a agrotechnického charakteru. Pokud jsou tato opatření navržena v rámci komplexních pozemkových úprav, či jiné formy krajinného plánování, po schválení neexistuje prakticky možnost se jejich dodržování dovolat. Oproti tomu opatření mající dlouhodobý či trvalý charakter jako např. delimitace kultur, protierozní meze, příkopy, průlehy apod. mají nejenom zřejmý účinek, ale nutná supervize není natolik náročná, neboť jejich vznik je spojen s jistým druhem právního aktu charakteru vkladu do katastru nemovitostí (Sklenička, 2003).

Protierozní opatření obecně rozdělujeme na organizační, agrotechnická a technická. Organizační protierozní opatření využívají ochranný účinek vegetačního pokryvu. Nadzemní části rostlin snižují kinetickou energii dešťových kapek a vytvářejí překážky povrchovému odtoku, kořeny zpevňují půdu a zlepšují její vlastnosti. Agrotechnická opatření zahrnují zásady ochranného obdělávání půdy (minimalizační technologie, obdělávání po vrstevnici, mulčování, hrázkování aj.). Při řešení protierozní ochrany v určitém povodí nejsou samostatně použita agrotechnická a organizační opatření schopna ve většině případů omezit povrchový odtok. Proto je nezbytné rozdělit svažité, plošně značně rozsáhlé pozemky s neúměrnou délkou svahu technickými protierozními opatřeními (Konečná et al., 2014).

2.4.3 Organizační protierozní opatření:

Podstatou protierozních opatření organizačního charakteru je umístění pozemků v prostoru tak, aby jejich delší strana byla položena po směru vrstevnic. Dále se snaží o příhodnou velikost pozemků a jejich tvar a také o vyčlenění parcel, u kterých se předpokládá změna druhů pozemků. Tento typ opatření společně s dalšími se objevuje v projektech komplexních pozemkových úprav.

Organizační protierozní opatření:

- Delimitace kultur, především mezi zemědělskou půdou a lesem
- Ochranné zalesnění či zatravnění
- Protierozní oseední postupy
- Pásové pěstování plodin
- Pozemkové úpravy, jejichž prostřednictvím se mění velikost a orientace pozemků a trasování polních cest (Janeček et al., 2008).

Delimitace kultur

V tomto případě jde o vylepšení prostorového a funkčního uspořádání pozemků, na kterém jsou pěstovány jednotlivé druhy kultur. Vyčleňuje zemědělský půdní fond na dílčí složky, jako je orná půdy, louky, pastviny, zahrady, sady, vinice a chmelnice (Janeček et al., 2007).

Ochranné zatravnění a zalesňování

Díky ochranným travním porostům je zvýšena drsnost povrchu, zároveň napomáhají k zadržení smyté zeminy a rychlost povrchového odtoku je díky nim snížena. Současně mohou plnit funkci zasakovacích a sedimentačních pásů, které mohou být umístěny bezprostředně na půdních blocích či jejich dílech. Šířka ochranného travního pásu podél vodního toku by měla být navrhována v násobku šířky pracovního stroje (sekačky,...) a pokud má tento travní pás plnit funkci ochrany kvality vody před erozí a zachycovat smytou zeminu, neměla by být jeho šířka menší než 6 m na každém břehu (Novotný et al., 2014).

Ochranné zalesnění je patrné buď ve formě plošné nebo ve formě ochranných lesních pásů. Vhodně zařazený hustý les, v nejlepším případě les smíšený, který obsahuje rozmanité bylinné patro a jehož půda je pokryta dostatečnou vrstvou hrabanky, přináší půdě vysokou míru protierozní ochrany. U všech převodů z kategorie luk a pastvin do lesního fondu musí být provedeno vyhodnocení botanického složení porostu příslušným odborným pracovištěm, které rozhodne, zda převod je z hlediska ochrany přírody možný (Janeček et al., 2007).

Protierozní osevní postupy

Osevní 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. Opatření protierozní organizace plodin nelze řešit a realizovat izolovaně, neboť mohou ovlivnit zabezpečení potřebných osevních ploch plodin, správné střídání plodin aj. Např. snížení ploch okopanin na erozně ohrožené půdě je nezbytné kompenzovat na ostatní méně ohrožené půdě; ovlivnění sledu na pozemcích je třeba řešit s nezbytným časovým výhledem (Kokolia, Kos, 1989).

Janeček et al. (2008) uvádí jako jednu z hlavních zásad ochrany půdy před erozí vodní, pěstování erozně nebezpečných plodin, jako je kukuřice, okopaniny a další širokořádkové plodiny na rovinných či lehce sklonitých pozemcích.

Vhodné rozmístění plodin nesoucí protierozní funkci lze považovat za všeobecnou zásadu pro ochranu půdy. Při klasickém pěstování lze plodiny podle jejich protierozní účinnosti seřadit od nejvyšší po nejnižší v tomto pořadí: travní porosty- jetel- vojtěška- obilnina ozimá- obilnina jarní- řepka ozimá- hrách- plodiny okopaninového charakteru (slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice) a dále podle těchto faktorů zvolit na pozemcích jejich náležité rozmístění.

Pásové pěstování plodin

Střídají se pásy erozně nebezpečných plodin s pásy plodin, které mají vyšší protierozní účinek o různé šířce. Pásy plodin jsou umístěny ve směru vrstevnic, jejich maximální odklon by neměl přesáhnout 30° (Novotný et al., 2014). Šířka záběru strojů, sklon a délka svahu společně s propustností půdy a její erozní náchylností patří mezi faktory, podle kterých se určí šířka pásů. Obecná doporučení ohledně jejich šířky je 20 až 40 metrů. Počet pásů je pak odvozen od délky svahu, tu je většinou potřeba přerušit pomocí příkopů či průlehů (Janeček et al., 2008).

2.4.4 Agrotechnická opatření

Protierozní opatření agrotechnického charakteru vedou ke zlepšení vsakovací schopnosti půdy, jejich prostřednictvím se sníží erodovatelnost půdy a poskytují půdnímu povrchu ochranu před přívalovými srážkami, které se vyskytují nejčastěji v letním období, kdy erozně nebezpečné plodiny vzhledem k svému vzrůstu či zapojení nekryjí půdu dostatečně (Novotný et al., 2014).

Agrotechnická opatření jsou realizována v návaznosti na navržená opatření organizačního charakteru a mají primární význam v protierozní ochraně za vynaložení minimálních finančních prostředků. Navrhují se na orné půdy, ve speciálních kulturách a při obnovách trvalých porostů s ohledem na mechanizační prostředky a jejich svahovou dostupnost (Hovorka, 1990).

Setí/sázení po vrstevnici

Přínosem v ochraně půdy před erozí může být orba po vrstevnicích, případně s drobným odklonem od nich za pomoci otočných pluhů. Ty půdu překlápějí proti svahu. Odhaduje se, že se jednou orbou otočným pluhem s ukládáním ornice proti svahu zadrží až 10 tun ornice na každý ha, která by se orbou záhonovými pluhy sunula po svahu. K protierozní ochraně také přispívá provádění dalších agrotechnických operací tímto způsobem (setí/sázení, ostatní kultivace a sklizňové práce). Podmínkou pro vrstevnicové obdělávání je možnost uplatnění mechanizačních prostředků pro jejich činnost na svahu (Brtnický et al., 2012).

Ochranné obdělávání

Podle Novotného et al. (2014) tato technologie spočívá v uchování co největšího množství posklizňových zbytků po předplodinách na povrchu půdy vytvářením nastýlky- mulče a v nenarušování půdního profilu, aby se tento mohl vyvíjet přirozeným způsobem a nadměrným provzdušňováním nedocházelo k přílišné akceleraci mineralizace živin a tím ochuzování o humus, což má ve svém důsledku dopad na zhoršování fyzikálních vlastností půd. Ochranný vliv závisí na stupni pokrytí půdy mulčem, výšce a rovnoměrnosti mulče a na způsobu zpracování půdy

Příklady možného použití ochranného obdělávání:

- Přímé setí do mulče z rostlinných zbytků předplodin
- Přímé setí do přezimující a vymrzající plodiny
- Setí do mulče meziplodin
- Výsev ochranné podplodiny v pásech a meziřadích

Přímé setí do mulče z rostlinných zbytků předplodin

Setí posklizňových zbytků předplodiny ponechané na povrchu půdy. Na podzim, se půda nezpracovává a na jaře probíhá výsev plodiny do půdy přesným secím strojem pro přímé setí do nezpracované půdy. Tato technologie je bezorebná a vyžaduje likvidaci plevelů použitím herbicidů (Brtnický et al., 2012).

