

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



Aplikace metod tržního oceňování
na příkladu vodní eroze půdy v České republice

Darina Hanusková

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. Bořivoj Šarapatka, CSc.

Konzultantka: Ing. Jarmila Zimmermannová, Ph.D.

Olomouc 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Dr. Ing. Bořivoje Šarapatky, CSc. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 30. dubna 2016

podpis

Hanusková D. (2016): Aplikace metod tržního oceňování na příkladu vodní eroze půdy v České republice. Bakalářská práce, Katedra ekologie a ochrany životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 50 s., 8 příloh, v češtině.

Abstrakt

V současnosti je eroze nejzávažnějším degradačním faktorem ohrožujícím půdu nejen v České republice, ale i celosvětově. Zemědělská půda je na území České republiky nejvíce ohrožena vodní erozí. Významným způsobem ochrany půdy před touto degradací je zavedení účinných protierozních opatření. Podpora jejich zavedení spočívá v ocenění vlivu vodní eroze půdy a zhodnocení rentability investice vynaložené na tato opatření.

Práce navazuje na výzkum týmu pana profesora Bořivoje Šarapatky, který proběhl v letech 2006 až 2010. V rámci práce byl zhodnocen vliv vodní eroze půdy u dvou lokalit, a to Archlebov a Velké Hostěrádky, kde je vliv eroze nejvýznamnější. Pro ocenění tohoto vlivu zde byla použita jedna z metod odhalených preferencí, metoda tržního oceňování. Byly vyčísleny ekonomické škody způsobené snížením výnosnosti pěstovaných zemědělských plodin a spočítány investiční a provozní náklady na navržená protierozní opatření po dobu 20 let. Na závěr bylo provedeno ekonomické hodnocení navržené investice pomocí metod čisté současné hodnoty investice a diskontované doby návratnosti investice.

Z výsledků je patrné, že je zde vliv vodní eroze znatelný a dochází k významným ztrátám výnosnosti zemědělských plodin, a tím i celkových výnosů. Z hlediska ekonomické rentability investice do protierozních opatření vychází výsledky lépe u lokality Archlebov, nicméně je potřeba brát v úvahu, že lokalita Velké Hostěrádky se specializuje na ekologické zemědělství a navržená protierozní opatření by tak bylo potřeba podpořit jednorázovou či pravidelnou dotací.

Klíčová slova:

degradace půdy, ekonomické škody, investice, návratnost, protierozní opatření

Hanusková D. (2016): Application of market valuation methods using the example of water erosion of soil in the Czech Republic. Master Thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc, 50 pp., 8 appendices, in Czech.

Abstract

Nowadays erosion is the most serious degradation factor which endangers the soil not only in the Czech Republic but also all over the world. The agricultural land in the Czech Republic is the most endangered by water erosion. Very important way how to protect the land from this degradation is to take the effective anti-erosive measures. Support for their implementations depends on the appreciating of the influence of the water soil erosion and the profitable investment in these measures.

The thesis follows in Prof. Bořivoj Šarapatka's team research that took place in 2006 – 2010. Under the work there was the evaluation of the water soil erosion in two areas – Archlebov and Velké Hostěrádky where is the erosion influence the most important. For evaluation of this influence there was applied one of the revealed preference method – market value method. Economic damages caused by reduction of productivity of arable crops were expressed in numbers and capital expenditure and running costs for suggested anti-erosive measures for 20 years were counted. Finally, economic evaluation of the suggested investment by using methods of clear present investment value and discount payback period was made.

From the results it's apparent that there is a noticeable influence of the water erosion and it causes the considerable losses of crop productivity and profit as well. From the point of view of economic investment profitability for anti-erosive measures the results are better in the area Archlebov, nevertheless it is necessary to take in consideration that the area Velké Hostěrádky specializes in organic farming and suggested anti-erosive measures should be supported by one-time or block grant.

Key words:

degradation the land, economic damages, profitability, payback, anti-erosive measures

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Seznam zkratk	x
Úvod.....	1
Cíl práce	4
1 Eroze půdy	5
1.1 Druhy eroze podle erozních činitelů.....	5
1.1.1 Vodní eroze	6
1.1.2 Kryogenní eroze	7
1.1.3 Větrná eroze	8
1.1.4 Biologická eroze.....	9
1.1.5 Antropogenní eroze.....	9
1.2 Eroze podle intenzity	10
1.3 Rozšíření eroze	11
1.4 Příčiny vodní eroze.....	12
1.5 Následky eroze	13
1.6 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí.....	14
1.7 Opatření proti erozi	16
1.7.1 Organizační protierozní opatření.....	16
1.7.2 Agrotechnická protierozní opatření.....	17
1.7.3 Technická protierozní opatření	18
2 Oceňování přírodních statků	21
2.1 Ekonomické hodnoty	22
2.1.1 Hodnota užitná (use value)	22
2.1.2 Hodnota neužitná	23

2.2	Postup oceňování životního prostředí	24
2.3	Metody oceňování životního prostředí.....	25
2.3.1	Metody odhalených preferencí.....	25
2.3.2	Metody vyjádřených preferencí	26
3	Metodika	28
3.1	Hodnocení nákladů a přínosů	28
3.2	Lokality	32
3.2.1	Archlebov	32
3.2.2	Velké Hostěrádky.....	33
3.2.3	Data	34
4	Výsledky	35
4.1	Archlebov	35
4.2	Velké Hostěrádky	38
5	Diskuze	42
6	Souhrn.....	45
	Literatura.....	46
	Přílohy.....	50

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozsah ploch půd ohrožených vodní a větrnou erozí (cit. Janeček a kol. 2002)	11
Tabulka 2: Snížení erozního smyvu (cit. Šarapatka a kol. 2013)	34
Tabulka 3: Pěstované plodiny v Archlebově	35
Tabulka 4: Výpočet výnosů na lokalitě Archlebov v roce 2015	36
Tabulka 5: Investiční náklady protierozních opatření Archlebov	36
Tabulka 6: Ekonomická bilance investic Archlebov	37
Tabulka 7: Pěstované plodiny ve Velkých Hostěrádkách	38
Tabulka 8: Výpočet výnosů na lokalitě Velké Hostěrádky v roce 2015	39
Tabulka 9: Investiční náklady protierozních opatření Velké Hostěrádky	39
Tabulka 10: Ekonomická bilance investic Velké Hostěrádky	40

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma třídění vodní eroze (Fulajtár a Jánský 2001)	8
Obrázek 2: Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí.....	12
Obrázek 3: Celková ekonomická hodnota na příkladu lesa (cit. Slavíková, Vejchodská, Slavík a kol. 2012)	23
Obrázek 4: Mapa lokalit (zdroj: vlastní)	32

Seznam zkratek

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČR	Česká republika
ČSHI	čistá současná hodnota investice
DCF	diskontovaný cash flow
GAEC	dobrý zemědělský a environmentální stav
OKP	ostatní konstrukce a práce
RUSLE	revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy
Sb.	sbírka
SDSO	stabilizace dráhy soustředěného odtoku
SPRU	svodný průleh
TTP	trvalý travní porost
TTPS	zatravnění ve speciálních kulturách
USLE	univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy
v. v. i.	veřejná výzkumná instituce
VUT	Vysoké učení technické
ZP	zemní práce
ZPAS	zasakovací pás
ZPRU	záchytný průleh

Poděkování

Mé poděkování patří v první řadě vedoucímu práce prof. Dr. Ing. Bořivoji Šarapatkovi, CSc. za poskytnutí materiálů a vedení mé práce. Rovněž bych chtěla poděkovat mé konzultantce Ing. Jarmile Zimmermannové, Ph.D za pomoc a cenné rady při zpracování této práce. Ing. Michalu Malíkovi a Ing. Petru Trávníčkovi děkuji za poskytnutí informací o výnosech zemědělských družstev v Archlebově a ve Velkých Hostěrádkách. Také bych chtěla poděkovat Ing. Jakubu Feltlovi za pomoc při získávání dat pro stanovení nákladů navržených protierozních opatření. Mgr. Patriku Netopilovi, Ph.D. děkuji za cenné rady a vstřícnost při konzultacích. Nakonec chci poděkovat své rodině za podporu a zázemí.

Úvod

Eroze půdy je přírodní proces, který vede k rozrušování zemského povrchu, přemístování půdní hmoty a jejímu následnému ukládání ve formě nánosů působením činnosti vody, větru a ledu (Cáblík, Jůva 1963, Janeček a kol. 2002). Proces eroze půdy je urychlován necitlivými zásahy člověka do krajiny a intenzivním hospodařením na zemědělské půdě. Takto urychlenou přirozenou erozi nazýváme erozi zrychlenou (Cáblík, Jůva 1963, Šarapatka et al. 2002, Fulajtár, Jánský 2002). Jedná se o nejzávažnější degradační proces půdy, který vede v extrémních případech k odplavení jemnozeme, a tím i k zániku půdy. Žádný jiný proces nepůsobí tak dlouhodobě a velkoplošně, a nezpůsobil znehodnocení tak velké plochy půdy, v tolika částech světa. (Fulajtár, Jánský 2001). Současným nejvýraznějším degradačním faktorem půdy je eroze, a to jak celosvětově, tak v rámci České republiky. Na území České republiky je ohroženo více než 50 % zemědělské půdy vodní erozí a téměř 10 % půdy ohrožuje eroze větrná (Janeček a kol., Šarapatka, Hejátková 2014). Pimentel a Kounang (1998) uvádí, že celosvětově je každý rok erodováno 75 biliónu tun půdy. Ze zemědělských ploch se tak každý rok ztrácí vlivem eroze 13 – 40 tun půdy, což naznačuje, že proces eroze je až 40krát rychlejší než proces obnovy. V závislosti na konkrétních podmínkách prostředí vzniká totiž centimetr půdy 100 a více let (Janeček a kol. 2014, Šarapatka, Hejátková 2014). Eroze půdy spustí řetězovou reakci, která zhoršuje všechny aspekty životního prostředí a negativně ovlivňuje atmosféru, biosféru, hydrosféru a litosféru (Lal 1999).

Vodní eroze působící mechanickou silou povrchového odtoku vody způsobuje snížení úrodnosti orné půdy, ochuzuje půdu o její nejurodnější část – ornici, zmenšuje mocnost půdního profilu a zhoršuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti (Lal 1999, Toy et al. 2002, Janeček a kol., 2014, Šarapatka, Hejátková 2014).

Tyto kvalitativní a kvantitativní změny půdy jsou nevratné a způsobují značné problémy. Novotný a kol. (2014) uvádí, že na silně erodovaných půdách se snižují hektarové výnosy až o 75 %. Působením povrchového odtoku mohou vznikat na pozemcích rýhy, kterými jsou odváděny půdní částice a na nich navázané látky z pozemku. Jedná se o mechanický proces, kdy většinu energie dodávají dopadající dešťové kapky. (Janeček a kol., 2002, Toy et al. 2002, Šarapatka et al. 2002). Transportované částice zanášejí rybníky, jezera, prostory vodních nádrží nebo se

hromadí ve vodních kanálech. Zemědělské chemikálie a toxické látky jsou sedimenty adsorbovány a transportovány. (Toy et al. 2002). Tyto sedimenty tak vodní toky znečišťují, zakalují a zhoršují kvalitu prostředí pro vodní organismy. (Janeček a kol., 2012, Šarapatka, Hejátková 2014). Povrchový odtok nepříznivě ovlivní i rozložení vláhy, protože ochuzuje svahy o vodu a obohacuje vodou údolí (Cáblík, Jůva 1963). K masivnímu rozšíření negativních dopadů vodní eroze docházelo po zavedení velkoplošného hospodaření na orné půdě již v poválečném období. Bohužel ani transformace zemědělských družstev a privatizace po roce 1989 nepřinesla podstatné změny v ochraně a využití zemědělské půdy. (Janeček a kol., 2012). Morgan (2005) uvádí, že dopady eroze mohou způsobovat náklady na dvou stranách, na místě působení (on-site effect) nebo na místě, kde dochází k usazování sedimentů (off-site effect). Effect off-site je výraznější a projevuje se především ve zmenšování kapacity řek a kanalizací, blokaci zavlažovacích kanálů a zvyšuje riziko povodní. Mnoho hydroelektráren a projektů zavlažování bylo vlivem eroze zničeno (Morgan 2005, Owens et al. 2005 ex Owens, Collins 2006). On-site effect je významný hlavně na erodovaném pozemku, zejména snížením úrodnosti půdy. V rámci České republiky by při nejhorším scénáři mohlo být erodováno až 21 miliónů tun půdy za rok, což lze bez škod na soukromém a obecním majetku finančně vyjádřit jako škodu za 4,3 miliard korun¹. Náklady na opravu škod způsobených erozí jsou vysoké. Např. ve Velké Británii náklady vynaložené na nápravu škod způsobených erozí činily 90 milionů liber za rok (Environment agency 2002 ex Morgan 2002).

Významným způsobem ochrany půdy před její degradací je rychlejší realizace pozemkových úprav, v rámci nichž je možné navrhovat a realizovat celou řadu protierozních opatření. (Janeček a kol., 2012). Navrhovaná protierozní opatření většinou rozdělujeme na organizační, agrotechnická a technická. O použití jednotlivých opatření rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutné zajištění ochrany objektů. (Janeček a kol., 2012, Morgan 2002, Šarapatka et al. 2002). Podporu ochrany půdy nabízí ekonomická rozvaha mezi přínosy protierozní ochrany a návratnosti finančních prostředků do nich investovaných. (Janeček a kol., 2014). Pro měření degradace půdy se používají různé techniky. Jedná se o poměrně náročný úkol. Obvykle se posuzují náklady vzniklé na erodovaném pozemku a mimo něj (Morgan 2002, Janeček a kol. 2014). Nejrozšířenější metodou je ekonomické vyjádření nákladů na

¹ Anon, 2011. Příručka ochrany proti vodní erozi [Internet]. 1. vyd. Praha [cit. 2016-03-12]. Dostupný z: http://eagri.cz/public/web/file/132436/Prirucka_ochrany_proti_vodni_erozi.pdf

odstranění škod interních i externích nebo měření snížené produktivity půdy. (Pimentel et al. 1995, Janeček a kol. 2012, Konečná, Pražan a kol. 2014).

Rozsah eroze a vliv na půdní vlastnosti dokladuje značné množství literárních pramenů. Informací o vlivu erozních procesů na ekonomiku hospodařících subjektů je zatím poměrně málo. V této bakalářské práci se právě na toto téma zaměřím.

Ekonomické zhodnocení vodní eroze a celkově všech přírodních statků je však značně problematické z důvodu selhání trhu (Vojáček et al. 2014). Příčinou jeho selhání je to, že tržní ceny nereflektují celou řadu přínosů, které ekosystémové služby společnosti přinášejí. Tyto služby jsou totiž brány v ekonomii jako veřejný statek či externalita (Melichar 2014). Ekonomové proto vyvinuli škálu metod pro hodnocení přírodních statků. Tyto metody jsou založené na tom, že přírodní statky mají hodnotu, pokud jim ji člověk přisoudí. Jedním z možných třídění metod oceňování je rozdělení na metody odhalených preferencí (revealed preferences) a metody vyjádřených preferencí (stated preferences). Tyto skupiny metod se liší trhem. U odhalených preferencí zjišťujeme hodnoty přírodních statků na reálně existujícím trhu, zatímco u vyjádřených preferencí vytváříme hypotetický trh dotazníkovým šetřením. (Vojáček et al. 2014, Turner et al. ex Seják 2002, Kolstad 2010). Pro tuto bakalářskou práci použiji metodu odhalených preferencí, kterou popíšu v následujících kapitolách.

Cíl práce

Má bakalářská práce bude navazovat na výzkum týmu profesora Bořivoje Šarapatky, který proběhl v letech 2006 až 2010. Tento výzkum byl zaměřen na zhodnocení vodní eroze půdy na čtyřech lokalitách na Jižní Moravě. V rámci své práce se zaměřím na dvě, z hlediska eroze nejvýznamnější lokality, a to Velké Hostěradky a Archlebov. Cílem mé práce je ocenění vlivu vodní eroze půdy na těchto lokalitách a ekonomické zhodnocení návrhu jednotlivých protierozních opatření pro vybrané plodiny. Hypotéza práce je, že investované prostředky na protierozní opatření budou vyrovnány výnosy plodin a minimalizováním poškozování půdy a dalších složek životního prostředí.

1 Eroze půdy

Pojem eroze je latinského původu a je odvozený od slova erodere. Eroze je chápána jako komplexní přirozený proces rozrušování zemského povrchu, přenášení a následné usazování půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných tzv. erozních činitelů (Cáblík, Jůva 1963, Morgan 2005). Termín eroze půdy (Soil erosion) poprvé použil v roce 1911 W. J. Mc GEE. V literatuře se tento pojem začal běžně používat ve 30. a 40. letech minulého století. Na zpřesnění jeho obsahu má zásluhu H. H. Bennet a jeho spolupracovníci. Bennet je také považován za zakladatele erodologie jako speciálního odvětví pedologie, nauky o erozi (Janeček a kol. 2002).

