Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pedologie a ochrany půd

Příčiny, dopady a řešení eroze v regionu

Diplomová práce

Autorka práce: Bc. Martina Nocarová, DiS.

Vedoucí práce: Ing. Jaroslava Janků, CSc.

Konzultant: Ing. Jan Petrů

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Příčiny, dopady a řešení eroze v regionu“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8. 4. 2016 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Jaroslavě Janků, CSc. a panu Ing. Janovi Petrů za čas, který mi věnovali, děkuji za jejich vstřícnost a pomoc při řešení problémů. Za poskytnuté informace a pomoc při jejich vyhledávání patří dík i vedení obcí Kocbeře, Dubenec a Rtyně v Podkrkonoší a pracovníkům Okresního archivu v Trutnově. Za poskytnutí fotografií děkuji panu Pavlu Ilchmannovi.

Příčiny, dopady a řešení eroze v regionu

Souhrn

Diplomová práce si klade za cíl posoudit erozní ohroženost v regionu Podkrkonoší. Region Podkrkonoší, konkrétně Trutnovsko, je vystaveno závažným problémům s erozí. Na Trutnovsku se nejvíce erozních událostí objevilo na katastrálním území Kocbeře, Dubenec a Rtyně v Podkrkonoší. Opakovaně se na stejných pozemcích vyskytují erozní události, při kterých dochází k odnosu kvalitní úrodné svrchní vrstvy půdy - ornice.

Diplomová práce se zaměřuje na katastrální území Rtyně v Podkrkonoší, které je erozními událostmi nejvíce postihováno. Hlavním tématem je rozbor jednotlivých lokalit, na kterých se erozní události vyskytují opakovaně. K nejvíce postihovaným lokalitám patří: Žabárna, U Trhovky, U Horní zastávky, Pod Bohdašínem, K Bohdašínu, Nad Pekárnou a K Vodojemu. Diplomová práce monitoruje, jakou plodinou jsou postižené pozemky osívány, v jakých měsících je výskyt erozních událostí nejčastější, jaká byla provedena protierozní opatření a zda jsou účinná. Práce se pokusí zjistit, zda se erozní události opakují z důvodu pěstování širokořádkových plodin. Práce zkoumá jednotlivé půdní bloky dle ohroženosti. Každý půdní blok je řazen do kategorií ohroženosti dle DZES 5 (silně erozně ohrožené, mírně erozně ohrožené a neohrožené pozemky) a dle maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p – silně ohrožené, ohrožené, mírně ohrožené a bez ohrožení). Na všech půdních blocích, které byly postiženy erozními událostmi, byl proveden výpočet průměrné ztráty půdy pomocí metody USLE (rovnice Wischmeiera a Smitha). Výsledkem je zjištění, že ve všech případech byla překročena přípustná ztráta půdy (4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$).

Protierozní opatření byla navržena v lokalitě Žabárna, neboť při všech erozních událostech vznikly škody jak obyvatelům bydlících v těsné blízkosti půdních bloků, tak obci, i zde hospodařícímu zemědělci.

V neposlední řadě si diplomová práce klade za cíl zhodnotit, zda je legislativní ochrana půdy v České republice dostačující.

Klíčová slova: eroze, erozní ohroženost, ochrana půdy, kvalita půdy, protierozní opatření

Causes, impacts and solutions erosion in the region

Summary

Target of this thesis is to assess erosion risks in the region Podkrkonoší. The region Podkrkonoší, especially district Trutnov, is exposed to serious problems of erosion. Significant erosion affected areas in district Trutnov are cadastral areas Kocbeře, Dubenec and Rtyně v Podkrkonoší. Erosion processes are appearing repeatedly on same locations, which cause to massive entrainment of quality topsoil.

Thesis is focused on cadastral area Rtyně v Podkrkonoší. This area is the most affected by erosion processes. This thesis describes specific locations repeatedly affected by erosion processes. The most affected areas are: Žabárna, U Trhovky, U Horní zastávky, Pod Bohdašínem, K Bohdašínu, Nad Pekárnou and K Vodojemu. The thesis is monitoring, which types of plants are grown in these areas and in what months erosion processes occur the most often, which kind of anti-erosion precautions are used and how are these precautions effective. The thesis tries to find out, if the erosion processes are repeating due growing of plants in the wide lines (65 cm). The work researches specific land blocks according to their endangerment. Each land block is classified to a category of endangerment according DZES 5 (severely threatened by erosion, slight threatened by erosion and land block which are not threatened by erosion), according to the maximum permissible value of cover-management factor (C_p – severely threatened, threatened, slight threatened and not threatened). Calculation of average soil loss by using methods USLE (equation of Wischmeier and Smith) was used for all of land blocks, which were affected by erosion processes. The result is that in all cases the permissible soil loss (4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$) was exceeded.

In this thesis, anti-erosion precautions were proposed, for example, for locality Žabárna, due to high frequency of erosion processes and therefore high financial losses for land owners, municipality and local residents.

Target of this thesis is to ascertain, if the legislative protection of soil in The Czech Republic is adequate.

