



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



Vliv vodní eroze na stabilitu vybraných půdních vlastností
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Dr. Ing. Vítězslav Hybler

Vypracoval:
Martin Havlát

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

.....
vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu Dr. Ing. V. Hyblerovi za metodické vedení, poskytnuté materiály a cenné rady a připomínky při vypracování bakalářské práce.

Za obětavou, nezištnou, trpělivou pomoc a komentáře k práci děkuji svému otci Františku Havlátovi.

Dále bych rád poděkoval odborným pracovníkům z Ústavu agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin Mendelovy univerzity v Brně za rozbor půdních vzorků.

Abstrakt

Předmětem zkoumání je vliv vodní eroze na stabilitu vybraných půdních vlastností. Cílem práce je vyhodnocení odebraných vzorků a na základě výsledků z vyhodnocení zjistit, jak velký vliv má vodní eroze půdy na stabilitu vybraných půdních vlastností. Vzorky byly odebrány na podzim 2014 ze dvou zemědělsky obhospodařovaných pozemků. První pozemek je v mírném svahu a je zde možné velice dobře pozorovat velkou erozi a degradaci půdy. Druhý pozemek je od prvního pozemku vzdálen zhruba 1 km a je téměř rovina s neznatelnou erozí. Na obou pozemcích byly z různých míst odebrány sypké vzorky, které byly později podrobeny laboratorním rozborům. Byly provedeny analýzy na stanovení hodnoty pH, množství humusu a zrnitost. Na základě výsledků byly vyhodnoceny problematické části pozemků a nevrženo opatření pro daný pozemek.

Klíčová slova: eroze půdy, stabilita půdních vlastností, odběr půdních vzorků

Abstract

The subject of research is the effect of water erosion on the stability of selected soil properties. The result is to evaluate taken samples and the results of the evaluation to determine how much influence has the water erosion on the stability of selected soil properties. Samples were collected in fall 2014 from two farmed land. The first plot is on a gentle slope and there can be watched a big erosion and soil degradation. The second plot located about 1 km away from the first one and it is almost lowland with erosion of the plane. On the both plots were taken various bulk samples that were later subjected to laboratory analysis. Analyses were performed to determine the pH, the quantity of humus and granularity. Based on the results there were evaluated problematic part of the land and measures for the land was suggested.

Keywords: soil erosion, soil characteristics stability, soil sampling

OBSAH

1	ÚVOD.....	7
1.1	Stav krajiny.....	7
1.1.1	1918-1948.....	7
1.1.2	1950 – současnost.....	9
1.2	Eroze půdy.....	11
1.2.1	Pojem eroze	11
1.2.2	Druhy eroze	11
1.3	Protierozní opatření	21
1.3.1	Opatření proti vodní erozi půdy	21
1.3.2	Opatření před větrnou erozí půdy.....	36
2	CÍL PRÁCE.....	40
3	METODIKA ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ	40
3.1	Odběr půdních vzorků	40
3.2	Příprava vzorků k rozborům	40
3.2.1	Příprava jemnozemě I.....	40
3.2.2	Příprava jemnozemě II.	41
3.2.3	Příprava průměrného vzorku	41
3.3	Rozbor půdních vzorků	41
3.3.1	Zrnitostní složení půdy.....	41
3.3.2	Stanovení výměnné půdní reakce.....	42
3.3.3	Stanovení půdní organické hmoty.....	43
4	POPIS LOKALITY	43
4.1	Pozemek č. 1.....	44
4.1.1	BPEJ	53
4.2	Pozemek č. 2.....	55

4.2.1	BPEJ	56
5	VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE.....	58
5.1	Zrnitostní rozbor	58
5.2	Výsledky stanovení obsahu humusu.....	61
5.3	Výsledky stanovení pH.....	63
6	ZÁVĚR.....	64
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	65
7.1	Internetové zdroje	65
8	SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	66
8.1	Seznam tabulek.....	66
8.2	Seznam obrázků.....	67

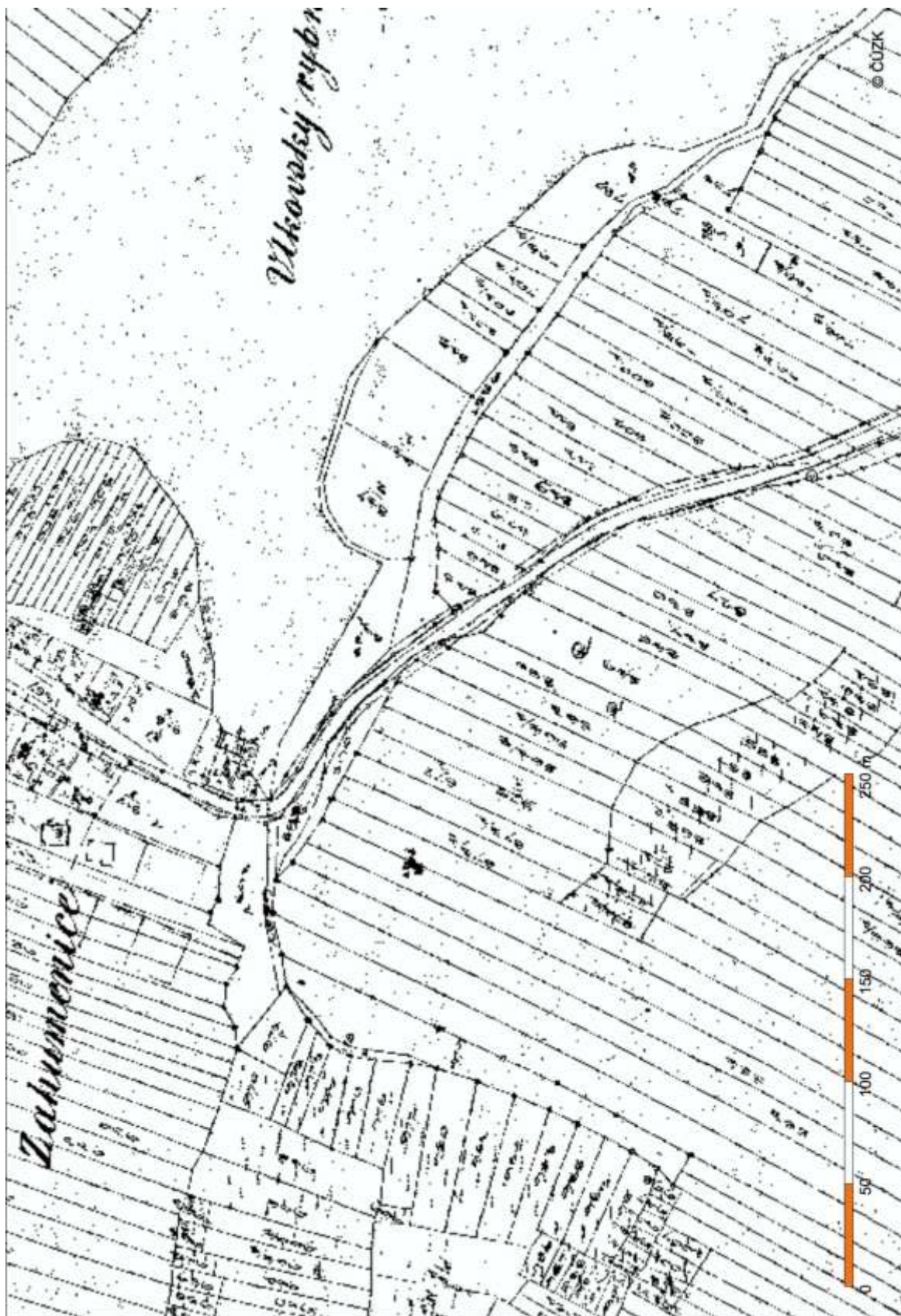
1 ÚVOD

1.1 Stav krajiny

1.1.1 1918-1948

V roce 1918 skončila 1. světová válka a právě vzniklé Československo nebylo v dobré ekonomické situaci, ale tak to v podstatě bývá po každé válce. Jedno z velice důležitých odvětví hospodářství je nekompromisně zemědělství, na které dále navazuje zpracovatelský průmysl. Díky tomu, že se venkov začínal tzv. zvedat na nohy, tak celková ekonomika začala pomalu, ale jistě vzrůstat. Je pochopitelné, že zemědělství v tomto období je jen těžko představitelné s tím dnešním, ale i tato podoba tzv. maloplošného zemědělství měla výhody, hlavně mnohem lepší i šetrnější dopad na krajinu. Už jenom to, že pole, které je v současnosti spojené v jeden velký lán, tak dříve se skládal z několika malých „řemínkových“ parcel. Především to mělo výhodu, že skoro každý ten pás vlastnila jiná osoba a proto se nestávalo, že by někomu na tom určitém kousku nezáleželo a neobhospodařoval by ho s veškerou péčí a láskou. Především chtěl, aby to políčko mu dalo, co největší výnos, ale i jakost. Můžeme si přiznat, že výnosy z hektaru se nerovnaly ani z daleka těm dnešním, jenže v té době to lidem stačilo a byli velice rádi za to „málo“.

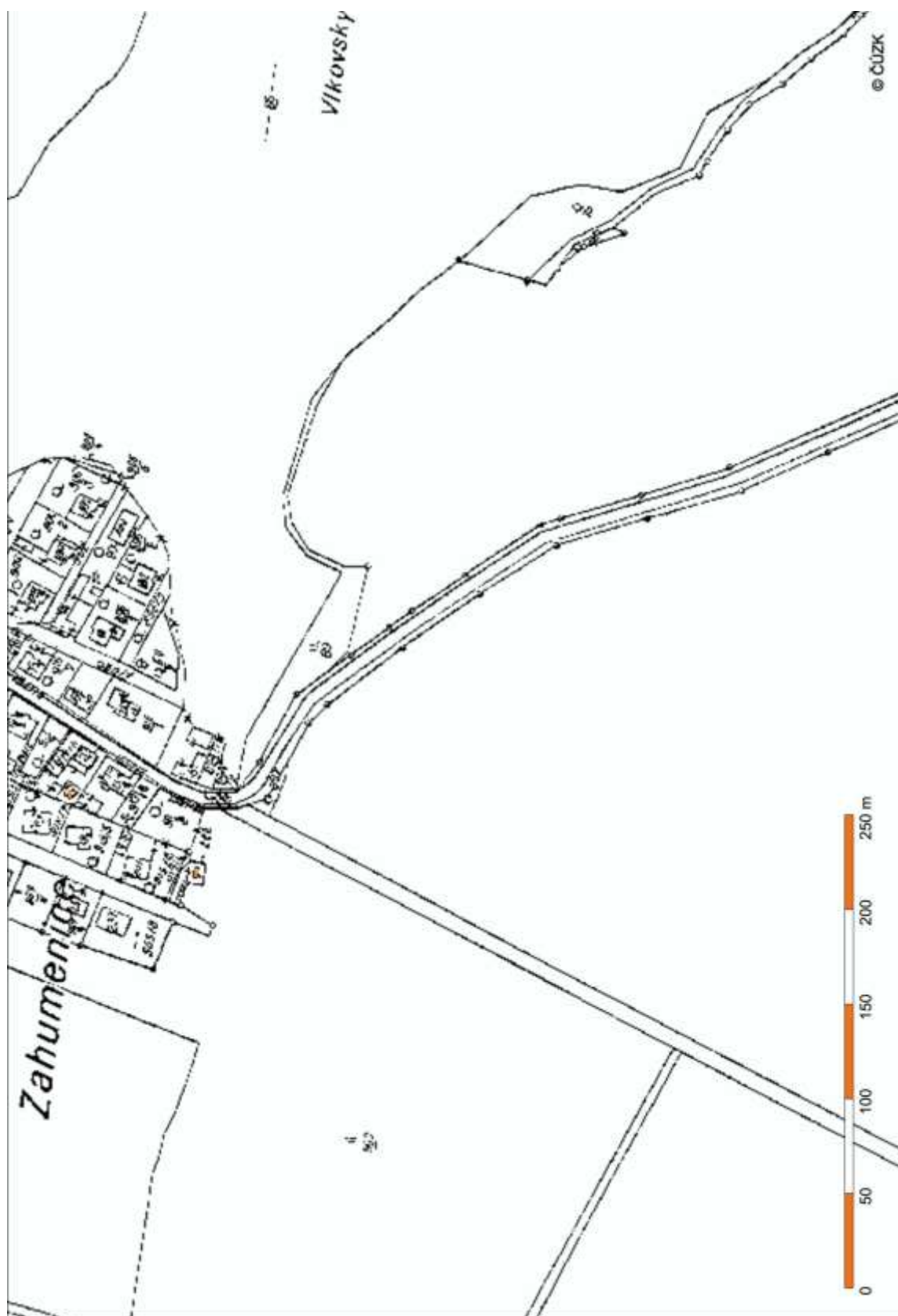
Zemědělci či statkáři vlastnili pouze „pár“ hektarů, většinou kolem tří nebo pěti. Každý statkář měl rostlinnou i živočišnou výrobu, protože potřeboval přírodní hnojivo (hnůj) na pole a zase dobytek potřeboval tu rostlinnou výrobu jako potravu. Byla to taková vzájemná symbióza. Pole se hnojilo výhradně hnojem a každý statkář si musel dobře spočítat, kolik kusů dobytka potřebuje. Pole se obdělávali koňmi, a tím se půda téměř vůbec neutužovala. I když práce byla velice zdoluhavá a namáhavá, tak měla i spoustu předností, které nepodporovaly rozšíření eroze. Ano, utužená půda je jenom jedna z věcí ke vzniku a rozšíření eroze, ale i utužená půda hraje poměrně velkou roli v dané problematice. Jedna asi z úplně nejdůležitějších věcí byla, že se vždy mezi těmi políčky nacházely meze, remízy, travnaté plochy, které jednoznačně chránily půdu před erozí. A nesmíme zapomenout na střídavý osevní postup, jenž je zásadní v boji proti erozi. Každý hospodář chtěl mít pole v nejlepším stavu, protože to nebyla pouze jeho prestiž, ale myslel i na další generace, které budou to konkrétní políčko dále obhospodařovat, jako to dělal on.



Obr. 1 Řemínkové parcely

1.1.2 1950 – současnost

V roce 1948 začaly velké změny v české historii, které se týkaly především exekucí majetku, ze soukromého vlastnictví do vlastnictví státu. Z pohledu zemědělství se jednalo o „fatální“ obměnu krajiny. Dřívější tzv. řemínkové parcely oddělené mezemi, se postupně rozorávaly, scelovaly ve větší parcely (5-10 ha), a tím se v krajině „rapidně“ snižoval počet mezí. Začal se zvyšovat hektarový výnos. Na přelomu 50-60 let se začaly aplikovat praktiky kolchozů a sovchozů, tj. další rozorávání mezí, scelování pozemků na dvacetihektarové parcely. S nástupem kolové a pásové mechanizace, byla snaha zrychlit obdělávání půdy, ale i zvýšit hektarové výnosy, k tomu zásadně přispělo i používání umělých hnojiv. V sedmdesátých a osmdesátých letech se ještě více scelily parcelky na padesát a více hektarů. Tímto krokem zmizely další meze, remízy, polní (zelené) cesty, což mělo zásadní podíl na vzniku a rozšíření eroze půdy, která se neustále zhoršovala. K erozi půdy se postupem času přidávalo utužení půdy, následkem těžké mechanizace. V devadesátých letech, došlo k „rapidnímu“ snížení živočišné výroby. Následek byl, že se přestala půda hnojit statkovými hnojivy a tím se omezil přísun humusotvorných látek. Půda ztrácela svoje přirozenou drobtovitost, pórovitost a propustnost vody. Eroze se rozšířila do devastujících rozměrů. Díky tomu, že Evropská unie podpořila biopaliva a bioplynové stanice, došlo ke zvýšení osetých ploch řepky a kukuřice, proto se eroze půdy ještě rozšířila.



Obr. 2 Současný stav

1.2 Eroze půdy

1.2.1 Pojem eroze

Původ slova eroze je z latinského erodere, tj. rozhlodávat. Všeobecně eroze je definována jako třífázový proces, zahrnující narušování půdního povrchu, transport a sedimentaci (usazování) uvolněných půdních částic, především působením vody a větru (tzv. erozní činitelé).