Přímé setí do přezimujících a vymrzajících plodin

Na podzim se půda zpracovává kypřením nebo orbou, vhodné je zaorání organických hnojiv. Bezprostředně po tom následuje výsev meziplodiny. Na jaře se provádí výsev speciálním secím strojem pro přímé setí (Novotný et al., 2014).

Setí do mulče meziplodin

Jedná se o jednu z hlavních variant ochranného zpracování půdy, kdy se jako zdroj mulče využívá nadzemní biomasa meziplodin, a to buď strniskových- umrtvené mrazem, anebo ozimých- umrtvené chemicky (Brtnický et al., 2012).

Výsev ochranné podplodiny v pásech a meziřadích

Nejjednodušší protierozní ochranu při tradičním pěstování kukuřice na erozně ohrožených pozemcích je možné zajistit zasetím obilných pásů po vrstevnicích bezprostředně po zasetí kukuřice. Pruhy ozimé obilniny se zasejí běžným obilným secím strojem. Vhodný pro toto opatření je ozimý ječmen, protože po zasetí na jaře nemetá a tím nekonkuruje kukuřici, neboť ta velice špatně odolává v raném stádiu vývoje ostatním plodinám. Jednou z dalších možností je setí kukuřice do půdy tradičně zpracované s ochrannou podplodinou, např. ozimým žitem v meziřadí (Novotný et al., 2014).

Hrázkování

Hrázkování meziřadí brambor snižuje pravděpodobnost vzniku povrchového odtoku tím, že utváří akumulární prostory sloužící k zachycení odtékající vody na samotném území pozemku. Jde v podstatě o klasický pěstitelský postup s tou výjimkou, že ihned po výsadbě a během kultivačních zásahů je třeba provést hrázkování meziřadí za pomoci hrázkovače. Nahrnuté hrázky napříč v meziřadí mohou zadržet na pozemku se sklonem 2-8% odtok vody z dešťů o úhrnech 25-35 mm. Hrázkování pozemků se osvědčilo na svazích do 7% s maximální délkou 300m. Hrázkovač není dosud sériově vyráběn (Janeček et al., 2007).

2.4.5 Technická protierozní opatření

Protierozní opatření technického charakteru se navrhují v případech, kdy není možné ochrany proti erozi dosáhnout díky organizačním a agrotechnickým opatřením, případně tehdy, kdy se technická opatření vyhodnotí jako výhodnější. Používají se terasy, průlehy, terénní urovnávky, ochranné hrázky, příkopy, polní cesty s protierozním charakterem, protierozní nádrže, asanace strží a úvozů a doprovodné objekty (Hovorka, 1990). Tato opatření jsou zpravidla navrhována jako součást pozemkových úprav a společně s dalšími opatřeními, které zahrnuje plán společných zařízení, utvářejí kostru protierozní ochrany řešeného území, která s sebou nese jistotu permanentní účinnosti, oproti předešlým agrotechnickým a organizačním opatřením (Janeček et al., 2007).

Terasy

Terasa je protierozní opatření na svažitéch pozemcích sloužící ke zmenšení jejich velkého sklonu pomocí terénních stupňů, dále napomáhá rozdělení svahu na dílčí úseky, díky čemu nemůže povrchový odtok dosáhnout ničivého erozního účinku. Terasování napomáhá k užívání pozemků, které by jinak pro velký sklon a členitost nebylo možno současnými formami zemědělské výroby efektivně využívat. Je však třeba si uvědomit, že budování teras je vždy velkým zásahem do ekosystémů zemědělsky nevyužívaných lokalit, že dochází k narušení geologických, geomorfologických, pedologických i biologických poměrů takto upravovaného území (Kadlec et al., 2014). Z hlediska struktury se podle Novotného et al. (2014) terasy rozdělují na úzké, široké a terasové dílce. Úzké terasy pak obsahují 1-2 řady

ovocných stromů či vinné révy. Široké mohou mít 3 a více takovýchto řad, popřípadě mohou obsahovat i jiné plodiny. Terasové dílce utvářejí nepravidelné útvary, u kterých nemusí délka představovat převažující rozměr. Další rozdělení je s ohledem na stabilizaci, kde se uvádějí terasy se svahem, jenž je stabilizován technicky, prostřednictvím opěrné zdi z betonu či kamene a terasy, kde je svah stabilizován pouze vegetací. Terasy s technickou stabilizací zabírají méně místa, jsou ale finančně i technicky podstatně náročnější, terasy se zemním svahem mají větší nároky na plochu, jsou ale technicky i finančně jednodušší.

Nutná poznámka k tomuto typu opatření je, že v dnešní době se vzhledem k jeho technické i finanční náročnosti na našem území prakticky nenavrhuje. Nicméně jsou zde potíže týkající se vlastnictví pozemků ve zterasovaném území a se špatným technickým stavem teras- zborcené svahy, zaplevelení apod. (Janeček et al., 2007).

Průlehy

Jedná se o prvek s hlavní funkcí přerušení délky svahu zachycením vody s jejím neškodným odvedením nebo zasáknutím (Kadlec et al., 2014). Protierozní průleh je svou funkcí velmi blízký protieroznímu příkopu. Hlavní odlišnost spočívá v hloubce průlehu, který bývá mělčí a sklonu jeho svahů, které by neměly překročit 1:5- zpravidla se navrhuje mírnější (např. 1:10) tak, aby objekt byl přejezdný, případně i obdělávatelný. Díky požadavku na sklon svahů je průleh aplikovatelný na mírnějších pozemcích o sklonu pod 10% (Novotný et al., 2014).

Z hlediska funkčnosti jsou průlehy navrhovány jako:

- Záchytné- sloužící obvykle k ochraně pozemků před „cizí“ vodou;
- Sběrné neboli vsakovací- mající nulový nebo nízký podélný sklon; pouze na propustných půdách;
- Sběrné neboli odváděcí- odvádějící vodu z pozemku do svodných průlehu (příkopů)
- Svodné- obvykle ve formě zatravněných drah soustředěného povrchového odtoku (Janeček et al., 2008).

Terénní urovnávky

U terénních urovnávek jde především o likvidaci místních nerovností a útvarů, umístěných v terénu, jež mají značný vliv na směr a soustředování povrchového odtoku. Většinou se v praxi jedná o eliminaci mělkých údolnic na území pozemků (Kadlec et al., 2014). Provádění terénních urovnávek je zpravidla možné pouze na dostatečně hlubokých půdách (Janeček et al., 2008).

Zatravnění údolnice

Následkem morfologické pestrosti zemědělské krajiny dochází v období přívalových dešťů či jarního tání v úžlabinách a údolnicích k přirozenému soustředování vody odtékající po povrchu. Pokud tyto dráhy nejsou chráněny trvalým travním porostem, jsou zde proudící vodou způsobeny hluboké erozní rýhy. Proto je nutné tyto možné dráhy soustředěného odtoku chránit co nejefektivněji vegetačním pokryvem, ideálně v podobě zatravnění (Janeček et al., 2007).

Protierozní hrázky

Holý (1978) uvádí, že protierozní účinnost hrázek spočívá v zachycení povrchového odtoku systémem nízkých zemních hrázek. Voda zachycená odváděcími hrázkami (navrhovanými v podélném sklonu až 10%), se odvádí mimo zájmové území; voda zachycená vsakovacími hrázkami s nulovým podélným sklonem vsákne do půdy. Hrázky mohou být přejezdné, se sklonem svahů min 1:5, nebo nepřejezdné, se sklonem svahů 1:1,5. Podle Janečka et al. (2008) mají být hrázky opatřeny vypouštěcím zařízením, jež zabezpečí odtok poměrně čisté vody, po usazení půdních částic před hrázkou a zadržení plovoucích předmětů pomocí ochranné mříže neboli česlí, které jsou před vypouštěcí zařízení osazeny. Ochranné hrázky nahrazují málo účinné vrstevnicové meze a jsou budovány především v místech s malým podélným sklonem, v důsledku kterého jsou zanášeny příkopy a průlehy. Je-li pro vypouštěcí zařízení zvoleno vhodné místo, může se měnit zároveň i místo odtoku.

