

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Katedra krajinného managementu**

**Studijní program: Zemědělské inženýrství**

**Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Protierozní opatření jako prvek ekologické stability  
krajiny**

**Autor diplomové práce:**

**Barbora Lišková**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Pavel Ondr, CSc.**

**2010**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Katedra pozemkových úprav  
Akademický rok: 2007/2008

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Barbora LIŠKOVÁ**

Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

Název tématu: **Protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny.**

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

Cílem práce je posoudit a vyhodnotit jednotlivé části územního systému ekologické stability jako součást protierozních opatření.

Vybrat zájmové povodí se zpracovaným ÚSES a provést průzkum z hlediska pedologického, hydrogeologického a klimatologického.

Vyhodnotit srážkové úhrny pro nejbližší meteorologické stanice.

Vyhodnotit a propočítat erozní parametry pro místní podmínky.

Posoudit možnosti a uplatnění biokoridorů a biocenter jako kostry protierozní ochrany.

Navrhnout zobecnění a upřesnění jednotlivých faktorů pro řešenou oblast .

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Forman, R.T., Godron, M.: Landscape ecology. J. Wily and sons, New York, 1986

Sklenička, P.: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 2003

Dumbrovský, M.: Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace. VÚMOP Praha, 2000.

Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978

Časopis Soil and Water.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Ondr, CSc.

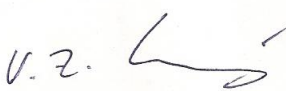
Katedra pozemkových úprav

Datum zadání diplomové práce:

25. března 2008

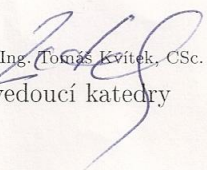
Termín odevzdání diplomové práce:

30. dubna 2010

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

děkan

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

  
doc. Ing. Tomáš Kvitěk, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 25. března 2008

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za vedení a odbornou pomoc při vypracování diplomové práce.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny“ zpracovala samostatně, na základě vlastních zjištění a materiálů, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47 b 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.

V Českých Budějovicích dne 28. dubna 2010

Barbora Lišková

## **Abstrakt**

Tématem mé diplomové práce je protierozní opatření jako prvek ekologické stability. Cílem mé práce je zjistit množství půdy, které se ztrácí z pozemků v katastrálním území Štětkře v důsledku plošného odtoku. Pro výpočty hodnot používám univerzální rovnici ztráty půdy podle Wischmeiera a Smitha. V dalších výpočtech řeším objemový odtok z mikropovodí podle Čerkašina a transport splavenin podle Williamse a Berndta. Na pozemcích s mírou eroze větší než přípustné množství navrhuji protierozní opatření. Všechny výsledky porovnávám před a po návrhu protierozních opatření.

**Klíčová slova:** eroze půdy, CN křivky, mikropovodí, Wischmeier a Smith

## **Abstract**

The subject of this thesis is the erosion control as the element of the ecologic stability. The target of this thesis is to determine the amount of the soil, which is being lost from lands in Štětkře cadastral area as consequence of the surface runoff. I use the universal soil loss equation from Wischmeier and Smith for calculations. I also calculate the cubature runoff from the micro catchment area according to Čerkašin and the transport of floating solids according to Williams and Berndt. I propose the antierosion precautions for lands which have got the measure of erosion bigger then acceptable value. I compare all findings before and after the antierosion precautions.

**Keywords:** soil erosion, CN curves, micro catchment area, Wischmeier and Smith

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Literární přehled.....</b>	<b>10</b>
2.1	Půda .....	10
2.1.1	Eroze půdy .....	11
2.1.2	Druhy eroze .....	13
2.1.2.1	Ledovcová eroze .....	13
2.1.2.2	Sněhová eroze .....	14
2.1.2.3	Zemní eroze.....	14
2.1.2.4	Větrná eroze .....	14
2.1.2.5	Vodní eroze.....	17
2.1.3	Protierozní opatření .....	21
2.1.3.1	Organizační protierozní opatření: .....	23
2.1.3.2	Agrotechnická a vegetační protierozní opatření: .....	24
2.1.3.3	Technická opatření: .....	26
2.2	Krajina .....	27
2.2.1	Ekologická stabilita krajiny .....	29
2.2.2	Územní systém ekologické stability .....	32
<b>3</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>34</b>
3.1	Univerzální rovnice Wischmeiera-Smitha.....	34
3.2	Vyčíslení velkých vod na malých povodích .....	37
3.3	Metoda čísel odtokových křivek CN .....	39
3.3.1	Objem přímého odtoku.....	39
3.3.2	Kulminační průtok.....	40
3.3.3	Transport splavenin .....	40
<b>4</b>	<b>Výsledky a diskuze.....</b>	<b>41</b>
4.1	Charakteristika území .....	41
4.1.1	Geologie .....	41
4.1.1.1	Výskyt nerostů .....	41
4.1.2	Půda .....	42
4.1.3	Geomorfologie.....	42

4.1.4	Klima .....	43
4.1.4.1	Teplota.....	43
4.1.4.2	Srážky.....	43
4.1.5	Přírozená vegetace .....	44
4.2	Výpočty.....	45
4.2.1	Výpočet průměrné roční ztráty půdy .....	45
4.2.2	Výpočet n – letých vod.....	53
4.2.3	Výpočet n – letých vod po realizaci protierozních opatření .....	55
4.2.4	Výpočet odtokových křivek CN a stanovení transportu splavenin .....	56
4.2.4.1	Výpočet objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku.....	56
4.2.4.2	Stanovení transportu splavenin z mikropovodí.....	60
<b>5</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>61</b>
	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>62</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>66</b>



# 1 Úvod

V současné době je velkým problémem eroze půdy, což je pojem skloňovaný všemi možnými způsoby nejen v rámci území České republiky, ale také celosvětově. Proto i já jsem si toto téma vybrala pro svou diplomovou práci. Cílem mé diplomové práce je stanovit množství půdního smyvu z pozemků v zadané oblasti a navrhnout protierozní opatření tak, aby byl odnos půdy eliminován na přípustnou hodnotu.

Mou zájmovou lokalitou se stalo katastrální území č. 790818, Štětkře. Zde jsem zjišťovala množství půdy, které se každoročně ztrácí z pozemků v důsledku působení plošného odtoku. Nejprve bylo nutné provést průzkum lokality, a to především z hlediska pedologického, klimatického a hydrologického. Následně jsem provedla výpočet za pomoci univerzální rovnice ztráty půdy podle Wischmeiera a Smitha. Přesto, že se touto problematikou zabývá řada autorů, v mé práci jsem nejčastěji čerpala z knihy Protierozní ochrana od M. Holého a Ochrana zemědělské půdy před erozí od M. Janečka. Pro pozemky s výslednou hodnotou půdního smyvu větší než je přípustné množství jsem se snažila navrhnout protierozní opatření tak, aby k dalšímu odnosu půdy z pozemků docházelo pouze v minimálních přípustných hodnotách. Zároveň se mi naskytla možnost porovnat své výsledky s návrhem společných zařízení, který vyhotovila projekční firma jako součást komplexní pozemkové úpravy, která byla zahájena v katastrálním území Štětkře, č. 790818, v roce 1999 a zapsána v roce 2002.

Dalším dílčím úkolem diplomové práce je výpočet n-letých vod a transportu splavenin z povodí, které by v sobě zahrnovalo i řešené katastrální území Štětkře. To se nachází na rozhraní tří povodí. Z povodí č. 1-06-01-211 jsem oddělila mikropovodí bezejmenného potoka zasahující do k.ú. Štětkře a zakreslila ho za pomoci softwaru ArcGIS desktop 9.1 do vodohospodářské mapy 1:50 000. Další katastrální území spadající pod nově vzniklé mikropovodí jsou k.ú. Chlumec, č. 790796, Záluží, č. 790826, a Opalice, č. 711390.

Pro vyhodnocení n-letých vod jsem zvolila vzorec pro vyčíslení velkých vod na malých povodích, který zpracoval A. Čerkašin. Výpočet transportu splavenin z povodí byl prováděn metodou CN křivek a následným dosazením do upravené rovnice ztráty půdy podle Williamse a Berndta. Veškeré výsledky jsem se snažila porovnat s hodnotami před a po realizaci protierozních opatření.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Půda

Půda je svrchní část zemského povrchu. Vzniká rozpadem horninového podloží vlivem působení biologických, chemických a fyzikálních faktorů. Půda je živý systém se specifickým zvrstvením, morfologií a určitou produkční schopností (Sklenička, 2003).

Můžeme říct, že půda je jakýmsi základním pilířem v krajině, plní zde velké množství funkcí a mezi ní a jinými složkami dochází neustále k výměnám energie, k toku živin. Nelze samozřejmě opominout i to, že půda je základním přírodním bohatstvím, výrobním prostředkem a nepostradatelným faktorem pro zemědělskou výrobu i lesní hospodářství. Proto její degradace a úbytek může představovat nezanedbatelné nebezpečí týkající se stability krajiny a ohrožení hospodářské činnosti společnosti (Zdralek, 1999).

Celková výměra ČR je 7 886 433 ha půdy. Na jednoho obyvatele připadá orientačně 0,4 ha půdy zemědělské a z toho 0,3 ha půdy orné. Souhrn zemědělské a nezemědělské půdy ve státě je označován jako zemědělský půdní fond (ZPF). Jedná se o ohraničený soubor půdních celků zemědělsky obdělávaných v daném časovém období. Za ZPF považujeme:

- zemědělskou půdu (ornou, louky, pastviny, chmelnice, vinice, zahrady, sady)
- půdu, která byla a nadále má být obhospodařována, ale dočasně obdělávána není (pozemky odňaté zemědělské produkci, dočasně neobdělávané, převáděné do klidu)
- pozemky, které neslouží bezprostředně zemědělské výrobě, ale jsou pro ni nepostradatelné: polní cesty, ochranné hráze, závlahové vodní nádrže, odvodňovací příkopy, protierozní meze apod. (Vráblíková, Vráblík, 2008)

## 2.1.1 Eroze půdy

Eroze je soubor procesů, které vedou k uvolňování, rozpouštění, obrušování a přemísťování půd a hornin na zemském povrchu. Půdní erozi rozumíme vodní nebo větrné rozrušování půdy a její odnos na jiná místa, kde se ukládá (Novotná, 2001).

Eroze půdy je přírodní jev, jehož škodlivá účinnost se projevuje zejména při kombinaci k tomu příznivých podmínek (Pasák, 1984).

Eroze je nejvýznamnějším faktorem poškozování zájmů vodního hospodářství, zanášení vodních toků a nádrží, obohacování vody živinami, eutrofizace (Marek, 1996).

Půdní eroze je jednou z nejrozšířenějších forem degradace pozemků v důsledku využívání půdy (Cotler, 2006).

Erozní činností je rovněž nepříznivě snižována přirozená produkční schopnost, zejména prostřednictvím degradačních změn fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy (Dumbrovský, 2004).

Eroze ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část - ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin (Janeček, 2007).

Erozní procesy nelze zcela zastavit, a protože se jedná o zcela přirozený přírodní jev, lze je pouze omezit na přijatelnou míru, která nebude znehodnocovat půdní fond České republiky, kontaminovat splaveninami, obohacovat živinami vodní toky a povrchový odtok nebude devastovat intravilány obcí (Kvítek, Tipll, 2003).

Podmínky pro výskyt erozních procesů v naší republice jsou specifické. Problém zvýšené eroze půdy způsobený z velké části velkovýrobním způsobem hospodaření byl u nás dříve značně podceněn a následky zrychlené eroze zemědělských půd vážně ohrožují jejich úrodnost. Dochází ke škodám v intravilánech obcí a zhoršení kvality povrchových vod způsobených povrchovým odtokem a smyvem půdy (Dumbrovský, 2004).

Erozní procesy v území, jejichž rozsah a intenzita jsou zvyšovány činností člověka, vedou k degradaci zemědělské půdy a negativně ovlivňují kvalitu vodních zdrojů (Váška, 1996).

Rozsah eroze je závislý na okamžitém stavu vegetačního krytu v povodí a škody odpovídají stupni hospodářsko technického využívání dotčeného pozemku. Prevence proti těmto jevům je nákladná, ale v kulturní krajině efektivní (Marhoun, 1996).

Eroze je třífázovým procesem:

1. fáze - uvolňování částic půdní hmoty kinetickou energií dopadajících dešťových kapek nebo kinetickou energií větru (destruktivní účinek větru).
2. fáze - transport částic (vodou, větrem, ledovci).
3. fáze - ukládání materiálu, když už není dostatek energie (Vráblíková, Vráblík, 2008).

Procesy působící erozi půdy jsou součástí rozsáhlého komplexu exogenních reliéfových činností, které nepřetržitě formují a přetvářejí povrch naší planety. Tyto procesy postupují pozvolna a dlouhodobě. Výsledkem nevhodných zásahů člověka do krajiny je zvýšená až katastrofální eroze, mající za následek poškození, až zničení úrodné půdy. Uvádí se, že eroze půdy má největší podíl na destrukci přírodních zdrojů (půdy a vody) ve světě, vzhledem ke svému značnému rozšíření, četným následným účinkům a obtížím v rozeznávání potenciálního nebezpečí eroze v boji proti jejímu postupu (Pasák, 1984).

Intenzita eroze (míra erozního ohrožení) vyjadřuje ztrátu půdy vlivem erozní činnosti za určitý časový úsek, obvykle za 1 rok, přepočtenou na jednotku plochy např. na 1ha, na 1 km<sup>2</sup> apod. (Váchal, Mazín, Dumbrovský, 2005).

Přehlížet nelze ani časté škody vyvolané větrnou erozí. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulární prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin. Velké povodňové průtoky poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků apod. V případě větrné eroze jde především o poškozování klíčících rostlin, znečištění ovzduší, škody navátím ornice apod. (Janeček, 2007).

Vznik a průběh erozních procesů závisí na mnoha faktorech, a to jak přírodních - neměnné, tak i faktorech vyplývajících z hospodářské činnosti člověka - měnitelné (Pasák, 1984).

Zrychlená eroze zemědělských půd vážně ohrožuje produkční a mimoprodukční funkce půd a vyvolává mnohamilionové škody v intravilánech měst a obcí, způsobované povrchovým odtokem a smyvem půdy zejména ze zemědělských pozemků (Janeček, 2007).

## 2.1.2 Druhy eroze

Podle činitele, který způsobuje vznik a působí na průběh erozních procesů, rozeznáváme:

- ledovcovou erozi
- sněhovou erozi
- zemní erozi
- větrnou erozi
- vodní erozi
- antropogenní erozi

Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což způsobuje různou intenzitu erozích procesů (Holý, 1994).

Na území naší republiky je cca. 31% orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 9% větrnou. Na převážné ploše erozí ohrožených půd není prováděna systematická ochrana, která by omezovala ztráty půdy na stanovené přípustné hodnoty, tím méně na úroveň, která by bránila dalšímu snižování mocnosti půdního profilu a ovlivňování kvality vod v důsledku pokračujícího procesu eroze (Janeček, 2007).