Rozlišujeme erozi normální, neboli geologickou (přirozenou) a erozi zrychlenou. Za erozi v pravém slova smyslu považujeme erozi zrychlenou, kterou dělíme na přirozeně zrychlenou (suchem, lavinami, škůdci, atd.) a člověkem zrychlenou neboli antropogenní (Cáblík, Jůva 1963; Zachar 1970 ex Fulajtár, Jánský 2001). Úkolem ochranných opatření je snížení člověkem zrychlené eroze na úroveň eroze geologické.

Na rychlost eroze má značný vliv klima, avšak bezesporu největší je vliv reliéfu. Nejrychlejší eroze bývá v semiaridním klimatu. V humidních oblastech je eroze rychlejší než v aridních, kde je nedostatek vody (Janeček a kol. 2002). Ve světovém měřítku vztah mezi ztrátou půdy a klimatem ukazuje na souvislost mezi ročním úhrnem srážek a erozí půdy. Při průměrném ročním úhrnu srážek do 450 mm dochází současně s nárůstem úhrnu srážek i ke zvyšování eroze půdy. V rozmezí 450 mm až 650 mm však u půdy chráněné vegetací eroze klesá. Při průměrném úhrnu srážek nad 1700 mm objem a intenzita srážek převyšují ochranný efekt vegetace a eroze se opět se srážkami zvyšuje (Morgan 2005).

Klasifikace eroze je založena na více kritériích. Nejvíce používané je třídění podle intenzity a podle činitelů, které ji způsobují. Následující členění jsem převzala z práce Fulajtár, Jánský (2001).

1.1 Druhy eroze podle erozních činitelů

Dle erozních činitelů lze erozi třídit na vodní (akvatickou), větrnou (eolickou), kryogenní, biologickou, antropogenní. Působením těchto činitelů vznikají na zemském

povrchu určité útvary. Podle formy vzniklých útvarů můžeme posoudit původ, intenzitu a vývoj půd postižených erozí. Druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo kombinovaně a jejich rozbor je důležitý při celkovém studiu eroze a ochraně proti ní. V podmínkách České republiky a střední Evropy je půda ohrožena především vodní a větrnou erozí (Cáblík, Jůva 1963, Janeček a kol. 2012).

1.1.1 Vodní eroze

Voda je přítomna téměř na celém zemském povrchu, cirkuluje v krajině, a proto může způsobovat erozi různými způsoby. Odlišné je její působení v kapalném a pevném skupenství. V pevném skupenství působí zcela odlišně a je proto zahrnuta do samostatné skupiny kryogenní eroze. Vodní erozi dělíme na dešťovou (pluviální), říční a mořskou.

Dešťová eroze je plošně nejrozšířenější a zahrnuje jak erozi kapkovou tak i odtokovou.

Kapková eroze je způsobená kinetickou energií dopadajících kapek. Dopadající kapky vymrštují uvolněné půdní částice do vzduchu a ty dopadají na povrch různými směry. Částice dopadající ve směru klesání letí dále než ty letící ve směru do svahu (Toy et al. 2002, Šarapatka et al. 2002, Morgan 2005).

Odtoková (ronová) eroze je způsobena odtékající povrchovou vodou, která nevsákne do země. Hlavním erozním činitelem je v tomto případě mechanická síla tekoucí vody (Cáblík, Jůva 1963, Zachar 1970 ex Fulajtár, Jánský 200, Morgan 2005). Na množství odtékající vody závisí to, jaký dopad eroze bude mít, a jaké formy na půdě zanechá. Podle těchto kritérií dělíme odtokovou erozi na plošnou a liniovou (Šarapatka et al. 2002). Plošnou erozi způsobuje srážková voda odtékající po celé ploše pozemku nebo určité části svahu. Mechanická síla této eroze je malá. Často působí selektivně, což se projeví odnášením pouze jemných částic (Cáblík, Jůva 1963, Fulajtár a Jánský 2001, Toy et al. 2002). V důsledku toho dochází k ochuzování půdy o jíl a humus a zanášení půdy pískem, což má za následek zhoršení kvality půdy (Pimentel, Kounang 1998). Liniová eroze vzniká v důsledku soustředění se odtékající vody do linií. Soustředěným odtokem se na povrchu vytvářejí jamky. Podle jejich velikosti rozlišujeme erozi rýhovou vytvářející jamky o hloubce a šířce několika centimetrů např. jamky vytvořené při orbě a erozi výmolovou, která vytváří jamky hluboké a široké až několik metrů a dlouhé několik kilometrů (Fulajtár, Jánský 2001, Janeček a kol. 2002). Nejvyšší

formou odtokové eroze je stržová eroze. Ta vzniká na svazích rozčleněnými výmoly, jejichž příčný profil je větší než jeden metr. Jejich postupným rozšiřováním a spojováním se celý svah mění na zdevastované území. V územích se silnou stržovou erozí často vznikají zvláštní geomorfologické útvary jako zemní věže, hříby, pyramidy, skalní věže, brány a okna (Cáblík, Jůva 1963, Fulajtár a Janský 2001, Janeček a kol. 2002).

Srážková voda nepůsobí jen na povrchu, ale i při podpovrchovém odtoku způsobuje vnitropůdní erozi, mechanické vyplavování jemných frakcí půdy gravitační vodou mezi agregáty. Podle intenzity může mít vnitropůdní eroze dvě formy. Při malé intenzitě dochází k sufózi (podpovrchovému vymílání). S vsakující vodou jsou unášeny pouze nejdrobnější částice do hlubších vrstev a nevznikají rozsáhlé podzemní prostory. Při větší intenzitě odtoku vzniká tunelová eroze spočívající ve vytváření podzemních tunelů vodou nad nepropustným podložím (Janeček a kol. 2002, Morgan 2005).

Říční erozi způsobují trvalé vodní toky, které jsou napájeny z povrchového odtoku i podzemních vod. Je charakteristická mimořádnou mechanickou silou působenou silným proudem vody nebo vodou, která unáší doprovodné hmoty. Vyskytuje se hlavně v bystřinách. Řadíme sem erozi dnovou, břehovou a povodňovou. Dnová eroze způsobuje vymílání dna říčního koryta, zatímco břehová působí směrem do stran, tedy do břehů. Tyto eroze působí současně a nelze je tedy oddělovat. Povodňová eroze vzniká během povodní mimo říční koryto. Zanechává po sobě různě hluboké a široké deprese na povrchu (Cáblík, Jůva 1963, Fulajtár, Janský 2002).

K **mořské erozi** je zařazována i **eroze jezerní**, a společně působí dvěma typy. Pobřežní eroze způsobuje vlnobití. Podmývá břehy moří a jezer a vytváří abrazní tvary a strmé útesy. Uvolněný materiál je pak rozptýlen v okrajové části šelfu. Proudová eroze tvoří ve velkých stojatých vodách moří a jezer proudy, které vyrovnávají rozdíly vlastností vod a rozdílnou výšku hladin (Fulajtár a Janský 2001, Šarapatka et al. 2002).

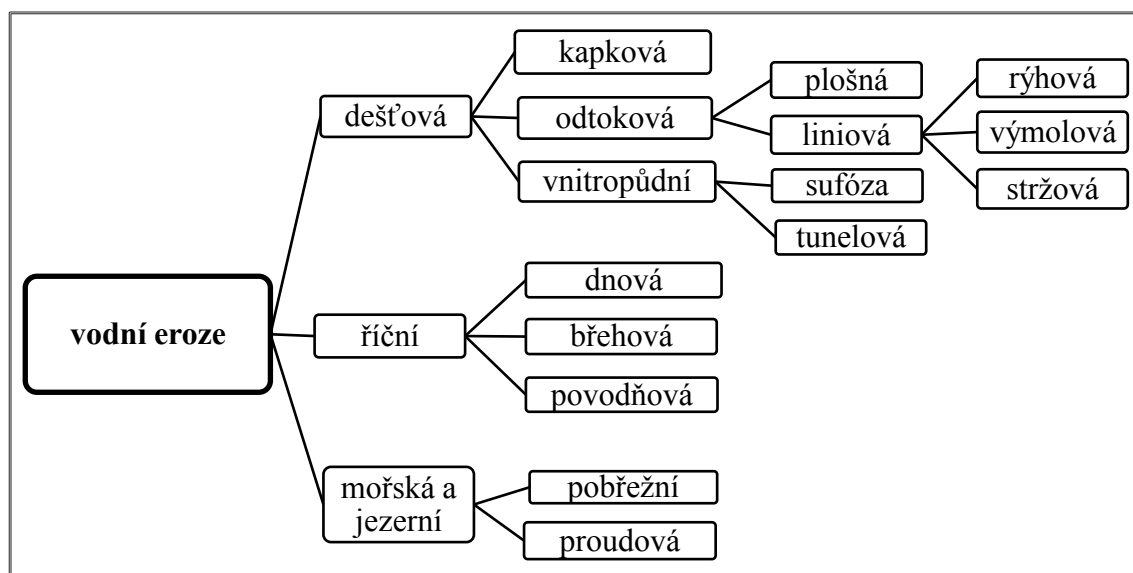
1.1.2 Kryogenní eroze

Kryogenní eroze patří k nejvýznamnějším erozním procesům. Je způsobena vodou v pevném skupenství, zejména ledovci a v menší míře sněhovou masou. Ve starších čtvrtohorách se významně podílela na tvarování zemského povrchu.

Sněhová eroze je způsobována sněhem za předpokladu, že se dají do pohybu masy sněhu značné hmotnosti. Podle rychlosti pohybu sněhu dělíme sněhovou erozi na

lavinovou a plazivou. Lavinová se vyznačuje velkou hmotností a značnou rychlostí sněhové masy. Působí spíše liniově než plošně. Oproti tomu plazivá eroze je spojena s tajícím sněhem, kdy se masa sněhu se zvyšujícím se obsahem vody pomalu sesouvá po svahu a působí plošně.

Ledovcovou erozi způsobuje pohybující se ledovec, který se vyznačuje obrovskou hmotností a nepatrnou rychlostí. Jeho pohyb často způsobí úplné odhalení půdního krytu. Ledovcová eroze postihla ve starších čtvrtohorách mnohá pohoří světa. Pevninský ledovec způsobuje plošnou ledovcovou erozi a působil v severní Euroasii a Americe. Ledovec vysokohorský způsobuje liniovou ledovcovou erozi (Cáblík, Jůva 1963, Fulajtár a Jánský 2001, Šarapatka et al. 2002).



Obrázek 1: Schéma třídění vodní eroze (Fulajtár a Jánský 2001)

1.1.3 Větrná eroze

Vítr se vyznačuje značnou kinetickou energií. Způsobuje rozrušování povrchu, transport částic a při poklesu energie větru pak k jejich ukládání. V porovnání s ostatními erozními činiteli je jeho působení velmi vytrvalé a dlouhodobé, zejména při suchém podnebí a slabém rostlinném krytu. Oproti vodní erozi vítr přichází zejména při bouři z různých směrů a sedimenty jsou tak rozfoukávány. Obvykle však vítr fouká jedním směrem a tento směr se může s obdobím měnit (Cáblík, Jůva 1963, Toy, Foster a Renard 2002).

Vyvátí (deflace) je proces, při kterém jsou unášeny větrem jemné částice půdy. Podle druhu pohybu unášených částic probíhá deflace vznášením, poskakováním nebo vlečením. Naše území bylo vyvátím nejvíce ovlivněno v době ledové, kdy byla půda nedostatečně chráněna rostlinami. Na zemědělské půdě způsobuje odnos půdních částic (hnojiv) a současně obnažuje kořínky rostlin. (Šarapatka, Dlapa a Bedrna 2002).

Obrušování vzniká při unášení pevných částic větrem, které během letu obrušují povrch půdy i hornin.

Vichřicová eroze je způsobena nejsilnějšími větry, tzn. vichřicemi, orkány, hurikány a tornády.

1.1.4 Biologická eroze

Tento druh eroze způsobují, přímo nebo nepřímo, někteří početněji se vyskytující živočichové. Pohyb, vyhledávání potravy a nadměrné spásání narušuje vrchní vrstvy půdy.

Sešlapání je nejvýznamnějším typem biologické eroze. Dochází k němu při pohybu velkých zvířat, zejména býložravých kopytníků, kteří při cestě za potravou a nadměrném spásání často zničí rostlinstvo a způsobí posun půdy na svahu.

Hrabání je typem eroze, kdy zejména živočichové žijící v norách, vyhrabávají si bahniště nebo potravu ze země způsobují narušení rostlinného i půdního povrchu. Nebezpečné je zejména vyhrabávání děr hlodavci ve sprašových oblastech, kdy mnohdy zapříčiní vznik tunelové eroze (Fulajtár, Jánský 2001, Šarapatka et al. 2002).

1.1.5 Antropogenní eroze

Antropogenní erozi označujeme soubor rozmanitých erozních procesů způsobených nebo pouze urychlených člověkem. Ve většině případů člověk napomáhá rozrušování a odnosu půdy nepřímo. V menší míře pak člověk způsobuje odnos materiálu svou přímou činností.

Nepřímá antropogenní eroze zahrnuje lidské zásahy do životního prostředí, které ovlivňují přirozené erozní procesy. Některé zásahy mohou jejich intenzitu snižovat, např. výsadba lesů v polopouštní oblasti a terasování polnohospodářských půd. Většina lidských zásahů však většinou způsobí jejich urychlení (Fulajtár, Jánský

2001). Nejběžnějším způsobem je eroze způsobená orbou (Heckart et al. 2005). Nejčastěji dochází k urychlení vodní, větrné ale i eroze sešlapáním v případě domácích zvířat. Za nepřímou antropogenní erozi můžeme považovat odtokovou erozi na orné půdě, kterou zapříčinil člověk odstraněním rostlinného krytu (Morgan 2005).

Přímá antropogenní eroze je soubor rozmanitých procesů, které jsou přímým důsledkem lidské činnosti. Mezi přímou antropogenní erozi řadíme orební, závlahovou, cestní, pastvinovou a technogenní.

Eroze způsobená orbou je nejběžnější (Heckart et al. 2005). Vyskytuje se na orných půdách nacházejících se na svažitých pozemcích.

Závlahová eroze se svým mechanismem podobá dešťové erozi, protože vzniká působením kapek vody ze závlahových rozprašovačů. Značný význam má hlavně v suchých oblastech, kde je závlaha rozmístěna na velké, někdy i svažité pozemky (Fulajtár a Janský 2001).

K technogenní erozi můžeme zařadit nevhodné obdělávání půdy, pěstování monokultur a neadekvátní meliorační opatření (Šarapatka, Hejátková 2014).

1.2 Eroze podle intenzity

Podle intenzity rozlišujeme erozi normální neboli vyrovnanou a erozi zrychlenou. Při vyrovnané erozi se odnos půdy rovná její tvorbě zvětráváním, při zrychlené dochází k odnosu půdy v takovém rozsahu, který není nahrazen půdotvorným procesem (Morgan 2005). Intenzita půdotvorného procesu závisí především na vlastnostech substrátu, jeho tvrdosti a zvětratelnosti podloží, přičemž 1 cm půdy se v našich podmínkách vytvoří za cca 100 let (Janeček a kol. 2014, Šarapatka, Hejátková 2014). Za vyrovnanou erozi je možné považovat ztrátu 0,75 t/ha/rok s kolísáním mezi 0,25 až 1,5 t/ha/rok. Intenzita plošné, vodní a větrné eroze se většinou vyjadřuje aktuální a potencionální erozí půdy. Aktuální eroze představuje odnos půdy v milimetrech, tunách (kilogramech) na hektar nebo m^3 (km^2) za rok. Potencionální erozi půdy lze vypočítat např. podle univerzální rovnice USLE, která má význam pro odhad zrychlené eroze podmíněné člověkem (Šarapatka et al. 2002). Intenzitu rýhové eroze lze vyjádřit hustotou rýh na km^2 . (Novotný a kol. 2014).