Keywords: soil erosion, erosion risks, soil protection, soil quality, anti-erosion precautions

Obsah

1 Úvod 7
2 Cíl diplomové práce a hypotézy 8
3 Literární rešerše 9
3.1 Eroze 9
3.2 Erozní činitelé 13
3.3 Protierozní opatření před vodní erozí 15
3.4 Opatření organizačního charakteru 16
3.5 Agrotechnická opatření 19
3.6 Technická protierozní opatření 21
3.7 Účinnost protierozních opatření 23
3.8 Eroze půdy z pohledu legislativy 24
4 Materiál a metody 29
4.1 Lokalizace řešeného území - Trutnovsko 29
4.2 Lokalizace řešeného území - Rtyně v Podkrkonoší 31
5 Výsledky a návrh opatření 35
5.1 Popis jednotlivých lokalit 39
5.2 Návrh protierozního opatření – Lokalita Žabárna 56
5.3 Vyhodnocení hypotéz 58
6 Diskuze 60
7 Závěr 65
8 Seznam literatury 66
9 Seznam použitých zkratek 70
10 Samostatné přílohy 72
Seznam tabulek 77
Seznam obrázků 77

1 Úvod

Půda je nejsvrchnější vrstvou zemské kůry, vzniká dlouhodobým procesem pedogeneze a činností živých organizmů. Péče o půdu je prvořadým úkolem trvale udržitelného zemědělství. Pro člověka je důležitým výrobním prostředkem a základním zdrojem přírodního bohatství. Půda je ovšem často degradována erozí.

Zrychlená eroze zemědělské půdy je celosvětovým problémem. Eroze půdy ohrožuje jak produkční tak i mimoprodukční (ekologické) funkce půdy. Erozí jsou odnášeny nejúrodnější půdní částice, zhoršují se vlastnosti půd, snižuje se obsah humusu i živin, zvyšuje se štěrkovitost půd, apod. Způsobené škody dosahují milionových částek. Škody nejsou působeny jen zemědělcům, vznikají také na majetku obyvatel a obcí.

Eroze půdy je ovlivňována mnoha faktory, záleží na morfologii území, na půdních charakteristikách, na způsobu obhospodařování zemědělské půdy, na pěstovaných plodinách, na klimatických podmínkách, aj.

Literární rešerše bude všeobecně popisovat vodní erozi, možnosti a účinnost protierozních opatření. Tématem práce je řešení eroze v regionu Podkrkonoší, neboť se tento region potýká s častým výskytem erozních událostí. Bude zjištěno, na jakých místech Trutnovska se vyskytuje eroze nejčastěji. Práce bude popisovat katastrální území, na kterém dochází k erozním událostem opakovaně. Na zvláště zasažené lokalitě dojde k rozboru jednotlivých erozních událostí. Bude hledáno řešení, jak těmto erozním událostem předcházet, a navrženo protierozní opatření.

Legislativně je ochrana zemědělské půdy ošetřena zákonem č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu a jeho novelou č. 41/2015 Sb., zákonem č. 252/1997 Sb. o zemědělství. Ekologickou stabilitu krajiny pomáhá udržovat nařízení vlády č. 24/1999 Sb., které upravuje mimoprodukční funkci zemědělství. Práce se věnuje i ochraně půdy z pohledu legislativy Evropské unie.

Na začátku práce budou stanoveny hypotézy, které pomohou uvedenou problematiku lépe pochopit.

2 Cíl diplomové práce a hypotézy

Cílem diplomové práce je rozbor erozních událostí vzniklých v regionu Podkrkonoší, konkrétně na Trutnovsku v letech 2012 až 2015 (tzn. zjistit, na jakých pozemcích se erozní události opakují, jakou plodinou jsou tyto pozemky osívány, v jakých měsících je výskyt eroze nejčastější). Práce se pokusí zjistit, zda se erozní události na Trutnovsku opakují v důsledku pěstování širokořádkových plodin.

Dále si diplomová práce klade za cíl posoudit a vyhodnotit erozní ohroženost zemědělsky využívaných pozemků na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší. Výsledkem by měl být návrh protierozních opatření u nejvíce erozně ohrožených půdních bloků. Opatření by měla být co nejsnáze proveditelná a co nejméně finančně nákladná, ovšem dostatečně účinná, aby byla případná zvýšená eroze snížena na přípustné hodnoty.

Stanovené hypotézy pomohou při vyhodnocování cílů a zároveň k pochopení dané problematiky.

Hypotéza 1 – Legislativní ochrana zemědělské půdy je v České republice nedostatečná

Zvyšující se počet erozních událostí vede k hypotéze, že legislativní ochrana zemědělské půdy před vodní erozí je málo efektivní. V práci dojde k vyhodnocení, zda při erozních událostech byla dodržena platná legislativa týkající se protierozních opatření.

Hypotéza 2 - Výskyt eroze je pravděpodobnější při nevhodném užívání půdy a při pěstování širokořádkových plodin

Širokořádkové plodiny jsou považovány za plodiny erozně nebezpečné. Mezi plodiny erozně nebezpečné se řadí kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok. Bude zjišťována souvislost mezi erozními událostmi na Trutnovsku, způsobem obhospodařování půdy a pěstovanými plodinami.

Hypotéza 3 – V území existují erozí nadlimitně ohrožená místa

V diplomové práci bude zjišťováno, zda na půdních blocích na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší nebyla překročena hranice přípustné ztráta půdy na hektar, pro výpočet bude použita rovnice Wischmeiera a Smitha – USLE.

3 Literární rešerše

3.1 Eroze

Půdní eroze je problémem již mnoha desetiletí. Od roku 1950 případů půdní eroze stále přibývá, zejména v důsledku nevhodného využívání půdy, jako je utužování půdy, rozšiřování polí, používání nevhodných strojů (Petersen et Hoogeveen, 2004).