### 2.1.2.1 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 se omezuje 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).

### **2.1.2.2 Sněhová eroze**

Sněhová (nivální) eroze vzniká pohybem sněhu ve formě lavin, jejichž erozní činnost probíhá při velkých tlacích a rychlostech sněhu. Často devastuje zasažený pás území. Sněhová eroze může být vyvolána i pomalým pohybem vrstvy sněhu po neumrzlém půdním povrchu při jarním tání. Projevuje se zejména v podhorských oblastech (Holý, 1994).

### **2.1.2.3 Zemní eroze**

Zemní eroze, nebo-li erozní činnost suťových proudů, je tvořena suťovým materiálem prosyceným vodou. Při svém pohybu do údolí rozrušuje půdu i její podklad a vytváří hluboké rýhy. Materiál suťových proudů ohrožuje údolní polohy, osady, komunikace, technické stavby atd. (Holý, 1978).

### **2.1.2.4 Větrná eroze**

Větrná eroze je přírodní jev, při kterém vítr působí na půdní povrch a svou mechanickou silou rozrušuje půdu a uvolňuje půdní částice, které pak uvádí do pohybu a přenáší je na různou vzdálenost, kde se po snížení rychlosti větru ukládají.

Rozhodující složkou větrné eroze je vítr. Jeho unášecí síla je závislá na rychlosti větrného proudu, době trvání a četnosti výskytu větrů. K pohybu půdních částic stačí někdy i malé rychlosti větru, ale nejsilnější erozní účinky nastávají při silných vysušných a dlouhotrvajících větrech na holých plochách (Janeček, 2008).

Větrná eroze, eroze eolická, spočívá v rozrušování půdního povrchu mechanickou silou větru, abrazi, v odnášení půdních částic větrem, deflaci, a v jejich ukládání na jiném místě, akumulaci (Sklenička, 2003).

Větrná eroze nastává, sejdou-li se tři podmínky: dostatečně silný vítr u povrchu země, suchý povrch půdy náchylný k erozi a nepřítomnost ochranného porostu. Větrná eroze se objevuje nejen na východě a jihu Evropy, kde se tyto podmínky vyskytují, ale je závažným ekologickým problémem i v mírném podnebí severozápadní Evropy, kde primárně ovlivňuje lehké půdy, pocházející ze čtvrtohorních fluvio-glaciálních nánosů vzniklých před čelem ledovce. V těchto

regionech může jednorázová jarní eroze překročit 5 tun na hektar jednou za 10 let a dosáhnout až 40 tun na hektar (Thiermann, Sbresny, Schafer , 2003).

Územní rozsah větrné eroze je na území naší republiky mnohem menší, než je tomu v jiných částech Evropy. Většinou má plošný charakter, vyskytuje se zejména na jižní Moravě a v menší míře v Polabí a v severozápadních Čechách. Větrná eroze rozrušuje povrch půdy a odnáší částice půdy, které jsou ukládány na jiných místech. Tím je způsobena škoda na pozemcích, kde dochází k úbytku půdy a živin, a také v místech ukládání, kde se hromadí erodované částice (Bartošková, Vlasák, 2007).

Větrná eroze akumulací půdní hmoty znečišťuje vodní zdroje, vodní toky, vodní nádrže, a to nejen mechanicky (rozplavením zeminy ve vodě), ale také chemicky (rozpuštěním průmyslových hnojiv a jiných látek obsažených v půdě).

[Prašné bouře, které se často dostávají, znečišťují ovzduší vysokým obsahem jemných půdních částic rozptýlených ve vzduchu. Jemný prach ztěžuje dýchání, usedá na asimilační orgány rostlin, proniká do bytů apod. (Švehlík, 1985).

Při větrné (eolitické) erozi dochází k odnosu půdy větrem a tím:

- působí na půdu podobně jako erozní smyv
- znečišťuje ovzduší (až 350 tun prašných částic v 1 km<sup>2</sup>)
- obnažuje kořeny vegetace, která pak usychá
- působí zavátí kultur (Vráblíková, Vráblík, 2008)

Větrná eroze působí zpravidla plošně, výjimečně v pruzích ve směru proudění větrů. Hlavními faktory ovlivňujícími větrnou erozi jsou:

- klimatické poměry (větrné charakteristiky, srážky, výpar atd.)
- půdní poměry (obsah tzv. neerodovatelných částic nad 0,8 mm, obsah jílovitých částic do 0,01 mm, vlhkost atd.)
- způsob využití krajiny včetně vegetačního krytu (Sklenička, 2003)

Větrná eroze tedy probíhá ve třech fázích, které jsou na sebe úzce vázány a nemohou probíhat samostatně. K prvním dvěma fázím dochází působením turbulentního proudu přízemního větru a energií, jež dokáže překonat gravitační síly půdních částic. Třetí fáze nastává při poklesu větru pod uvedenou mez. Podle velikosti půdních částic rozeznáváme trojí druh pohybu:

- ve formě suspenze – nejjemnější částice jsou větrem zvedány a v mracích

přenášeny na velké vzdálenosti (prašné bouře)

- pohyb skokem – translokace největšího množství půdní hmoty
- sunutím po povrchu – větrnému posunu podléhají větší a těžší částice (Švehlík, 1985)

Pro účely posouzení ohroženosti území větrnou erozí a pro návrh technických protierozních opatření v procesu pozemkových úprav popř. krajinného plánování je potřeba provést v šetření území základní postupy:

- stanovení ohroženosti půdy větrnou erozí
- posouzení větrných charakteristik území
- posouzení účinnosti systému stávajících technických opatření (větrolamů)
- analýza současného stavu větrolamů (prostorová a druhová skladba, stáří, zdravotní stav)
- návrh optimálního prostorového a funkčního uspořádání nových technických opatření z hlediska ochrany proti větrné erozi a tvorby ÚSES (Podhrázká, 2008)

V boji proti větrné erozi je nutno volit prostředky, které jsou účinné a které spočívají v těchto opatřeních:

- v uspořádání krajiny vzhledem k jejím větrným poměrům
- v zavedení vhodných agrotechnických opatření ke zlepšení fyzikálních vlastností půdy (Švehlík, 1985)

Hnací síly větru, vody a lokomoce jsou významně ovlivněny sítěmi větrolamů. Vzduch pohybující se nad krajinou dělenou sítěmi má turbulentní proudění na svém spodním okraji, ve kterém se stýká jak s rostlinstvem plotu, tak s plodinami na sousedních polích. Rychlost větru a vysoušení půdy se v krajině mění bod po bodu. Průměrná rychlost větru je v krajině s větrolamy menší než v otevřené krajině (Forman, Gordon, 1993).

Z hlediska propustnosti a účinnosti se větrolamy rozdělují do tří základních typů:

- prodouvavé
- neprodouvavé



- poloprodouvací (Janeček, 2008)

Pro účely návrhů protierozních opatření na půdách ohrožených větrnou erozí jsou metody určující aktuální erozi v území prakticky obtížně použitelné (určují okamžitý stav v území na základě terénních měření a laboratorních rozborů z bodových vzorků) a neposkytují obraz o celkovém a dlouhodobém ohrožení území větrnou erozí. Proto byly pro metodu stanovení rizik větrné eroze využity grafické a popisné podklady, které jsou dostupné v databázích Mze, ČHMÚ, ÚHÚL a VÚMOP (Podhrázská, 2008).

### 2.1.2.5 Vodní eroze

Na území ČR, zvláště pak na jižní Moravě, se nejvíce uplatňuje vodní eroze. Ta znamená z agronomického hlediska fyzikální a biologickou degradaci půdy, nenávratnou ztrátu zeminy, humusu i rostlinných živin, vysušení půdy, utlumení mikrobiálního života, porušení, popřípadě zničení kultur a celkovou degradaci produktivní půdy (Hálek, 2004).

Vodní eroze je způsobena vlivem dešťových srážek, kdy dopadající kapky rozrušují svrchní vrstvu půdy a následný povrchový odtok také vymílá a odnáší jemné částice. Plošný odtok může přecházet v soustředný, který dále vymílá a odnáší větší částice (Bartošková, Vlasák, 2007).

Vodní eroze má u půd za následek nejen snižování orniční vrstvy smyvem, ale i zhoršení fyzikálních a chemických vlastností a tím zhoršení vodního režimu. Se zřetelem na zhoršení sorpční schopnosti erodované půdy dochází i k menšímu využití živin v půdě, včetně živin dodaných ve formě průmyslových hnojiv. Smyvem půdy se dostávají do vodního toku spolu s pevnými zemitými částicemi i chemické látky používané k hnojení a k ochraně rostlin (Pasák, 1984).

Vodní eroze je selektivní proces, při němž jemnější a lehčí částice jsou přednostně unášeny odtékající vodou. Působí škody zejména na území, kde k ní dochází a kde se projevuje smyvem půdy (i málo nápadným), zpočátku plošným a postupně může docházet k vytváření erozních rýžek, rýh a stružek soustřeďujících povrchový odtok. Opakovaným působením erozních procesů se stupňují ztráty půdních částic z povrchové vrstvy půdy a dochází k degradaci půdního fondu (snížení úrodnosti půdy, zhoršení jejích fyzikálních vlastností), snižuje se retence

půdy a zhoršuje jakost vody (Kvítek, Tipl, 2003).

Při vodní (akvatické) erozi dochází k eroznímu smyvu, který ochuzuje zemědělské půdy o nejúrodnější podíl – ornici, který negativně ovlivňuje půdu tím že:

- zhoršuje fyzikální vlastnosti půdy
- zmenšuje mocnost půdního profilu
- snižuje vodní kapacitu půd
- snižuje obsah živin a humusu
- znesnadňuje obdělávatelnost (erozní rýhy)
- způsobuje ztrátu osiva a sadby
- zanáší vodní toky
- ohrožuje jakost vodárenských zdrojů (Vráblíková, Vráblík, 2008)

Vodní eroze a její intenzita závisí na vlivu mnoha faktorů, které se dají rozdělit do několika skupin:

- klimatické a hydrologické
- morfologické, reliéf terénu
- geologické a půdní
- vegetační
- způsob využívání a obhospodařování půdy

### **Klimatické a hydrologické podmínky**

Podle zeměpisné polohy a nadmořské výšky je dán přibližný úhrn srážek včetně odhadu jejich kumulace do přívalových srážek, které erozi ovlivňují nejvíce (Bartošková, Vlasák, 2007). Pro účely protierozní ochrany je nutno vyšetřovat zejména výskyt, rozdělení a intenzitu srážek a utváření a průběh povrchového odtoku (Holý, 1978).

### **Morfologické, reliéf terénu**

Tvar terénu, zejména jeho sklon a délka patří mezi nejvýraznější vlivy vodní eroze. S tím je spojena i existence povrchového odtoku, který může vlivem tvaru terénu z plošného odtoku v údolnicích přecházet v odtok soustředný, který je z hlediska intenzity eroze mnohem nebezpečnější (Bartošková, Vlasák, 2007).

Z průběhu erozních procesů vyplývá, že vodní erozí jsou nejvíce postiženy oblasti s členitým reliéfem, který napomáhá soustředování povrchově stékající vody a rychlejšímu odtoku (Holý, 1978).

### **Geologické a půdní**

Každý druh půdy je jinak náchylný k erozi, je to dáno zrnitostním složením, texturou a strukturou půdy, zastoupením organických částic (humusu) a propustností půdy (Bartošková, Vlasák, 2007).

### **Vegetační**

Každá vegetace erozi snižuje, nejintenzivnější eroze je na zcela nechráněných pozemcích. Různé plodiny a vegetační pokryv pozemku poskytují různou protierozní ochranu, která se liší také v průběhu roku v závislosti na postupném růstu rostlin a na hustotě jejich výskytu na pozemku (Bartošková, Vlasák, 2007).

### **Způsob využívání a obhospodařování půdy**

Rozsah a intenzita eroze je ovlivněna způsobem využívání pozemků, volbou druhu pozemku, způsobem a směrem obdělávání a používání agrotechnickými nástroji. Velikost eroze úzce souvisí s délkou pozemku ve směru spádu, proto každé přerušování svahu snižuje celkovou erozi. Při zemědělském využívání pozemků je nutné vědět, které plodiny jsou erozně ohrožené a které naopak poskytují protierozní ochranu (Bartošková, Vlasák, 2007).

Eroze půdy, tzn. vznik rýh, stružek, strží a sesuvů se vyskytuje především v zemědělsky využívané krajině, v lesním prostředí, ale nevyhýbá se jakémukoliv území, kde je malá nebo snížená odolnost půdy vůči erozi (Zdralek, 1999).

Projevuje se nežádoucím smyvem půdy vlivem unášející síly vody a jejím ukládáním v nižších partiích povodí.

Rozlišujeme 4 stupně vodní eroze:

- eroze plošná
- eroze rýhová
- eroze výmolová - stržová
- eroze proudová - bystřinná a říční (Sklenička, 2003)

Při ochraně půdy proti vodní erozi lze vymezit tři okruhy úkolů:

- odstranění umělých příčin eroze
- zvýšení protierozní odolnosti půdy a zlepšení jejího strukturního stavu spolu s využitím ochranného účinku rostlinného krytu
- ochrana půdy proti vodní erozi a náprava škod, které již byly vodní erozí vyvolány.

K dosažení těchto úkolů slouží jednak zemědělské způsoby ochrany a jednak technické způsoby ochrany proti důsledkům plošného povrchového odtoku a proti důsledkům soustředěného povrchového odtoku (Hálek, 2004).

Pro zjištění a následné výpočty erozní ohroženosti území existují různé modely. Sledují se dráhy soustředných odtoků, analyzují se přívalové deště, složení půdy, členitost a sklonitost terénu, délky svahů, druh a složení vegetace a existující prvky protierozní ochrany. Existují dva rozdílné přístupy:

- Fyzikálně-matematické simulační modely – jsou založeny na fyzikálním popisu jevu a rozkládají erozi na elementární procesy. Často se jedná o součásti rozsáhlejších hydrologických a klimatologických systémů. Můžeme je rozdělit do tří skupin podle vhodnosti pro různě veliká území (globální, regionální, lokální).
- Empirické modely – vycházejí z dlouhodobých pozorování na zkušebních pozemcích. Mezi nejrozšířenější modely ve světě i u nás patří univerzální rovnice ztráty půdy – USLE (Universal Soil Loss Equation) autorů Wischmeier a Smith formulovaná v roce 1978 v USA (Bartošková, Vlasák, 2007).