1.2.2 Druhy eroze

Podle činitele, který způsobuje vznik eroze, rozlišujeme erozi: vodní, větrnou, sněhovou, ledovcovou, zemní a antropogenní. Já se budu zabývat pouze vodní a větrnou erozí, protože způsobují největší škody v lokálním, ale i v globálním měřítku. Tyto druhy eroze se mohou vyskytovat buď jednotlivě nebo v určité kombinaci a mohou mít též různý vznik, průběh i škodlivost. Ve velké míře rozhodují o způsobech protierozní ochrany půdy.

1.2.2.1 Vodní eroze

Je jedním z typů eroze způsobená deštěm, kdy dochází k oddělování malých půdních částic dopadem dešťových kapek. Pokud množství srážek převýší infiltraci (prosakování) půdy, dochází ke splachování, vymílání a odnášení půdních částic na jiná místa, kde se tyto půdní částice sedimentují (usazují) a hromadí. Tento erozní jev vzniká nejčastěji v oblastech, v nichž občasné deště přívalového charakteru nebo náhlá tání sněhu vyvolávají prudké povrchové odtoky, které pak erodují (rozrušují) sklonité a náležitě nechráněné polohy. **Vodní erozí je v České republice postiženo přibližně 56% orné půdy.** Při vzniku, ale i během vodní eroze se ovšem uplatňují různé faktory, jako jsou ovzdušné srážky, územní reliéf, druh a typ půdy, jejich vegetační kryt aj., jež rozhodují o jejím druhu, působnosti a účincích. Druhy vodní eroze bývají označovány především podle toho, jak erodující (vymílající) voda působí. Jde-li jen o činnost mechanickou (jakékoliv erozní zahlubování způsobené pohybem horninovým materiálem), mluvíme o **korazi**. Působí-li voda chemicky při rozpouštění hornin, hlavně vápenců, jde o **korozí**. Jestliže voda vymílá horninu krouživým pohybem, nastává **evorze**. Obrušuje-li se při pohybu vody skalní podklad, např. na dně bystřiny, řečiště nebo na mořském pobřeží, vzniká **abraze**.

Přihlížíme-li k účinkům na půdu, může eroze působit jako:

a) **Eroze plošná** (vrstevná), při níž dešťový odtok splachuje zemité částice v tenké vrstvě z celého půdního povrchu. Plošná eroze se projevuje smyvem půdy na celé ploše, selektivně postihuje ty nejjemnější půdní částice. Větší intenzitou deště dochází k postupnému soustředování povrchově tekoucí vody do stružek a rýh. Nejintenzivněji působí plošná eroze tehdy, když prudký déšť dopadá na vyschlou půdu a štěpí její nechráněný povrch. Protože suchá a dobře provzdušněná půda se provlhuje zpočátku jen velmi nesnadno, hromadí se na povrchu voda a zvyšuje plošný odtok, který pak strhne zemité částice orniční vrstvy. Při plošné erozi je půda rozmístěna téměř rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo po určité části svahu. Čím je plocha svahu rovnější, tím jsou podmínky pro soustředování vody menší. Avšak ani dokonale urovnaný povrch nemůže zabránit soustředování vody na svahu do rýžek a proto se dá plošná eroze těžko oddělit od rýhové.

b) **Eroze rýhová** (brázdová), jestliže stékající voda vytváří v napadané ploše postupně zvětšující se rýhy a brázdy, které se postupně spojují a prohlubují ve větší vrub do hloubky 5 - 20 cm, někdy i více. Tyto erozní útvary, probíhající délkovým rozměrem ve směru územního sklonu, přibližně jsou přímočaré a navzájem souběžné, často však vlivem směru orby tvoří nepravidelnou síť. Příčinou zvýšeného transportu půdy není při rýhové erozi plošný splach (jako u vodní eroze plošné), nýbrž hlavně vymílání vodou, jež postupně narušuje původně rovný povrch půdy rýhami a brázdami. Rýhová eroze je častá v krajích s intenzivními srážkami nebo s nadměrným táním sněhu v jarním období. Na půdách, kde je špatná vsakovací schopnost, se vytváří prudký povrchový odtok. Tvorbu brázdiček může vyvolat i méně vydatný déšť, ale rýhy se však začnou vymílat při přívalovém dešti nebo při často opakované erozi půdy. Nejčastěji méně pevné půdy, nesoudržné půdy či holé půdy, anebo půdy chráněné nesouvislým porostem, jsou mnohem náchylnější na tvorbu rýh. Oproti plošné erozi je sice mnohem lépe viditelná, avšak i její účinek se zpočátku přehlíží, neboť upravováním půdního povrchu zemědělskou technikou, zvláště pluhem, se rýhy snadno zahladí.

c) **Eroze výmolová** (stržová), vymílá-li dešťový odtok již hluboké brázdy, výmoly a strže. Obvykle následuje po rýhové erozi jako další vývojový stupeň, pokud se zanedbá včasné odstranění nově vzniklých rýh. První stupeň výmolné eroze je tedy eroze rýhová a brázdová. Rýhy a brázdy se postupně spojují a vytváří tak hlubší zářezy, které se prohlubují, proto

výsledkem je rýhová eroze. Rýhová eroze přechází v erozi výmolovou. Výsledkem jsou hluboké výmoly a strže. V četných případech však eroze přechází ihned výmolnou formou. Příčinou toho mohou být přirozené územní průlehy v polích, do kterých se soustřeďuje dešťová a sněhová voda, dále nevhodně založené svahové cesty a příkopy, po spádu vedené pozemkové hranice, nesprávně umístěné ochranné lesní pásy, vozové koleje, lesní smyky apod. Také brázdy, vytvořené orbou po svahu, a meze nevhodného směru způsobují výmolovou erozi. Výmolové zářezy, které již nelze zahradit obvyklou péčí o půdu, poškozují velmi citelně, zejména kulturně používané půdy, neboť často ničí rozsáhlé plochy polí, pastvin či lesů a znemožňují také řádné obhospodařování okolních pozemků. Jsou rovněž škodlivé tím, že dešťová voda rychle stéká do jejich porostů, aniž by zavlažila půdu. Často také nařezávají podzemní zvodněné horizonty, a tím snižují hladinu podzemní vody a vysušují okolní polohy.

d) **Eroze bystřinná a říční**, jestliže soustředěné dešťové odtoky a vodní proudy vymílají ve stržích, úžlabinách a údolích trvalá koryta. Bystřinná eroze vzniká v horských polohách s příkrými svahy, jenž jsou nedostatečně chráněny vegetačním krytem nebo jsou zcela holé. Tím dochází k rychlému soustřeďování a prudkému odtoku dešťových a sněhových vod, které pak silně rozrušují půdu a tvoří četné erozní brázdy, výmoly a strže. Obdobou bystřinné eroze je u údolních toků eroze říční, též zvaná proudová, která se projevuje prohlubováním a rozšiřováním řečišť, podemíláním břehů a svahovými sesuvy. Tuto rušivou činnost vyvolává buď pouhé tření rychleji proudící vody, nebo též vyorodované a vodou dopravované hmoty. Je účinná zejména za průtoku velkých vod a v úsecích s větším podélným spádem, a tedy i prudším proudem. Nestačí-li již energie řeky k dopravě hmot, zůstávají zčásti ležet v řečišti a zanášejí ho.

Následky vodní eroze

Hlavní následky vodní eroze můžeme rozdělit do následujících tří skupin:

- a) Ztráta půdy
- b) Transport a sedimentace půdních částic
- c) Transport chemických látek

Ztráta půdy

Ztráta půdy při erozních procesech postihuje nejvíce zemědělství, kde degraduje nejen produkční schopnost půd. Ztráta je trvalá, protože ani v případě, že půda ve formě sedimentu (usazeniny) je po svém zachycení „vytěžena“, pouze zcela výjimečně se vrací zpět na pozemek. Uvolňování a odnos částic se nejčastěji děje ve velkém měřítku. Při intenzivních srážkách se smyje mělká půdní vrstva a odkryje se půdní podklad, což má při dlouhodobém procesu tvorby nové půdy pro zemědělskou výrobu velmi nepříznivé důsledky. Vodní eroze postupuje selektivně - tj. odnáší nejprve nejjemnější nebo nejlehčí půdní částice. Znamená toztrátu organické složky (humus), snížení schopnosti vázat živiny, nemožnost vyrovnávat zásadité a kyselé prostředí a vůbec celkové snížení **sorpční** kapacity. Spolu s jemnou frakcí (složkou) půdních částic a s organickým materiálem dochází k přímé ztrátě vázaných živin. Ztráta rostlinných živin znamená vedle snížení výnosu i zhoršení kvality sklizně. Výzkumy bylo prokázáno, že po odstranění humusové vrstvy z půdy se výnosy snížily až o 77%. Efekt snížení byl různý podle různých typů půd či plodin, ale všechny výnosy se snížily. Doplnkovým hnojením se výnosy sice zvýšily, ale nedosáhly úrovně výnosů na neporušeném půdním profilu. Výjimkou mohou být hluboké hnojené sprašové půdy, na kterých se vliv odstranění humusového horizontu neprojevil nebo jen minimálně. Při erozních procesech s nižší intenzitou dochází ke ztrátě jemných půdních částic. Tím se mění půdní textura a struktura a snižuje se vodní kapacita půdy. Při procesech vodní eroze s vyšší intenzitou, při nichž dochází ke smyvu značné části vrchního horizontu, nepřijímá nižší horizont, obvykle s menším obsahem organické hmoty a s menší propustností, v dostatečné míře srážkovou vodu. Proto je půdní profil ochuzen o zásobu vláhy, což má v suchých obdobích výrazný vliv na vývoj vegetace. Následkem plošné eroze dochází ke změně zrnitostního složení půdy směrem po svahu. V horní části je materiál hrubozrnnější, v dolní naopak převažuje jemnozrnný. Následkem je nerovnoměrné rozložení vlhkosti po svahu - (horní, hrubozrnnější část vysychá podstatně dříve a snadněji než jemné sedimenty v dolní části svahu). Ztráta půdy rovněž vede ke snížení biodiverzity dané oblasti, protože rostlinné druhy ztrácejí svá přirozená stanoviště.

Transport a sedimentace půdních částic

Půdní částice uvolněné povrchově stékající vodou jsou ukládány po poklesu jejich **tangenciálního napětí** a rychlosti na úpatí svahů. Jemný materiál je však transportován vodou do hydrografické sítě, v níž tvoří převážnou část splavenin. Určitý podíl částic, nesených vodou ze zemědělských nebo jiných pozemků je zachycen dříve, než se dostane

do **recipientu**. Toto množství (tzv. "poměr odnosu" DR - delivery ratio) závisí obecně na charakteru povodí mezi zdrojem sedimentu (usazeniny) a **recipientem**. Vyskytují-li se v hojné míře v krajině prvky s vysokou drsností, brzdící odtok a zachycující splaveniny a podporující infiltraci (meze, remízky, lesy, **průlehy**, travní pásy, mokřady apod.), je množství půdních částic, které dosáhnou vodoteče, malé. Naopak v případě homogenních, nevhodným způsobem obdělávaných pozemků a nepřiměřeně velkých pozemků při absenci přirozených překážek je zachycení půdy v povodí velmi nízké a téměř veškerý uvolněný a nesený materiál se dostává do **hydrografické sítě**. 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. Koryto vyžaduje častější údržbu a čištění, což je za prvé ekonomicky nezajímavé a za druhé to značně ovlivňuje ekologickou nestabilitu krajiny. Pochopitelně, že silný zákal vody při erozních událostech, negativně působí na oživení vodního toku, ale i snižuje kvalitu vody pro následující využití. Transportované půdní částice, nesené vodním tokem, sedimentují ve vodních nádržích, v nichž dochází zanášením ke zmenšení kapacity prostoru, anebo k potížím při běžném provozu. U mnoha nádrží je každoročně zanášeno až 5 % objemu celé nádrže. Velké množství sedimentu se ukládá zejména na přítoku do nádrže. V této části se snižuje hloubka vody a vznikají předpoklady pro uchycení vodních rostlin. Tím se uložený materiál stabilizuje proti případnému dalšímu transportu a současně se zvýší drsnost a zrychlí se další usazování. Nádrž se tímto způsobem stále rychleji zanáší či zarůstá.

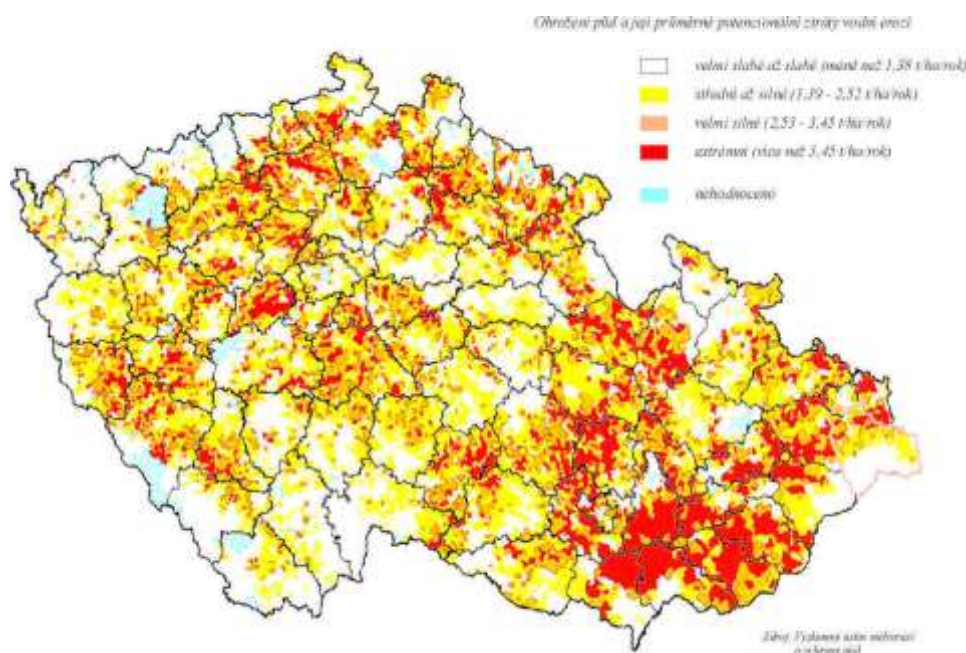
Transport chemických látek

Spolu s půdními částicemi je ze zemědělských pozemků odplaveno i velké množství živin, které se dodávají jednak chemickými hnojivy nebo klasickým hnojem. 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. Hojná vegetace zvyšuje drsnost břehů, snižuje kapacitu koryta a průtočnou rychlost vody, 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 při chemickém hnojení (např. pesticidy a těžké kovy). Živiny transportované do nádrže, hlavně dusík a fosfor jsou

zdrojem **eutrofizace**, která sice zvyšuje biologickou hodnotu vody, ale současně hrozí kyslíkovým kolapsem. Splaveniny tedy negativně ovlivňují kvalitu vody.

Rozšíření vodní eroze

Obecně se uznává, že zrychlená eroze půdy je vážným světovým problémem. Obtížné však je určit rozsah, velikost a rychlost půdní eroze a její důsledky pro hospodářství a životní prostředí. Odhaduje se, že množství sedimentů (usazenin) odnášených do oceánů vzrostlo z 10 miliard t /rok, což platilo před zavedením intenzivního zemědělství na 25 až 50 miliard t/rok v současné době. Za tu dobu bylo zničeno erozí 430 mil/ha produktivních ploch. Současná degradace půdy erozí a jinými faktory vede k nevratné ztrátě produkce na ploše 6 mil. ha/rok úrodné půdy. Ztráta zemědělské půdy erozí se odhaduje na 3 mil. ha/rok. Podle OSN produkce plodin na 20 milionech hektarů klesne na nulu nebo se stane neekonomickou z důvodu degradace půdy erozí. Odhady ztrát půdy erozí ve světovém měřítku kolísají podle různých autorů mezi 0,088 mm/rok do 0,3 mm /rok. Plošná a výmolná eroze se intenzivně projevují zejména v oblastech členitého reliéfu na spraších nebo hlinitých zvětralinách s nízkým vegetačním pokryvem. Na území naší republiky je cca 56% zemědělské půdy ohroženo vodní erozí. Na mnohých místech erozí ohrožených půd, není prováděna systematická ochrana, která by omezovala ztráty půdy na stanovené přípustné hodnoty, tím méně na úroveň, která by bránila dalšímu snižování mocnosti půdního profilu ovlivňování kvality vod v důsledku pokračujícího procesu eroze.