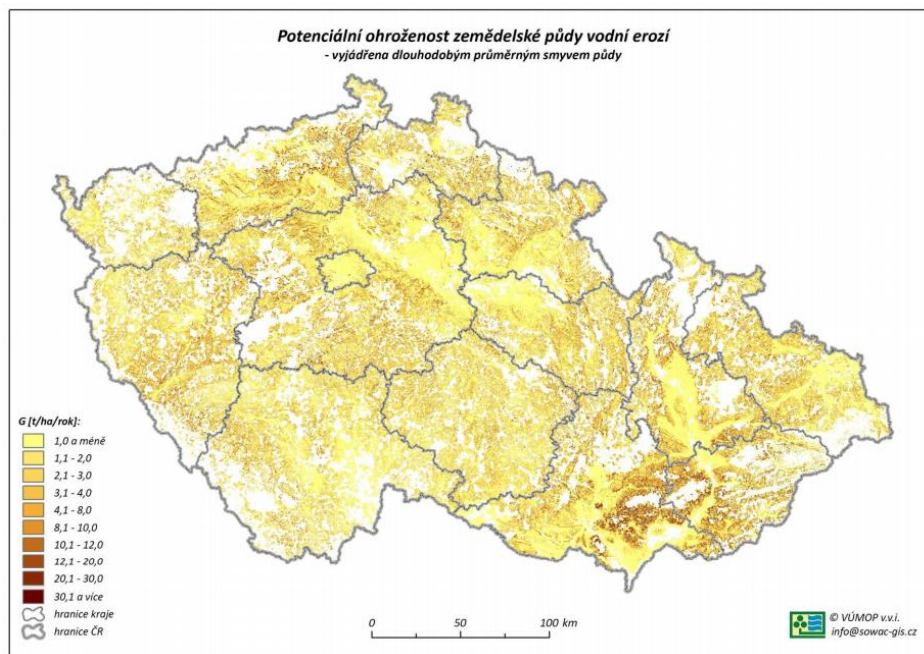
1.3 Rozšíření eroze

Zrychlená eroze půdy je vážný celosvětový problém, který má za následek každoroční nevratný úbytek tisíců km² zemědělské půdy. V posledních 30 letech zdokumentovalo mnoho autorů problém eroze půdy a vyjádřili ho v bilionech tun erodované půdy nebo odhadem škod způsobených erozí ve výši biliónů dolarů (Toy et al. 2002). První záznamy o degradaci půd jsou staré více než 7 000 let, avšak poznání zrychlené eroze způsobené člověkem je relativně novodobé. Proces zrychlené eroze půdy se poprvé začíná objevovat v době, kdy člověk začal narušovat lesní společenstva a docházelo tak k poškozování přirozeného krytu půdy. Známým příkladem tohoto narušení je odlesnění pobřeží Středozemního moře. V českých zemích byly projevy eroze až do 13. století minimální, protože bylo osídlení roztroušeno a odděleno plochami lesů. Na počátku 13. století dochází k rozšíření eroze v důsledku tzv. velké kolonizace. Zavádění užívání pluhu a s ním spojená změna tvaru pozemku na protáhlý, na rozdíl od čtvercového při používání rádlu. Z důvodu vyčerpání půdy v nížinách začalo osídlování kopcovitého terénu podhůří a hor. Plocha zemědělské půdy se neustále zmenšuje a v současné době připadá v České republice na jednoho obyvatele 0,41 ha zemědělské půdy. Výměra zemědělské půdy klesla od roku 1937 ze 4 988 tisíc hektarů na 4 284 tisíc hektarů v roce 1999. Ve světě ročně ubývá 7,5 miliónů hektarů zemědělské půdy ročně. Určení rozsahu, velikosti a rychlosti půdní eroze a jejich důsledků je obtížné. Před zavedením intenzivního zemědělství (pastvy) bylo každoročně odnášeno do oceánů přibližně 10 miliard tun sedimentů, zatímco po zavedení vzrostlo množství těchto sedimentů na 25 až 50 miliard tun za rok (Janeček a kol., 2002). Ohrožení půdy vodní a větrnou erozí zachycuje tab. 1.

Tabulka 1: Rozsah ploch půd ohrožených vodní a větrnou erozí (cit. Janeček a kol. 2002)

Světadíl	Vodní eroze (mil. ha)	Větrná eroze (mil. ha)
Asie	441	222
Afrika	227	186
Jižní a střední Amerika	169	47
Evropa	114	42
Severní Amerika	60	35
Oceánie	83	16
Svět	1094	548

Na území České republiky je asi 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 10 % větrnou (Šarapatka, Hejátková 2014). Nejvíce je vodní erozí ohrožena jižní Morava, rozhraní Jihomoravského a Zlínského kraje (obr. 1). Podmínky pro vznik erozních procesů jsou v důsledku různosti přechodu na velkovýrobní způsob zemědělského obhospodařování v jednotlivých oblastech velice specifické.



Obrázek 2: Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy [Internet]. [cit. 5. 3. 2016]. Dostupný z:

http://www.vumop.cz/sites/File/Katalog_Map/20130529_katalogMap_Ohrozenost_Vodni_erozi.pdf

1.4 Příčiny vodní eroze

Vznik, průběh a intenzitu vodní eroze ovlivňují tzv. erozní faktory, neboli kombinované působení podmínek přírodních a člověkem ovlivněných. Tyto faktory lze podle literatury (Cáblík, Jůva 1963; Janeček et al. 2002; Toy et al. 2002) na:

a) klimatické a hydrologické

- zeměpisná poloha
- nadmořská výška
- množství, rozdělení a intenzita srážek
- povrchový odtok
- teplota, oslunění, výpar
- výskyt, směr a síla větru

- b) morfologické
 - sklon území
 - délka a tvar svahu
 - expozice, návětrnost
- c) geologické a půdní
 - povaha horninového substrátu
 - půdní druh a typ
 - textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu
- d) vegetační
 - hustota a délka trvání vegetačního pokryvu
- e) způsob využívání a obhospodařování půdy
 - poloha a tvar pozemku
 - směr a technologie obdělávání
 - střídání plodin

1.5 Následky eroze

Degradace půd vlivem eroze a dalších nepříznivých faktorů způsobuje snížení produkční schopnosti půd. Vodní eroze nejvíce poškozuje ornou půdu. Ochuzuje půdu o kvalitní svrchní vrstvy a způsobuje následnou degradaci chemických, biologických a fyzikálních vlastností (Lal 1999, Toy et al. 2002, Konečná, Pražan a kol. 2014). Tyto změny mohou být kvantitativní (zmenšování hloubky půdního profilu) nebo kvalitativní (utužení, snížení obsahu humusu, zvýšení šterkovitosti). Při utužení půdy tzv. pedokompakci dochází k fyzikálním změnám půdy, jako je například zvýšení objemové hmotnosti, změně disturbance pórů a snížení pórovitosti (Šarapatka, Hejátková 2014). Významná je zejména antropogenní pedokompakce způsobená vlivem použití těžkých mechanizačních prostředků. (Šarapatka et al. 2002). Ztráta organické hmoty během eroze má vliv na použití herbicidů. Problémem jejich správného použití na erodovaných půdách s nižším obsahem organických látek spočívá v tom, že i když jsou herbicidy použity v doporučených dávkách půdu i přesto poškozují. Při jejich použití se musí brát v úvahu změna obsahu organické hmoty vlivem eroze (Janeček a kol. 2012).

Snížení odolnosti půdy vůči erozi způsobuje také acidifikace a alkalizace. Projevují se změnami hodnot pH a mohou být důsledkem přirozených půdních procesů (např. slancováním a salinizací) nebo procesů antropogenně podmíněných a souvisejících s kyselými dešti, hnojením a vápněním (Šarapatka et al. 2002). Hodnota pH je dobrým ukazatelem toxických hodnot hliníku v půdě, který je limitujícím faktorem pro zemědělskou výrobu na kyselých půdách. Za kyselou je považována půda v rozmezí hodnot pH od 4 do 7 (Lal 1999).

Povrchový odtok vytváří na nerovných a svažitých pozemcích drobné rýžky, rýhy až strže. Se snižujícím se sklonem terénu nebo rozptýlením odtoku klesá transportní schopnost a dochází k sedimentaci nejdříve největších půdních částic, které bývají usazeny v dolní části pozemku až po jemné minerální a organické látky zanášející hydrografické sítě toků (Janeček a kol. 2002). Transportované částice na sebe mohou vázat agrochemikálie, mnohdy značně toxické (Toy et al. 2002, Owens, Collins 2006). Škody vzniklé degradací půd se projeví nejen na erodovaném pozemku (On-site effect), ale i mimo něj (Off-site effect). Půdní částice a na ně navázané látky zanáší sousední pozemky, příkopy a při transportu do vodních zdrojů způsobí jejich zakalení, snížení průtočné kapacity toků a celkově zhorší kvalitu vody, a tím i prostředí živých organismů. V případě větrné eroze dochází k poškození klíčících rostlin, znečištění ovzduší a k poškození odvádím ornice (Morgan 2005, Owens, Collins 2006, Janeček a kol. 2012).

1.6 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

S ohrožeností pozemků erozí souvisí pojem erodovatelnost, který vyjadřuje náchylnost půd k erozi. Vyjadřuje rezistenci půdy k rozvolnění a jejímu odnosu. Jako hlavní kritérium erodovatelnosti půd tedy považujeme podíl odneseného humusového horizontu (Janeček a kol. 2002, Morgan 2005). Erodovatelnost ovlivňuje soudržnost půdních částic a infiltrační schopnost půdy. Pro výpočet průměrné dlouhodobě ztráty půdy v tunách na hektar za rok se nejčastěji používá podle Wischmeiera a Smithe (1978) tzv. univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy = USLE. Tato rovnice slouží k určení ohroženosti pozemků vodní erozí, ale i ke zhodnocení jednotlivých návrhů protierozních opatření. V upravené podobě se používá v České republice, ale i jiných zemích. Rovnice vychází z principu přípustné ztráty půdy na

jednotném pozemku. Hodnota této ztráty slouží ke stanovení ohroženosti pozemku erozí a je stanovena jako maximální velikost eroze půdy, která umožňuje dlouhodobě a ekonomicky udržovat úroveň úrodnosti půdy (Šarapatka et al. 2002, Janeček a kol. 2012, Novotný a kol. 2014).

Janeček a kol. (2012) uvádí, že rovnice USLE je stanovena:

$$\mathbf{G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P}$$

G - průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t/ha/rok)

R - faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů; pro Českou republiku je stanovena průměrná hodnota $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{ha}^{-1}$

K - faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti profilu

L - faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí

S - faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí

C - faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice

P - faktor účinnosti protierozních opatření

Vypočtená hodnota G pak představuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy uvolněnou vodní erozí. Pokud nepřekročí hodnotu dlouhodobé přípustné ztráty půdy, nedochází na dané lokalitě ke zrychlené erozi. Nezahrnuje však množství uloženého materiálu a nelze ji použít pro kratší časové období než jeden rok (Novotný a kol. 2014).

V 90. letech došlo k úpravě a aktualizaci rovnice USLE a tato revidovaná rovnice byla nazvána Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy = RUSLE. Došlo ke změně ve způsobu stanovení jednotlivých faktorů a lze ji aplikovat i pro území s nezemědělským využitím. Výstupem však stejně jako u USLE není množství splavenin (Janeček a kol. 2012).

1.7 Opatření proti erozi

Zemědělskou půdu na svazích je před vodní erozí potřeba chránit účinnými protierozními opatřeními. Při rozhodování o jednotlivých typech protierozní ochrany rozhoduje jejich účinnost a požadované snížení smyvu půdy na přípustné hodnoty. Jedná se většinou o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření. Při plánování ochrany postupujeme od jednodušších, a tím pádem i levnějších opatření organizačních a agrotechnických, až k technicky náročnějším (Šarapatka et al. 2002, Morgan 2005, Janeček a kol., 2012).

1.7.1 Organizační protierozní opatření

Opatření organizační využívají ochranný účinek rostlinného pokryvu. Nadzemní části rostlin zmenšují kinetickou energii dopadajících kapek, a tím i povrchový odtok. Kořeny rostlin zpevňují půdu a zlepšují její vlastnosti (Janeček a kol. 2012). Mezi tato opatření patří volba vhodné velikosti a tvaru pozemku a jeho situování delší stranou ve směru vrstevnic, delimitace kultur a silniční a vodní síť (Šarapatka et al. 2002).

Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění a zalesnění

Delimitace druhu pozemků zahrnuje členění půdního fondu na ornou půdu, louky, pastviny, zahrady, vinice a chmelnice a respektování půdních, klimatických a geomorfologických podmínek území. U půd, které nelze využívat jako půdu ornou je nejlepší protierozní ochranou zatravnění. U protierozního liniového opatření jsou preferovány především výběžkaté trávy tvořící drn. Vysokou protierozní ochranu zajišťuje také hustý les s bohatým bylinným podrostem a mocnou vrstvou hrabanky (Cáblík, Jůva 1963, Janeček a kol. 2002, Šarapatka, Hejátková 2014).

Protierozní rozmíst'ování plodin

Protierozní opatření spočívá v umístění plodin, které nedostatečně chrání půdu před erozí (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny) na pozemky rovinné nebo mírně skloněné do sklonu nejvýše 8 % (Janeček a kol. 2002). Mezi takové rostliny patří např. okopaniny nebo kukuřice. U svahů s vyšším sklonem by měl být proto podíl

těchto plodin co nejmenší. Tam, kde je to možné, je zařadíme jako meziplodiny (Šarapatka, Hejátková 2014).

Pásové střídání plodin

Toto protierozní opatření spočívá v obdělávání půdy ve směru vrstevnic a střídání pásů plodin chránících půdu (travní porost, jetel, vojtěška případně řepka ozimá a hrách) s pásy plodin s nízkým protierozním účinkem (okopaniny a kukuřice). Obecně se doporučuje šířka pásů v rozmezí 20 – 40 m. Doporučuje se také svah rozdělit vsakovacími lesními pásy, kterými se zadrží odtok deště nebo sněhu (Cáblík, Jůva 1963, Janeček a kol. 2012).

1.7.2 Agrotechnická protierozní opatření

Požadavkem pro agrotechnická opatření je, aby nebyla půda narušována při jejím mechanickém zpracování, ale naopak byla podpořena její vsakovací schopnost, a tím snížen i povrchový odtok, zejména u širokořádkových plodin (kukuřice, brambory a cukrová řepa), které nedostatečně kryjí půdu v období výskytu přivalových dešťů. (Cáblík, Jůva 1963, Novotný a kol. 2014).

Do této skupiny protierozních opatření řadíme ta, která navazují na opatření organizační. Jedná se o výsev do ochranné plodiny, vrstevnicové obdělávání, brázdování, hrázkování, mulčování, hloubkové kypření a za velmi účinné opatření lze považovat také technologii ochranného obdělávání půdy tzv. Conservation tillage (Šarapatka et al. 2002, Morgan 2005).

Vrstevnicové obdělávání

Orba po vrstevnici je důležitá zejména na svazích ohrožených erozí. Brázdy vytvořené ve směru vrstevnic slouží k zachycení po povrchu stékající vody, k jejímu rozptýlení a místnímu vsakování do půdy (Cáblík, Jůva 1963).

Ochranné obdělávání půdy

Jako ochranné obdělávání půdy (Conversation tillage) považujeme celou řadu postupů ponechávajících alespoň 30 % posklizňových zbytků na povrchu půd vytvářením nastýlky – mulče a nenarušování půdního profilu. Patří zde také bezorebné setí, setí do mulče meziplodiny nebo předplodiny, setí do mělké podmítky a setí hlavní

plodiny s podplodinou do meziřadí. Ochranné obdělávání půdy má za následek snížení povrchového odtoku a tím i účinku eroze půdy (Morgan 2005, Novotný a kol. 2014, kolektiv 2015).

Pro plodiny náchylné k erozi jako kukuřice, slunečnice, brambory, cukrovka a řepka jsou v literatuře zpracovány konkrétní protierozní technologie.

U kukuřice a slunečnice je to například jejich výsev do mulče z ponechaných posklizňových zbytků nebo přezimujících a vymrzajících meziplodin. Meziplodina nejen sníží účinek eroze, ale zlepší i vlastnosti půdy. V případě slabšího erozního ohrožení je nejjednodušším protierozním opatřením vysetí ochranných obilných pásů, např. ječmenu ozimého, souběžně s vrstevnicí (Janeček a kol 2002, Šarapatka, Hejátková 2014).

1.7.3 Technická protierozní opatření

Při řešení protierozní ochrany k omezení povrchového odtoku ve většině případů nevystačí pouze samostatně použitá agrotechnická a organizační protierozní opatření. Svažité, plošně rozsáhlé pozemky s neúměrnou délkou svahu je třeba rozdělit pomocí technických protierozních opatření (Konečná, Pražan a kol. 2014). Technická protierozní opatření se použijí také v případě, kdy se jedná o výhodnější řešení. Tato opatření slouží k vyrovnání příčných nerovností a snížení sklonu u velmi svažitých pozemků. Chrání zemědělskou půdu před vodou přitékající z lesních porostů a intravilány obcí a komunikace před povrchovým odtokem a smyvem zeminy. Podmínkou pro realizaci technických opatření je zpracování projektové dokumentace.