Soudobý proces pozemkových úprav dává při řešení ochrany půd proti erozi prioritu komplexnímu systému biotechnických opatření. Prvky stavebně technické jsou doporučovány pouze jako výjimečná opatření k ochraně intravilánu, pásmům hygienické ochrany či jiných význačných území. Z biotechnických opatření navrhujeme jako základní prvky systému protierozní ochrany zejména:

- protierozní meze
- zasakovací pásy
- zatravnění hydrografické mikrosítě (tj. především identifikace a asanace

drah soustředěného povrchového odtoku, zatravnění údolnic (Dumbrovský, 2004)

### 2.1.3 Protierozní opatření

Protierozní ochrana je nezbytná. Jejím úkolem je chránit dva nejcennější zdroje, půdu a vodu, a zabránit důsledkům, které by vznikly jejich poškozením. Základním požadavkem pro protierozní opatření je komplexnost. Při hodnocení erozních procesů a při návrhu protierozních opatření je účelné vycházet z povodí jako ze základní jednotky, v níž lze organickou soustavou zásahů vhodně upravit odtokové poměry (Holý, 1994).

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, retence krajiny, ekologická stabilita a úroveň životního prostředí (Bartošková, Vlasák, 2007).

V současné době při provádění komplexních pozemkových úprav je proto třeba věnovat protierozní ochraně náležitou pozornost a začít napravovat způsobené škody. Optimální prostorové a funkční vymezení protierozních opatření v řešeném území je vedle návrhu nové cestní sítě a územních systémů ekologické stability jedním ze základních kroků v návrhu komplexních pozemkových úprav (Dumbrovský, 2004).

I stávající legislativa poskytuje dostatek nástrojů k zajištění protierozní a protipovodňové ochrany území. K zásadnímu řešení těchto problémů budou nezbytné komplexní pozemkové úpravy. Významnou roli musí sehrát programy revitalizace říčních systémů, péče o krajinu a dotační politika ministerstva zemědělství a životního prostředí (Marek, 1996).

Protierozní ochrana založená na dosud používaných hodnotách přípustné ztráty půdy nesplní svůj hlavní cíl, neboť stále „zaručuje“ značný odnos a devastaci ornice. Jestliže má být protierozní ochrana chápána v dlouhodobé perspektivě respektující principy trvale udržitelného zemědělství, musí být intenzita eroze v rovnováze s tvorbou půdy. Při překročení intenzity odnosu půdy nad hranici intenzity její tvorby dochází ke snižování úrodnosti půdy zejména tím, že je půda ochuzována o edafon. Půdní úrodnost pak nelze udržet ani zvýšeným hnojením průmyslovými hnojivými, neboť eroze působí selektivně a erodovaná půda je ochuzována o nejjemnější

a nejlehčí, převážně organické a ve vodě rozpustné látky (Toman, 1996).

Složitost řešení protierozní ochrany pozemků vyvěrá z velkého počtu různorodých faktorů, které průběh erozního procesu kvantitativně určují. Nejzávažnější a nejefektivnější protierozní opatření jsou opatření agrotechnická. Zkušenosti z mnoha lokalit ukazují, že všechny zásahy do krajiny je třeba zvažovat i z hlediska erozního ohrožení. Efektivní využívání půdního fondu je nezbytné řešit komplexně tak, aby při vysokém výrobním efektu byly vytvořeny podmínky pro ochranu půdy a životního prostředí (Pasák, 1984).

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

- rozhodovací – řešení celkové koncepce využití povodí včetně systému protierozní ochrany, kdy cílem řešení 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 – podrobný technický návrh jednotlivých prvků (organizačních, agrobiologických a technických opatření) protierozního systému (Váška, 1996)

Metody protierozní ochrany půdy musí především sledovat vyloučení odstranitelných příčin a jejich kumulace. K tomu je zapotřebí poznat jednotlivé faktory eroze a jejich kvantitativní formy rozšíření (Pasák, 1984).

Současná praxe používá pro vyhodnocení odtokových a erozních poměrů většinou metody, které vycházejí převážně z empirických základů, např. metodu čísel odtokových křivek, Univerzální rovnici ztráty půdy, poměr odnosu splavenin, apod. (Váška, 1996).

Je vhodné na základě terénního průzkumu vytipovat pozemky, resp. konkrétní plochy ohrožené tzv. potenciální a aktuální erozí. Tyto plochy jsou v terénu poměrně dobře identifikovatelné, protože jsou na nich ve větší nebo menší míře patrné erozní projevy. Pro takto „postižené“ plochy se jeví jako vhodné použití Wisheierovy-Smithovy rovnice ( $G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ ). Tato rovnice, která definuje průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy, však platí pouze pro konkrétní plochu, a proto je účelné vždy uvést o jakou plochu se konkrétně jedná a blíže jí specifikovat (např. parcelními

čísla z katastru nemovitostí) nebo lokalizovat v daném katastrálním území (Kender, 2000).

Erozi nedokážeme zcela zastavit, ale pomocí různých protierozních opatření a rozumným využíváním půdy ji dokážeme udržet v přijatelných mezích. Zejména intenzivně obdělávané svažité pozemky je nutné chránit některým protierozním opatřením, respektive zvážit vhodnost stávajícího způsobu využití (Bartošková, Vlasák, 2007).

Přínosy protierozní a současně i protipovodňové ochrany se projevují především v dlouhodobé perspektivě a většinou převyšují momentální přínosy zemědělské výroby, zejména tam, kde řeší i ochranu intravilánu, vodních toků, komunikací apod. Základním principem protierozní a protipovodňové ochrany je v maximální míře zadržet povrchovou vodu v povodí zvýšením infiltrace vody do půdy, zmírnění sklonu pozemků, zmenšením délky pozemků po svahu, snížením podélného sklonu soustředěného odtoku apod. (Janeček, 1999).

### **2.1.3.1 Organizační protierozní opatření:**

Jedná se o opatření, která nevyžadují příliš vícenákladů. Podstatou je pěstování plodin s vysokým protierozním účinkem (např. travní porosty, jeteloviny apod.) na sklonitějších a erozně ohrožených pozemcích a naopak ne pozemcích méně sklonitých nebo na části pozemku méně ohroženého vodní erozí plodiny s nízkým protierozním účinkem např. kukuřice, brambory apod. (Kvítek, Tippl, 2003).

Základem jsou návrhy změn druhů pozemků a protierozní rozmístování plodin. Zásahy organizačního charakteru vycházejí především ze znalostí příčin erozních jevů a zákonitostí jejich rozvoje. Základem je situovat pozemky delší stranou ve směru vrstevnic (Podhrázská, Dufková 2005).

- delimitace kultur
- ochranné zatravnění
- ochranné zalesňování
- protierozní rozmístování plodin (osevní postupy, pásové střídání plodin)
- velikost a tvar pozemků (Holý, 1994)

Vegetační kryt půdy snižuje erozní činnost na půdě, proto můžeme dělit plodiny dle rozdílného stupně ochrany půdy s:

- vysokým protierozním účinkem po celou dobu vegetace (travní porosty, jetelotrávy, jeteloviny)
- dobrým protierozním účinkem po většinu vegetační doby (obilniny, meziplodiny, luskoviny)
- nedostatečným protierozním účinkem po většinu vegetační doby: kukuřice, brambory, cukrovka (Dumbrovský 2004)

Dalšími principy zajišťujícími ochranu půdy proti vodní erozi jsou: Pěstování plodin dle specifík stanoviště a plodiny:

- Včasný termín výsevu plodin.
- Výsev víceletých pícnin do krycí plodiny.
- Posun podmínky do období s nižším výskytem přivalových dešťů.
- Zařazování bezorebně setých plodin.
- Rozmístění plodin dle svažitosti pozemku.
- Ochranné zatravnění.
- Ochranné zalesnění.
- Protierozní rozmisťování plodin.
- Protierozní osevní postupy.
- Pásové střídání plodin.
- Protierozní směr výsadby sadů a vinic (Podhrázká, Dufková, 2005).

Účelem je zajištění vegetačního krytu půdy plodinou s vysokým protierozním účinkem. Například zatravnění meziřadí má vysokou účinnost, odstraňuje vodní erozi téměř na úrovni TTP snížením faktoru C. Použití zatravnění všech meziřadí je vhodné ve sklonech 12-21%, při půdách nepropustných a snadno erodovatelných již od 7%. Zatravnění meziřadí lze pro jeho vysokou účinnost použít ve všech blocích, kde se vyskytují speciální plodiny (Hálek, 2004).

### **2.1.3.2 Agrotechnická a vegetační protierozní opatření:**

Agrotechnická a vegetační opatření, navazující na organizační opatření, mají v protierozní ochraně zásadní význam (Holý, 1996).

Pro využití kulturními plodinami se půda připravuje mechanickým



zpracováním. Se zřetelem na protierozní ochranu se při něm nesmí porušit půdní struktura, má se podporovat však vody do půdy a přispět k udržení příznivé půdní vlhkosti. Počet obdělávacích úkonů, jež ničí drobtovitou strukturu, má být omezen na minimum (Holý, 1978).

Mezi agrotechnická opatření patří:

- provádění orby kolmo na směr převládajících větrů
- provádění hrubé podzimní orby a rozbrázďování polí s hladkým povrchem
- zmírnění síly větru při povrchu půdy
- včasné setí ozimin
- vytváření drobtovité struktury v půdách
- minimální zpracování půdy
- bezorebné setí
- ponechání kulis z kukuřičné slámy nebo slunečnice apod. - protideflační pásy
- důlkování povrchu půdy - provádí se jako na orné půdě speciálním důlkovačem, uzpůsobeným dle speciální rozteče meziřadí. Lze provádět při výsadbě různého směru, při různých sklonech, přičemž mezní sklon je dán svahovou dostupností důlkovače. Použití není možné na těžších, obtížně zpracovatelných půdách (Švehlík, 1985).
- vrstevnicové obdělávání
- meliorace podorničních horizontů
- výsev do ochranné plodiny, strniště a ponechaných rostlinných zbytků na povrchu půdy
- setí do hrubé brázdy
- přerušované brázďování
- stabilizace povrchu půdy (Kvítek, Tippl, 2003)
- mulčování - spočívá v zajištění nastýlky organické hmoty v tloušťce 10-20cm. Opatření je vysoce účinné, výrazně omezuje erozi, zmenšuje nebo vylučuje potřebu kultivace. Doporučuje se provádět na erozně ohrožených pozemcích (12-18%), navíc umožňuje výsadbu po spádnici (Švehlík, 1985)
- ochranné lesní pásy: větrolamy (nepropustné, polopropustné, propustné)
- vsakovací lesní pásy
- zastiňovací lesní pásy (Holý, 1978)

Protierozní agrotechnická opatření se používají ke zlepšení vsakovací schopnosti půdy, zvýšení její protierozní odolnosti a k vytvoření ochrany jejího povrchu především v období největšího výskytu přívalových srážek, kdy zejména širokořádkové plodiny (kukuřice, brambory, cukrová řepa, slunečnice apod.) svým vzrůstem a zapojením ještě nedostatečně kryjí půdu (Janeček, 2008).

### **2.1.3.3 Technická opatření:**

Slouží k vyrovnání terénních příčných nerovností a snížení podélného sklonu velmi svažitéch pozemků před tzv. „cizí“ 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 škodami povrchovým odtokem a smytou zeminou apod. Používají se tehdy, pokud nelze hodnot přípustné ztráty zeminy dosáhnout organizačními a agrotechnickými opatřeními nebo pokud je řešení technickými opatřeními výhodnější (Janeček, 2008).

#### **Proti důsledkům plošného povrchového odtoku:**

- vsakovací pásy
- obdělávatelné průlehy
- záchytné příkopy (odváděcí, vsakovací)
- protierozní hrázky
- stupňovité terasy
- odvodňovací stavby

#### **Proti důsledkům soustředěného povrchového odtoku:**

- protierozní nádrže
- úprava výmolů a strží
- hrazení bystřin (úprava průtočného profilu, úprava dna, úprava povodí, návrh koryta)
- chemická protierozní ochrana
- ochrana vodních zdrojů (Holý, 1994)

### **Lesnická opatření:**

- zalesnění holých ploch
- vybudování účelné sítě větrolamů a ohledem na směr převládajících větrů
- zákaz škodlivého mýcení břehových porostů, skupin stromů, křovinných formací
- na mezích atd. (Švehlík, 1985)

Jako příklad lze uvést:

- Zahrazovací práce na bystřinách byly od počátků na území dnešní České republiky cílevědomě prováděny pro obnovu zrychlenou erozí narušovaného prostředí. (Bělský, 1994)
- Přenosné ploty z odpadových prken, odpadních hliníkových fólií, rákosu apod. použít, kde je třeba dočasně chránit plodiny proti větru.

Nejúčinnější jsou ochranné lesní pásy. Mnoho autorů uvádí, že větrolamy chrání půdu proti jejímu větrnému odnosu. Zejména se budují v otevřeném rovinném terénu. Jejich účinky spočívají ve zmírnění rychlosti větru v určité vzdálenosti před a za větrolamem, snižování výparu, regulaci teploty a vlhkosti v přízemní vrstvě ovzduší, podporují rovnoměrné ukládání sněhu, jsou zdrojem dřevní hmoty, chrání půdu před odnosem (Bělský, 1994).

## **2.2 Krajina**

Pojem krajina je starogermánského původu a původně, v období raného středověku, označoval pozemek obdělávaný jedním hospodářem. Jinými slovy, krajina byla tehdy pojímána jako prostor, který mohl člověk vnímat z jednoho konkrétního místa. Společným znakem drtivé většiny definic krajiny je její polyfunkční charakter (Sklenička, 2003).

Krajina je část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky (zák. č. 114/1992 Sb.).

Krajina je souborem ucelených ekosystémů, které spolu vzájemně energeticky

komunikují, předávají si informace a vzájemně se ovlivňují.

Krajina je považována za otevřený systém, tzn., že je se svým okolím v interakci prostřednictvím toků energie, hmoty a informací. Předpokládáme-li, že se systém od svého vzniku pohybuje po určité vývojové křivce, pak jakékoliv vychýlení je důsledkem působení rušivých faktorů (Hradecký, Buzek, 2001).

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).

Krajina je heterogenní část zemského povrchu, skládající se ze souboru vzájemně se ovlivňujících ekosystémů, který se v dané části povrchu v podobných formách opakuje (Forman, Gordon, 1993).

Každá krajina má tyto základní atributy:

- určitou polohu a rozlohu na povrchu Země (existují však i zatím neprobádané krajiny podmořské), kterou lze vymezit na mapě (kartografická fixace)
- svérázný vzhled podmíněný strukturním uspořádáním krajinných složek a prvků (krajinný ráz)
- interakční vazby, v nichž se realizuje přenos látek, energie a informace, navenek se projevující fungováním krajiny (krajinný režim)
- specifický vývoj v čase, historie a paměť krajiny (Trnka, 2007)

Krajina se vyvíjí, dochází k mnoha změnám a výkyvům krátkodobého (např. střídání ročních období) až dlouhodobého charakteru. Tyto výkyvy v krajině nebo i její disturbance nám v další fázi vývoje ukazují, jak je krajina stabilní (Zdrálek, 1999).