Již roku 1975 se o erozi jako o problému zmiňuje Stehlík (1975) ve své publikaci Potenciální eroze půdy proudící vodou na území ČSR. Její důsledky pociťuje naše hospodářství nejen přímo v zemědělské výrobě, ale také ve vodním hospodářství, údržbě komunikační sítě a v řadě dalších oborů. Ve své publikaci dále uvádí, že pokud zvážíme možnost účinnosti jednotlivých faktorů, dojdeme k závěru, že ovlivnění přírodními jevy je menší než vliv, kterým na půdu působí člověk svou činností. Domnívá se, že při zanedbávání protierozních opatření může být erozní efekt až 80krát větší a naopak při prosazování opatření se může 50krát snížit.

Eroze je rozrušování zemského povrchu působením exogenních sil, zejména působením vody, ledu, větru a člověka. Rozrušování půdního povrchu je doprovázeno přemisťováním uvolněné hmoty působením kinetické energie především vody a větru a následným ukládáním hmoty při poklesu energie (Holý, 1978).

Vodní erozí je vážně poškozeno přes 500 tis ha půdy. 45 % půdy je utuženo, v půdě chybí organická hmota, půdy se okyselují a je narušen půdní život (biologická složka). Dle předpokladů ČHMÚ budou přívalové deště stále častější, tím bude pravděpodobně docházet k opakujícím se erozním událostem, protože utužovaná půda nebude schopna vodu zadržet. Odplavovaná voda bude spolu se sedimenty způsobovat škody na majetku a vodních nádržích (Vopravil, 2015).

Důsledkem eroze jsou nejen pole rozbrázděná po přívalových deštích erozními rýhami, ale i zvyšující se štěrkovitost půdy a snižování hloubky půdního profilu. Sedimenty jsou zanášeny potoky, řeky, nádrže (Hůla et al., 2003).

Eroze vážně ohrožuje produkční a mimoprodukční funkce půd a vyvolává mnohamilionové škody v intravilánech měst a obcí. Eroze snižuje obsah živin a humusu, poškozuje plodiny a kultury, způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, vyvolávají zakalení povrchových

vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy. Velké povodňové průtoky poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků (Janeček et al., 2007).

Podle činitele, který způsobuje vznik a působení na průběh erozních procesů, rozeznáváme erozi vodní, ledovcovou, sněhovou, větrnou, zemní a antropogenní. Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci. Největší škody působí eroze větrné a vodní (Holý, 1978).

Hůla et al. (2003) uvádějí, že téměř polovina plochy orné půdy v naší republice je ohrožena erozí vodní, a 10 % plochy erozí větrnou.

Erozí je na území ČR ohroženo 54 % orné půdy, vodní eroze se již projevila na cca 1,4 mil ha a eroze větrné na 452 tis ha (Kukal, 1964).

Berner et al. (2012) píší, že v důsledku eroze vedlo intenzivním využívání půdy (v uplynulých 40 letech) celosvětově ke ztrátě 30 % ornice.

V současné době jsou erozí a degradací půdy ovlivněny velké plochy v centrální a východní Evropě. Situace je vážnější v Rumunsku (6,7 mil ha), Bulharsku (4,8 mil ha), Polsku (4,7 mil ha) a v Maďarsku (3,8 mil ha). V Turecku je ovlivněno půdní erozí 3/4 z 27 mil ha orné půdy (Petersen et Hoogeveen, 2004).

Zvyšující se trend půdní eroze vyplývá ze změn pokryvu půdy a změn intenzity srážek. Průměrná ztráta půdy se mírně snížila v ČR, Estonsku, Španělsku, Francii, Luxembursku a Slovensku. V ostatních státech se zvýšila. V roce 2006 v EU-27 bylo odhadnuto, že kolem 6 % z celkových zemědělských ploch (celková výměra zemědělské půdy byla definována na základě Corien Land Cover 2006 a zahrnuje orné oblasti, oblasti trvalých kultur, pastvin a trvalých travních porostů) nebo 12,4 mil ha trpí středně těžkou až těžkou erozí - tj. 11 tun/ha/rok. Odhaduje se, že obdělávané půdy jsou více ovlivněny středně těžkou a těžkou erozí (7 %) než trvalé travní porosty a pastviny (2 %). Nejvíce trpí půda středně těžkou až těžkou erozí ve Slovinsku (37,1 %), Itálii (27,8 %) a Portugalsku (18,6 %). (Rodriguez, 2011).

Přirozená obnova půdy trvá stovky až tisíce let. V porovnání s délkou lidského života není obnova možná, a proto se Jones et al., (2012) domnívají, že by půda měla být považována za nerostnou surovinu.

Ochrana půdy by tedy měla být jednou z priorit společnosti, neboť jeden centimetr úrodné půdy vznikne průměrně během 100 let (Kukal, 1964).

Hůla et al. (2003) ve své práci uvádějí, že povrchový odtok vody by se měl regulovat v celém povodí (od nejvyšších zalesněných partií přes zemědělskou půdu po průtok intravilánem obcí). Orná půda je sice největším zdrojem erozních smyvů, ale nelze přehlížet ani plochy stavenišť, poškozenou lesní půdu díky mechanizované těžbě dřeva, nátrže břehů koryt potoků či řek po povodních.

