

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO INŽINIERSTVA

1128303

TECHNICKÉ PROTIERÓZNÉ OPATRENIA
V PROJEKTOCH POZEMKOVÝCH ÚPRAV

2010

Tímea ÁLLOOVÁ

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

Rektor: Dr.h.c. prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO INŽINIERSTVA

Dekan: doc. Ing. Karol Kalúz, CSc.

TECHNICKÉ PROTIERÓZNÉ OPATRENIA V PROJEKTOCH POZEMKOVÝCH ÚPRAV

BAKALÁRSKA PRÁCA

| | |
|----------------------|---|
| Študijný program: | Pozemkové úpravy a GIS |
| Študijný odbor: | 6. 1. 11 Krajinárstvo |
| Školiace pracovisko: | Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav |
| Vedúci katedry: | Lucia Tátošová, Ing., PhD. |
| Školiteľ: | Ľubomír Konc, Ing. |

Nitra 2010

Tímea Álloová

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Tímea Álloová čestne vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Terénne úpravy pri projektoch technických protierózných opatreniach v projektoch pozemkových úprav“ vypracovala samostatne, a že som uviedla všetku použitú literatúru súvisiacu so zameraním záverečnej práce.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 22.5.2010

.....

Tímea Álloová

Pod'akovanie

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie Ing. Lubomírovi Koncovi za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá vodnou eróziou pôdy a jej vhodnými technickými protieróznymi opatreniami. Obsahom práce je zadefinovanie rôznych foriem erózií s poukazovaním na spôsoby ochrany voči nim. Vo vlastnej práci sú rozobraté technické protierózne opatrenia, ich ciele a návrhy k ich realizácii.

Cieľom bakalárskej práce je poukázať na technické protierózne opatrenia ako vhodné spôsoby ochrany pôdy pred vodnou eróziou.

Kľúčové slová: erózia pôdy, protierózna ochrana, vodná erózia.

Abstract

This thesis deals with water erosion and with appropriate technical anti-erosion measures. The work content is to define the various forms of soil erosion to show the ways of erosion control protection. Actually the work discusses the technical erosion measures and their objectives as well as proposals for their implementation to the praxis. The work shows all types of technical anti-erosion measures as possible ways to soil protection from water erosion.

Key words: soil erosion, erosion control protection, water erosion.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| Zoznam ilustrácií | 7 |
| Zoznam tabuliek | 8 |
| Zoznam skratiek a značiek | 9 |
| Úvod | 10 |
| 1 Súčasný stav riešenej problematiky | 11 |
| 1.1 Erózia pôdy | 11 |
| 1.1.1 Vodná erózia | 12 |
| 1.2 Protierózna opatrenia | 13 |
| 1.2.1 Organizačné protierózne opatrenia | 15 |
| 1.2.2 Agrotechnické protierózne opatrenia | 16 |
| 1.2.3 Biologické protierózne opatrenia | 16 |
| 1.2.4 Technické protierózne opatrenia | 17 |
| 2 Cieľ práce | 18 |
| 3 Metodika práce | 19 |
| 3.1 Prieskum územia a analýza súčasného stavu | 19 |
| 3.1.1 Prieskum ohrozenosti pôdy eróziou – vodná erózia | 20 |
| 3.1.1.1 Orientačné (prvotné) posúdenie na základe BPEJ | 20 |
| 3.1.1.2 Podrobné posúdenie ohrozenosti územia vodnou eróziou na základe univerzálnej rovnice | 21 |
| 3.1.2 Prírodné pomery | 22 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4 | Vlastná práca | 24 |
| 4.1 | Technické protierózne opatrenia | 24 |
| 4.1.1 | Terasovanie | 25 |
| 4.1.1.1 | Rozdelenie terás | 26 |
| 4.1.1.2 | Návrh zemných terás | 28 |
| 4.1.2 | Protierózne priekopy | 28 |
| 4.1.3 | Protierózne prielohy | 31 |
| 4.1.4 | Zatrávnenie údolnice | 33 |
| 4.1.5 | Protierózna medza | 34 |
| 4.1.5.1 | Návrh spôsobu realizácie protieróznej medze s aplikáciou zemných prác | 35 |
| 4.1.5.2 | Výhody protieróznych medzí | 36 |
| 4.1.5.3 | Nevýhody protieróznych medzí | 36 |
| 4.1.6 | Opatrenie proti výmoľovej erózii (sanácia strží) | 36 |
| 4.1.7 | Protierózne hrádzky | 38 |
| 5 | Záver | 39 |
| 6 | Zoznam použitej literatúry | 40 |
| 7 | Prílohy | 42 |

Zoznam ilustrácií

| | | |
|--------|--|----|
| Obr. 1 | Príklady terás | 26 |
| Obr. 2 | Schéma usporiadania zemnej terasy | 29 |
| Obr. 3 | Rez protieróznou priekopou | 31 |
| Obr. 4 | Priečny rez záchytným lichobežníkovým prielohom | 33 |
| Obr. 5 | Priečny rez prielohom s trojuholníkovým tvarom priečného profilu | 33 |
| Obr.6 | Parabolický profil zatravnenej údolnice | 35 |
| Obr. 7 | Lichobežníkový profil zatravnenej údolnice | 35 |
| Obr. 8 | Vzorový rez protieróznej medze | 36 |
| Obr. 9 | Vzorový priečny rez ochrannej protieróznej hrádzky | 38 |

Zoznam tabuliek

| | | |
|--------|---|----|
| Tab. 1 | Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskych pôd SR s vodnou eróziou | 13 |
| Tab. 2 | Kategórie eróznej ohrozenosti pôd podľa BPEJ | 22 |
| Tab. 3 | Hodnoty prípustnej straty pôdy stanovené podľa zákona č. 220/2004 Z.Z. a normy STN 75 4501 | 23 |
| Tab. 4 | Morfologické ukazovatele reliéfu, ktoré sa hodnotia v rámci projektu pozemkových úprav | 24 |

Zoznam skratiek a značiek

| | |
|-------|---|
| BPEJ | - bonitovaná pôdno - eklogická jednotka |
| MÚSES | - územný systém ekologickej stability |
| PEO | - protierózne opatrenia |
| PPF | - poľnohospodársky pôdny fond |
| TTP | - trvalé trávne porasty |
| VZFÚ | - všeobecné zásady funkčného zariadenia |

Úvod

Nevhodné využívanie pôdy spôsobuje degradáciu pôdy. Najvýznamnejšou formou fyzikálnej deštrukcie pôd na území Slovenskej republiky je erózia pôdy. Pod eróziou pôdy sa všeobecne rozumie rozrušovanie, premiestňovanie a ukladanie pôdnej hmoty pôsobením exogénnych činiteľov, napr. vodou, vetrom, a pod. Vodná erózia je vyvolaná kinetickou energiou dažďových kvapiek padajúcich na pôdny povrch a mechanickou silou povrchovo stekajúcej vody. Aby sme zabránilo vzniku, resp. znížila intenzita erózie pôdy je nevyhnutné sústrediť pozornosť na protierózne ochranu pôdy.

Táto práca je zameraná na protierózne opatrenia, predovšetkým na technické protierózne opatrenia. Predmetom záverečnej práce je umožniť širokému okruhu verejnosti orientovať sa v problematike príčin a následkov erozívnych vplyvov a poukázať na rôzne spôsoby opatrení zabraňujúcich k ich vznikom.

1 Súčasný stav riešenej problematiky

1.1 Erózia pôdy

Erózia pôdy (z latinského slova erodere, t.j. rozhlodávať) znamená takú činnosť erózných činiteľov (vody, vetra, ľadu, človeka, atď.) ktorej výsledkom je:

- Rozrušovanie vrchnej vrstvy pôdy,
- Premiestňovanie (transport) uvoľnených pôdných častíc,
- Ukladanie (akumulácia) transportných pôdných častíc v iných polohách, najčastejšie vo forme nánosov (Antal, 2005).

Erózia pôdy je najvýznamnejšou formou fyzikálnej deštrukcie pôd na území SR. Ochrana poľnohospodárskej pôdy pred účinkami erózných činiteľov preto predstavuje jednu z najvýznamnejších, ale zároveň aj jednu z najťažších úloh, ktoré musia poľnohospodárski odborníci riešiť (Antal, 2005).

Triedenie erózie môže byť založené na viacerých kritériách. Najpoužívanejší spôsob triedenia je podľa intenzity a podľa činiteľov.

Podľa pôsobenia činiteľov možno erózne procesy rozdeliť do štyroch hlavných skupín:

- Vodná erózia, spôsobovaná vodou v kvapalnom skupenstve,
- Veterná a krynogénna erózia, spôsobená vodou v pevnom skupenstve,
- Biologická erózia, spôsobovaná živočíchmi,
- Antropogénna erózia, spôsobovaná človekom (Fulajtár, 2001).

Antal (1987) rozdelil eróziu podľa intenzity na:

1. Erózia prirodzená (neutrálna)
 - normálna,
 - abnormálna .
2. Erózia pozmenená (antropogénna)
 - zrýchlená,
 - spomalená .

1.1.1 Vodná erózia

Medzi najvýznamnejšie formy fyzikálnej degradácie pôdy na Slovensku patrí vodná erózia pôdy. Na Slovensku je ohrozených 47,3 % poľnohospodárskej pôdy (Muchová, Vanek, 2009).