Obr. 3 Mapa potenciální ohroženosti půd vodní erozí



Obr. 4 Vyškovsko (Foto: František Havlát)



Obr. 5 Šardice (Foto: František Havlát)



Obr. 6 Vilémov (Foto: František Havlát)

1.2.2.2 Větrná eroze

Větrná eroze je další přírodní činitel, který řadíme do eroze půdy. Vítr působí na půdní povrch svou mechanickou silou a tím rozrušuje půdní částice. Tyto částice se posléze přenášejí dle činnosti větru. K tomuto negativnímu působení stačí i méně silný vítr o malé rychlosti, ale s dlouhodobě intenzivním pohybem. Samozřejmě, čím se rychlost větru zesiluje, tím se zvyšuje i eroze půdy. **Větrnou erozí je v České republice postiženo přibližně 10% orné půdy.** Důležitým faktorem ovlivňujícím průběh větrné eroze je stav, povaha půdy a odpor půdních částic. Ten je dán, kromě velikosti a tvaru částic, především strukturou půdy, vlhkostí půdy, drsností půdního povrchu a rostlinným krytem, který sehraává rozhodující roli při ochraně půdního povrchu před dynamickými účinky větru. Významná je také délka erodovaného území. Čím je delší území ve směru působení větru, tím se uvolňuje větší

množství půdních částic. Z toho vyplývá, že přerušením délky území se zmenšuje intenzita **deflace**. Fatální následky větrné eroze se objevují hlavně na holých plochách půd, které nejsou pokryté vegetací, a to zejména na jaře, kde půda přetrvala suchou a sněhově chudou zimou. Z holých nebo z vegetací málo zakrytých polí, strhuje silný vítr vyschlou ornici, jemný písek či hnojiva, a přenáší je do značné vzdálenosti, které poté ukládá na sousední pole, do příkopů apod. Větrná eroze patří mezi plošné eroze, pouze výjimečně může docházet k větrné erozi v různých pruzích. To ovšem záleží na směru a rychlosti větru.

Tuto erozi dělíme na dvě skupiny.

a) Deflace

Deflaci charakterizujeme jako větrný odnos zvětralého povrchu. Odnesený materiál usedá v místech sedimentace (písečný přesyp). Takové erozi říkáme prašná bouře. Uvolněné volné částice půdy se při ní volně vznášejí vzduchem a následně sedimentují. U nás se s ní setkáváme výjimečně pouze v Polabí a na jižní Moravě.

b) Koraze

Korazi charakterizujeme jako obrušování hornin částicemi vzniklými deflací. Rychlost a intenzita závisí na druhu, tvaru a odolnosti materiálu. Samozřejmě i na síle a směru větru. Tato eroze vzniká hlavně na půdách bohaté na pískovec. Korazí dostávají postižené horniny různé tvary, např. **skalní sloupy, skladní mosty, skalní města** nebo **viklany**.

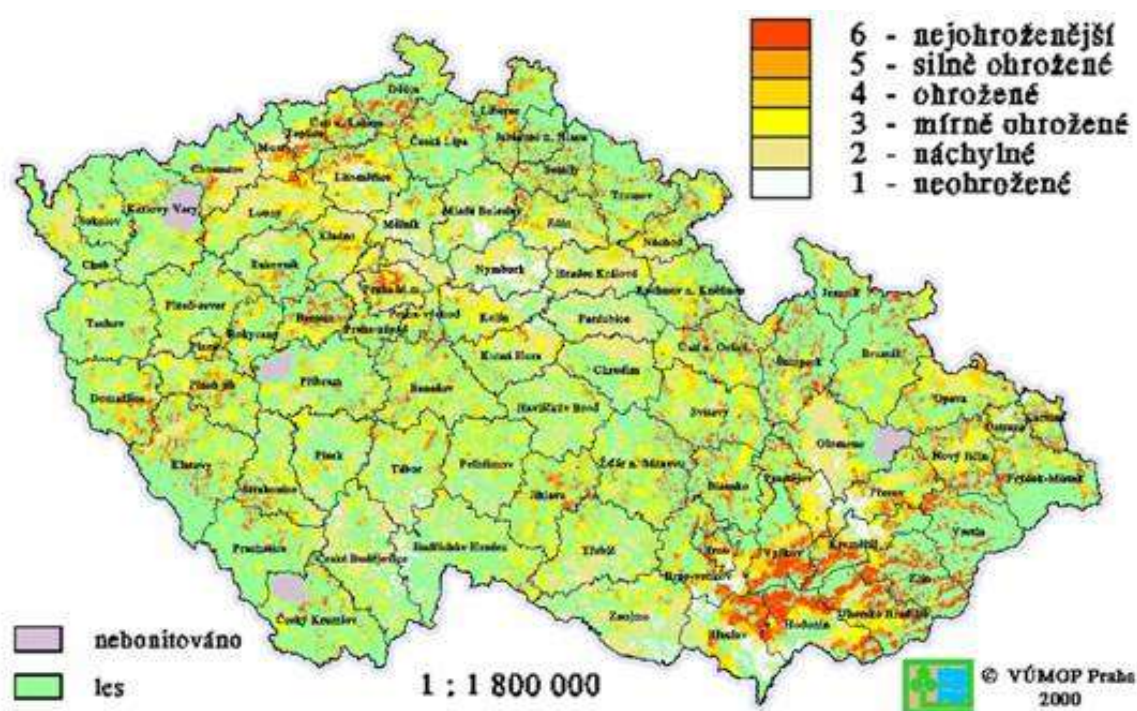
Velice nepříznivě působí transport půdních částic při větrné erozi, jenž může probíhat ve třech formách:

- a) pohyb nejjemnějších půdních částic ve formě **suspenze**, které jsou větrem zvedány a přenášeny na velké vzdálenosti, vznikají tak prašné bouře. Například: „Prašná bouře mezi Znojmem a Mikulovem v dubnu 1949, zničila během asi devíti hodin téměř 30 hektarů polí, a dalších 50 hektarů silně poškodila“.
- b) pohyb půdních částic skokem, při němž dochází k přemísťování největšího množství půdní hmoty.
- c) pohyb půdních částic sunutím po povrchu půdy, kterými se pohybují větší a těžší částice. K první a druhé fázi dochází působením turbulentního proudění přízemního větru s energií, jenž je schopna překonat gravitační síly půdních částic. Třetí fáze nastává při poklesu energie pod uvedenou mez. K dalším klimatickým činitelům jsou pro větrnou erozi významné srážky a teplota vzduchu.

Následky větrné eroze

Ztráta půdy odvádí větrem, čímž se zeslabuje orniční vrstva a následně se snižuje celková úrodnost pole, tzn. degradace půdy. Kvalitativní změny v půdě souvisí s rozpadem částic půdy za pomoci vlivu dynamické síly větru, tj. snížení průměru půdních částic a zhoršení fyzikálních vlastností půdy. Jedná se o přímý důsledek prvních dvou vlivů, zapříčiněných o ztrátu humusu, živin a změny **chemismu**. Ztráty na zemědělské produkci vznikají přímým odvádím potřebných látek na jiné místo, což vede ke snížení jakosti i výnosu z jednotlivých plodin. Sekundární škody se projevují v jiných odvětvích hospodářství a dosahují značných rozměrů, týkající se zanesení vodních zdrojů, toků, nádrží, ale i komunikací, příkopů.

Rozšíření větrné eroze



Obr. 7 Mapa potencionální ohroženosti půd větrnou erozí



Obr. 8 Hodonínsko (Foto: František Havlát)

1.3 Protierozní opatření

1.3.1 Opatření proti vodní erozi půdy

Zemědělskou půdu na svazích je třeba chránit před vodní erozí. O použití způsobu ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů (vodních zdrojů, toků a nadrží, zastavěných ploch ve městech i obcích), při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny. Ve většině případů jde o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, vzájemně se doplňujících a respektujících současně základní požadavky a možnosti zemědělské výroby v nových podmínkách. Nemalou roli při volbě soustavy protierozních opatření hrají i náklady na jejich realizaci a platné legislativně-právní přepisy. Podle různých odborníků, by se realizace protierozních opatření měla vždy řídit odborně zpracovaným projektem pozemkových úprav i speciálním projektem protierozních opatření, který by měl

obsahovat: hydrologické posouzení daného povodí posouzení současného uspořádání a využití pozemků z hlediska ohrožení půdy před erozí, vyjádřeného dlouhodobým průměrným smyvem v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ a z hlediska ohrožení dalších zájmů (např. vodní zdroje) variantní řešení protierozní ochrany území (povodí) s doporučením optimální varianty tak, aby ztráty půdy nepřekročily tzv. přípustné hodnoty, resp. Další požadované limity (koncentrace nerozpuštěných látek v tocích).

Opatření organizačního charakteru

- delimitace kultur, zejména mezi lesem a zemědělskou půdou
- ochranné zatravnění a zalesnění
- protierozní osevní postupy
- pásové pěstování plodin
- pozemkové úpravy, jimiž se mění velikost pozemků a jejich orientace včetně směru trasování polních cest

Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění

Delimitace druhu pozemků se chápe jako prostorová a funkční optimalizace pozemku sloužící k pěstování jednotlivých kultur. Představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice. Ochranné zatravnění se používá na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitní vegetační kryt jsou preferovány trávy výběžkaté tvořící pevný drn (zejména u protierozních opatření liniového charakteru).

Trvalými travními porosty (TTP) by měly být chráněny také plochy:

- podél břehů vodních toků a nádrží
- v dráze soustředěného povrchového odtoku
- profily **průlehů** a těles ochranných hrázek

U všech převodů z kategorie luk a pastvin do lesního fondu musí být provedeno vyhodnocení botanického složení porostu příslušnými odborníky, kteří rozhodnou, zda je možný převod, vzhledem k ochraně přírody. Kritériem pro delimitaci z hlediska protierozních opatření je sklonitost terénu:

- a) svahy se sklonem vyšším než 50 % (17°) by měly být zalesněny
- b) trvalými travními porosty by měly být chráněny:

- plochy se svažítostí vyšší než 25 % (12°)
- dráhy soustředěného povrchového odtoku
- pozemky, které jsou nevyužitelné jako orná půda kvůli vysoké hladině podzemní vody, terénním překážkám, zamokřeným údolním loukám s nebezpečím záplav

Ochranné zalesnění

Na místech lesem pokrytých neexistuje zpravidla povrchový odtok. Při jarním tání sněhu a při lijácích je odtoková výška i koeficient na bezlesých místech 2-4krát větší než v lesích. Ještě větší rozdíl se pozoruje v maximálních specifických odtocích. Účinky lesa na usměrnění odtoku srážkových vod jsou těsně spojeny s jeho protierozní funkcí. Snížení povrchového odtoku a jeho přeměna v odtok podpovrchový a spodní velmi zmenšuje možnost vzniku škodlivých erozních procesů jak na povodích plně, tak i na povodích částečně zalesněných. Působení lesa na zmenšení tvorby a odnosu produktů eroze z povodí je ovlivňováno mnohými činiteli – zmenšením síly působením dešťových kapek na půdu, velkou propustností lesních půd pro vodu, existencí nadložní humusové pokrývky a mohutné kořenové soustavy, převodem povrchového odtoku v odtok půdou a spodinami.

Lesní půdy se ve srovnání se zemědělskými a zvláště pastvinnými a lučními půdami odlišují velkou propustností pro vodu, díky dobré struktuře pronikání vody do hloubky chodbami kořenů. Velký význam pro snížení půdní eroze má nadložní lesní humus. Jak je známo, tvoří se hlavně z opadu jehličí, listů, větviček, kůry apod. Nadložní humus přispívá k udržení propustnosti půdy pro vodu a tím také k převodu srážkové vody do podpovrchového a spodního odtoku. Tím, že nadložní humus pohlcuje sílu úderu dešťových kapek, zabraňuje rozrušení půdní struktury a tvorbě povrchové kůry s malou propustností. Nejlepší protierozní vlastnost má nadložní humus v listnatých a smíšených lesích, kde napomáhá tvorbě živého humusu. Odstranění nadložního humusu vytvoří podmínky pro vznik urychlených erozních procesů. Velký význam pro předcházení a zastavení urychlené vodní eroze v lese má mechanické zpevnění půdy kořenovými soustavami stromů. Největší protierozní význam mají vícefázové a smíšené porosty. Velká a mnohostranná je funkce lesních porostů, které rostou na březích toků, jezer, vodních nádrží či kanálů. Tyto porosty především chrání břehy před rozrušením, akumulují a upevňují nánosy v luzích, brání erozi i sesuvům na prudkých svazích, zabraňují zanesení koryt toků a nádrží produkty eroze a znečištění vody plaveninami.

Protierozní rozmístování plodin

Základním principem zajišťujícím ochranu půdy proti vodní erozi je pěstování plodin nedostatečně chránících půdu před erozí (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny) na pozemcích rovných nebo mírně sklonitých. Na orné půdě středně erozí ohrožené je nutné nedostatečný ochranný účinek širokořádkových plodin zvýšit střídáním vrstevnicových pásů okopanin a víceletých píceň (okopaniny, kukuřice a víceleté pícniny ve smíšených honech), zatímco obilninami je možno osévat celé pozemky. Nejlepší ochranu půdy před erozí poskytují trvalé travní porosty a zalesnění. Protierozní rozmístění plodin na svazích řadíme k obecným zásadám protierozní ochrany půdy. Protierozní účinek plodin je dán vzrůstem, rychlostí vývinu, olistěním a typem pěstování.

Plodiny můžeme na základě protierozních opatření sestavit do řady se stoupající erozní ohrožeností:

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

Při výsadbě sadů a vinic je z hlediska protierozní ochrany důležité dodržet směr výsadby podél vrstevnic. Na pozemcích mírně ohrožených erozí, tj. do 3°, se doporučuje pěstovat: širokořádkové plodiny, hlavně kukuřici a okopaniny, k nimž u svahů delší než 300 m se používá protierozní agrotechnika, případně zasakovací travní pásy. Ostatní plodiny se pěstují klasickým způsobem. Pozemky středně ohrožené erozí, tj. do 7°, by se měly užívat k pěstování lnu, řepky, okopanin a obilovin. S ohledem na délku svahu a výskyt soustředného odtoku se opět volí vhodná protierozní agrotechnika, příp. technická opatření v podobě **průlehů**. Na pozemcích výrazně ohrožených erozí, tj. do 12°, by se měly pěstovat úzkořádkové plodiny s vysokým podílem víceletých pícnin. Pozemky se svahem nad 12° se zatravnějí.

Pásové střídání plodin

Pásové střídání spočívá v obdělávání půdy po vrstevnicích v kombinaci se střídáním stejně širokých pásů plodin, které půdu před vodní erozí chrání nedostatečně (např. kukuřice) s pásy chránícími půdu dostatečně (např. jetel, vojtěška). Šířka pásů plodin dostatečně chránících půdu se volí dle protierozního účinku. Pásové střídání plodin také vyžaduje vysokou pozornost na kvalitu práce při chemickém ošetřování plodin, aby zabránilo úletu postřiku na sousední pás s jinou plodinou. Co se týče sklizně, je daný způsob neekonomický, a proto v České republice téměř „neaplikovatelný“.