Příkopy

Protierozní příkop je liniový prvek, umístěný na pozemku v místě nutného přerušení svahu. Může být kombinován s dalšími liniovými prvky v krajině (mezí, cestou, pásovým obděláváním, biokoridorem apod.). Příkop je na pozemku vrstevnicově orientován s mírným podélným sklonem (Kadlec et al., 2014). Příkopy jsou vytvářeny jako otevřené, zpevněné nebo nezpevněné, s příčným profilem lichoběžníkového tvaru (Janeček et al., 2007). Protierozní příkopy jsou využívány pro obohacení hydrografické sítě, která slouží k zachycování a následnému odvádění povrchové vody a splavenin. Z pohledu funkce se navrhuji:

- Záchytné neboli obvodové- sloužící k ochraně pozemků proti přítoku vnějších vod, především z lesů;
- Sběrné- sloužící k zachycení vnitřních vod, obvykle k omezení nadměrné souvislé délky povrchového odtoku na pozemku;
- Svodné- zajišťující neškodný odtok do recipientů (Janeček et al., 2008).

Co se týče omezení využívání pozemků, je třeba počítat s tím, že pokud je třeba příkop překonávat mechanizací, je nutno k tomu vybudovat hospodářský přejezd (propustek) nebo jiný vhodný objekt odpovídající danému typu mechanizace. Tento travní pás by měl být pravidelně sečen tak, aby si udržel maximální drsnost (Kadlec et al., 2014). Vyšší tráva při povrchovém průtoku snadněji polehne a pak funguje jako došková střecha s minimální drsností. Proto je vhodné, aby v pásu nebyly sázeny stromy, neboť pod nimi nelze udržet a udržovat kvalitní drn (Novotný et al., 2014).

Protierozní nádrže

Protierozní nádrže jsou považovány za velmi účinné opatření regulující odtok vody z povodí a zachycující transportované splaveniny. Nádrže by však měly být navrhovány pouze tam, kde i přes opatření provedená v povodí dochází k ohrožení intravilánu obcí a důležitých staveb a ke zvýšenému transportu látek, zejména do povrchových zdrojů pitné vody (Janeček et al., 2008). Protierozní nádrže, jež jsou převážně rybníčního typu plní podle Cablíka a Jůvy (1963) čtyři základní funkce:

- Zadržují nárazový odtok povrchové vody, čímž chrání níže ležící území před vznikem výmolové eroze,
- Zachycují splaveniny,
- Zvyšují a ustalují erozní základnu příslušného sběrného povodí,
- Zlepšují vláhový režim půdy a ovzduší, čímž zvětšují protierozní odolnost.

Protierozní nádrže rybničního typu lze zřizovat jako dočasné, nebo trvalé. Dočasné nádrže se po zanesení neobnovují, zanesená plocha se mění kultivací v pole, louku nebo les. Trvalé nádrže musí plnit nejen funkci protierozní, ale musí umožnit i další využití, jež závisí na časovém průběhu zanášení. Při určitém stupni zanesení nádrže se se zřetelem na její další funkce splaveniny odstraňují (Holý, 1978).

K dosažení maximální účinnosti nádrží je důležitá velikost záchytného prostoru. Musí dosahovat takových rozměrů, aby byl schopen zachytit množství vody z přívalových dešťů eventuálně z jarního tání o průměrné době opakování nejméně padesát let, z nádrže po usazení splavenin odtéká poměrně čistá voda oprostěná o nerozpuštěné látky. Vzhledem k tomuto nároku lze stavbu těchto nádrží realizovat jen v malých povodích. S ohledem na kvalitu vody patří mezi výhodnější typy nádrže suché (Janeček et al., 2007). Suché nádrže podle Kadlece et al. (2014) vytvářejí vymezený ochranný prostor, který se plní při průchodu povodňové vlny za současného odtoku vody odpadním potrubím a který se po odeznění povodňové vlny vyprázdňuje. Jsou průtočné, situované na vodním toku. Plocha zátopy je v období běžných průtoků zpravidla zemědělsky využívána.

2.5 Územní systém ekologické stability krajiny

Každé území má jinou ekologickou stabilitu. V území intenzivně využívaném pro zemědělskou výrobu bude pravděpodobně ekologická stabilita velmi nízká, většina pozemků bude v kategorii orná půda. V takovém případě je pro zvýšení ekologické stability nutné do návrhu pozemkové úpravy zařadit alespoň prvky ÚSES, které jsou minimem pro zachování přírodního prostředí alespoň v malém měřítku (Vlasák, Bartošková, 2007).

Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny udává definici ÚSES takto: územní systém ekologické stability krajiny je vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Rozlišuje se místní, regionální a nadregionální systém ekologické stability.

ÚSES je vybraná soustava ekologicky stabilnějších částí krajiny, účelně rozmístěných podle funkčních a prostorových kritérií. Kritéria představují hlavně: rozmanitost přírodních (přirozenému stavu blízkých) ekosystémů, prostorové vazby (prostřednictvím koridorů či kontaktních ploch), prostorové parametry (minimální plochy biocenter, minimální šířky a maximální délky biokoridorů), aktuální stav krajiny (např. stupeň narušení člověkem) a společenské limity a záměry umožňující (omezující) rozvoj, konstrukci a kompletování uceleného systému (Novotná, 2001).

Skladební prvky ÚSES

- Biocentrum
- Biokoridor
- Interakční prvek

2.5.1 Biocentrum

Část krajiny, která svou zachovalostí, příhodnými podmínkami a ekologickou rozmanitostí umožňuje výskyt přirozených biocenóz, vzácnějších druhů organismů apod. Původní biotopy se již v naší krajině nevyskytují, takže se spokojujeme s krajinnými biocentry alespoň poněkud přirozenými. Rozdělujeme je na biosférické, nadregionální, regionální a lokální (Novotná, 2001). Předpokladem dobré funkce ekologicky stabilnějších segmentů, především biocenter, je jejich vzájemné propojení prostřednictvím biokoridorů. Zároveň s biocentry a biokoridory se vymezují interakční prvky, pro které se využívají již existující plochy a linie (Toman, 1995).

2.5.2 Biokoridor

Lineární úsek krajiny s vyšší ekologickou bohatostí, který umožňuje migraci organismů, spojuje biocentra a vytváří územní systém ekologické stability krajiny. Území nemusí umožňovat rozhodující části organismů trvalou nebo dlouhodobou existenci, avšak umožňuje jejich migraci mezi biocentry. To ovšem neznamená, že v biokoridorech nemohou žádné organismy trvale žít (Novotná, 2001).

2.5.3 Interakční prvek

Významný krajinný prvek, tvořící a umožňující podmínky pro existenci rostlin a živočichů, kteří významným způsobem ovlivňují fungování ekosystému v kulturní krajině. V místním ÚSES jsou zprostředkovatelem kladného vlivu biocenter a biokoridorů na přilehlou ekologicky méně stabilní krajinu. Pro různé druhy organismů zajišťují pokladnu, úkryt, místo pro rozmnožování a slouží jejich orientaci. Jsou tak podmínkou pro vznik regulačních mechanismů, čímž zvyšují ekologickou stabilitu krajiny. Příkladem interakčních prvků mohou být remízky, skupiny stromů, vysokokmenné sady a aleje, drobná prameniště a jiné. Hustší síť interakčních prvků zajišťuje účinnější stabilizační význam ÚSES. Velmi často jsou izolovány v prostoru a jejich rozloha je menší než u biocenter a biokoridorů (Maděra, Zimová, 2005).

2.6 Protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny

Protierozní opatření vedle uvedených základních funkcí mají spolu s doprovodnou dřevinnou zelení význam i z hlediska krajiny estetického a ekologického. Systém liniových technických protierozních prvků v kombinaci se zelení může fungovat v krajině i jako významná součást územních systémů ekologické stability (Janeček, 2012).

Protierozní ochraně je v současné době nutno věnovat zvýšenou pozornost. Je třeba začít s nápravou způsobených škod. Vhodné prostorové a funkční rozmístění protierozních opatření v zájmovém území je společně s návrhem nové cestní sítě a ÚSES jedním ze zásadních kroků v návrhu KPÚ (Dumbrovský, 2004).

Krajina, ve které jsou jednotlivé monofunkční plochy co nejmenší, mají pestrou škálu funkcí a jsou od sebe izolovány prostřednictvím ploch a linií programově

polyfunkčních, má nejvyšší předpoklad vyrovnávat se se stresy, jímž je dlouhodobě vystavována. ÚSES plní celou řadu funkcí, jež jsou v krajině potřebné. Mimo jiné může vytvářet síť protierozních prvků a může příznivě ovlivnit poměry odtoku v krajině (Maděra, Zimová, 2005).