Na krajinu je třeba pohlížet jako na živý systém reagující na četné podněty, z nichž některé podléhají pravidelným rytmům (střídání dne a noci, sezón atd.), výskyt jiných může být nepravidelný, nahodilý apod. Faktory, které krajinu ovlivňují, můžeme rozlišovat na vnitřní (endogenní) a vnější (exogenní). Jejich existence způsobuje, že jen velmi zřídka můžeme v případě rovnováhy hovořit o zcela neměnném stavu (Sklenička, 2003).

## 2.2.1 Ekologická stabilita krajiny

Ekologická stabilita je definována jako schopnost ekologického systému přetrvávat i za působení rušivého vlivu a reprodukovat své podstatné charakteristiky v podmínkách narušovaných zvenčí (Bartošková, Vlasák, 2007).

Je to schopnost ekosystému vyrovnávat změny způsobené vnějšími činiteli a zachovávat své přirozené vlastnosti a funkce (Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů).

Stabilitou máme na mysli odolnost krajiny vůči narušení a její zotavení po narušení. Každá krajinná složka má svůj stupeň stability a tak celková stabilita krajiny odráží zároveň poměr všech zastoupených typů krajinných složek (Forman, Gordon, 1993).

Michal (1991) definuje ekologickou stabilitu jako schopnost ekosystému vrátit se působením vlastních vnitřních mechanismů k dynamické rovnováze anebo ke svému "normálnímu" vývojovému směru. Čím rychleji se ekosystém vrací a čím menší odchylky vykazuje, tím je stabilnější. Ekologická stabilita je převrácenou hodnotou vstupů, ať už ve formě látek anebo energie, kterou je nutné do ekosystému vkládat na to, abychom ho udrželi v momentálním stavu. Tato situace nemá environmentální aspekt. Neexistuje připojení na přirozenost ekosystému. Např. lán pšenice vyžaduje každoročně mechanické narušování, hnojení a kosení, organický materiál (sláma) musí být odstraňovaný, anebo aspoň eliminovaný - jinak by úroda v nejbližších čtyřech - pěti letech nebyla téměř žádná. Tok energie je přerušovaný.

Mají-li ekosystémy a krajinné systémy trvale plnit své produkční a mimoprodukční funkce je třeba znát hranici, po kterou je možné je zatěžovat, aniž bychom narušili jejich funkčnost. Je třeba znát jejich ekologickou stabilitu. Ekologická stabilita je schopnost ekologického systému přetrvávat i za působení rušivého vlivu a reprodukovat své podstatné charakteristiky v podmínkách narušování zvenčí. Tato schopnost se projevuje minimální změnou za působení rušivého vlivu nebo spontánním návratem do výchozího stavu (Míchal, 1991).

Ekologicky vysoce stabilní ekosystém je schopen odolávat vlivům vyvolávajícím změnu. Uchování stávající ekologické stability v antropogenně využívaných ekosystémech je možno realizovat pouze zprostředkovaně, tedy pomocí hospodářských zásahů. Tyto zásahy musí být prováděny uváženě (s ohledem na ekologické zákonitosti konkrétní lokality) a uplatňovat tak principy

tzv. ekologické optimalizace. V praxi to znamená, že je nutno hledat a nacházet takovou míru destabilizace krajiny, která bude ještě únosná pro veškeré antropogenní aktivity, aniž by došlo k nevratnému narušení jejích regeneračních schopností (Kender, 2000).

Stabilita antropogenních a semiantropogenních ekosystémů (agrocenózy, lesní monokultury, zahrady atd.) musí být udržována trvalými lidskými zásahy a trvalými (pravidelnými) vklady dodatkové energie (práce, hnojiva, elektrická energie). Protikladem ekologické stability je ekologická labilita (nestabilita) tj. neschopnost ekologického systému přetrvat působení cizího vlivu zvenčí nebo neschopnost vrátit se po případné změně k výchozímu stavu (Míchal, 1991).

Protikladem ekologické stability je ekologická labilita (nestabilita). Ta může být často pouze přechodnou vlastností ekosystémů a vést přitom k nastolení nové ekologické stability (Sklenička, 2003).

V území vždy existují plochy ekologicky stabilnější a ekologicky labilnější. Čím větší je zastoupení ploch stabilnějších, tím vyšší je územní ekologická stabilita. V území je možné vymezit plochy, které jsou aktuálně ekologicky relativně stabilnější. Ty potom tvoří kostru ekologické stability (Bartošková, Vlasák, 2007).

Krajinu považujeme za stabilní tehdy, dochází-li k oscilaci krajinného systému kolem centrální polohy a krajina je schopna přežívat a odolat proti působení rušivého vlivu okolního prostředí nebo faktorů. Nestabilní krajina má pak nedokonalé autoregulační schopnosti a sníženou odolnost vůči rušivým vlivům (Zdrálek, 1999).

Nestabilita je pro krajinu charakteristická tehdy, pokud stačí malá změna prostředí k vychýlení systému z jeho režimu oscilací kolem ústřední polohy (Forman, Gordon, 1993).

Většinou rovnovážný stav krajiny lépe odráží termín dynamická (ekologická) rovnováha. Ta je hlavním projevem ekologické stability.

Ekologická stabilita se projevuje:

- Minimální změnou za působení rušivého vlivu.
- Spontánním návratem do výchozího stavu, resp. na původní vývojovou trajektorii po případné změně.

Přítomnost jednoho ze dvou zmíněných aspektů přitom stačí k tomu, abychom hovořili o ekologické stabilitě (Sklenička, 2003).

Orientačním ukazatelem ekologické stability je koeficient ekologické stability (KES). Je dán poměrem mezi plochami relativně ekologicky stabilními a nestabilními (Bartošková, Vlasák, 2007).

$$\text{KES} = \frac{\text{ekologicky stabilní plochy}}{\text{ekologicky nestabilní plochy}}$$

$$\text{KES} = \frac{\text{lesy, TTP, vodní plochy, sady, zahrady}}{\text{orná půda, zastavěné a urbanizované plochy}}$$

V současné době je již mnoho poznatků o tom, jak je krajinná sféra závislá a jak reaguje na různé typy změn, resp. narušení jejího rovnovážného stavu. Někdy v této souvislosti hovoříme o narušení tzv. ekologické stability. Nejmarkantnějším případem jsou projevy eroze, při nichž jsou v závislosti na lokálních podmínkách přemísťovány různé mohutné objemy půdy zasahující v některých případech až do geologického podloží.

Zachování ekologických funkcí je v konečném důsledku nezbytné k zachování životních podmínek pro člověka (Kender, 2000).

Nedílnou součástí ekologické stabilizace území je jeho organizace, řešená v rámci různých projektů (komplexní pozemkové úpravy, revitalizační programy, apod.) Ochrana a organizace území, kterou je třeba řešit na bázi povodí, slouží k optimalizaci využití území z hlediska různých uživatelů a vlivu jejich činností na základní zdroje, především vodu a půdu (Váška, 1996).

Reálná možnost zvyšování ekologické stability krajiny vychází z předpokladu, že stupeň ekologické stability kulturní krajiny nelze chápat jako průměr stupňů stability jednotlivých částí, ale že je tento stupeň závislý i na jejich uspořádání, na účelném prostorovém rozmístění ekologicky stabilnějších segmentů krajiny (Kender, Pařízek, 1996).

Lze rozlišovat 4 základní typy ekologické stability podle absence

či přítomnosti "cizích" faktorů - zda-li působí či ne tj. konstanci, cykličnost, rezistenci, resilienci (Míchal, 1991).

Stabilita krajinné mozaiky se může zvyšovat třemi rozdílnými způsoby:

- směrem k fyzikální stabilitě systému (charakterizované nepřítomností biomasy)
- směrem k rychlému zotavení po narušení (přítomnost biomasy)
- směrem k velké odolnosti vůči narušení - obvykle je přítomno velké množství biomasy (Forman, Gordon, 1993)

Musíme se naučit řídit ekosystémy v zájmu zajištění udržitelnosti v nejširším slova smyslu, což znamená zajištění dlouhodobé produktivity, vitality, zachování biodiverzity a ochrany přilehlých ekosystémů. Ekosystémy jsou otevřené termodynamické systémy vyznačující o vstupní a výstupní energií a hmotou. Stabilita může být definována jako schopnost systému zůstat v blízkosti bodu rovnováhy nebo se k ní vrátit poté, co byla porušena (Orians, 1975, Harrison, 1979).

## **2.2.2 Územní systém ekologické stability**

Územní systém ekologické stability (ÚSES) je zákonem (č. 114/92 Sb.) definován jako vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Vymezení ÚSES zajišťuje uchování a reprodukci přírodního bohatství, příznivé působení na okolní méně stabilní části krajiny a vytvoření základů pro mnohostranné využívání krajiny (Sklenička, 2003).

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. Ochrana přírody a krajiny se podle zákona č. 114/92 Sb., zajišťuje mimo jiné ochranou a vytvářením právě územního systému ekologické stability krajiny. Vymezení systému ekologické stability, zajišťujícího uchování a reprodukci přírodního bohatství, příznivé působení na okolní méně stabilní části krajiny a vytvoření základů pro mnohostranné využívání krajiny stanoví a jeho hodnocení provádějí orgány územního plánování a ochrany přírody ve spolupráci s orgány vodohospodářskými, ochrany zemědělského půdního fondu a státní správy



lesního hospodářství. Ochrana systému ekologické stability je povinností všech vlastníků a uživatelů pozemků tvořících jeho základ. Jeho vytváření je veřejným zájmem, na kterém se podílejí vlastníci pozemků, obce i stát. ÚSES je tedy sítí skladebných částí - biocenter, biokoridorů, interakčních prvků, ochranných zón, účelně rozmístěných na základě funkčních a prostorových kritérií (Buček, Lacina, 1995).

Prvky ÚSES jsou předmětem ochrany přírody a krajiny. Největší potřeba realizace prvků ÚSES je na intenzivně využívané části krajiny, skeletovitých půdách rozvodnic či v akumulačních zónách údolních niv (Bartošková, Vlasák, 2007).

V současné době navrhované a budované prvky ÚSES by mohly při vhodném trasování výrazně zvýšit retenční účinek zemědělské krajiny. Je nezbytné upravit metodiku plánování jednotlivých prvků ÚSES tak, aby měly v rámci možností co největší protipovodňovou účinnost (vytvářely zasakovací pásy, bránily erozi (Urbanová, 1999).

ÚSES jistě není (ani nikdy neměl být) dokonalým řešením všech neduhů české krajiny a úroveň metodických postupů byla zejména zpočátku poznamenána rychlostí jejich vzniku a nedostatkem zkušeností s jejich navrhováním a prosazováním.

ÚSES samy o sobě sice neřeší celou problematiku ochrany přírody a krajiny, ale jsou dnes jedinou systematicky zpracovanou metodou, která se opírá o teoretická východiska krajinné ekologie (Sklenička, 2003).

## 3 Metodika

### 3.1 Univerzální rovnice Wischmeiera-Smitha

Pro zjištění ztráty půdy z pozemků nacházejících se v katastrálním území Štětkře, byla zvolena metoda erozního smyvu, která vychází z Univerzální rovnice Wischmeiera-Smitha.

Výsledkem je průměrná dlouhodobá ztráta půdy z pozemku. Tu porovnááme s přípustnou dlouhodobou ztrátou z pozemku a na základě výsledků jsme schopni pro daný pozemek navrhnout vhodná protierozní opatření.

**Rovnice má tvar:**

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

G – průměrná roční 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 vlivu protierozních opatření

**Faktor R = faktor erozní účinnosti deště**

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

E – celková kinetická energie deště [J/m<sup>2</sup>]

$i_{30}$  – maximální 30-minutová intenzita deště [cm/hod]

$$E = (206 + 87 \log i_s) \cdot H_s$$

$H_s$  – úhrn přívalového deště [cm]

$i_s$  - intenzita deště [cm/hod]

Pro získání hodnot vhodných pro danou lokalitu, je nutné, aby byla naměřená data vyhodnocena za období 20 – 50 let. Přitom deště s hodnotami  $H_s$  do 12,5 mm se do výpočtu nezahrnují. V ČR se pro faktor R používá hodnota 20, která je určena

z dat nashromážděných během vegetačních období, protože právě od dubna do října se na území České republiky vyskytují deště s takovými úhrny a intenzitou srážek, které způsobují erozní smyv.

### **Faktor K = faktor náchylnosti půdy k erozi**

Závisí na textuře, struktuře, propustnosti a organických látkách obsažených v půdě. Jde o tzv. půdní faktor, který se stanovuje podle kódů KPP nebo č. BPEJ. Konkrétně podle druhého a třetího čísla obsaženého v pětimístném kódu BPEJ.

Pokud není k dispozici přehled BPEJ, doporučuje se určit faktor odečtením z nomogramu na základě obsahu humusu, obsahu částic o velikosti 0,10 – 2,0 mm, struktuře a propustnosti půdy.

### **Faktor L = faktor délky svahu**

Vyjádřen v poměru k délce standardního pozemku 22,13 m (Janeček, 2005). Není však z erozního hlediska rozhodujícím faktorem. Většinou se při zvyšující délce svahu a dlouhodobém dešti intenzita eroze zvyšuje.

$$L = (l_d / 22,13)^p$$

p je exponent závislý na sklonu svahu;

pro sklony  $\geq 5\%$  je  $p = 0,5$

$l_d$  = nepřerušená délka svahu.

### **Faktor S = faktor sklonu svahu**

Je jedním z nejdůležitějších erozních faktorů. V kombinaci s ostatními může být zmírněn, ne však zcela utlumen. Je vyjádřen v poměru ke sklonu standardního pozemku 9 %. (Janeček, 2007)

### **Faktor C = faktor ochranného vlivu vegetace**

Na průběh eroze působí vegetační kryt přímo a nepřímo. Přímou jako ochranná fólie před deštěm, který rozrušuje půdní povrch a nepřímo zkvalitňováním půdních vlastností, a to zejména zvyšováním pórovitosti.

Čím je vegetační kryt hustší a dlouhodobější, tím je jeho protierozní ochrana vyšší. Pro správné určení hodnoty faktoru, je nutné ohodnotit celý osevní postup

na pozemku a vyjádřit tak vývoj jejího ochranného účinku.

$$C = R \cdot c$$

R – faktor erozní účinnosti deště je nutné rozdělit právě podle délky pěstebních období jednotlivých rostlin

c – najdeme v tabulce hodnot ochranného vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období

### **Faktor P = faktor vlivu protierozních opatření**

Působením vhodně zvolených protierozních opatření dochází ke změně směru vytvořeného povrchového odtoku a zároveň k jeho snížení. Jelikož se v našem zemědělství protierozní opatření téměř nevyužívají, dosazujeme hodnotu 1. Ve chvíli, kdy je zrealizováno protierozní opatření, při kterém dojde ke snížení eroze, klesá faktor pod hodnotu 1.