Tab. 1 Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskych pôd SR s vodnou eróziou

(www.podnemapy.sk)

| Kategórie erodovateľnosti | Výmera v ha | % z PPF |
|---------------------------|------------------|--------------|
| 1 - Žiadna, alebo nízka | 1 274 857 | 52,3 |
| 2 - Stredná | 217 487 | 9,0 |
| 3 - Vysoká | 368704 | 15,1 |
| 4 - Extrémna | 575831 | 23,6 |
| Spolu | 2 436 879 | 100,0 |

Vodnú eróziu spôsobuje hlavne mechanická sila povrchovo tečúcej vody, a to buď len občasných vodných prúdov, ktoré vznikajú po prudších dažďoch, alebo vodou tečúcou trvalo a sústredene v bystrinách, potokoch a riekach.

Hlavným znakom vodnej erózie je, že tečúca voda splachuje, vymieľa a odnáša pôdu premiestňuje ju na iné miesta, kde sa takto erodovaná hmota usadzuje a hromadí. Tento erózný jav vzniká najčastejšie v oblastiach, v ktorých občasné dažde prívalového charakteru vyvolávajú prudké povrchové odtoky, ktoré potom erodujú nechránené polohy. Pri vzniku a počas vodnej erózie sa však uplatňujú rôzne podmienky, ako sú vzdušné zrážky, územný reliéf, druh a typ pôdy, jej vegetačný kryt a iné., ktoré potom rozhodujú o jej druhu, pôsobení a účinkoch (Cablík, Jůva, 1963).

Vzhľadom k účinkom na pôdu môže erózia pôsobiť ako:

- Erózia plošná, pri ktorej dažďový odtok splachuje častice zeminy v tenkej vrstve celého pôdneho povrchu,
- Erózia ryhová, ak stekajúca voda vytvára na postihnutej ploche postupne sa zväčšujúce ryhy a brázdy,
- Erózia výmoľová, ak dažďový odtok vymieľa hlboké brázdy, výmoli a strže,

- Erózia bystrinná a riečna, ak sústredene dažďové odtoky a vodné prúdy vymieľajú v stržiach, úžľabinách a údoliach trvalé vodné koryta (Cablík, Jůva, 1963) .

Podľa Antala (1987) hlavné zásady ochrany pôdy pred vodnou eróziou sú:

- Zvýšenie infiltračnej schopnosti pôdy,
- Zvýšenie retenčnej a akumuláčnej kapacity povrchu pôdy,
- Zvýšenie stabilnosti pôdnych agregátov,
- Zvýšenie nerovnosti (drsnosti) povrchu pôdy,
- Zachytenie a bezpečné odvedenie erózne účinného povrchového odtoku vody.

1.2 Protierózne opatrenia

Protierózna ochrana je chápaná ako súbor opatrení slúžiacich na to, aby v procese hospodárenia na pôde nedochádzalo k jej úbytku a zhoršovaniu jej úrodotvorných vlastností. Optimálna protierózna ochrana smeruje k zachovaniu pôdneho fondu a jeho úrodnosti v plnej miere pri čo možno najintenzívnejšom obhospodáovaní pôdy. V praxi sa však prejavuje tendencia uspokojiť sa s redukovanou protieróznou ochranou, ktorej cieľom je iba čo možno najviac zmieriť degradáciu pôd pri plnom využití ich produkčného materiálu (Fulajtár, Janský, 2001).

Úlohou protieróznej ochrany pôdy vo všeobecnosti je:

- Zabránenie vzniku a škodlivému pôsobeniu erózie,
- Obnovenie, udržanie, alebo aj zvýšenie úrodnosti pôdy.

Zásady protieróznej ochrany môžeme zabezpečiť vhodným výberom a kombináciou protieróznych opatrení (Antal, 1987).

Realizácia protieróznej ochrany by sa mala vždy riadiť odborne spracovaným projektom pozemkových úprav a špeciálnym projektom protieróznej ochrany, ktorý by mal podľa Podhrázskej a Dufkovej (2005) obsahovať:

- hydrologické posúdenie daného povodia,

- posúdenie súčasného usporiadania a využitie pozemkov z hľadiska ohrozenej pôdy pred eróziou, vyjadreného dlhodobým priemerným zmyvom v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ a z hľadiska ohrozenia ďalších záujmov (vodné zdroje, intravilány, atď.),
- variantné riešenie protieróznej ochrany územia (povodie) s odporúčaním optimálnej varianty tak, aby straty pôdy neprekročili tzv. priepustné hodnoty, resp. ďalšie požadované limity (koncentrácia nerozpustných látok v tokoch).

Podľa Cablíka a Jůvu (1963) spôsoby a prostriedky protieróznej ochrany môžeme rozdeliť do piatich skupín:

- Poľnohospodársko technická úprava pôdy,
- Ochrana pôdy rastlinným krytom,
- Úprava plošného zrážkového odtoku,
- Zaistenie výmoľov, strží a zosuvov,
- Hradenie bystrín.

Podľa STN 75 4501 (Hydromeliorácie. Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy. Základné ustanovenia) opatrenia proti vodnej erózii na poľnohospodárskej pôde rozdeľujeme:

- Organizačné protierózne opatrenia,
- Agrotechnické protierózne opatrenia,
- Biologické protierózne opatrenia,
- Technické protierózne opatrenia.

Protierózna ochrana pôdy je komplex organizačných, agrotechnických, biologických a technických opatrení, ktorých hlavným cieľom je (Antal, 2005):

- Zabrániť vzniku škodlivej erózii na ohrozenej pôde,
- Znížiť intenzitu erózie aby neboli prekročené limity straty pôdy,
- Trvalo udržať existujúcu úrodnosť ohrozenej pôdy,
- Zabrániť degradácii ohrozenej pôdy, alebo ju aspoň znížiť,

- Zabezpečiť ochranu nižšie ležiacich zdrojov povrchových a podzemných vôd pred negatívnymi účinkami erodovaného materiálu.

1.2.1 Organizačné protierózne opatrenia

Základným predpokladom úspešného riešenia protieróznej ochrany pôdy je správna organizácia územia, resp. jeho využívania. Z hľadiska protieróznej ochrany je pri organizácii územia riešiť najmä:

- Delimitáciu pôdneho fondu – rozdelenie celkovej plochy záujmového územia na tzv. delimitačné kategórie, a to na základe delimitačných kritérií a s prihliadnutím na celospoločenské záujmy.
- Protierózne rozmiestnenie kultúr a plodín – polohové umiestnenie kultúr v záujmovom území je funkciou najmä reliéfu územia, hydrologických charakteristík a protieróznej účinnosti jednotlivých kultúr. Z hľadiska účinku vody, ako erózneho činiteľa, rozlišujeme 3 výrazné oblasti územného reliéfu : rozvodie, svah a údolie (Antal, 2005).
- Tvar, veľkosť a rozmiestnenie poľnohospodárskych pozemkov – vhodná veľkosť pôdnych celkov je závislá na mnohých faktoroch a v mnohých prípadoch sa prihliada na kompromisné riešenia. Odporúča sa pôdne celky umiestňovať najdlhšou stranou rovnobežne s vrstevnicami, šírka pozemku v smere sklonu terénu musí byť menšia alebo rovná prípustnej dĺžke neprerušeného odtoku vody po svahu.
- Protieróznu organizáciu pasenia – pravidelne spásané pozemky sa vyznačujú nízkou a hustou mačinou plazivých a pri zemi rastúcich druhov. O čo nižšie sú rastliny na povrchu, o to spletitejšiu sieť koreňov vytvárajú pod zemou, čím pôdu spevňujú, chránia ju pred eróziou a zároveň účinne zadržujú vodu (Muchová, Vanek, 2009).
- Komunikačnú sieť – vhodne založená a riešená komunikačná sieť poľných ciest môže účinne plniť aj úlohy protieróznej ochrany pôdy, pretože ju, spolu s prirodzenými a umelými vodnými tokmi, dôležitým regulátorom povrchového odtoku (Antal, 2005).

1.2.2 Agrotechnické protierózne opatrenia

Agrotechnické protierózne opatrenia majú za cieľ najmä zvýšiť infiltračnú schopnosť pôdy, znížiť erodovateľnosť pôdy a chrániť povrch pôdy pred pôsobením kinetickej energie dažďových kvapiek a povrchovo odtekajúcej vody. Agrotechnické opatrenia sú založené na minimalizovaní časového obdobia, kedy je pôda bez vegetačného krytu (Muchová, Vanek, 2009).

Spôsob realizácie protieróznych opatrení podľa Antala (2005):

1. Na ornej pôde:

- vrstevnicová agrotechnika,
- pôdoochranná agrotechnika mulčovanie,
- protierózne oševné postupy.

2. Na TTP:

- protierózna obnova porastu.

3. Pri špeciálnych plodinách:

- protierózny smer výsadby,
- zatrávenie medziriadkov,
- krátkodobé porasty medziriadkoch,
- jamkovanie povrchu pôdy,
- mulčovanie,
- herbicídny úhor.

1.2.3 Biologické protierózne opatrenia

Biologické protierózne opatrenia využívajú protierózny účinok vegetačného krytu pôdy. Vegetačný kryt pôdy chráni pôdu pred pôsobením kinetickej energie vody a vetra, zvyšuje infiltračnú schopnosť pôdy, zvyšuje stabilitu pôdných agregátov, zvyšuje retenčnú a akumuláciu kapacitu povrchu pôdy, zvyšuje drsnosť povrchu pôdy a je schopný, najmä na zrnistne ľahších pôdach, i zachytiť a bezpečne odvieť časť zrážkovej vody (Antal, 2005).

Podľa Holého (1978) medzi najdôležitejšie biologické opatrenia patria:

- protierózne oševné postupy,
- pásové pestovanie plodín,
- ochranné zatrávňovanie,
- ochranné lesné pásy,
- plošné zalesňovanie.