Janeček et al. (2007) vysvětlují plošný povrchový odtok následovně: voda z povodí stéká z horních částí jako plošný (svahový) povrchový odtok, přechází v soustředěný odtok o malé hloubce a končí soustředěným odtokem v otevřeném korytě.

3.1.1 Vodní eroze

Janeček et al. (2007) vysvětlují, že vodní erozi způsobuje destrukční činnost dešťových kapek spolu s povrchovým odtokem a transportem uvolněných půdních částic. Charakter srážek, povrchový odtok, půdní a vegetační poměry, morfologie území (sklon, délka a tvar svahů), způsob využití pozemků a používání agrotechnologií určují intenzitu vodní eroze.

Holý (1994) rozděluje povrchovou vodní erozi podle účinků vody na půdní povrch do tří forem, a to na plošnou, výmolovou a proudovou.

U plošné vodní eroze dochází k rozrušování a smyvu půdní hmoty na celé ploše území. Jejím prvním stupněm je eroze selektivní, která probíhá pozvolna a nezanechává příliš viditelné stopy. Spolehlivě lze výskyt selektivní eroze zjistit texturálním rozborem půdy a stanovením změny obsahu živin v průběhu svahu. Selektivní plošná vodní eroze způsobuje nestejnoměrný vývoj vegetace, který se projevuje rozdílnou kvalitou v částech svahu, kde došlo ke smyvu půdních částic a živin a v dolní části svahu, kde naopak došlo k akumulaci tohoto materiálu. Dalším stupněm plošné vodní eroze je eroze vrstvená. Dochází k ní při větší kinetické energii povrchové stékající vody a nepříznivém utváření půdního profilu. Projevuje se na celé ploše nebo v širokých pruzích a jsou při ní smývány půdní hmoty v celých vrstvách (Holý, 1994).

Výmolová vodní eroze vzniká postupným soustřeďováním povrchově stékající vody, která vyrývá v půdním povrchu zářezy, jejich hloubka se postupně prohlubuje. Prvním stádiem je eroze rýžková a brázdová. Při rýžkové erozi vznikají na půdním povrchu úzké zářezy, které na svahu vytvářejí hustou síť. Pokud se jedná o mělké širší zářezy, hovoříme o erozi brázdové, při ní bývá hustota sítě zářezů na svahu menší než v případě eroze rýžkové.

Při pokračujícím soustřeďovaném odtoku povrchově stékající vody z rýžek a brázd vznikají hlubší rýhy, které se směrem po svahu postupně spojují a prohlubují. Jedná se o erozi rýhovou, která může přejít v ještě vyšší stupeň, v erozi výmolovou nebo dokonce stržovou. Výsledkem výmolové a stržové eroze jsou hluboké výmoly a strže, které mohou být pro území devastující (Holý, 1994).

Shen et al. (2016) uvádějí, že obecně platí, že k erozi dojde snadněji na svazích většího sklonu za působení intenzivních dešťových srážek. Rychleji pak dochází k eroznímu působení, odsunů půdy a vzniku rýžkové až rýhové eroze.

Shen et al. (2016) při zkoumání erozí zjistili, že ztrátovost půdy byla nejvyšší při erozi rýhové, jednalo se o ztrátu 74,2 % půdy. Dále se domnívá, že studie rýhových erozí má významné dopady na prevenci a kontrolu dalších erozních událostí. Studie jsou nutné, neboť díky nim dochází k bližšímu poznání erozního působení a lépe se hledají metody, které budou zabraňovat či alespoň zmírňovat eroze půdy.

Stupeň	Růst erozní rýhy (m/rok)	Hodnocení eroze
1	pod 0,5	nepatrná
2	0,5–1,05	slabá
3	1,0–3,0	střední
4	3,0–5,0	silná
5	5,0–10,0	velmi silná
6	nad 10,0	výjimečně silná

Obrázek č. 1 – Třídění rýhové eroze podle rychlosti růstu erozní rýhy, zdroj: Janeček, M. (2008): Základy erodologie

Janeček et al. (2007) k rýžkové erozi dle průzkumu doplňují: nízký poměr rýžkové eroze k plošné se vyskytuje na pastvinách a jiných ulehlých půdách s vegetačním pokryvem. Střední poměr rýžkové eroze k plošné se vyskytuje na pozemcích s řádkovými plodinami nebo na středně ulehlých půdách s řídkým a středním pokryvem. Vysoký poměr rýžkové eroze k plošné se vyskytuje na nově vytvořených antropogenních půdách a na velmi zkypřených půdách.

Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Pokud je rozrušováno pouze dno, jedná se o erozi dnovou. Když jsou narušovány břehy, mluvíme

o erozi břehové. Proudová vodní eroze se nejvíce projevuje v bystřinách, které obvykle nesou velké množství splavenin (Janeček et al., 2007).

Janeček et al. (2007) uvádějí, že při vodní erozi dochází k ukládání půdních částic především na místech sníženého sklonu a na níže ležících plochách. Za hranicemi pozemků se transportované částice dostávají do hydrologické sítě, tam se vytvářejí splaveniny, u nichž je největším zdrojem smyvu orná půda.

3.1.2 Větrná eroze

Větrná eroze dle Holého (1994) spočívá v rozrušování půdní hmoty kinetickou energií větru. Uvolněné částice jsou přemisťovány a ukládány při poklesu vzdušného proudu.

