

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích*

*Zemědělská fakulta*

*Katedra pozemkových úprav*



# *DIPLOMOVÁ PRÁCE*

## *Řešení protierozní ochrany na modelovém povodí Jenín*

*The solution of anti-erosive protection for the model  
catchment area Jenín*

*Vypracovala: Michaela Urbanová*

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

2007

# PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

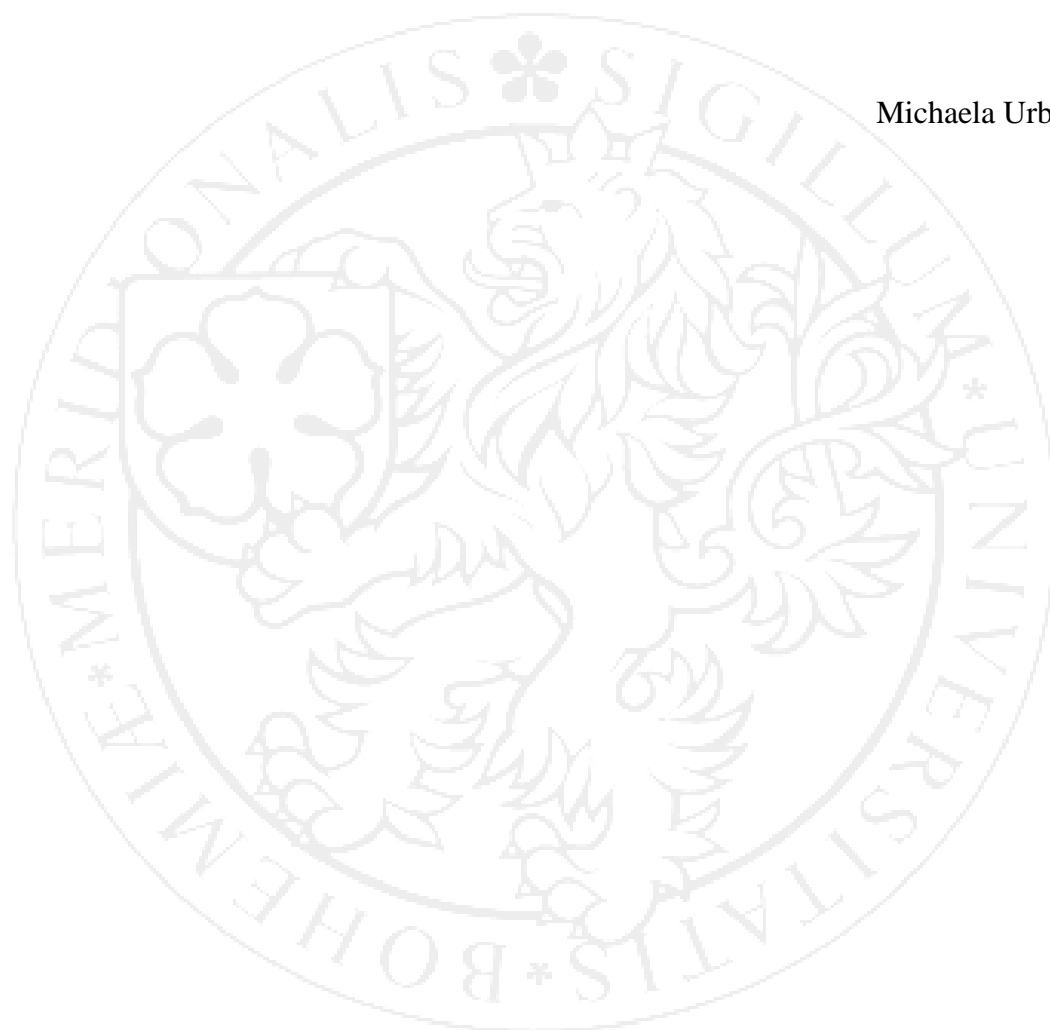
*„Řešení protierozní ochrany na modelovém povodí Jenín“*

zpracovala samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 30. 4. 2007

Michaela Urbanová





Na tomto místě bych ráda vyjádřila své díky vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za jeho odborné rady, cenné připomínky, informace a pomoc při zpracování diplomové práce. Také bych ráda poděkovala Ing. Monice Koupilové, DiS. a Ing. Janě Moravcové, které mi poskytly řadu cenných informací. Zároveň bych chtěla poděkovat svým rodičům za jejich trpělivost a oporu.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>PROJEVY A DRUHY EROZE</b> .....	<b>2</b>
2.1.1	Vodní eroze.....	3
2.1.2	Větrná eroze.....	8
2.1.3	Ledovcová eroze.....	9
2.1.4	Sněhová eroze.....	9
2.1.5	Zemní eroze.....	9
2.1.6	Antropogenní eroze.....	9
<b>2.2</b>	<b>FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ EROZI</b> .....	<b>10</b>
2.2.1	Klimatický a hydrologický faktor.....	10
2.2.2	Morfologický faktor.....	11
2.2.3	Geologický a půdní faktor.....	11
2.2.4	Vegetační faktor.....	13
2.2.5	Hospodářsko-technický faktor.....	14
2.2.6	Sociálně-ekonomický faktor.....	14
<b>2.3</b>	<b>PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ PROTI VODNÍ EROZI</b> .....	<b>14</b>
2.3.1	Organizační opatření.....	16
2.3.2	Agrotechnická a vegetační opatření.....	19
2.3.3	Stavebně technická opatření.....	21
<b>2.4</b>	<b>ŘEŠENÍ EROZE V RÁMCI POVODÍ</b> .....	<b>22</b>
2.4.1	Rozdělení povodí na erozní úseky.....	22
2.4.2	Návrh PEO v rámci povodí.....	23
2.4.3	Vliv erozních splavenin na jakost vody v povodí.....	24
<b>3</b>	<b>PRŮZKUM A ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>VYMEZENÍ ÚZEMÍ</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>KLIMATICKÉ POMĚRY</b> .....	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>GEOLOGICKÉ A BIOGEOGRAFICKÉ POMĚRY</b> .....	<b>27</b>
<b>3.4</b>	<b>PŮDNÍ POMĚRY</b> .....	<b>28</b>
3.4.1	Bonitované půdně ekologické jednotky.....	28
<b>3.5</b>	<b>HYDROLOGICKÉ POMĚRY</b> .....	<b>30</b>
3.5.1	Odvodnění.....	30
<b>3.6</b>	<b>OCHRANA PŘÍRODY</b> .....	<b>31</b>
<b>3.7</b>	<b>HOSPODÁŘSKÉ VYUŽITÍ ÚZEMÍ</b> .....	<b>31</b>

<b>4</b>	<b>METODIKA</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>URČENÍ OHROŽENOSTI POZEMKŮ VODNÍ EROZÍ</b> .....	<b>32</b>
4.1.1	Faktor erozní účinnosti přívalového deště (R).....	33
4.1.2	Faktor erodovatelnosti půdy (K).....	33
4.1.3	Topografický faktor – součin faktorů L a S.....	34
4.1.4	Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu (C).....	35
4.1.5	Faktor účinnosti protierozních opatření (P).....	36
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>37</b>
<b>5.1</b>	<b>VÝPOČET EROZNÍHO SMYVU V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ</b> .....	<b>37</b>
<b>5.2</b>	<b>VYHODNOCENÍ OHROŽENOSTI PŮD</b> .....	<b>41</b>
<b>5.3</b>	<b>NÁVRHY PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ</b> .....	<b>41</b>
5.3.1	Protierozní opatření číslo 1 a zhodnocení jeho účinnosti.....	42
5.3.2	Protierozní opatření číslo 2 a zhodnocení jeho účinnosti.....	43
5.3.3	Protierozní opatření číslo 3 a zhodnocení jeho účinnosti.....	45
<b>5.4</b>	<b>SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ</b> .....	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>DISKUSE</b> .....	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>54</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>56</b>

# 1 ÚVOD

Eroze je součástí vývoje Země od jejího zrodu, zmínky o jejích negativních účincích byly zaznamenány již v Mezopotámii. Z uvedeného plyne, že eroze tady byla, je a bude, otázkou však zůstává v jakém měřítku, neboť v důsledku populační exploze a s tím souvisejících nároků na výživu dochází k masivnímu nárůstu oblastí postižených erozí. V celosvětovém měřítku je eroze půdy jedním z tragických důsledků nerozumného využívání přírodních zdrojů člověkem a současně mnohdy nevratné degradace půdy a krajiny. Studie organizace GLASOD uvádí, že kolem 15 % zemské souše, vyjma povrch, který je trvale pokryt ledem, je postiženo všemi formami degradace půdy. Více jak polovinou se na této degradaci podílí vodní eroze (56 %) a téměř jednou třetinou větrná eroze (28 %). Oblasti ovlivněné vodní erozí zaujímají plochu okolo 11 milionů km<sup>2</sup> a oblasti ovlivněné větrnou erozí zhruba 5,5 milionu km<sup>2</sup> (<http://soilerosion.net>).

V podmínkách České republiky se může na první pohled zdát problematika eroze a s ní související opatření nadhodnocená, avšak opak je pravdou, neboť v důsledku neuváženého počínání v posledních 50ti letech prošel zemědělský půdní fond řadou degradačních změn s mnohdy až fatálními následky. Za mezník lze považovat kolektivizaci v 50. letech minulého století, která byla příčinou rušení mezí, polních cest, remízků, nivních luk, atd. Docházelo ke scelování pozemků do velkých půdních bloků bez ohledu na reliéf terénu, výsledkem čehož je narušení odtokových poměrů, znečištění vodních zdrojů a celková degradace půdy.

Dle informací Ministerstva životního prostředí je v České republice potenciálně ohroženo přes 50 % rozlohy zemědělského půdního fondu vodní erozí, přičemž aktuální vodní erozí je postiženo 40 % orných půd. Větrná eroze poškozují téměř 10 % orných půd (<http://www.env.cz>). Snahou odborníků na celém světě je nalézt co nejsnazší, avšak účinná řešení, která by erozi eliminovala zpět do fáze tzv. „normální“ eroze, tzn. eroze, která je přirozená a neodvratitelná.

Náplní diplomové práce je návrh protierozní ochrany v povodí Jenínského potoku. Cílem je posouzení a vyhodnocení možných účinků vodní eroze na zemědělsky využívaných pozemcích. V případě zvýšeného erozního nebezpečí má za úkol navrhnout odpovídající protierozní opatření, která by vedla ke snížení negativních účinků erozních jevů a naopak přispěla k nárůstu diverzity, zvýšení ekologické stability a k celkovému zlepšení životního prostředí.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 PROJEVY A DRUHY EROZE

Eroze (z latinského *erodere*, tj. rozhlodávat) spočívá v rozrušování půdy prostřednictvím vody, větru a ledu, následném odnosu půdy do jiných poloh, kde se přemístěné hmoty hromadí jako naplaveniny, navátiny nebo sutě. Základní příčinou vzniku erozních jevů je zvětrávání hornin, při němž se původně celistvé horniny postupně mění v hrubé až jemnozrné zvětraliny a ty v půdu, která pak podléhá erozi (CABLÍK, JŮVA, 1963).

Nejstarší projevy eroze byly zaznamenány v Mezopotámii, kde vykácení lesů v horských oblastech nad údolními systémy Eufratu a Tigridu vedlo k zanášení kanálů splaveninami a plaveninami, což byla pak jedna z příčin úpadku starých kultur (BUZEK, 1983).

V souvislosti s protierozní ochranou půdy musíme rozlišovat *erozi historickou* (pravěkou), jejíž činnost spadá do minulých geologických období, a *soudobou erozi*, jež modeluje zemský povrch v přítomnosti a spolupůsobí při současných zvětrávacích a půdotvorných pochodech (CABLÍK, JŮVA, 1963). BUZEK (1983) rozlišuje dvě formy soudobé eroze, a to sice *erozi normální*, která je přirozenou součástí krajinných procesů, při níž je úbytek půdy vyrovnán pedogenezí. Druhou formou je potom tzv. *eroze zrychlená*, která vzniká především v důsledku negativních hospodářských vlivů, následně vede k degradaci půd a k vývoji recentních erozních forem.

Podmínky pro výskyt erozních dějů v naší republice jsou specifické, neboť při přechodu na velkovýrobní způsob zemědělského obhospodařování a při další intenzifikaci zemědělské výroby byl problém eroze u nás značně podceněn a následky zrychlené eroze zemědělských půd vážně ohrožují jejich úrodnost, včetně mnohamiliónových škod v intravilánech měst a obcí, způsobovaných povrchovým odtokem a smyvem půdy ze zemědělských pozemků. Přehlížet nelze ani negativní vliv na kvalitu vodních zdrojů a časté škody větrnou erozí (JANEČEK ET AL., 2005).

## Druhy eroze podle příčin, které ji způsobují

Existuje celá řada rozdělení eroze. HOLÝ (1978) třídí erozi podle činitele, který ji způsobuje a působí na průběh erozních procesů na:

- **vodní erozi,**
- **ledovcovou erozi,**
- **sněhovou erozi,**
- **větrnou erozi,**
- **zemní erozi,**
- **antropogenní erozi.**

Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což způsobuje různou intenzitu erozních procesů. V celosvětovém měřítku způsobuje největší škody vodní a větrná eroze (HOLÝ, 1978).

### 2.1.1 Vodní eroze

Vodní eroze *se projevuje nežádoucím smyvem půdy* vlivem unášecí síly vody a jejím ukládáním v nižších partiích povodí. Příčinou vodní eroze jsou nejčastěji přívalové deště, tání sněhu nebo stálý (kolísavý) průtok vody v korytech vodních toků (FORMAN, GODRON, 1986).

**Vodní eroze je vyvolávána kinetickou energií dešťových kapek dopadajících na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody** (HOLÝ, 1978).

CABLÍK a JŮVA (1963) uvádějí, že stojaté vody způsobují erozi pouze za vlnobití, při němž vlny erodují pobřeží. Podzemní voda může vyvolat výraznou erozi chemickou, kdy dochází k rozpouštění hornin, hlavně vápenců, pak hovoříme o **korozi**, ale také erozi mechanickou, která bývá označována též jako **koraze**. Hlavním znakem vodní eroze je, že tekoucí voda splachuje, vymílá a odnáší půdu na jiná místa, kde dochází k její sedimentaci a akumulaci.



## Formy vodní eroze

Formy eroze jsou odvozeny z působení erozních činitelů na půdním povrchu -  
- **eroze povrchová** a pod půdním povrchem – **eroze podpovrchová** (HOLÝ, 1978).

### Povrchová vodní eroze

- 1) **Plošná eroze** – půda je erodována téměř rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo části svahu.
- 2) **Rýhová eroze** - stékající voda postupně vytváří zvětšující se rýhy a brázdy.
- 3) **Výmolová eroze** (stržová) – dešťový odtok vymílá hluboké brázdy, výmoly a strže.
- 4) **Bystřinná a říční eroze** – vzniká tam, kde soustředěné povrchové odtoky a vodní proudy vymílají ve stržích, úžlabinách a údolích trvalá vodní koryta.

Uvedené erozní formy nejsou v přírodě zpravidla ostře ohraničeny, nýbrž na sebe vzájemně navazují a splývají jedna v druhou. Vždy však erozní forma méně škodlivá přechází za příhodných podmínek ve formu erozně výraznější a v účincích nebezpečnější (CABLÍK, JŮVA, 1963).

#### 1) Plošná vodní eroze

Plošná vodní eroze je charakterizována rozrušováním a smyvem půdní hmoty na celé ploše území. Jejím **prvním stupněm je eroze selektivní**, při níž povrchový odtok odnáší jemné půdní částice a na ně vázané chemické látky. Dochází ke změně půdní textury a obsahu živin v půdě. Půdy podléhající selektivní erozi se stávají hrubozrnějšími a mají výrazně snížený obsah živin, půdy obohacené smyvem jsou naopak jemnozrnější a bohaté na živiny.

**Selektivní eroze** probíhá zvolna, často nepozorovaně a nezanechává viditelné stopy. Lze ji zjistit z jemného materiálu akumulovaného v dolních částech svahu po přívalovém dešti. Často jsou jemným materiálem zaneseny příkopy i komunikace. Selektivní plošná vodní eroze způsobuje nestejný vývoj vegetace projevující se rozdílným růstem, rozdílnou barvou a kvalitou v částech svahu, v nichž došlo ke smyvu jemných půdních částic a živin a v dolní části svahu, v níž došlo k akumulaci smyťého materiálu (HOLÝ, 1978).

Lze konstatovat, že tato eroze je velmi nebezpečná, a to především z toho důvodu, že je na první pohled neznatelná a dochází k ní i na pozemcích s velmi malým sklonem.

**Druhým stupněm** plošné vodní eroze je tzv. eroze vrstevnatá, při níž dle HOLÉHO (1978) dochází ke smyvu půdní hmoty ve vrstvách. Nejvíce ohroženy jsou půdy v období jarního tání, kdy dochází k rozmrznutí vrchních horizontů, které propouštějí vodu, na rozdíl od níže položených horizontů, které jsou stále ještě zmrzlé, pak dochází často k plošnému posunu orničního horizontu. Projevy této eroze jsou patrné na celé ploše svahu nebo v širokých pruzích v závislosti na reliéfu postiženého území.

## **2) Rýhová vodní eroze**

Tato eroze vzniká postupným soustředováním povrchově stékající vody, která vyrývá v půdním povrchu *mělké zářezy, rýžky a brázdičky*, které se postupně prohlubují v zářezy o hloubce 5 – 20 cm i více. Tyto erozní útvary probíhající délkovým rozměrem ve směru územního sklonu, jsou přibližně přímočaré a navzájem souběžné, v příčném řezu jsou ostře modelované. Příčinou zvýšeného odnosu půdy při rýhové erozi je vymílací síla vody, jež postupně rozrušuje původně rovný povrch půdy rýhami a brázdami. Vymílací účinek vody při této erozi se zvětšuje spolu s rostoucí vzdáleností od rozvodí, protože voda spolu s delší dráhou zvětšuje svůj objem, odtokovou rychlost i unášecí sílu, čímž dochází k prohlubování rýžek, brázdiček a stružek, kterými dochází k transportu splavených částic. Splavené částice se pak usazují na úpatí svahu nebo v přilehlém údolí, jakmile srážkový odtok ztratí při zmenšujícím se sklonu území potřebnou unášecí sílu. Částečně však dochází ke splavování částic do přirozených toků. Rýhová eroze je čtenější v krajích s intenzivnějšími dešti nebo s náhlým táním sněhu v jarním období a na půdách s malou vsakovací schopností, takže se vytváří prudký povrchový odtok. Tvorbu brázdiček může vyvolat již i méně vydatný déšť, rýhy se však začnou vymílat až účinkem přívalových dešťů nebo při často opakované erozi. Náhylné k tvorbě rýh jsou zejména půdy méně hutné a nesoudržné, dále půdy holé nebo chráněné nesouvislým porostem, jako jsou pole zoraná na jaře. Rýhová eroze je na pohled patrnější než plošná, avšak i její účinek je zpočátku nepříliš znatelný, neboť dochází k zahlazení rýh orbou apod. (CABLÍK, JŮVA, 1963).