3. Metodika

Pro praktickou část této práce bylo zvoleno povodí Chmelenského potoka, které se nachází v Jihočeském kraji, konkrétně v okrese Český Krumlov. Chmelenský potok pramení v místě zvaném Plešný, má celkem 8 nepojmenovaných přítoků. Převládají zde levostranné přítoky. Na povodí najdeme dva nepojmenované rybníčky a dále rybníky Novoveský a Podnovoveský. Povodí má rozlohu 20 km², a délka samotného toku dosahuje 9,26 km. Číslo hydrologického pořadí povodí: 1-06-01-2040-0-00. Ústí do Křemežského potoka.

Pro výpočet erozní ohroženosti na dílčích půdních blocích na území Chmelenského potoka byla použita rovnice sestavená W. H. Wischmeierem a D. D. Smithem.

Tvar rovnice pro výpočet ztráty půdy:

$$G = R * K * L * S * C * P \text{ (t* ha}^{-1}\text{* rok}^{-1}\text{)}$$

Ve které:

G= průměrná dlouhodobá ztráta půdy

R= faktor erozní účinnosti deště

K= faktor náchylnosti půdy k erozi

L= faktor délky svahu

S= Faktor sklonu svahu

C= faktor ochranného vlivu vegetace

P= faktor účinnosti protierozních opatření (Jonáš et al., 1990).

Vypočtená hodnota je dlouhodobá průměrná roční ztráta půdy a udává množství půdy, které bylo na pozemku uvolněno plošnou vodní erozí, nezahrnuje však její ukládání na pozemku či na plochách ležících pod ním. Rovnice se nedoporučuje používat pro kratší než roční období a pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivých srážek nebo z tání sněhu (Janeček et al., 2007).

Půdy	Hloubka půdního profilu (cm)	Přípustná ztráta půdy (t* ha ⁻¹ * rok ⁻¹)
Mělké	<30	1
Střední	30-60	4
Hluboké	>60	10

Tab.1. Hodnoty přípustné ztráty půdy v ČR (Janeček et al., 2008).

4. Charakteristika zájmového území

Povodí Chmelenského potoka

- číslo hydrologického pořadí: **1-06-01-2040-0-00**
- celková plocha povodí: 19,7 km²
- CHKO Blanský les
- Jihočeský kraj
- okres Český Krumlov
- povodí se nachází jihozápadně od Č. Budějovic a severně od Č. Krumlova

Charakteristika přírodních podmínek

Klimatické poměry

Srážky

- roční průměrný úhrn srážek: 600 - 650 mm
- průměrný úhrn srážek za vegetační období (duben – září): 400 – 450 mm
- průměrný počet dnů s bouřkou: 24 – 27 dní
- průměrné roční rozdělení srážek:

leden 0 - 20mm

únor 0 – 30mm

březen 30 - 40 mm

duben 30 – 40 mm

květen 60 – 80 mm

červen 80 – 100 mm

červenec 80 – 100 mm

srpen 60 – 80 mm

září 40 – 50 mm

říjen 30 – 40 mm

listopad 30 – 40 mm

prosinec 0 – 30 mm

Teploty

- průměrná roční teplota vzduchu: 7 – 8°C

- průměrné roční rozdělení teplot:

leden -4 - -3°C

únor -3 - -2°C

březen 0 – 1°C

duben 4 – 5°C

květen 9 – 10°C

červen 10 – 11°C

červenec 15 – 16°C

srpen 15 – 16°C

září 10 – 11°C

říjen 6 – 7°C

listopad 1 – 2°C

prosinec -2 - -1°C

- průměrná teplota za vegetační období (duben – září): 12 – 13°C

- průměrný počet mrazových dnů: 120 – 130 dnů

Směr a síla větru

- relativní četnost směrů:

léto (červen- srpen):

S – 2,6%

SV – 7,7%

V – 10,9 %

JV – 1,7 %

J – 2,4 %

JZ – 7,4 %

Z – 41,2 %

SZ – 10,0 %

Bezvětří – 16,1%

zima (prosinec – únor):

S – 2,9 %

SV – 7,2 %

V – 6,8 %

JV – 2,3 %

J – 2,3 %

JZ – 9,7%

Z – 44,1 %

SZ – 14,6 %

Bezvětrí – 10,1 %

rok:

S – 3,2 %

SV – 7,4 %

V – 10,8 %

JV – 2,7 %

J – 3,0 %

JZ – 8,8 %

Z – 39,7 %

Z – 11,7 %

Bezvětrí – 12,7 %

Nejvíce převládá západní vítr s průměrnou četností za rok 11,7 %.

Nejméně zde vane vítr jihovýchodní (průměrná roční četnost 2,7%).

Vlhkostní poměry:

Vláhový index: LDF (Langův dešťový faktor) = $624 / 6,9 = 90,4$

Podle tohoto indexu se jedná o humidní oblast, tedy klimaticky vlhké podnební území v němž převažuje množství srážek nad výparem.

Klimatický index: $MVJ = [624 - 30 * (6,9 + 10)] / 6,9 = 16,9$

Podle indexu Minářova vláhová jistota se jedná o přechodnou oblast. Tzn., že průměrně každý padesátý rok dojde k vláhovému deficitu.

Fenologické poměry:

- počátek polních jarních prací – 21. – 30.3.
- počátek setí jarního ječmene – 26.-30.3.
- počátek senosečí - 6.-10.6.
- rozkvět ozimého žita – 6. – 10.6.
- počátek žní ozimého žita – 16. – 20.7.
- počátek setí ozimého žita – 26. - 30.9.

Hydrologické poměry

Hlavní vodní tok: Chmelenský potok

Číslo hydrologického pořadí povodí: 1-06-01-2040-0-00

Rozloha povodí: 20 km²

Délka toku: 9,26km

Chmelenský potok pramení v lese v místě zvaném Plešný v nadmořské výšce cca 678 m n.m. Protéká obcemi České Chalupy (u níž se vlévá do dvou malých nepojmenovaných rybníčků o rozlohách 0,2ha a 0,5ha), Nová Ves, kde se vlévá do Novoveského rybníka o rozloze 3,4 ha, a za Novou vsí do Podnovoveského rybníka o rozloze 19,3 ha. Dále protéká obcí Chmelná a ústí do Křemžského potoka, jehož je levým přítokem.

Má celkem osm nepojmenovaných přítoků pramenících převážně v nadmořské výšce 600 – 650 m n. m. Levostranné přítoky převládají - je jich šest, zatímco pravostranné přítoky jsou pouze dva.

Nedaleko Nové Vsi (0,5km od obce) se nachází čistírna odpadních vod. Vrt 4H129b, nadmořská výška 573 m n. m.

V povodí nejsou zavlažované ani drenážované pozemky.

Půdní poměry

Určování podle BPEJ:

Povodí se nachází v mírně teplém, vlhkém regionu.

Expozice je především všesměrová, méně pak na jih.

Sklonitost - mírný až střední svah; podél Chmelenského potoka rovina

Půdní typy:

- podél Chmelenského potoka fluvizemě glejové, glej modální
- na většině území pak převládají kambizemě modální eubazické až mezobazické
- pouze na cca 2% území – pseudoglej modální

Hloubka půdy:

- podél toku – hluboká; na většině území středně hluboká až hluboká skeletovitost – většinou slabě skeletovité

Popis území

Povodí se nachází v CHKO Blanský les. Je téměř z poloviny (45%) pokryto lesy, přičemž zaujímají bezmála 9 km². Území je členité, je zde mnoho vrchů – např.: Chlumečský vrch, Vinná, Švelhán, Štěnice, Výhledy, Vysoký Kořen, Mackův vrch, Vysoká. V povodí se nachází obce: Chlumeček, Bohouškovice, Stupná, Chmelná, Nová Ves, České Chalupy. Území je využito pro zemědělské účely. Na území povodí je krom lesů velká část orné půdy, dále pak louky a pastviny. Kolem cest jsou listnaté stromy, zejména jasan, javor, bříza ale i dub. Obce propojují silnice III. třídy, které jsou v dobrém stavu. Dále jsou zde místní a účelové komunikace.