Tvar a velikost pozemku

Jedná se o opatření, kdy je nutno v rámci řešení komplexních pozemkových úprav, brát ohled na parametry pozemků. Snížením velikosti délky svahu, snižujeme možnou erozi, změnou tvaru pozemku, lze docílit jiný systém obhospodařování pozemků (střídání plodin) a můžeme docílit při tvorbě tvaru pozemků po vrstevnici možnosti vsakování vody v místě dopadu srážek. Vhodná velikost pozemku je závislá na několika faktorech a v konkrétních případech je kompromisním výsledkem dvou navzájem protichůdně působících skupin faktorů – tzv. faktorů přírodních, působících k vytváření menších půdních celků a ekonomického faktoru, který naopak upřednostňuje tvorbu pozemků dostatečně velkých. Mezi tzv. přírodní faktory se řadí především ty, které ovlivňují vznik a průběh erozních jevů. Velikost pozemků je rovněž limitovaná nutností zabezpečit potřebnou míru ekologické stability. Lokalizace zeleně v terénu a lokalizace protierozních opatření v rámci plánu společných zařízení KPÚ (Komplexní pozemková úprava) musí být řešena již v rámci vytváření jednotlivých bloků zemědělské půdy. Z toho vyplývá, že dodržet nejvhodnější obecnou velikost pozemku je poměrně obtížné, protože v každém konkrétním případě bude výsledek zohlednění všech možných vlivů místních podmínek. Z hlediska protierozní ochrany je žádoucí, aby rozměr pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšoval přístupnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. Tato podmínka platí jak pro rozměr pozemku obdělávaného jako jeden celek, tak pro skupinu pozemků, oddělených pouze hranicemi, které nejsou schopné zachycovat povrchový odtok. Při novém návrhu uspořádání pozemků je nutné respektovat i další faktory, jako je homogennost půdních vlastností, mechanizační přístupnost, apod. Při projektu pozemkových úprav se musí optimálním způsobem spojit protierozní, vodohospodářské, dopravní a vegetační linie vytvářející kostru systému v krajině. V rámci takto pojaté kostry, kde z hlediska protierozní ochrany je rozhodující dodržení přípustných délek svahu, je potom možné vytvářet pozemky vyhovující jejich vlastníkům (uživatelům) a při tom zohledňovat i zásady zaručující efektivní využívání zemědělských strojů. Velikost a tvar pozemku tedy do značné míry určují místní geografické poměry spolu s požadavky na přípustnost pozemků a způsob hospodaření na půdě. Obecně je možné doporučit vytváření půdních bloků o velikosti do 50 ha v rovinných územích a 20 ha ve členitějších územích s převažujícími délkami ve směru vrstevnic.

Opatření agrotechnického charakteru

Agrotechnická opatření se používají ke zlepšení vsakovací schopnosti půdy, zvýšení protierozní odolnosti, dále chrání půdní povrch v období přivalových srážek – širokořádkové plodiny (brambory, cukrová řepa, kukuřice) při deštích nedostatečně kryjí půdu, takže je více náchylná k vodní erozi. Velice významný podíl na rozšíření eroze má osevní postup tří plodin tzv. rotace tří plodin- kukuřice, řepka a pšenice. V současné době se zapomnělo na „správný“ osevní postup vícero plodin o různé náročnosti, vzhledem k půdě, který jednak půdu zkvalitňuje, ale i zároveň chrání před vodní erozí. Nejčastěji se dělí zemědělské plodiny do 3 skupin podle toho, jak chrání půdní povrch před vodní erozí:

- a) Plodiny s vysokým protierozním účinkem po celou dobu vegetačního období (travní porosty, jetelotrávy, jeteloviny)
- b) Plodiny s dobrou protierozní ochranou půdy po větší část vegetačního období (obiloviny- (pšenice, ječmen), meziplodiny-(hořčice, svazenka), luštěniny-(hrách, lupina, hrách))
- c) Plodiny s nedostatečnou protierozní ochranou půdy po převážnou část vegetačního období (kukuřice, brambory, cukrová řepa).

Tabulka 1 Snížení smyvu oproti úhoru (neosetě pole)

Plodina snížení smyvu	[%]
cukrovka, kukuřice, brambory	60
jarní obilovina (pohanka, proso, oves)	24
ozimá obilovina (ječmen, pšenice, žito,)	18
vojtěška, jetel	2
louka	0,5

Vrstevnicové obdělávání

Orbou po vrstevnicích je možné významně přispět k ochraně půdy před erozí. Odhaduje se, že jednou orbou otočným pluhem s ukládáním ornice proti svahu zadrží až **10 tun ornice/ ha**, která by se orbou záhonovými pluhy sunula po svahu.

Protierozní pěstování zemědělských plodin

Nejmenší protierozní ochranu poskytují porosty **kukuřice**. Existuje celá řada protierozních technologií. Jednou z nich je výsev kukuřice do strniště ozimé meziplodiny, další možností je výsev kukuřice do půdy tradičně zpracované se současným výsevem ochranné podplodiny – ozimého žita. Ale účinnost těchto metod není příliš vysoká. Také pozemky ohrožené erozí, na kterých se pěstují **brambory**, je nutné zajistit protierozní ochranou. K výraznému snížení eroze dojde např. při osetí pole předplodinou, jako je jetel, svazanka či hořčice, které mají hluboko zakotvené kořeny a dovedou půdu skvěle provzdušnit. Další plodinou, při jejímž pěstování je půda ohrožena vodní erozí, je **chmel**, jelikož:

- půda chmelnic je nejméně chráněna v raném stádiu růstu
- chmel vyžaduje intenzivní obdělávání a častými pojezdy dochází ke snížení vsaku vody do půdy (zhutnění půdy), čímž se zvýší povrchový odtok a smyv půdy, díky častému, mělkému kypření může být svrchní vrstva smývána odtékající srážkovou vodou.

Protierozní opatření při pěstování chmele:

- 1) nové chmelnice nezakládat na ohrožených částech svahu,
- 2) formou hnoje zajistit přísun organické hmoty do půdy,
- 3) omezit zpracování půdy a hloubkového kypření na podzim,
- 4) využít zeleného hnojení.

Mezi další plodinu (olejninu), která plní slabou protierozní ochranu je řepka, která se v posledních letech vyskytuje velice hojně. Na jedné straně sice nepomáhá zabraňovat erozi, ale na druhou stranu je využívána především jako biopalivo, dotované Evropskou unií, a proto je řepka velice výhodná pro většinu zemědělských podniků.

Opaření technického charakteru

Tato protierozní opatření slouží k ochraně pozemků před vodou přitékající např. z lesních porostů na zemědělskou půdu, k zachycování smyté zeminy, k ochraně intravilánů obcí a komunikací před povrchovým odtokem a smyvem půdy. Jejich realizace je podmíněna vypracováním projektu. Pokud již nejde dosáhnout dostatečné protierozní ochrany organizačními a agrotechnickými opatřeními, je nutné použít technická protierozní opatření, jako jsou vrstevnicové meze, terasy, příkopy, **průlehy**, zatravněné údolnice, biopásy,

ochranné hrázky a protierozní nádrže. Tato opatření, navrhovaná zejména v rámci pozemkových úprav vytvářejí společně s dalšími opatřeními mnoho společných opatření v krajině proti erozi. Základní kostru protierozní ochrany území, u níž, po její realizaci a zajištění následné péče a údržby, existuje jistota trvalé účinnosti na rozdíl od předcházejících organizačních a agrotechnických protierozních opatření. Technické liniové prvky protierozní ochrany vytvářejí trvalou překážku přerušující zpravidla příliš velké délky svahů a omezující škodlivé působení povrchového odtoku. Jsou navrhovány i tak, aby svou lokalizací usměrňovaly směr obdělávání pozemků – (vrstevnicové meze) a způsob hospodaření zemědělských subjektů. Vedle základní funkce (protierozní), mají spolu s doprovodnou zelení význam i z hlediska krajiny estetického a ekologického.

Protierozní meze

Za významné technické protierozní opatření byly a stále jsou považovány meze. Protierozní funkci však mají pouze meze terasové ve směru vrstevnic, či s mírným náklonem os vrstevnic do 3%, jsou-li doplněny hydrotechnickými prvky. Takové meze se vytváří postupně orbou, čímž se časem vytváří terénní stupeň o sklonu 1:1,5 a výšce cca 1-1,5 m. Strmý svah je zpravidla trvale zatravněný a může být porostlý i dřevinnou vegetací (keře a stromy). Tyto meze mohou být tvořeny i „snosem“ kamení. Protierozní účinek mezí spočívá především v ovlivnění směru obdělávání pozemků po vrstevnici, v možnosti uplatnění pásového střídání plodin nad a pod mezemi a v mírném sklonu svahu. Tento účinek nelze však přeceňovat a to především proto, že schopnost účinně přerušit povrchový odtok je velmi malá, neboť strmý zatravněný či zalesněný stupeň tuto funkci plnit nemůže. Z těchto důvodů je účelné meze doplnit hydrotechnickými prvky účinně zachycující povrchový odtok, jako jsou např. příkopy, průlehy a ochranné hrázky. Protierozní meze jsou v podstatě složeny ze tří základních částí: zasakovacího pásu nad mezí, vlastního tělesa meze, odváděcích prvků. Vedle základní protierozní funkce (trvalá překážka povrchovému odtoku) mají meze a dřevinná zeleň na nich rostoucí velký význam také z hlediska krajiny estetického i jako hnízdiště a migrační zóny, drobné zvěře, hmyzu, rostlin a všech živých organizmů, zvyšují zároveň průchodnost krajiny (neboť v důsledku neúměrně velkých celků vzniklých dříve se zemědělská krajina stala pro člověka neprůchodná). Navržený systém protierozních mezí včetně navržené zeleně s protierozní funkcí může fungovat v krajině i jako nezbytná součást lokálních biokoridorů. Vlastní realizace protierozních mezí by měla spočívat hlavně ve vytyčení směru meze buď vrstevnicově, nebo s mírným odklonem od vrstevnic tak, aby bylo zajištěno nejen zadržení povrchového odtoku, ale i jeho neškodné odvedení

do vhodného recipientu (potok, cestní příkop, svodný příkop). Po vytyčení bude následovat naorání průlehu víceradličnými pluhy a fixace směru pomocí výsadby stromové a keřové zeleně, určující budoucí směr obdělávání pozemku. Vytvořením 30 – 50 cm hlubokého a 3 – 4 m širokého průlehu a neustálým odoráváním ze svahu bude vytvořena postupně mez se záchytným a odváděcím prvkem. Tímto způsobem, odpovídajícím tradičnímu procesu vzniku mezí, bude ušetřena nákladná práce těžkých svahových mechanismů a zabrání se utužení ornice.

Návrh způsobu realizace protierozní meze s aplikací zemních prací

Zasakovací pás se buduje ve sklonu 1 – 3 %. Zatravní se nejprve v šířce cca 4 m, později může být šířka zmenšena na 2 m od hrany meze, a to podle praktických zkušeností. Mez bude vysoká cca 1,5 m. Svah meze se provede ve sklonu 1 : 1,5, zatravní se a zároveň osází i keři. Keře musí co nejrychleji vytvořit dobrý zápoj, aby zamezily růstu plevelů. Nejlépe je budovat meze v podélném sklonu 2 – 5 % až do svodného prvku, např. příkopu u cesty, průlehu, strže apod. Přetíná-li však protierozní mez podružná údolnice, je možné zajistit odvádění vody místní terénní urovnávkou. Nebude-li toto řešení stačit, je třeba v údolnici vytvořit zatravněný průleh a do něj oboustranně svést zachycenou vodu. Je-li pozemek odvodněn, je třeba budovat mělký průleh a nižší mez. Ke svedení vody je možné využít i svodný drén. Průleh pod mezí bude proveden ve sklonu 20 % k mezi. V ose průlehu je třeba vytvářet brázdu orbou. Úlohou průlehu je odvést konečný zbytek vody do svodného prvku. **Průleh** bude dimenzován podle potřeby až na 50letou vodu. Pro zlepšení protierozní, ekologické i krajiny stability je nutno realizovat jejich ozelenění a výsadbu liniové vegetace. V průběhu erozně účinných dešťů stéká voda se splaveninami po pozemku, na zasakovacím pásu intenzivně zasakuje a dochází k usazování splavenin. Intenzivní zasakování a usazování splavenin je způsobeno snížením sklonu pozemku těsně nad mezí a drsnostním účinkem travního porostu. Voda je částečně filtrována a vsakuje i na svahu meze porostlém keři. Nevsáknutý zbytek vody odtéká **průlehem** pod mezí až do svodného prvku. Protierozní mez vyžaduje, ve srovnání s jinými druhy protierozních opatření, jen minimální údržbu. Zasakovací pás bude obhospodařován jako druh louky. Odváděcí průleh pod mezí bude udržován orbou pozemku a není třeba jej čistit. Řádným obhospodařováním zasakovacího pásu a odváděcího průlehu bude zamezeno rozšiřování keřového pruhu. Keře a stromy budou vyžadovat řez jen výjimečně. Zasakovací pásy, spolu se zatravněnými údolnicemi, jsou docela účinné liniové prvky protierozní ochrany, které jsou investičně málo

náročné. Zasakovací pásy travní, křovinné, popř. lesní, se navrhují buď na svažitých pozemcích podél vrstevnic, kde se střídají s plodinami nedostatečně chránícími půdu před erozí, nebo se budují podél nádrží nebo vodotečí k zabránění vnikání erozních smyvů. Záchytná účinnost pásu je závislá na charakteru vegetačního krytu, půdě, vlhkosti půdy, sklonu svahu, šířce pásu a intenzitě přívalového deště. Účinnost těchto pásů je možné zvýšit spojením s dalšími technickými protierozními opatřeními, jako jsou zejména **průlehy** a **záchytné příkopy**. Pás by neměl být užší než 20 m a šířka chráněného pásu po spádnicí nesmí překračovat přípustnou šířku. Účinnost zasakovacích pásů spočívá v převedení povrchově odtékající vody, zejména vody přitékající z výše ležících pozemků v odtok podpovrchový.



Obr. 9 Protierozní mez (remíz) (Foto: František Havlát)

Terasování

Je jednou z možných ochrany členitých pozemků na strmých svazích o sklonu nad 20 % (11°), které by jinak nebylo možné pro zemědělskou výrobu využít. Na druhé straně jsou terasy zásahem do geologie, geomorfologie, pedologie i biologie krajiny a mohou narušit přirozené ekologické mechanismy, jejichž rozsah lze těžko předpovídat. Jsou proto považovány za krajní řešení protierozních prvků, při jejich realizaci je nutné co nejvíce zachovat alespoň část přirozeného terénu.



Obr. 10 Využití teras na vinicích a ovocných sadech Jižní Moravy (Zdroj: Janeček a kol., 2002)

Terasy tvoří terasové plošiny a terasové svahy. Terasové svahy jsou zpravidla zpevněny vegetací. Základem je osetí travní směsí navržené dle podmínek daného území. Zatravnění je doplněno výsadbou stromů a keřů.



Obr. 11 Terasy v přírodní krajině (Zdroj: Janeček a kol., 2002)

Pro nepříznivé podmínky zakládání se nedoporučuje terasování ve svážných územích na jílovitých půdách, pokud nejde o řádně zdůvodněné případy. Při údržbě teras je kladen

velký důraz na dodržování vodohospodářské a protierozní funkce. Jedná se zejména o likvidování případných erozních jevů, např. drobné rýhy na svazích apod.