Degradaci půdy může způsobit také pastva, kdy po průchodu dobytka vznikají chodníčky, jež se stávají dráhami pro koncentrovaný odtok vody a pro vývoj intenzivních svahových procesů, zvl. sesuvů. Vyšlapáváním jsou poškozovány pastviny především na písčitéch a skeletových půdách se slabým zadrněním (BUZEK, 1983).

Na pastvinách se eroze vyvíjí odlišněji než na orné půdě, kde se stopy eroze obděláváním zahlazují. Erozní proces je intenzivnější na strmějších svazích, při častějším přehánění dobytka, jeho větším počtu a hmotnosti (JANEČEK ET AL., 2005).

### **3) Výmolová vodní eroze**

Tuto erozi lze označit jako další vývojový stupeň, který následuje, **pokud dojde k zanedbání rýhové eroze**. Mohou však nastat i případy, ve kterých se projeví až výmoly. Jako příčinu uvádějí CABLÍK a JŮVA (1963) přirozené územní průlehy v polích, do kterých se soustřeďují dešťové a sněhové vody, dále nevhodně založené svahové cesty a příkopy, po spádu vedené pozemkové hranice, nesprávně umístěné ochranné lesní pásy, vozové koleje, orbu po svahu apod.

Podnětem ke vzniku výmolové eroze je soustředění dešťového odtoku, a to především ve zhlaví vznikajícího výmolového zářezu, v němž se vějířovitě sbíhají a spojují erozní brázdičky. Soustředěný vodní proud pak postupně vymílá, vyrývá a prohlubuje dno výmolového zářezu ve směru územního sklonu a současně se zařezává a posunuje jeho zhlaví do svahu zpětným postupem proti proudu (tzv. zpětná neboli regresivní eroze). Podle povahy erodované půdy a horninového podkladu i podle vývojového stupně eroze vznikají různé tvary výmolových zářezů. Zpočátku výmolové brázdy o hloubce 1 - 2 m, dále pak kratší a často pánvovitě vytvořené **výmoly** (zmoly), nebo **prodloužené strže** (CABLÍK, JŮVA, 1963).

Jsou-li v postiženém území podorniční půdní vrstvy a zejména je-li geologické podloží odolnější proti účinkům vody než vrchní vrstvy, vznikají výmoly a strže s příčným profilem ve tvaru písmene **V** s různým sklonem svahů; při stejně odolných v celém profilu, např. v mocných sprašových navátinách, výmoly a strže s přímými až svislými stěnami s příčným profilem ve tvaru písmene **U**. Voda přitékající do zhlaví výmolů a strží tvoří často vodopád, který svou výmolnou činností prodlužuje výmol nebo strž proti sklonu. Tato forma eroze se nazývá **eroze vodopádová** (HOLÝ, 1978).

Jak uvádějí CABLÍK a JŮVA (1963) tato forma eroze poškozuje velmi citelně kulturně využívané půdy, neboť často ničí rozsáhlé plochy polí, pastvin a lesů. Výmoly a strže zasahují často do podzemních vodonosných horizontů, z nichž odvádějí vodu, čímž snižují hladinu podzemní vody a vysušují okolní území.

#### **4) Bystřinná a říční eroze**

Nejzřetelnějším stupněm erozního vymílání zemského povrchu je bystřinná eroze, která **vzniká v horských polohách s příkrými svahy**, jež jsou jen řídce pokryty vegetací nebo jsou zcela holé, což napomáhá k rychlému soustředování a prudkému odtoku dešťových a sněhových vod, které pak silně erodují půdu a tvoří četné erozní brázdy, výmoly a strže. Konečným výtvozem této činnosti jsou bystřiny, to jsou poměrně krátké horské toky, zaříznuté ve dně hlubokých a úzkých strží, s velkým a nepravidelným podélným spádem, kterými opakovaně odtéká velké množství vody. Vodní stavy bystřin vykazují velká a náhlá kolísání, při nichž se krátkodobé a téměř vždy neočekávané povodňové přívaly střídají až i s úplným vyschnutím koryta. Pouze bystřiny napájené věčným sněhem nebo ledovci mají celoroční průtok ustálenější. Odtok velkých vod v bystřinách je vždy spojen se silným odnosem zemin a horninových zvětralin, tzv. *drolin*, které jsou takto přemísťovány z horských poloh do nížin, kde se ukládají jako nánosy v bystřinných neboli nánosových kuželích, nebo jsou odnášeny až do toku vyššího řádu. Obdobou bystřinné eroze je u údolních toků **eroze říční, též zvaná proudová**, která se projevuje prohlubováním a rozšiřováním řečišť, podemíláním břehů a svahovými sesuvy (CABLÍK, JŮVA, 1963).

Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin. Zvláštním případem proudové eroze je vlnobití, způsobující erozi pobřeží větrem rozvlněnou hladinou řek, rybníků, jezer či moře.

Je-li rozbrušováno pouze dno, mluvíme o **erozi dnové**, jsou-li rozrušovány břehy, o **erozi břehové**. Dnová eroze je formou podélné eroze, probíhající směrem podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze příčné, probíhající kolmo na osu toku (HOLÝ, 1978).

## Podpovrchová vodní eroze

Podle HOLÉHO (1978) dochází k této erozi zejména v půdách, které podléhají snadno destruktivnímu účinku vody, zejména ve spraších, dochází k vymílací činnosti podzemních vod, jež se hromadí na nepropustné vrstvě. Vznikají tunely, jež snižují stabilitu nadložních vrstev. Činnost vody vedoucí ke vzniku tunelů se označuje jako tunelová eroze. Často dochází k proboření stropu tunelů, čímž vznikají hluboké výmoly, proto se **tunelová eroze** někdy zařazuje do eroze výmolné.

### 2.1.2 Větrná eroze

Spočívá v rozrušování půdní hmoty kinetickou energií větru, v přemístování uvolněných částic a jejich ukládání při poklesu energie vzdušného proudu. Tato eroze je typická především v oblastech aridních a semiaridních, můžeme se s ní však setkat i v suchých částech humidních oblastí na půdě s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi s malým procentem vegetace (HOLÝ, 1978).

SKLENÍČKA (2003) zdůvodňuje příčinu odlišnosti větrné a vodní eroze tím, že větrná eroze působí plošně a jen v ojedinělých případech v pruzích ve směru proudění větrů. *Hlavními faktory ovlivňujícími větrnou erozi jsou klimatické poměry* (větrné charakteristiky, srážky, výpar,...), *půdní poměry* (obsah tzv. neerodovatelných částic nad 0,8 mm, obsah jílovitých částic do 0,01 mm, vlhkost, ...) a *způsob využití krajiny včetně vegetačního krytu*. Obecně platí, že nejvíce ohrožené větrnou erozí jsou půdy lehké (písčité až hlinitopísčité), naopak nejméně ohrožené jsou půdy těžké (jílovité půdy a jíly).

HOLÝ (1978) rozlišuje dva základní případy větrné eroze – *deflaci*, kterou definuje jako vlastní odnos půdních částic a *korazi*, což je obrušování hornin půdními částicemi, které podléhají deflaci.

BUZEK (1983) uvádí fakt, že při prашných bouřích dochází k odnosu jemných frakcí z oblastí bez vegetace, čímž dochází k pasivnímu hromadění skeletu. Při silných bouřích může však dojít i k odnosu hrubší písčité frakce, jež v místech akumulace poškozují zemědělské kultury. Jako příklad uvádí odnos písku z australských pouští, který je zanášen do vzdálenosti přes 4000 km až na Nový Zéland.

### **2.1.3 Ledovcová eroze**

Ledovcovou erozi způsobují ledovce pohybující se působením tíže do údolí. Při pohybu vynakládá ledovec převážnou část energie na erodování skalního podloží. Ledovec s sebou strhává a unáší do nižších poloh velké množství horninových zvětralin, jež po uložení vytvářejí *morény*. Ledovcová eroze se omezuje na velehorské polohy (Alpy, Kavkaz, ...) a v podmínkách ČR se v současné době nevyskytuje (HOLÝ, 1994).

### **2.1.4 Sněhová eroze**

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

### **2.1.5 Zemní eroze**

HOLÝ (1994) popisuje příčiny vzniku zemní eroze, kdy pohybem suťových proudů, které jsou dostatečně prosyceny vodou, dochází k tvorbě hlubokých rýh a odnosu značného množství půdy do údolí. Dochází tak k degradaci nejen půdy, ale také jejího podloží.

### **2.1.6 Antropogenní eroze**

Antropogenní erozí je označována eroze, která je vyvolána činností člověka. Projevuje se ničením přirozeného vegetačního krytu půdy a jeho nahrazení vegetací s nízkým ochranným účinkem, zhoršením fyzikálních, chemických i biologických vlastností půdy, soustředěním povrchového odtoku různými úpravami území, znečištěním půdy odpady atd., přímý vliv se projevuje zejména realizací technických staveb a urbanizací. Mezi nejvýznamnější druhy antropogenní eroze patří eroze vyvolaná intenzifikací zemědělské výroby, výstavbou komunikací a urbanizací (HOLÝ, 1978).

## 2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ EROZI

Průběh a intenzita erozních procesů se odvíjí od působení a vzájemné interakce následujících faktorů:

- **klimatického a hydrologického faktoru,**
- **morfologického faktoru,**
- **geologického a půdního faktoru,**
- **vegetačního faktoru,**
- **hospodářsko-technického faktoru,**
- **sociálně-ekonomického faktoru.**

### 2.2.1 Klimatický a hydrologický faktor

Tento faktor je *charakterizován zeměpisnou polohou, nadmořskou výškou, teplotou ovzduší, srážkami, výparem, vlhkostí vzduchu, směrem a silou větrů a povrchovým odtokem*. Z hlediska protierozních opatření se bere v úvahu především výskyt, rozdělení a intenzita srážek a utváření a průběh povrchového odtoku.

Za nejdůležitější činitel způsobující vodní erozi lze jednoznačně určit srážky, z nichž mají největší erozní dopad především srážky přívalové, jejichž erozní účinek, způsobený povrchovým odtokem o značné intenzitě, je zesílen účinky kinetické energie dešťových kapek na půdní povrch, na němž tyto srážky rozbíjejí půdní agregáty a připravují stékající vodě materiál k odnosu. Přívalové srážky jsou charakterizovány značnou intenzitou, krátkou dobou trvání, omezeným plošným rozsahem a ve středoevropských podmínkách převážným výskytem v horkém letním období (HOLÝ, 1978).

V podmínkách ČR je podle CABLÍKA a JŮVY (1963) trvání přívalových dešťů zřídka delší než tři hodiny, střední doba trvání nejvyšších přívalů bývá 15 až 20 minut, jen výjimečně déle než 30 minut a horní hranice velikosti kapek činí 5 mm.

HOLÝ (1978) uvádí, že se přívalové deště vyskytují v teplém letním období, kdy je půda po sklizni z velké části obnažena a vystavena nerušenému účinku dopadajících dešťových kapek i nerušenému eroznímu vlivu povrchového odtoku.

## 2.2.2 Morfologický faktor

Pod pojmem morfologie si lze obecně představit členitost území – sklon, délku pozemků a jejich expozici, přičemž sklon a délka pozemku mají podstatný vliv na rychlost stékající vody, která působí destrukčně na půdní povrch. Síla destrukce se zvyšuje spolu se zvětšováním sklonu a délkou pozemku. Snahou je pochopitelně destrukci minimalizovat.

Prokázaný rozhodující vliv sklonu svahu na vznik a průběh erozních procesů vedl k určení tzv. *kritického sklonu svahu*, jímž se obvykle rozumí sklon, při němž dochází k nebezpečnému rozrušování půdního povrchu (HOLÝ, 1978).

Pro podmínky ČR uvádí CABLÍK a JŮVA (1963), že vodní eroze není na zemědělských půdách nebezpečná do sklonu 2°, stává se patrnou při sklonu 4° a zřetelně výraznou na půdách o sklonu větším než 8°. Sklon pozemku lze ovlivnit jen stěží, avšak délku pozemku můžeme do značné míry regulovat aplikací příslušných protierozních opatření jakými jsou terasování, pásové pěstování plodin apod.

Expozice svahu neboli orientace vůči světovým stranám má též nezanedbatelný vliv na velikost eroze. Sluneční expozice na jižních a západních svazích je příčinou rychlého tání sněhu při změnách denních a nočních teplot. Důsledkem je větší povrchový odtok ze sněhových vod, vymrzání vegetace a intenzivnější rozrušování půdního substrátu. Odtok sněhových vod je značný zejména ze závětrných svahů, na nichž se v průběhu zimního období nahromadí vysoká vrstva sněhu. Půda osluněných svahů rychleji vysychá a dochází v ní k rychlejšímu rozkladu organických látek, což zmenšuje její soudržnost a zvětšuje nebezpečí vodní a větrné eroze (HOLÝ, 1978).

## 2.2.3 Geologický a půdní faktor

Geologické poměry území a vlastnosti půdy mají vliv na odolnost půdy vůči erozi a tím na intenzitu erozních procesů. Působení geologických poměrů na vznik a průběh eroze se uplatňuje přímo, a to odolností obnaženého geologického podkladu vystaveného styku s tekoucí vodou a ovzduším, a nepřímo působením na povahu půdního substrátu, jehož vlastnosti jsou dány druhem geologického podkladu (HOLÝ, 1978).



Půdní poměry jsou souhrnem jednotlivých vlastností půdy a projevují se působením na velikost a časový průběh infiltrace srážkové vody do půdy a působením na odolnost půdy vůči destrukčnímu účinku dešťových kapek, povrchově stékající vody a působení větru.

Pro velikost a časový průběh infiltrace srážkové vody do půdy je rozhodující textura a struktura půdy a její vlhkost a zvrstvení, pro odolnost půdy vůči vodní a větrné erozi ještě zejména obsah humusu a nasycenost sorpčního komplexu.

Při zkoumání vlivu půdní textury na erozní procesy se prokázalo, že nejméně erozně náchylné jsou písčité půdy vyznačující se na rozdíl od ostatních velkou propustností. Půdy lze seřadit od nejméně náchylných k erozi takto:

***písčité půdy – jílovité půdy – hlinité půdy – nehumózní spraše a sprašové hlíny.***

HOLÝ (1978) dále uvádí, že při zjišťování vlivu půdního druhu na vodní erozi je nutné vyšetřit celý půdní profil, u mělkého půdního profilu jsou rozhodující vlastnosti podloží. Při posuzování vlivu textury jsou jednoznačně nejméně erozně náchylné skeletovité půdy, které obsahují malé procento koloidní frakce a vyznačují se velkou propustností.

Půdní struktura má též neopomenutelný vliv na odolnost vůči erozi, všeobecně jsou odolnější půdy s drobtovitou strukturou, jež propouštějí nekapilárními póry srážkovou vodu do hlubších vrstev a zároveň poutají její značnou část v kapilárních pórech drobtů, což zabezpečuje příznivou vlhkost a tím soudržnost půdy. K vytvoření a udržení drobtovité půdní struktury jsou zapotřebí příznivé fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy, jež mají vliv na přítomnost minerálních a koloidních substancí, zejména na obsah účinného humusu.

Odolnost vůči erozi podle půdních typů lze vyjádřit vzestupně v následujícím pořadí:

***podzoly – hnědozemě – černozemě.***

Intenzita vodní i větrné eroze závisí na vlhkosti půdy, jež má vliv na hodnotu odtokového součinitele a zároveň působí na soudržnost půdy. Přílišná vlhkost půdy zmenšuje infiltraci srážkové vody a tím zvyšuje povrchový odtok a přispívá k rozvoji vodní eroze naopak malá půdní vlhkost zmenšuje odolnost půd vůči větrné erozi (HOLÝ, 1978).

## 2.2.4 Vegetační faktor

Vegetační faktor má nesporný vliv na intenzitu a průběh erozních pochodů, jeho funkce spočívá jednak v ochraně půdního povrchu před přímým dopadem dešťových kapek a před působením větru, dále pak infiltrací srážkové vody do půdy, zpomalením povrchového odtoku a zlepšením fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Významnou roli hraje kořenový systém vegetace.

V zimním období napomáhá vegetace pravidelnému rozložení sněhové pokrývky a případně zmenšuje riziko promrzání půd. Nelze také opomenout zastíňovací účinek vegetace, který podstatnou měrou omezuje nežádoucí výpar z půdy a uchovává v ní příznivý vlhkostní stav mající vliv na stabilitu půdních agregátů.

Jak dále uvádí HOLÝ (1978), tyto příznivé účinky doplňuje přímé mechanické zpevnění půdy kořenovým systémem vegetace. Důležitá je hustota kořenového systému a hloubka dosahu jeho převážné části v půdním profilu.

Podle protierozní účinnosti jednotlivých kultur bylo sestaveno následující pořadí počínaje nejvíce odolnými: *les – travní porost – obiloviny – okopaniny* (HOLÝ, 1978).

Z uvedeného vyplývá, že lesní porost s hustým korunovým zápojem, dobrým stavem podrostu a neporušenou vrstvou hrabanky umožní maximálně odtok 10 % spadlých srážek, z tohoto důvodu netrpí lesní půdy vodní erozí (CABLÍK, JŮVA, 1963).

HOLÝ (1978) uvádí, že lesní porost má výrazný vliv na utváření odtoku z povodí, protože zmenšuje výrazně maximální odtoky a tím snižuje intenzitu erozních procesů v povodí a zejména v korytech toků. Bylo prokázáno, že podobný účinek vykazuje také travní porost s dobře vyvinutým drnem.

BENNET (1955) zjistil, že povrchový odtok z pozemků chráněných dobrým travním drnem činil 0,3 až 5,5 % srážkového množství, zatímco ze zalesněné plochy za stejných podmínek naměřil odtok v hodnotě 0,1 až 3,6 % srážkového množství. Neprojevil se tedy velký rozdíl mezi účinnostmi lesního a travního krytu.

Velmi nízkou protierozní odolností se vyznačují polní kultury, přičemž jako hlavní příčinu lze označit poměrně malou listovou plochu připadající na plošnou jednotku půdy, dále pak menší vzrůst nadzemních částí po většinu roku a také menší kořenový systém.

Při vyšetřování významu vegetace v protierozní ochraně je nutné brát v úvahu druh a stav vegetace v období nejvyššího ohrožení půd (HOLÝ, 1978).

### **2.2.5 Hospodářsko-technický faktor**

Hospodářsko-technické poměry jsou závislé především na způsobu užívání a obhospodařování půdy, na volbě a polohovém rozmístění kultur, na jejich zařazení do vhodného osevního postupu a na provedení různých technických zásahů.

Eroze mívá největší intenzitu na půdách zbavených porostu z různých důvodů. Intenzivní větrná a vodní eroze vznikají v největším měřítku přeměnou oblastí s přirozeným vegetačním krytem, zejména lesních, v zemědělskou půdu a jejím intenzivním obděláváním (HOLÝ, 1978).

### **2.2.6 Sociálně-ekonomický faktor**

Sociálně-ekonomický faktor nám udává kvalitu, jakou jsme schopni využívat přírodních zdrojů, aniž bychom přitom narušovali přírodní zákony. Z toho je zřejmé, že jde o jakési měřítko celkové vyspělosti jednotlivých zemí.