Janeček a kol. (2012, s. 72) zahrnuje mezi protierozní technické opatření:

- průlehy
- příkopy
- hrázky
- meze
- nádrže
- terasování

Průlehy jsou jedním z nejúčinnějších protierozních opatření. Jsou to mělké, široké příkopy s mírnými svahy zpevněné zpravidla jen vegetací. Jsou navrhovány jako

sběrné prvky pro zachycení, infiltraci a odvod vody z přívalových dešťů a tajícího sněhu. Můžeme je rozdělit podle funkce na:

- záchytné - zadržují vodu z výše ležících poloh
- sběrné - snižují délku svahů po spádnicí. Tyto průlehy dále dělíme na vsakovací a odváděcí.
- svodné - při zvětšeném povrchovém odtoku v době přívalových dešťů nebo tání sněhu slouží k odvedení vody z průlehů záchytných a sběrných (Cáblík, Jůva 1963, kolektiv 2015).

Příkopy slouží k doplnění hydrografické sítě a jsou budovány pro zachycení a odvedení vody a splavenin. Stejně jako průlehy se podle funkčního hlediska dělí na záchytné, sběrné a svodné.

Hrázky slouží především k ochraně důležitých objektů zpravidla komunikací před zaplavením a zanesením těchto objektů erozními smyvy. Jsou budovány na pozemcích souběžně s vrstevnicemi nebo na úpatí svahů. Bývají většinou 1 – 1,5 m vysoké, zemní a zpevněné zatravněním. Součástí je vypouštěcí zařízení s ochrannou mřížkou, které umožňuje odtok čisté vody po usazení půdních částic před hrázkou a současně zachytí i plovoucí předměty (Janeček a kol. 2002, kolektiv 2015).

Meze jsou považovány za velmi významné technické protierozní opatření. Nutností u toho opatření je, aby byly orientovány nejlépe ve směru vrstevnic, byly zatravněné nebo osázené krajinnou zelení a doplněny o hydrotechnické prvky (průlehy nebo příkopy). V historii měly meze nezastupitelné místo. S nástupem kolektivizace však byly rozorávány a postupně z krajiny vymizely. Takto ubyly i překážky bránící nejen erozi, ale zároveň zvyšovaly biodiverzitu v krajině a sloužily jako hranice pozemků (kolektiv 2015).

Terasování se používá k ochraně půdy před erozí u extrémně svažitéch pozemků se sklonem vyšším než 20 %. Umožňuje tak efektivně využívat i ty pozemky, u kterých by to kvůli jejich vysokému sklonu nešlo. Terasy jsou značným zásahem do krajiny. Rozčlenění svažitého pozemku terénními stupni s optimální výškou 6 metrů, čímž sníží jeho sklon, a to zajistí, aby povrchový odtok nedosáhl úrovně nebezpečného erozního účinku (Novotný a kol. 2014).

Tento zásah však může narušit přirozené ekologické děje a jejich rozsah můžeme jen těžko předpovídat. Proto bychom měli toto opatření realizovat jedině v případě, kdy ostatní opatření (organizační, agrotechnická či hydrotechnická) nelze použít nebo pro speciální kultury jako jsou vinice a sady (Janeček a kol. 2002).

Nádrže se obvykle navrhují jako závěrečný prvek protierozních opatření pro ochranu intravilánů a infrastruktury před povrchovým odtokem a smyvem zeminy ze zemědělských pozemků. Nádrže mívají dvojitý efekt, a to jak zachycení smyté zeminy, tak transformaci povodňové vlny vytvořenou povrchovým odtokem ze zemědělských pozemků. Navrhují se i jako okrasné nádrže v místech lidského obydlí nebo parcích, kde plní navíc i funkci estetickou a mohou být využívány i k jiným účelům (Novotný a kol. 2014, kolektiv 2015).

2 Oceňování přírodních statků

Pojem ekonomického oceňování vychází z neoklasického pojetí ekonomie. Neoklasický pohled je antropocentrický. To znamená, že hodnota životního prostředí je odvíjena od preferencí člověka. Environmentální ekonomie je rychle se rozvíjející vědní disciplína, která vznikla v 70. letech 20. století a k nejznámějším představitelům patří David Pearce a Charles Kolstad (Slavíková a kol. 2012).

Environmentální ekonomové přiřazují pomocí různých metod hodnoty službám, které nám poskytuje příroda, a tyto služby nejsou oceněny. Takovéto služby nazýváme environmentálními statky (Vojáček et al. 2014 ex Dvořák, 2007). Pod tímto pojmem si můžeme představit komodity jako kvalitu ovzduší a vody, krásný výhled na krajinu nebo na oceán, ale také ohrožený druh živočicha. Základní rozdíl mezi statky environmentálními a běžnými tržními (ordinary goods) je v existenci trhu (Kolstad 2010). Pro řadu environmentálních statků trhy obvykle neexistují, nebo pokud existují, tak selhávají. V rozhodovacích procesech tak může docházet k jejich nedoceňování (Šauer 1997, Seják, Dejmal a kol. 2003). S problémem absence trhu se setkáváme i v případě veřejných statků, mezi které patří například veřejné školy a nemocnice. Tyto statky jsou poskytovány za víceméně známý náklad. Naproti tomu environmentální statky vyráběny nejsou a jsou tedy od strany nabídky odděleny. Například určit náklad kvality vzduchu se nám podaří až při srovnání nákladu na její zlepšení (Kolstad 2010). To, že si tyto statky nemůžeme koupit, může způsobit problém při rozhodování, jak máme například znečištění ovzduší regulovat nebo kolik výstavby chceme ve městě povolit. Toto je jeden z hlavních důvodů, proč jsou ekonomy metody oceňování rozvíjeny (Šauer 1997, Vojáček et al. 2014).

Šauer (1997) uvádí, že u přírodních statků ve formě přírodních zdrojů může jít například o ocenění:

- za účelem koupě
- pro úvěr
- při dědickém a darovacím řízení
- při organizačních změnách firem apod.

U většiny trhů se při oceňování statků provádí porovnání jejich nabídky s poptávkou a dojde k vytvoření rovnovážné ceny. Oceňování environmentálních statků je v důsledku neexistence trhu mnohem obtížnější (Seják 2002, Vojáček et al. 2014.). Pro environmentální statky, které neprochází trhem, dochází k nedokonalosti trhu

spočívající v tom, že spotřebitel nemůže nahradit svůj tržní statek za environmentální. Rádi bychom se vzdali lístku do kina za trochu ticha ve vlastním bytě, ale bohužel si ticho koupit nemůžeme. Ekonomové se proto snaží nalézt hodnotu environmentálních statků a služeb. Vycházejí přitom z individuální ochoty vzdání se tržních statků ze soukromé spotřeby. Nalezená ekonomická hodnota je pak tvořena součtem jednotlivých individuálních ekonomických hodnot a lze ji považovat za fiktivní tržní cenu (Vejchodská 2006 ex Vojáček et al. 2014).

2.1 Ekonomické hodnoty

Pro hledání ekonomické hodnoty existuje škála metod, pomocí kterých zjišťujeme ochotu platit za zachování životního prostředí (willingness to pay WTP) nebo ochotu přijímat kompenzaci za poškození životního prostředí (willingness to accept). Ekonomická hodnota je však v současné ekonomii subjektivně pojatá a ochota platit a ochota přijímat kompenzaci se liší. Lidé vyžadují vyšší kompenzaci za statky, které již vlastní, než jsou ochotni zaplatit za statky nové (Seják, Dejmal a kol. 2003, Slavíková a kol. 2012). Neoklasická ekonomie rozlišuje následující hodnoty.

2.1.1 Hodnota užitná (use value)

Tato hodnota je spojována s využíváním environmentálních statků a představuje užitek, který daný statek danému spotřebiteli bezprostředně přinese (například les představuje pro člověka zdroj dřeva, místo k odpočinku, ale také je významným preventivním prvkem před povodněmi). Tyto hodnoty dále rozlišujeme na:

Přímá užitná hodnota - nejběžnější a nejčastější zdroj hodnoty, který odráží cenu pomocí tržního mechanismu. Existuje mnoho forem této hodnoty, od přímé spotřeby lidmi (dýchání vzduchu, používání vody), přes těžbu vyčerpateľných a obnovitelných zdrojů až po vědecké využívání přírody, například pro hledání léků pro nádorová onemocnění (Kolstad 2010, Slavíková a kol. 2012).

Nepřímá užitná hodnota - týká se primárních ekologických funkcí, které příroda a její ekosystémy člověku poskytují. Může se jednat o ochranu půdy, klimatické jevy nebo ekosystémové služby. Tyto hodnoty obvykle nejsou zahrnuty do ekonomických rozhodnutí (Seják, Dejmal a kol. 2003, Vojáček et al 2014).

Opční hodnota – představuje ochotu člověka zaplatit za zachování určitého přírodního statku, který v současnosti nevyužívá, ale díky čemuž si pak bude moci v budoucnu vybrat, zda statek bude využívat nebo ne. Konkrétní příklad uvádí Šauer (1997): „*Občan Prahy může přisuzovat určitou nenulovou hodnotu skutečnosti, že zůstane zachován park na druhém konci města, kam v současnosti nechodí, ale neví, zda se jednou nepřestěhuje a nebude park využívat.*“

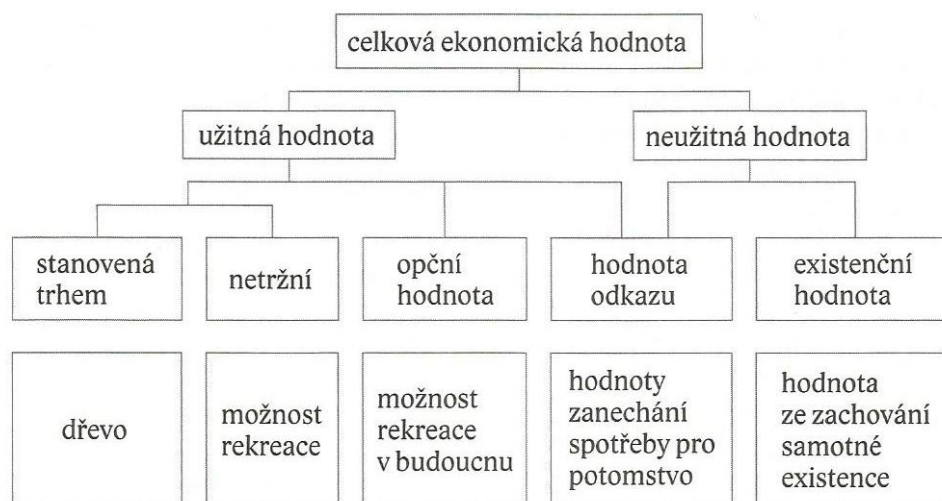
2.1.2 Hodnota neúžitná

Tato hodnota odráží skutečnost, že můžeme oceňovat environmentální statek nebo službu, aniž by nám přinášel užitek. Například můžeme hodnotit ekosystém nacházející se na vzdáleném místě pro jiný důvod, než je jeho budoucí návštěva, nebo z důvodu možnosti zisku plynoucího z tohoto ekosystému. Existují tři typy těchto hodnot (Kolstad 2010).

Existenční hodnota - vyjadřuje to, že pro člověka může mít hodnotu zachování přírodního zdroje i přesto, že z něj nebude mít žádnou užitnou hodnotu. Slavíková a kol. (2012, s. 45) uvádí příklad: „*Přesto, že většina lidí nikdy nenavštíví pralesy v Amazonii, může jim vědomí jejich zachování a možnosti jejich návštěvy přinášet samo o sobě užitek.*“

Altruistická hodnota – nevyplývá z mé vlastní spotřeby. Výhodu odvodím z toho, když někdo jiný získá užitek.

Hodnota odkazu - vyjadřuje ochotu lidí platit za to, že daný statek zůstane zachován pro budoucí generace dokonce i v případě, že ho nikdy nevyužili a nemají to ani v úmyslu.



Obrázek 3: Celková ekonomická hodnota na příkladu lesa (cit. Slavíková, Vejchodská, Slavík a kol. 2012)

2.2 Postup oceňování životního prostředí

Přírodní statky můžeme ekonomicky hodnotit a oceňovat také v oblasti jejich znehodnocení, a to například pro zjištění výše případné náhrady působených škod, zpřesnění analýzy efektivnosti investic u znečišťovatele nebo pro zpřesnění analýzy nákladů a užitku určitých projektů v soukromém a veřejném sektoru. Jedná se o kvantifikaci škod, které mají povahu zejména znečišťování prostředí, respektive kvantifikaci pozitivního účinku z jejich odvrácení. Ke kvantifikaci dané veličiny v peněžních jednotkách vedou 4 hlavní kroky.

1. krok znečištění – emise

Emise představují objem vypuštěných znečišťujících látek ze zdroje znečištění a jsou měřeny a kalkulovány ($t \cdot rok^{-1}$, $g \cdot s^{-1}$). Prokázání zdroje emisí je důležité zejména u případů, na které se váže politika životního prostředí, například prostřednictvím daní a poplatků za znečištění.

2. krok znečištění – imise

V dalším kroku jsou emise rozptylovány a přeměňovány při reakcích s prvky životního prostředí (CO_2 , dešť, ...) na imise, které mohou přestupovat do dalších složek prostředí. Mohou se například ukládat do půdy a živých organismů. Významným nástrojem jsou zde rozptylové modely, díky kterým jsme schopni zjistit změnu koncentrace škodlivin na určitém místě vlivem změny emisí.

3. krok - negativní dopady na životní prostředí a člověka

Tento krok je velice významný. U prvků, které byly exponovány, dochází k určitým naturálním změnám a úkolem ekonomů je těmto změnám přiřadit rozměr ekonomických čísel. Změny jsou hodnoceny jako negativní (ekologické, zdravotní, sociální apod.). Problematika prokázání kauzality (přímé souvislosti) mezi působením určitého faktoru životního prostředí a dopadem jeho působení na prvek životního prostředí je velmi složitá v důsledku spolupůsobení více faktorů najednou. Oddělit pak sledovaný faktor od ostatních není snadné. Pro vyjádření vztahu mezi úrovní znečištění a negativním dopadem na určitý prvek životního prostředí se používá funkce dávka - účinek (dose - response fiction). Čím lépe poznáme účinky dopadů na životní prostředí, tím dokonalejší může být pak jejich ekonomické hodnocení

4. krok – zkoumání ekonomické stránky dopadu

Jedná se o hlavní úkol ekonomů v této oblasti. Analýza má dvě části:

1. kvalitativní etapa – odpovídáme na otázky „Komu?“ a „Co?“

Je třeba identifikovat ekonomické subjekty, které nesou v našem případě škodu i konkrétní položky (indikátory) ekonomické škody, neboli co přesně je subjektům působeno. Můžeme tak například zkoumat vliv znečištění na zemědělskou produkci, kdy jako indikátor použitelný pro ekonomickou analýzu poslouží snížený výnos plodin.

2. kvantitativní etapa - odpovídáme na otázky „Kolik?“

Škodu zde můžeme vyjádřit v peněžních i nepeněžních (naturálních) jednotkách. V případě vhodně zvolených indikátorů účinku lze využít výsledků analýzy funkce dávka - účinek tak, aby tyto indikátory představovaly ekonomický indikátor v naturálních jednotkách např. hektarové výnosy zemědělských plodin (Šauer 2007).

2.3 Metody oceňování životního prostředí

Hlavním úsilím ekonomů je vyjádření škod v peněžních jednotkách, protože takto vyjádřená škoda je snadněji použitelná pro další ekonomické analýzy. Pro hodnocení a oceňování přírodních statků a škod vzniklých znehodnocováním životního prostředí existují různé metody, různí se způsoby jejich klasifikace. Jedním z možných způsobů jejich klasifikace je rozdělení do dvou skupin podle toho, do jaké míry jsou využívány informace z reálných trhů, a to na metody odhalených preferencí (revealed preferences) a metody vyjádřených preferencí (stated preferences). U metod odhalených preferencí pracujeme s informacemi z existujících trhů, zatímco u vyjádřených preferencí vytváříme hypotetický trh dotazníkovým šetřením (Dvořák 2007 ex Vojáček et al. 2014, Šauer 2007).

2.3.1 Metody odhalených preferencí

Tyto metody pracují s informacemi získanými z existujících trhů. Jsou zjišťovány na reálném přímém či zástupném trhu.