1.2.4 Technické protierózne opatrenia

Technické opatrenia majú stavebný charakter a navrhujú sa hlavne na úpravu sklonu územia, na zachytenie a bezpečné odvedenie povrchového odtoku a zmytého pôdneho materiálu (Ilavská, Jambor, Lazúr 2005).

Technické protierózne opatrenia sa navrhujú len vtedy, keď opatrenia organizačného, agrotechnického a biologického charakteru nedokážu splniť ciele protieróznej ochrany poľnohospodárskej pôdy (Antal, 1995).

Muchová a Vanek (2009) rozdelili technické protierózne opatrenia na:

- terasovanie,
- protierózne priekopy,
- protierózne prielohy,
- protierózne medze,
- protierózne hrádzky,
- opatrenie proti výmolľovej erózii (sanácia strží),
- zatrávnenie údolnice.

2 Ciel' práce

Bakalárska práca s názvom „Technické protierózne opatrenia v projektoch pozemkových úprav“ rieši problematiku protieróznej ochrany pôdy ako súboru opatrení slúžiacich k zachovaniu pôdneho fondu a jeho úrodnosti v plnej miere pri čo možno najintenzívnejšom obhospodarovaní pôdy.

Cieľom bakalárskej práce je poukázať na technické protierózne opatrenia ako jedných z opatrení proti účinkom vodnej erózií na poľnohospodárskej pôde. V celom komplexe opatrení organizačného, agrotechnického a biologického charakteru tvoria opatrenia technického charakteru nezastupiteľnú súčasť, pri ochrane pôdy pred účinkami erózie.

3 Metodika práce

3.1 Prieskum územia a analýza súčasného stavu

Účelom prieskumu je popis existujúceho stavu vybudovaných verejných a spoločných zariadení a opatrení a získanie ďalších potrebných údajov a podkladov pre riešenie pozemkových úprav. Podrobný prieskum sa zameriava na tie skutočnosti, ktoré sú nevyhnutné pre vypracovanie návrhu PÚ (Látečka, Muchová, 2005).

Všeobecne, v prípade dĺžky svahu viac ako 300 m Muchová a Vanek (2009) odporúčajú:

- Nad hranicou zastavaného územia obce vybudovanej poľnej cesty s prielohom (resp. s priekopu, v prípade nedostatky výmery) s miernym odklonom od vrstevníc kolmo na smer povrchového odtoku optimálne s krajnotvorným prvkom na jeho hornej strane,
- Realizáciu záchytného prielohu doplneného vsakovacím pásom a výsadbou vegetácie na jeho hornej strane (výsadba vegetácie má úlohu aj ochrannú, pred prípadným rozorávaním PEO prvku),
- Aplikáciu protieróznej medze s prielohom pod medzou a s doplnením sprievodnej vegetácie,
- Zatrávenie dráhy sústredeného povrchového odtoku v šírke min. 15 m, v kombinácii s výsadbou je možné tento prvok začleniť do systému MÚSES na účely PÚ,
- Ako doplnkové opatrenia vylúčenie pestovanie erózne nebezpečných plodín a aplikáciu protieróznej agrotechniky,
- Vyústenie prvkov protieróznej ochrany je vhodné realizovať do vodných tokov, v nevyhnutných prípadoch do kanalizácie. V prípade možností

je vhodné k akumulácii, retencii, infiltrácii povrchového odtoku a k usadzovaniu splavenín navrhnúť protieróznu nádrž.

Na základe prieskumných prác sa vytipujú problémové lokality v obvode projektu. Stručne sa uvedie:

- Posúdenie eróznej ohrozenosti územia vodnou a veternou eróziou,
- Identifikujeme lokality, ktoré je potrebné riešiť z hľadiska protieróznej ochrany,
- Stanovíme dimenzačné prietoky pre ďalej popisované zariadenia a opatrenia protierózneho charakteru,
- Vytypujeme prípadné strety záujmov, kolízne body a pod.,
- Popíšeme všeobecné pravidlá pri návrhoch opatrení v rámci PEO (Muchová, Vanek, 2009).

3.1.1 Prieskum ohrozenosti pôdy eróziou – vodná erózia

Metódy posúdenia ohrozenosti územia vodnou eróziou sú:

1. Orientačné (prvotné) posúdenie na základe BPEJ
2. Podrobné posúdenie ohrozenosti územia vodnou eróziou na základe univerzálnej rovnice (Muchová, Vanek, 2009).

3.1.1.1 Orientačné (prvotné) posúdenie na základe BPEJ

Najrýchlejšie posúdenie výskytu fyzikálnej degradácie pôd v riešenom území je využitie účelových interpretácií výsledkov bonitácie pôd. Metodická príručka protierózneho obrábania pôdy kategorizuje pôdy podľa 7 – miestneho kódu do štyroch skupín.

Tab. 2 Kategórie eróznej ohrozenosti pôd podľa BPEJ (Jambor, Ilavská, 1998)

| Kategória erózie | Sklon územia | 5. miesto kódu BPEJ | Charakter erózie | Intenzita [t.ha ⁻¹] |
|------------------|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 0 – 3° | 0,1 | Bez ohrozenia až slabo ohrozené | 0 – 4 |
| 2 | 3 – 7° | 2,3 | Stredná erózia | 4 – 10 |
| 3 | 7 – 12° | 4,5 | Silná erózia | 10 – 30 |
| 4 | Nad 12° | 6,7,8,9 | Extrémna erózia | Nad 30 |

Vyhodnotením eróznej ohrozenosti získame prvotnú informáciu o vyskytujúcich sa kategóriách ohrozenosti v obvode (Jambor, Ilavská, 1998).

3.1.1.2 Podrobné posúdenie ohrozenosti územia vodnou eróziou na základe univerzálnej rovnice

Pre výpočet priemernej dlhodobej straty pôdy z pozemkov sa najčastejšie využíva univerzálna rovnica Wischmeier – Smitha (1978), ktorá najdokonalejšie vyjadruje kvantitatívny účinok hlavných faktorov, ktoré ovplyvňujú vodnú eróziu spôsobenú prívalovými dažďami. Rovnica má tvar:

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

kde:

- S_p – priemerná ročná strata pôdy [t.ha⁻¹.rok⁻¹],
- R – faktor eróznej účinnosti prívalového dažďa [MJ.ha⁻¹.rok⁻¹],
- K – faktor náchylnosti pôdy na eróziu [t.MJ⁻¹],
- L – faktor dĺžky svahu,
- S – faktor sklonu svahu,
- C – faktor ochranného vplyvu vegetácie,
- P – faktor vplyvu protieróznych opatrení (Alena, 1986).

Rovnicu nie je možné použiť na stanovenie straty pôdy pre obdobia kratšie ako 1 rok, ani pre zistenie straty pôdy eróziou spôsobenou jednotlivými dažďami alebo odtokom z roztápajúceho sa snehu (Ilavská, Jambor, Lazúr, 2005).

Tab. 3 Hodnoty prípustnej straty pôdy stanovené podľa zákona č. 220/2004 Z.z. a normy STN 75 4501

| Hĺbka pôdy | prípustná strata pôdy STN 75 4501 [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹] | prípustná strata pôdy zákon č. 220/2004 Z.z. [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹] |
|-------------------------------|--|---|
| plytká (do 30 cm) | 1 | 4 |
| stredne hlboká (30 – 60 cm) | 4 | 10 |
| hlboká (60 – 90 cm) | 10 | 30 |
| veľmi hlboké pôdy (nad 90 cm) | – | 40 |

3.1.2 Prírodné pomery

A. Klimatické pomery

Klimatické pomery sú určované zemepisnou polohou a nadmorskou výškou. Pri charakteristikách sa hodnotia priemerné a zároveň minimálne a maximálne hodnoty a ich časový výskyt.

Hodnotia sa predovšetkým tieto údaje:

- Zrážkové pomery,
- Teplotné pomery,
- Smer a sila vetra,
- Vlhkostné pomery,
- Fenologické pomery (Látečka, Muchová, 2005).

B. Hydrologické pomery

Hodnotenie hydrologických pomerov sa realizuje v povodí, resp. čiastkových povodiach, t.j. bez obmedzenia hranicami katastrálneho územia (Látečka, Muchová, 2005).

C. Geologicko – litologické pomery

Geologické pomery ovplyvňujú priepustnosť hornín a charakteristiky pôd. Hodnotí sa povaha geologického podkladu, zvetraliny, pokryvové útvary, organogénne zlučeniny a pod. Pre hodnotenie geologických pomerov sa využívajú geologické mapy (Látečka, Muchová, 2005).

D. Morfológické pomery

Pri spracovaní informácií o reliéfe je potrebné na riešenom území vyčleniť jednotlivé segmenty reliéfu (Látečka, Muchová, 2005).

Tab. 4 Morfológické ukazovatele reliéfu, ktoré sa hodnotia v rámci projektu pozemkových úprav (Látečka, Muchová, 2005)

| | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--|
| Morfometrické ukazovatele reliéfu | klasifikované sklony reliéfu | | Homogénne priestorové areály reliéfu |
| | krivosť reliéfu | normálová | |
| | | horizontálna | |
| | tvary reliéfu | | |
| | klasifikovaná dĺžka spádovej krivky | | |
| | topografická poloha | | |
| mikropovodia | | | |
| Tendencia pohybu vody a pôdy po svahu | krivosť reliéfu | normálová | Homogénne priestorové areály pohybu vody a pôdy po svahu |
| | | horizontálna | |
| | topografická poloha | | |

E. Pedologické pomery

Dôležitým podkladom k vyhodnoteniu pedologických pomerov sú údaje aktualizácie BPEJ. Hodnotí sa pôdotvorný substrát, genetický predstaviteľia, pôdne druhy, štruktúra, hĺbka pôdy, skeletovitosť, obsah humusu. Pôdne pomery majú rozhodujúci význam pre intenzitu a veľkosť infiltrácie vody v pôdnom profile (Látečka, Muchová, 2005).