### **G = ztráta půdy erozí**

Z vypočítaných hodnot získáme množství půdy v t/ha.rok, které je erozním smyvem odnášeno z jednotlivých pozemků. Výsledek rovnice je nutné porovnat s přípustnou ztrátou půdy způsobenou erozí, a to dle následujících hodnot podle Janečka a kol. (2005):

- pro mělké půdy (do 30 cm) – 1 t/ha.rok
- středně hluboké půdy (30-60 cm) – 4 t/ha.rok
- hluboké (nad 60 cm) – 10 t/ha.rok

V případě, že vypočtená průměrná ztráta půdy přesáhne přípustnou hodnotu, je nutno navrhnout ochranu pozemku v podobě protierozních opatření.

K určení stupně reálné ohroženosti pozemků erozí je možno také využít následujících kritérií (Dýrová, 1984):

Tabulka 3.1 Stupně erozní ohroženosti

Stupně erozního ohrožení	Mělké půdy	Středně hluboké půdy	Hluboké půdy
	limit 1 t/ha.rok	limit 4 t/ha.rok	limit 10 t/ha.rok
1 - mírné	< 1,1	< 4,1	<10,1
2 - zvýšené	1,1 – 2	4,1 – 8	10,1 – 20
3 - vysoké	2,1 – 3	8,1 – 12	20,1 – 30
4 – velmi vysoké	> 3	> 12	> 30

Zdroj: Dýrová, 1984

## 3.2 Vyčíslení velkých vod na malých povodích

Vyčíslení velkých vod na malých povodích použitím Čerkašanova vzorce:

$$VQ_{100} = \frac{24,7 \cdot C \cdot \sqrt[3]{v^2} \cdot P}{p \cdot \sqrt[3]{L^2}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

C – objemový součinitel odtoku

- získáme ho z mapy izolinií, která pro něj byla sestavna. (Viz. Příloha 1)

v – průměrná rychlost dobíhání

-je závislá na spádu údolí toku  $Iú = \frac{Hú_{\max} - Hú_{\min}}{Lú} \cdot 100 \quad [\%]$

-  $Hú_{\max}$  - maximální nadmořská výška údolnice

-  $Hú_{\min}$  - minimální nadmořská výška údolnice

-  $Lú$  - délka údolnice

a procentu zalesněnosti povodí  $z = \frac{P_L}{P} \cdot 100 \quad [\%]$

$P_L$  - zalesněná plocha

P – celková plocha povodí

- hodnotu  $\sqrt[3]{v^2}$  získáme z grafu. (Viz. Příloha 1)

p – koeficient závislý na tvaru povodí

- jeho hodnota je udána grafem v závislosti na tvaru povodí. (Viz. Příloha 1)

L – délka údolí hlavního toku [km] - Pro určení správné délky toku je třeba při značné vlnitosti toku z mapy násobit změřenou délku koeficientem 1,01 až 1,10.

P – plocha povodí v km<sup>2</sup>

Uvedené typy vzorců udávají VQ<sub>100</sub>, tj. průtok s opakováním v dlouhodobém průměru N = 100 let (vodou stoletou). Pro převod VQ<sub>100</sub> na VQ<sub>n</sub> s N < 100 lze použít koeficientů a<sub>N</sub> typických „čar opakování“ VQ<sub>n</sub> přičemž:

$$a_N = \frac{VQ_N}{VQ_{100}}$$

Průměrné a<sub>N</sub> pro menší toky o velikosti povodí 3 až 30 km<sup>2</sup> vhodné pro Čechy a Moravu, odvodíme z následující tabulky.

Tabulka 3.2 Koeficient a<sub>N</sub>

N- let	nezalesněná, strmá povodí	částečně zalesněná, svažitá	zalesněná, mírně svažitá	částečně zalesněná, nížinná
1	0,06	0,10	0,14	0,18
2	0,08	0,15	0,21	0,29
5	0,13	0,23	0,33	0,44
10	0,21	0,33	0,45	0,55
20	0,34	0,47	0,60	0,67
50	0,62	0,70	0,81	0,84
100	1	1	1	1

Zdroj: Němec, 1964

## 3.3 Metoda čísel odtokových křivek CN

Pomocí této metody lze předpovídat objem přímého odtoku a velikost kulminačního průtoku v povodích o velikosti 5 až 10 km<sup>2</sup>. Na základě těchto dvou hodnot, pak můžeme odhadnout transport splavenin z povodí pomocí upravené univerzální rovnice (Williams, Berndt).

### 3.3.1 Objem přímého odtoku

Objem odtoku, charakterizovaný výškou efektivního deště  $H_{ed}$  se doporučuje odvodit dle metodiky US SCS (Soil Conservation Service) – SCS (1972) -

$$H_{ed} = \frac{(H_d - R_1)^2}{H_d + R_p - R_1}$$

$H_{ed}$ ... výška efektivního deště = přímý odtok [mm]

$H_d$ ... výška deště = úhrn přívalové srážky [mm]

$R_p$ ... potenciální retence povodí (svahu) [mm]

$$R_p = 25,4 \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

CN... číslo odtokové křivky – zjištěno po zařazení pozemku do jedné ze 4 skupin, na základě schopnosti infiltrace vody do půdy.

$R_1$  - retence povodí v bezodtokové fázi =  $R_1 \dots 0,20 \cdot R_p$  [mm]

$O_{ph} = 1000 \cdot P_p \cdot H_{ed}$

$O_{ph}$  – objem přímého odtoku

$P_p$  – plocha povodí [km<sup>2</sup>]

$H_{ed}$  – přímý odtok

### 3.3.2 Kulminační průtok

$$Q_{pH} = 0.00043 \cdot q_{pH} \cdot P_p \cdot H_{ed} \cdot f$$

$Q_{pH}$  – kulminační průtok

$q_{pH}$  – jednotkový kulminační průtok – určí se z nomogramu (Janeček, 2007)

$P_p$  – plocha povodí

$H_{ed}$  – přímý odtok

$f$  – opravný součinitel pro nádrže, rybníky a bažiny. (Viz. Příloha 1)

### 3.3.3 Transport splavenin

$$G = 11,8 \cdot (Q_{pH} \cdot O_{ph})^{0,56} \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

$G$  – transport splavenin z přívalového deště

$O_{ph}$  – objem přímého odtoku

$Q_{pH}$  – velikost kulminačního průtoku

$K, L, S, C, P$  – faktory univerzální rovnice (Wischmeier, Smith)



## 4 Výsledky a diskuze

### 4.1 Charakteristika území

#### 4.1.1 Geologie

Po stránce geologické je území složeno ze silně metamorfovaných krystalických hornin moldanubika (pararuly, svorové ruly, ortoruly a granulity), jimiž pronikla tělesa hlubinných magmatitů moldanubického plutonu. Jde zejména o žuly, granodiority apod. (Chábera, 1998).

Moldanubikum a paleozoikum, jež tvoří skalní podklad jižních Čech, je již od poloviny minulého století rozlišováno na dvě základní litostratigrafické jednotky:

- jednotvárná série - vznikla polymetamorfózou mořských jílovitých břidlic s drobovou příměsí
- pestrá série - vytvořena biotickými, muskoviticko-biotickými, silimaniticko-biotickými i cordieriticko-biotickými pararulami a migmatity

Převážná část jihočeského moldanubika je tvořena horninami jednotvárné série.

Území Českobudějovické pánve se nachází v úsecích, které byly původně synklinální. Jejich základ je ve stavbě hlubších částí zemské kůry, což se dodnes projevuje hromaděním sedimentů a akumulací štěrkopískových uloženin jihočeských řek právě v této oblasti.

Lokalitou, která je zpracovávána, ale prochází granulitový pás, jehož původ nebyl doposud jednoznačně objasněn. Nejčastěji jsou granulity považovány za silněji metamorfované horniny granulitové fascie, které do vyšších pater pronikly z hloubky (Chábera, 1985).

##### 4.1.1.1 Výskyt nerostů

Nejvýznamnějším nerostem pro zpracovávanou oblast je grafit. Jeho ložiska a se přerušovaně táhnou v pásu od rakouských hranic až k Jindřichovu Hradci a vytvářejí zhruba dvě stejně dlouhé linie. Pro nás je významné ložisko mezi

Lipenskou vodní nádrží a obcí Kamenný újezd. V tomto území bylo vymezeno několik grafitových struktur. Jednou z nich je Domoradická struktura, která zahrnuje i mnou řešenou lokalitu. Spadá sem vytěžené grafitové ložisko u Domoradic a dále Přísečná, Štětkře, Záluží, Čertyně a Jamné.

## 4.1.2 Půda

Podle půdní mapy 1 : 250 000 se na celé ploše území nacházejí kambizemě, což jsou půdy s kambickým hnědým horizontem, postrádající jílové povlaky na povrchu pedů. Díky pestré škále substrátů se vyznačují velkou rozmanitostí z hlediska trofismu, zrnitosti, chemismu i fyzikálních vlastností. Tvoří se hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin. Na severu se nachází kambizemně kyselé, střed pokrývají kambizemně oglejené a jih modální. Svahovina rul je v celé oblasti střední.

Mapa zrnitostního složení půd ukazuje, že se zde vyskytují půdy středně zrnité obsahující 2,1 – 2,5 % humusu. Směrem k chladnějším a humidnějším oblastem obsah humusu narůstá, ale jeho kvalita klesá, neboť kvalita humusu stoupá od zrnitostně nejlehčích půd k těžším .

## 4.1.3 Geomorfologie

Řešené území se z geomorfologického hlediska nachází v části členité vrchoviny šumavského podhůří s pedimenty (zarovnané plochy úpatnicového typu) a v tektonické sníženině na fundamentu Českého masívu. Dnešní vzhled reliéfu jižních Čech je výsledkem dlouhého geomorfologického vývoje, který probíhal v různých fyzicko-geografických podmínkách. Na vývoj reliéfu působily jak pohyby zemské kůry, tak i změny podnebí a charakter horniny (Chábera, 1998).

Z hlediska regionálního členění reliéfu patří zpracovávané území do provincie Česká vysočina, Šumavské subprovincie a oblasti Novohradské podhůří. Západní část podhůří Novohradských hor, zhruba mezi řekou Malší a Českokromlovskou vrchovinou, zabírá Kaplická brázda (Kaplická vrchovina). Její rozloha je cca 259 km<sup>2</sup>. Směrem na jih od Kamenného Újezda se reliéf stává členitějším

## 4.1.4 Klima

Podle Köppenovy klasifikace klimatických oblastí se lokalita vyskytuje v podtypu podnebí listnatých lesů mírného pásu. Jedná o přelom mírně teplé, mírně vlhké oblasti vrchovinové o výšce do 1000 m.n.m. a oblasti mírně teplé, mírně vlhké, s mírnou zimou, pahorkatinové do 500 m.n.m.

### 4.1.4.1 Teplota

Průměrná roční teplota vzduch se pohybuje mezi 7 – 8°C. Průměrný počet slunných dní je 40 – 50 v roce. Naopak mrazových dní je 120 – 140.

### 4.1.4.2 Srážky

Pokud vymežíme oblasti podle hodnoty Langova dešťového faktoru, spadá dané území do intervalu 80 – 100, a z části nad 100.

V lokalitě spadne v průměru 550-600 mm srážek ročně. Jenom v letním období spadne 250 – 300 mm. Měsícem s největší srážkovou činností je červen, kdy zaznamenáváme největší výskyt bouřkových událostí. To spadne v průměru 80 – 100 mm srážek. Nejmenší množství pak spadne v zimě (0-100 mm). Zejména prosinec je chudý na srážkovou činnost (0-30 mm).

Další údaje:

- Průměrný sezónní počet dní se sněžením je 60 – 70
- Nejvíce sněhových dní je v lednu 12 – 14
- Průměrný sezónní počet dní se sněhovou pokrývkou je 60 -80
- Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je 75 – 80 %
- Průměrný roční sytostní doplněk je 3,0 – 3,5 hPa
- Průměrná roční rychlost větru se pohybuje od 0 - 3,0 m/s

## 4.1.5 Přirozená vegetace

Rozložení vegetace České republiky je závislé především na poloze území ve středu Evropy. Právě to ovlivnilo vývoj vegetace a migraci v časovém sledu. Díky značné geologické a geomorfologické členitosti území je zdejší flóra relativně různorodá.

Na základě klimatických rozdílů lze v naší republice rozlišit tři klimatické oblasti:

- teplou (T)
- mírně teplou (MT)
- chladnou (CH)

Ty jsou dále dělené podle nejvýznamnějších teplotních a srážkových charakteristik na nižší jednotky. Řešená lokalita spadá pod jednotku MT5 – MT3, která je charakterizována relativně chladnějšími typy acidofilních doubrav, dubohabřinami nebo také submontánními bučinami.

Dále se ČR člení na 4 fytogeografické jednotky (podprovincie):

- Panonská
- Karpatská
- Polonská
- Hercynská

Hercynská podprovincie je jediná, která se na našem území vyvinula ve své úplnosti a zasahuje do všech teoreticky možných vegetačních stupňů. Jejím typickým znakem je geologická stavba. Tu tvoří staré horniny Českého masívu, zčásti překryté mladšími sedimenty a místy proniknuté mladšími efuzívy. A právě pestrá geologická stavba podmiňuje značnou mozaikovitost vegetace, ačkoliv geomorfologicky je většina podprovincie spíše jednotvárná (Neuhäuslová, 1998).

Z hlediska původní vegetace, tak na dané území zasahují porosty bikových a jedlových doubrav. Jde o druhově chudé, listnaté nebo smíšené doubravy s jedlí nebo borovicí, s převahou trav, sítinovitých nebo keříčků, na živinami chudých substrátech v planárním a kolinním stupni, místy až v submontánním stupni.