Hydrografické prvky

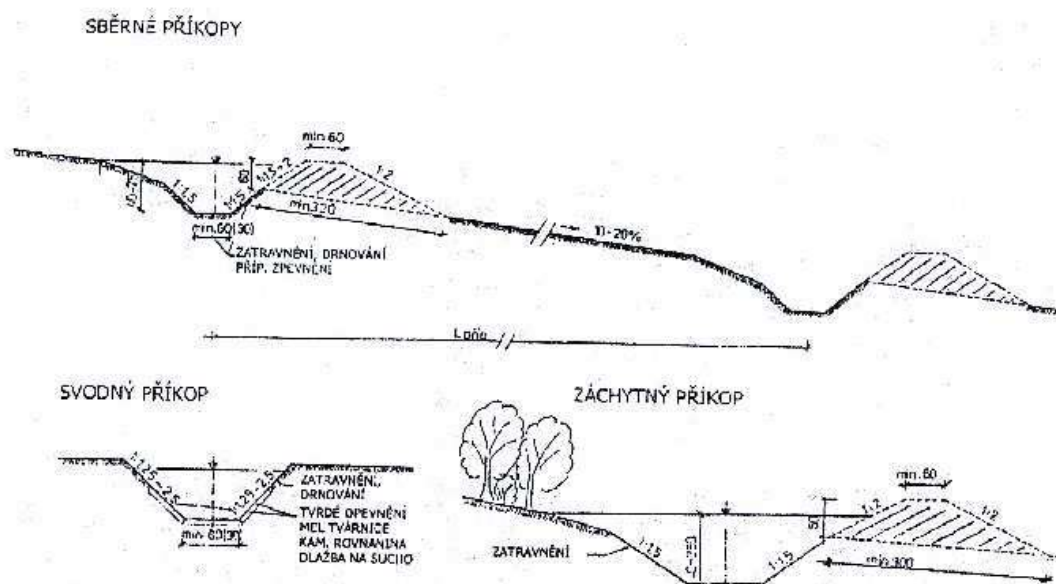
Povrchový odtok vyvolaný přívalovými dešti ohrožuje v malých povodích půdu, stavby a území různého druhu (měst, obcí, silnic, nádrží apod.) i životy lidí. Prvky protierozní ochrany tady plní důležitou funkci.

Protierozní příkopy

Používají se jako doplněk hydrografické sítě, zachycují a odvádí povrchové vody a splaveniny. Z funkčního hlediska se navrhují jako:

- a) záchytné (obvodové) k ochraně pozemků před přítokem vnějších vod, zejména z lesů;
- b) sběrné pro zachycení vnitřních vod, zpravidla k omezení příliš velké délky povrchového odtoku po pozemku;
- c) svodné pro zajištění neškodného odtoku do recipientů.

Na pozemcích se navrhují jako jednotlivé prvky nebo v soustavě, dále jako otevřené, nezpevněné nebo zpevněné, s příčným profilem ve tvaru lichoběžníku. Voda, odtékající při přívalových deštích, sebou odnáší kromě smyté půdy a erodovaného materiálu ze dna koryt i zbytky po sklizni, větve stromů apod., které mohou omezit nebo i zablokovat průtok v tzv. kritických profilech, což je náhlé zúžení koryta toku, např. propustek nebo profil mostku. Z těchto důvodů jsou především díky vyšší spolehlivosti, protierozní účinnosti i snazší údržbě, vhodnější přejezdné průlehy.



Obr. 12 Sběrný příkop, svodný příkop a záchytný příkop (podle Cáblika, 1963)

Průlehy

Slouží k zachycování, infiltraci a odvádění povrchově tekoucích vod po přívalových deštích či jarních táních. Průlehy řadíme k jednomu z neúčinnějších protierozních opatření. Jsou to mělké, vegetací zpevněné široké příkopy s mírnými sklony svahů

Podle funkce se dělí na:

- záchytné – slouží k ochraně pozemků před náhlými přívaly vod, budují se na pozemcích o sklonu do 15 %, maximálně do 18 % na základě překročené vypočtené limitní délky svahu.

Orientační parametry:

- podélný sklon – 0–3 %
- sklony svahů – 10–20 % (tj. 1:10 až 1:5)
- max. délka – 600 m
- max. hloubka – 100 cm
- min. hloubka – 20 cm

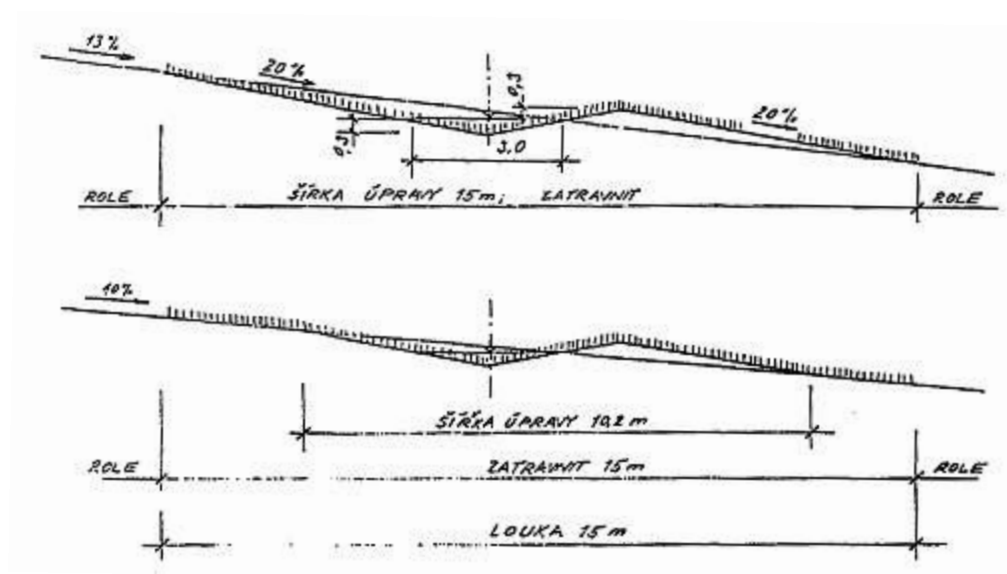
- sběrné vsakovací – vhodné jen pro propustné půdy; sběrné odváděcí – slouží k odvádění vody z pozemku.

- svodné – slouží k odvedení vody a erozního smyvu ze záchytných průlehů, zejména z přívalových dešťů nebo náhlého tání sněhu.

- Orientační parametry: střední průtočná rychlost – pro zatravněné $1,5 \text{ m.s}^{-1}$, pro ostatní podle druhu zpevnění

- příčný profil – parabolický příp. lichoběžníkový, sklon 1:10 až 1:5
- max. hloubka – 100 cm
- min. hloubka – 30 cm
- min. šířka – 300 cm
- podélný sklon – 1–20 ‰

Uvnitř pozemků se navrhuje k přerušení povrchového odtoku jako jednotlivé protierozní prvky nebo v soustavě paralelně. Vhodné jsou pro svahy se sklonem do 15 ‰ (8°).



Obr. 13 Protierozní průleh přejezdce (Zdroj: Podhrázská, Dufková, 2005)

Polní cesty s protierozní funkcí

Systém protierozní ochrany vhodně doplňuje síť polních cest, jsou-li opatřené příkopy nebo průlehy na straně svahu. Výhodné je požadavky na komunikační propojení spojit s řešením protierozní ochrany. Pozemky nejsou zbytečně tříštěny a jejich ochrana před erozí je vyšší. Polní cesty nad terénem mohou sloužit i jako protierozní hrázky.

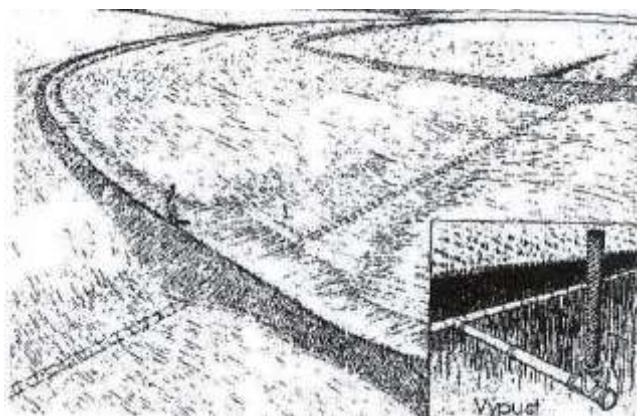
Zatrávnění údolnice

V důsledku morfologické rozmanitosti zemědělské krajiny dochází zejména na příčně zvlněných pozemcích během přívalemých dešťů a jarního tání k soustředění po povrchu odtékající vody a vytváření hlubokých erozních rýh. Je proto nezbytné chránit tyto potenciální dráhy soustředěného povrchového odtoku co nejdokonaleji vegetačním krytem, nejlépe zatrávněním. Zatrávněné údolnice se navrhuje k ochraně drah povrchového odtoku, který se v důsledku členitosti terénu soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích. Mají

charakter přirozených nebo upravených svodných průlehů s vegetačním zpevněním. Příčný profil se upravuje do tvaru paraboly, méně často do tvaru lichoběžníku nebo trojúhelníku. Parametry zatravněné údolnice se stanovují na základě hydrologického a hydraulického výpočtu. Údolnice musí být dobře odvodněna drenáží, aby nebyla poškozována při příčném přejíždění mechanizačních prostředků nebo při přecházení dobytka. Orba okolních pozemků by měla být vždy vedena kolmo na okraje údolnice, aby se zabránilo vytváření rýh podél travního porostu údolnice.

Protierozní hrázky

Jsou 1 až 1,5 m vysoké zemní hráze, budované na úpatí svahů pozemků, které slouží k ochraně komunikací před zaplavením vodou a zanesením splaveninami.



Obr. 14 Protierozní hrázka (podle Janečka, 2002)

Ochranné nádrže

Tento druh protierozního opatření slouží k akumulaci, retenci a infiltraci povrchového toku a k zachycení splavenin; jsou většinou závěrečným prvkem systému protierozním opatření. Budují se pro zvýšení ochrany vodních zdrojů a intravilánů jako:

- 1) nádrže s vodním obsahem a vymezeným sedimentačním a retenčním prostorem;
- 2) suché retenční nádrže (poldry) ke krátkodobému zachycení povrchového odtoku a usazení splavenin

Nádrže jsou vhodné na místech, kde přes veškerá opatření provedená v povodí a na toku dochází k ohrožení intravilánu obcí přívalovými srážkami nebo k transportu látek

do povrchových vodních zdrojů. Měly by být schopné zadržet přívaly vody a splavenin s průměrnou dobou opakování alespoň 1x za 50 let.

1.3.2 Opatření před větrnou erozí půdy

Opatření chránící půdu před větrnou erozí dělíme stejně jako u vodní eroze na opatření organizační, agrotechnická a technická.

Organizační opatření

Základem organizačních opatření je uspořádání pozemků, výběr kultur podle náchylnosti k větrné erozi a jejich delimitace. Na velkých půdních blocích lze k zmírnění eroze využít pásové střídání plodin

Výběr pěstovaných plodin a delimitace druhů pozemků

Trvalé porosty jsou nejúčinnějším opatřením chránícím půdu před větrnou erozí. Trvalý travní porost chrání půdu před erozí a udržuje půdní vlhkost. Proto na erozí silně ohrožených půdách je nejvhodnější založení trvalého porostu. Do osevních postupů na erozně velmi náchylných půdách je proto vhodné zařadit víceleté pícniny (trávy a jeteloviny) a ozimé obilniny. Významně zvyšují ochranu půdy před erozí i ozimé meziplodiny, zvláště ve vazbě na přímý výsev následné plodiny do jejich strniště. Před větrem se musí chránit rostliny náchylné v počáteční růstové fázi jako např. kukuřice, slunečnice, okopaniny, zelenina, mák.

Pásové střídání plodin

Pásové střídání patří k základním způsobům ochrany před větrnou erozí. V oblastech s velkou intenzitou větrné eroze se pásy orné půdy střídají s trvale zatravněnými pásy. V oblastech méně ohrožených stačí střídat plodiny odolnější vůči větru s méně odolnými. Pásy oseté plodiny odolnými vůči větrné erozi nebo strniště zeslabují sílu větru při povrchu půdy, zmírňují nebo zabraňují odnosu půdy a snižují výpar vody z polí nechráněných plodinami. Obvykle se navrhuje pásy od 40 až 50 m do 100 až 200 m. Na hlinitých půdách by pásy měly být širší než na písčitých. Při řádkovém výsevu nebo výsadbě by řádky měly být rovnoběžně s tou stranou půdního bloku, která je situovaná kolmo na převládající směr větru. Příkladem pásového střídání je střídání úzkých pásů kulisových plodin (např. 4 řádky kukuřice ponechané přes zimu), které chrání erozně rizikové plodiny (zelenina, cukrovka).

Ochranné pásy kulisových plodin chrání sousední plochy do vzdálenosti 20násobku výšky kulisy v závětrí a 10násobku výšky kulisy v návětrí. Šířka chráněného pásu v případě ponechané kukuřice o výšce cca 2 m je tedy maximálně 60 m.

Tvar a velikost pozemku

Nástrojem k vytváření nových půdních celků jsou pozemkové úpravy. Jimi lze pozemky uspořádat, scelovat a dělit při respektování všech požadavků na ochranu a tvorbu krajiny i nároků vlastníků. Zásadou je pozemky situovat delší stranou kolmo k převládajícím směrům větru a jejich šířku volit tak, aby umožňovala založení dostatečného počtu a šířky pásů při pásovém střídání plodin. Limitní rozměry pozemků jsou dány způsobem hospodaření (používání ochranných agrotechnologií) a existencí trvalých větrných bariér tvořících jejich přirozené hranice (ochranné lesní pásy, aleje, stromořadí, budovy, terénní překážky). Na nestrukturních písčitých půdách by neměla šířka nechráněného pozemku ve směru převládajících větrů přesáhnout 50 m.

Agrotechnická opatření

Půdu je nutné trvale udržovat (závlahou, hnojením apod.) ve strukturním stavu a zvyšovat tak její odolnost vůči větru. Při kultivaci ohrožených půd by se mělo používat nářadí, které půdu nerozprašuje, ale naopak tvoří hroudy. Požadavky na ochranu půdy silně ohrožené větrnou erozí splňuje bezorebné setí obilnin s ponecháním stojícího strniště, což je v dnešní době velký trend.

Technická opatření

Větrná eroze v České republice každoročně způsobuje velké škody, zejména v sušších a v teplejších oblastech s lehkými půdami. K výraznému zvýšení větrné eroze došlo v 50. letech 20. století, kdy byla kvůli vzniku rozsáhlých půdních ploch vyrušena krajinná zeleň. Prudké větry vanou nejvíce na jaře, kdy není půda chráněna vegetací. Proto je nanejvýš nutné, aby byla půda chráněna před erozí trvale. Rychlost větru a jeho škodlivý účinek na půdu lze snížit použitím umělých nebo přirozených zábran. Nejčastěji používané umělé zábrany jsou přenosné ploty z odpadových prken, odpadních hliníkových fólií, rákosu apod. Sít'ové uspořádání zábran nejvíce zmírňuje rychlost větru. K přirozeným překážkám patří větrolamy.

Trvalé lesní porost, tzv. ochranné lesní pásy – větrolamy, patří k nejúčinnějším opatřením proti větrné erozi. Jejich prospěšné účinky záleží v tom, že podstatně zmírňují

rychlost větru, chrání půdu před odnosem, snižují půdní výpar, regulují teplotu a vlhkost v přízemní vrstvě ovzduší, podporují rovnoměrnější ukládání sněhu. Jsou také zdrojem dřevní hmoty, umožňují hnízdění užitečného ptactva a zachycují semena plevelů rozšiřovaná větrem. Dobrá působnost větrolamů závisí na hustotě, druhové a věkové skladbě dřevin, které tvoří porost pásů, i na polohovém uspořádání pásů, jejich šířce a vzájemné vzdálenosti.

Větrolamy se dělí na tři základní typy:

- prodouvavý – větrolam složený z jedné či dvou řad stromů, bez keřového patra. Jeho protierozní efekt je nízký, navíc v kmenovém porostu aleje může docházet k tryskovému efektu
- neprodouvavý – porost je složen z více řad, dobře zapojený, keřové patro je vytvořeno, na návětrné i závětrné straně dochází k vytvoření uzavřené stěny. U neproudavého typu větrolamu sice klesá rychlost větru podstatně více, než u typu poloprodouvavého, ale na kratší vzdálenost.
- poloprodouvavý – tvořen z jedné nebo dvou řad stromů a keřového patra. Tento typ je nejvhodnější, protože zde dochází jak k obtékání vzdušných mas přes větrolam, tak také k jejich prostupování porostem. Na závětrné straně dochází ke splývání proudnic jež obtékají větrolam přes vrchol s těmi, které jím procházejí. Výslednice obou proudů pak směřuje k povrchu půdy ve větší vzdálenosti, než u větrolamu neprodouvavého.