Tato skupina metod se často dělí ještě na další 3 podskupiny:

1. **skupina** – v této skupině jsou nejprve ekonomické dopady kvantifikovány v naturálním vyjádření a následně jsou vygenerována potřebná ekonomická čísla (ceny, náklady apod.) na běžně fungujících trzích (spotřební, práce apod.). Tato skupina metod bude blíže popsána a prakticky využita v další části této práce.
2. **skupina** – do této skupiny spadají tzv. nákladové metody, u kterých se pracuje s náklady na navrácení poškozeného životního prostředí do původního stavu.
3. **skupina** – tato skupina je charakteristická tím, že jsou ekonomické informace týkající se daného statku či služby zjišťovány na zástupných trzích. Řadíme zde metodu hédonické ceny a metodu cestovních nákladů.

Metoda hédonické ceny (hedonic price method) je založena na tom, že k oceňování statků životního prostředí jsou používány ceny statků zástupných, které jsou na trhu obchodovány. Cena těchto statků je pak závislá na vlastnostech oceňovaného statku životního prostředí, přičemž některé z nich mohou být environmentální. Tímto způsobem jsme pak schopni zjistit ochotu lidí platit za lepší kvalitu životního prostředí nebo ekonomicky ohodnotit negativní užitek ze skládek, spaloven nebo hluku z dopravy. Například rozdílná tržní cena dvou jinak stejných nemovitostí (jedna leží blíže parku) je chápána jako ochota lidí platit za kvalitnější životní prostředí.

Metoda cestovních nákladů (travel cost method) vychází z předpokladu, že cestovní náklady vynaložené lidmi za cestování do přírody nám mohou poskytnout informaci o rekreační hodnotě tohoto místa. Jedná se například o náklady na dopravu a pobyt. Metoda spočívá ve zjišťování výše těchto nákladů a počtu návštěv konkrétní rekreační oblasti za určité období a výsledkem je poptávková křivka po rekreaci takového území (Šauer 1997, Slavíková a kol. 2012).

2.3.2 Metody vyjádřených preferencí

Tato skupina metod se využívá v těch případech, kdy není možné využít některou z předchozích metod, protože pro přírodní statek či službu neexistuje reálný přímý ani zástupný trh.

Metoda podmíněného hodnocení (contingent valuation method) je jedna z nejstarších a neužívanějších metod. Tato metoda je založena na tom, že ekonomickou hodnotu zjišťujeme přímým dotazováním osob ohledně jejich ochoty platit nebo

přijímat kompenzaci za změnu kvality či množství konkrétního přírodního statku. Vypovídající schopnost výsledků je často diskutována, protože může docházet k záměrnému podcenění nebo přecenění ochoty platit.

Výběrový experiment je založen na zkoumání hypotetické ochoty respondenta platit za určitý přírodní statek. Respondent v rámci experimentu vybírá ze sady alternativních produktů tu, kterou nejvíce preferuje. Příkladem může být volba mezi cestou do práce autobusem nebo vlakem, kdy obě tyto alternativy můžeme popsat atributy času, pohodlí a ceny. Respondentovi pak dáme například na výběr mezi dvěma variantami: nákladnější a rychlejší cestu v podobě vlaku nebo levnější avšak pomalejší cestu autobusem (Vojáček et al. 2014).

3 Metodika

V rámci své bakalářské práce použiji metody odhalených preferencí, které využívají informace z existujících trhů a lze je tedy použít pouze pro ty přírodní statky, pro které existuje tržní cena. Konkrétně se zaměřím na 1. skupinu těchto metod, která je charakteristická tím, že jsou nejprve kvantifikovány ekonomické dopady v naturálním vyjádření, v mém případě se jedná o hektarové výnosy zemědělských plodin, a poté využita potřebná ekonomická čísla (ceny, náklady apod.) ze skutečně fungujících trhů. Typy degradace je potřebné rozlišovat, aby bylo možné správně zvolit přístup pro jejich ekonomické hodnocení. V rámci práce se zaměřím na hodnoty užité, které jsou spojené s užitkem člověka. Příkladem aplikace této skupiny metod oceňování může být ekonomická škoda ze snížení zemědělské produkce, kterou můžeme vyjádřit pomocí vynásobení snížení hektarového výnosu v tunách tržní cenou příslušné plodiny. Dalším příkladem může být zvýšený výnos díky zavedení protierozní ochrany půdy.

V ČR je problematika hodnocení protierozní ochrany půdy řešena v certifikované metodice „Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy“ vydané v roce 2014 Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v. v. i. v Brně autory Konečná a kol. Tuto metodiku využiji při zpracování praktické části této bakalářské práce.

3.1 Hodnocení nákladů a přínosů

Ve své bakalářské práci provedu ekonomické zhodnocení navržené protierozní ochrany půdy u dvou lokalit a doplním tak výzkum týmu profesora Bořivoje Šarapatky, který proběhl v letech 2006 až 2010.

Ekonomická bilance protierozní ochrany spočívá v porovnání nákladů (na vybudování a údržbu opatření) a přínosů jejich vlivem dosažených. Cenu protierozních opatření lze stanovit pomocí skutečných cen na realizaci těchto opatření nebo normativně pomocí ceníků. V případě absence těchto nákladů lze využít průměrné náklady na jednotku.

Přínosy protierozní ochrany se zjišťují jako rozdíl mezi následky eroze před a po zavedení opatření. Měření dopadů eroze je poměrně náročný úkol a k jeho řešení jsou používány různé techniky.

V práci využijí tzv. metoda replacement costs, která je založená na tom, že pro vyčíslení přínosů jsou použity dopady, které díky zavedení protierozní ochrany nenastanou. Pokud by nastaly, musely by být vynaloženy finanční náklady na jejich nápravu. V současné době však nelze kvalitativně a finančně vyjádřit všechny dopady protierozní ochrany. Pro ekonomickou bilanci není v ČR zatím dobře prozkoumán vliv protierozní ochrany na živé organismy, ať už půdní nebo vodní. Jedná se například o vliv na biodiverzitu nebo produkci biomasy změnou úživnosti. K zhodnocení následků eroze je nutné identifikovat pokud možno všechny typy interních a externích dopadů eroze. Clark 1985 ex Konečná a kol. (2014) uvádí přehled přístupů k ocenění interních a externích škod:

Interní škody

- Odnos půdy - ocení se průměrnou cenou ornice nebo pomocí ceny bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Pokud by se navezla odnesená hmota zpět na pozemek, bylo by možné ocenění podle transportních nákladů.
- Vznik rýh a strží, převrstvení půdy smytou zeminou – ocení se náklady na uvedení do původního stavu.
- Snížení výnosu – pro ocenění jsou potřebné konkrétní údaje o průměrném a aktuálním výnosu na daném pozemku.
- Ztráta živin – lze vyjádřit pomocí nákladů na nákup ztracených živin, zejména dusíku a fosforu.

Externí škody

- Poškození pozemků, vznik nánosů na nich – ocení se náklady na jejich odstranění.
- Znečištění vod – ocení se zvýšení nákladů na čištění vody, popřípadě zvýšení nákladů na čištění vodohospodářských zařízení nebo odstranění negativních dopadů na jiná odběrová a uživatelská zařízení (např. náklady na čištění a zajištění účinnosti chladicích zařízení elektráren nebo zavlažovacích zařízení).
- Nánosy ve vodních útvech (zanášení nádrží a toků) – oceňují se náklady na vytěžení a odvoz na skládku, popř. škody na lodní dopravě.
- Zvýšení škod při povodních – toky a nádrže zanesené produkty vodní eroze snižují retenční kapacitu krajiny (lze měřit posouzením odpovídajícího objemu škod).

- Ztráty na životech (dle autorů neměřitelné).
- Ekologické dopady (např. na organismy) se oceňují velmi obtížně a většinou jsou ekonomicky neuchopitelné (jedná se spíše o kvalitativní než kvantitativní hodnocení).

Ve své práci se zaměřím na vyčíslení interní škody způsobené u vybraných lokalit vodní erozí ve formě snížených výnosů. Působením eroze nastanou takové změny, které mají za následek zhoršení úrodnosti, což se projeví sníženým výnosem jednotlivých plodin. Rozdíly v úrodnosti na erodovaných a neerodovaných půdách jsou poměrně málo známé. Se sledováním se začalo až v 90. letech 20. století a v oblastech silně ohrožených erozí byly pozorovány značné poklesy ve výnosech. Vlivem degradace půd dochází ke snížení výnosů u různých plodin o čtvrtinu až dvě třetiny (Fulajtár, Jánský 2001).

Studované lokality leží na Jižní Moravě, která patří k silně erodovaným oblastem. Podle Obršlíka (2006) se procento erodovaných půd v zájmovém území (Archlebov, Ždánice, Lovčice) zvýšilo od roku 1938 do roku 1989 z 11,4 % na 65,5 %. Erodovatelnost je tak zde hlavním faktorem posuzování ekonomické rentability pěstování. U lokalit bude spočítán celkový výnos pro jednotlivé plodiny z výnosnosti z roku 2015. Tento celkový výnos bude představovat již snížený výnos v důsledku degradace půd.

Následně budou vypočítány investiční náklady navržených protierozních opatření a zhodnocena efektivnost této investice.

Pro zhodnocení efektivnosti budou použity dvě dynamické metody hodnocení investic. Dynamické metody respektují faktor času a všechny vstupní parametry jsou diskontovány na současnou hodnotu. Pro práci byla stanovena diskontní míra 10 %. V práci použiji jako ukazatel efektivnosti investice čistou současnou hodnotu a dobu návratnosti investice.

Čistá současná hodnota (NPV) je považována za nejvhodnější způsob ekonomického zhodnocení investičních projektů. Čistá současná hodnota představuje rozdíl mezi příjmy z investice a kapitálovými výdaji na tuto činnost. Bere v úvahu příjmy a výdaje po celou dobu životnosti projektu.

$$\check{S}HI = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - KV$$

kde:

CF_n - příjmy z investice v jednotlivých letech životnosti

i - úroková (diskontní) míra za jedno období (rok)

t - jednotlivé roky životnosti

n - doba životnosti

KV - kapitálové výdaje

Za efektivní považujeme pouze tu investici, která má hodnotu větší než nula. Rovnají-li se investice nule, pak se předpokládané příjmy rovnají kapitálovým výdajům a investice podniku nic nepřinese. V případě hodnot menších než nula jsou tyto investice ztrátové.²

Diskontovaná doba návratnosti je obdobou prosté doby návratnosti. Je založená na diskontovaném peněžním toku. Vyjadřuje dobu (počet let), za kterou příjmy z investice vyrovnají počáteční kapitálový výdaj. Za efektivní je považována pouze ta investice, jejíž diskontovaná doba návratnosti je kratší než její doba životnosti (Maléčková a kol. 2012).

$$TN_p = \frac{IN}{DCF} \quad DCF = \frac{CF}{(1+i)^n}$$

kde:

IN - náklady na investici

CF – roční tok peněz (cash flow)

DCF – diskontovaný roční peněžní tok

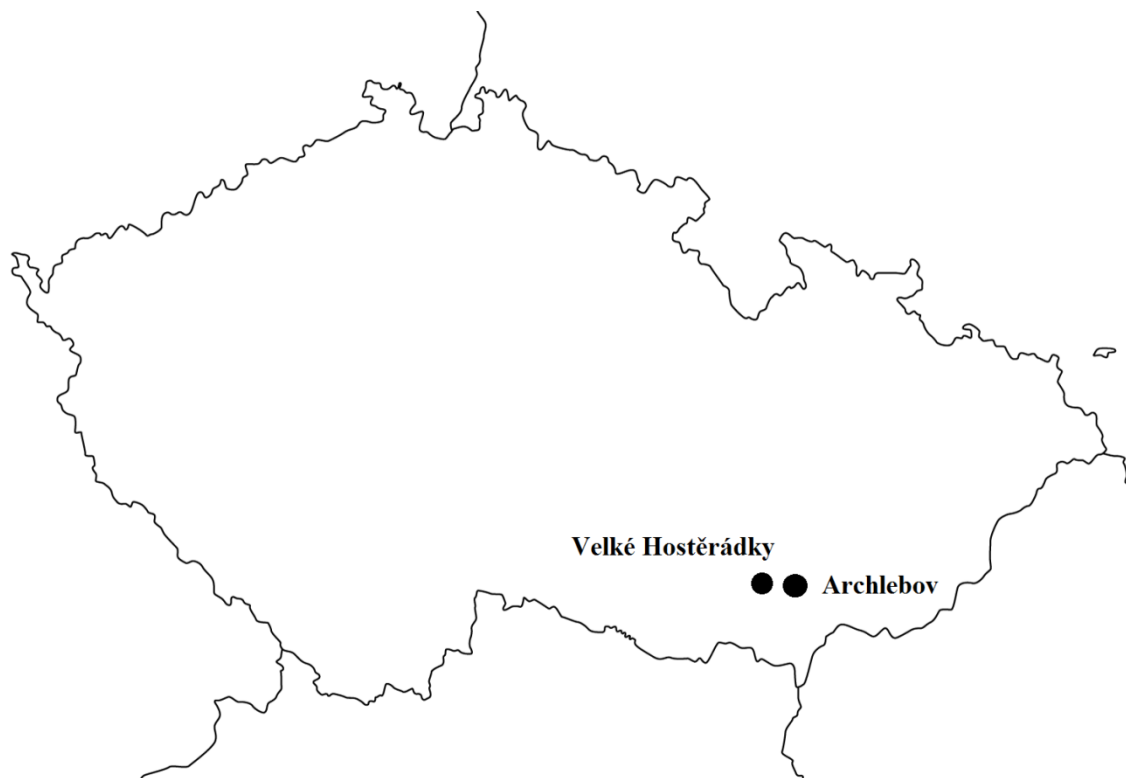
i – diskontní sazba

n – rok, který se počítá

² Čistá současná hodnota (NPV - Net Present Value). MANAGEMENT MANIA: Business encyklopedie [Internet]. Copyright © 2011-2013 [cit. 2016-05-01]. ISSN 2327-3658. Dostupný z: <https://managementmania.com/cs/cista-soucasna-hodnota>

3.2 Lokality

Pro průzkum použijí dvě lokality na jižní Moravě, která je v České republice nejvíce ohrožena vodní erozí půdy. Konkrétní lokality byly vybrány z toho důvodu, že je zde vliv eroze nejzřetelnější.



Obrázek 4: Mapa lokalit (zdroj: vlastní)

3.2.1 Archlebov

Posuzovaná lokalita leží v obci Archlebov na území okresu Hodonín v Jihomoravském kraji, 12 km západně od města Kyjova. Náleží do geomorfologické provincie Západních Karpat, subprovincie Vnějších Západních Karpat, celku Kyjovské pahorkatiny. Jižní část vyplňuje okrsek Krumvířská pahorkatina. (Demek a kol. 2006). Nadmořská výška se pohybuje kolem 273 m. n. m. Území leží na rozhraní teplé oblasti (varianta T2) a mírně teplé oblasti (varianta MT11). Charakteristické je toto území svým dlouhým, teplým a suchým létem. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 8 °C. Průměrné roční srážky se pohybují v rozmezí 550 – 600 mm a nejčetnější jsou v červenci, který je zároveň i nejteplejším měsícem (Dujka 1998). Převažujícím půdním typem je černozem.

Území lokality se rozprostírá na ploše 513 ha. Považuje se za velmi ohrožené vodní erozí. Průměrný roční smyv je zde $17,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a celková ztráta půdy v řešeném území je $9\,183 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$ (příloha 1). V rámci výzkumného úkolu týmu profesora Šarapatky byla navržena pro tuto lokalitu protierozní opatření a po jejich zavedení by došlo ke snížení erozního smyvu o 70,4 % (příloha 2). Byl zde zhodnocen i účinek požadovaného managementu dle nového i starého standardu Dobrého zemědělského a environmentálního stavu GAEC 1 a GAEC 2 (Šarapatka a kol. 2013).

K hodnocení výnosu byly u této lokality použity data výnosů jednotlivých plodin v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ společnosti Zemagro, spol. s r. o. za roky 2013 až 2015. Tato společnost se zabývá konvenční zemědělskou výrobou a věnují se především pěstování obilovin (pšenice, ječmen, kukuřice) a olejnin (řepka, slunečnice)³.

3.2.2 Velké Hostěrádky

Zkoumané území leží v obci Velké Hostěrádky spadající pod okres Břeclav v Jihomoravském kraji, 6 km od města Klobouky u Brna. Geomorfologie lokality je podobná území Archlebova s tím rozdílem, že spadá do celku Ždánický les. Nadmořská výška se pohybuje kolem 267 m. n. m. Území spadá do teplé klimatické oblasti (T2) a je tedy charakterizováno jako teplé a mírně suché (vyhláška č. 327/1998 Sb.). Průměrná roční teplota je 8 - 9 °C a průměrný roční úhrn srážek 500 - 600 mm. Hlavním půdním typem je stejně jako u Archlebova černozem.