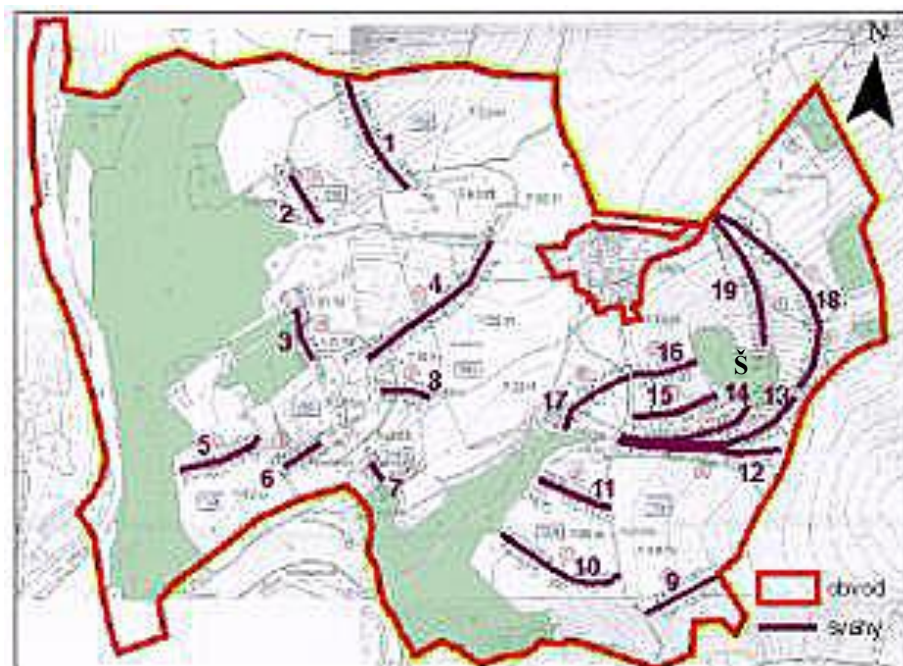
V bikové doubravě je nejdominantnějším listnáčem dub zimní s příměsí jiných více či méně náročných listnatých dřevin (bříza, habr, buk, jeřáb, lípa). Pokud jde o sušší stanoviště, pak je zde přirozenou příměsí borovice (Neuhäuslová, 1998).

## 4.2 Výpočty

### 4.2.1 Výpočet průměrné roční ztráty půdy

V rámci pozemkové úpravy, která probíhala v katastrálním území Štětkře č. 790818, bylo vytipováno 19 svahů, pro které byla spočítána erozní ohroženost.

Obrázek 4.1 Svahy



Zdroj: Projekt KPÚ Štětkře

Pro výpočet byla použita rovnice průměrné roční ztráty půdy Wischmeiera a Smitha :

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

G = ztráta půdy v t/ha za 1 rok

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

## Faktor R = 20

### Faktor K:

Tabulka 4.1 Faktor K dle BPEJ

BPEJ	K	BPEJ	K
73241	0,20	75011	0,39
74068	0,16	73244	0,20
73254	0,20	72914	0,21
73756	0,21	72941	0,21
72911	0,21		

Nejčastěji se v území vyskytují BPEJ s číslem HPJ 32 a 29. Pod HPJ 32 najdeme hnědé půdy a hnědé půdy kyselé na žulách, rulách a svorech a pod HPJ 29 hnědé půdy, hnědé půdy kyselé a jejich slabě oglejené formy. Taktéž na rulách, žulách a svorech.

### Faktor L:

Tabulka 4.2 Faktor L

svah	délka [m]	faktor L	svah	délka [m]	faktor L
1.	290	3,68	11.	175	3,02
2.	120	2,13	12.	390	4,27
3.	135	2,65	13.	490	4,77
4.	400	4,27	14.	335	3,99
5.	205	3,02	15.	210	3,02
6.	90	2,13	16.	155	2,61
7.	50	1,52	17.	175	3,02
8.	120	2,13	18.	500	4,77

9.	190	3,02	19.	330	3,99
10.	290	3,68			

### Faktor S:

Tabulka 4.3 Faktor S

svah	%	faktor S	svah	%	faktor S
1.	11,7	1,55	11.	13,7	1,97
2.	20,9	3,68	12.	9,5	1,17
3.	18,8	3,27	13.	9,6	1,17
4.	11,1	1,35	14.	11,1	1,35
5.	10,3	1,17	15.	12,5	1,75
6.	15,8	2,46	16.	12,9	1,75
7.	32,0	7,28	17.	9,7	1,17
8.	15,0	2,21	18.	9,2	1,00
9.	10,5	1,35	19.	12,0	1,55
10.	11,7	1,55			

### Faktor C:

Tabulka 4.4 Procentní rozdělení erozní účinnosti deště R

měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
výskyt přivalových dešťů	0,5	10,0	23,0	32,0	27,0	7,0	0,5

Zdroj: Janeček, 2008

### Rozdělení roku do 5 období podle vývoje plodin:

1. Podmítka a hrubá brázda – není nejkritičtější, ale jedná se o holou půdu – riziko eroze je vysoké.
2. Příprava k setí do jednoho měsíce po zasetí (sázení) – z hlediska erozní ohroženosti se jedná o nejkritičtější období.
3. Následné 2 měsíce od zasetí (jarního nebo letního), ozimy do 30.4. - vegetační kryt stále není úplný, a tak klade erozi jen malé překážky.

4. Od konce 3. období do sklizně – vysoká intercepce srážek, voda stéká po vegetaci = účinný vliv proti erozní ohroženosti.
5. Strniště – zůstávají posklizňově zbytky.

**Pro danou lokalitu byl navržen šestiletý osevní postup s 50 % zastoupením obilovin:**

Tabulka 4.5 Osevní postup

1.	jetel
2.	ječmen ozimý
3.	řepka ozimá
4.	pšenice ozimá
5.	lusko-obilná směska (oves + hrách)
6.	ječmen jarní

**Výpočet faktoru C pro jednotlivé plodiny:**

**Jetel:**

Tabulka 4.6 Jetel

období	datum	R	C	R*C
1.-5.	21.7.-31.8	1,373	0,015	0,0206

$$C1 = \sum (R*C) = 0,0206$$

**Ječmen ozimý:**

Tabulka 4.7 Ječmen ozimý

období	datum	R	C	R*C
1.	1.9. - .15.9.	0,035	0,50	0,0175
2.	16.9. - 25.11.	0,040	0,55	0,0220
3.	25.12. – 30.4.	0,005	0,30	0,0015
4.	1.5. – 15.7.	0,490	0,05	0,0245
5.	16.7. – 31.7.	0,160	0,20	0,0320



$$C2 = \sum (R*C) = 0,0975$$

### Řepka ozimá:

Tabulka 4.8 Řepka ozimá

období	datum	R	C	R*C
1.	1.8. – 20.8.	0,174	0,65	0,1131
2.	21.8. – 30.9.	0,157	0,70	0,1099
3.	1.10. – 30.4.	0,010	0,45	0,0045
4.	1.5. – 20.7.	0,537	0,08	0,0430
5.	21.7. – 31.7.	0,103	0,25	0,0258

$$C3 = \sum (R*C) = 0,2963$$

### Pšenice ozimá:

Tabulka 4.9 Pšenice ozimá

období	datum	R	C	R*C
1.	31.7. – 20.9.	0,317	0,50	0,1585
2.	21.9. – 31.10.	0,026	0,55	0,0143
3.	1.11. – 30.4.	0,005	0,30	0,0015
4.	1.5. – 20.7.	0,537	0,05	0,0269
5.	21.7. – 15.8.	0,338	0,20	0,0676

$$C4 = \sum (R*C) = 0,2688$$

### Lusko-obilná směska (oves + hrách):

Tabulka 4.10 Lusko-obilná směska (oves + hrách)

období	datum	R	C	R*C
1.	16.8. – 15.3.	0,310	0,65	0,2015
2.	16.3. – 30.3.	0,000	0,70	0,0000
3.	1.4. – 15.5.	0,055	0,45	0,0248
4.	16.5. – 10.6.	0,127	0,08	0,0102
5.	11.6. – 31.10	0,811	0,25	0,2028

$$C5 = \sum (R * C) = 0,4393$$

### Ječmen jarní s podsevem:

Tabulka 4.11 Ječmen jarní s podsevem

období	datum	R	C	R*C
1.	1.11. – 15.3.	0,000	0,70	0,0000
2.	16.3. – 30.4.	0,005	0,75	0,0038
3.	1.5. – 31.5.	0,100	0,50	0,0500
4.	1.6. – 20.7.	0,467	0,08	0,0374

$$C6 = \sum (R * C) = 0,0912$$

$$C = (C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6) / 6$$

$$C = 0,20$$

**Faktor P = 1**

### Výpočet smyvu půdy G [t/ha] dle Wischmeiera a Smitha:

Tabulka 4.12 Výpočet smyvu

svah	R	K	L	S	C	P	G
1.	20	<b>0,20</b>	<b>3,68</b>	<b>1,55</b>	0,20	1	<b>4,56</b>
2.	20	<b>0,16</b>	<b>2,13</b>	<b>3,89</b>	0,20	1	<b>5,30</b>
3.	20	<b>0,21</b>	<b>2,65</b>	<b>3,27</b>	0,20	1	<b>7,28</b>
4.	20	<b>0,25</b>	<b>4,27</b>	<b>1,35</b>	0,20	1	<b>5,76</b>
5.	20	0,20	3,02	1,17	0,20	1	<b>2,83</b>
6.	20	<b>0,21</b>	<b>2,13</b>	<b>2,46</b>	0,20	1	<b>4,40</b>
7.	20	<b>0,16</b>	<b>1,52</b>	<b>7,28</b>	0,20	1	<b>7,08</b>
8.	20	0,21	2,13	2,21	0,20	1	<b>3,95</b>
9.	20	0,21	3,02	1,35	0,20	1	<b>3,42</b>
10.	20	<b>0,21</b>	<b>3,68</b>	<b>1,55</b>	0,20	1	<b>4,79</b>
11.	20	<b>0,21</b>	<b>3,02</b>	<b>1,97</b>	0,20	1	<b>5,00</b>
12.	20	0,20	4,27	1,17	0,20	1	<b>4,00</b>

13.	20	<b>0,20</b>	<b>4,77</b>	<b>1,17</b>	0,20	1	<b>4,46</b>
14.	20	<b>0,20</b>	<b>3,99</b>	<b>1,35</b>	0,20	1	<b>4,31</b>
15.	20	<b>0,20</b>	<b>3,02</b>	<b>1,75</b>	0,20	1	<b>4,23</b>
16.	20	0,20	2,61	1,75	0,20	1	<b>3,65</b>
17.	20	0,21	3,02	1,17	0,20	1	<b>2,97</b>
18.	20	0,20	4,77	1,00	0,20	1	<b>3,82</b>
19.	20	<b>0,20</b>	<b>3,99</b>	<b>1,55</b>	0,20	1	<b>4,95</b>

### Doporučené protierozní opatření:

Na svazích 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 15, a 19 je zvýšené riziko erozní ohroženosti, proto doporučuji zmíněné svahy zatravnit. Tabulka 4.13 ukazuje, jak se změní hodnota G, po realizaci navrženého protierozního opatření.

Tabulka 4.13 Odnos půdy po zatravnění ohrožených svahů

svah	R	K	L	S	C	P	G
1.	20	0,20	3,68	1,55	0,005	1	<b>0,11</b>
2.	20	0,16	2,13	3,89	0,005	1	<b>0,13</b>
3.	20	0,21	2,65	3,27	0,005	1	<b>0,18</b>
4.	20	0,25	4,27	1,35	0,005	1	<b>0,14</b>
5.	20	0,20	3,02	1,17	0,20	1	<b>2,83</b>
6.	20	0,21	2,13	2,46	0,005	1	<b>0,11</b>
7.	20	0,16	1,52	7,28	0,005	1	<b>0,14</b>
8.	20	0,21	2,13	2,21	0,20	1	<b>3,95</b>
9.	20	0,21	3,02	1,35	0,20	1	<b>3,42</b>
10.	20	0,21	3,68	1,55	0,005	1	<b>0,12</b>
11.	20	0,21	3,02	1,97	0,005	1	<b>0,13</b>
12.	20	0,20	4,27	1,17	0,20	1	<b>4,00</b>
13.	20	0,20	4,77	1,17	0,005	1	<b>0,11</b>
14.	20	0,20	3,99	1,35	0,005	1	<b>0,11</b>
15.	20	0,20	3,02	1,75	0,005	1	<b>0,11</b>
16.	20	0,20	2,61	1,75	0,20	1	<b>3,65</b>
17.	20	0,21	3,02	1,17	0,20	1	<b>2,97</b>

18.	20	0,20	4,77	1,00	0,20	1	<b>3,82</b>
19.	20	0,20	3,99	1,55	0,005	1	<b>0,12</b>

Z těchto výsledků lze usoudit, že navržené protierozní opatření je účinné a dokáže snížit erozní ohroženost pod hranici přípustné erozní míry.

Tabulka 4.14 Porovnání s výsledky projektanta

č.svahu	G <sub>proj.</sub>	G <sub>DP</sub>	G <sub>proj.</sub> - G <sub>DP</sub>	č.svahu	G <sub>proj.</sub>	G <sub>DP</sub>	G <sub>proj.</sub> - G <sub>DP</sub>
<b>1.</b>	-	<b>4,56</b>	1,34	<b>11.</b>	<b>6,2</b>	<b>5,00</b>	1,2
<b>2.</b>	-	<b>5,30</b>	-5,30	<b>12.</b>	<b>6,7</b>	4,00	2,7
<b>3.</b>	-	<b>7,28</b>	- 7,28	<b>13.</b>	<b>7,3</b>	<b>4,46</b>	2,84
<b>4.</b>	<b>4,8</b>	<b>5,76</b>	-0,96	<b>14.</b>	<b>7,4</b>	<b>4,31</b>	3,09
<b>5.</b>	<b>4,2</b>	2,83	1,37	<b>15.</b>	<b>5,6</b>	<b>4,30</b>	1,3
<b>6.</b>	-	<b>4,40</b>	- 4,40	<b>16.</b>	<b>4,9</b>	3,65	1,25
<b>7.</b>	-	<b>7,08</b>	- 7,08	<b>17.</b>	<b>4,1</b>	2,97	1,13
<b>8.</b>	<b>5,9</b>	3,95	1,95	<b>18.</b>	<b>4,8</b>	3,82	0,98
<b>9.</b>	<b>4,5</b>	3,42	1,08	<b>19.</b>	<b>6,9</b>	<b>4,95</b>	1,95
<b>10.</b>	<b>5,9</b>	<b>4,79</b>	1,11				

Jiné výsledky vycházejí zejména kvůli dosazení rozdílných faktorů R a K. Zatímco projektant dosazoval R faktor o hodnotě 17, já zvolila 20. Podle mého názoru je hodnota 17 pro danou lokalitu velmi nízká. Obecně se na celém území dosazuje 20, přestože jsou území, kde je hodnota R faktoru i vyšší.

Faktor K je také zcela rozdílný (ukázka rozdílných výsledků viz. Tabulka 4.15). Hodnota, kterou jsem dosazovala já, vychází, stejně jako u R faktoru, z platné metodiky.