4 Vlastná práca

4.1 Technické protierózne opatrenia

Podstata technických opatrení spočíva v tom, že protierózna ochrana zabezpečuje úpravami terénu technickými prostriedkami. Tieto úpravy majú za cieľ:

- Znížiť sklon, čím sa zlepšia podmienky pre vsakovanie a spomalí sa povrchový odtok,
- Skrátiť dĺžku svahu, čo obmedzí sústred'ovanie odtoku a zvyšovanie jeho rýchlosti,
- Zadržať povrchovo odtekajúcu vodu do rôznych umelo vytvorených prehlbín a umožniť jej vsakovanie,
- Odvieŕť povrchovo odtekajúcu vodu do riečnej siete (Fulajtár, Janský, 2001).

Technické opatrenia sú prvky protieróznej ochrany, ktoré majú trvalý charakter v krajine. Sú trvalou prekážkou, pričom sú schopné obmedziť povrchový odtok. Sú navrhované tak, aby svojou lokalizáciou usmerňovali obhospodarovanie pôdnych celkov, resp. aj nových pozemkov a tým aj ovplyvňovali spôsob hospodárenia poľnohospodárskych objektov. Ak sú navrhované v kombinácii so sprievodnou vegetáciou (už ich označujeme ako biotechnické opatrenia) majú aj funkcie ekologické, krajnotvorné a estetické. Systém protieróznych zariadení a opatrení biotechnického charakteru (pri dodržaní priestorových kritérií) môže byť aj súčasťou miestneho územného systému ekologickej stability (biokoridor, biocentrum, predovšetkým však interakčný prvok s protieróznou funkciou) (Muchová, Vanek, 2009).

Technické zariadenia a opatrenia, ktoré tvoria sieť povrchového odvodnenia územia sa vodohospodársky dimenzujú. Postup vypracovania návrhu ochrany poľnohospodárskej pôdy pred vodnou eróziou je takýto:

- Posúdenie eróznej ohrozenosti chráneného územia,
- Alternatívne návrhy protieróznej ochrany územia,
- Výber najvhodnejšieho návrhu na realizáciu (Muchová, Vanek, 2009).

4.1.1 Terasovanie

Jednou z možností, ako pred eróziou chrániť pozemky s extrémnym sklonom vyšším ako 20% na hlbokých až veľmi hlbokých pôdach, je terasovanie. Terasovanie umožňuje využívať pozemky, ktoré nemožno kvôli veľkému sklonu a členitosti súčasnými formami poľnohospodárskej výroby efektívne využívať (Janeček, 2002).

Terasovanie patrí medzi stavebno-technické protierózne opatrenia. Stavebno-technické opatrenia sú súčasťou komplexných pozemkových úprav. Preto úlohou projektanta pozemkových úprav je obdobne ako pri vodohospodárskych opatreniach navrhnuť ich lokalizáciu, ktoré delia pôdny fond (Muchová, Vanek, 2009).

Terasy sú vždy značným zásahom do geológie, geomorfológie, pedológie aj biológie krajiny a môžu narušiť prirodzené ekologické mechanizmy, ktorých rozsah možno aj dnes ťažko predpokladať. Z tohto dôvodu je nutné terasy považovať za krajné riešenie protieróznej ochrany, ktorú možno zaistiť organizačnými, agrotechnickými alebo hydrotechnickými opatreniami, pre špeciálne kultúry (sady, vinice).

Terasy je možné realizovať iba v najnutnejšom rozsahu a je treba dbať na čo najväčšie zachovanie a rešpektovanie aspoň časti prirodzeného terénu. Predovšetkým je potrebné maximálne rešpektovať časť medzí so zachovalými kríkovými a bylinnými spoločenstvami a solitérnymi drevinami (Janeček, 2002).



Obr.1 Príklady terás (Foto:konc, 2009)

4.1.1.1 Rozdelenie terás

Muchová a Vanek (2009) určili rozdelenie terás podľa využitia na:

- Terasy stupňové – sú zemné terasy, ktoré majú terasovitý stupeň stabilizovaný vegetačným spevnením svahov,
- Terasy stupňové s opornými stenami – sú terasy, ktoré majú terasovitý stupeň stabilizovaný opornou stenou z rôznych materiálov (napr. kameň, betón, železobetón a pod.),
- Úzke terasy – sú terasy, na ktorých je výsadba 1 až 2 radov vinohradu, ovocných stromov, krov atď.,
- Široké terasy – sú terasy, na ktorých je výsadba 3 a viacerých radov. Najmenšia šírka terasovej plošiny je 8 m, pri vzdialenosti radov 2 m a šírka 12 m pri vzdialenosti radov 3 m. Podtriedou širokých terás sú terasové dielce. Sú to terasy, ktoré spravidla nemajú rovnakú šírku a dĺžku.

Podľa Antala (1987) rozoznávame 3 druhy terasovania:

- A. Prielohové terasovanie – podstata prielohových terás spočíva v založení plytkých priekop – prielohov, ktoré sú plytké, široké, s plochými svahmi. Prielohy sú založené rovnobežne s vrstevnicami v určitých vzdialenostiach od seba, pretože sú plytké a ploché, sú prechodné pre poľnohospodárske stroje. Prielohové terasy sa uplatnia hlavne na ornej pôdy, kde miernejšie sklony umožňujú bežné obhospodarovanie na celej ploche spolu s prielohmi a hrádzkami, Využitie prielohových terás dovoľuje upustiť pri poľnej rastlinnej výrobe od pásového pestovania plodín až do sklonu 10 %.
- B. Hrádzkové terasovanie – zrážkový odtok pri hrádzkovom terasovaní je zachytávaný nízkymi hrádzkami, vedenými buď vodorovne alebo v miernom sklone, naprieč svahu. Hrádzkami sa má zadržať všetka voda stekajúca po svahu. Hrádzkové terasovanie sa odporúča pre sklony svahov maximálne 15 – 30 %.

- C. Stupňovité terasovanie – pri stupňovitom terasovaní sa prudšie svahy odstupňujú na mierne sklonité až vodorovné terasy. Stupňovité terasovanie zaisťuje plnú protieróznú ochranu, pri čo najväčšom využití zrážkovej vody na svahoch. Vytvára agrotechnicky zlepšené prostredie pre pestované plodiny a vhodné podmienky pre mechanizovateľnosť prác na svahoch. Hĺbka pôdneho profilu na pôdach navrhovaných na terasovanie, má byť minimálne 0,8 – 1,2 m. Terasovaním sa zväčšuje povrch pozemkov úmerne sa zvyšovaním sklonov svahov. Úmerne s tým rastie neproduktívny povrchový výpar z pôdy a odparovanie vody rastlinami, čím sa stáva na terasovaných svahoch najdôležitejšou otázkou hospodárenia s vodou. Výstavba stupňových terás sa uskutočňuje hlavne pre sady a vinohrady.

Terasy sa skladajú z terasovej plošiny a terasového svahu. Terasová plošina je produkčná plocha terasy, obmedzená svojou šírkou a dĺžkou. Šírka terasovej plošiny je vzdialenosť medzi najbližšími hranami svahu, meraná v smere kolmo k pozdĺžnej osi terasy. Dĺžka terasovej plošiny je rozmer v smere radov výsadby, meraný v ose terasovej plošiny a obmedzený priečne začiatkom a koncom terasovej plošiny. Prevýšenie terasovej plošiny je rozdiel výškovej kóty bodu vonkajšej (násypové, vrcholové) hrany a vnútornej hrany terasovej plošiny (viď. obrázok č.2).

Priečny sklon terasovej plošiny je sklon v kolmom smere na jej pozdĺžnu os, spravidla tiež kolmo na smer radov výsadby alebo smer orby (Janeček, 2002).

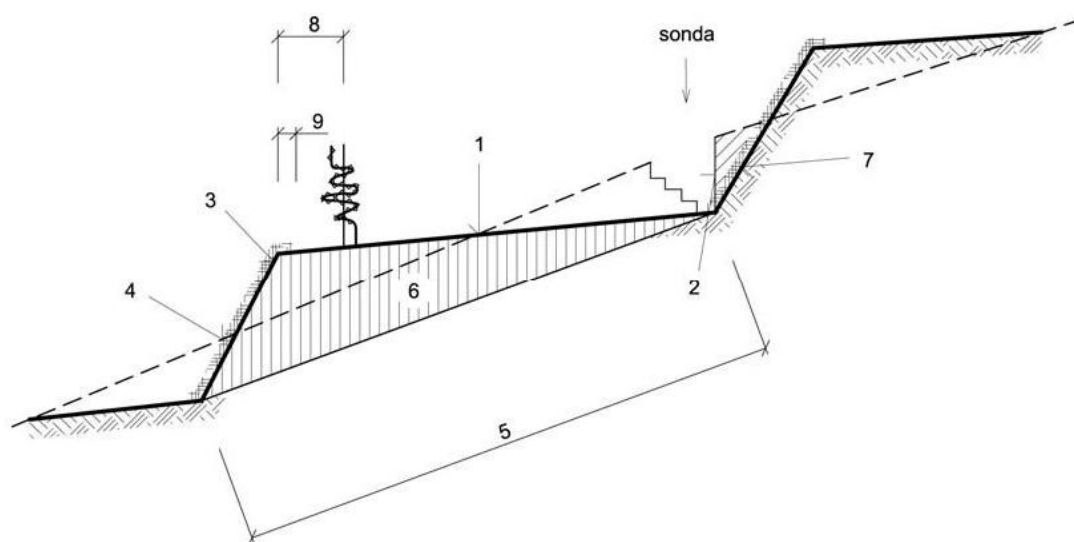
Podľa Janečka (2002) priečny sklon je závislý na:

- Šírke plošiny,
- Pôdnych a geologických podmienkach,
- Eróznom zmyve,
- Požiadavke poľnohospodárskeho využitia,
- Používanej mechanizácie,
- Ekonomike zemných prác,
- Povrchovom odtoku,
- Technológií výstavby,
- Spôsobe prípadnej závlahy.