Po vymezení území, které je ohroženo větrnou erozí, je třeba určit vzdálenost a umístění větrolamů. V rovinatém terénu by měly větrolamy vytvářet obrazce obdélníkového tvaru, kde delší strany představují hlavní větrolamy situované kolmo na převládající směr větru a kratší strany jsou vedlejší větrolamy. V členitém terénu je vhodné přihlížet k jeho konfiguraci a umístit pásy na vyvýšená místa, čímž se ještě zvýší účinnost. Pásy mají být orientovány tak, aby vznikl mezi nimi uzavřený obrazec, který by chránil celé území při měnícím se směru větru. Odstupovaná vzdálenost hlavních větrolamů se řídí účinností vzrostlého větrolamu a typem půdy, tedy na suchých a vysušených půdách 300 až 400 m, na hlinitých půdách 500 až 600 m, na těžkých půdách až 850 m s výjimkou specifických oblastí s těžkými půdami, které podléhají větrné erozi. Vedlejší pásy mohou být od sebe vzdáleny až 1000 m. Vzdálenost pásů by měla být volena, tak aby snížená rychlost větru mezi pásy byla nižší než je unášecí rychlost půdních částic. Důležitým předpokladem vysoké účinnosti ochranných lesních pásů je nejen jejich údržba, ale i správná volba dřevin. Je třeba zohlednit především

dvě základní podmínky – druhy musí odpovídat přírodním podmínkám a vyhovovat danému stanovišti a současně musí být vhodné pro konstrukci větrolamů, tj. dosáhnout vhodné výšky, zajistit potřebnou propustnost a dlouhověkost.

Nejčastěji jsou větrolamy zastoupeny dřevinou Topolem černým.



Obr. 15 Prořídlý větrolam, Prostějovsko (Foto: Petr Havlát)

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je vyhodnocení odebraných vzorků a na základě výsledků z vyhodnocení zjistit, jak velký vliv má vodní eroze půdy na stabilitu vybraných půdních vlastností. Teoretická část obsahuje informace o problematice půdní eroze a dále opatření na omezení důsledku působení eroze. Praktická část obsahuje odběr vzorků na dvou vybraných pozemcích v rámci jedné lokality. První pozemek je v mírném svahu a druhý je téměř rovina. Odebrané vzorky byly zpracovány v laboratoři. Byl provedený zrnitostní rozbor, stanovení pH a obsahu humusu.

3 METODIKA ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ

3.1 Odběr půdních vzorků

Vzorky na pozemku č. 1 byly odebrány v části nejvyššího bodu (pracovní název „**kopec**“), dále v části pod nejvyšším bodem (pracovní název „**pod kopcem**“), kde má dešťová voda největší energii a napáchá největší škody. Na pozemku č. 2 byl odebrán vzorek v místě největší roviny terénu (pracovní název „**rovina**“). Na každém stanovišti byl odebrán vzorek ze tří vrstev – seťové lůžko (5 - 10cm), ornice (20 - 25cm), podorničí (40 - 60cm). Výsledné vzorky byly složeny vždy z pěti dílčích vzorků a pečlivě promíchány a dále usušeny při pokojové teplotě. Pro srovnání jsem odebral i vzorky na místech, kde vlivem eroze zůstal jen písek. Dále jsem odebral vzorky z nánosů zeminy v příkopu pod pozemkem č. 1.

3.2 Příprava vzorků k rozborům

3.2.1 Příprava jemnozeme I.

Z hrubého na vzduchu vyschlého vzorku se odstraní hrubší skelet, novotvary a rostlinné zbytky. V třetí misce po částech vzorek rozmělnujeme tak, aby nebyly drceny částice (tedy třením, nikoliv roztloukáním). Rozmělněný vzorek se prosívá na sítu 2 mm, které je nasazeno na válcovité sběrné nádobě. Shora se uzavírá víkem, aby se omezilo prášení. (Jandák, 2003)

3.2.2 Příprava jemnozemě II.

Z jemnozemě I se odebere průměrný vzorek cca 10 g. Vyberou se z něho pečlivě všechny zbytky rostlinného a živočišného původu. Vzorek se rozetře na achátové misce tak, aby síto zadrželo pouze případný písek o velikosti 0,25-2,0 mm. Průměrnost vzorku musí být vždy pečlivě zachována. Jemnozem II. se používá především pro stanovení humusu, volných forem oxidů železa a celkového železa. (Jandák, 2003)

3.2.3 Příprava průměrného vzorku

Zemina se vysype ze sáčku na rovnou podložku, promíchá a její povrch se urovná tak, aby vznikla přibližně rovnoměrná vrstva. Navažované množství se odebírá po částech z různých míst. (Jandák, 2003)

3.3 Rozbor půdních vzorků

3.3.1 Zrnitostní složení půdy

Zrnitostní rozbor půdy podává údaje o poměrném (procentickém) zastoupení částic určité velikosti a je základem klasifikace půdy podle druhu nebo zrnitostní třídy. Výchozím materiálem pro zrnitostní rozbor je jemnozem I. Pokud půdní vzorek obsahuje podle odhadu více než 10 % částic větších než 2,0 mm provádí se stanovení skeletu. (Jandák, 2003)

3.3.1.1 Stanovení zrnitosti pipetovací metodou

Princip: Metoda patří do skupiny neopakované sedimentace. Pipetou odebíráme vzorek určitého objemu ze suspenze určité koncentrace. Vzorek odebíráme z určité hloubky a po určitém časovém intervalu od konce míchání suspenze, který se rovná době nezbytné k sedimentaci stanovené frakce do hloubky, z níž vzorek odebíráme. (Jandák, 2003)

Postup: Navážka 10,00 g, po ukončení preparace zředíme obsah kádinky destilovanou vodou, promícháme a sléváme do sedimentačního válce přes síto s průměrem ok menším jak 0,25 mm, které je vloženo do nálevky. Zbytky v kádince důkladně promyjeme a sestříhneme do válce. Částice větší jak 0,25 mm jež byly zachyceny na síti, sestříhneme do předem zvážené vysoušečky, vodu odpaříme na pískové lázni a pak 1 h sušíme v sušárně na 105 °C Po vychladnutí v exikátoru se sikativem přesně zvážíme, na analytických vahách. Hmotnost 32 frakce D zapíšeme. Suspenzi v sedimentačním válci doplníme na značku 1 l vodou vytemperovanou na 20 °C. Potom válec umístíme na sedimentační stůl a jeho obsah v celé výšce vodního sloupce dokonale promícháme míchadlem po dobu jedné minuty. Od okamžiku ukončení míchání začneme měřit stopkami dobu sedimentace. Po uplynutí

sedimentační doby pro příslušnou frakci pipetujeme z předepsané hloubky automatickou pipetou 25 ml suspenze. Rychlost nasávání pipety regulujeme tak, aby v čase sedimentace byla napipetována polovina objemu pipety. Po nasátí celého objemu pipety její obsah vypustíme do zvážené porcelánové vysoušečky o objemu min. 30 ml a pipetu do ní vypláchneme malým množstvím vody. Obsah vysoušečky opatrně odpaříme na pískové lázni, dosoušíme v sušárně při teplotě 105 °C, necháme vychladnout v exikátoru se sikativem a zvážíme hmotnost frakce. Metoda je poměrně přesná, neboť se provádí v suspenzi s destilovanou vodou, bere se v úvahu skutečná měrná hmotnost vzorku, teplota suspenze, a dokud není navážena sušina vzorku výsledky se přepočítávají na sušinu navážky. (Jandák, 2003)

Tabulka 2 Zrnitostní klasifikace podle Nováka (Jandák, 2003)

Obsah částic < 0,01 mm (%)	Označení půdního druhu	Základní půdní druhy
0	písek	lehká půda
0 – 10	písčítá	
10 – 20	hlinitopísčítá	
20 - 30	písčitohlinitá	střední půda
30 – 45	hlinitá	
45 – 60	jílovitohlinitá	těžká půda
60 – 75	jílovitá	
> 75	jíl	

3.3.2 Stanovení výměnné půdní reakce

Do vhodných nádobek se naváží 10 g jemnozemě I, přeleje se 25 ml roztoku KCl. Poté se suspenze důkladně míchá po dobu 5 minut, vloží se elektrody a měří se pH, po ustálení hodnoty se hodnota odečte a zapíše (Jandák, 2003)

Tabulka 3 Hodnocení výsledků pH (Jandák, 2003)

pH/KCl	Hodnocení zeminy
< 4,5	Silně kyselá
4,6 – 5,5	Kyselá
5,6 – 6,5	Slabě kyselá
6,6 – 7,2	Neutrální
> 7,3	Alkalická

3.3.3 Stanovení půdní organické hmoty

3.3.3.1 Oxidimetrické stanovení

(mokrou cestou – metoda Walkley – Black, modif. Novák – Pelíšek)

Postup: Vzorek zeminy se jemně rozetře v achátové misce, navážka vychází z předpokladu obsahu humusu, navážíme jemnozlem II dle tabulky do Erlenmayerovy baňky o objemu 250 ml. Z byrety přidáme 10 ml dichromanu draselného a 10 ml konc. kys. sírové a obsah se opatrně krouživým pohybem promíchá tak, aby zemina neulpěla na stěnách nádoby. Směs se ponechá v klidu nejméně 1 hodinu. Pak se zředí cca 200 ml destilované vody, na maskování Fe^{2+} se válečkem přidá cca 6 ml konc. kys. fosforečné a 5-7 kapek indikátoru o-fenantrolinu. Titrujeme 0,5 M Mohrovou solí. Barevný přechod indikující konec titrace probíhá z lahově zelené do hnědočervené barvy. (Jandák, 2003)

Tabulka 4 Hodnocení půd podle procenta obsahu stanoveného humusu (Jandák, 2003)

Hodnocení obsahu humusu	Humus (%)
Velmi vysoký	Více než 5
Vysoký	3 – 5
Střední	2 – 2,9
Nízký	1 – 1,9
Velmi nízký	Méně než 1

4 POPIS LOKALITY

Pozemky, ze kterých byly odebrány vzorky se nachází v obci Vlkov, katastrální území Vlkov u Osové Bítýšky. Území patří do bramborářské výrobní oblasti s průměrnou nadmořskou výškou 510 m. n. m. V okolí obce převažuje prvohorní krystalinikum (pararula, migmatit, ortorula). Podle geomorfologického členění je území zařazeno do provincie Česká vysočina, subprovincie Českomoravská vrchovina, celku Křižanovská vrchovina, podcelku Bítešská vrchovina. Vlivem fungování několika bioplynových stanic v okolí, byl přerušen klasický osevní postup a aplikuje se zde tzv. rotace 3 plodin (kukuřice, pšenice, řepka). Dalším velice problematickým faktorem ovlivňujícím půdní erozi je scelení pozemků do velkých lánů (40 – 60 ha) a tím pádem totální odstranění krajinných prvků. V neposlední řadě je velký problém špatný způsob orby – po svahu dolů. Pro odběr vzorků jsem vybral dva velké pozemky vzdálené od sebe cca 1 km.

4.1 Pozemek č. 1

První pozemek je v mírném svahu (cca 5°). Tento pozemek má rozlohu cca 60 ha a je tvořen mnoha malými parcelami o průměrné rozloze 2900 m². BPEJ pozemku je 7.29.11 a spadá do 1. třídy ochrany zemědělského půdního fondu. Její průměrná cena (dle vyhlášky 441/2013 Sb.) je stanovena na 7,04 Kč za m². Bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 0 do 100, vyjádřena hodnotou 37.



Obr. 16 Mapa pozemku č. 1 (Zdroj: Nahližení do katastru nemovitostí, online)



Obr. 17 Detail mapy pozemku č. 1. kde eroze páchá největší škody (Zdroj: Nahlížení do katastru nemovitostí, online)



Obr. 18 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – odnos zeminy při vydatnějším dešti (19.8.2014 Foto: Martin Havlát)



*Obr. 19 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zemina byla splavena do příkopu
(19.8.2014 Foto: Martin Havlát)*



*Obr. 20 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – čerstvě odklizený nános zeminy na vozovce
(19.8.2014 Foto: Martin Havlát)*



Obr. 21 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – odstranění a odvoz naplavené zeminy z příkopu na skládku (29.8.2014 Foto: Martin Havlát)



Obr. 22 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – příkop po odstranění naplavené zeminy (29.8.2014 Foto: Martin Havlát)



Obr. 23 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – „obnovený“ příkop po dalším dešti
(4.9.2014 Foto: Martin Havlát)



Obr. 24 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – erozní rýhy na zasetém pozemku
(6.9.2014 Foto: Martin Havlát)



Obr. 26 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda v porostu - zbyl pouze písek (21.10.2014 Foto: Martin Havlát)



Obr. 25 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – erozní rýhy v porostu (21.10.2014 Foto: Martin Havlát)



Obr. 27 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – hloubka erozních rýh je 20 cm i více
(21.10.2014 Foto: Martin Havlát)



*Obr. 28 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – erozní rýha ve vzrostlejší porostu
(24.4.2015 Foto: Martin Havlát)*



Obr. 29 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda – byly vyplaveny i posklizňové zbytky po předešlé plodině - kukuřici (24.4.2015 Foto: Martin Havlát)



*Obr. 30 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda v porostu
(24.4.2014 Foto: Martin Havlát)*



*Obr. 31 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda v porostu
(24.4.2014 Foto: Martin Havlát)*

4.1.1 BPEJ

Bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ) je pětímístný číselný kód charakterizující zemědělské pozemky. Jednotlivé číselné hodnoty vyjadřují hlavní půdní a klimatické podmínky, které mají vliv na produkční schopnost zemědělské půdy a její ekonomické ohodnocení. (Zdroj: *eKatalog BPEJ*)

Její základ vychází z komplexního průzkumu půd (KPP) provedeného v letech 1961–1970 pomocí kopaných sond. V současnosti i nadále probíhá aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) a také dochází k modernizaci systému BPEJ. Cílem bonitace je zhodnocení a hospodářské ocenění všech agronomicky a ekonomicky rozhodujících vlastností zemědělského území nebo pozemků. (Novotný a kol. 2013)

BPEJ byly vyčleněny na základě podrobného vyhodnocení charakteristik klimatu, morfogenetických vlastností půd, charakteristických půdotvorných substrátů a jejich skupin, svažitosti pozemků, jejich expozice ke světovým stranám, skeletovitosti a hloubky půdního profilu.

Konkrétní vlastnosti BPEJ v bonitačních mapách i datové bázi jsou vyjádřeny pětímístným číselným kódem.

Struktura kódu:

A.BB.CD

A: klimatický region (0–9)

BB: Hlavní půdní jednotka (HPJ 01–78, rozdělené do 13 základních skupin)

C: sdružený kód svažitosti a expozice (0–9)

D: sdružený kód hloubky a skeletovitosti (0–9)

(Podhrázká 2006)

Všechny hodnocené vzorky, které byly odebrány na tomto pozemku mají kód **BPEJ 7.29.11**

4.1.1.1 Rozbor kódu BPEJ:

Klimatický region 7 (MT 4):

- mírně teplý, vlhký

- suma teplot nad 10 °C 2200–2400
- průměrná roční teplota 6–7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- pravděpodobnost suchých vegetačních období 5–15 %
- vláhová jistota ve vegetačním období >10

Hlavní půdní jednotka 29:

Kambizemě modální až mezobazické, včetně slabě oglejených variant. Mocnost ornice je mělká až středně hluboká, struktura je drobovitá a hlubší horizonty jsou bezstrukturní.