Na území obce je obhospodařováno 549 ha půdy. Také tato lokalita je velmi ohrožena vodní erozí. Průměrný roční smyv je $20,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a celková ztráta půdy v řešeném území je $11\,145 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$ (příloha 3). I zde byla navržena v rámci projektu protierozní opatření, pomocí kterých by došlo ke snížení erozního smyvu o 73,4 % (příloha 4).

Data pro zhodnocení výnosu poskytla ekologická farma společnosti VH Agroton s.r.o., která pěstuje v certifikované BIO produkci špaldu, pšenici, pohanku, oves nahý, apod.

Následující tabulka vyjadřuje procentuální snížení průměrných hodnot erozního smyvu u vybraných lokalit po zavedení protierozních opatření.

³ Zemagro, spol. s.r.o. [internet]. Zemagro, spol. s r. o. © 2011. [cit. 2016-04-12]. Dostupný z: <http://www.zemagro.cz/>

Tabulka 2: Snížení erozního smyvu (cit. Šarapatka a kol. 2010)

Území	Snížení průměrných hodnot erozního smyvu v %		
	GAEC 2 (starý)	GAEC 1 (nový)	návrh
Archlebov	14,5 ($\pm 0,08$)	40,8 ($\pm 0,11$)	70,4 ($\pm 0,23$)
Hostěrádky	33,5 ($\pm 0,10$)	42,9 ($\pm 0,10$)	73,4 ($\pm 0,19$)

Hodnoty uvedené v závorkách jsou střední chyby průměrů (standard error of the mean)

3.2.3 Data

V rámci bakalářské práce navážu na výzkum týmu profesora Bořivoje Šarapatky, který proběhl v letech 2006 až 2010, v jehož rámci byla posouzena vodní eroze a navržena protierozní opatření na 4 lokalitách na jižní Moravě. Budu se věnovat dvěma lokalitám, které jsou z hlediska vodní eroze významnější. K výpočtu nákladů na navržená opatření využiji průměrné ceny projektů realizovaných VUT Brno.

K ocenění interní škody snížení výnosů na těchto lokalitách použiji přehledy výnosů jednotlivých plodin za rok 2015 společností Zemagro, spol. s r. o. (lokalita Archlebov) a ekologické farmy společnosti VH Agroton s.r.o. (lokalita Velké Hostěrádky). Ceny plodin z Archlebova byly zjištěny z katalogu indexů cen zemědělských výrobců ze statistického úřadu a pro plodiny pěstované ve Velkých Hostěrádkách ceny poskytla společnost VH Agroton s.r.o. Na základě výzkumu Zrubce a kol. z roku 1993 a Fulajtára z roku 1996 (Fulajtár, Jánský 2001, str. 259-261) budu pro výpočet přínosů protierozních opatření počítat s již reálným snížením výnosů o jednu čtvrtinu.

4 Výsledky

V rámci bakalářské práce jsem vypočítala přínos protierozních opatření spočívající ve zvýšeném výnosu jednotlivých plodin pěstovaných v lokalitách Archlebov a Velké Hostěradky. Byly spočítány náklady na vybraná protierozní opatření pro uvedené lokality. Výpočtem čisté současné hodnoty investice byla posouzena přijatelnost této investice.

4.1 Archlebov

Na této lokalitě jsou pěstovány plodiny, které jsou přehledně zaznamenány níže, (tab. 3). Při vyhodnocení výnosů nebyly brány v úvahu plodiny pěstované pouze jako doplňkové, protože výměra, na které byly pěstovány, je v porovnání s ostatními zanedbatelná (příloha 5). Největší plochou je zastoupena pšenice setá ozimá a kukuřice. Pšenice setá jarní se začala pěstovat na této lokalitě až od roku 2015. V tomto roce se naopak přestala pěstovat slunečnice.

Tabulka 3: Pěstované plodiny v Archlebově

pěstovány pouze jako doplňkové plodiny	vojtěškotráva svazenka vratičolistá trvalé travní porosty hořčice bílá meruňka plodová
plodiny pěstovány průběžně	pšenice setá ozimá ječmen ozimý ječmen jarní řepka olejka ozimá kukuřice hrách setý
pěstována do roku 2014	slunečnice
pěstována od roku 2015	pšenice setá jarní

Výpočtem výnosů jednotlivých plodin za rok 2015 bylo zjištěno, že nejvyšší celkové výnosy v tomto roce byly z pěstování pšenice seté ozimé a řepky olejné (ozimé), u těchto průběžně pěstovaných plodin činil 12 835 887,- Kč. (tab. 4)

Tabulka 4: Výpočet výnosů na lokalitě Archlebov v roce 2015

plodina	výměra (ha)	výnosnost (t/ha)	cena (t/Kč)	celkový výnos (Kč)
pšenice setá ozimá	221,9	7,0	4377	6 798 794
pšenice setá jarní	13,6	5,5	4377	327 400
ječmen ozimý	21,3	8,0	4530	771 912
ječmen jarní	31,9	6,5	4530	939 296
řepka olejka ozimá	69,5	3,4	9860	2 329 918
kukuřice	76,3	5,5	3768	1 581 241
hrách setý	3,5	3,2	7797	87 326
celkový výnos v lokalitě				12 835 887

Protierozní opatření byla na této lokalitě navržena na ploše 394,1 ha. Ceny pro tato opatření byly použity z projektů VUT Brno. Porovnáním investičních nákladů na tato opatření bylo zjištěno, že nejnákladnějším opatřením je záchytný průleh. Náklady na 5 128 metrů dlouhý záchytný průleh činí 7 692 000,- Kč. Celkové investiční náklady na navržená protierozní opatření na této lokalitě dosahují částky 10 880 100,- Kč (tab. 5).

Tabulka 5: Investiční náklady protierozních opatření Archlebov

NAVRŽENÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ ARCHLEBOV			
druh	rozsah	cena za měrnou jednotku	∑ opatření (Kč)
TTP	56,9 ha	12 000,- Kč / ha	682 800
TTPS	53,0 ha	15 000,- Kč / ha	795 000
ZPAS	11,1 ha	15 000,- Kč / ha	166 500
SDSO	5,1 ha	18 000,- Kč / ha	91 800
ZPRU	5128 m	1 500,- Kč / bm	7 692 000
SPRU	968 m	3 000,- Kč / bm	1 452 000
celková cena			10 880 100

V rámci práce bylo počítáno s životností protierozních opatření 20 let. Pro realizaci navržených protierozních opatření v Archlebově by bylo nutno počítat s investičními náklady ve výši 10 880 100,- Kč.

Při výpočtu diskontovaného cash flow i čisté současné hodnoty investice bylo počítáno s 10 % diskontní sazbou. Cash flow vyjadřuje rozdíl mezi přínosy a výdaji, v jednotlivých letech. Přínosy jsou zde, díky zavedení protierozních opatření, představeny eliminací úbytku ročních výnosů. Degradací půd by docházelo každoročně ke snížení výnosů plodin o čtvrtinu, což v případě Archlebova odpovídá částce 3 208 971,- Kč.

Každoroční výdaje jsou tvořeny ztrátou výnosů úbytkem orné půdy a náklady na péči o zatravněnou půdu. Zavedením protierozních opatření by došlo k úbytku orné půdy o 59,4 ha. Ztráta výnosů v důsledku úbytku orné půdy v prvním roce činí 1 745 681,- Kč. Výdaje na péči o zatravněnou půdu zahrnují kosení těžkou mechanizací, shrnování mechanizací, sběr, odvoz a likvidace pokosené hmoty mechanizací a byly vyčísleny na 10 000,- Kč/ha. U této lokality je v rámci protierozních opatření zatravněno 138,4 ha a výdaje na péči o tuto plochu dosahují 1 348 000,- Kč.

Výpočtem diskontovaného cash flow bylo zjištěno, že po dobu životnosti protierozních opatření bude nabývat kladných hodnot. Suma diskontovaného cash flow za celou dobu opatření činí 536 873,- Kč (příloha 6).

Tabulka 6: Ekonomická bilance investic Archlebov

DISKONTOVANÉ CASH FLOW		INVESTIČNÍ NÁKLADY	
operace	částka (Kč)	Operace	částka (Kč)
DCF za životnost projektu	536 873	TTP	682 800
		TTPS	795 000
		ZPAS	166 500
		SDSO	91 800
		ZPRU	7 692 000
		SPRU	1 452 000
Σ DCF	536 873		- 10 880 100
ČSHI (Kč)	- 10 343 227		

Pro zhodnocení výnosnosti byla vypočítána čistá současná hodnota investice. Celková současná hodnota všech peněžních toků souvisejících s protierozními opatřeními činí - 10 343 227,- Kč. Diskontovaná doba návratnosti zavedení protierozních opatření u této lokality je 20,3 let. Z ekonomického hlediska tak projekt nebude ziskový, ale vynaložené investiční náklady se za dobu životnosti navrátí (tab. 6).

4.2 Velké Hostěrádky

V této lokalitě jsou všechny plodiny (tab. 7) pěstovány v rámci šetrného ekologického zemědělství. Pěstují zde i netradiční plodiny jako čirok nebo pšenici špaldu. Do roku 2013 byla na této lokalitě pěstována pšenice jarní červená a pšenice dvouzrnka, do roku 2014 vikev jarní. Od roku 2015 pěstují nově sóju a hořčici. Největší výměrou jsou zde zastoupeny pšenice ozimá, oves nahý a pohanka (příloha 7). Pro výpočet byly použity všechny aktuálně pěstované plodiny.

Tabulka 7: Pěstované plodiny ve Velkých Hostěrádkách

plodina	pěstována
oves nahý	
pohanka	
čirok	
peluška - množení	průběžně
jetel nachový - množení	
pšenice špalda	
pšenice ozimá	
pšenice jarní červená	do roku 2013
pšenice dvouzrnka	
sója	od roku 2015
hořčice	
vikev jarní - množení	do roku 2014

Při výpočtu výnosů jednotlivých plodin bylo zjištěno, že největší část z celkového výnosu v tomto roce tvoří pšenice špalda, pšenice ozimá a oves nahý. Výnos z pšenice špaldy činí 3 359 795,- Kč. Nejdražší pěstovanou plodinou je jetel nachový. Tuna této plodiny stojí 40 000,- Kč. Celkový výnos z plodin pěstovaných na této lokalitě je 9 378 535,- Kč (tab. 8).

Tabulka 8: Výpočet výnosů na lokalitě Velké Hostěradky v roce 2015

plodina	výměra (ha)	výnosnost (t/ha)	cena (t/Kč)	celkový výnos (Kč)
pšenice setá ozimá	112,8	3,4	7500	2 876 400
pšenice špalda	79,9	2,9	14500	3 359 795
oves nahý	101,8	1,1	9000	1 007 820
pohanka	51,6	0,7	15000	541 800
peluška - množení	49,5	0,7	12000	415 800
jetel nachový - množení	32,8	0,5	40000	656 000
sója	33,6	0,7	16000	376 320
hořčice	13,4	0,2	15000	40 200
čirok	3,0	2,9	12000	104 400
celkový výnos v lokalitě				9 378 535

Tabulka 9: Investiční náklady protierozních opatření Velké Hostěradky

NAVRŽENÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ VELKÉ HOSTĚRÁDKY			
druh	rozsah	cena za měrnou jednotku	∑ opatření (Kč)
TTP	26,9 ha	12 000,- Kč / ha	322 800
TTPS	66,9 ha	15 000,- Kč / ha	1 003 500
ZPAS	18,6 ha	15 000,- Kč / ha	279 000
SDSO	6,3 ha	18 000,- Kč / ha	113 400
ZPRU	5512 m	1 500,- Kč / bm	8 268 000
SPRU	506 m	3 000,- Kč / bm	1 518 000
celková cena			11 504 700

Dále byla vypočítána cena protierozních opatření navržených na ploše 431,1 ha. Pro výpočet byly opět použity průměrné ceny projektů VUT Brno. Výpočtem bylo zjištěno, že nejnákladnější bude záchytný průleh. Záchytný průleh s délkou 5 512 metrů vyjde na 8 268 000,- Kč. Celková suma vynaložená na protierozní opatření na této lokalitě činí 11 504 700,- Kč (tab. 9).

I v tomto případě bylo počítáno s životností protierozních opatření 20 let. Na počátku tohoto projektu by byly vynaloženy investičními náklady na protierozní opatření ve výši 11 504 700,- Kč.

Pro výpočet diskontovaného cash flow i čisté současné hodnoty investice byla zvolena diskontní sazba 10 %. Přínosy protierozních opatření zde činí 2 344 634,- Kč.

Jejich zavedením by zde došlo k úbytku orné půdy o 56,7 ha. Ztráta výnosů v důsledku úbytku orné půdy činí 1 116 045,- Kč. U této lokality je potřeba počítat s péčí o zatravněnou půdu na rozloze 127,5 ha a výdaje na péči jsou tak ve výši 1 274 700,- Kč.

Tabulka 10: Ekonomická bilance investic Velké Hostěradky

DISKONTOVANÉ CASH FLOW		INVESTIČNÍ NÁKLADY	
operace	částka (Kč)	operace	částka (Kč)
DCF za životnost projektu	- 211 862	TTP	322 800
		TTPS	1 003 500
		ZPAS	279 000
		SDSO	113 400
		ZPRU	8 268 000
		SPRU	1 518 000
Σ DCF	- 211 862		- 11 504 700
ČSHI (Kč)	- 11 716 562		

Diskontované cash flow bude u této lokality po dobu životnosti protierozních opatření v záporných hodnotách. Suma diskontovaného cash flow za celou dobu opatření činí - 211 862,- Kč (příloha 8). Pro zhodnocení výnosnosti byla z tohoto

důvodu vypočítána pouze čistá současná hodnota investice, která u této lokality vychází - 11 716 562,- Kč (tab. 10). Investice je z toho hlediska neefektivní. Tato záporná hodnota odráží jiný způsob hospodaření na této lokalitě a to ekologické zemědělství. Při tomto způsobu hospodaření by bylo potřeba podpořit tuto investici dotací.

5 Diskuze

V rámci této bakalářské práce byly hodnoceny vlivy vodní eroze půdy na užitnou hodnotu půdy pomocí jedné z metod odhalených preferencí, metody tržního oceňování. Byly vyčísleny škody způsobené vodní erozí, kdy došlo ke snížení výnosnosti pěstovaných zemědělských plodin v Archlebově i ve Velkých Hostěrádkách o jednu čtvrtinu a spočítány investiční a provozní náklady na navržená protierozní opatření na dobu 20 let. V závěru bylo provedeno posouzení těchto investic pomocí čisté současné hodnoty a diskontované doby návratnosti. Z výsledků je patrné, že u obou lokalit je vliv eroze znatelný a dochází k významným ztrátám výnosnosti jednotlivých plodin, a tím i celkových výnosů. Současně je nutno si uvědomit, že množství ztrát by se nadále prohlubovalo, a to nejen v oblasti výnosnosti a celkových výnosů, ale i dalším odnosem půdy, snižováním její kvality a ceny, poškozováním pozemků, vznikem nánosů, znečišťováním vod a dalšími ekologickými dopady. Z hlediska ekonomické rentability je na tom lépe lokalita Archlebov, kde budou investiční náklady na zavedení protierozních opatření za dobu životnosti vyrovnány jejich přínosy. U Velkých Hostěrádek však tyto přínosy počáteční investiční náklady nevyrovnají. U této lokality je potřeba zohlednit, že je zaměřená na ekologické zemědělství a také to, že zde nebyly zohledněny všechny přínosy protierozních opatření.

U obou lokalit byl vypočítán celkový výnos jednotlivých plodin pěstovaných v roce 2015, který představuje výnos již vlivem vodní eroze půdy snížený. U Archlebova byl celkový výnos ve srovnání s celkovým výnosem Velkých Hostěrádek za srovnatelných podmínek o 3 457 352,- Kč vyšší. Tento rozdíl mohl být způsoben tím, že všechny plodiny ve Velkých Hostěrádkách jsou pěstovány v rámci ekologického zemědělství. Vzhledem k nižším celkovým výnosům zde byl nižší i přínos protierozních opatření.

V této bakalářské práci jsem neposuzovala všechna protierozní opatření navržená v rámci výzkumu realizovaného týmem pana profesora Šarapatky v letech 2006 až 2010. Zaměřila jsem se na vybraná organizační a technická opatření. V případě Velkých Hostěrádek jsou investiční náklady na tato opatření o 624 600,- Kč vyšší než u Archlebova. Zavedením protierozních opatření by došlo k úbytku orné půdy a zvětšení plochy trvalých travních porostů. U obou lokalit by byl úbytek orné půdy podobný. Nárůst výdajů vzniklých navýšenou potřebou péče o zatravněnou půdu by byl jen z malé části kompenzován hodnotou vyprodukované travní biomasy. V podmínkách

jižní Moravy je tato produkce však minimální a i z důvodu omezené živočišné výroby s ní není počítáno. U Archlebova by se snížila výměra orné půdy o 59,4 ha a u Velkých Hostěrádek o 56,74 ha. Dopad tohoto opatření na snížení celkového výnosu je výraznější u Archlebova vzhledem k tomu, že na této lokalitě je vyšší celkový výnos z pěstovaných plodin a úbytek orné půdy tedy působí vyšší ztráty.