4.1.1.2 Návrh zemných terás

Zemné terasy je potrebné navrhovať iba v nevyhnutných prípadoch, kedy už nie je možné použiť iné protierózne opatrenia.

Zemné terasy je najvhodnejšie situovať už od rozvodnice, aby nehrozilo nebezpečenstvo prítoku cudzej vody na terasy. Terasy sú doplnené objektmi, ktoré súčasťou telesa terasy a ďalej doplnené objekty, ktoré ich dopĺňajú. Jedná sa o bermy, obratiská, protišmykové zárezy, drenážne odvodnenie, priekopy, cesty, zjazdy, sprievodná vegetácia a pod. Zeleň na terasách sa navrhuje na svah terás, resp. na iné neprodukčne využívané miesta (Muchová, Vanek, 2009).



Obr. 2 Schéma usporiadania zemnej terasy (Muchová, Vanek, 2009)
(1 – terasová plošina, 2 – päta terasy, 3 - hrana terasy, 4 – svah terasy, 5 – rozchod terás, 6 – telo terasy, 7 – narušený pôdny profil, 8 – okraj terasy, 9 – okrajový pás)

4.1.2 Protierózne priekopy

Slúžia k zachyteniu povrchovej vody na pozemok, vo vnútri pozemku a k neškodnému odvedeniu prebytočnej vody zo záujmového územia. Musia byť vždy napojené na stálu hydrologickú sieť v povodí (Ilavská, Jambor, Lazúr, 2005).

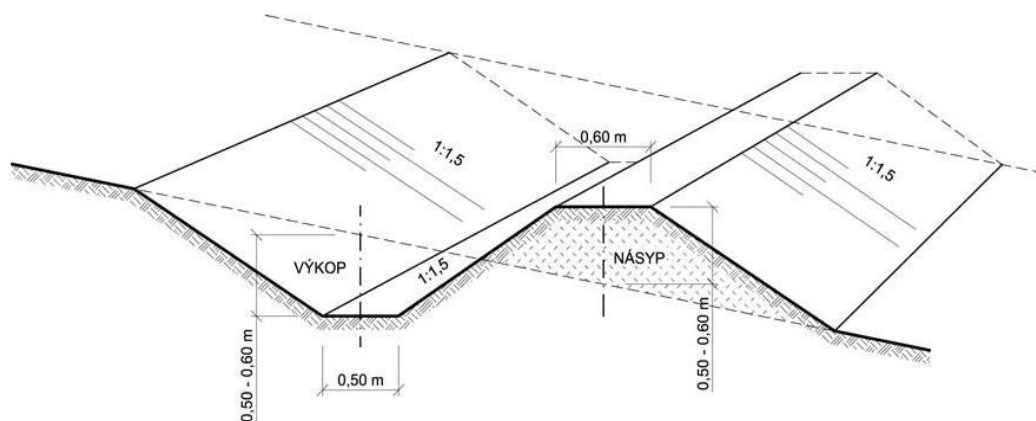
Podľa Muchovej a Vaneka (2009) protierózny účinok priekop spočíva v tom, že povrchovú vodu z chráneného územia:

- a) Zachytia a bezpečne odvedú mimo záujmového územia,
- b) Zachytia a pretransformujú na vodu podpovrchovú,
- c) Časť vody zachytia a pretransformujú na vodu podpovrchovú a zvyšnú časť vody bezpečne odvedú mimo záujmového územia.

Podľa Látečku a Muchovej (2005) priekopy podľa funkcie rozlišujeme:

1. záchytné priekopy - Zachytávajú a odvádzajú vonkajšie (cudzie) vody vnikajúce do záujmového územia. Navrhujú sa spravidla nad hornou hranicou riešeného územia. Priečny profil záchytných priekop má obyčajne tvar lichobežníka s minimálnou šírkou dna 0,5 m so sklonom bočných svahov 1:1,25 až 1:3 a s osovou hĺbkou 0,5 – 0,7 m. Priekopy sledujú smer vrstevníc s pozdĺžnym sklonom nivelety dna od 0 do 3%.
2. zberné priekopy – zachytávajú, odvádzajú , prípadne akumulujú vnútorné vody príslušnej produkčnej plochy. Navrhujú sa vo vnútri hraníc riešeného územia v rozstupoch rovných alebo menších ako je hodnota prípustnej dĺžky svahu. Priečny profil zberných priekop má obyčajne tvar lichobežníka s minimálnou šírkou dna 0,5 m, so sklonom bočných svahov 1:1,25 až 1:3 a s osovou hĺbkou od 0,4-0,5 m. Priekopy sledujú smer vrstevníc s pozdĺžnym sklonom nivelety dna od 0 do 3%.
3. zvodné priekopy – ich hlavný cieľ je odvádzat' prebytočné vody povrchového odtoku z prívalových dažďov do recipientov. Prebytočné vody privádzajú do zvodných priekop najmä záchytné, zberné a cestné priekopy. Priečny profil zvodných priekop býva zväčša lichobežníkového tvaru so šírkou dna od 0,5-1,0 m, s osovou hĺbkou od 0,7-1,5 m a sklonom bočných svahov od 1:1 do 1:1,5. Pozdĺžny sklon nivelety dna zvodnej priekopy sa určí hydraulickým výpočtom.

4. cestné priekopy – slúžia na zachytávanie a odvádzanie zrážkových vôd z koruny cestného telesa. Cestné priekopy správne navrhnutej siete poľných ciest môžu plniť aj funkciu zberných priekop a byť súčasťou technických protieróznych opatrení.



Obr. 3 Rez protieróznou priekopou (Muchová, Vanek, 2009)

Pri priekopách je potrebné stanoviť v projektovej dokumentácii rozmery, prietokovú kapacitu a vzájomnú vzdialenosť priekop vo vzťahu k povrchovému odtoku. Budovanie jednoduchých nespevnených priekop nie je výhodné, pretože funkčnosť priekop často sťažuje zanášanie, alebo erózia ich koryta. Dynamika splavenín vo vodných tokoch závisí od rýchlosti toku. Ak je priemerná rýchlosť toku výrazne vyššia ako krajná vymieľacia rýchlosť, dochádza k erózii dna, ak je nižšia, nastáva usadzovanie splavenín a zanášanie koryta. Preto ak je priekopa nespevnená, jej koryto je stabilné len ak rýchlosť toku blízka krajnej vymieľacej rýchlosti. Rýchlosť toku je však veľmi premenlivá veličina. Závisí od objemu povrchového odtoku, od sklonu koryta, od obsahu splavenín v toku a od drsnosti koryta, ktorú môže výrazne zvýšiť najmä jeho zarastanie rastlinstvom. Ani krajná vymieľacia rýchlosť nie je stabilná. Závisí od váhy a tvaru splavenín nesených tokom a častíc tvoriacich dno a brehy koryta.

Pri projektovaní priekop možno ovplyvniť rýchlosť toku v priekope sklonom koryta. Krajnú vymieľaciu rýchlosť možno pre splaveniny určitej priemernej veľkosti dosiahne tok pri vyrovnanom sklone. Problém spôsobuje rôzna intenzita dažďa a tým aj odtoku, čo ovplyvňuje jednak rýchlosť a jednak veľkosť a množstvo splavenín, ktoré sú odtekajúcou vodou unášané do priekopy. Pri každom daždi je teda iná jednak

priemerná rýchlosť odtekajúcej vody, ale aj krajná vymieľacia rýchlosť, podľa toho aké splaveniny sú práve obsiahnuté v toku. Preto aj priekopa, vyprojektovaná pre určité priemerné podmienky, bude pri menších dažďoch zanášaná a pri väčších erodovaná.

Riešením je vydláždenie dna a brehov priekopy. Takto chránené priekopy možno potom projektovať s veľkým sklonom, aby nedochádzalo k ich zanášaniu pri menších dažďoch. Pri veľkých dažďoch je ich dno odolné voči vymieľaniu (Fulajtár, Janský, 2001).

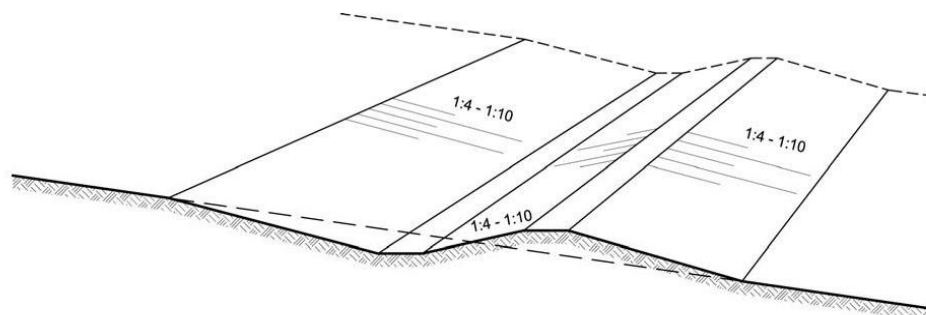
4.1.3 Protierózne prielohy

Prielohy patria medzi jedno z najvhodnejších a najdôležitejších podporných opatrení na ornej pôde. Ich efekt sa prejavuje hlavne v kombinácii s agronomickými a organizačnými protieróznymi opatreniami. Prielohy sa navrhujú na zachytávanie, infiltráciu a odvádzanie povrchového odtoku zrážkovej vody do recipientov. Prielohy sú plytké, široké a prejazdne priekopy. Priečny profil prielohov má tvar širokého a plytkého trojuholníka, lichobežníka alebo paraboly s osovou hĺbkou od 0,25 m do 1,0 m a so sklonom bočných svahov od 1 : 5 do 1 : 10. Prielohy možno bezpečne budovať na svahoch so sklonom 6° a pri dostatočnej hĺbke pôdneho profilu. Odporúčaná maximálna dĺžka prielohov je 600 m. Pozdĺžny sklon dna je v rozpätí od 0 % do 3 % v závislosti od spôsobu opevnenia a od funkcie prielohov. Spadajú do opatrení nazývaných opatrenia prírode blízke (Muchová, Vanek, 2009).