Janeček et al. (2007) píší o větrné erozi jako o přírodním jevu, kdy vítr působí na půdní povrch svou mechanickou silou a půda je rozrušována.

Při větrné erozi existují 3 formy pohybu půdních částic:

- nejmenší půdní částice se pohybují ve formě suspenze, větrem jsou zvedány a přenášeny na velké vzdálenosti, při tomto pohybu vznikají prašné bouře;
- půdní částice se mohou pohybovat skokem, v tomto případě dochází k přemisťování největšího množství půdy;
- velké a těžké částice se pohybují sunutím po povrchu.

U této eroze hraje největší roli vítr. Záleží na rychlosti větrného proudu, době trvání, četnosti i výskytů. Malé půdní částice se mohou pohybovat i při velmi malé rychlosti, ovšem největší důsledky má dlouhotrvající silný vítr na holých plochách (Janeček et al., 2007).

K uvolnění a přenosu půdních částic dochází již při rychlosti větru 30 – 40 km/h. Výskyt větrné eroze je pravděpodobnější při působení suchých a teplých větrů než při studených vlhkých, neboť suché a teplé větry snižují pevnost půdy (Jones et al., 2012).

Na našem území je nejvíce ohroženou oblastí jih Moravy a Polabí, kde se nacházejí spíše lehké písčité půdy (Janeček et al., 2007).

3.2 Erozní činitelé

Pro určení ztráty půdy se používá univerzální rovnice USLE, která je celosvětově považována za nejrozšířenější nástroj pro analýzu erozní ohroženosti zemědělských pozemků.

Klasický způsob využití spočívá v tom, že na zkoumaném pozemku je definován jeden nebo několik charakteristických profilů. Pro ně jsou zjištěny pomocí nomogramů, katalogů vstupních dat, z mapových podkladů nebo z vlastních průzkumů a analýz vstupní parametry, které charakterizují šest faktorů ovlivňujících erozní proces: erozní účinnost deště (R), erodovatelnost půdy (K), faktory délky a sklonu svahu (L, S), typ vegetačního pokryvu a agrotechniky (C) a aplikovaná protierozní opatření (P). (Řeháček et al., 2014)

Řeháček et al. (2014) dále uvádějí, že výsledkem výpočtu je hodnota průměrné roční ztráty půdy G ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$), která je vztažena k celé části pozemku, reprezentovaného daným charakteristickým profilem.

K nejdůležitějším přírodním a antropogenním činitelům, které jsou důležité pro výpočet ztráty půdy vodní erozí, patří: srážky, geologické a půdní poměry, morfologie území, vegetační kryt půdy, způsob využívání půdy.

Autory rovnice jsou Wischmeier a Smith (1978).

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

G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy. Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$);

R = faktor erozní účinnosti deště. Vyjadřuje závislost na kinetické energii deště, jeho intenzitě a úhrnu, jedná se o schopnost uvolňovat půdní částice z povrchu půdy a rozrušovat půdní agregáty;

Pro Českou republiku byla stanovena průměrná roční hodnota faktoru erozní účinnosti deště R = 40 $MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}$ (Janeček et al., 2012);

K = faktor erodovatelnosti půdy. Vlastnosti půdy ovlivňují jak infiltrační schopnosti půdy, tak její odolnost proti erozním účinkům deště. Jedním z postupů jak tento faktor přibližně určit je podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd tj. hodnota 2. a 3. místa BPEJ. Faktor erodovatelnosti půdy určuje ztrátu půdy ze standardního pozemku v $t.ha^{-1}$ na jednotku erozní účinnosti deště R;

L = faktor délky svahu. Tento faktor vyjadřuje vliv nepřerušené délky svahu na velikost erozní ztráty půdy. Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu;

S = faktor sklonu svahu. Ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu;

C = faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu. Faktor je vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice. Vegetační pokryv chrání půdu před destruktivním působením kinetické energie srážek, zpomaluje rychlost povrchového odtoku, působí také na půdní vlastnosti (např. zpevnění půdy kořeny);

P = faktor účinnosti protierozních opatření.

Janeček et al. (2007) k rovnici dodávají, že není vhodné tento výpočet používat pro kratší než roční období. Rovnice vypovídá o tom, kolik půdy bylo plošnou erozí uvolněno, nikoli však o tom, kolik půdy bylo uloženo na pozemku vedlejším.

Dle Janečka et al. (2007) je ve stadiu ověřování model výpočtu podle Renarda et al. (1997), tzv. revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy - RUSLE. Oba modely vycházejí z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22,10 metrů a sklonu 9 %, jejich povrch je po každém přívalovém dešti mechanicky udržován ve směru sklonu svahu jako úhor. Hodnoty přípustné ztráty půdy erozí byly stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování úrodnosti půdy a jejích funkcí.

3.3 Protierozní opatření před vodní erozí

Zemědělskou půdu na svazích je třeba chránit před vodní erozí účinnými protierozními opatřeními. O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje požadované snížení smyvu půdy na přípustné hodnoty a nutná ochrana objektů (vodních zdrojů, toků a nádrží, intravilánů měst a obcí, atd.) při respektování zájmu vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny (Janeček et al., 2012).

Základním požadavkem na protierozní opatření je komplexnost. Soubor protierozních opatření je nutno sladit s požadavky zemědělské výroby, vodního hospodářství, dopravy, průmyslu a dalších odvětví, aby se dosáhlo optimálního efektu a nezbytné ochrany půdního fondu a vodních zdrojů (Holý, 1994).