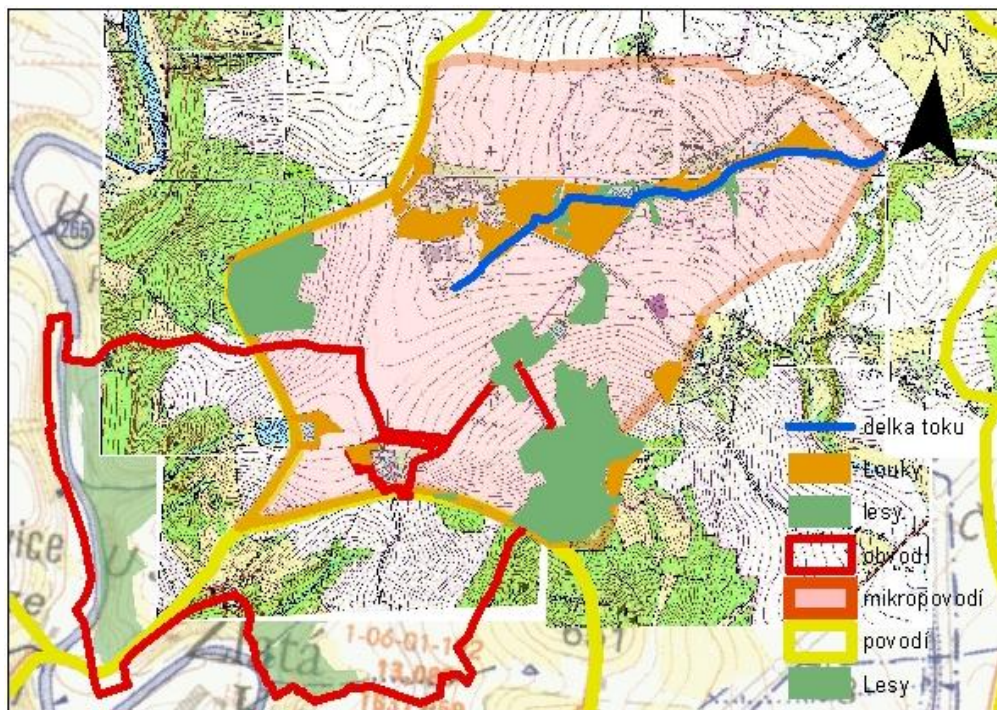
Tabulka 4.15 Rozdílné hodnoty

č. svahu	HPJ	K	R	LSCP	G t/(ha.rok)
8.	73756, 73254	0,21	20	totožné	3,95
8.	73756, 73254	0,32	17	totožné	5,90

## 4.2.2 Výpočet n – letých vod

Do katastrálního území č. 790818, Štětkře, zasahují 3 povodí. Povodí č. 1-06-01-211 o rozloze 10,429 km<sup>2</sup>, č. 1-06-01-194 o rozloze 8,048 km<sup>2</sup>, č. 1-06-01-192 o rozloze 13,083 km<sup>2</sup>. Pro výpočet byla vybrána část povodí č.1-06-01-211. Pro nově vzniklé mikropovodí, které má rozlohu 3,04 km<sup>2</sup>, jsem spočítala hodnoty n-letých vod.

Obrázek 4.2 Mikropovodí



Zdroj: Základní vodohospodářská mapa 1:50 000; ČÚZK

### Výpočet sklonu $I_u$ :

$$I_u = \frac{H_{u_{\max}} - H_{u_{\min}}}{L_u} \cdot 100 \text{ [%]}$$

$$H_{u_{\max}} = 524 \text{ m.n.m.}$$

$$H_{u_{\min}} = 474 \text{ m.n.m.}$$

$$L_u = 2861 \text{ m}$$

$$I_u = \frac{524 - 474}{2861} \cdot 100$$

$$Iú = 1,75 \%$$

### Výpočet zalesněnosti povodí z:

$$z = \frac{P_L}{P} \cdot 100 \text{ [%]}$$

$$P_L = 0,66 \text{ km}^2$$

$$P = 3,04 \text{ km}^2$$

$$z = \frac{0,66}{3,04} \cdot 100$$

$$z = 21,71 \%$$

### Výpočet n-letých vod dosazením do Čerkašinoва vzorce:

$$VQ_{100} = \frac{24,7 \cdot C \cdot \sqrt[3]{v^2} \cdot P}{p \cdot \sqrt[3]{L^2}} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$VQ_{100}$  - objemový průtok pro stoletou vodu

$$C = 0,5$$

$$\sqrt[3]{v^2} = 0,8 \text{ (odvozeno z nomogramu viz. metodika)}$$

$$p = 1,31 \text{ (odvozeno z nomogramu viz. metodika)}$$

$$L = 2,861 \text{ km}$$

$$P = 3,04 \text{ km}^2$$

$$VQ_{100} = \frac{24,7 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 3,04}{1,31 \cdot \sqrt[3]{2,861^2}}$$

$$VQ_{100} = 11,38 \text{ m}^3\text{/s}$$

Převod  $VQ_{100}$  na  $VQ_N$  za použití koeficientů  $a_N$  (viz. metodika):

$$VQ_N = VQ_{100} \cdot a_N$$

Tabulka 4.16 Objemový průtok

N	1	2	5	10	20	50	100
$a_N$	0,18	0,29	0,44	0,55	0,67	0,84	1
$VQ_{100}$	11,38	11,38	11,38	11,38	11,38	11,38	11,38
$VQ_N$	<b>2,05</b>	<b>3,30</b>	<b>5,01</b>	<b>6,26</b>	<b>7,62</b>	<b>9,56</b>	<b>11,38</b>

V mikropovodí se nachází pět malých rybníků. Ve výpočtu však jejich vliv nezohledňuji, neboť součet jejich ploch tvoří 0,33% z celkové plochy povodí, což je zanedbatelné.

### 4.2.3 Výpočet n – letých vod po realizaci protierozních opatření

**Sklon**  $I_{\text{ú}} = 1,75$

**Výpočet zalesněnosti povodí z:**

$$z = \frac{P_L}{P} \cdot 100 \text{ [%]}$$

$$P_L = 0,80 \text{ km}^2$$

$$P = 3,04 \text{ km}^2$$

$$z = \frac{0,80}{3,04} \cdot 100$$

$$z = 26,32 \text{ %}$$

**Výpočet n-letých vod dosazením do Čerkašinoва vzorce:**

$$VQ_{100} = \frac{24,7 \cdot C \cdot \sqrt[3]{v^2} \cdot P}{p \cdot \sqrt[3]{L^2}} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$VQ_{100}$  - objemový průtok pro stoletou vodu

$C = 0,5$  (odvozeno z mapy izolinií)

$\sqrt[3]{v^2} = 0,75$  (odvozeno z nomogramu viz. metodika)

$p = 1,31$  (odvozeno z nomogramu viz. metodika)

$L = 2,861 \text{ km}$

$$P = 3,04 \text{ km}^2$$

$$VQ_{100} = \frac{24,7 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 3,04}{1,31 \cdot \sqrt[3]{2,861^2}}$$

$$VQ_{100} = 10,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

Převod  $VQ_{100}$  na  $VQ_N$  za použití koeficientů  $a_N$  (viz. metodika):

$$VQ_N = VQ_{100} \cdot a_N$$

Tabulka 4.17 Objemový průtok po PEO

N	1	2	5	10	20	50	100
$a_N$	0,18	0,29	0,44	0,55	0,67	0,84	1
$VQ_{100}$	10,66	10,66	10,66	10,66	10,66	10,66	10,66
$VQ_N$	<b>1,92</b>	<b>3,02</b>	<b>4,69</b>	<b>5,87</b>	<b>7,15</b>	<b>8,96</b>	<b>10,66</b>

## 4.2.4 Výpočet odtokových křivek CN a stanovení transportu splavenin

Odtokové křivky a transport splavenin jsem počítala pro již zmíněné mikropovodí bezejmenného potoka.

### 4.2.4.1 Výpočet objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku

$$H_{ed} = \frac{(H_d - R_1)^2}{H_d + R_p - R_1}$$

$$R_p = 24,5 \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

$$O_{ph} = 1000 \cdot P_p \cdot H_{ed}$$

$$Q_{pH} = 0.00043 \cdot q_{pH} \cdot P_p \cdot H_{ed} \cdot f$$



**Maximální 24hodinový srážkový úhrn s opakováním 2 roky, nejbližší srážkoměrná stanice Netřebice, plocha povodí 3,04 km<sup>2</sup>**

Širokořádková plodina (okopanina), hodnota CN 74:

$$H_{ed} = \frac{(40,30 - 0,70)^2}{40,3 + 3,51 - 0,70}$$

$$H_{ed} = 36 \text{ mm} = 0,036 \text{ m}$$

$$O_{ph} = 1000 \cdot 3,04 \cdot 0,36$$

$$\mathbf{O_{ph} = 110,57 \text{ m}^3}$$

$$Q_{pH} = 0,00043 \cdot q_{pH} \cdot P_p \cdot H_{ed} \cdot f$$

$$Q_{pH} = 0,00043 \cdot 350 \cdot 3,04 \cdot 0,036 \cdot 0,98$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Úzkořádková plodina (obilnina), hodnota CN 72:

$$H_{ed} = 36 \text{ mm} = 0,036 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 109,38 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Víceleté pícniny a luštěniny, hodnota CN 70:

$$H_{ed} = 36 \text{ mm} = 0,036 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 108,16 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,012 \text{ m}^3/\text{s}}$$

**Maximální 24hodinový srážkový úhrn s opakováním 10 let, nejbližší srážkoměrná stanice Netřebice, plocha povodí 3,04 km<sup>2</sup>**

Širokořádková plodina (okopanina), hodnota CN 74:

$$H_{ed} = 56 \text{ mm} = 0,056 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 168,67 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Úzkořádková plodina (obilnina), hodnota CN 72:

$$H_{ed} = 55 \text{ mm} = 0,055 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 167,43 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,021 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Víceleté pícniny a luštěniny, hodnota CN 70:

$$H_{ed} = 55 \text{ mm} = 0,055 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 166,13 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}}$$

**Maximální 24hodinový srážkový úhrn s opakováním 20 let, nejbližší srážkoměrná stanice Netřebice, plocha povodí 3,04 km<sup>2</sup>**

Širokořádková plodina (okopanina), hodnota CN 74:

$$H_{ed} = 63 \text{ mm} = 0,063 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 192,61 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Úzkořádková plodina (obilnina), hodnota CN 72:

$$H_{ed} = 63 \text{ mm} = 0,063 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 191,36 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,023 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Víceleté pícniny a luštěniny, hodnota CN 70:

$$H_{ed} = 63 \text{ mm} = 0,063 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 190,05 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,022 \text{ m}^3/\text{s}}$$

**Maximální 24hodinový srážkový úhrn s opakováním 50 let, nejbližší srážkoměrná stanice Netřebice, plocha povodí 5,41 km<sup>2</sup>**

Širokořádková plodina (okopanina), hodnota CN 74:

$$H_{ed} = 73 \text{ mm} = 0,073 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 221,73 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,033 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Úzkořádková plodina (obilnina), hodnota CN 72:

$$H_{ed} = 73 \text{ mm} = 0,073 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 220,47 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Víceleté pícniny a luštěniny, hodnota CN 70:

$$H_{ed} = 72 \text{ mm} = 0,072 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 219,14 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}}$$

**Maximální 24hodinový srážkový úhrn s opakováním 100 let, nejbližší srážkoměrná stanice Netřebice, plocha povodí 5,41 km<sup>2</sup>**

Širokořádková plodina (okopanina), hodnota CN 74:

$$H_{ed} = 80 \text{ mm} = 0,080 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 244,49 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,036 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Úzkořádková plodina (obilnina), hodnota CN 72:

$$H_{ed} = 80 \text{ mm} = 0,080 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 243,22 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,030 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Víceleté pícniny a luštěniny, hodnota CN 70:

$$H_{ed} = 80 \text{ mm} = 0,080 \text{ m}$$

$$\mathbf{O_{ph} = 241,88 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{Q_{pH} = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}}$$

#### 4.2.4.2 Stanovení transportu splavenin z mikropovodí

Tabulka 4.18 Transport splavenin

plodina <sub>n-let</sub>	O <sub>pH</sub>	Q <sub>pH</sub>	K	R	LS	C	P	G <sub>t/r</sub>	G <sub>t/ha.r</sub>
okopanina <sub>2</sub>	110,57	0,016	0,25	20	2,7	0,2	1	2,20	0,007
obilnina <sub>2</sub>	109,38	0,013	0,25	20	2,7	0,2	1	1,94	0,006
pícnina <sub>2</sub>	108,16	0,012	0,25	20	2,7	0,2	1	1,85	0,006
okopanina <sub>10</sub>	168,67	0,025	0,25	20	2,7	0,2	1	3,57	0,012
obilnina <sub>10</sub>	167,43	0,021	0,25	20	2,7	0,2	1	3,23	0,011
pícnina <sub>10</sub>	166,13	0,019	0,25	20	2,7	0,2	1	3,04	0,010
okopanina <sub>20</sub>	192,61	0,028	0,25	20	2,7	0,2	1	3,73	0,012
obilnina <sub>20</sub>	191,36	0,023	0,25	20	2,7	0,2	1	3,66	0,012
pícnina <sub>20</sub>	190,05	0,022	0,25	20	2,7	0,2	1	3,56	0,012
okopanina <sub>50</sub>	221,73	0,033	0,25	20	2,7	0,2	1	4,86	0,016
obilnina <sub>50</sub>	220,47	0,027	0,25	20	2,7	0,2	1	4,33	0,014
pícnina <sub>50</sub>	219,14	0,025	0,25	20	2,7	0,2	1	4,14	0,014
okopanina <sub>100</sub>	244,49	0,036	0,25	20	2,7	0,2	1	5,39	0,018
obilnina <sub>100</sub>	243,22	0,030	0,25	20	2,7	0,2	1	4,86	0,016
pícnina <sub>100</sub>	241,88	0,028	0,25	20	2,7	0,2	1	4,66	0,015

Jak je vidět z tabulky 4.18, nejhorších výsledků dosahuje okopanina. Proto ji na erozně ohrožených svazích nedoporučuji pěstovat. Pokud nelze prosadit úplné zatravnění pozemků s vysokými půdními ztrátami, pak by bylo vhodné na nich pěstovat víceleté pícniny.

## 5 Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo vyhodnocení katastrálního území Štětkře, č. 790818, z hlediska ztráty půdy z pozemků v důsledku plošného povrchového odtoku a navržení vhodných protierozních opatření. Dále vymezení mikropovodí, jehož je k. ú. Štětkře součástí, výpočet n-letých vod a stanovení transportu splavenin.

V katastrálním území Štětkře bylo vytipováno devatenáct svahů a pro každý vypočtena hodnota erozního smyvu dosazením do univerzální rovnice ztráty půdy podle Wischmeiera a Smitha. U dvanácti svahů překročila hodnota odnosu půdy z pozemku přípustnou hranici a bylo nutné navrhnout protierozní opatření. Jako nejvhodnější způsob protierozní ochrany jsem zvolila zatravnění všech ohrožených pozemků. Následné zohlednění protierozního opatření ve výpočtu prokázalo, že odnos půdy z pozemků byl snížen na minimum a navržené opatření bylo účinné. Zároveň byl výpočet porovnán s návrhem společných zařízení, jakožto součásti komplexní pozemkové úpravy, která v k. ú. Štětkře probíhala v letech 1999 až 2002. Mezi výsledky, které jsem vypočetla ve své diplomové práci, a výsledky firmy projektantské, která prováděla návrh společných zařízení, jsou značné rozdíly. Důvodem jsou odlišné hodnoty faktorů K a R. Podle mého názoru firma zvolila faktor K příliš vysoký a faktor R příliš nízký. Navíc faktor K neodpovídá BPEJ, které se na svazích vyskytují.