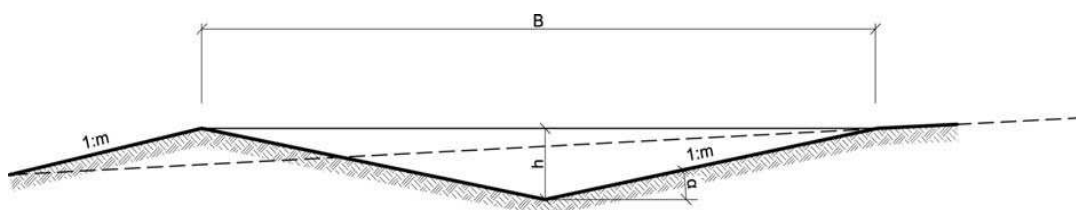
Prielohy rozlišujeme podľa Dumbrovský, Pivcová, Tippl, Spitz (1995) na:

1. Záchytné prielohy – budujú sa na pozemkoch v sklone do 15 %, maximálne do 18 % na základe prekročenej vypočítanej limitnej dĺžky svahu. Záchytný priestor sa zväčšuje vybudovaním nízkej hrádzky pod prielohom. V priečnom reze môžu mať tvar trojuholníka alebo lichobežníka. Je možné uplatniť:
 - a) Vsakovacie prielohy – vhodné pre ľahké pôdy v suchších oblastiach a na pravidelné svahy v teréne,
 - b) Kombinované prielohy – vhodné pre stredne ťažké pôdy, pri väčšom výskyte prívalových dažďov, v teréne s veľmi dlhými svahmi alebo pri zvláštnej ochrane (napr. zástavba),

- c) Odvážacie prielohy – pre ťažké pôdy s minimálnym vsakom, vo vlhkých oblastiach v zvlhnenom teréne.



Obr. 4 Priečny rez záchytným lichobežníkovým prielohom (Muchová, Vanek, 2009)



Obr. 5 Priečny rez prielohom s trojuholníkovým tvarom priečného profilu (Muchová, Vanek, 2009)

2. Zvodné prielohy – navrhujú sa pre neškodné odvedenie vody a erózneho zmyvu zo záchytných prielohov, hlavne po odvedení odtokov z krátkodobo trvajúcich privalových dažďov alebo náhleho topenia snehu.

Hlavne záchytné prielohy môžu byť nespevnené (obrábateľné). Budujú a udržiavajú sa prevažne orbou. Ich použitie vhodné hlavne na ornej pôde, ale nemožno ich priečne prechádzať. U zvodných prielohov je potrebné presvedčiť sa výpočtom, či dochádza k neškodnému odvedeniu návrhového prietoku bez potreby spevnenia.

Pre zvodné prielohy ako potenciálne dráhy sústredeného povrchového odtoku vo všetkých kultúrach pri menších pozdĺžnych sklonoch možno použiť zatrávnenie.

Pre odvádzanie väčších prietokov pri väčšom pozdĺžnom sklone a při väčších rýchlostiach vody, kde už nestačí jednoduché zatrávnenie alebo drnovanie je nutné použiť polovegetačné spevnenie. Spodná časť profilu je chránená s tvrdým spevnením, horná časť je osiata.

U zvodných prieloh, pri veľkých prietokových rýchlostiach a pre viacúčelové použitie je nutné použiť tvrdé spevnenie, napr. kamenná dlažba, betónové dosky a pod. (Dumbrovský, Pivcová, Tippl, Spitz, 1995)

4.1.4 Zatrávnenie údolnice

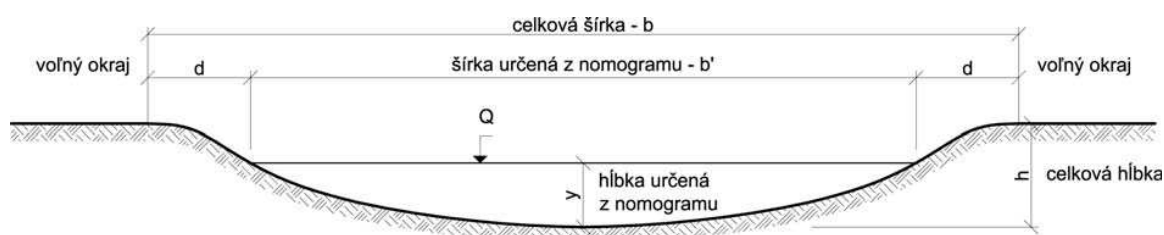
Orné pôdy na veľmi strmých svahoch, ktoré nemožno dostatočne chrániť osevnými postupmi a agrotechnickými opatreniami, je nevyhnutné zatrávniť. Zatrávnenie je vítané na svahoch strmších ako 12° a nevyhnutné zatrávniť. Pôdy na týchto svahoch sú nielen mimoriadne náchylné na eróziu, ale aj ich úrodnosť býva väčšinou nízka a ich obhospodarovanie ako orných pôd väčšou stratové.

Pri zatrávňovaní treba dbať na správny výber druhu tráv podľa prírodných podmienok a podľa toho, či sa počíta so spásaním. V takom prípade treba vybrať trávy dobre znášajúce zošliapávanie. Vyhnojenie plochy určenej na zatrávnenie napomáha rýchlemu a hustému zapojeniu mladého trávneho porastu (Fulajtár, Janský, 2001).

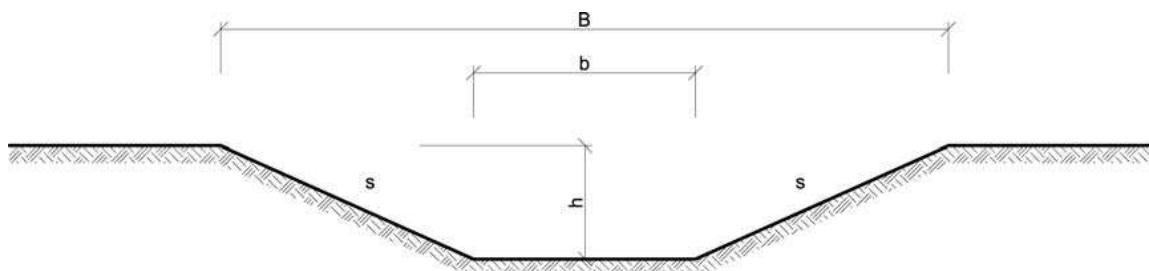
Zatrávnené údolnice (lineárne svahové depresie, dráhy sústredeného odtoku) plnia funkciu zvodných priekop a majú charakter prielohov. Tvarovo to sú plytké, široké a zatrávnené terénne priehlbiny v trasách prirodzených hydrolínií. V teréne sú jednoznačne identifikovateľné.

Priečny profil zatrávnených údolníc môže zostať prirodzený alebo sa podľa potreby upravuje do tvaru plytkej paraboly, zriedkavejšie do tvaru plytkého lichobežníka so šírkou dna asi 10 m a s hĺbkou od 0,2 m do 0,4 m. Tieto dráhy sústredeného odtoku (spravidla v území v týchto miestach už identifikujeme eróziu ryhu) spevňujeme vegetačným krytom, najvhodnejšie zatrávnením, podľa potreby s doplnením odvodňovacej drenáže. Navrhovanie zatrávnených údolníc so sklonom nivelety dna väčším ako 10 % sa bez ďalších technických úprav zvyšujúcich odolnosť dna a svahov koryta neodporúča.

Priečny profil zatravnenej údolnice sa navrhuje takým spôsobom, aby neškodne odvádzal prietoky s periodicitou $p = 0,1$ bez toho, aby dochádzalo k poškodeniu trávnatého opevnenia. Trasa údolnice by mala sledovať spádnicu údolnice, pričom po oboch jej stranách je potrebné nechať 5 až 10 m široké zatravnené pásy, ktoré zadržiavajú erózne zmyvy. Zatravnené údolnice majú v priečnom reze prevažne parabolický tvar, ale môžu byť v tvare lichobežníka alebo trojuholníka (vid'. obrázok č. 6 a č.7). Pre návrh zatravnenej údolnice tvaru paraboly môžeme využiť nomogramy (Muchová, Vanek, 2009).