Janeček et al. (2007) rozdělují opatření před vodní erozí na protierozní opatření organizační, agrotechnická opatření a technická opatření.

Základem protierozní ochrany jsou organizační opatření, která spočívají v delimitaci kultur, rozmisťování plodin a určení velikosti a tvaru pozemku (Holý, 1994).

Hůla et al. (2003) ve své publikaci uvádějí, že protierozní opatření ovlivňují i vodohospodářské poměry v krajině tím, že např. snižují objem povrchového odtoku a velikost kumulačních průtoků (většinou za intenzivních přívalových dešťů), dále mění směr občasně a náhle se vyskytujících povrchových odtoků a v poslední řadě přispívají k zvýšení vlhkosti půdy a k zlepšování kvality povrchové vody.

Janeček et al. (2007) k hydrologickým podmínkám dodávají, že jejich stav vždy závisí na hustotě zapojeného porostu během roku, procentuálním zastoupení jetelotráv v osevním postupu, na množství posklizňových zbytků na povrchu půdy a na drsnosti povrchu.

Vegetační kryt je velice důležitý, neboť zachycuje dešťové kapky, tím se neutralizuje kinetická energie, zpomaluje se a snižuje se odtok. (Sepúlveda et Carrillo, 2015).

Úspěšný boj s erozí půdy je možno vést jedině při použití vědecky podloženého komplexu nutných protierozních opatření (Stehlík, 1975).

3.4 Opatření organizačního charakteru

Protierozní opatření organizačního charakteru zahrnují rozmisťování plodin v rámci speciálních protierozních osevních postupů, pásové střídání plodin na pozemcích, ochranné zatravňování, zalesňování, ale i komplexní pozemkové úpravy realizované podle půdně-morfologických podmínek území (Hůla et al., 2003).

Zásady ochrany proti vodní erozi organizačními opatřeními vycházejí ze znalosti příčin vzniku erozních jevů a jejich zákonitostí. Obecnými organizačními protierozními opatřeními jsou včasný výsev plodin, výsev víceletých pícnin do krycí plodiny, zařazování bezorebně setých meziplodin, rozmístění plodin podle ohroženosti pozemku, provádění podmítky v období nižšího výskytu přívalových dešťů tj. v září, aj. (Janeček et al., 2007).

3.4.1 Delimitace kultur, ochranné zatravnění a zalesnění

Delimitace kultur dle Holého (1994) znamená jejich umístění v rámci půdního fondu z hlediska terénních, půdních a klimatických podmínek se zřetelem k jeho účelnému využití pro zemědělskou a lesní výrobu. Polohové umístění kultur má velký vliv na vznik a průběh povrchového odtoku a na protierozní odolnost půdy, protože různé kultury poskytují rozličné podmínky pro vsakování srážkové vody do půdy.

K obecným zásadám ochrany půdy tedy patří protierozní rozmístění plodin. Při tradičním pěstování můžeme plodiny seřadit podle protierozní účinnosti od nejvyšší po nejnižší takto: travní porosty, jetel, vojtěška, obilnina ozimá, obilnina jarní, řepka ozimá, hrách, plodiny okopaninového charakteru. Nejlepší protierozní ochranou je optimálně zapojený travní porost. Pro kvalitní vegetační kryt jsou nevhodnější výběžkaté trávy, které tvoří pevný drn. Travními porosty by měly být chráněny pozemky, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu, a dále pak plochy podél břehů vodních toků, pozemky v drahách soustředěného povrchového odtoku a profilů průlehů a těles ochranných hrázek (Janeček et al., 2007).

Za spolehlivý ochranný prostředek proti erozi je považován také les. Je však nutné, aby se jednalo o lesní porost, který je správně založen a obhospodařován. Musí se jednat o les s hustým, vertikálně zapojeným vegetačním krytem, s bohatým podrostem, s půdou krytou mocnou vrstvou hrabanky (Holý, 1994).

Janeček et al. (2007) k lesnímu porostu dodávají, že při dobrém obhospodařování je nadložní humus pórovitý a má velkou vsakovací a akumulační schopnost. Je-li vrstva hrabanky menší než 1 cm, pak se nadložní humus považuje za nechránící. Humus rozděluje do třech tříd ulehlosti: zcela slehlý, málo slehlý, kyprý a sypký.

Povrchový odtok ze zalesněné půdy zpravidla nepřesahuje podle Cablíka a Jůvy (1963) 10 % srážkového množství vody.

3.4.2 Protierozní rozmisťování plodin, osevní postupy a pásové střídání plodin

Na svazích by měly být pěstovány plodiny s nejvyšší protierozní účinností, na orné půdě středně ohrožené erozí by měly být pěstovány plodiny, které mají nedostatečný ochranný účinek, v kombinaci s nějakým protierozním opatřením, např. střídáním vrstevnicových pásů okopanin a víceletých pícnin. Pro okopaniny, kukuřici a ostatní širokořádkové plodiny jsou vhodné pozemky rovinné nebo mírně sklonité (Janeček et al., 2007).