Další část výpočtů byla určena pro oblast mikropovodí, kterou jsem vymezila v programu ArcGIS. Pro toto mikropovodí bylo zapotřebí spočítat objemové průtoky s pravděpodobností opakování 1, 2, 10, 20, 50 a 100 let. Po realizaci protierozního opatření by hodnota objemového průtoku při dvouleté vodě klesla o 0,13 m<sup>3</sup>/s a při stoletém objemovém průtoku o 0,72 m<sup>3</sup>/s.

Nakonec jsem stanovila celkové množství transportovaných splavenin z mikropovodí, a to použitím metody CN odtokových křivek a upravené univerzální rovnice pro ztrátu půdy podle Williamse a Berndta. Výsledky ukazují, jak se mění celkové množství půdy splavované z mikropovodí v závislosti na pěstované plodině a maximálních denních srážkových úhrnech s pravděpodobností opakování 2, 10, 20, 50 a 100 let. Nejhorších výsledků dosahují širokořádkové plodiny, zatímco k nejnižšímu odnosu půdy dochází při pěstování víceletých píceň.

Diplomová práce potvrzuje, že erozi je potřeba věnovat stále větší pozornost.

# Seznam literatury

- [1] Bartošková K., Vlasák J.: Pozemkové úpravy, ČVUT, Praha, 2007. ISBN 978-80-01-03609-9
- [2] Bělský J.: Lesnickotechnické meliorace a hrazení bystřin v České republice, Min. Zem. ČR, Praha, 1994.
- [3] Buček A., Lacina J. Přírodovědná východiska ÚSES. In LÖW, J., a kol. Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability, Brno: Doplněk, 1995. ISBN 80-903206-1-9
- [4] Cotler H.: Účinky využití území na erozi půdy v tropických suchých lesních ekosystémech, Catena č. 65, 2006
- [5] Dumborvský M. a kol.: Pozemkové úpravy, Brno, 2004. ISBN 80-214-2668-3
- [6] Dýrová E.: Ochrana a organizace povodí: návody ke komplexnímu projektu a diplomovému semináři, SNTL, Praha, 1984
- [7] Forman R. T. T., Gordon M.: Krajinná ekologie, Academia, Praha, 1993. ISBN 80-200-0464-5
- [8] Hálek V.: Aplikace systému opatření proti vodní erozi v prostorách speciálních kultur, Acta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, LII č.5, Brno, 2004
- [9] Holý M.: Eroze a životní prostředí, ČVUT, Praha, 1994. ISBN 80-01-01078-3
- [10] Holý M.: Protierozní ochrana, nakl. technické literatury, Praha, 1978.
- [11] Horník S.: Fyzická geografie II., Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1986.
- [12] Hradecký J., Buzek L.: Nauka o krajině, Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava, 2001. ISBN 80-7042-804-X
- [13] Chábera S.: Fyzický zeměpis jižních Čech: přehled geologie, geomorfologie, horopisu a vodopisu, JČU, České Budějovice, 1998. ISBN 80-7040-218-0
- [14] Chábera S.: Geomorfologie, JČU, České Budějovice, 1996. ISBN 80-70-40-208-3

- [15] Chábera S.: Neživá příroda, Jihočeské nakl., České Budějovice, 1985.
- [16] Chábera S.: Jihočeská vlastivěda, Jihočeské nakl., České Budějovice, 1982.
- [17] Janeček M. a kol.: Základy erodologie, ČZU, Praha, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7
- [18] Janeček M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, VÚMOP, Praha, 2007. ISBN 978-80-154-0973-2
- [19] Janeček M. a kol.: Nové směry v protierozní ochraně půdy, ÚZPI, Praha, 1999. ISBN 80-7271-041-9
- [20] Jůva K., Hrabal S., Tlapák V.: Malé vodní toky, SZN, Praha, 1984
- [21] Jůva K., Hrabal S., Tlapák V.: Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší, SZN, Praha, 1977.
- [22] Kender, J.: Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny, Enigma, s. r. o., Praha, 2000. ISBN 80-7212-148-0
- [23] Kender J., Pařízek P.: Požadavky na revitalizaci krajiny z hlediska ochrany přírody in: Janeček, M.(ed):Voda v krajině, sborník přednášek z konference konané 15. a 16. října, Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Brno, 1996. ISBN 80-02-01113-9
- [24] Kozák, J. a kol.: Atlas půd České republiky ve spolupráci s ČZU, ČZU, Praha, 2009. ISBN 978-80-213-1882-3
- [25] Kozák J., Němeček J., Matula S., Valla M., Borůbka L.: Pedologie, ČZU, Praha, 2002. ISBN 80-213-0907-5
- [26] Kvítek T., Tippl M.: Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2003. ISBN 80-72071-140-7
- [27] Marek V.: Vodní hospodářství ve vztahu k legislativě ochrany půdy in: Janeček, M.(ed):Voda v krajině, sborník přednášek z konference konané 15. a 16. října, Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Brno, 1996. ISBN 80-02-01113-9

- [28] Míchal I.: Rozhovory o ekologii a ochraně přírody, Enviro, et Vološčuk, 1991. ISBN 80-85458-01-2
- [29] Němec J.: Inženýrská hydrologie, SNTL, Praha, 1964.
- [30] Neuhäuslová Z. a kol.: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky, Academia, Praha, 1998. ISBN 80-200-0687-7
- [31] Novotná D.: Úvod do pojmosloví v ekologii krajiny, MŽP+Enigma, Praha, 2001. ISBN 80-7212-192-8
- [32] Nypl V., Kuráž V.: Hydrologie a pedologie, VŠCHT, Praha, 1992. ISBN 80-7080-152-2
- [33] Oriens G. H.: Diversity, stability and maturity in natural ecosystems., In: W.H. van Dobben and R.H. Lowe-McConnell (Editors), 1975.
- [34] Pasák V., DrSc. a kol.: Ochrana půdy před erozí, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1984
- [35] Podhrázká J, a kol.: Metodický návod: Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení škodlivých účinků povrchového odtoku, VÚMOP, Brno, 2008. ISBN 978-80-904027-7-5
- [36] Podhrázká J., Dufková J.: Protierozní ochrana půdy, MZLU, Brno, 2005. ISBN 80-71-57-856-8
- [37] Projektantská firma, Komplexní pozemková úprava Štětkře, 1999 - 2000
- [38] Ředinová J., Pavlásek J., Máca P.: hydrologie – návody ke cvičením, ČZU, Praha, 2009.
- [39] Řehánek T., Kříž V.: Cvičení z hydrologie, Ostravská univerzita, Ostrava, 2002. ISBN 80-7042-823-6
- [40] Sklenička P.: Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha, 2003. ISBN 80-903-206-1-9
- [41] Švehlík R.: Větrná eroze půdy na jihovýchodní Moravě, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1985



[42] Tolasz R. a kol.: Atlas podnebí Česka, ČHMÚ a Univerzita Palackého, Praha a Olomouc, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ), ISBN 978-80-244-1626-7 (ÚP)

[43] Toman F.: Ochrana půdy před erozí jako předpoklad trvale udržitelného rozvoje zemědělství in: Janeček, M.(ed):Voda v krajině,sborník přednášek z konference konané 15. a 16. října, Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Brno, 1996. ISBN 80-02-01113-9

[44] Thiermann A., Sbresny J., Schafer W.: GIS v projektu WEELS: Větrná eroze na evropských lehkých půdách, Zeměměřič č. 12, 2003

[45] Váchal J., Mazín V., Dumbrovský M.: Základy pozemkových úprav – internetová učebnice, [www2.zf.jcu.cz/ public](http://www2.zf.jcu.cz/public)

[46] Váška J.: Simulační modely erozních procesů pro rozhodovací činnost v ochraně a organizaci povodí in:Janeček, M.(ed):Voda v krajině,sborník přednášek z konference konané 15. a 16. října, Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Brno, 1996. ISBN 80-02-01113-9

[47] Vráblíková J., Vráblík P., Aplikovaná pedologie, Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 2008. ISBN 978-80-7414-046-4

[48] Urbanová M. a kol.: Inženýrská díla v krajině I +II, Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 1999. ISBN80-7044-280-8

[49] z. č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

[50] z. č. 17/1992 Sb., o životním prostředí

[51] Zdralek M.: Ekologická stability a hodnocení krajiny, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 1999. ISBN 80-7078-738-4

#### **Další použité zdroje:**

[1] ČHMÚ, [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)

[2] ČUZK, [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)

[3] Pozemková úprava Štětkře

[4] Základní mapa České republika 1:5000, geoportál ČZUK

[5] Základní vodohospodářská mapa 1:50 000

# **Přílohy**

<b>Příloha A.....</b>	<b>i</b>
<b>Příloha B.....</b>	<b>iv</b>

# Příloha A

Tabulka 1 Faktor L

délka svahu (m)	5	10	15	20	30	40	50
faktor L	0,48	0,68	0,82	0,95	1,17	1,35	1,52
délka svahu (m)	80	100	150	200	250	300	350
faktor L	1,91	2,13	2,61	3,02	3,38	3,68	3,99
délka svahu (m)	400	450	500	600	700	800	900
faktor L	4,27	4,52	4,77	5,22	5,64	6,04	6,39
délka svahu (m)	1000	1100	1200	1300	1400	1500	
faktor L	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26	

Zdroj: Janeček, 2007

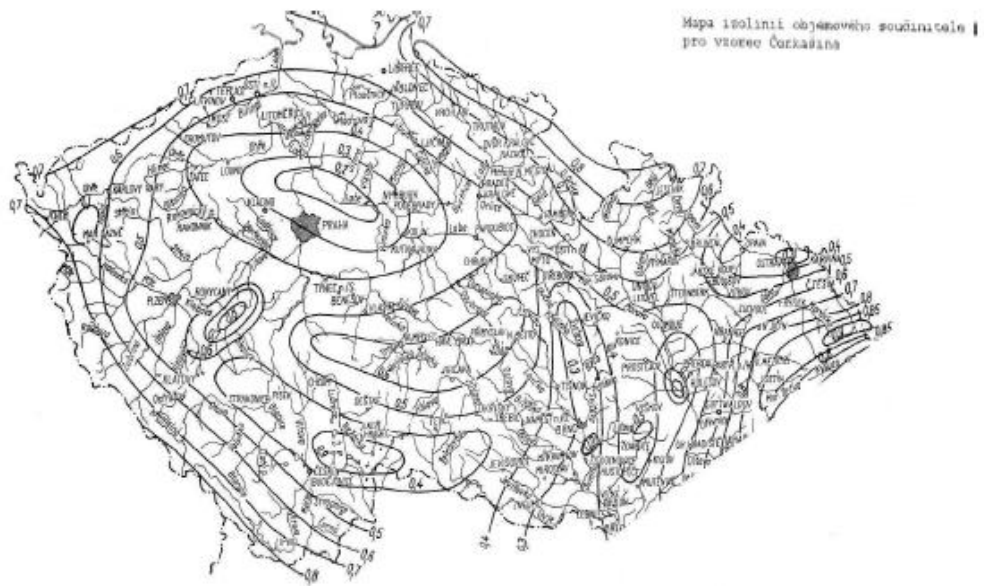
Tabulka 2 Faktor S

sklon svahu (%)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
faktor S	0,18	0,26	0,35	0,45	0,57	0,70	0,84	1,0	1,17	1,35
sklon svahu (%)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
faktor S	1,55	1,75	1,97	2,21	2,46	2,72	2,99	3,27	3,57	3,89
sklon svahu (%)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
faktor S	4,21	4,55	4,90	5,26	5,64	6,03	6,43	6,85	7,28	

Zdroj: Janeček, 2007

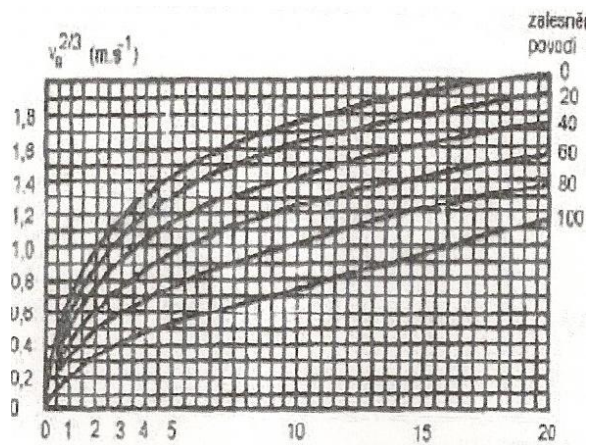
Obrázek 1 Objemový součinitel

## Objemový součinitel $\beta$



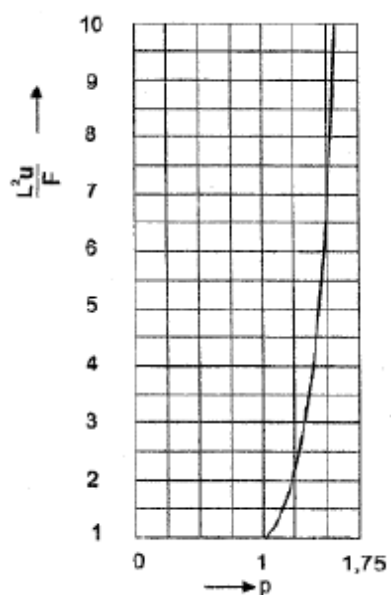
Zdroj: Němec, 1964

Obrázek 2 Zalesněnost



Zdroj: Němec, 1964

Obrázek 3 Koeficient tvaru povodí



Zdroj: Němec, 1964

Tabulka 3 f koeficient

Charakteristika koryta	f
Betonové tvárnice spárované	0,012
Betonové tvárnice	0,013
Struskobetonové tvárnice	0,014
Kamenná dlažba	0,022
Polovegetační tvárnice	0,025
Zemní koryto pravidelné, kosené	0,025
Kamenná dlažba na sucho, hrubá	0,029
Kamenná rovnanina	0,032
Polovegetační tvárnice, vzrostlý drn	0,033
Zemní koryto, nekosené	0,033

Zdroj: Jůva, 1984

# Příloha B

Příloha B obsahuje fotografie mikropovodí a k.ú. Štětkře.

Obrázek 4 Okolí bezejmenného potoka



Obrázek 5 Potok



Obrázek 6 Svah č.4, k.ú. Štětkře



Obrázek 7 Svah č. 19, k.ú. Štětkře





Obrázek 8 Svah č. 17, k.ú. Štětkře



Obrázek 9 Svah č. 11, k.ú. Štětkře