HOLÝ (1978) uvádí, že v příznivých sociálně-ekonomických podmínkách s vysokou vzdělaností lze úspěšně řešit společenské vztahy k základním přírodním zdrojům – vodě a půdě, současně lze v rámci hospodaření s půdním fondem ovlivňovat zemědělskou politiku, plánování a realizaci investiční výstavby v rámci všech odvětví národního hospodářství tak, aby změny přinesly maximum příznivých důsledků a současně aby docházelo k minimalizaci erozních projevů a znečištění vodních zdrojů.

## **2.3 PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ PROTI VODNÍ EROZI**

První zmínky o uplatnění protierozních opatření proti vodní erozi se u nás datují od poloviny 17. století, avšak protierozní opatření se tehdy omezovala pouze na ochranné zalesňování, hrazení bystřin a terasování svahů, především ve vinařských oblastech. Vědecky a prakticky se začíná protierozní ochrana rozvíjet až ve 20. století, zejména po roce 1945. Pak nastává útlum, protože dochází k násilnému zabírání pozemků a plošnému scelování, přičemž vznikají velké lány, na nichž se eroze nerušeně vyvíjí. V současné době probíhají pozemkové úpravy, které tyto velké lány rozdělují a vracejí krajíně její přirozený charakter (JŮVA, KLEČKA, ZACHAR, 1981).

VRÁNA ET AL. (1998) uvádějí, že vodní eroze je jevem přirozeným a není ekonomické a ani účelné ji zcela odstranit. Cílem protierozních opatření by měla být vhodná organizace území a jeho využití tak, aby míra erozních procesů nepřesáhla únosnou mez.

V zásadě platí, že je mnohem efektivnější zajišťovat preventivní protierozní ochranu, než se snažit zúrodňujícími opatřeními vrátit erozí poškozenou půdu do původního stavu. V našich podmínkách je protierozní ochrana zvláště nutná na svazích s mělce uloženým skalním podložím a s vysokým obsahem šterku. Na území naší republiky je téměř polovina ploch orné půdy různým stupněm ohrožena vodní erozí a vyžaduje důslednou protierozní ochranu (JANEČEK ET AL., 2005).

V souvislosti s navrhováním protierozních opatření hovoříme o limitech „přípustné ztráty půdy“. V USA byly tyto hodnoty stanoveny v závislosti na rychlosti obnovy půdy (WISCHMEIER, SMITH IN JANEČEK ET AL., 1992). Filosofie tohoto přístupu spočívá v tom, že průměrná roční ztráta půdy z pozemku nesmí přesáhnout přirozený průměrný roční nárůst půdního profilu, čímž je zajištěno, že půda nebude v dlouhodobém pohledu poškozována a nebude snižována touto cestou její úrodnost.

***Protierozní ochranu je třeba realizovat jako komplexní systém.*** V daném území se řeší variantně a z řešených variant se volí varianta nejvhodnější z hlediska záboru půdy, finančních nákladů na realizaci a následný provoz protierozních opatření i z hlediska účelného stupně protierozní ochrany. Nutnou podmínkou pro splnění těchto požadavků je dokonalá znalost faktorů, způsobujících vznik a rozvoj erozních procesů v dané lokalitě. Obecně lze konstatovat, že efektivní návrh systémů protierozní ochrany musí spočívat v zachycení povrchově odtékající vody na chráněném pozemku, převedení co největší části povrchového odtoku na vsak do půdního profilu a snížení rychlosti odtékající vody.

***Při návrhu protierozních opatření postupujeme od finančně i realizačně nejjednodušších organizačních a agrotechnických opatření k opatřením technického charakteru*** (VRÁNA ET AL., 1998).

Existuje více způsobů členění protierozních opatření. Podle charakteru opatření dělí TOMAN (1995) protierozní ochranu do následujících skupin:

1. organizační opatření,
2. agrotechnická a vegetační opatření,
3. stavebně technická opatření

### 2.3.1 Organizační opatření

Organizační opatření jsou nejčastěji používaným způsobem protierozní ochrany pozemků, přičemž za hlavní důvod považujeme malou ekonomickou náročnost realizace.

Základem organizačních opatření jsou návrhy změn druhů pozemků a protierozní rozmíst'ování plodin (DUMBROVSKÝ ET AL., 1995).

Mezi základní organizační opatření podle TOMANA (1995) patří:

- **velikost a tvar pozemku,**
- **delimitace druhu pozemku** (ochranné zatravnění, ochranné zalesnění),
- **protierozní rozmíst'ování plodin** (protierozní osevňovací postupy, pásové střídání plodin).

#### Velikost a tvar pozemku

*Pozemek* je část zemského povrchu oddělená od sousedních částí hranicemi územní správní jednotky nebo hranicemi katastrálního území, hranicemi vlastnickou, hranicemi držby, hranicemi druhů pozemků, popř. rozhraním způsobu využití pozemků (ZÁKON Č. 344/1992 SB.).

Jak uvádí KOLEKTIV: PROTIEROZNÍ OCHRANA ZEMĚDĚLSKÝCH POZEMKŮ (1986), lze vhodně navrženými pozemky výrazně snížit erozní smyv a to především vymezením limitní délky svahu, která se nám projeví jako faktor  $L$  ve Wischmeier-Smithově rovnici. Nejvhodnějším tvarem pozemku je rovnoběžník, s vnitřními úhly nejméně  $50^\circ$ , přičemž delší strana je ve směru obdělávání.

Při navrhování velikosti a tvaru pozemku, hlavně rozměru po spádnicí, je nutné, aby bylo umožněno případné další členění pozemku na díly tak, aby nebylo omezeno využití pozemku pro další kultury. Velikost a tvar pozemků musí být synchronní s místně používanou mechanizací. Pro trvalé travní porosty, sady, vinice a chmelnice platí individuální pravidla tvorby pozemků.

## **Delimitace kultur**

*Delimitace kultur* znamená jejich umístění v rámci půdního fondu z hlediska terénních, půdních a klimatických podmínek se zřetelem k jeho účelnému využití pro zemědělskou a lesní výrobu. Polohové umístění kultur má velký vliv na vznik a průběh povrchového odtoku a na protierozní odolnost půdy. Na umístění kultur má vliv reliéf terénu (HOLÝ, 1994).

### ***HOLÝ (1994) doporučuje realizaci následujících kultur:***

- pro rozvodí, jež zaujímají nejvyšší polohy, je vhodná výsadba lesů a sadů;
- pro svahy, které jsou o něco níže volíme dobře pěstovaný lesní a travní kryt; který umožní dobré vsakování srážkové vody a současně ochrání půdu před destruktivními účinky dešťových kapek a povrchového odtoku;
- v dolních částech svahů do 21 % je vhodná orná půda, na nepříznivých expozicích se doporučuje zakládat sady a vinice;
- pro údolní polohy bohaté na jemné částice a živiny jsou vhodné pícniny, zelenina a jiné plodiny náročné na vláhu, polohy s vysokou hladinou podzemní vody jsou vhodné pro trvalé louky.

Za hlavní stavební kameny delimitace kultur lze označit ochranné zatravňování a ochranné zalesnění.

***Ochranné zatravňování*** se využívá u půd, jež jsou výrazně ohroženy erozí a není účelné je zalesnit. Trvale se zatravňují i nepravidelné územní útvary v polních tratích ohrožené erozí, pohyblivé písčité půdy, neplodné půdy atd. Travní porost musí být kvalitní, jinak nemůže plnit svou protierozní funkci. Je nutné uplatňovat vhodné způsoby kultivace. U pastvin nesmí docházet k porušování drnu, mají převládat rostlinné druhy snášející okus a sešlapání. Intenzivnímu spásání a vzniku stezek, jež mohou být zárodkem výmolné eroze, se brání rozdělením pastvin oplůtky na menší celky. Ochranné zatravnění snižuje velikost vegetačního faktoru na hodnotu 0,02 (KOLEKTIV: PROTIEROZNÍ OCHRANA ZEMĚDĚLSKÝCH POZEMKŮ, 1986).

***Ochranné zalesnění*** se používá, jak uvádí TOMAN (1995), jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy. Plošné zalesnění se užívá v pramenných oblastech a na plochách extrémně svažitéch, ve výmolech, stržích a dalších ohrožených plochách. Lesní pásy se navrhují na dlouhých svazích orné půdy jako zasakovací, kde plní funkci nejen protierozní ale plní též funkci biokoridorů.

Aby les splnil svůj účel musí mít hustý, vertikálně zapojený vegetační kryt, s bohatým podrostem, s půdou bohatou na humus a mocnou vrstvou hrabanky. Vegetační faktor na zalesněných pozemcích s kvalitní protierozní funkcí má hodnotu 0,005 (HOLÝ, 1978).

### **Protierozní rozmíst'ování plodin**

Protierozní rozmíst'ování plodin využívá rozdílného protierozního účinku jednotlivých pěstovaných plodin, vyjádřeného ve Wischmeier-Smithově rovnici vegetačním faktorem „C“. Rozhodující vliv má hustý porost v období výskytu přívalových dešťů od poloviny dubna do září a v době tání sněhu (KOLEKTIV: PROTIEROZNÍ OCHRANA ZEMĚDĚLSKÝCH POZEMKŮ, 1986).

Základem je správně zvolený *osevní postup*, kdy se obiloviny, okopaniny, píceiny a technické plodiny střídají v rotaci tak, aby se zachovala úrodnost půdy a zároveň se zajistily vysoké výnosy se zřetelem na předplodinu. Skladba osevních postupů se musí volit tak, aby se v rotaci vyskytovalo co nejvíce plodin s ochranným účinkem, jímž se vyznačují pícniny. Vhodná základní struktura osevního postupu v našich podmínkách je dána 45 - 50% zastoupením obilovin, 25 - 30% zastoupením okopanin a 25 - 30% zastoupením pícnin a luštěnin (HOLÝ, 1978).

Pěstované plodiny lze seřadit následovně podle stupně odolnosti počínaje nejodolnějšími:

*travní porost – vojtěška – jetel – obilovina ozimá – obilovina jarní – hrách –  
- řepka ozimá – slunečnice – brambory – cukrovka – kukuřice.*

*Pásové pěstování* plodin využívá ochranného účinku vegetace před erozí a jejího příznivého vlivu na vsak vody do půdy: spočívá ve střídání pásů s plodinami nedostatečně chránícími půdu před erozí – chráněných pásů (okopaniny, obiloviny) s ochrannými pásy (travními porosty), jež chrání níže ležící pás. Ochranné pásy jsou součástí protierozního osevního postupu. Šířka chráněných pásů nemá překročit kritickou délku svahu (HOLÝ, 1978).

### 2.3.2 Agrotechnická a vegetační opatření

Využití agrotechnických a vegetačních opatření má své opodstatnění a nastupuje v případě vyčerpání organizačních opatření, na která navazuje.

Mezi základní doporučená agrotechnická opatření patří podle TOMANA (1995):

- **opatření na orné půdě**
- **opatření na trvalých travních porostech**
- **opatření ve speciálních kulturách**

#### Opatření na orné půdě

Do skupiny těchto opatření řadíme vrstevnicové obdělávání, výsev do ochranné plodiny nebo strniště, důlkování povrchu půdy a hrázkování. Nejvhodnější z těchto opatření je výsev do ochranné plodiny nebo strniště, zejména se jedná o výsev kukuřice do strniště nebo do ozimé meziploidy či současný výsev ochranné podplodiny. Patří sem také bezorebné setí meziploidy a ozimé řepky. Předpokladem vrstevnicového obdělávání je orba otočnými pluhy, kdy se půda překlápí proti svahu (TOMAN, 1995).

*Vrstevnicové obdělávání půdy* je způsob zpracování půdy podle vrstevnic, tedy v nulovém sklonu. Toto opatření lze doporučit pouze do sklonu 12 %, u vyšších sklonů je nutná kombinace s pásovým střídáním plodin, průlehy, terasováním atd., popřípadě je bezpečnější volit směr obdělávání v mírném sklonu od vrstevnic, což zajistí neškodné odvedení přebytečné vody.

*Výsev do ochranné plodiny* nebo strniště významně zvyšuje ochranný účinek plodin, jejichž agrotechnická lhůta setí je v období přivalových dešťů a širokořádkových plodin. Výsev do ochranné plodiny nebo strniště je vhodný při výsevu ozimého žita a ovsa, kukuřice a letních meziploidy. Výsevem do ochranné plodiny nebo strniště dochází ke snížení účinku eroze na 50 - 10 %, podle chráněné plodiny a hustoty ochranné plodiny či strniště.

*Důlkování povrchu půdy* umožňuje prodloužit dobu infiltrace srážkové vody do půdy. Hrázky se vytvářejí hrázkovačem. Důlkování provádíme pouze u brambor a kukuřice, přičemž u kukuřice se jedná o doplňkové opatření k jiným protierozním zásahům (KOLEKTIV: PROTIEROZNÍ OCHRANA ZEMĚDĚLSKÝCH POZEMKŮ, 1986).



## Opatření na trvalých travních porostech

Na pozemcích se spásanými travními porosty může dojít k větším erozním škodám po narušení plného zápoje travního porostu častým přeháněním stád skotu a ovcí, nevhodným řešením napájení a zatížením hlavních pastevních výběhů. Je třeba zde uplatnit tzv. protierozní organizaci pastvy, spočívající v únosné velikosti stád, používání velkých oplůtků po delší dobu, vybudování napáječek bez přepadu nevyužité vody na zem apod. Dalším opatřením na trvalých travních porostech je protierozní obnova drnu (TOMAN, 1995).

## Opatření ve speciálních kulturách

Jedná se o opatření uplatňovaná především v sadech a vinicích. Mezi hlavní opatření patří protierozní směr výsadby, zatravnění meziřadí, krátkodobé porosty v meziřadí, důlkování povrchu půdy v meziřadí, mulčování a herbicidní úhor.

**Protierozní směr výsadby** ovlivňuje podstatně agrotechnické zásahy v meziřadí a tím i erozní ohroženost. Zatravněním meziřadí zajistíme vegetační kryt půdy plodinou s vysokým protierozním účinkem, tato plodina (travní porost) je opakovaně sežínána a ukládána na povrch půdy v příkmenném pásu jako nastýlka.

Podobnou funkci plní i **krátkodobé porosty v meziřadí**, s tím rozdílem, že místo travního porostu vyséváme např. ozimé žito, jílek apod.

Dalším z možných opatření, jež uvádí TOMAN (1995), může být **důlkování**, pomocí kterého se nadržší srážková voda na povrchu půdy a prodlouží se tím doba její infiltrace do půdního povrchu. Důlky se vytvářejí speciálním důlkovačem.

**Mulčováním půdy** ve vinicích a sadech lze také dosáhnout příznivých výsledků, přičemž ochrana spočívá v zajištění nastýlky organické hmoty v tloušťce 10 – 20 cm. Mulčování kromě omezení eroze navíc zmenšuje nebo vylučuje potřebu kultivace, snižuje výpar a zvyšuje vsak.

Protierozní ochrany lze také dosáhnout využitím tzv. **herbicidního úhoru**, jehož princip spočívá v ošetření celé plochy dotykovým herbicidem, kterým se v průběhu vegetace umrtví nadzemní části vzrostlých plevelů. Tento způsob protierozní ochrany nelze doporučit v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů (TOMAN, 1995).

### 2.3.3 Stavebně technická opatření

K využití těchto opatření přistupujeme po vyčerpání možností organizačních a agrotechnických opatření, důvodem je nákladnost a obtížnost realizace, jejíž podmínkou je zpracování projektové dokumentace dle platných vyhlášek a dokumentace staveb, což značně prodlužuje dobu uskutečnění daného projektu (KOLEKTIV: PROTIEROZNÍ OCHRANA ZEMĚDĚLSKÝCH POZEMKŮ, 1986).

TOMAN (1995) uvádí, že opatření tohoto charakteru slouží zejména k zachycení povrchově stékající vody a jejímu neškodnému odvedení do recipientu. Mezi tyto opatření řadíme záchytné příkopy, průlehy, protierozní hrázky, terasy, protierozní nádrže a asanace strží.

**Záchytné příkopy** chrání erozně ohrožené plochy zachycením a neškodným odvedením vody z výše položeného území, přičemž současně člení svah a dvě menší části.

Dalším opatřením s obdobnou funkcí jsou **průlehy**, jež mohou být buď *nezpevněné* – obdělávané jako orná půda, či *zpevněné* např. osetím. Jsou účinné při sklonu terénu 5 – 15 %, výjimečně do 18 %. Navrhují se jako sběrné i svodné.

**Protierozní hrázky** se budují k ochraně důležitých objektů, především jako zemní o výšce 1,0 – 1,5 m, opevněné zatravněním.

Snížením sklonu pozemku a zkrácení délky svahu lze dosáhnout vybudováním teras, jejich výstavba je vhodná na pozemcích o sklonu 18 – 35 %. **Terasy** mohou být navrženy jako úzké (1 až 2 řady ovocných stromů nebo révy), široké (více řad speciálních plodin) a terasové dílce (délka není výrazně převládajícím rozměrem). Realizace tohoto opatření je velmi nákladná, a proto se využívá při ochraně speciálních kultur (sadů a vinic).

**Protierozní nádrže** jsou účinným opatřením, které reguluje odtok vody a zachycuje transportované splaveniny. Výhodné jsou tzv. suché nádrže, plněné jen v době zvýšených odtoků, jinak využívané jako louka.

**Asanace strží** a výmolů lze provádět dvojím způsobem. Jednou z možností je tzv. postupná asanace, prováděná většinou na lesní půdě hrazením s ochranou zhlaví a úpravou břehů. Druhou možností je jednorázový způsob, který se provádí především na orné půdě, kdy se řeší zahrnutím s oddělenou skrývkou a bezpečným odvedením povrchově se soustřeďující vody zatravněným průlehem (TOMAN, 1995).

## 2.4 ŘEŠENÍ EROZE V RÁMCI POVODÍ

**Povodí** je základní územní hydrologickou jednotkou, z hlediska hydrologických vstupů (s výjimkou srážek) uzavřenou, v terénu vymezenou rozvodnicí. **Rozvodnice** je definována jako pomyslná čára v terénu probíhající rozvodím (rozhraním mezi povodími). Povodí se vztahuje ke konkrétnímu uzavírajícímu profilu toku. Plocha mezi dvěma uzavírajícími profily je tzv. **mezipovodí**. Z hlediska charakteristik povodí se zpravidla uvádí plocha povodí, tvar povodí, zeměpisná poloha, nadmořská výška, klimatické charakteristiky, orografické poměry, geologické a pedologické poměry, typ říční soustavy, způsoby využití krajiny (land use) a další (SKLENIČKA, 2003).