Hospodářské využití území

Charakteristika zemědělské výroby

- Výrobní oblast v povodí Chmelenského potoka je obilnářská.
- V osevním postupu se střídají ječmen, pšenice, žito, brambory, ječmen.
- Na pozemcích hospodaří jak soukromníci, tak družstvo ZD Podklet'an Křemže.
- Na povodí nejsou žádné speciální druhy pozemků.

- Pozemky jsou obdělávány klasickou orbou.
- Jsou používány traktory, kombajny.
- Specializace živočišné výroby: hovězí, vepřový dobytek.

Chmelná – vepřín

Stupná – kravín

Chlumeček, České Chalupy – hovězí dobytek – u soukromníka

Mezi Novoveským a Podnovoveským rybníkem se pase hovězí dobytek.

Specifické chovy zde nejsou.

(Lze zahlédnout drobný chov ovcí, ale pouze pro vlastní potřebu, spíše na spásání svého pozemku.)

Charakteristika lesní výroby

Lesy jsou jehličnaté – smrkové a borové; zaujímají 45% území povodí.

Jsou převážně ve vlastnictví státního podniku Lesy ČR, malé procento vlastní soukromníci, především lesy kolem polí a luk. Účel lesa je především hospodářský, ale i ochranný a půdoochranný (zalesněné stráně podél vodních toků apod.)

Zdravotní stav lesů je obecně velmi dobrý.

Ostatní využití území

Poblíž obce Chmelná na severovýchodním svahu vrchu Vinná se nachází sjezdovka. Lyžařský vlek provozuje organizace SDH Chmelná. (nadmořská výška 550 – 600 m n. m.)

Na Skalce (východně od Nové Vsi) je pak pro turisty zajímavý Svatováclavský pramen – studánka s kamennou sochou dívky.

Popis navrženého ÚSES v povodí Chmelenského potoka

Biocentrum č. 1

- typ společenstva: lesní
- rozloha: 6,23 ha
- nachází se západně od Nové Vsi
- Biocentrum č. 1 je tvořeno smíšeným lesem, ve kterém však převládají jehličnany – borovice, smrky. Navrhují ponechat lesní společenstvo přirozené selekci

Biocentrum č. 2

- typ společenstva: lesní
- rozloha: 3,15 ha
- nachází se 175m od Podnovoveského rybníka
- Biocentrum č. 2 je zčásti tvořeno rozptýlenou zelení (listnaté i jehličnaté stromy) a z části TTP

Biocentrum č. 3

- typ společenstva: lesní
- rozloha: 3,58 ha
- nachází se jihovýchodně od Podnovoveského rybníka
- Biocentrum č. 3 je tvořeno částí jehličnatého lesa s občasnými listnatými stromy

Biocentrum č. 4

- typ společenstva: lesní
- rozloha: 3,32 ha
- nachází se přibližně 370 m jižně od Podnovoveského rybníka
- Biocentrum č. 4 je tvořeno smíšeným lesem

Biocentrum č. 5

- rozloha: 3,30 ha
- nachází se mezi obcemi Chmelná a Vinná
- navrhuji vysadit TTP, čímž se vytvoří větší půdní blok TTP, na kterém doporučuji extenzivní hospodaření

Biokoridor č. 1

- spojuje biocentrum 1 a 3
- šířka 21,4 m
- délka 875 m
- v první části lemuje břeh rybníka, kde jsou vysázeny jako doprovodný porost vrby a topoly, které navrhuji ponechat přirozenému vývoji a zasahovat pouze ve výjimečném případě. Poté BK pokračuje po TTP a dále po orné půdě, kde navrhuji vysadit TTP v šíři 20 m až do biocentra č. 1. V místě, kde končí TTP přerušuje biokoridor v délce 4 m polní cesta.
- dále navrhuji v oblasti blízké biokoridoru v části nedaleko BC1 orbu po vrstevnici

Biokoridor č. 2

- spojuje biocentrum 2 a 3
- šířka 20,9m
- délka 453 m
- tvořen trvalým travním porostem a z jedné poloviny lemuje břeh Podnovoveského rybníka

Biokoridor č. 3

- typ společenstva: luční
- spojuje biocentrum 3 a 4
- šířka 19,9m
- délka 443m

Biokoridor č. 4

- typ společenstva: vodní
- spojuje biocentrum 3 a 5
- šířka 21,8 m
- délka 1574 m
- navrhuji doplnit břehovou výsadbu po jedné straně olší a vrbou

Interakční prvek č. 1

- nachází se v obci Bohouškovice
- navrhuji průleh, dno: 3m, břehy: 2m, mírný sklon 1:8

- na dně průlehu navrhuji výsadbu keřového a stromového patra sloužícího jako úkryt pro zvěř.
- povrch průlehu: TTP
- jedná se o sběrný průleh, který je zaústěn do bezejmenného potoka
- průleh je mírně odkloněn od vrstevnic, aby mohla voda plynule ústít do potoka.

Kostra ekologické stability

VÝPOČET SES

SES (k)	plocha (P) [m ²]	P*K
0	1 000 645	0
1	6 291 518	6291518
2	1 218 467	2436934
3	1 868 211	5604633
4	9 259 944	37039776
5	64 041	320205

Pzú	19 702 826
$\sum(P*K)$	51 693 066

SES	2,62
------------	-------------

Zastoupení jednotlivých kultur (LAND USE)

Výměra jednotlivých kultur a přiřazení hodnoty SES

kultura	rozloha (m ²)	SES
cesta	258 524	0
Les	8 566 575	4
orná půda	6 291 518	1
rozptýlená zeleň	37 308	3
rozptýlená zeleň	243 273	4
TTP	1 175 839	2
TTP	1 830 903	3
TTP	252 308	4
vodní plocha	42 628	2
vodní plocha	197 788	4
vodní plocha	64 041	5
zástavba	742 121	0

5. Výsledky a diskuze

V zájmovém území byly vymezeny půdní bloky, pro které byla pomocí rovnice dle Wischmeiera a Smithe vypočítána průměrná dlouhodobá ztráta půdy z pozemků.

Tuto hodnotu porovnáme s maximální přípustnou ztrátou z daného pozemku, a poté je naším úkolem zvolit vhodná protierozní opatření pro snížení této hodnoty. Protierozní opatření řešíme v rámci územního systému ekologické stability krajiny.

Vymezené půdní bloky a vypočtená hodnota G

pb	HPJ	R	K	delka	L	prev.	sklon v %	S	C	P	G
4	53	40	0,33	223,57	3,2	16	7,16	0,73	0,126	1	3,88
5	29	40	0,32	396,58	4,19	24	6,05	0,58	0,126	1	3,92
10	53	40	0,33	198,74	3	15	7,55	0,77	0,126	1	3,84
10	53	40	0,38	209,35	3,03	13	6,21	0,6	0,126	1	3,48
11	53	40	0,38	240,14	3,3	15	6,25	0,62	0,126	1	3,92
13	53	40	0,38	212,19	3,1	12	5,66	0,51	0,126	1	3,03
13	53	40	0,38	312,08	3,71	32	10,25	1,2	0,126	1	8,53
15	41	40	0,33	290,95	3,6	17	5,84	0,53	0,126	1	3,17
15	41	40	0,33	703,48	5,65	32	4,55	0,4	0,126	1	3,76
15	41	40	0,33	488,26	4,7	27	5,53	0,49	0,126	1	3,83
15	41	40	0,33	323,53	3,72	14	4,33	0,36	0,126	1	2,23
18	29	40	0,32	322,93	3,74	14	4,34	0,36	0,126	1	2,17
20	58	40	0,42	131,15	2,41	7	5,34	0,47	0,126	1	2,40
20	58	40	0,42	133,92	2,42	7	5,23	0,46	0,126	1	2,36
22	41	40	0,33	223,07	3,19	8	3,59	0,31	0,126	1	1,64
24	41	40	0,33	210,95	3,1	20	9,48	1,09	0,126	1	5,62
26	57	40	0,45	483,95	4,7	18	3,72	0,33	0,126	1	3,52
26	57	40	0,33	163,5	2,65	13	7,95	0,83	0,126	1	3,66
26	57	40	0,45	82,77	1,92	3	3,62	0,31	0,126	1	1,35
26	57	40	0,45	210,76	3,09	9	4,27	0,37	0,126	1	2,59
32	57	40	0,45	190,03	3	8	4,21	0,36	0,126	1	2,45
32	57	40	0,42	155,92	2,68	16	10,26	1,19	0,126	1	6,75
36	58	40	0,42	307,8	3,7	11	3,57	0,3	0,126	1	2,35
40	58	40	0,42	56,01	1,6	2	3,57	0,3	0,126	1	1,02
42	57	40	0,45	141,76	2,5	8	5,64	0,52	0,126	1	2,95
42	57	40	0,42	210,2	3,09	14	6,35	0,61	0,126	1	3,99
46	57	40	0,45	439,36	4,4	17	3,87	0,33	0,126	1	3,29
48	57	40	0,42	319,12	3,71	18	5,64	0,52	0,126	1	4,08