Významným prostředkem k ochraně půdy před erozí je správné použití osevních postupů. Osevní postup znamená rozmístění zemědělských kultur do honů tak, aby se pravidelně za určitý počet let vystřídaly. Ochranný účinek osevních postupů je přímo úměrný podílu, který v nich zaujímají víceleté pícniny. Na půdách ohrožených erozí neposkytují plodiny v polních osevních postupech dostatečnou ochranu. Je nutno zakládat protierozní osevní postupy s převahou plodin vytvářejících po několik let souvislý drn, např. využitím jetele

a vojtěšky. Častým zařazením těchto plodin dostává osevní postup pícninářský charakter (Holý, 1994).

Ztráty půdy působené erozí lze také omezit pásovým střídáním plodin. Jedná se o princip střídání vrstevnicových pásů plodin chránících půdu (travní porost, jetel, vojtěška, případně ozimá obilnina, hrách, ozimá řepka) s pásy plodin, které mají nízký protierozní účinek (okopaniny, kukuřice). Šířka pásů je závislá především na sklonu a délce svahu, propustnosti půdy a její náchylnosti k erozi. Podle sklonu pozemku je doporučována šířka od 20 do 40 metrů (Janeček et al., 2007).

Plodinové pásy se musí střídat tak, aby srážková voda stékající z pásu s plodinami s nedostatečnou protierozní odolností, byla zachycena na ochranném pásu, kde se vsákne do půdy. Pásy nesmějí sousedit s pásy s malou protierozní odolností nebo se stejnou dobou sklizně (Holý, 1994).

Šířka chráněných pásů nemá překročit kritickou délku svahu, přičemž kritickou délku svahu můžeme dle Holého (1978) definovat jako vzdálenost, na níž dochází na nepřerušeném svahu k přeměně povrchového plošného odtoku v odtok soustředěný a na níž přechází plošná eroze ve výmolovou.

3.4.3 Tvar a velikost pozemku, přístupnost sítí polních cest

Jak uvádějí Janeček et al. (2007) je z hlediska protierozní ochrany žádoucí, aby rozměr pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšoval přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. Dodržet optimální velikost pozemku je však poměrně obtížné. Stojí proti sobě faktory přírodní a ekonomické. Je třeba spojit protierozní, vodohospodářské, dopravní a vegetační linie, které tvoří kostru systému v krajině. Je třeba vytvářet pozemky, které budou vyhovovat uživatelům z hlediska efektivního využívání zemědělské mechanizace, a zároveň budou splňovat přípustné délky svahu z hlediska protierozní ochrany. Velikost a tvar pozemku ovlivňují místní geografické poměry, požadavky na přístupnost pozemků a způsob hospodaření a tomto pozemku. Pro členitější území je obecně možné doporučit vytváření půdních bloků o velikosti 20 ha s převažujícími délkami ve směru vrstevnic (Janeček et al., 2007).

Pozemky s mělkými půdami s hloubkou do 30 cm by neměly být využívány pro polní výrobu a z hlediska zachování jejich trvalé úrodnosti se doporučuje jejich převedení do kategorie trvalých travních porostů (Janeček et al., 2007).

S velikostí, tvarem a polohou zemědělských pozemků souvisí jejich přístupnost sítí polních cest. Vhodné umístění polních cest může být součástí protierozních opatření, protože polní cesty přerušují svahy a tím i povrchový odtok z nich (Holý, 1994).

3.5 Agrotechnická opatření

Půda v ohrožených oblastech musí být obhospodařována tak, aby měla příznivé fyzikální, chemické i biologické vlastnosti, které podmiňují vznik drobtovité struktury. Půdy s takovouto strukturou se vyznačují soudržností a propustností pro vodu. Účinná je především péče o vytvoření sorpčně nasyceného komplexu v půdě (hnojení vápenatými hnojivy, komposty). Počet obdělávaných úkonů, které ničí drobtovitou strukturu by měl být omezen na nejnutnější minimum (Holý, 1994).

Do agrotechnických opatření patří především tzv. ochranné obdělávání. Tato obdělávání zahrnují celou řadu technologických postupů. Vyznačují se ponecháním 30 % posklizňových zbytků na povrhu půdy, rozumí se tím např. výsev do ochranné plodiny, výsev do strniště či hrubé brázdy, aj. (Hůla et al., 2003).

Hanna et al. (1995) k rostlinným zbytkům dodávají, že v době setí přispívají ke snížení eroze z 50 až 90 %.

Sepúlveda et Carrillo (2015) dále připomínají, že zaoráním rostlinných (organických) zbytků se zlepšuje struktura půdy a zvyšuje se biologická aktivita spojená s rozklady, tím se zvyšuje strukturální stabilita a odolnost půdy proti vodní erozi.

Janeček et al. (2007) dále dodávají, že přímé setí přesným secím strojem do přemrzlé předplodiny a ponechaných rostlinných zbytků poskytuje nejvyšší protierozní ochranu. Technologie je však vhodná jen pro půdy s dobrou strukturou, neutuženou a lehce zpracovatelnou.

Pokryv rostlinnými zbytky příznivě působí na snížení povrchového odtoku nejen svou vlastní intercepcí, ale zachycováním kinetické energii kapek omezuje erozi půdních agregátů a zaplňování nekapilárních pórů rozrušenými půdními částicemi, které snižují vsak vody do půdy. U nechráněných povrchů dochází (především po orbě) k rozplavování strukturních agregátů, slévání půdy a ke snížení propustnosti vody do půdy. Tím se zvyšuje povrchový odtok a smyv zeminy (Hůla et al., 2003).