### 2.4.1 Rozdělení povodí na erozní úseky

KOZMENKO IN CABLÍK, JŮVA (1963) rozděluje povodí na tři plošné úseky, které se liší povahou i intenzitou povrchového odtoku, a tedy též charakterem eroze. Tyto úseky jsou:

- A) **Úsek vlastní hydrografické sítě**, kde se soustřeďují a dále odtékají všechny vody stékající povrchově z povodí. Největší část vody z výše ležících povodí odtéká v podélném směru strže nebo údolí v korytě vodního toku, menší část stéká v malých stružkách a potůčcích jen z části svahů, přilehlých k břehům koryta.
- B) **Úsek přilehlý k síti zabírá střední část svahů**, a tak zaujímá plochu mezi úsekem vlastní hydrografické sítě a úsekem při rozvodí. Proudová eroze se v něm již nevyskytuje, kromě ojedinělých mělkých brázd a rýh. Je však hlavním úsekem půdního smyvu a vymílání, zejména používá-li se půda pro orné pozemky. Smyv může být tak silný, že působí i úplnou ztrátu ornice. Proto se tento úsek zpravidla dělí na část luční, která je vždy silněji porušována erozí, a tedy pro pole nevhodná a část polní bez hrubých erozních jevů.

C) *Úsek přílehlý k rozvodí* je proti ostatním úsekům plošně největší, a proto také představuje hlavní sběrnou oblast srážkové vody. Poněvadž však odtok není dosud soustředěn, je eroze v tomto úseku méně patrná, ba někdy vůbec nenastává. Při územním sklonu pod 3 % se projevuje jen plošným smyvem, při sklonu 4 – 5 %, který je v tomto úseku zpravidla nejvýše možný, již zřetelným rýhováním. Důležitost tohoto úseku však spočívá v tom, že je hlavním shromaždištěm povrchové vody, která pak může působit velké erozní škody v obou nižších úsecích.

## 2.4.2 Návrh PEO v rámci povodí

Při řešení protierozní ochrany vycházíme z povodí jakožto základní hydrologické jednotky. Stav povodí determinuje významné hydrologické a ekologické charakteristiky dané oblasti. Kromě neměnných parametrů povodí je klíčovým atributem způsob využívání krajiny (land use). Nejlepší podmínky pro zadržování, rozptylování a vsakování srážkové vody poskytuje smíšený les, dále monokulturní les, travní porost nebo vojtěška, jetel a jetelotravní směsky. Polní plodiny, především okopaniny a obiloviny zpravidla podmínky povrchového odtoku zhoršují. Výrazně negativním faktorem se stává velkoplošné odlesnění (KOVÁŘ, 1988).

SKLENIČKA (2003) uvádí pozitivní vliv lesních okrajů na hydrologicky relevantní vlastnosti zemědělských půd. Retence i okamžitá rychlost vsaku obvykle kulminuje v 2-3 násobku vzdálenosti od lesního okraje. Při účelném rozmístění ekologicky relativně stabilnějších struktur v krajině lze takto dosáhnout zvýšeného retenčního efektu povodí.

Významným způsobem, jak ovlivnit hydrologické parametry povodí, je výstavba vodních nádrží a suchých poldrů (KOVÁŘ, 1988). Podle PETŘÍČKA (1998) jsou nejlepšími a nejlacinějšími „přehradami“ lesy.

### 2.4.3 Vliv erozních splavenin na jakost vody v povodí

Splaveniny zanášejí přirozené i umělé vodní toky (plavební, odvodňovací, závlahové i jiné kanály), vodní nádrže a stavby na tocích. Dále zanášejí koryto toku a zmenšují jeho hloubku. Úroveň dna a s ní i hladina toku zvolna stoupá a postupně působí zamokření okolních pozemků. Silný zákal vody při erozních událostech negativně ovlivňuje oživení toku a snižuje kvalitu vody pro další její využití. Spolu s půdními částicemi je ze zemědělských pozemků přinášeno i velké množství živin. Jemnozrnné sedimenty v toku pak negativně ovlivňují kvalitu vody a poskytují životní podmínky organismům a rostlinám náročným na živiny ve vodě i v půdě, čímž dochází ke změnám v biologických charakteristikách toku - změna oživení i břehového porostu. Bujná vegetace zvyšuje drsnost břehů, snižuje kapacitu koryta a průtočnou rychlost, čímž se opět urychluje zanášení a zvyšuje hladina vody. Negativní dopady těchto nežádoucích skutečností se projevují zejména při povodňových situacích. Spolu s jemnými půdními částicemi jsou do toku přinášeny i toxické látky, aplikované při ochraně rostlin nebo hnojení (zejména pesticidy a těžké kovy). Živiny transportované do nádrže (hlavně N a P) jsou zdrojem eutrofizace, která sice zvyšuje biologickou hodnotu vody, ale současně hrozí kyslíkovou havárií ([www.sweb.cz/eroze/dusledky.htm](http://www.sweb.cz/eroze/dusledky.htm)).

# 3 PRŮZKUM A ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

## 3.1 VYMEZENÍ ÚZEMÍ

Povodí Jenínského potoku se nachází v Jihočeském kraji v jihovýchodní části bývalého okresu Český Krumlov. Studované území náleží do dvou katastrálních území; těmi jsou katastrální území Horní Kaliště a katastrální území Jenín. Rozloha zájmového povodí je 4,65 km<sup>2</sup>, z toho 80 % představuje zemědělský půdní fond a 20 % území zaujímají lesy. Nejvyššími vrcholy povodí jsou Žibřidovský vrch (870,3 m n. m.) a vrch Babín (814,8 m n. m.).

## 3.2 KLIMATICKÉ POMĚRY

Řešené území se nachází v klimatické oblasti B<sub>10</sub> (KOLEKTIV: ATLAS PODNEBÍ ČESKOSLOVENSKÉ REPUBLIKY, 1958), která je definována jako mírně teplá, velmi vlhká oblast, okresek mírně teplý, velmi vlhký, vrchovinový.

*Průměrné charakteristiky podnebí jsou vyjádřeny následujícími hodnotami:*

- průměrná roční teplota..... 6 – 7 °C
- průměrná teplota vzduchu ve vegetačním období IV. – IX. .... 11 – 12 °C
- začátek období s průměrnou denní teplotou vzduchu 0 °C a vyšší ..... 1. 3. – 11. 3.
- konec období s průměrnou denní teplotou vzduchu 0 °C a vyšší ..... 21.11. – 1.12.
- délka období s průměrnou denní teplotou vzduchu 0 °C a vyšší..... 260 – 280 dní
- začátek období s průměrnou denní teplotou vzduchu 5 °C a vyšší..... 11. 4. – 21. 4.
- konec období s průměrnou denní teplotou vzduchu 5 °C a vyšší..... 21.10. – 26.10.
- délka období s průměrnou denní teplotou vzduchu 5 °C a vyšší..... 180 – 200 dní
- začátek období s průměrnou denní teplotou vzduchu 10 °C a vyšší..... 11. 5. – 21. 5.
- konec období s průměrnou denní teplotou vzduchu 10 °C a vyšší..... 21. 9. – 1. 10.
- délka období s průměrnou denní teplotou vzduchu 10 °C a vyšší..... 120 – 140 dní
- začátek období s průměrnou denní teplotou vzduchu 15 °C a vyšší.... 1. 7.
- konec období s průměrnou denní teplotou vzduchu 15 °C a vyšší..... 11. 8.
- délka období s průměrnou denní teplotou vzduchu 15 °C a vyšší..... 40 – 60 dní

- průměrný počet letních dnů v roce .....20 – 30
- průměrné datum 1. mrazového dne.....1.10. – 11. 10.
- průměrné datum posledního mrazového dne..... 1. 5. – 11. 5.
- průměrný počet ledových dnů v roce..... 50 – 60
- průměrný počet mrazových dnů v roce..... 130 – 140
- průměrný úhrn srážek v mm ročně..... 700 – 800
- průměrný úhrn srážek ve vegetačním období IV – IX v mm..... 450 – 500
- průměrný úhrn zimních srážek X – III.v mm..... 200 – 250
- průměrné datum 1. dne se sněhovou pokrývkou ..... 1.11. – 11.11.
- průměrné datum posledního dne sněhové pokrývky..... 1. 4. – 11. 4.
- průměrný počet dnů od 1. do posledního dne se sněhovou pokrývkou..140 - 160

Tabulka č. 1: Průměrná teplota vzduchu ve °C

Měsíc	Teplota ve °C	Měsíc	Teplota ve °C
leden	-3 až -4	červenec	15 – 16
únor	-2 až -3	srpen	15 – 16
březen	1 - 2	září	11 – 12
duben	5 – 6	říjen	6 – 7
květen	11 – 12	listopad	1 – 2
červen	13 - 14	prosinec	-2 až -3

Tabulka č. 2: Průměrný úhrn srážek v mm

Měsíc	Srážky v mm	Měsíc	Srážky v mm
leden	30 – 40	červenec	100 – 125
únor	35 – 40	srpen	80 – 100
březen	35 – 30	září	60 – 70
duben	50 – 60	říjen	45 – 60
květen	70 – 80	listopad	35 – 45
červen	90 - 100	prosinec	40 – 45

**Syntézou klimatických jevů daného území jsou pak *fenologické fáze*, které jsou uváděny následovně:**

⇒ počátek jarních polních prací.....	31. 3. - 9. 4.
⇒ počátek setí jarního ječmene.....	10. 4. – 14. 4.
⇒ počátek setí ovsa.....	5. 4. – 9. 4.
⇒ počátek sázení pozdních brambor.....	26. 4. – 30. 4.
⇒ počátek květu trnky obecné.....	6. 5. – 10. 5.
⇒ počátek květu jabloní.....	16. 5. – 20. 5.
⇒ rozkvět ozimého žita.....	16. 6. – 20. 6.
⇒ počátek senoseče.....	21. 6. – 25. 6.
⇒ počátek žní ozimého žita.....	26. 7. -30. 7.
⇒ počátek žní jarního ječmene.....	31. 7. – 4. 8.
⇒ počátek žní ovsa.....	15. 8. – 19. 8.
⇒ počátek setí ozimého žita.....	16. 9. – 20. 9.

### **3.3 GEOLOGICKÉ A BIOGEOGRAFICKÉ POMĚRY**

Z hlediska geomorfologického členění území ČR (DEMEK ET AL., 1987) se řešené území nachází na hranici dvou celků - Šumavského a Novohradského podhůří:

- provincie: **Česká vysočina**
  - subprovincie: **I Šumavská soustava**
    - oblast: **IB Šumavská hornatina**
      - celek: **IB-2 Šumavské podhůří**

**a**

celek: **IB-4 Novohradské podhůří**

Z hlediska geologického patří sledované povodí do oblasti jihočeského moldanubika. Horninotvorný podklad je tvořen svory a svorovými rulami. Reliéf má charakter vrchoviny.

Zájmové území náleží do **Českokrumlovského bioregionu**, pro který je typická mozaika bioty 3. dubovo-bukového až 5. jedlovo-bukového stupně. Tento bioregion leží v mezofytiku a zaujímá část fytogeografického okresu **37 – Šumavsko-novohradské podhůří**, podokresu **37n – Kaplické mezihoří** (CULEK ET AL., 1995).



## 3.4 PŮDNÍ POMĚRY

Mateční horninou v zájmové oblasti jsou svory až svorové ruly, z nichž zvětráním vznikly půdní druhy s vysokým obsahem slídy. Takto vzniklé půdy vykazují v podsvahových partiích a depresích velmi nízkou propustnost a náchylnost k degradaci propustnosti vlivem vyšší filtrační zátěže.

### 3.4.1 Bonitované půdně ekologické jednotky

Pro účely bonitace zemědělských půd se za základní mapovací a oceňovací jednotku považuje bonitovaná půdně ekologická jednotka (dále jen BPEJ). Tyto jednotky byly stanoveny na základě podrobného vyhodnocení vlastností klimatu, genetických vlastností půd, půdotvorných substrátů, zrnitosti půdy, obsahu skeletu, hloubky půdy, sklonitosti a expozice.

Konkrétní vlastnosti BPEJ jsou vyjádřeny pětímístným číselným kódem. První číslo vyjadřuje příslušnost ke klimatickému regionu, druhé a třetí číslo kódu stanoví příslušnost k hlavní půdní jednotce (dále jen HPJ), čtvrté a páté číslo konkretizuje agronomicky významné půdní vlastnosti. Čtvrté číslo kódu vyjadřuje kombinaci sklonitosti a expozice vůči světovým stranám a páté číslo kombinaci hloubky půdy a skeletovitosti.

V řešeném území se v převážné míře vyskytují následující **HPJ** (VYHLÁŠKA č. 546/2002 Sb.), jejichž procentické zastoupení znázorňuje **graf č. 1**.

**HPJ 34** kambizemě dystrické, kambizemě modální mezobazické i kryptopodzoly modální na žulách, rulách, svorech a fylitech, středně těžké lehčí až středně skeletovité, vláhově zásobené, vždy však v mírně chladném klimatickém regionu;

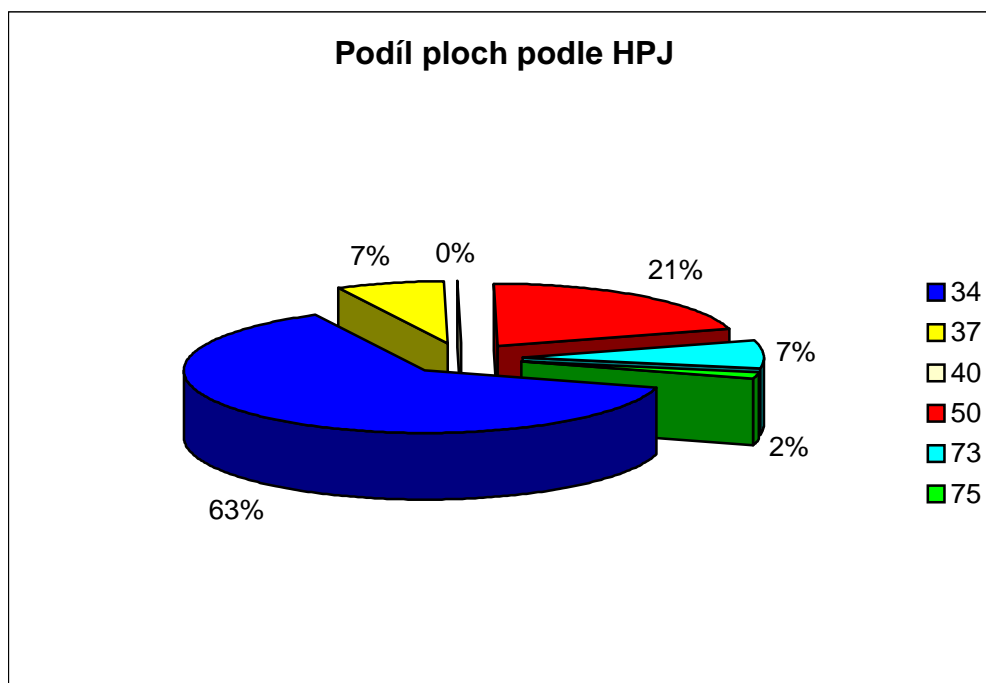
**HPJ 37** kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rankerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení, v podorničí od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně výsušné, závislé na srážkách;

**HPJ 40** půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici;

**HPJ 50** kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách (které nejsou v HPJ 48,49), středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření;

**HPJ 73** kambizemě oglejené, pseudogleje glejové i hydroeluviální, gleje hydroeluviální i povrchové, nacházející se ve svahových polohách, zpravidla zamokřené s výskytem svahových pramenišť, středně těžké až velmi těžké, až středně skeletovité;

**HPJ 75** kambizemě oglejené, kambizemě glejové, pseudogleje i gleje, půdy dolních částí svahů, zamokření výraznější než u HPJ 74, obtížně vymežitelné přechody, na deluviích hornin a svahovinách, až středně skeletovité.



Graf č. 1: Podíl ploch podle HPJ

## 3.5 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologicky náleží zájmové území k povodí:

I. řádu: **Labe**

II. řádu: **Vltava**

III. řádu: **Vltava po Malši**

IV. řádu: **Rybnický potok** číslo dílčího povodí 1-06-01-138

### 3.5.1. Odvodnění

V jihozápadní části povodí převažují půdy s velmi nízkou propustností a je zde tedy nevyvážený vodní režim, proto zde bylo v letech 1978-79 provedeno odvodnění. Příčinou zamokření byly vysoké srážky a infiltrace ve vrcholových partiích povodí, které způsobovaly tvorbu svahové vody s napjatou i volnou hladinou. Další příčinou nevyrovnaného vodního režimu byla stagnace povrchové vody v depresních polohách. Při odvodnění byl volen diferencovaný přístup. V povodí Jenín I byla provedena sporadická drenáž a v povodí Jenín II klasická systematická drenáž (viz **příloha č. 1**). Oba drenážní zásahy byly doplněny podle potřeby záchytnými příkopy pro separaci cizích povrchových vod a hlubokými záchytnými drény za účelem odvedení cizích podzemních svahových vod. Bodové prameny byly asanovány hlubokými pramennými jámkami.

#### **Plošné vyjádření provedených opatření:**

**Jenín I.** – nachází se u obce Jenín, rozloha území je 0,545 km<sup>2</sup>. Je zde provedeno odvodnění sporadickou drenáží, které je realizováno v rozsahu 0,396 km<sup>2</sup>.

**Jenín II.** – nachází se u obce Jenín, rozloha území je 0,501 km<sup>2</sup>. Je zde provedeno odvodnění systematickou drenáží, která je realizováno v rozsahu 0,354 km<sup>2</sup>.

### 3.6 OCHRANA PŘÍRODY

Z důvodu zachování ekologické stability a ochrany přírody studovaného území byl pro tuto oblast zpracován ÚSES, bližší lokalizace viz **příloha č. 2**.

V zájmovém oblasti se nalézá jeden památný strom, jinak se zde nenalézají zvláště chráněná území ani národní kulturní památky.

### 3.7 HOSPODÁŘSKÉ VYUŽITÍ ÚZEMÍ

Zemědělské pozemky řešeného území byly do konce 80tých let využívány jako orná půda, na níž rotoval uvedený osevní postup:

*Jetel – Žito – Len - Pšenice ozimá – LOS – Kukuřice – Oves*

Počátkem 90tých let zde bylo provedeno zatravnění. V současné době slouží zemědělské pozemky řešeného území k extenzivnímu pastevnímu využití. Pastviny zaujímají přibližně 80 % celkové plochy povodí a jsou spásány dvěma stády, které čítají dohromady zhruba kolem 574 kusů včetně telat. Obě stáda jsou na pastvinách přibližně od začátku května do konce října. Téměř celé období pastvy je stádo na těžce pastvině, maximálně se pastvina podle potřeby příčně přehradí a zamezí se vstupu do jednotlivých částí.

Původní záměr při odvodnění byl připravit a provozovat lokality jako ornou půdu.

## 4 METODIKA

### 4.1 URČENÍ OHROŽENOSTI POZEMKŮ VODNÍ EROZÍ

K posouzení důsledků eroze na sledovaných pozemcích byla použita „Univerzální rovnice“ pro výpočet dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí autorů Wischmeiera a Smithe.