Posouzením investic na zavedení protierozních opatření bylo zjištěno, že přínosy opatření pokryjí investiční náklady na protierozní opatření pouze u jedné z lokalit, a to u Archlebova.

U této lokality je ve srovnání s Velkými Hostěrádkami diskontované cash flow po celou dobu kladné, přesto je čistá současná hodnota investice - 10 343 227,- Kč. Pokud bychom hodnotili tuto investici jen pomocí toho ukazatele, jeví se jako neefektivní. Při posouzení této investice z hlediska diskontované doby návratnosti, která je u této lokality 20,3 let, se jeví tato investice jako přijatelná. Investiční náklady na zavedení protierozních opatření budou za jejich dobu životnosti vyrovnány peněžními příjmy, které z nich plynou. Musíme si však uvědomit, že je potřeba brát v úvahu i jiné, než jen přímé ekonomické dopady protierozní ochrany na zemědělskou produkci. Protierozní opatření mají pozitivní vliv na snížení odnosu půdy, devalvaci ceny i kvality půdy, ale i na vznik nánosů nebo znečištění vod.

V případě Velkých Hostěrádek byla vypočítána pouze čistá současná hodnota investice a to z toho důvodu, že zde suma diskontovaných cash flow vychází záporná. Tato hodnota slouží k výpočtu diskontované doby návratnosti, která by byla také záporná. Čistá současná hodnota této investice vychází stejně jako u Archlebova záporně a to - 11 716 562,- Kč. Investice na protierozní opatření byla na základě tohoto ukazatele vyhodnocena jako neefektivní. Při hodnocení investice u této lokality musíme však brát v úvahu i to, že je zaměřena na ekologické zemědělství. Z tohoto důvodu jsou zde menší celkové výnosy pěstovaných plodin a tím i celkový výnos. Stejně jako u Archlebova i zde musíme navíc uvažovat i jiné než jen ekonomické dopady navržených opatření. Pro vylepšení bilance investičních nákladů a přínosů opatření by bylo nutné zažádat o dotaci. Aby došlo k vyrovnání investičních nákladů, muselo by družstvo dostávat každoročně dotaci v minimální výši 200 000,- Kč.

V rámci této práce byla hodnocena jedna z interních škod ve formě snížených výnosů. Na tuto práci by mohly navazovat další práce zaměřené na zmírnění vlivu vodní eroze půdy na těchto lokalitách. Následně by bylo možné komplexněji vyčíslit jednotlivé interní i externí škody. Důležité je uvědomit si, že tato práce se zaměřuje na

ocenění užitné hodnoty půdy ve zkoumaných lokalitách. Kromě toho však má půda hodnotu neúžitnou, kterou nelze ocenit s použitím tržních metod. Z toho důvodu by bylo vhodné doplnit ocenění půdy o vyčíslení neúžitných hodnot například použitím skupiny metod vyjádřených preferencí. Problémem v současné době zůstává nekomplexnost metod, které by jak kvalitativně, tak ekonomicky vyjadřovaly všechny dopady protierozní ochrany v pozitivním i negativním smyslu. Pro ekonomickou bilanci není zatím dostatečně prozkoumán vliv protierozní ochrany, například na živé organismy, ať už půdní nebo vodní. Jako neméně důležité vnímám také nutnost zohlednění biodiverzity nebo produkce biomasy změnou úživnosti.

6 Souhrn

V této práci byly hodnoceny vlivy vodní eroze půdy a posuzována efektivnost investic do navržených protierozních opatření. Práce navazuje na výzkum týmu profesora Šarapatky, který proběhl v letech 2006 až 2010. Byla posuzována protierozní opatření navržená pro dvě lokality Jihomoravského kraje, kde je negativní vliv vodní eroze významnější. U obou sledovaných lokalit dochází ke snížení výnosnosti jednotlivých plodin a následné ztrátě celkových výnosů vlivem vodní eroze půdy o čtvrtinu. K větším ztrátám celkových výnosů dochází u Velkých Hostěrádek, kde jsou všechny plodiny pěstovány v rámci ekologického zemědělství.

Bylo počítáno s přínosy protierozních opatření, které by spočívaly v zamezení dalšího snižování výnosností pěstovaných plodin, a tím i celkových výnosů. Výsledky této práce neprokazují výrazný ekonomický přínos protierozních opatření. Musíme si však uvědomit, že je potřeba brát v úvahu i jiné, než jen přímé ekonomické dopady protierozní ochrany na zemědělskou produkci. Protierozní opatření mají pozitivní vliv na snížení odnosu půdy, devalvací ceny i kvality půdy, ale i na omezení vzniku nánosů nebo znečištění vod. Neopomenutelný je také pozitivní vliv na ekosystémy.

Vyšší přínos posuzovaných protierozních opatření by byl vzhledem k vyšším celkovým výnosům u Archlebova. Investiční náklady na protierozní opatření budou vyšší u Velkých Hostěrádek. Pro tuto lokalitu byla protierozní opatření navržena ve větším rozsahu.

Ze zjištěných přínosů, provozních a investičních nákladů protierozních opatření byla posouzena efektivnost těchto investic. Z hlediska ekonomické rentability investovaných prostředků jsou efektivnější protierozní opatření pro Archlebov, kde by byla počáteční investice za dobu životnosti protierozních opatření vyrovnána přínosy těchto opatření. Čistá současná hodnota investice je přesto záporná.

V případě Velkých Hostěrádek je suma diskontovaného cash flow za dobu životnosti opatření i čistá současná hodnota záporná a investice se jeví jako neefektivní. Bylo by ji tedy potřeba podpořit pravidelnou roční dotací, která by dorovnála prvopočáteční investici do protierozních opatření.

Je potřeba si uvědomit, že realizaci protierozních opatření je nutno posuzovat komplexně, brát v úvahu nejen ekonomické hledisko, ale i nezanedbatelný význam pro životní prostředí a ekosystémy.

Literatura

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

Čamrová L, Vejchodská E, Slavík J. 2012. Ekonomie životního prostředí - teorie a politika, Praha: Alfa Nakladatelství. 287 s.

Čistá současná hodnota (NPV - Net Present Value). MANAGEMENT MANIA: Business encyklopedie [Internet]. Copyright © 2011-2013 [cit. 2016-05-01]. Dostupný z: <https://managementmania.com/cs/cista-soucasna-hodnota>

Demek J, Mackovčín P, Balatka B, Buček A, Cibulková P, Culek M, Čermák P, Dobiáš D, Havlíček M, Hrádek M, Kirchner K, Lacina J, Pánek T, Slavík P, Vašátko J. Hory a nížiny. 2006. Zeměpisný lexikon ČR- Hory a nížiny. 2. vyd. Brno: Agentura ochrany přírody ČR. 580 s.

Dujka V. Územní plán sídelního útvaru Archlebov [Internet]. Brno 1998 [cit. 2016-04-12]. Dostupný z: http://www.mestokyjov.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=7843&id_dokumenty=23351

Fulajtár E, Jánský L. 2001. Vodná erózia pôdy a protierozná ochrana. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy. 310 s.

Heckrath G, Djurhuusa J, Quineb T. A, Oostc K. V, Goversc G, Zhangb Y. 2005. Tillage erosion and its effect on soil properties and crop yield in Denmark. *Journal of environmental quality*. 34(1):312-324.

Janeček M. 2002. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: ISV nakladatelství. 201 s.

Janeček M. 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. 1. vyd., Praha: Powerprint. 113 s.

Kolektiv autorů. 2015. Katalog opatření. Olomouc. Koalice pro řeky, Univerzita Palackého v Olomouci. Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejska a Norska

Kolstad Ch. D. 2010. Environmental Economics: second edition. New York: Oxford university press, 480 s.

Konečná J, Pražan J, Podhrázská J, Kučera J, Koutná K, Fiala R. 2014. Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy. Brno: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., 52 s.

Lal, R.. 1999. Soil Quality and Soil Erosion. Ankeny. IA: Soil and Water Conservation Society. 329 s.

Malečková V., Sivek M., Jirásek J. 2012. Vybrané příklady z ekonomiky nerostných surovin [Internet]. Ostrava: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR a Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava [cit. 2016-05-01]. Dostupný z: <http://geologie.vsb.cz/loziska/cvekonomika/index.html>

Morgan R. P. C. 2005. Soil erosion and conservation. 3rd edition. Wiley-Blackwell. 316 s.

Novotný I, Mistr M, Papaj V, Kristenová H, Váňová V, Kapička J, Vlček V, Vopravil J, Kulířová P, Kadlec V, et al. 2014. Příručka ochrany proti vodní erozi. 2. přepracované vydání. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., 78 s.

Obršlík, J. 2006. Antropogenní ovlivnění zemědělského půdního fondu v podhůří Ždánického lesa. Disertační práce MZLU Brno, 122 s.

Owens P. N, Collins A. J. 2006. Soil erosion and sediment redistribution in river catchments: measurement, modelling and management. Wallingford, UK; Cambridge, Mass.: CABI. 328 s.

Pimentel D, Harvey C, Resosudarmo P, Sinclair K, Kurz D, McNair M, Crist S, Shpritz L, Fitton L, Saffouri R, Blair R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. Science. [Internet]. [cit. 2016-03-13]. 267(5201):1117-1123. Dostupný z: http://www.rachel.org/files/document/Environmental_and_Economic_Costs_of_Soil_Erosion.pdf

Pimentel D, Kounang N. 1998. Ecology of Soil Erosion in Ecosystems. *Ecosystems*. 1(5):416-426.

Anon, 2011. Příručka ochrany proti vodní erozi [Internet]. 1. vyd. Praha [cit. 2016-03-12]. Dostupný z:

http://eagri.cz/public/web/file/132436/Prirucka_ochrany_proti_vodni_erozi.pdf

Seják J. 2002. Principy a metody oceňování životního prostředí. *Životné prostredie* č. 1 [Internet]. [cit. 2016-04-13]. 36(1):10-13. Dostupný z:

http://147.213.211.222/sites/default/files/2002_1_010_013_sejak.pdf

Seják J, Dejmal I, a kol. Hodnocení a oceňování biotopů České Republiky.[Internet]. Praha: Český ekologický ústav. 2003 [cit. 2016-04-13]. Dostupný z:

<http://fzp.ujep.cz/Projekty/VAV-610-5-01/HodnoceniBiotopuCR.pdf>

Šarapatka B., Dlapa P. a Bedrna Z. 2002. Kvalita a degradace půdy. Olomouc: Univerzita Palackého.

Šarapatka B, Netopil P, Pavlík F, Baran J. 2013. The efficiency of different approaches to soil erosion control in selected areas of the Czech Republic. *Fresenius Environmental Bulletin* 22(9a): 2775-2781.

Šarapatka B., Hejátková K. 2014. Degradace půdy a desatero zásad pro ochranu její kvality. *Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura*, o. s. 36 s.

Šauer P. 1997. Úvod do ekonomiky životního prostředí. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická. 154 s.

Šauer P. 2007. Kapitoly z environmentální ekonomie a politiky i pro neekonomy. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí. 142 s.

Toy T. J., Foster G. R., Renard, K. G. 2002. *Soil Erosion: Processes, Prediction, Measurement, and Control*. New York: John Wiley and Sons. 338 s.

Vojáček O, Šedivý M, Kratochvíl M. 2014. Ekonomické hodnocení přírodních statků: Metodologická východiska a metody. Projekt ESOM, Hodnotná příroda Krušnohoří. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem.

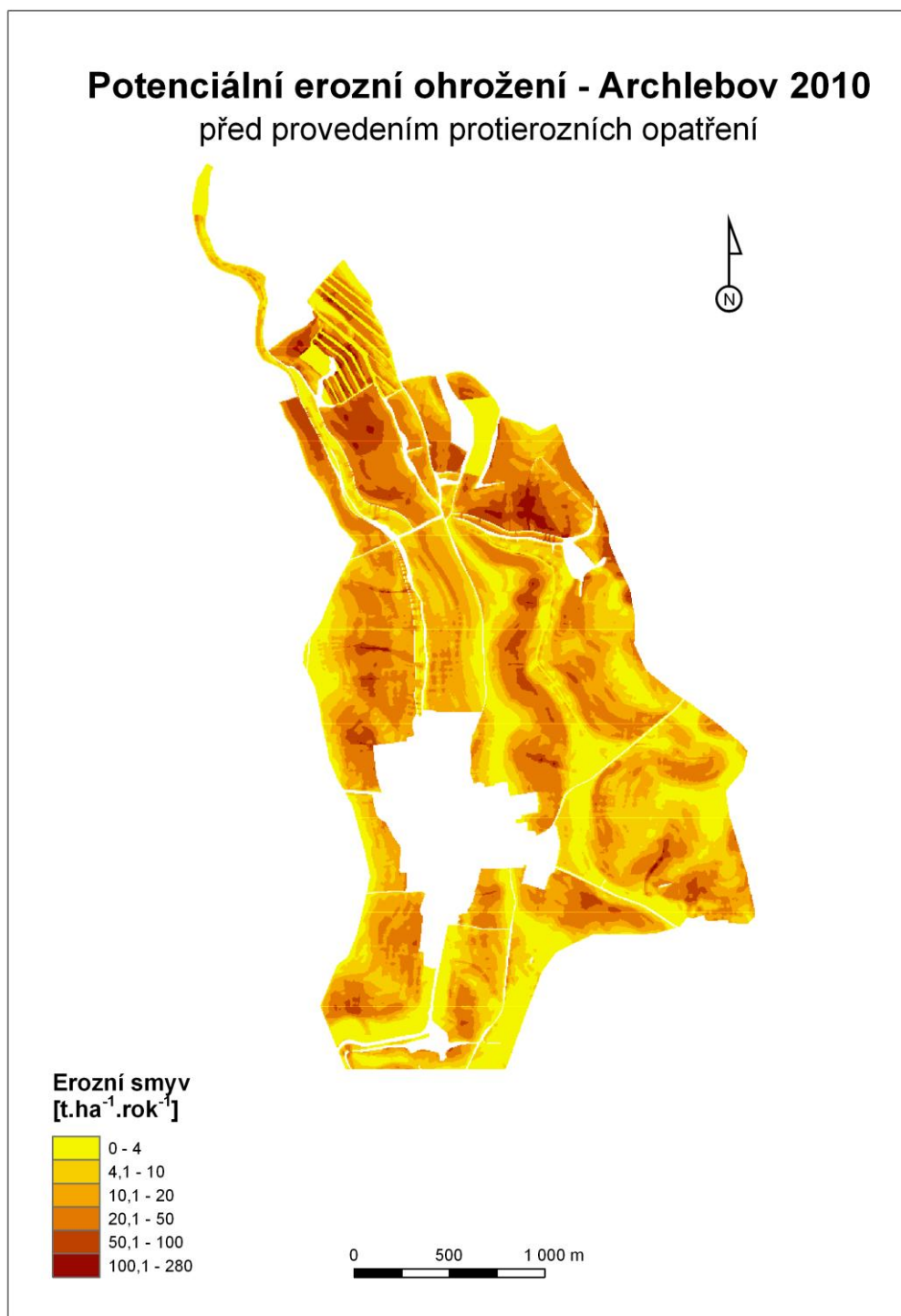
Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci. In Sběrka zákonů č. 108/1998. 31. 12. 1998. s. 9376. Dostupný z:

<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=47056&nr=327~2F1998&rpp=15#local-content>

Zemagro, spol. s.r.o. [internet]. Zemagro, spol. s. r. o. © 2011. [cit. 2016-04-12]. Dostupný z: <http://www.zemagro.cz/>