Obr.6 Parabolický profil zatravnenej údolnice (Muchová, Vanek, 2009)



Obr. 7 Lichobežníkový profil zatravnenej údolnice (Muchová, Vanek, 2009)

4.1.5 Protierózna medza

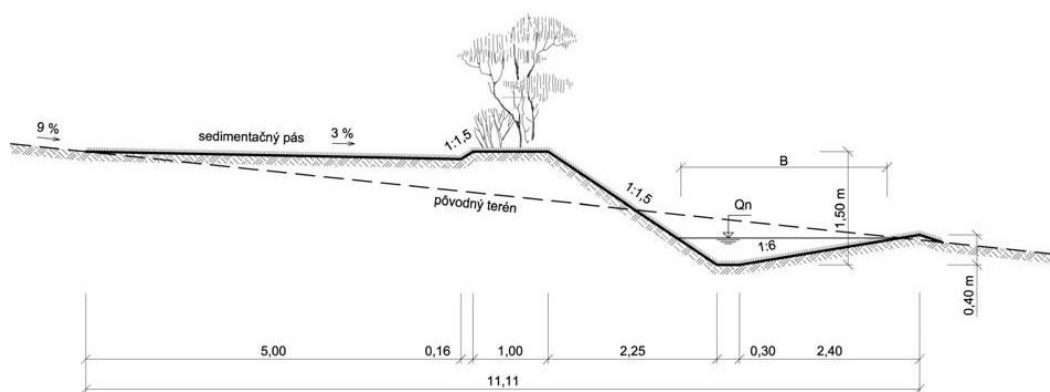
Protierózne medze, často navrhované s prielohmi v spodnej alebo hornej časti či bez prielohov ako bez odtokové, sú trvalou prekážkou sústredeného povrchového odtoku. Sú v podstate zložené z troch základných častí: zasakovacieho pásu nad medzou, vlastného telesa medze a odvádzacích prvkov.

Vedľa základnej protieróznej funkcie majú medze a drevinná zeleň na nich rastúca veľký význam z hľadiska krajinno-estetického aj ako hniezdiská a migračné zóny drobnej zveri, hmyzu, rastlín a všetkých živých organizmov. Zároveň zvyšujú priechodnosť krajiny. Navrhnutý systém protieróznych medzí vrátane navrhutej zelene s protieróznou funkciou môže fungovať v krajine aj ako nevyhnutná súčasť lokálnych biokoridorov – územných systémov ekologickej stability (Dumbrovský, Pivcová, Tippl, Spitz, 1995).

4.1.5.1 Návrh spôsobu realizácie protieróznej medze s aplikáciou zemných prác

Zasakovací pás sa buduje v sklone 1 – 3 %. Zatravnjuje sa najprv v šírke asi 4 m. Neskôr môže byť šírka zmenšená na 2 m od hrany medze, a to podľa praktických skúseností. Medza bude vysoká asi 1,5 m. Svah medze bude mať sklon 1 : 1,5. Zatravní sa a zároveň vysadí aj krovie. Kríky musia čo najrýchlejšie vytvoriť dobrý zápoj, aby zabránili rastu buriny (vid'. obrázok č. 8).

Najlepšie je budovať medze v pozdĺžnom sklone 2 – 5 % až do prvku, ktorý odvedie vodu (napr. priekopa pri ceste, prieloh a pod.). Ak pretína protieróznou medzu údolnica je možné zaistiť odvádzanie vody miestnou terénnou urovnávkou. Ak toto riešenie nebude stačiť, je potrebné v údolnici vytvoriť zatravnení prieloh a do neho obojstranne odviešť zachytenú vodu. Ak je pozemok odvodnený, je treba budovať plyšší prieloh a nižšiu medzu. Prieloh pod medzou bude v sklone 20 % k medzi. V ose prielohu je treba orbou vytvoriť brázdu. Úlohou prielohov je odviešť koneční zbytok vody do odvádzacieho prvku. Prieloh bude dimenzovaný podľa potreby až na 50 ročnú vodu. (Dumbrovský, Pivcová, Tippl, Spitz, 1995)



Obr. 8 Vzorový rez protieróznej medze (Muchová, Vanek, 2009)

4.1.5.2 Výhody protieróznych medzí

- Veľmi dlhá doba životnosti, dokonca možno predpokladať, že jej úžitková hodnota bude rásť, pretože samovoľné zvyšovanie medze povedie k znižovaniu sklonu nad medzou a tým aj erózie,
- Veľký zasakovací a filtračný účinok. Voda zasakuje a je filtrovaná cez celú šírku záchytného prvku. Celá šírka prvku je teda aktívna,
- Nízke náklady na údržbu bez špeciálnej mechanizácie,
- Veľká ekologická hodnota. Zahŕňa v sebe pás lúky, pás kríkov a skupinky stromov. Pri vysokej druhovej rozmanitosti výsadby bude výborným interakčným prvkom v územnom systéme ekologickej stability poľnohospodárskej krajiny (Dumbrovský, Pivcová, Tippl, Spitz, 1995).

4.1.5.3 Nevýhody protieróznych medzí

Určitým problémom je prejazd medze. Po prejazde je nutné budovať priepust, alebo časť medze znížiť a ponechať len prieloh, cez ktorý možno prechádzať. Stačí prejazdová šírka 12 m (Dumbrovský, Pivcová, Tippl, Spitz, 1995).

4.1.6 Opatrenie proti výmoľovej erózii (sanácia strží)

Výmoľová erózia vznikajúca ako dôsledok sústredeného líniového odtoku je nebezpečnejšia a škodlivejšia ako erózia plošná a stržková. Jej škodlivosť nespočíva len v objeme odnesenej pôdy, ani v rozlohe poškodenej plochy, ale najmä v tom, že zanecháva trvalé stopy meniace tvárnosť povrchu. Rozčleňuje a znehodnocuje svoje okolie natoľko, že to znemožňuje ďalšie využitie pôdy na poľnohospodárske účely a niekedy bráni aj produkcii lesa. Ak prejde do štádia stržovej erózie, výsledkom je totálna devastácia celého územia.

Sústredený odtok sa vyznačuje veľkou transportnou schopnosťou a umožňuje odnos plavenín na veľké vzdialenosti. Zatiaľ čo pôda odnesená plošnou a ryhovou eróziou sa ukladá v najbližších akumuláčnych priestoroch, najmä na úpätiach svahov, materiál vynášaný z výmoľov sa častejšie dostáva mimo poľnohospodárskych pozemkov, zanáša cesty, zapcháva kanalizáciu a znečisťuje vodné toky. Výmole vznikajú často nielen na

poľnohospodárskej pôde, ale aj na nespevnených cestách a inde. Bežný je ich vznik na trvalých trávnych porastoch, kde plošná erózia nemusí byť veľká.

Sanácia už vzniknutých výmoľov je veľmi náročná a často zdĺhavá. Nie vždy sa podarí na prvý pokus. Preto najvhodnejším opatrením proti výmoľovej erózii je predchádzať vzniku sústredeného odtoku. Opatrenia proti výmoľovej erózii závisia od veľkosti výmoľov a zahŕňa viacero zložiek. Plytké výmole možno odstrániť obmedzením povrchového odtoku v povodí výmoľa a jeho zahrnutím pomocou stavebných strojov. Pri hlbokých výmoľoch ich zahrnutie zväčša nie je možné. V takom prípade treba venovať zvýšenú pozornosť obmedzeniu povrchového odtoku v povodí výmoľa. Ďalšími krokmi sú ochrana záhlavia výmoľa a stabilizácia jeho dna a brehov.

Prvoradou úlohou v boji proti výmoľovej erózii je znížiť množstvo vody, ktoré sa dostáva do výmoľa. Bez toho sú opatrenia na stabilizáciu, prípadne zahrnutie výmoľov málo účinné a pri každom ďalšom veľkom odtoku sa výmole obnovujú. Naopak, ak sa podarí dostatočne znížiť povrchový odtok z okolia, výmole často ani netreba upratovať, zarastú a stabilizujú sa samé.

Pri obmedzovaní odtoku v okolí výmoľa treba uplatniť všetky dostupné opatrenia proti plošnej a výmoľovej erózii. Najvýhodnejšie sú protierózne oševné postupy a protierózna agrotechnika. Obmedzenie povrchového odtoku však nemusí byť vždy dostatočne účinné, pretože voda sa do výmoľa môže dostávať podpovrchovým laterálnym prúdením a to buď sufóziou, alebo tunelovou eróziou. Takéto prípady sú časté v oblastiach s priepustnými horninami, napríklad v krasových a sprašových oblastiach a tiež v územiach budovaných sopečnými tufmi.

Plytké výmole, pokiaľ nepresahujú hĺbku jedného metra, možno úplne odstrániť zahrnutím buldózermi a bagrami. Toto riešenie je dosť nákladné, najmä pokiaľ ide o dlhšie výmole. Je však nevyhnutné v tých prípadoch, keď výmole rozčleňujú intenzívne využívané pozemky a bránia tak ich plynulému obhospodarovaniu, alebo keď odtok vo výmoľoch ohrozuje infraštruktúru v krajine alebo vodné zdroje.