**Univerzální Wischmeier-Smithova rovnice**

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

kde:	<b>G</b>	=	vypočítaná ztráta půdy [t · ha <sup>-1</sup> · rok <sup>-1</sup> ]
	<b>R</b>	=	faktor erozní účinnosti deště
	<b>K</b>	=	faktor náchylnosti půdy k erozi
	<b>L</b>	=	faktor délky svahu
	<b>S</b>	=	faktor sklonu svahu
	<b>C</b>	=	faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu
	<b>P</b>	=	faktor účinnosti protierozních opatření

Účinek jednotlivých členů rovnice na intenzitu erozního procesu posoudili autoři na jednotkovém pozemku s přesně definovanými parametry; jeho délka byla 22,13 m, sklon 9 %, pozemek byl trvalý úhor obdělávaný ve směru sklonu.

Pomocí univerzální rovnice se určuje průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí, která může být v některých letech překročena, v jiných letech může být naopak minimální. Z uvedeného vyplývá, že rovnici nelze použít ke stanovení momentální (aktuální) eroze.

#### 4.1.1 Faktor erozní účinnosti přívalového deště (R)

Tento faktor je definován jako součin celkové kinetické energie deště –  $E$  [ $J \cdot m^{-2}$ ] a jeho maximální 30minutové intenzity deště  $i_{30}$  [ $cm \cdot h^{-1}$ ] (WISCHMEIER, SMITH IN JANEČEK ET AL., 1992).

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

Hodnoty dešťového součinitele pro jednotlivé deště mohou být ve zvolené časové periodě sčítány, čímž se získá dešťový součinitel  $R$  pro zvolenou periodu; trvá-li perioda jeden rok, získá se roční hodnota součinitele  $R$ .

Pro získání reprezentativních údajů o maximálních ročních hodnotách faktoru  $R$  pro jednotlivá místa je třeba zpracovat úplné údaje, nejlépe za období alespoň 50 let. Pokud nejsou k dispozici konkrétní hodnoty faktoru  $R$  pro místní podmínky, lze pro území České republiky počítat s průměrnou hodnotou  $R = 20$ . K výpočtu této hodnoty faktoru  $R$  byly použity výsledky srážkoměrných pozorování ze tří stanic ČHMÚ za období 50 let. Vyhodnocovány byly jen deště, jejichž úhrn překračoval 12,5 mm a intenzita  $24 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$  (JANEČEK ET AL., 2005).

Průměrná hodnota faktoru  $R$  je v našich podmínkách vlastně hodnotou faktoru  $R$  za vegetační období, neboť přívalové deště vyvolávající na poli smyv půdy se vyskytují pouze od konce dubna do počátku října (viz **tabulka č. 3**). Z toho také vyplývá skutečnost, že ochrana půdy je nejdůležitější právě v období od června do srpna.

Tabulka č. 3: Rozdělení součinitele  $R$  v průběhu vegetačního období

Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
% celoročního $R$	0,5	7,0	26,8	32,2	31,1	2,0	0,4

Zdroj: JANEČEK ET AL., 1992

#### 4.1.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Faktor náchylnosti půdy k erozi vyjadřuje odolnost půdy proti rozrušujícímu účinku deště a jejich transportu po svahu; udává ztrátu půdních částic z jednotkového pozemku na jednotku dešťového faktoru  $R$ .

Při nedostatku experimentálních podkladů lze faktor K určit pomocí nomogramu (viz **příloha č. 3**) z jeho závislosti na čtyřech základních charakteristikách půdy:

- obsahu jílnatých a prachových částic (< 0,10 mm),
- obsahu písčitéch částic (0,10 až 2,00 mm),
- obsahu organických látek (% humusu),
- struktury půdy a její propustnosti.

Nomogramovou hodnotu K-faktoru je nutné převést na SI jednotky vynásobením součinitelem 1,31, pokud se nepoužije nomogram, upravený pro SI jednotky (JANEČEK ET AL., 2005).

Další možnost určení faktoru K je pomocí kódů BPEJ (viz **příloha č. 3**).

### 4.1.3 Topografický faktor – součin faktorů L a S

Topografický faktor je souhrnným vyjádřením dvou dílčích faktorů:

- **L** – faktor délky svahu vyjadřující poměr ztráty půdy z vyšetřovaného pozemku a ztráty půdy z jednotkového pozemku o délce 22,13 m,
- **S** – faktor sklonu svahu vyjadřující poměr ztráty půdy z vyšetřovaného pozemku a ztráty půdy z jednotkového pozemku o sklonu 9 %.

Hodnota LS faktoru se pro přímé svahu vypočítá ze vztahu:

$$LS = l_d^{0,5} (0,0138 + 0,0097s + 0,00138s^2)$$

kde:  $l_d$  = nepřerušovaná délka svahu [m]

$s$  = sklon svahu [%]

Oba faktory lze stanovit také samostatně a to na základě následujících vztahů:

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

kde:  $p$  = exponent zahrnující vliv sklonu svahu

Tabulka č. 4: **Exponent zahrnující  
vliv sklonu svahu**

Sklon [%]	p
> 5	0,5
3 – 5	0,4
1 – 3	0,3
< 1	0,2

Zdroj: JANEČEK ET AL., 1992

$$S = \frac{(0,43 + 0,30s + 0,043s^2)}{6,613}$$

Faktor S se dále koriguje s ohledem na tvar svahu. Pro zohlednění změn faktorů S a K je možné použít i metody rozdělení svahu na desetiny s následujícími váhami jednotlivých úseků svahu.

Přímo lze také hodnotu topografického faktoru LS odečíst z nomogramu (JANEČEK ET AL., 1992).

#### 4.1.4 Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu (C)

Faktor C nám vyjadřuje vliv osevního postupu a agrotechniky; udává poměr ztráty půdy z vyšetřovaného pozemku a ztráty půdy z jednotkového pozemku (trvalý úhor); předpokládá se konstantní působení ostatních činitelů. V souvislosti se změnou ochranných účinků vegetace i způsobů obdělávání půdy v průběhu roku se rozlišuje následujících pět údobí:

- údobí 1: hrubý úhor, orba až setí,
- údobí 2: údobí do jednoho měsíce po setí,
- údobí 3: údobí od jednoho měsíce do dvou měsíců po jarním nebo letním zasetí,
- údobí 4: růst a zrání osevu; od konce údobí 3 do sklizně,
- údobí 5: zbytky plodin nebo strniště; od sklizně do orby nebo podmítky.



Vliv vegetace na ochranu půdy před vodní erozí má řadu aspektů. Na jedné straně chrání vegetace povrch půdy před vlivem dopadajících dešťových kapek, současně zpomaluje rychlost povrchového odtoku a zlepšuje pórovitost půdy a tudíž její infiltrační schopnost. Účinek vegetace roste s pokryvností a hustotou porostu, to znamená, že kromě druhového složení porostu závisí v případě dále uvedených zemědělských plodin též na pěstebním období. Hodnotu faktoru C vyjadřujeme za pomoci číselných hodnot pro jednotlivé plodiny a údobí, ve kterém se právě nacházejí viz **příloha č. 4**.

#### **4.1.5 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)**

Hodnoty faktoru účinnosti protierozních opatření jsou uvedeny v **příloze č. 4**. Jestliže nelze předpokládat, že by byly dodrženy vyznačené podmínky maximálních délek a počtu pásů, nelze s uvedenou účinností příslušného opatření vyjádřenou hodnotami faktoru P počítat a faktor P se tudíž rovná 1 (JANEČEK ET AL., 2005).

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 VÝPOČET EROZNÍHO SMYVU V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ

Při podrobném terénním průzkumu bylo do digitalizované mapy vyznačeno 31 odtokových drah (viz **mapová příloha č. 1**), pro něž byl následně pomocí universální rovnice Wischmeier-Smithe vypočítán smyv orné půdy (viz **tabulka č. 8**).

Pro *faktor erozní účinnosti deště R* byla použita hodnota **20**, která odpovídá celorepublikovému průměru.

Hodnoty *faktoru náchylnosti půdy k erozi K* byly stanoveny podle **HPJ** (druhého a třetího místa pětímístného kódu BPEJ).

V povodí Jenínského potoka se podle mapy BPEJ vyskytují následující HPJ, jimž odpovídá faktor náchylnosti půdy k erozi v následující výši pro:

- **HPJ 34 ..... 0,23**
- **HPJ 37..... 0,20**
- **HPJ 40..... 0,25**
- **HPJ 50..... 0,25**
- **HPJ 73..... 0,30**
- **HPJ 75 ..... 0,30**

Hodnoty HPJ byly stanoveny podle **tabulky Hodnoty K-faktoru podle BPEJ** viz **příloha č.3**.

Pro zjištění *faktoru délky svahu L* byla délka spádnice odečtena z digitalizované mapy a hodnota faktoru L dále stanovena pomocí **tabulky č. 5**.

Tabulka č. 5: **Hodnoty faktoru L**

Délka spádnice(m)	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
Faktor L	3,02	3,38	3,69	3,99	4,27	4,52	4,77	5,22	5,62	6,04	6,39	6,75

Zdroj: JANEČEK ET AL., 1992

Sklon svahu pro stanovení *faktoru sklonu svahu S* byl vypočítán z hodnot odečtených z digitalizované mapy. Hodnoty faktoru S byly do univerzální rovnice dosazovány podle **tabulky č. 6**.

Tabulka č. 6: **Hodnoty faktoru S**

Sklonitost (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Faktor S</b>	0,45	0,57	0,70	0,84	1,00	1,17	1,35	1,55	1,75	1,97	2,21	2,46

Zdroj: JANEČEK ET AL., 1992

*Faktor ochranného vlivu vegetace C* byl vypočten pro sedmihonný osevní postup, který byl v minulosti uplatňován místním zemědělským družstvem (viz **tabulka č. 7**).

**Osevní postup**

- I. *Jetel*
- II. *Žito*
- III. *Len*
- IV. *Pšenice ozimá*
- V. *LOS*
- VI. *Kukuřice*
- VII. *Oves*

Výsledný C faktor, který byl použit v rovnici Wischmeier-Smithe je průměrným C faktorem ze všech sedmi plodin (viz **tabulka č. 7**).

Tabulka č. 7: **Stanovení faktoru C v závislosti na faktoru R**

Plodina	Etapa vývoje	Období	R	C	R x C
<b>Jetel</b>	1. - 5.	5. 9. - 31.8.	0,9973	0,015	0,0150
<b>Faktor C pro jetel</b>					<b>0,0150</b>
<b>Žito</b>	1.	1. 9. - 15. 9.	0,0100	0,50	0,0050
	2.	16. 9. - 20. 10.	0,0126	0,55	0,0069
	3.	21. 10. - 30. 4.	0,0064	0,30	0,0019
	4.	1. 5. - 10. 8.	0,7603	0,05	0,0380
	5.	11. 8. - 31. 8.	0,2107	0,20	0,0421
<b>Faktor C pro žito (<math>\Sigma R \times C</math>)</b>					<b>0,0940</b>

Pokračování tabulky č. 7

Plodina	Etapa vývoje	Období	R	C	R x C
Len	1.	1. 9. - 15. 4.	0,0265	0,65	0,0172
	2.	16. 4. - 20. 5.	0,0477	0,70	0,0334
	3.	21. 5. - 20. 6.	0,2035	0,45	0,0916
	4.	21. 6. - 31. 8.	0,7223	0,08	0,0578
	5.	1. 9. - 5. 9.	0,0033	0,25	0,0008
<b>Faktor C pro len (<math>\Sigma R \times C</math>)</b>					<b>0,2008</b>
Pšenice ozimá	1.	6. 9. - 20. 9.	0,0100	0,65	0,0065
	2.	21. 9. - 30. 10.	0,0107	0,70	0,0075
	3.	1. 11. - 30. 4.	0,0050	0,45	0,0023
	4.	1. 5. - 25. 8.	0,9108	0,08	0,0729
	5.	26. 8. - 31. 8.	0,0602	0,25	0,0151
<b>Faktor C pro pšenici ozimou (<math>\Sigma R \times C</math>)</b>					<b>0,1042</b>
LOS	1.	1. 9. - 15. 4.	0,0265	0,65	0,0172
	2.	16. 4. - 20. 5.	0,0477	0,70	0,0334
	3.	21. 5. - 20. 6.	0,2035	0,45	0,0916
	4.	21. 6. - 30. 6.	0,0893	0,08	0,0071
	5.	1. 7. - 31. 7.	0,3220	0,25	0,0805
<b>Faktor C pro LOS (<math>\Sigma R \times C</math>)</b>					<b>0,2298</b>
Kukuřice	1.	1. 8. - 10. 5.	0,3626	0,70	0,2538
	2.	11. 5. - 20. 6.	0,2261	0,90	0,2035
	3.	21. 6. - 20. 7.	0,2971	0,70	0,2080
	4.	21. 7. - 5. 10.	0,4459	0,35	0,1561
	5.	6. 10. - 15. 10.	0,0013	0,70	0,0009
<b>Faktor C pro kukuřici (<math>\Sigma R \times C</math>)</b>					<b>0,8223</b>
Oves	1.	16. 10. - 10. 4.	0,0037	0,70	0,0026
	2.	11. 4. - 15. 5.	0,0372	0,75	0,0279
	3.	16. 5. - 15. 6.	0,1701	0,50	0,0851
	4.	16. 6. - 5. 9.	0,7703	0,08	0,0616
	5.	-			
<b>Faktor C pro oves (<math>\Sigma R \times C</math>)</b>					<b>0,1772</b>
<b>Průměrná hodnota faktoru C pro osevní postup je</b>					<b>0,2347</b>

Při výpočtech faktoru C byla využita tabulka Hodnoty C-faktoru viz **příloha č. 4.**

*Faktor účinnosti erozních opatření P* je roven **1**, jelikož v řešeném území nebyla před zatravněním v 90tých letech provedena žádná protierozní opatření.

Uvedené faktory byly dosazeny do univerzální rovnice a byla vypočtena dlouhodobá průměrná ztráta půdy v jednotlivých odtokových profilech (viz **tabulka č.8**).

Jednotlivé odtokové dráhy jsou graficky znázorněny v **mapové příloze č. 1**.

Tabulka č. 8: Výpočet erozního smyvu pro jednotlivé odtokové profily

Sedmihonný osevní postup									
Dráha číslo	Délka svahu (m)	Sklon (%)	R	K	L	S	C	P	G (t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> )
1	329	13,38	20	0,235	3,864	1,831	0,235	1	<b>7,81</b>
2	608	7,07	20	0,235	5,252	0,666	0,235	1	3,86
3	224	4,02	20	0,250	3,193	0,352	0,235	1	1,32
4	745	7,25	20	0,240	5,809	0,735	0,235	1	<b>4,82</b>
5	577	11,09	20	0,224	5,117	1,265	0,235	1	<b>6,81</b>
6	438	14,16	20	0,241	4,460	1,971	0,235	1	<b>9,96</b>
7	466	13,30	20	0,223	4,600	1,816	0,235	1	<b>8,76</b>
8	397	8,06	20	0,251	4,253	0,795	0,235	1	3,99
9	373	8,04	20	0,251	4,119	0,846	0,235	1	<b>4,11</b>
10	420	7,86	20	0,251	4,370	0,821	0,235	1	<b>4,23</b>
11	326	11,04	20	0,251	3,846	1,384	0,235	1	<b>6,28</b>
12	207	14,49	20	0,251	3,070	2,088	0,235	1	<b>7,56</b>
13	916	7,86	20	0,243	6,448	0,803	0,235	1	<b>5,91</b>
14	944	7,84	20	0,243	6,548	0,797	0,235	1	<b>5,96</b>
15	747	6,29	20	0,243	5,817	0,638	0,235	1	<b>4,24</b>
16	690	7,97	20	0,243	5,580	0,824	0,235	1	<b>5,25</b>
17	626	8,63	20	0,243	5,324	0,946	0,235	1	<b>5,75</b>
18	376	9,57	20	0,243	4,136	1,124	0,235	1	<b>5,31</b>
19	370	11,62	20	0,230	4,102	1,502	0,235	1	<b>6,66</b>
20	344	12,79	20	0,230	3,954	1,708	0,235	1	<b>7,30</b>
21	231	15,58	20	0,246	3,279	2,355	0,235	1	<b>8,93</b>
22	584	14,04	20	0,230	5,148	1,980	0,235	1	<b>11,02</b>
23	478	7,95	20	0,223	4,660	0,833	0,235	1	<b>4,07</b>
24	360	6,94	20	0,230	4,046	0,692	0,235	1	3,03
25	366	7,65	20	0,230	4,080	0,791	0,235	1	3,49
26	244	6,15	20	0,230	3,337	0,590	0,235	1	2,13
27	316	11,39	20	0,235	3,786	1,428	0,235	1	<b>5,97</b>
28	567	7,41	20	0,234	5,072	0,801	0,235	1	<b>4,47</b>
29	376	5,85	20	0,250	4,136	0,552	0,235	1	2,68
30	429	7,93	20	0,240	4,415	0,830	0,235	1	<b>4,13</b>
31	215	6,51	20	0,240	3,128	0,636	0,235	1	2,24

## 5.2 VYHODNOCENÍ OHROŽENOSTI PŮD

Při vyhodnocování intenzity vodní eroze metodou Universální rovnice je třeba si uvědomit její omezení. Touto rovnicí lze vypočítat průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy pro jednotku času a plochy (tj. na hektar za rok) vyvolanou srážkami na pozemcích, které jsou chráněny před přítokem cizí vody. Stanovení, zda je nutno pozemek chránit a do jaké míry, vyplývá z porovnání zjištěné ztráty půdy a přípustné ztráty. Přípustná ztráta půdy je v ČR zatím určena především z hlediska dlouhodobého zachování úrodnosti půdy a má následující hodnoty:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| ➤ mělké půdy (do 30 cm)           | <b>1 t · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup></b>  |
| ➤ středně hluboké půdy (30-60 cm) | <b>4 t · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup></b>  |
| ➤ hluboké půdy (nad 60 cm)        | <b>10 t · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup></b> |

Pokud je na pozemku přípustná ztráta půdy překročena, je nutno navrhnout protierozní opatření takového charakteru, aby dlouhodobá ztráta půdy byla snížena pod přípustnou hodnotu.

V zájmovém území se nacházejí v převážné míře středně hluboké půdy, pro něž činí přípustná ztráta půdy **4 t · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup>**.

Z údajů tabulky č. 8 lze vyčíst, že odtokové dráhy č. 1, 4, 5, 6, 7, 9 – 23, 27, 28, a 30 jsou zasaženy nadlimitní ztrátou půdy. Celkem je tedy nadlimitní ztrátou půdy zasaženo **23 odtokových drah** (přibližně 60 % sledovaného území).

## 5.3 NÁVRHY PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ

Porovnáním skutečné a přípustné ztráty půdy pro jednotlivé odtokové dráhy bylo zjištěno, že odnos půdy v odtokových drahách č. 1, 4, 5, 6, 7, 9 – 23, 27, 28, a 30 je nadlimitní, z čehož plyne nutnost návrhu efektivních protierozních opatření (dále jen PEO). V praxi se při návrhu PEO upřednostňují jak z ekonomických tak z realizačních důvodů organizační a agrotechnická opatření před opatřeními technického charakteru.