Kombinace svažitosti a expozice 1:

- sklonitost 3–7° = mírný sklon
- expozice = se všesměrnou expozicí

Kombinace hloubky profilu a skeletovitosti 1:

- skeletovitost:
 - o bezskeletovitá, s příměsí (s celkovým obsahem skeletu do 10%)
 - o slabě skeletovitá (s celkovým obsahem skeletu 10 – 25%)
- hloubka půdního profilu :
 - o půda hluboká (> 60cm)
 - o půda středně hluboká (30 > 60cm)

Tabulka 5 Charakteristika

zrnatost	h - ph	středně těžká
pórovitost (% obj.)	43 – 48	mírně až středně pórovitá
MKVK (% obj.)	cca 37	silně vododržná
humus (%)	2 – 3	střední
uhličitany (%)	0	-
pH (K (I))	4,5 – 5,6; 5,6 – 6,5	kyselá; slabě kyselá
sorbční kapacita (mmol+/100g)	10 – 22	nízká až střední
stupeň sorbčního nasycení (%)	30 – 50; 50 – 75; < 30	nenasycená; slabě nasycená; silně nasycená
měrný odpor (kPa)	45 - 55	-

(Zdroj: eKatalog BPEJ)

4.2 Pozemek č. 2

Druhý pozemek je téměř rovina. Tento pozemek má rozlohu cca 30 ha a je tvořen mnoha malými parcelami o průměrné rozloze 3600 m². BPEJ pozemku je 7.50.11 a spadá do 3. třídy ochrany zemědělského půdního fondu. Její průměrná cena (dle vyhlášky 441/2013 Sb.) je stanovena na 4,04 Kč za m². Bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 0 do 100, vyjádřena hodnotou 30.



Obr. 32 Mapa pozemku č. 2 (Zdroj: Nahlížení do katastru nemovitostí, online)

4.2.1 BPEJ

Konkrétní vlastnosti BPEJ v bonitačních mapách i datové bázi jsou vyjádřeny pětímístným číselným kódem.

Struktura kódu:

A.BB.CD

A: klimatický region (0–9)

BB: Hlavní půdní jednotka (HPJ 01–78, rozdělené do 13 základních skupin)

C: sdružený kód svažitosti a expozice (0–9)

D: sdružený kód hloubky a skeletovitosti (0–9)

(Podhrázká 2006)

Všechny hodnocené vzorky, které byly odebrány na tomto pozemku mají kód **BPEJ 7.50.11**

4.2.1.1 Rozbor kódu BPEJ:

Klimatický region 7 (MT 4):

- mírně teplý, vlhký
- suma teplot nad 10 °C 2200–2400
- průměrná roční teplota 6–7 °C
- průměrný roční úhrn srážek 650–750 mm
- pravděpodobnost suchých vegetačních období 5–15 %
- vláhová jistota ve vegetačním období >10

Hlavní půdní jednotka 50:

Kambizemě oglejené a glejové, dále modální, kambické a districké pseudogleje. Hloubka půdy je středně hluboká až hluboká s mělkou až středně hlubokou mocností ornice. Struktura je drobtovitá a hlubší horizonty jsou bezstrukturní.

Kombinace svažitosti a expozice 1:

- sklonitost 3–7° = mírný sklon
- expozice = se všesměrnou expozicí

Kombinace hloubky profilu a skeletovitosti 1:

- skeletovitost:
 - bezskeletovitá, s příměsí (s celkovým obsahem skeletu do 10%)
 - slabě skeletovitá (s celkovým obsahem skeletu 10 – 25%)
- hloubka půdního profilu :
 - půda hluboká (> 60cm)
 - půda středně hluboká (30 > 60cm)

Tabulka 6 Charakteristika

zrnitost	ph - h	lehčí středně těžká až středně těžká
pórovitost (% obj.)	43 – 47	mírně až středně pórovitá
MKVK (% obj.)	cca 37	silně vododržná
humus (%)	2 – 3; > 3	střední; vysoký (ve vyšších polohách)
uhličitany (%)	0	u opuk ve spodině
pH (K (I))	4,5 – 5,6; 5,6 – 6,5	kyselá; slabě kyselá
sorbční kapacita (mmol+/100g)	10 – 22	nízká až střední
stupeň sorbčního nasycení (%)	30 – 50; 50 – 75; < 30	nenasycená; slabě nasycená; silně nasycená
měrný odpor (kPa)	45 - 60	-

(Zdroj: eKatalog BPEJ)

5 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE

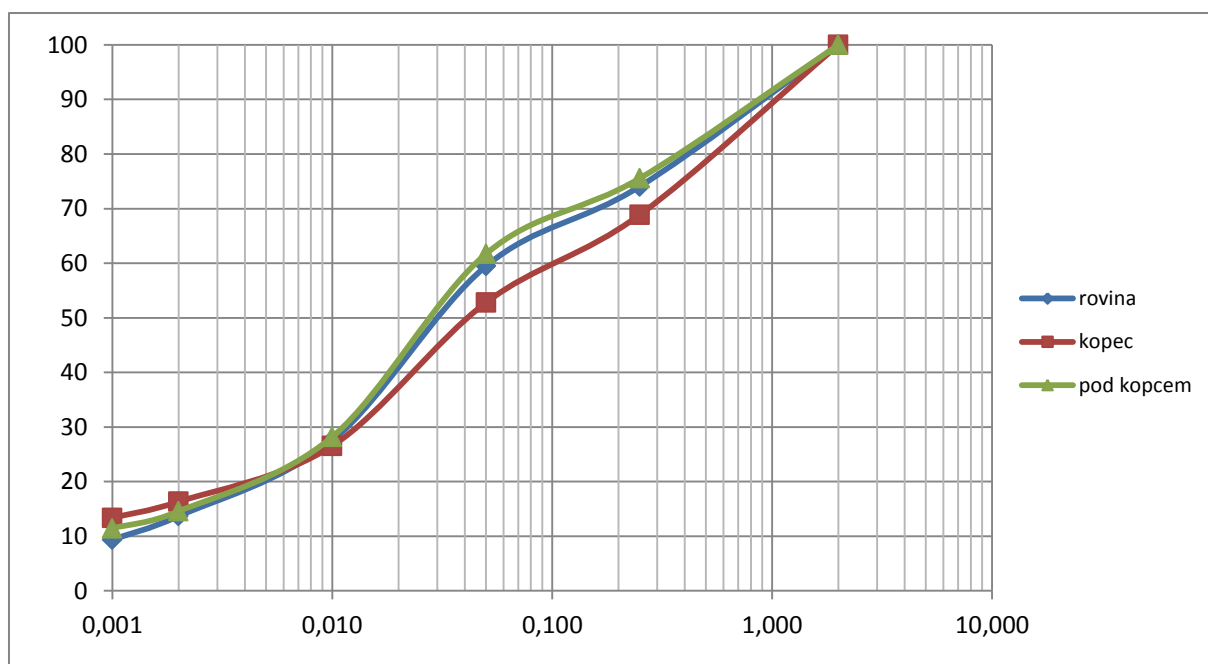
Neporušené a sypké vzorky půdy ze sledovaných lokalit byly odebrány dne 28. 10. 2014. Vzorky byly odebrány po sklizni, na všech parcelách byla před sklizní vegetačním pokryvem obilnina. Po provedení rozboru byly získány hodnoty humusových částic v půdě, pH půdy a dále zrnitost.

5.1 Zrnitostní rozbor

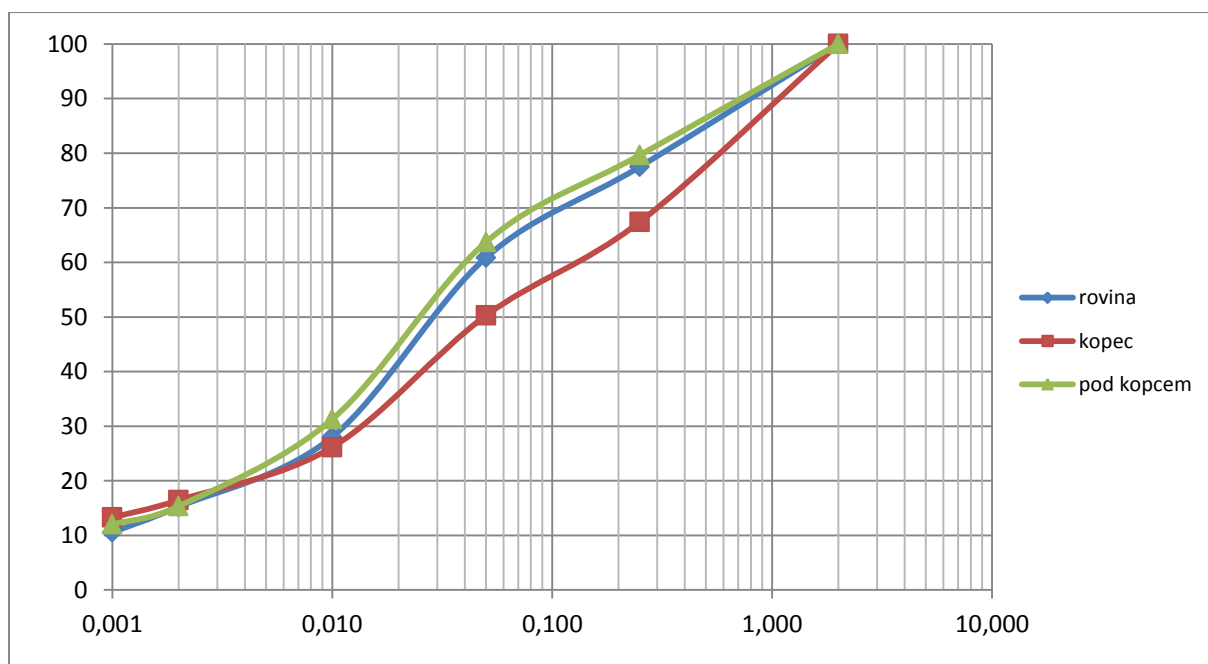
Tabulka 7 Zrnitostní rozbor

Obsah částic o rozměru méně než (%)					Půdní druh dle Nováka
Vzorek	0,05	0,01	0,002	0,001	
Rovina ₁	59,48	27,52	13,68	9,36	Ph
Rovina ₂	60,88	28,04	15,24	10,56	Ph
Rovina ₃	62,52	32,68	20,12	15,80	H
Kopec ₁	52,80	26,56	16,32	13,36	Ph
Kopec ₂	50,28	26,16	16,44	13,28	Ph
Kopec ₃	54,60	31,48	19,88	16,24	H
Pod kopcem ₁	61,72	28,20	14,56	11,44	Ph
Pod kopcem ₂	63,72	31,28	15,36	12,00	H
Pod kopcem ₃	65,56	33,44	16,28	13,24	H
Písčité místa vyplavena vodou	10,60	3,64	3,48	1,96	P
Naplavená zemina v příkopu	71,08	21,88	11,84	8,72	Ph

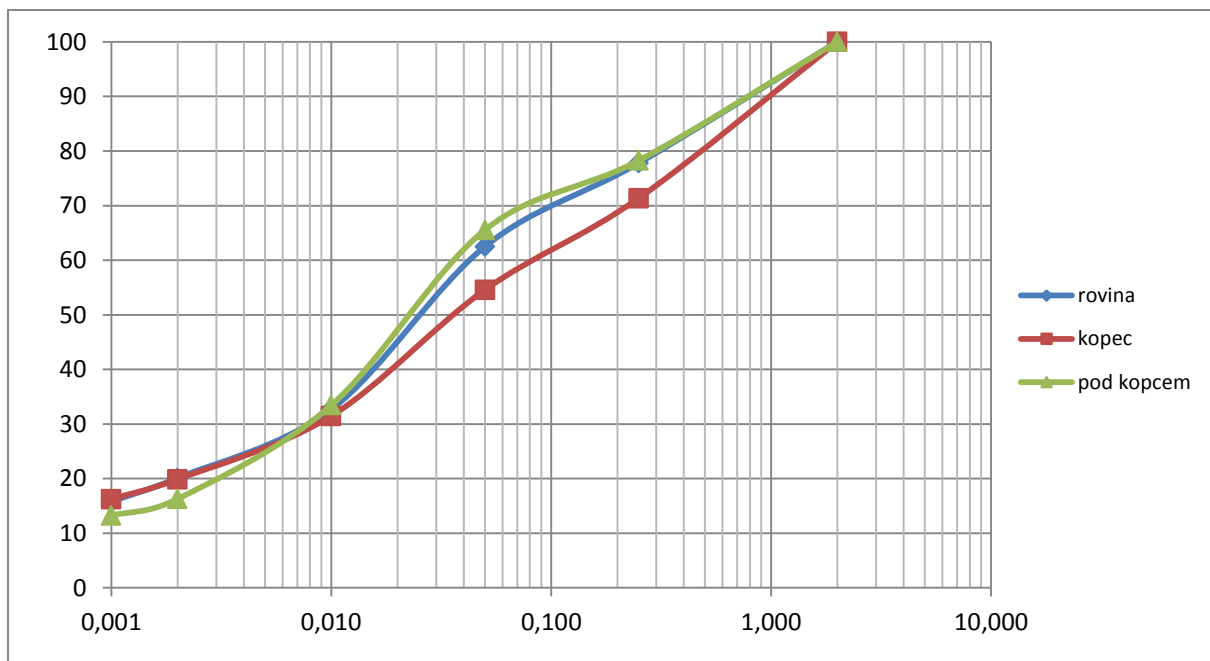
1 – seťové lůžko (5 – 10 cm); 2 – ornice (20 – 25 cm); 3 – podorničí (40 – 60 cm)



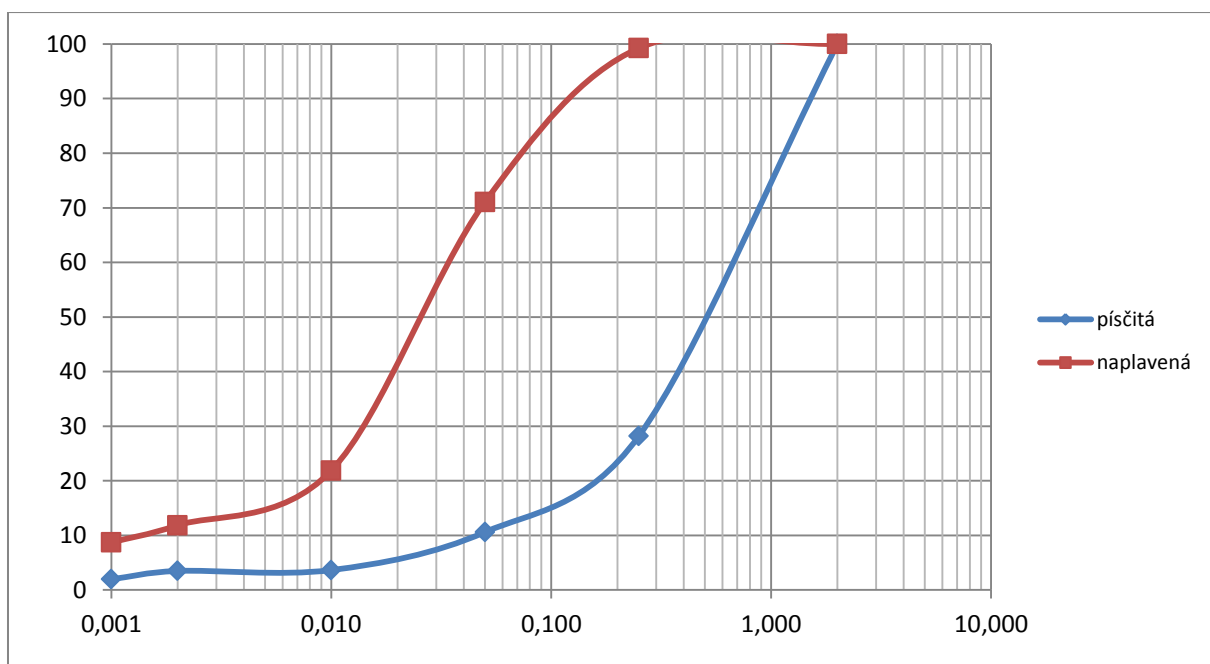
Obr. 33 Zrnitostní křivka - seťové lůžko (5 – 10 cm)



Obr. 34 Zrnitostní křivka - ornice (20 – 25 cm)



Obr. 35 Zrnitostní křivka - podorničí (40 – 60 cm)



Obr. 36 Zrnitostní křivka - vzorky z erodovaných ploch a z ploch s naplavenou zeminou

Zrnitostní rozbor ukazuje, že na obou pozemcích je půda písčitohlinitá až hlinitá a spadá do kategorie středně těžkých půd. Hodnocení BPEJ v tomto případě odpovídá. Při přímém srovnání míst ochuzených erozí a míst s naplavenou zeminou je vidět velký rozdíl v množství jílnatých částic ($< 0,01$ mm). V případě míst ochuzených erozí je množství jílnatých částic na

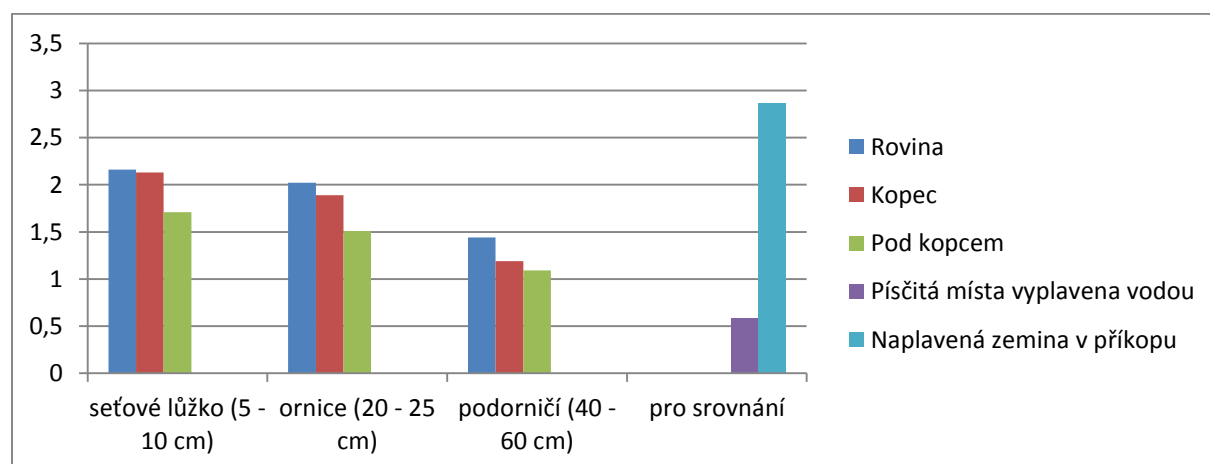
hodnotě **3,64 %**, což je dle klasifikace půdních druhů půda písčitá. U míst s naplavenou zeminou je množství jílnatých částic na hodnotě **21,88 %**, což je dle klasifikace půda písčitohlinitá. Tyto výsledky ukazují na značný rozdíl fyzikálních vlastností půd takovýchto ploch a především na obrovské lokální odchylky od hodnot mapovaných dle BPEJ.