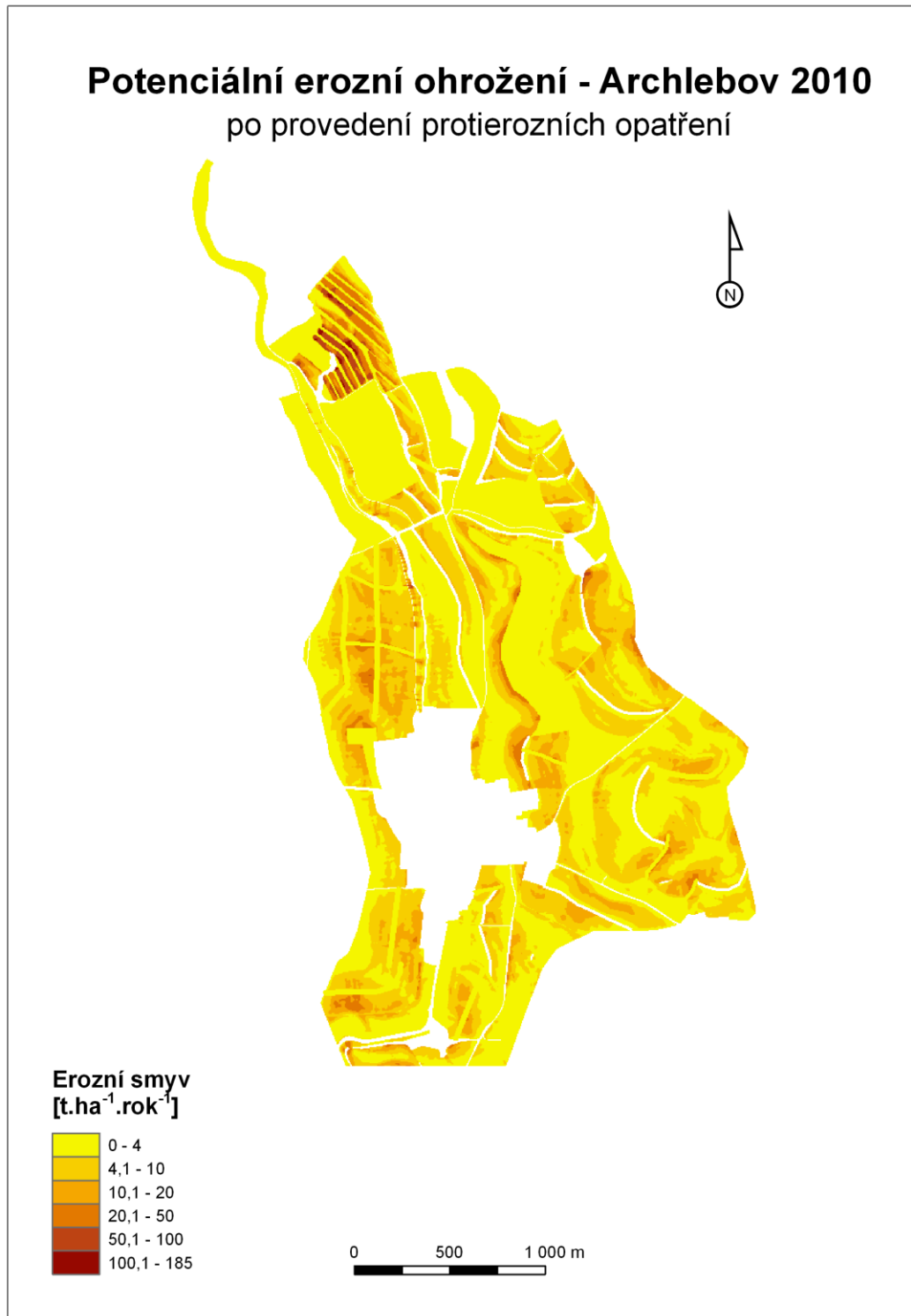
Přílohy

Příloha 1



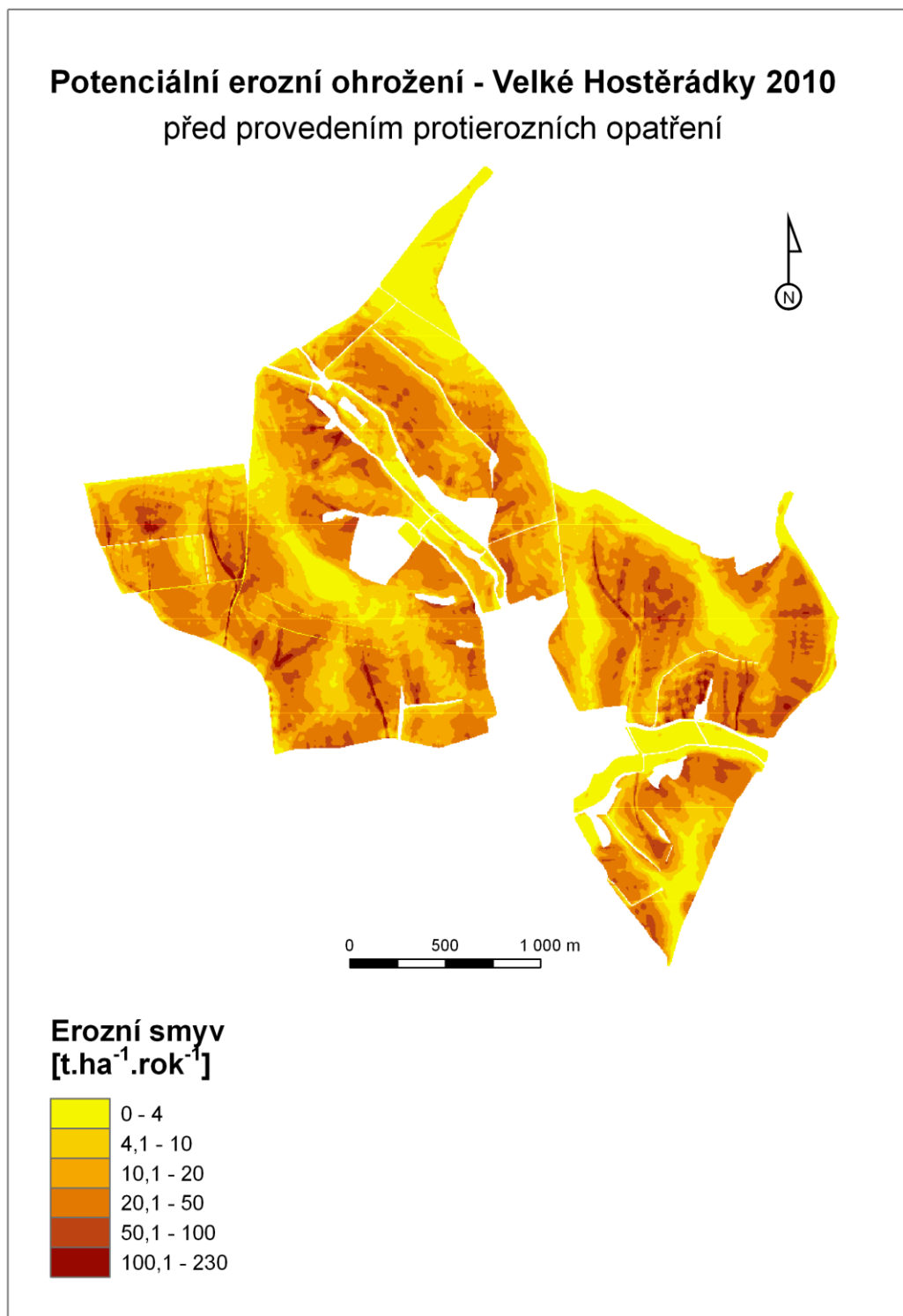
Příloha 1: Potenciální erozní ohrožení Archlebov před provedením protierozních opatření (zdroj: Šarapatka a kol. 2013)

Příloha 2



Příloha 2: Potenciální erozní ohrožení Archlebov po provedení protierozních opatření (zdroj: Šarapatka a kol. 2013)

Příloha 3



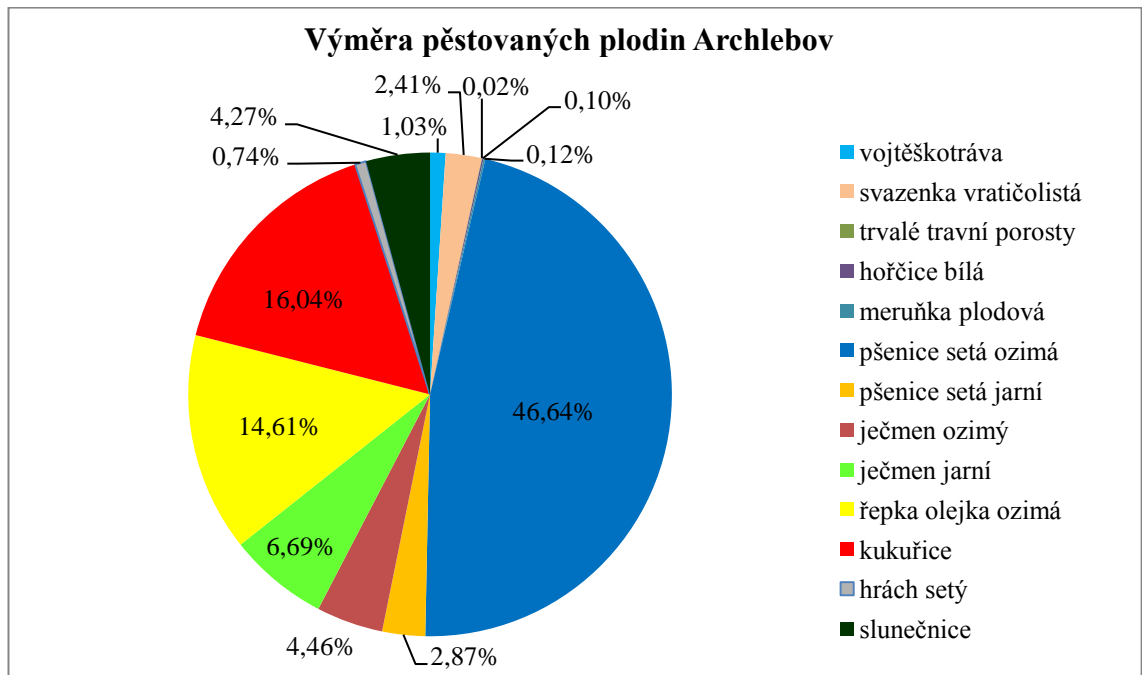
Příloha 3: Potenciální erozní ohrožení Velké Hostěrádky před provedením protierozních opatření (zdroj: Šarapatka a kol. 2013)

Příloha 4



Příloha 4: Potenciální erozní ohrožení Velké Hostěrádky po provedení protierozních opatření (zdroj: Šarapatka a kol. 2013)

Příloha 5



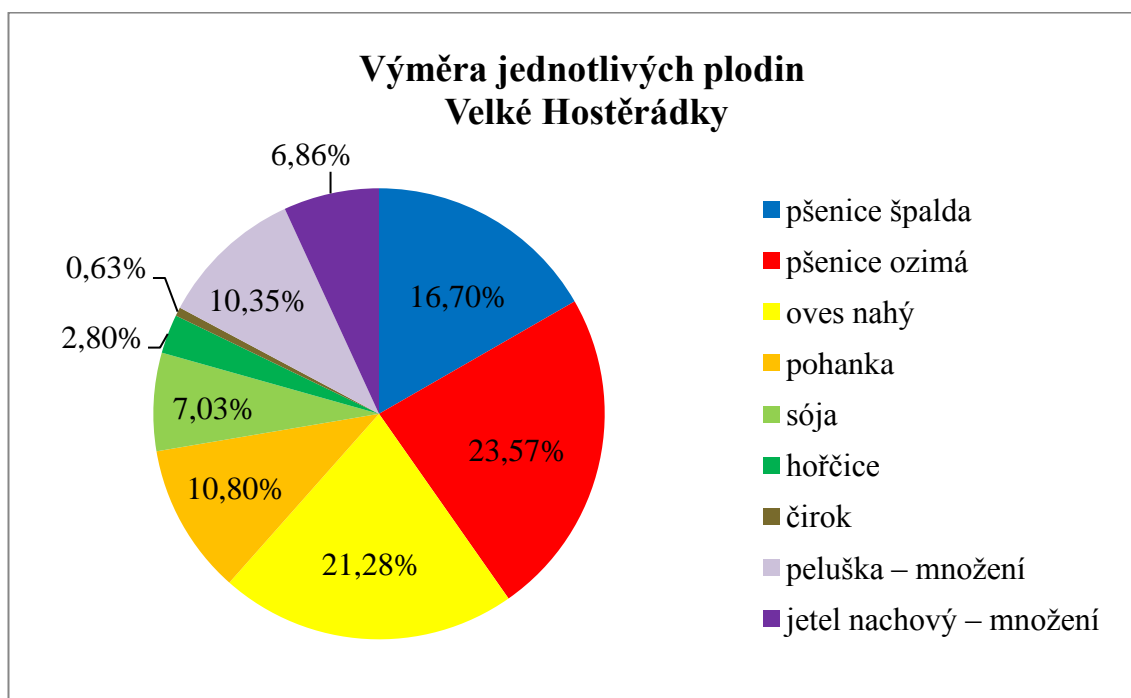
Příloha5: Výměra pěstovaných plodin v Archlebově

Příloha 6

Příloha 6: Výpočet diskontovaného cash flow za dobu životnosti protierozních opatření Archlebov

rok projektu	příjmy	ztráta výnosů	výdaje na péči	konečné CF	diskont	DCF
1. rok	2917246	1586983	1225455	104808	$(1+0,1)^1$	95280
2. rok	2652042	1442712	1114049	95281	$(1+0,1)^2$	78745
3. rok	2410947	1311556	1012772	86619	$(1+0,1)^3$	65078
4. rok	2191770	1192323	920702	78745	$(1+0,1)^4$	53784
5. rok	1991912	1083931	837002	70979	$(1+0,1)^5$	44072
6. rok	1811954	985391	760911	65652	$(1+0,1)^6$	37059
7. rok	1646470	895810	691737	58923	$(1+0,1)^7$	30237
8. rok	1497419	814373	628852	54194	$(1+0,1)^8$	25282
9. rok	1360887	740339	571684	48864	$(1+0,1)^9$	20723
10. rok	1237197	673036	519712	44449	$(1+0,1)^{10}$	17137
11. rok	1124725	611851	472466	40408	$(1+0,1)^{11}$	14163
12. rok	1022477	556228	429514	36735	$(1+0,1)^{12}$	11705
13. rok	929525	505661	390468	33396	$(1+0,1)^{13}$	9674
14. rok	845022	459692	354971	30359	$(1+0,1)^{14}$	7994
15. rok	768202	417902	322700	27600	$(1+0,1)^{15}$	6607
16. rok	698366	379911	293364	25091	$(1+0,1)^{16}$	5461
17. rok	634878	345373	266695	22810	$(1+0,1)^{17}$	4513
18. rok	577162	313976	242450	20736	$(1+0,1)^{18}$	3730
19. rok	524692	285433	220409	18850	$(1+0,1)^{19}$	3082
20. rok	476993	259484	200372	17137	$(1+0,1)^{20}$	2547
součet	27319886	14861965	11476285	981636		536873

Příloha 7



Příloha 7: Výměra pěstovaných plodin ve Velkých Hostěrádkách

Příloha 8

Příloha 8: Výpočet diskontovaného cash flow za dobu životnosti protierozních opatření Velké Hostěradky

rok projektu	příjmy	ztráta výnosů	výdaje na péči	konečné CF	diskont	DCF
1. rok	2131485	1014586	1158818	- 41919	$(1+0,1)^1$	- 38108
2. rok	1937714	922351	1053471	- 38108	$(1+0,1)^2$	- 28631
3. rok	1761558	838501	957701	- 34644	$(1+0,1)^3$	- 26029
4. rok	1601417	762274	870637	- 31494	$(1+0,1)^4$	- 21511
5. rok	1455833	692976	791488	- 28631	$(1+0,1)^5$	- 17778
6. rok	1323485	629978	719535	- 26028	$(1+0,1)^6$	- 14692
7. rok	1203168	572707	654123	- 23662	$(1+0,1)^7$	- 12142
8. rok	1093789	520643	594657	- 21511	$(1+0,1)^8$	- 10035
9. rok	994353	473312	540597	- 19556	$(1+0,1)^9$	- 8294
10. rok	903958	430284	491452	- 17778	$(1+0,1)^{10}$	- 6854
11. rok	821780	391167	446775	- 16162	$(1+0,1)^{11}$	- 5665
12. rok	747073	355606	406159	- 14692	$(1+0,1)^{12}$	- 4681
13. rok	679157	323278	369235	- 13356	$(1+0,1)^{13}$	- 3869
14. rok	617415	293890	335668	- 12143	$(1+0,1)^{14}$	- 3198
15. rok	561287	267172	305153	- 11038	$(1+0,1)^{15}$	- 2642
16. rok	510261	242884	277412	- 10035	$(1+0,1)^{16}$	- 2184
17. rok	463873	220804	252193	- 9124	$(1+0,1)^{17}$	- 1805
18. rok	421703	200730	229266	- 8293	$(1+0,1)^{18}$	- 1492
19. rok	383366	182482	208424	- 7540	$(1+0,1)^{19}$	- 1233
20. rok	348514	165893	189476	- 6855	$(1+0,1)^{20}$	- 1019
součet	19961189	9501518	10852240	- 392569		-211862