Tab.2 Vymezení půdních bloků a drah soustředěného odtoku

V zájmovém území byla maximální přípustná hodnota překročena celkem na třech pozemcích, jak je zřejmé z výše uvedené tabulky. Jde o pozemky č. 13, 24. a 32. V několika dalších pozemcích se hodnota G přibližuje maximální přípustné hodnotě. Tyto výsledky lze přičíst několika různým faktorům. Jedním z nich může být hodnota faktoru R, tedy faktoru erozní účinnosti dešťů. Ve starších publikacích uvádí Janeček hodnotu faktoru R vhodnou pro ČR 20, nicméně podle nové metodiky z roku 2012 doporučuje hodnotu 40, následkem čeho se hodnota G zdvojnásobí.

Dalším faktorem může být nevhodné hospodaření na daném území, jak uvádí Holý (1978), intenzifikace zemědělské výroby vede k vytváření velkých, jednotně obdělávaných a osévaných celků, často bez většího zřetele na konfiguraci terénu. Tyto celky jsou vystaveny, a to zejména pod kulturami s malým ochranným účinkem, působení kinetické energie dešťových kapek a povrchového odtoku, který při dlouhých odtokových dráhách způsobuje intenzivní erozní procesy.

Je tedy třeba zhodnotit možnosti a doplnit zájmovou oblast o vhodná opatření, díky kterým tyto vypočtené hodnoty faktoru G snížíme, a ochráníme tak půdu před ničivým působením vodní eroze.

Tabulka ohrožených půdních bloků (před aplikací protierozních opatření)

pb	HPJ	R	K	delka	L	prev.	sklon v %	S	C	P	G
13	53	40	0,38	312,08	3,71	32	10,25	1,2	0,126	1	8,53
24	41	40	0,33	210,95	3,1	20	9,48	1,09	0,126	1	5,62
32	57	40	0,42	155,92	2,68	16	10,26	1,19	0,126	1	6,75

Erozní ohroženost v oblasti půdního bloku č. 13 byla vyřešena snížením délky svahu prostřednictvím biokoridoru, který byl v této části zatravněn a současně navržením orby po vrstevnici na přilehlé orné půdě. Tímto opatřením se snížila hodnota faktorů L a P, výsledná hodnota nyní splňuje přípustné parametry. Půdní blok č. 24 byl kompletně zatravněn. Vycházelo se zde z tvrzení Holého (1978), který uvádí, že půdy, které jsou výrazně ohroženy erozí, a které nelze velkovýrobně obhospodařovat ani není účelné je zalesnit, mají být trvale zatravněny. Trvalým zatravněním se snížila hodnota faktoru C, čímž výrazně kleslo i výsledné G. Půdní blok č. 32 byl pak jediným, kde bylo vhodné zvolit technický způsob protierozní ochrany, a sice průleh. Opět se zde opírám o Holého (1978), který toto opatření

doporučuje na svazích o sklonu do 20%, pro zachycení povrchově stékající vody. Umístěním průlehu byla snížena délka svahu a tím i hodnota L. Výsledná hodnota i přesto lehce přesahuje přípustnou mez, tudíž by bylo vhodné uvažovat o dalších možnostech opatření proti erozi, jako například rozšíření nedaleké vegetace.

Tabulka – opatření

pb	HPJ	R	K	delka s.o.	L	prev.	sklon v %	S	C	P	G
13	53	40	0,38	150,00	2,61	32	10,25	1,2	0,126	0,5	2,99
24	41	40	0,33	210,95	3,1	20	9,48	1,09	0,01	1	0,45
32	57	40	0,42	78,00	1,70	16	10,26	1,19	0,126	1	4,28

Protipovodňová opatření

V tomto povodí nejsou nutná nová protipovodňová opatření:

Povodí je z velké části zalesněné. Podél potoků je TTP, který slouží k lepšímu zachycení vody. Na povodí jsou významné dva rybníky – Novoveský rybník o rozloze 3,4ha a Podnovoveský rybník o rozloze 19,3ha, který v případě přívalových dešťů zachytí větší množství srážek, kdy je nutné regulovat hladinu rybníka.

6. Závěr:

Cílem mé práce bylo vytvořit podrobnou literární rešerši na téma protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny. V této části jsem se zabývala pojmy, jako je krajina, pozemkové úpravy, eroze a její druhy, protierozní opatření či územní systém ekologické stability krajiny.

Dále jsem se zabírala praktickou částí, kde jsem podrobně charakterizovala povodí Chmelenského potoka, které se nachází v jihočeském kraji, v okrese Český Krumlov. Byly zde popsány klimatické poměry, fenologické poměry, hydrologické poměry, geologické a půdní poměry. Bylo zde popsáno území a jeho hospodářské a další využití.

Následně byla vypočítána hodnota stupně ekologické stability a také určeno zastoupení jednotlivých kultur. Největší pozornost byla však věnována výpočtu erozní ohroženosti pozemků a následnému navržení protierozních opatření jako prvku územního systému ekologické stability. Byl zde navržen ÚSES účelně tak, aby jeho dílčí prvky zároveň plnily funkci protierozních opatření na pozemcích, u nichž byla překročena hodnota maximálního přípustného smyvu.

7. Použitá literatura

1. BRTNICKÝ, M., VOPRAVIL, J., VRABCOVÁ, T., HLADKÝ, J., KHEL, T., NOVÁK, P., VLČEK, V., KYNICKÝ, J. Degradace půdy v České republice. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2012, 91 s. ISBN 978-80-87361-20-7.
2. CABLÍK, J., JŮVA, K. Protierozní ochrana půdy, Státní Zeměd. Naklad, 1963, 324 s.
3. DEMEK, J. Systémová teorie a studium krajiny. Brno : ČSAV, 1974. 198 s.
4. DUMBROVSKÝ, M. Pozemkové úpravy. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 236 s. ISBN 80-214-2668-3.
5. HANCOCK, G., WELLS, T., MARTINEZ, C., DEVER, CH. Soil erosion and tolerable soil loss: Insights into erosion rates for a well-managed grassland catchment. *Geoderma* 2014, 237–238.
6. HOLÝ, M., JACÁK, V. Eroze a životní prostředí. 1. vyd. Praha: vyd. ČVUT, 1994, 383s.
7. HOLÝ, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978, 283 s.
8. HORNÍK, S. Fyzická geografie II. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 320 s. ISBN 14-380-86.
9. HOVORKA, V. Projektová příprava protierozních opatření, Praha: Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, 1990, 26s.
10. HŮLA, J., JANEČEK, M., KOVAŘÍČEK, P., BOHUSLÁVEK, J. Agrotechnical erosion control measures. Ed. 1st. Praha: Research Institute for Soil and Water Conservation Praha, 2005, 48 s. ISBN 80-239-5108-4.
11. JANEČEK, M., BEČVÁŘ, M., BOHUSLÁVEK, J., DUFKOVÁ, J., DUMBROVSKÝ, M., DOSTÁL, T., HŮLA, J., JAKUBÍKOVÁ, A., KADLEC, V., KRÁSA, J., KUBÁTOVÁ, E., NOVOTNÝ, I., PODHRÁZSKÁ, J., TIPPL, M., TOMAN, F., VOPRAVIL, J., VRÁNA, K. Ochrana zemědělské půdy před erozí 2007. Výzkumný ústav meliorací a ochra, 2007, 76S. ISBN 978-802-5409-732.
12. JANEČEK, M. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. 1. vyd. Praha: Powerprint, 2012, 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9.
13. JANEČEK, M. Základy erodologie. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008, 165 s. ISBN 978-80-213-1842-7.