5.2 Výsledky stanovení obsahu humusu

Tabulka 8 Výsledky stanovení obsahu humusu

Místo	Obsah humusu ve vzorku (%)
Rovina ₁	2,16
Rovina ₂	2,02
Rovina ₃	1,44
Kopec ₁	2,13
Kopec ₂	1,89
Kopec ₃	1,19
Pod kopcem ₁	1,71
Pod kopcem ₂	1,51
Pod kopcem ₃	1,09
Písčité místa vyplavena vodou	0,59
Naplavená zemina v příkopu	2,86

1 – seťové lůžko (5 – 10 cm); 2 – ornice (20 – 25 cm); 3 – podorničí (40 – 60 cm)



Obr. 37 Obsah humusu

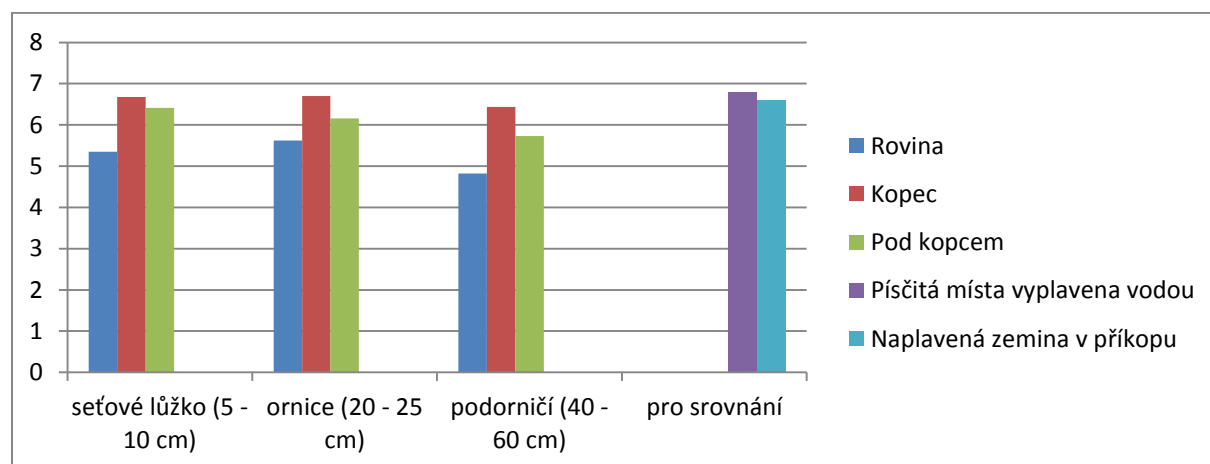
Z grafu je dobře čitelné, že největší úbytek humusu je v části pod nejvyšším bodem pozemku č. 1 (pracovní název „pod kopcem“), kde tvoří vodní eroze největší škody. Obsah humusu je v tomto místě klasifikován jako nízký. V části nejvyššího bodu pozemku č. 1 (pracovní název „kopec“) je obsah humusu klasifikován jako nízký až střední. Dle hodnocení BPEJ by na tomto pozemku měl být obsah humusu střední (2 – 3%), což v tomto případě neodpovídá. Na pozemku č. 2 (pracovní název „rovina“) byl obsah humusu nejvyšší a byl klasifikován jako střední. Bohužel ani v tomto případě hodnoty zcela neodpovídají hodnocení BPEJ, které by dle klasifikace měly být střední až vysoké (2 – 3%; > 3%). Pro lepší představu degradace půdy vlivem vodní eroze je z tabulky možné vyčíst, že na písčitých vyplavených místech je obsah humusu pouhých **0,59%**, což je alarmující hodnota. Naopak zemina s nejvyšším obsahem humusu (**2,86%**) je splavena v příkopu. Vložená fotodokumentace je jasným důkazem, že nejcennější zemina je odvážena na skládky, místo aby nám zůstala na pozemcích.

5.3 Výsledky stanovení pH

Tabulka 9 Výsledky stanovení pH

Místo	pH/KCl
Rovina ₁	5,35
Rovina ₂	5,62
Rovina ₃	4,82
Kopec ₁	6,68
Kopec ₂	6,70
Kopec ₃	6,44
Pod kopcem ₁	6,41
Pod kopcem ₂	6,16
Pod kopcem ₃	5,73
Písčité místa vyplavena vodou	6,80
Naplavená půda v příkopu	6,60

1 – seťové lůžko (5 – 10 cm); 2 – ornice (20 – 25 cm); 3 – podorničí (40 – 60 cm)



Obr. 38 Výsledky pH

Stanovené hodnoty pH jsou v rozmezí 4,8 – 5,6 v případě pozemku č. 2 (pracovní název „rovina“). U pozemku č. 1 (pracovní název „kopec“ + „pod kopcem“) jsou hodnoty v rozmezí 5,7 – 6,7. Výsledné hodnoty se shodují s hodnocením BPEJ, které udává rozmezí 4,5 – 5,6; 5,6 – 6,5, což odpovídá klasifikaci kyselá; slabě kyselá půda.

6 ZÁVĚR

Vyhodnocením výsledků z provedených rozborů se nám odkryl dopad neblahého trendu současnosti tzv. „průmyslového zemědělství“. Tímto pojmem jsou označovány velké zemědělské podniky, které preferují velké půdní bloky o velikosti 100 hektarů a více, nechtějí slyšet o stabilizaci krajiny, ale zajímá je pouze výnos a maximální ekonomická efektivita z jejich zemědělské činnosti bez ohledu na následky. Jelikož drtivá většina podniku obdělávanou půdu nevlastní, ale má ji v pronájmu, tak ani nemají důvod se o půdu nějakým způsobem starat. Myšleno zabránit erozi a degradaci půdy. V případě, že nastane okamžik, kdy je půda vyčerpaná a nesplňuje již očekávaný výnos, může ukončit pronájem pozemku a nese jen obtížně vymahatelnou právní odpovědnost za nevratné zničení půdy.

Z výsledků jasně plyne, že dochází k masivní degradaci půdy na velkých půdních blocích, především v místě pod nejvyšším bodem svahu. V tomto místě má totiž voda největší energii a působí velké i přes 20 centimetrů hluboké erozní rýhy a písčité neúrodné plochy. Ta nejcennější zemina, která má vysoký obsah humusu je splavena do příkopů a kanálů. Odkud je následně odbagrována a odvezena na skládky. Tato skutečnost se může opakovat i několikrát za rok.

K zabránění vodní eroze na půdních blocích je nutné navrátit zpět do krajiny základní krajinnotvorné prvky, jako jsou zejména meze a remízy. Když zmíněné krajinnotvorné prvky vložíme do velkých půdních bloků ohrožených erozí, tak se odtok vody na půdním bloku zpomalí a zemina zůstane na pozemku, nikoliv mimo něj.

V případě pozemku č. 1, který má rozlohu cca 60 hektarů a je v mírném svahu (cca 5°), bych navrhoval umístit dvě protierozní meze v horizontálním směru. Tyto meze vytvoří „schodek“ (terasu), který zbrzdí vodu v problematickém místě pod nejvyšším bodem svahu.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Cáblík, J., Jůva, K. (1963): Protierozní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 324 s.

JANDÁK, Jiří. *Cvičení z půdoznalství*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 92 s. ISBN 978-80-7157-733-1.

Janeček, M. a kol. (2002): Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV Nakladatelství, Praha, 201 s.

Janeček, M. a kol. (2007): Ochrana zemědělské půdy – metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha, 76 s.

Javůrek, M., Vach., M. (2008): Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 26 s.

Novotný Ivan a kol. (2013): Bonitace ZPF, Metodika mapování a aktualizace BPEJ. VÚMOP Praha, 174 stran.

Podhrázká, J., Dufková, J. (2005): Protierozní ochrana půdy. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita Agronomická fakulta, Brno, 99 s.

Stehlík, O. (1981): Vývoj eroze půdy v ČSR. Geografický ústav ČSAV, Brno, 44 s. Pasák, V.

a kol. (1984): Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství. Praha, 164 s.

Vyhláška MZe č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci

7.1 Internetové zdroje

EKatalog BPEJ | Encyklopedie bonitovaných půdně ekologických jednotek [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://bpej.vumop.cz>

Nahlížení do katastru nemovitostí | Nahlížení do katastru nemovitostí [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>

Mapa potenciální ohroženosti zemědělských půd vodní erozí v ČR [Map of potential endangering of agricultural soils by water erosion in the Czech Republic] [online]. [cit. 2008-01-01]. Dostupné z: http://www.mze.cz/attachments/0_Map1

Mapa potenciální ohroženosti zemědělských půd větrnou erozí v ČR [Map of potential endangering of agricultural soils by wind erosion in the Czech Republic] [online]. [cit. 2008-01-01]. Dostupné z: http://www.mze.cz/attachments/0_Map2

8 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

8.1 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Snížení smyvu oproti úhoru (neoseté pole)</i>	<i>26</i>
<i>Tabulka 2 Zrnitostní klasifikace podle Nováka (Jandák, 2003).....</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 3 Hodnocení výsledků pH (Jandák, 2003)</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 4 Hodnocení půd podle procenta obsahu stanoveného humusu (Jandák, 2003)</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 5 Charakteristika.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 6 Charakteristika.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 7 Zrnitostní rozbor</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 8 Výsledky stanovení obsahu humusu</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 9 Výsledky stanovení pH</i>	<i>63</i>

8.2 Seznam obrázků

<i>Obr. 1 Řemínkové parcely</i>	8
<i>Obr. 2 Současný stav</i>	10
<i>Obr. 3 Mapa potencionální ohroženosti půd vodní erozí</i>	16
<i>Obr. 4 Vyškovsko (Foto: František Havlát)</i>	17
<i>Obr. 5 Šardice (Foto: František Havlát)</i>	17
<i>Obr. 6 Vilémov (Foto: František Havlát)</i>	18
<i>Obr. 7 Mapa potencionální ohroženosti půd větrnou erozí</i>	20
<i>Obr. 8 Hodonínsko (Foto: František Havlát)</i>	21
<i>Obr. 9 Protierozní mez (remíz) (Foto: František Havlát)</i>	30
<i>Obr. 10 Využití teras na vinicích a ovocných sadech Jižní Moravy (Zdroj: Janeček a kol., 2002)</i>	31
<i>Obr. 11 Terasy v přírodní krajině (Zdroj: Janeček a kol., 2002)</i>	31
<i>Obr. 12 Sběrný příkop, svodný příkop a zachytný příkop (podle Cáblika, 1963)</i>	33
<i>Obr. 13 Protierozní průleh přejížděcí (Zdroj: Podhrázská, Dufková, 2005)</i>	34
<i>Obr. 14 Protierozní hrázka (podle Janečka, 2002)</i>	35
<i>Obr. 15 Prořídilý větrolam, Prostějovsko (Foto: Petr Havlát)</i>	39
<i>Obr. 16 Mapa pozemku č. 1 (Zdroj: Nahlížení do katastru nemovitostí, online)</i>	44
<i>Obr. 17 Detail mapy pozemku č. 1. kde eroze páchá největší škody (Zdroj: Nahlížení do katastru nemovitostí, online)</i>	45
<i>Obr. 18 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – odnos zeminy při vydatnějším dešti (19.8.2014 Foto: Martin Havlát)</i>	45
<i>Obr. 19 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zemina byla splavena do příkopu (19.8.2014 Foto: Martin Havlát)</i>	46
<i>Obr. 20 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – čerstvě odklizený nános zeminy na vozovce (19.8.2014 Foto: Martin Havlát)</i>	46
<i>Obr. 21 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – odstranění a odvoz naplavené zeminy z příkopu na skládku (29.8.2014 Foto: Martin Havlát)</i>	47
<i>Obr. 22 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – příkop po odstranění naplavené zeminy (29.8.2014 Foto: Martin Havlát)</i>	47
<i>Obr. 23 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – „obnovený“ příkop po dalším dešti (4.9.2014 Foto: Martin Havlát)</i>	48

<i>Obr. 24 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – erozní rýhy na zasetém pozemku</i> (6.9.2014 Foto: Martin Havlát)	48
<i>Obr. 25 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – erozní rýhy v porostu</i> (21.10.2014 Foto: Martin Havlát).....	49
<i>Obr. 26 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda v porostu - zbyl pouze písek</i> (21.10.2014 Foto: Martin Havlát)	49
<i>Obr. 27 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – hloubka erozních rýh je 20 cm i více</i> (21.10.2014 Foto: Martin Havlát)	50
<i>Obr. 28 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – erozní rýha ve vzrostlejší porostu</i> (24.4.2015 Foto: Martin Havlát)	51
<i>Obr. 29 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda – byly vyplaveny i posklizňové zbytky po předešlé plodině - kukuřici</i> (24.4.2015 Foto: Martin Havlát).....	51
<i>Obr. 30 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda v porostu</i> (24.4.2014 Foto: Martin Havlát)	52
<i>Obr. 31 Fotodokumentace eroze na pozemku č. 1 – zdevastovaná půda v porostu</i> (24.4.2014 Foto: Martin Havlát)	52
<i>Obr. 32 Mapa pozemku č. 2 (Zdroj: Nahlížení do katastru nemovitostí, online).....</i>	55
<i>Obr. 33 Zrnitostní křivka - seťové lůžko (5 – 10 cm)</i>	59
<i>Obr. 34 Zrnitostní křivka - ornice (20 – 25 cm).....</i>	59
<i>Obr. 35 Zrnitostní křivka - podorničí (40 – 60 cm)</i>	60
<i>Obr. 36 Zrnitostní křivka - vzorky z erodovaných ploch a z ploch s naplavenou zemínou.....</i>	60
<i>Obr. 37 Obsah humusu.....</i>	61
<i>Obr. 38 Výsledky pH</i>	63