### Pro řešené území byly zvoleny následující návrhy řešení PEO:

- PEO č. 1 Zařazení meziplodiny mezi LOS a kukuřici
- PEO č. 2 Zařazení dvou meziplodin - mezi žito a len a mezi LOS a kukuřici
- PEO č. 3 Delimitace kultur – orná půda převedena na trvalý travní porost

### 5.3.1 Protierozní opatření číslo 1 a zhodnocení jeho účinnosti

Jako PEO č. 1 bylo zvoleno protierozní opatření agrotechnického charakteru a to ve formě níže uvedeného osevního postupu s jednou meziplodinou:

- I. *Jetel*
- II. *Žito*
- III. *Len*
- IV. *Pšenice ozimá*
- V. *LOS + meziplodina*
- VI. *Kukuřice*
- VII. *Oves*

Aplikací uvedeného osevního postupu došlo ke snížení faktoru C na hodnotu 0,211, což se projevilo snížením erozního smyvu, jak dokládá **tabulka č. 9**.

Tabulka č. 9: Výpočet erozního smyvu pro jednotlivé odtokové profily při uplatnění sedmihonného osevního postupu s jednou meziplodinou

Sedmihonný osevní postup + 1 meziplodina									
Dráha číslo	Délka svahu (m)	Sklon (%)	R	K	L	S	C	P	G (t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> )
1	329	13,38	20	0,235	3,864	1,831	0,211	1	<b>7,02</b>
2	608	7,07	20	0,235	5,252	0,666	0,211	1	3,47
3	224	4,02	20	0,250	3,193	0,352	0,211	1	1,19
4	745	7,25	20	0,240	5,809	0,735	0,211	1	<b>4,32</b>
5	577	11,09	20	0,224	5,117	1,265	0,211	1	<b>6,12</b>
6	438	14,16	20	0,241	4,460	1,971	0,211	1	<b>8,94</b>
7	466	13,30	20	0,223	4,600	1,816	0,211	1	<b>7,86</b>
8	397	8,06	20	0,251	4,253	0,795	0,211	1	3,58
9	373	8,04	20	0,251	4,119	0,846	0,211	1	3,69
10	420	7,86	20	0,251	4,370	0,821	0,211	1	3,80

### Pokračování tabulky č. 9

Dráha číslo	Délka svahu (m)	Sklon (%)	R	K	L	S	C	P	G (t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> )
11	326	11,04	20	0,251	3,846	1,384	0,211	1	5,64
12	207	14,49	20	0,251	3,070	2,088	0,211	1	6,79
13	916	7,86	20	0,243	6,448	0,803	0,211	1	5,31
14	944	7,84	20	0,243	6,548	0,797	0,211	1	5,35
15	747	6,29	20	0,243	5,817	0,638	0,211	1	3,81
16	690	7,97	20	0,243	5,580	0,824	0,211	1	4,71
17	626	8,63	20	0,243	5,324	0,946	0,211	1	5,16
18	376	9,57	20	0,243	4,136	1,124	0,211	1	4,77
19	370	11,62	20	0,230	4,102	1,502	0,211	1	5,98
20	344	12,79	20	0,230	3,954	1,708	0,211	1	6,55
21	231	15,58	20	0,246	3,279	2,355	0,211	1	8,02
22	584	14,04	20	0,230	5,148	1,980	0,211	1	9,89
23	478	7,95	20	0,223	4,660	0,833	0,211	1	3,65
24	360	6,94	20	0,230	4,046	0,692	0,211	1	2,72
25	366	7,65	20	0,230	4,080	0,791	0,211	1	3,13
26	244	6,15	20	0,230	3,337	0,590	0,211	1	1,91
27	316	11,39	20	0,235	3,786	1,428	0,211	1	5,36
28	567	7,41	20	0,234	5,072	0,801	0,211	1	4,01
29	376	5,85	20	0,250	4,136	0,552	0,211	1	2,41
30	429	7,93	20	0,240	4,415	0,830	0,211	1	3,71
31	215	6,51	20	0,240	3,128	0,636	0,211	1	2,01

**Zhodnocení účinku:** Zařazení meziplodiny po LOS a před kukuřicí řeší kritické období srpna a září, kdy podle původního výpočtu byla půda bez vegetačního krytu. Dochází ke snížení C faktoru a pro jednotlivé odtokové dráhy i ke snížení celkového teoretického erozního smyvu. Pod kritickou hodnotu se dostává dalších 5 odtokových drah. Jednotlivé odtokové dráhy jsou znázorněny v **mapové příloze č. 2**.

### 5.3.2 Protierozní opatření číslo 2 a zhodnocení jeho účinnosti

PEO č. 2 bylo řešeno podobně jako předchozí s tím rozdílem, že do osevního postupu byla zařazena druhá meziplodina a to sice mezi žito a len (viz dále uvedený osevní postup).



### *Osevní postup se dvěma meziplodinami*

- I. *Jetel*
- II. *Žito + meziplodina*
- III. *Len*
- IV. *Pšenice ozimá*
- V. *LOS + meziplodina*
- VI. *Kukuřice*
- VII. *Oves*

Aplikací uvedeného osevního postupu došlo ke snížení faktoru C na hodnotu 0,186, čímž došlo opět ke snížení erozního smyvu, jak dokládá **tabulka č. 10**.

**Tabulka č. 10: Výpočet erozního smyvu pro jednotlivé odtokové profily při uplatnění sedmihonného osevního postupu se dvěma meziplodinami**

<b>Sedmihonný osevní postup + 2 meziplodiny</b>									
<b>Dráha číslo</b>	<b>Délka svahu (m)</b>	<b>Sklon (%)</b>	<b>R</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>G (t·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>)</b>
1	329	13,38	20	0,235	3,864	1,831	0,186	1	<b>6,18</b>
2	608	7,07	20	0,235	5,252	0,666	0,186	1	3,06
3	224	4,02	20	0,250	3,193	0,352	0,186	1	1,05
4	745	7,25	20	0,240	5,809	0,735	0,186	1	3,81
5	577	11,09	20	0,224	5,117	1,265	0,186	1	<b>5,39</b>
6	438	14,16	20	0,241	4,460	1,971	0,186	1	<b>7,88</b>
7	466	13,30	20	0,223	4,600	1,816	0,186	1	<b>6,93</b>
8	397	8,06	20	0,251	4,253	0,795	0,186	1	3,16
9	373	8,04	20	0,251	4,119	0,846	0,186	1	3,25
10	420	7,86	20	0,251	4,370	0,821	0,186	1	3,35
11	326	11,04	20	0,251	3,846	1,384	0,186	1	<b>4,97</b>
12	207	14,49	20	0,251	3,070	2,088	0,186	1	<b>5,99</b>
13	916	7,86	20	0,243	6,448	0,803	0,186	1	<b>4,68</b>
14	944	7,84	20	0,243	6,548	0,797	0,186	1	<b>4,72</b>
15	747	6,29	20	0,243	5,817	0,638	0,186	1	3,35
16	690	7,97	20	0,243	5,580	0,824	0,186	1	<b>4,16</b>
17	626	8,63	20	0,243	5,324	0,946	0,186	1	<b>4,55</b>
18	376	9,57	20	0,243	4,136	1,124	0,186	1	<b>4,20</b>
19	370	11,62	20	0,230	4,102	1,502	0,186	1	<b>5,27</b>
20	344	12,79	20	0,230	3,954	1,708	0,186	1	<b>5,78</b>

### Pokračování tabulky č. 10

Dráha číslo	Délka svahu (m)	Sklon (%)	R	K	L	S	C	P	G (t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> )
21	231	15,58	20	0,246	3,279	2,355	0,186	1	7,07
22	584	14,04	20	0,230	5,148	1,980	0,186	1	8,72
23	478	7,95	20	0,223	4,660	0,833	0,186	1	3,22
24	360	6,94	20	0,230	4,046	0,692	0,186	1	2,40
25	366	7,65	20	0,230	4,080	0,791	0,186	1	2,76
26	244	6,15	20	0,230	3,337	0,590	0,186	1	1,68
27	316	11,39	20	0,235	3,786	1,428	0,186	1	4,73
28	567	7,41	20	0,234	5,072	0,801	0,186	1	3,54
29	376	5,85	20	0,250	4,136	0,552	0,186	1	2,12
30	429	7,93	20	0,240	4,415	0,830	0,186	1	3,27
31	215	6,51	20	0,240	3,128	0,636	0,186	1	1,78

**Zhodnocení účinku:** Při zařazení dvou meziplodin první mezi LOS a kukuřici a druhou mezi žito a len dochází k dalšímu významnému snížení C faktoru a to až na hodnotu 0,186. Výsledkem je snížení erozního smyvu u dalších 2 odtokových drah. Celkový efekt zařazení meziplodin do osevního postupu je tedy 7 odtokových drah, u kterých došlo ke snížení nadlimitního smyvu. Další možné snížení hodnoty C faktoru v rámci používaného osevního postupu (dále jen OP) je ponechání posklizňových zbytků delší dobu a vynechání či posunutí podmínky. Jednotlivé odtokové dráhy jsou znázorněny v **mapové příloze č. 3**.

### 5.3.3 Protierozní opatření číslo 3 a zhodnocení jeho účinnosti

Další z možností protierozní ochrany je delimitace kultur – převedení orné půdy na trvalý travní porost, což se nám rovněž projeví snížením faktoru C. Přičemž dojde ke snížení faktoru C až na hodnotu 0,005 (viz **příloha č. 3**). Vliv na snížení erozního smyvu je patrný z výsledků **tabulky č. 11**.

Tabulka č. 11: Výpočet erozního smyvu pro jednotlivé odtokové profily při využití území jako trvalého travního porostu

Trvalý travní porost									
Dráha číslo	Délka svahu (m)	Sklon (%)	R	K	L	S	C	P	G (t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> )
1	329	13,38	20	0,235	3,864	1,831	0,005	1	0,17
2	608	7,07	20	0,235	5,252	0,666	0,005	1	0,08
3	224	4,02	20	0,250	3,193	0,352	0,005	1	0,03
4	745	7,25	20	0,240	5,809	0,735	0,005	1	0,10
5	577	11,09	20	0,224	5,117	1,265	0,005	1	0,14
6	438	14,16	20	0,241	4,460	1,971	0,005	1	0,21
7	466	13,30	20	0,223	4,600	1,816	0,005	1	0,19
8	397	8,06	20	0,251	4,253	0,795	0,005	1	0,08
9	373	8,04	20	0,251	4,119	0,846	0,005	1	0,09
10	420	7,86	20	0,251	4,370	0,821	0,005	1	0,09
11	326	11,04	20	0,251	3,846	1,384	0,005	1	0,13
12	207	14,49	20	0,251	3,070	2,088	0,005	1	0,16
13	916	7,86	20	0,243	6,448	0,803	0,005	1	0,13
14	944	7,84	20	0,243	6,548	0,797	0,005	1	0,13
15	747	6,29	20	0,243	5,817	0,638	0,005	1	0,09
16	690	7,97	20	0,243	5,580	0,824	0,005	1	0,11
17	626	8,63	20	0,243	5,324	0,946	0,005	1	0,12
18	376	9,57	20	0,243	4,136	1,124	0,005	1	0,11
19	370	11,62	20	0,230	4,102	1,502	0,005	1	0,14
20	344	12,79	20	0,230	3,954	1,708	0,005	1	0,16
21	231	15,58	20	0,246	3,279	2,355	0,005	1	0,19
22	584	14,04	20	0,230	5,148	1,980	0,005	1	0,23
23	478	7,95	20	0,223	4,660	0,833	0,005	1	0,09
24	360	6,94	20	0,230	4,046	0,692	0,005	1	0,06
25	366	7,65	20	0,230	4,080	0,791	0,005	1	0,07
26	244	6,15	20	0,230	3,337	0,590	0,005	1	0,05
27	316	11,39	20	0,235	3,786	1,428	0,005	1	0,13
28	567	7,41	20	0,234	5,072	0,801	0,005	1	0,10
29	376	5,85	20	0,250	4,136	0,552	0,005	1	0,06
30	429	7,93	20	0,240	4,415	0,830	0,005	1	0,09
31	215	6,51	20	0,240	3,128	0,636	0,005	1	0,05

**Zhodnocení účinku:** Aplikací výše uvedeného opatření dojde k markantnímu snížení erozních smyvů, výsledkem je snížení erozních smyvů pod přípustný limit u všech odtokových drah. Jednotlivé odtokové dráhy jsou znázorněny v **mapové příloze č. 4**.

## 5.4 SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ

Z výsledků výpočtů navrhovaných PEO vyplynulo, že aplikace každé z navržených variant PEO vede ke snížení erozního smyvu. Efekt jednotlivých protierozních opatření je znázorněn v **tabulce č. 12**, a v **příloze č. 5**.

Tabulka č. 12: **Porovnání skutečného a přípustného smyvu**

Jednotlivé erozní smyvy (t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> )					
Dráha číslo	Přípustný smyv	7-honný osevní postup	7-honný osevní postup + 1 meziplodina	7-honný osevní postup + 2 meziplodiny	Trvalý travní porost
1	4,00	7,81	7,02	6,18	0,17
2	4,00	3,86	3,47	3,06	0,08
3	4,00	1,32	1,19	1,05	0,03
4	4,00	4,82	4,32	3,81	0,10
5	4,00	6,81	6,12	5,39	0,14
6	4,00	9,96	8,94	7,88	0,21
7	4,00	8,76	7,86	6,93	0,19
8	4,00	3,99	3,58	3,16	0,08
9	4,00	4,11	3,69	3,25	0,09
10	4,00	4,23	3,80	3,35	0,09
11	4,00	6,28	5,64	4,97	0,13
12	4,00	7,56	6,79	5,99	0,16
13	4,00	5,91	5,31	4,68	0,13
14	4,00	5,96	5,35	4,72	0,13
15	4,00	4,24	3,81	3,35	0,09
16	4,00	5,25	4,71	4,16	0,11
17	4,00	5,75	5,16	4,55	0,12
18	4,00	5,31	4,77	4,20	0,11
19	4,00	6,66	5,98	5,27	0,14
20	4,00	7,30	6,55	5,78	0,16

### Pokračování tabulky č. 12

Dráha číslo	Přípustný smyv	7-honný osevní postup	7-honný osevní postup + 1 meziplodina	7-honný osevní postup + 2 meziplodiny	Trvalý travní porost
21	4,00	8,93	8,02	7,07	0,19
22	4,00	11,02	9,89	8,72	0,23
23	4,00	4,07	3,65	3,22	0,09
24	4,00	3,03	2,72	2,40	0,06
25	4,00	3,49	3,13	2,76	0,07
26	4,00	2,13	1,91	1,68	0,05
27	4,00	5,97	5,36	4,73	0,13
28	4,00	4,47	4,01	3,54	0,10
29	4,00	2,68	2,41	2,12	0,06
30	4,00	4,13	3,71	3,27	0,09
31	4,00	2,24	2,01	1,78	0,05

Poznámka: Červeně jsou znázorněny odtokové dráhy s nadlimitním smyvem půdy, růžově jsou znázorněny dráhy u nichž došlo vlivem zařazení meziplodin do osevního postupu či změnou kultury ke snížení smyvu pod limitní hranici.

Z údajů tabulky č. 12 lze vyčíst, že nadlimitní smyv půdy se vyskytuje u následujícího počtu odtokových drah při uplatňování jednotlivých způsobů obdělávání a využívání půdy:

- **7-honný osevní postup..... 23 odtokových drah**
- **7-honný osevní postup + 1 meziplodina..... 18 odtokových drah**
- **7-honný osevní postup + 1 meziplodina..... 16 odtokových drah**
- **trvalý travní porost..... 0 odtokových drah**

Podle výše uvedených výpočtů jsou meziplodiny jednou z možností zvýšení vegetačního krytu, v důsledku čehož dochází ke snížení erozních smyvů. Z 31 hodnocených profilů je při využití OP bez meziplodin erozně nadlimitních 23 (7-honný osevní postup), při použití jedné meziplodiny je nadlimitních 18 profilů a při použití dvou meziplodin v OP je nadlimitních 16 odtokových drah (viz tabulky č. 9 a č. 10).

Avšak nejlepších výsledků při snižování erozních smyvů bylo dle výpočtů dosaženo aplikací PEO č. 3 – delimitací kultur – převedení orné půdy na trvalý travní porost. Byl potvrzen všeobecně známý pozitivní vliv zatravnění na erozní jevy v povodí (viz **tabulka č. 11**).

Řešení PEO formou delimitace kultur – převedení orné půdy na trvalý travní porost se nám tedy může na první pohled zdát jako nejlepší řešení a to jak z hlediska ekonomické, tak i realizační náročnosti. Skutečností ovšem je, že zatravnění spojené s pastevním využíváním ploch může s sebou přinést skrytá erozní nebezpečí, která nelze výpočtem podchytit – např. chodníčková eroze (viz **příloha č. 6**). Tato na první pohled skrytá nebezpečí hrají významnou roli v reálních erozních procesech, bohužel však není zatím metodika pro jejich vyhodnocení.

V uvedených výpočtech byla využita hodnota faktoru erozní účinnosti deště  $R = 20$ , což je celorepublikový průměr. Přesnějších výpočtů by bylo dosaženo konkretizací tohoto faktoru v zájmovém území.

## 6 DISKUSE

Z předchozích zjištění vyplynul jednoznačně pozitivní vliv na snížení erozních smyvů při zařazení meziplodin do osevního postupu. Při sestavování osevních postupů se jeví jako vhodné vícenásobné zařazování meziplodin jako prvku protierozního, plnicího funkci zeleného hnojení a zlepšujícího půdní strukturu apod. V porovnání osevního postupu bez meziplodin a s jednou meziplodinou je erozní smyv omezen na 0,89 původní hodnoty, respektive při zařazení dvou meziplodin činí hodnota erozního smyvu 0,79. Ještě příznivějších výsledků bylo dosaženo při delimitaci kultur - - převedení orné půdy na trvalý travní porost, kdy došlo ke snížení erozního smyvu na 0,02 původní hodnoty.

Stupněm odolnosti pěstovaných plodin či kultur vůči vodní erozi se zabýval HOLÝ (1994), který stanovil následující sestupné pořadí protierozní ochrany půdy poskytované jednotlivými plodinami či kulturami: *travní porost – vojtěška – jetel – obilovina ozimá – obilovina jarní – hrách – řepka ozimá – slunečnice – brambory – cukrovka – kukuřice.*

Vliv plodin v osevním postupu a pěstovaných kultur na velikost hodnoty faktoru C zkoumal také MOSIMANN (<http://www.augusta-raurica.ch>) z geografického institutu Hannoverské univerzity. Výzkum byl zaměřen na hospodaření v kantonu Basel. Cílem bylo popsat vývojové trendy v oblasti hospodaření v letech 1982 – 2002. Ve výsledcích výzkumu Mosimann popisuje markantní snížení faktoru C v souvislosti se změnou kultury orné půdy na trvalý travní porost. Dalšího snížení faktoru C bylo dosaženo při zařazení meziplodin do osevního postupu, zvláště pak pokud byla v osevním postupu kukuřice. Průměrné hodnoty faktoru C v kantonu Basel se pohybovaly v rozmezí 0,02 – 0,25, podle druhu pěstované plodiny či kultury. Při zařazení meziplodiny před kukuřicí a při současném zvýšení plochy ozimých obilovin a snížení plochy bobu došlo ke snížení faktoru C na hodnotu 0,12 z původní 0,25. Z toho vyplývá snížení erozního smyvu na 0,48 původní hodnoty. U luk dosahovala průměrná hodnota C faktoru 0,002, což představovalo snížení na 0,008 původní hodnoty.