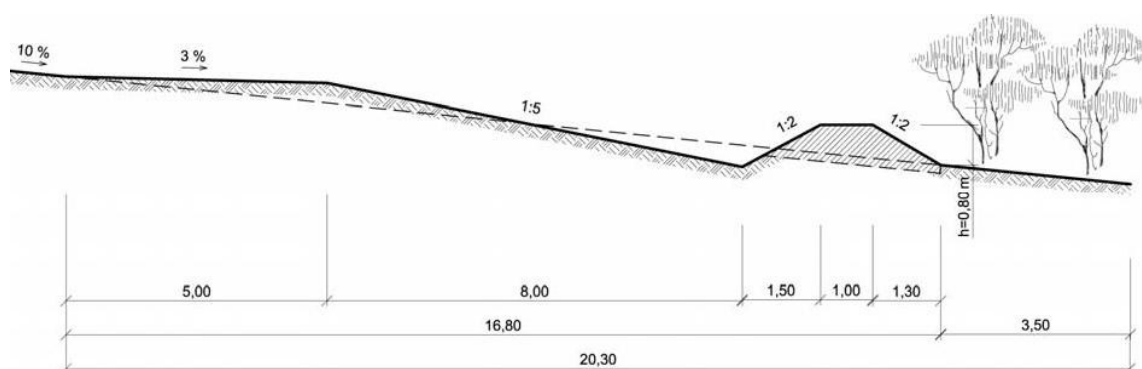
Výmole narastajú jednak do hĺbky a šírky a jednak do dĺžky. K narátaniu dĺžky dochádza smerom od ústia hore svahom. Čelo výmoľa sa posúva stále bližšie k rozvodu. Pri stabilizácii výmoľov je preto dôležité zabrániť narastaniu ich dĺžky. Možno to dosiahnuť tak, že sa čelo výmoľa obkope záchytnou priekopou s hrádzkou na odvádzanie vôd pod záver výmoľa. Pod záverom treba záchytnú priekopu zaústiť tak, aby v okolí vyústenia nedochádzalo k podomieľaniu brehov. Zaústenie býva problematické, pretože musí prekonať značný výškový rozdiel. Je preto potrebné venovať mu zvýšenú pozornosť

a spevniť ho vegetáciou, mačinou, drevom, prípadne trvanlivými materiálmi (Fulajtár, Janský, 2001).

4.1.7 Protierózne hrádzky

Protierózna účinnosť hrádzok spočíva v zachytení povrchového odtoku systémom nízkych zemných hrádzok. Voda zachytená odvádzacími hrádzkami sa odvádza mimo záujmové územie: voda zachytená vsakovacími hrádzkami s nulovým pozdĺžnym sklonom vsakuje do pôdy (viď. obrázok č. 9). Hrádzky môžu byť prejazdné, so sklonom svahov minimálne 1 : 5, alebo neprejazdné, so sklonom svahov 1 : 1,5 (Holý, 1978).

Navrhujú sa s cieľom bezpečné odvedenia vody predovšetkým pri ochrane intravilánu, resp. iných chránených území a stavieb. Navrhujú sa na pravidelných, menej svahovitých svahoch (do 10 %) s malou vertikálnou a horizontálnou členitosťou. Navrhujú sa spravidla samostatne, príp. v kombinácii s inými protieróznymi opatreniami. Hrádzka vytvára retenčný priestor zo zberného územia so rozlohy 15 ha. Sprievodná vegetácia sa vysádza v dolnom svahu hrádzky, resp. v pruhu pod hrádzkou. Šírka vsakovacieho pásu nad hrádzkou sa odporúča 6 m (Muchová, Vanek, 2009).



Obr. 9 Vzorový priečny rez ochrannej protieróznej hrádzky (Muchová, Vanek, 2009)

5 Záver

Bakalárska práca podáva prehľad všeobecných teoretických poznatkov o erózii, predovšetkým o vodnej erózii a následne rozoberá spôsoby technických protieróznych opatrení na poľnohospodárskej pôde. V práci sú spomenuté všetky protierózne opatrenia, ako sú organizačné, agrotechnické, biologické a technické protierózne opatrenia. Hlavnú časť práce tvorí však ochrana poľnohospodárskej pôdy pred účinkami vodnej erozie technickými protieróznymi opatreniami. Následne sme sa venovali technickým protieróznym opatreniam, ktoré sme rozanalyzovali a popísali. Samotný návrh a aplikácia konkrétneho (najvhodnejšieho) spôsobu protierózneho opatrenia vychádza z prieskumov, rozborov a analýz súčasného stavu územia z hľadiska erózneho ohrozenia. Na základe čoho sa navrhne najvhodnejší spôsob protierózneho opatrenia pre konkrétnu lokalitu ovplyvnenú eróznou činnosťou.

6 Použitá literatúra

1. ALENA, F. 1986. Stanovenie straty pôdy eróznym splachom pre navrhovanie protierozívnych opatrení na poľnohospodárskej pôde. Bratislava: Závodná pobočka ČSVTS pri Štátnej melioračnej správe, 1986, s. 68.
2. ANTAL, J. 2005. Protierózna ochrana pôdy. Nitra: SPU, 2005, s. 79. ISBN 80-8069-572-5
3. ANTAL, J. 1987. *Ochrana pôdy a lesotechnické meliorácie*. 2. vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, 1987, s. 297.
4. CABLÍK, J. – KAREL J. 1963. *Protierozní ochrana půdy*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963, s. 324.
5. DUMBROVSKÝ, M. – PIVCOVÁ, J. – TIPPL, Martin – SPITZ, Pavel. 1995. Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 1995. s.79.
6. FULAJTÁR, E. – JANSKÝ, L. 2001. *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Bratislava: VÚPOP, 2001, s.310. ISBN 80-85361-85-X
7. ILAVSKÁ, B. – JAMBOR, P. – LAZÚR, R. 2005. *Identifikácia ohrozenia kvality pôdy vodnou a veternou eróziou a návrhy opatrení*. Bratislava: VÚPOP, 2005, s. 60. ISBN 80 - 89128 - 22 - X
8. JANEČEK, M. a kol. 2002. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: ISV nakladatelství, 2002, s. ISBN 80-85866-86-2
9. JAMBOR, P. - ILAVSKÁ, B. 1988. *Metodika protierózneho obrábania pôdy*. Bratislava: VÚPOP, 1998, s. 69. ISBN 80-85361-46-9

10. LÁTEČKA, M. – MUCHOVÁ, Z. 2005. *Pozemkové úpravy a cesty*. Nitra: SPU, 2005, s.193. ISBN 80-8069-561-X
11. MUCHOVÁ, Z. – VANEK J. a kol. 2009. *Metodické štandardy projektovania pozemkových úprav*. Nitra: SPU v spolupráci s Ministerstvom pôdohospodárstva, 2009, s. 396. ISBN 978-8-552-0267-9
12. PODHRÁDZKÁ, J. – DUFKOVÁ, J. 2005. *Protierozní ochrana půdy*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Agronomická fakulta, 2005, s. 99.
13. STN 75 45 01 *Hydromeliorácie*. Protierozna ochrana poľnohospodárskej pôdy. Základné ustanovenia. 2000.
14. WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D., 1978. *Predicting rainfall erosion losses*, Maryland: SEA USDA Hyatsville, 1978. 58 s. ISBN 001 - 000 - 03903 – 2
15. *Zastúpenie kategórií pôd ohrozených vodnou eróziou 2010*.
[online] [cit. 2010–5–12.]. Dostupné na internete
http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/vod/vod.aspx
16. ZÁKON č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z.z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

7 Prílohy

- Príloha č. 1: Staré terasové políčka sú typické najmä pre flyšové oblasti
- Príloha č. 2: Terasovanie vinohrady
- Príloha č. 3: Protierózna priekopa 150 cm široká a 80 cm hlboká, úplne zanesená eróznymi nánosmi
- Príloha č. 4: Terasový stupeň chránený protieróznou hrádzkou
- Príloha č. 5: Zosuv na terasovom stupni rekultivovaného pozemku
- Príloha č. 6: Svah rozbrázdnený ryhami a výmoľmi postupne sa spájajúcimi do strží
- Príloha č. 7: Pochovaný porast hrachu
- Príloha č. 8: Obnovený nárast čela výmoľa, v minulosti samovoľne stabilizovaného vegetáciou, vyvolaný zmenami v povodí po živeľnej reštitúcii poľnohospodárskej pôdy
- Príloha č. 9: Terasy pripravené na zakladanie vinohradu a opustené pred jeho založením
- Príloha č. 10: Hlava výmoľa vytvoreného v dôsledku sústredovania odtoku bočným prúdením pozdĺž poľnej cesty vrstevnicovej orientácie a čiastočne aj pozdĺž brázd vytvorených vrstevnicovou orbou
- Príloha č. 11: Erózna ryha blížiac sa k hraničným rozmerom výmoľa
- Príloha č. 12: Výmoľ v plytkých pôdach na dolomitoch, vzniknutý počas mimoriadnych jesenných dažďov
- Príloha č. 13: Protierózne terasy na východe Slovenska
- Príloha č. 14: Protierózne terasy na východe Slovenska



Obr. 10 Staré terasové políčka sú typické najmä pre flyšové oblasti (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 11 Terasovanie vinohrady (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 12 Protierózna priekopa 150 cm široká a 80 cm hlboká, úplne zanesená eróznymi nánosmi (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 13 Terasový stupeň chránený protieróznou hrádzkou (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 14 Zosuv na terasovom stupni rekultivovaného pozemku (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 15 Svah rozbrázdzený ryhami a výmoľmi postupne sa spájajúcimi do strží (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 16 Pochovaný porast hrachu (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 17 Obnovený nárast čela výmoľa, v minulosti samovoľne stabilizovaného vegetáciou, vyvolaný zmenami v povodí po živeľnej reštitúcii poľnohospodárskej pôdy(Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 18 Terasy pripravené na zakladanie vinohradu a opustené pred jeho založením (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 19 Hlava výmoľa vytvoreného v dôsledku sústred'ovania odtoku bočným prúdením pozdĺž poľnej cesty vrstevnicovej orientácie a čiastočne aj pozdĺž brázd vytvorených vrstevnicovou orbou (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 20 Erózna ryha blížiac sa k hraničným rozmerom výmoľa (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 21 Výmoľ v plytkých pôdach na dolomitoch, vzniknutý počas mimoriadnych jesenných dažďov (Fulajtár, Janský, 2005)



Obr. 22 Protierózne terasy na východe Slovenska (Foto: Konc, 2009)



Obr. 23 Protierózne terasy na východe Slovenska (Foto:Konc, 2009)