14. JONÁŠ, F., DOBIÁŠ, J., KARLUBÍKOVÁ, E., URBANOVÁ, M.
Pozemkové úpravy. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990, 511 s. ISBN 80-209-0106-X.
15. KADLEC, V., DOSTÁL, T., VRÁNA, K., KAVKA, P., KRÁSA, J., DEVÁTÝ, J., PODHRÁZSKÁ, J., POCHOP, M., KULÍŘOVÁ, P., HEŘMANOVSKÁ, D., NOVOTNÝ, I., PAPAJ, V. Navrhování technických protierozních opatření: metodika. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014, 101 s. ISBN 978-80-87361-29-0.
16. KACHLÍK, V., CHLUPÁČ, I. Základy Geologie. Praha, 2001, 343s.
17. KENDER, J. (ed.). Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. 2000.220s. ISBN 80-7212-148-0.
18. KOKOLIA, V., KOS, M. Protierozní osevní postupy, Praha, 1989, 32 s.
19. KOLÁŘ, O., ŠAMAN, Z., ŠTĚPÁN, J.: Úloha krajiny a územního plánování v životním prostředí. SZN, Praha, 1979, 177 s.
20. KONEČNÁ, J., PRAŽAN, J. Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy. 1. vyd. Brno: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014, 52 s. ISBN 978-80-87361-26-9.
21. LIBROVÁ, H. Terciální homeostáza jako sociální výtvar, 1996 In: Rychnovská, M. Ekosystémové funkce nivních luk. Sborník prací Příroda, 4 : 25-33.
22. MADĚRA, P., ZIMOVÁ E. Metodické postupy projektování lokálního ÚSES. MZLU Brno a Lów a spol. s.r.o. Brno, 2005, 277s.
23. NOVOTNÁ, D. (ed.) Úvod do pojmosloví v ekologii krajiny. Praha: MŽP+Enigma, 2001. 399 s. ISBN 80-7212-192-8.
24. NOVOTNÝ, I., MISTR, M., PAPAJ, V., KRISTENOVÁ, H., VÁŇOVÁ, V., KAPIČKA, J., VLČEK, V., VOPRAVIL, J., KULÍŘOVÁ, P., KADLEC, V., KOBZOVÁ, D., SRBEK, J., POCHOP, M., PODHRÁZSKÁ, J., FIALA, R., ŽÍŽALA, D., DOSTÁL, T., KRÁSA, J., VAŇKOVÁ, K., HALUZOVÁ, J., JIRKŮ, V., SMOLKOVÁ, I. Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014, 73 s. ISBN 978-80-87361-33-7.
25. PEDERSEN, V. K., HUISMANS, R.S., HERMAN, F., EGHOLM, D.L. Controls of initial topography on temporal and spatial patterns of glacial erosion. *Geomorphology* 2014, 223 (2014), 96–116.

26. Pozemkové úpravy: nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, [2011], 28 s. ISBN 978-80-7084-944-6
27. RIKSEN, M., BROUWER, F., GRAAFF, J. Soil conservation policy measures to control wind erosion in northwestern Europe. *Catena* 2003, 52 (2003), 309–326.
28. SKLENIČKA, P.: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 2003, 321s.
29. SLAVÍK, L. Biotechnické úpravy v krajině. Vyd. 1. V Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2000, 225 s. ISBN 80-704-4310-3.
30. TOMAN, F. Pozemkové úpravy. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995, 142 s. ISBN 80-715-7148-2.
31. VIJITH, H., SUMA, M., REKHA, V.B., SHIJU, S., REJITH, P.G. An assessment of soil erosion probability and erosion rate in a tropical mountainous watershed using remote sensing and GIS. *Arabian Journal of Geosciences* 2012, 797.
32. VLASÁK, J., BARTOŠKOVÁ, K. Pozemkové úpravy. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 168 s. ISBN 978-80-01-03609-9.
33. Zákon č. 114/92 Sb., *o ochraně přírody a krajiny*
34. Zákon č. 139/2002 Sb., *o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech*

8. Seznam příloh:

Mapa č. 1 – mapa vymezení území Chmelenského potoka

Mapa č. 2 – mapa vymezení stupně ekologické stability

Mapa č. 3 – mapa zastoupení jednotlivých kultur

Mapa č. 4 – mapa navrženého ÚSES

Mapa č. 5 – mapa vymezených půdních blok a odtokových drah

Přílohy:

Povodí Chmelenského potoka - rozvodnice



Legenda

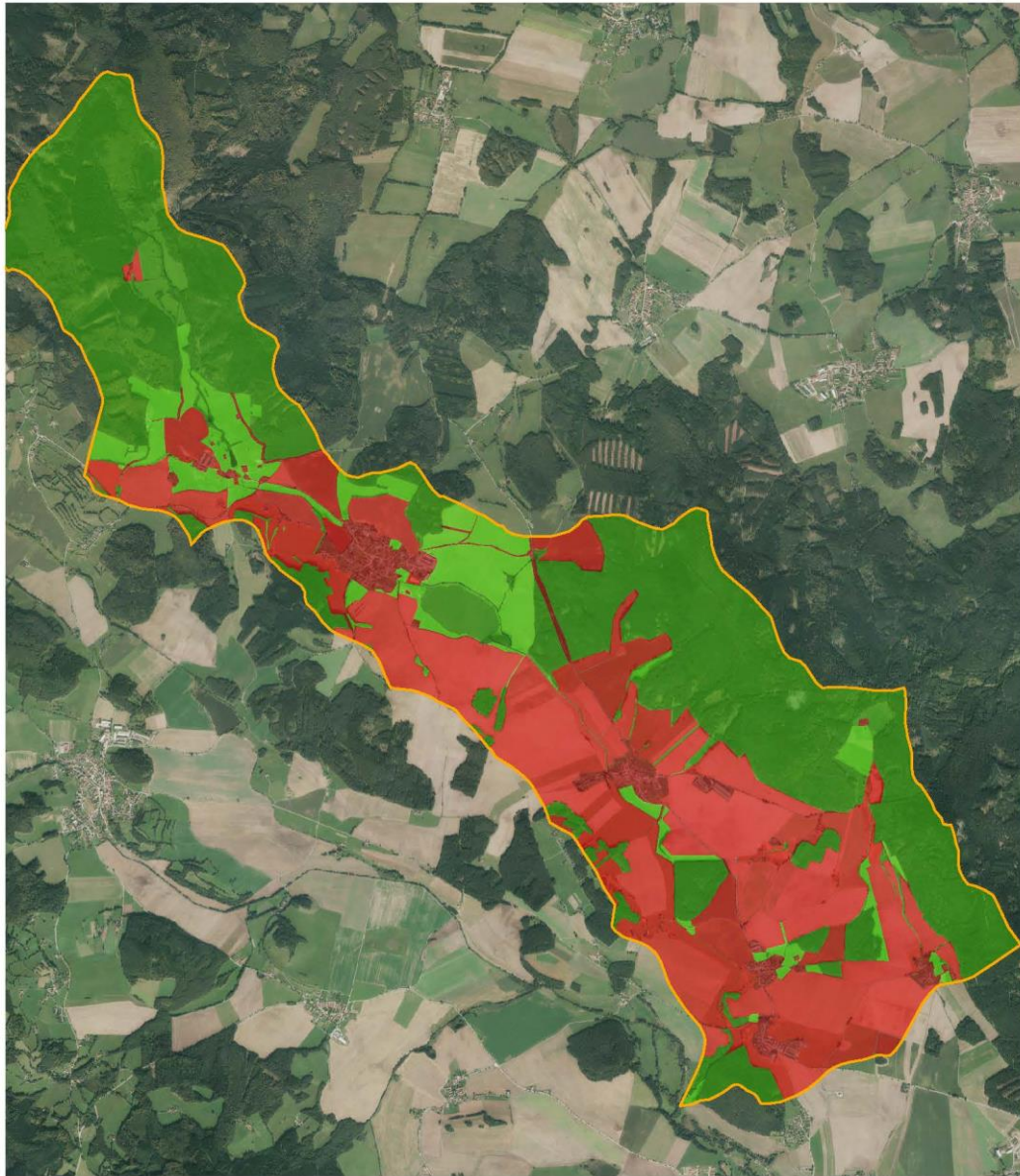
 rozvodnice

Plocha povodí: 19,7km²



Mapa č. 1

Kostra ekologické stability



Legenda

rozvodnice

landuse

SES

0

1

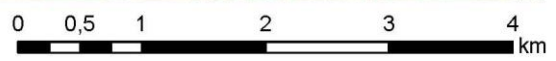
2

3

4

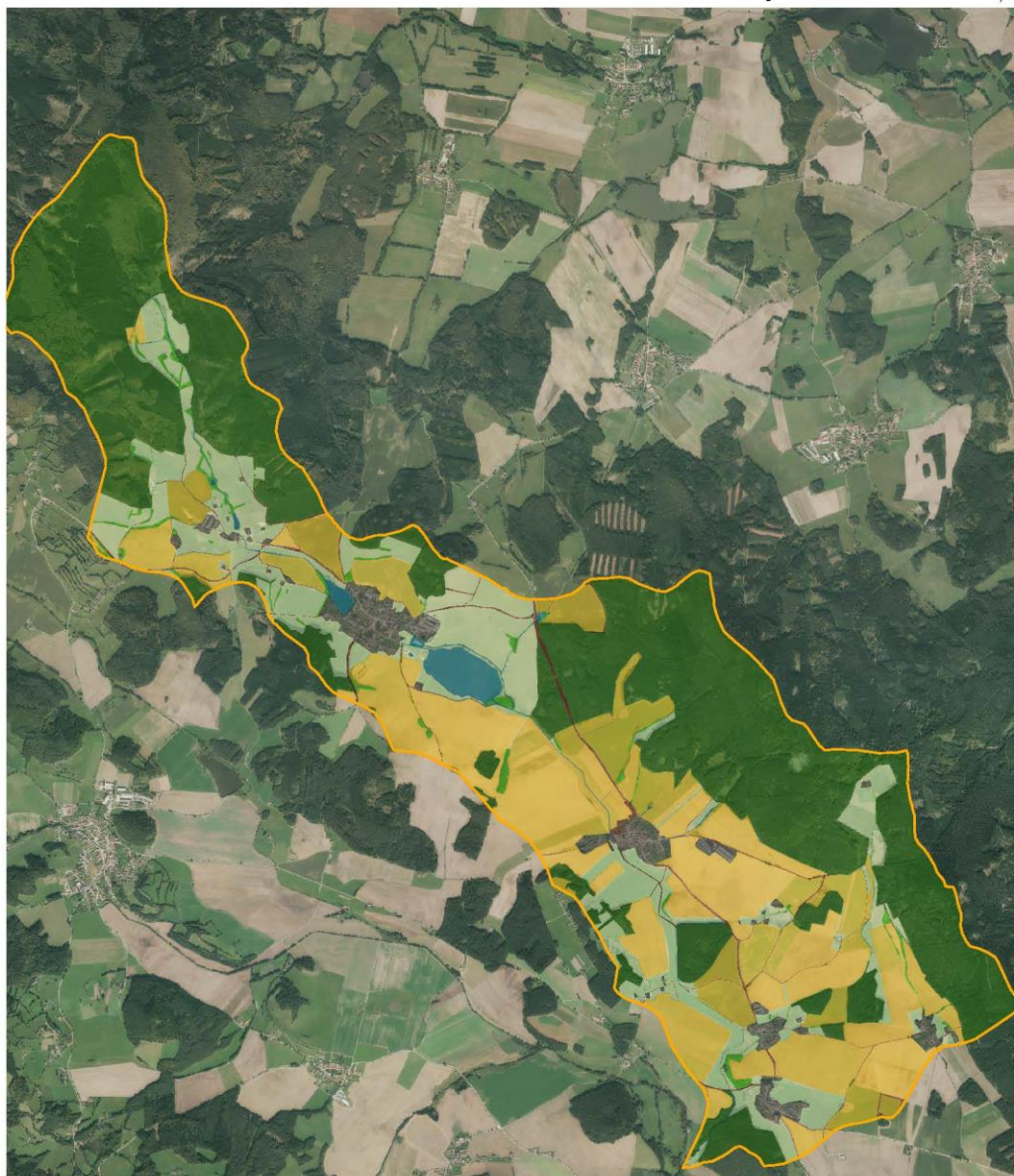
5

Hodnota SES: 2,62



Mapa č. 2

LANDUSE - Povodí Chmelenského potoka



Legenda

rozvodnice

landuse

kultura

TTP

cesta

les

orna puda

rozptýlena zelen

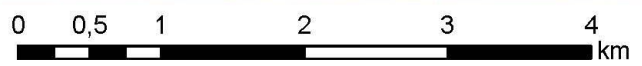
vodni plocha

zastavba



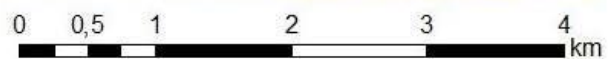
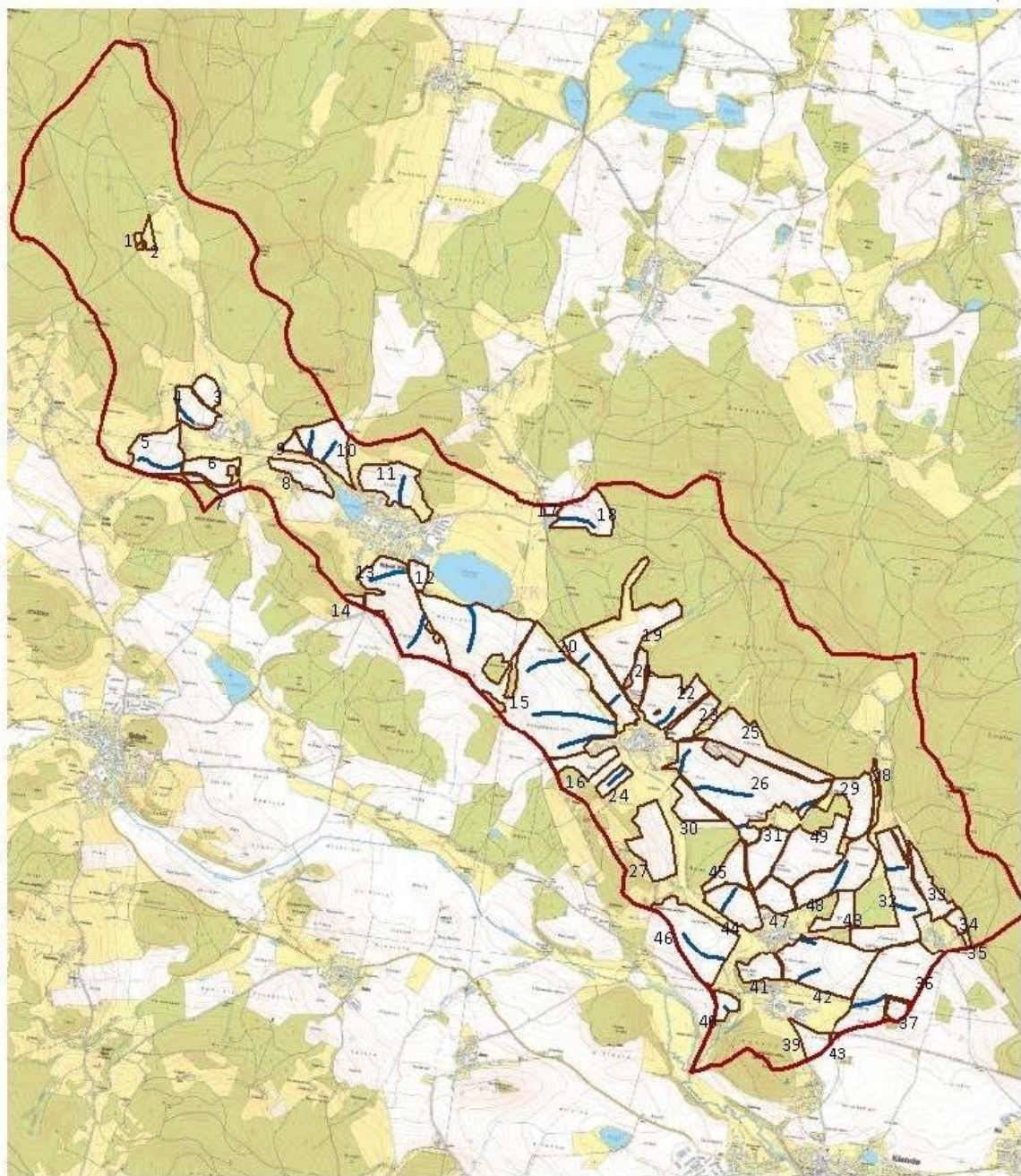
Mapa č. 3

ÚSES



Mapa č. 4

Vymezení půdních bloků a odtokových drah



Mapa č. 5