Číselné výsledky Mosimanna a výsledky v povodí Jenínského potoku lze srovnat pouze rámcově, neboť se jedná o zcela odlišné zeměpisné oblasti, přičemž není znám ani přesný osevní postup, ze kterého Mosimann vycházel. Avšak z obou výsledků je patrné snížení erozního smyvu jak při zařazení meziplodin do osevního postupu, tak při změně kultury z orné půdy na trvalý travní porost.



## 7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo posoudit a vyhodnotit možné účinky vodní eroze v povodí Jenínského potoku a v případě zvýšeného erozního nebezpečí navrhnout odpovídající opatření eliminující erozní činnost v povodí.

Praktická část diplomové práce byla zahájena terénním průzkumem, na jehož základě byla vytipována místa potenciálně ohrožená vodní erozí. Dále byly upřesněny a do digitalizované mapy zakresleny dráhy soustředěného odtoku. S těmito drahami bylo dále počítáno při určování velikosti erozního smyvu půdy. Výpočty erozního ohrožení byly aplikovány v rámci sedmihonného osevního postupu, který zde byl dříve uplatňován. Výpočty prokázaly míru erozního ohrožení, která přesahovala limitní hranici  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  přibližně na 60 % zájmového území. Z toho vyplynul požadavek na snížení erozního smyvu. Toho je možné docílit řešeními organizačního, agrotechnického nebo technického charakteru. V našem případě byla využita řešení organizačního a agrotechnického charakteru, jelikož jsou ekonomicky i realizačně méně náročná než řešení technická. Nejprve bylo přistoupeno k řešení agrotechnické povahy, kdy byla do osevního postupu zařazena nejprve jedna meziplodina a poté byla přidána druhá meziplodina. Výsledky při aplikaci meziplodin jasně hovoří ve prospěch snížení erozních smyvů, avšak ne ve všech odtokových drahách. Proto bylo využito dalšího tentokrát organizačního opatření – delimitace kultur a to ve prospěch trvalých travních porostů. Uplatněním tohoto opatření bylo dosaženo markantního snížení erozních smyvů, přičemž u všech odtokových drah byl snížen erozní smyv pod námi požadovanou limitní hranici.

Vzhledem k tomu, že v současné době je povodí Jenínského potoku zatravněno a využíváno jako pastevní areál, lze tedy konstatovat, že se jedná o nejlepší z výše zmiňovaných řešení. Avšak objevuje se zde problém ve formě chodníčkové eroze, kterému je nutné do budoucna věnovat větší pozornost. V takovém případě je možno navrhnout protierozní organizaci pastvy spočívající v únosné velikosti stád, používání velkých oplůtků po delší dobu, vybudování napáječek bez přepadu nevyužité vody na zem apod. V současné době bohužel není platná metodika, jež by nám umožnila číselně vyjádřit danou míru ohrožení a vyvodit tak patřičná opatření k eliminaci škod s tím souvisejících.

Pokud v budoucnu dojde k opětovné delimitaci na ornou půdu, pak nezbývá než budoucím uživatelům doporučit zařazení meziplodin do osevního postupu, popřípadě ponechání posklizňových zbytků na povrchu půdy nebo posunutí či vynechání podmínky aj.

Neměli bychom zapomenout na to, že PEO by měla být řešena vždy komplexně jako ucelený systém, jinak nelze očekávat požadovaný efekt.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- BENNET, H. H.:** *Elements of Soil Conservation. McGraw-Hill.* New York, Toronto, London, 1955.
- BUZEK, L.:** *Eroze půdy.* Pedagogická fakulta v Ostravě, Ostrava, 1983.
- CABLÍK, J., JŮVA, K.:** *Protierozní ochrana půdy.* Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1963.
- CULEK, M. ET AL.:** *Biogeografické členění České republiky.* Enigma, Praha, 1995.
- DEMEK, J. ET AL.:** *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny.* Academia ČSAV, Praha, 1987.
- DUMBROVSKÝ, M. ET AL.:** *Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav.* Metodika 19/1995, VÚMOP, Praha, 1995.
- FORMAN, R. T. T., GODRON, M.:** *Landscape Ecology.* J. Wiley and sons, New York, 1986.
- HOLÝ, M.:** *Protierozní ochrana.* Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1978.
- HOLÝ, M.:** *Eroze a životní prostředí.* Vydavatelství ČVUT, Praha, 1994.
- JANEČEK, M. ET AL.:** *Ochrana půdy před erozí.* Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 1992.
- JANEČEK, M. ET AL.:** *Ochrana zemědělské půdy před erozí.* Nakladatelství ISV, Praha, 2005.
- JŮVA, K., KLEČKA, A., ZACHAR, D.:** *Ochrana krajiny ČSSR z hlediska zemědělství a lesnictví.* Academia, Praha, 1981.
- KOLEKTIV :** *Atlas podnebí Československé republiky.* Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha, 1958.

**KOLEKTIV:** *Protierozní ochrana zemědělských pozemků. Typizační směrnice.*  
Státní zemědělské nakladatelství (SZN), Praha, 1986.

**KOVÁŘ, P.:** *Úpravy toků.* Vysoká škola zemědělská, Praha, 1988.

**PETŘÍČEK, V.:** *Krajinný ráz, způsoby jeho hodnocení a ochrany.* ČZU, Praha, 1998.

**SKLENIČKA, P.:** *Základy krajinného plánování.* Naděžda Skleničková, Praha, 2003.

**TOMAN, F.:** *Pozemkové úpravy.* Mendlova zemědělská a lesnická univerzita,  
Brno, 1995.

**VRÁNA, K. ET AL.:** *Krajinné inženýrství.* Český svaz stavebních inženýrů, Praha, 1998.

**VYHLÁŠKA Č. 546/2002 Sb.,** *Ministerstva zemědělství , kterou se mění vyhláška  
č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně  
ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci.*

**ZÁKON Č. 344/1992 Sb.,** *o katastru nemovitostí České republiky.*

## **WWW stránky**

**FAVIS-MORTLOCK, D.:** *Soil erosion site* [online], c.2005, last version 10th of October  
2006, [citováno 2007-02-08]. <<http://soilerosion.net>>

*Vodní eroze* [online], [citováno 2007-02-08]. <<http://www.sweb.cz/eroze/index.htm>>

**MOSIMANN, T.:** *Erosionsgefährdung und Schutz der Böden durch die Bewirtschaftung  
Monitoring 1982-2002* [online], c.2003, [citováno 2007-03-17].

<<http://www.augusta-raurica.ch/docs/bud/boden/fachperson/bericht-2004-1.pdf>>

**MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ,** *Eroze* [online], [citováno 2007-02-08].

<[http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPKHFDS23PQ/\\$FILE/Popis.doc](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPKHFDS23PQ/$FILE/Popis.doc)>

# SEZNAM PŘÍLOH

## PŘÍLOHY

- Příloha č. 1: **Odvodnění na dvou zkoumaných mikropovodích**
- Příloha č. 2: **ÚSES**
- Příloha č. 3: **Nomogram pro určení faktoru K a Hodnoty K faktoru podle BPEJ**
- Příloha č. 4: **Hodnoty C faktoru a Hodnoty faktoru protierozních opatření P**
- Příloha č. 5: **Porovnání změny faktoru C na velikost erozního smyvu**
- Příloha č. 6: **Fotografie chodníčkové eroze**

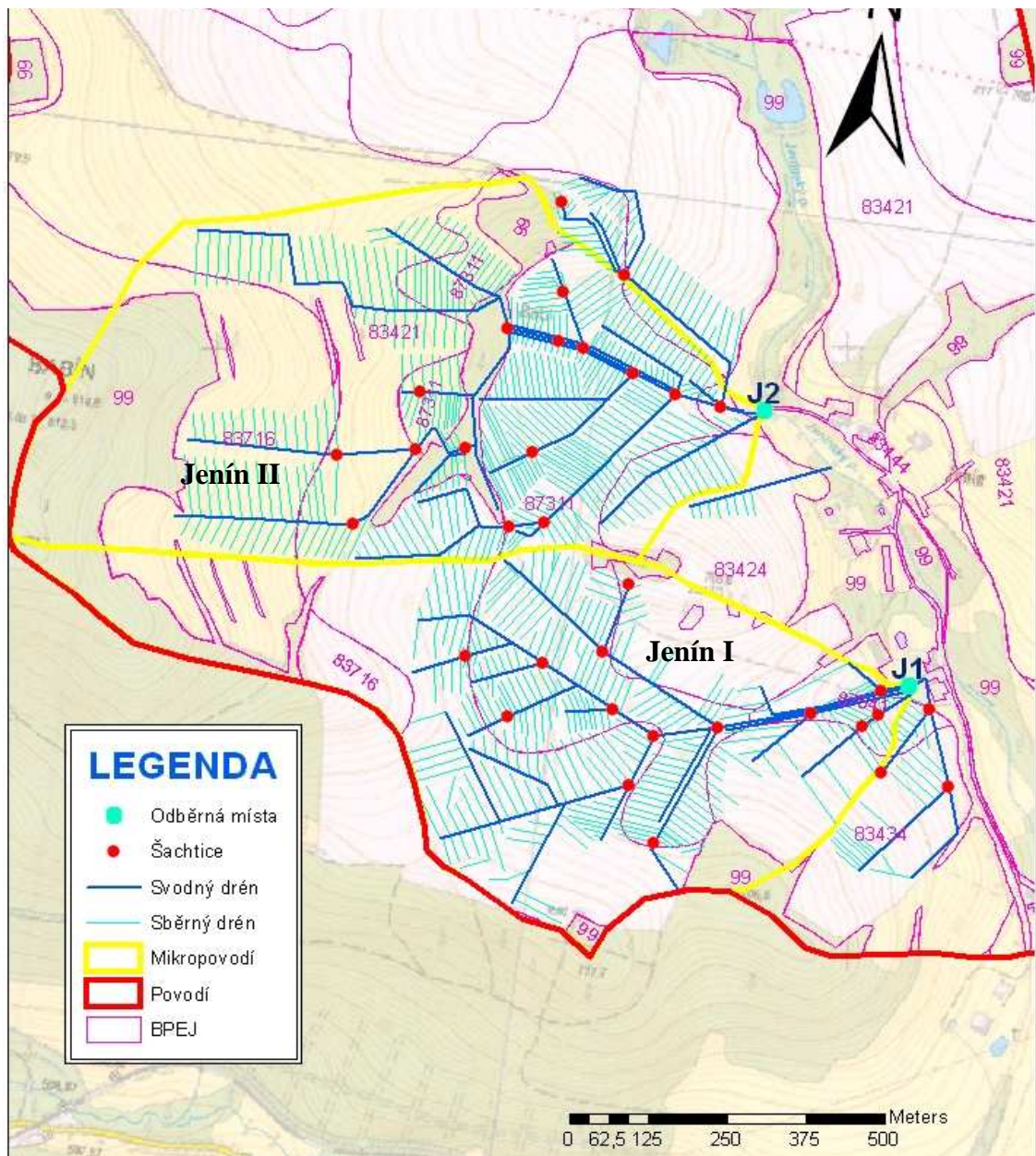
## MAPOVÉ PŘÍLOHY

- Mapová příloha č. 1: **Odtokové poměry při aplikaci sedmihonného osevního postupu (bez meziplodin)**
- Mapová příloha č. 2: **Odtokové poměry při zařazení jedné meziplodiny**
- Mapová příloha č. 3: **Odtokové poměry při zařazení dvou meziplodin**
- Mapová příloha č. 4: **Odtokové poměry po delimitaci kultur (změna na trvalý travní porost)**

# **PŘÍLOHY**

# Příloha č. 1

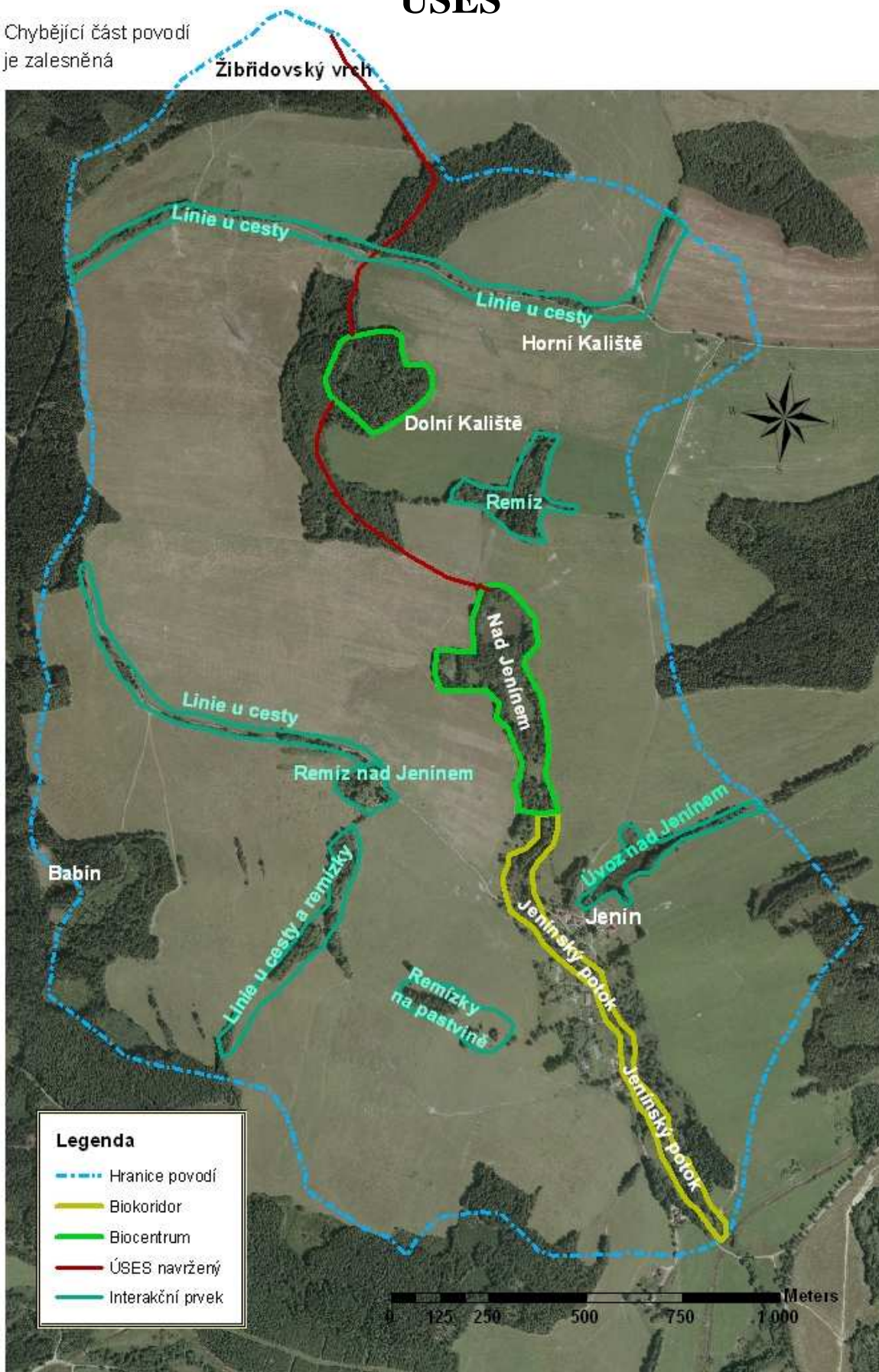
## Odvodnění na dvou zkoumaných mikropovodích





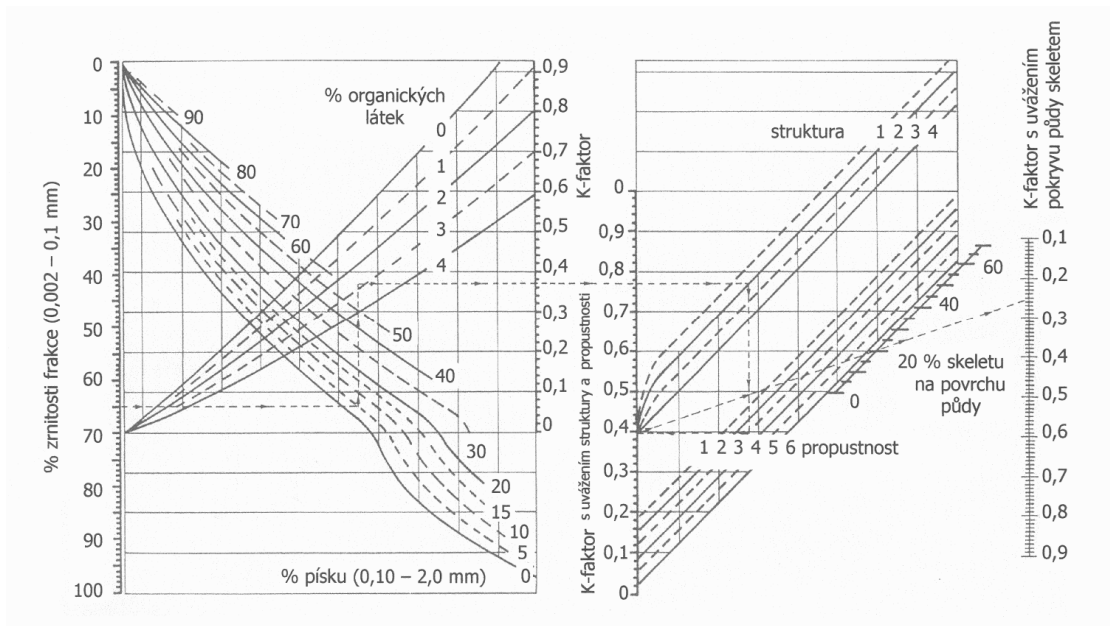
# ÚSES

Chybějící část povodí  
je zalesněná





Nomogram pro určení faktoru K



Zdroj: JANEČEK ET AL., 1992

Hodnoty K faktoru podle BPEJ

rozmezí hodnot HPJ		K faktor	rozmezí hodnot HPJ		K faktor	rozmezí hodnot HPJ		K faktor
od	do		od	do		od	do	
1	1	<b>0,29</b>	19	19	<b>0,25</b>	37	40	<b>0,20</b>
2	2	<b>0,33</b>	20	20	<b>0,21</b>	40	42	<b>0,25</b>
3	3	<b>0,28</b>	21	21	<b>0,11</b>	42	42	<b>0,42</b>
4	4	<b>0,14</b>	22	22	<b>0,19</b>	43	43	<b>0,46</b>
5	5	<b>0,21</b>	23	23	<b>0,19</b>	44	44	<b>0,42</b>
6	6	<b>0,24</b>	24	24	<b>0,29</b>	45	45	<b>0,48</b>
7	7	<b>0,19</b>	25	25	<b>0,38</b>	46	46	<b>0,30</b>
8	8	<b>0,34</b>	26	26	<b>0,31</b>	47	47	<b>0,34</b>
9	9	<b>0,43</b>	27	27	<b>0,25</b>	48	48	<b>0,34</b>
10	10	<b>0,37</b>	28	28	<b>0,23</b>	49	49	<b>0,26</b>
11	11	<b>0,38</b>	29	29	<b>0,24</b>	50	50	<b>0,25</b>
12	12	<b>0,35</b>	30	30	<b>0,22</b>	51	51	<b>0,22</b>
13	13	<b>0,29</b>	31	31	<b>0,12</b>	52	52	<b>0,34</b>
14	14	<b>0,41</b>	32	32	<b>0,14</b>	53	53	<b>0,29</b>
15	15	<b>0,33</b>	33	33	<b>0,23</b>	54	54	<b>0,28</b>
16	16	<b>0,30</b>	34	34	<b>0,23</b>	55	55	<b>0,20</b>
17	17	<b>0,29</b>	35	35	<b>0,28</b>	56	56	<b>0,31</b>
18	18	<b>0,42</b>	36	36	<b>0,20</b>	57	78	<b>0,30</b>

Zdroj: JANEČEK ET AL., 2005

## Příloha č. 4

### Hodnoty C-faktoru (ochranný vliv vegetace a způsobu obdělávání)

Pozn: 5a - sláma sklizena, 5b - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici, OP - setí do zorané půdy, St -

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5a	5b
Obilniny	po 1. roce po jetelovinách	OP	0,50	0,55	0,30	0,05	0,20	0,04
		St	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	po obilninách	OP	0,65	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04
		St	0,25	0,25	0,20	0,08	0,25	0,04
	po okopaninách a kukuřici	OP	0,70	0,75	0,50	0,08	0,25	0,04
		St	0,70	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04
Kukuřice	sláma předplodiny sklizena	OP	0,70	0,90	0,70	0,35	0,70	0,40
		St	O K 0,25 - 0,70	O K 0,25 - 0,70	O K 0,25 - 0,55	0,25	0,60	0,30
	sláma předplodiny nesklizena	OP	0,60	0,75	0,55	0,25	0,60	0,30
		St	O K 0,04 - 0,30	O K 0,04 - 0,25	O K 0,04 - 0,20	O K 0,05 - 0,20	O K 0,25 - 0,40	O K 0,15 - 0,30
	do herbicidem umrtveného drnu	víceletých píceňin	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03
		jílku jako ozimé mezplodiny	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10
Brambory, Cukrovka	v přímých řádcích libovolného směru	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70		
Vojtěška			0,02					
Jetel červený dvousetý			0,015					
Víceletá tráva, louky			0,005					

*setí do strniště.*

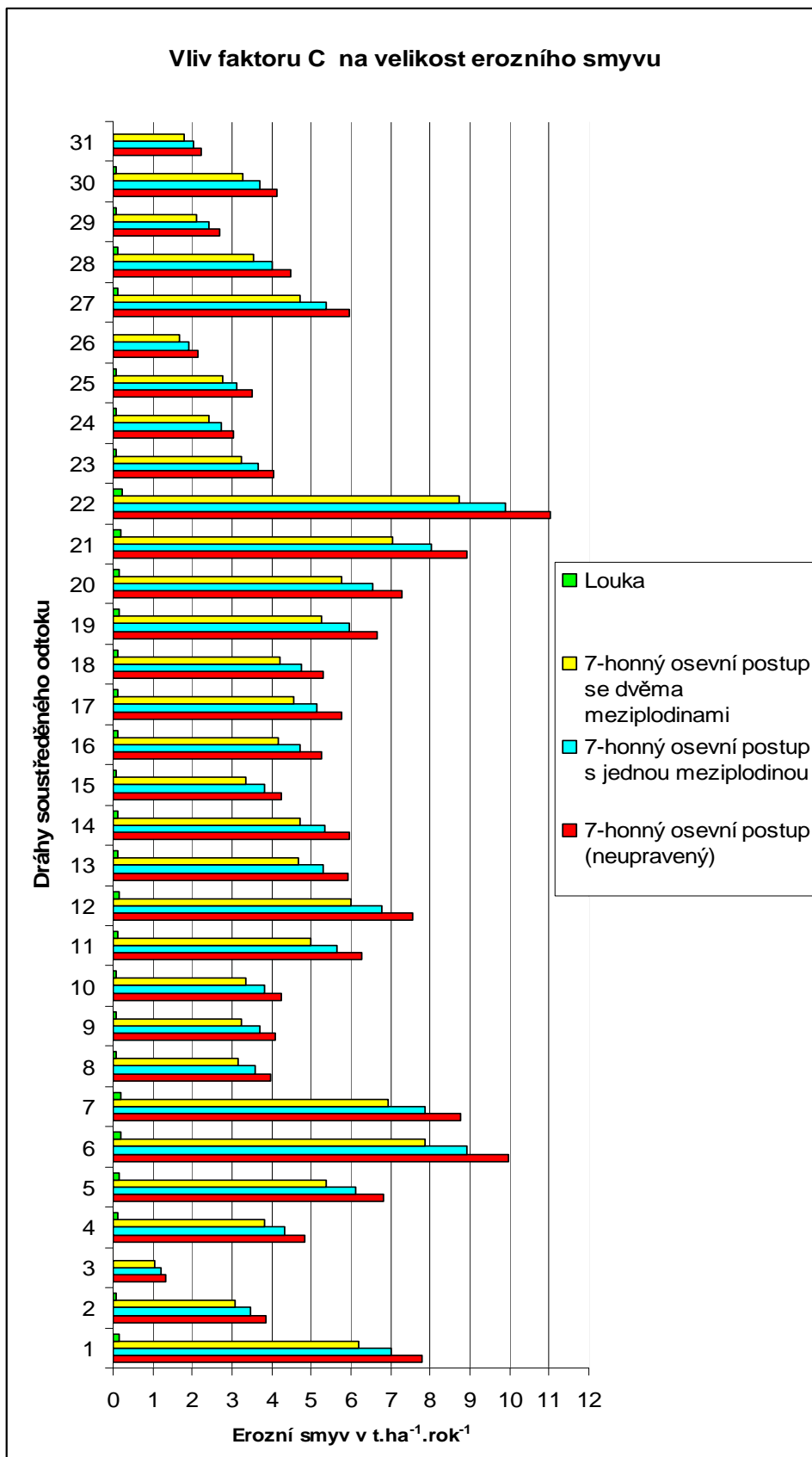
Zdroj: JANEČEK ET AL., 1992

### Hodnoty faktoru protierozních opatření - P

Protierozní opatření	Sklon svahu (%)			
	2 - 7	7 - 12	12 - 18	18 - 24
Maximální délka pozemku po spádnici při konturovém obdělávání	120 m	60 m	40 m	-
	0,6	0,7	0,9	1,0
Maximální šířka a počet pásů při pásovém střídání	40 m	30 m	20 m	20 m
	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
	- okopanin s víceletými píceňinami - okopanin s ozimými obilovinami	0,30 0,50	0,35 0,60	0,40 0,75
Hrázkování, resp. přerušované brázdování podél vrstevnic	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování	0,05 - 0,20			

Zdroj: JANEČEK ET AL., 1992

Porovnání změny faktoru C na velikost erozního smyvu



**Fotografie chodníčkové eroze**



V chodníčkové erozi dochází k soustředění vody a vytváří se tak základ erozní rýhy.



Stejná erozní rýha po jarním tání 2006

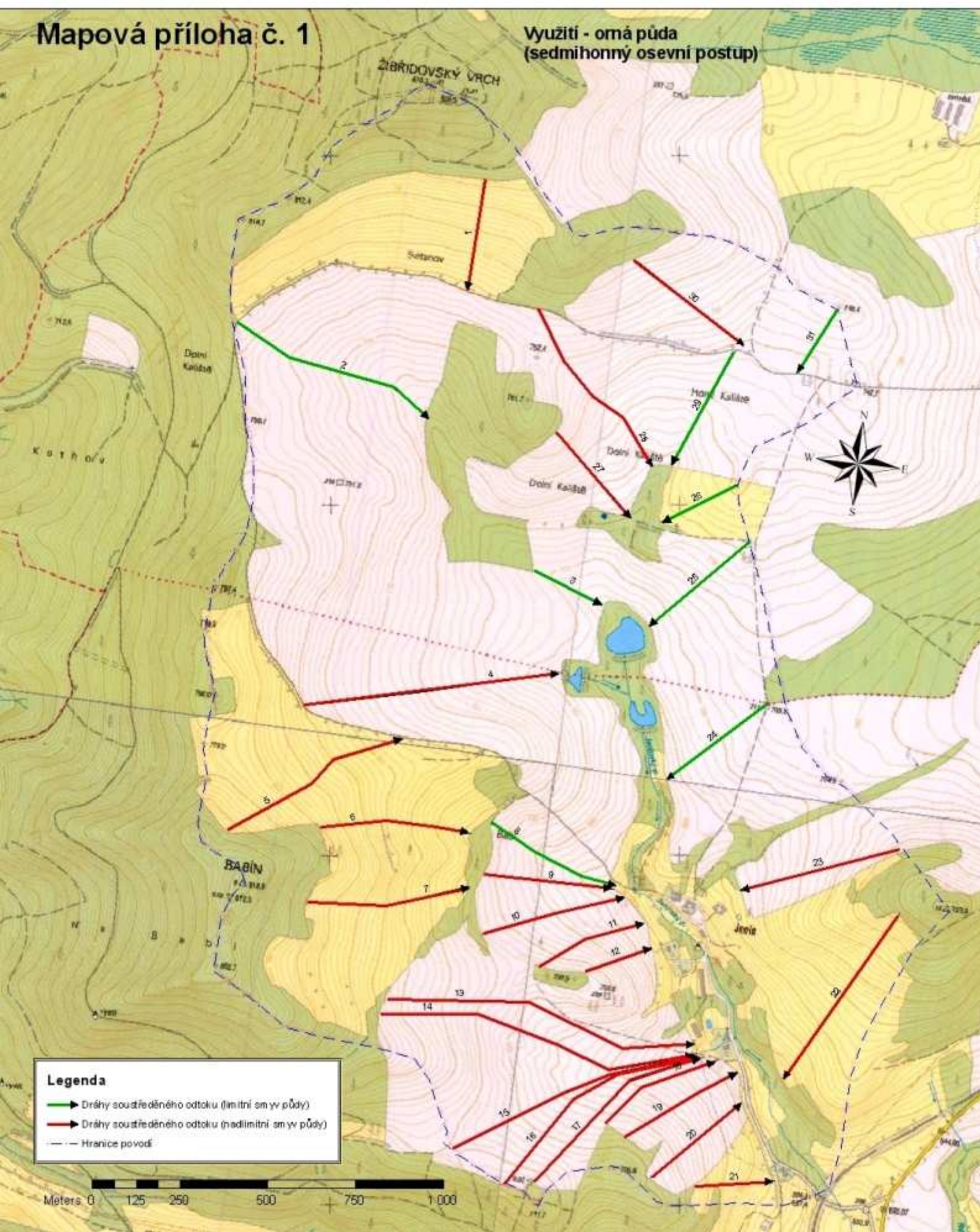
MAPOVÉ

PŘÍLOHY



# Mapová příloha č. 1

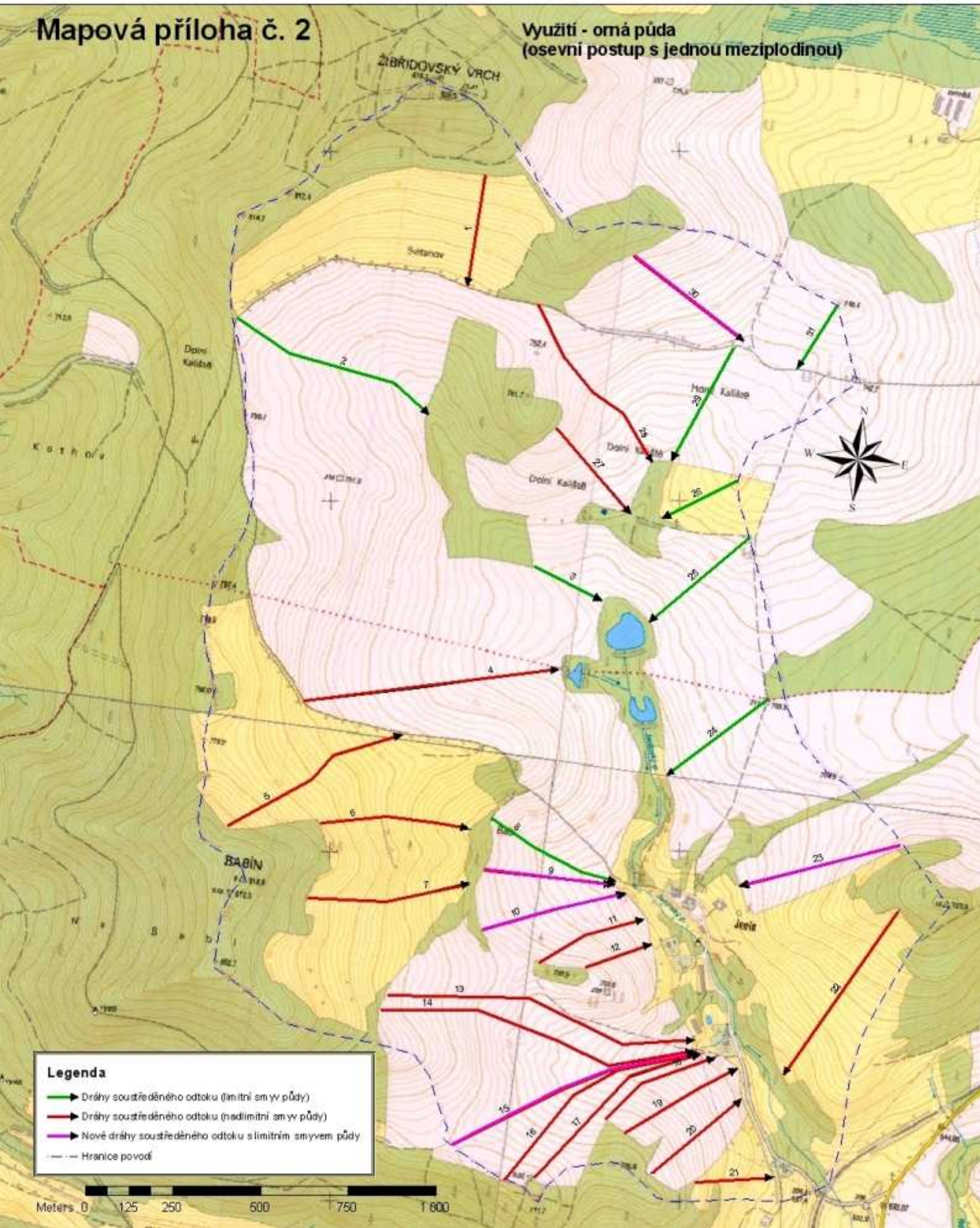
## Využití - omá půda (sedmihonny osevni postup)





# Mapová příloha č. 2

## Využití - orná půda (osevní postup s jednou meziplodinou)



### Legenda

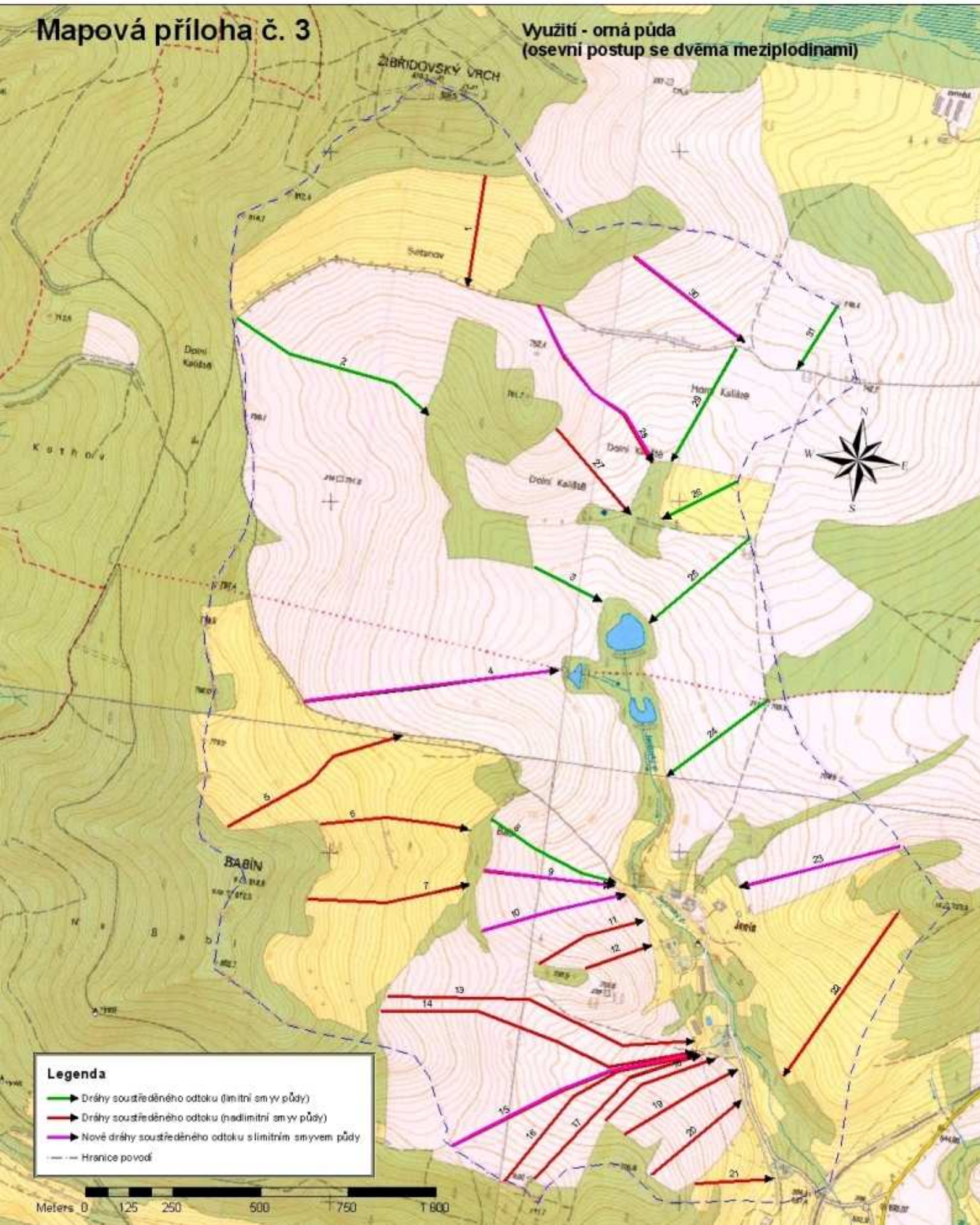
- Dráhy soustředěného odtoku (limitní smyv půdy)
- Dráhy soustředěného odtoku (nadlimitní smyv půdy)
- Nové dráhy soustředěného odtoku s limitním smyvem půdy
- - - Hranice povodí

Meters 0 125 250 500 750 1000



# Mapová příloha č. 3

## Využití - orná půda (osevní postup se dvěma meziplodinami)





# Mapová příloha č. 4

## Využití - trvalý travní porost