Pokud není používán radliční pluh, půda se neobrací a tím pádem většina rostlinných zbytků zůstává na povrchu půdy či na povrchové vrstvě ornice. Půda je celoročně pokryta rostlinnou biomasou. K vytvoření a udržení stabilní struktury půdy přispívá šetrné kypření (Hůla et al., 2003).

Janeček et al. (2007) k technologiím ochranného zpracování půdy dodávají, že vhodné je použití dlátových kypřičů bez obracení zpracovávané vrstvy půdy.

Ve fázi, kdy je půda bez vegetačního krytu lze založit porost meziplodiny. Před podmítkou se většinou aplikují průmyslová hnojiva. Jako meziplodinu lze použít hořčici bílou či svazenku vratičolistou (Hůla et al., 2003).

Podmítka se provádí co nejdříve po sklizni předplodiny, pluhem či talířovými branami. Půda by měla být mělce rozrušena (8 - 10 cm), tím se zvyšuje vláhová zásoba vsakem vody, omezuje se i výpar, částečně se ničí plevele a zárodky (Holý, 1994).

Hůla et al. (2003) uvádějí, že přímé setí do nezpracované půdy je považováno za velký přínos k protierozní ochraně půdy – to platí pouze v případě, pokud plodiny nechávají po sklizni hodně rostlinných zbytků.

Holý (1994) se také zmiňuje o bezorebném setí, píše, že je využíváno na lehkých (písčitých či hlinitopísčitých) půdách, kde je vyšší erozní ohroženost. Uvádí, že se vrchní část ornice podřízne plochým podřezávačem a seje se speciálním secím strojem.

Důležitým pravidlem při obhospodařování půdy na svažitých pozemcích je jízda strojní soupravy ve směru vrstevnice a klopení skýv proti svahu, což umožňují oboustranné otočné pluhy (Janeček et al., 2007).

K tomuto tématu se také vyjadřuje Holý (1994). Uvádí, že k zachycení stékající povrchové vody, k akumulaci vody k plošnému rozptylu i infiltraci vody do půdy vede právě vrstevnicová neboli konturová orba či další zpracování půdy či její osení po vrstevnicích. Dále uvádí, že vrstevnicová orba chrání půdu před deflací. Rychlost i sílu větru brzdí hřebeny brázd. Hřebeny působí kladně i před erozí větrnou, neboť jsou odváté částice zachycovány a ukládány sousedními brázdami a nedochází tak ke ztrátám na pozemku.

3.6 Technická protierozní opatření

Technická opatření se používají v případě, pokud nelze dosáhnout dostatečné protierozní ochrany organizačními či agrotechnickými opatřeními (Janeček et al., 2007).

Ochranná funkce těchto opatření je založena na snížení erozního účinku proudící vody zmenšením sklonu, zkrácením délky povrchového odtoku po pozemku, jeho usměrněním a neškodným odvedením, popř. zachycením, včetně smyté zeminy (Hůla et al., 2003).

Holý (1978) ve své knize píše, že technická opatření vyžadují větší úpravy půdního povrchu než opatření agrotechnická či biologická. Těmito opatřeními se rozumí např. vytváření průlehů, příkopů, hrázek, teras, aj.

Golosov et Belayev (2013) k technickým opatřením přidávají lesní pásy, umělé svahy, odvodňovací přehrady, domnívají se, že tato opatření by měla snížit ztrátovost půdy.

Janeček et al. (2007) tento výčet doplňují ještě terénními urovnávkami, vrstevnicovými mezemi, zatravněnými údolnicemi a protierozními nádržemi. Upozorňují na to, že pokud je těmto opatřením věnována péče a údržba, dodávají jistotu trvalé účinnosti.

3.6.1 Průlehy

Právě průlehy patří k nejdůležitějším podpůrným ochranným opatřením na orné půdě. Průlehy rozdělují dlouhé svahy na svahy kratší, přičemž jsou vzdálenosti mezi nimi závislé na sklonu pozemku, propustnosti půd, úhrnu a intenzitě přívalových dešťů (Janeček et al., 2007).

Ochrana spočívá ve vytváření systému širokých, ale mělkých příkopů, které zachycují povrchově stékající vodu. Budují se na svazích se sklonem do 20 % a bývají hluboké půl metru. Jsou navrhovány jako vrstevnicové či paralelní (záleží na terénu). Vrstevnicové jsou využívány v území složitého tvaru, kde nelze využít průlehů paralelních. Paralelní průlehy se používají v oblasti jižní Moravy (Holý, 1994).

Oproti příkopům mají větší průtočnou kapacitu bez nebezpečí zablokování unášenými předměty. Mohou být trvale zatravněné či obdělávané a patří k nejvhodnějším hydrologickým prvkům pro zachycování a odvádění náhlých povrchových odtoků a smyvů půdy (Hůla et al., 2003).

Zatravněné údolnice

Zajišťují krátkodobý odtok do povodí. V našich podmínkách jsou údolnice velmi rozšířené. Vznikaly ze zkušeností zemědělců jako ochrana před rýhovou či stržovou erozí, před zvýšeným zamokřením (Hůla et al., 2003).

Janeček et al. (2007) píší o zatravněných údolnicích jako o svodných průlezích. Tento svodný průleh musí být dobře odvodněn drenáží, aby nebyl poškozován při přejíždění mechanizačních prostředků. Orba kolem těchto pozemků by měla být vedena kolmo na osu údolnice, tím se zabrání vytváření rýh podél travního porostu.

3.6.2 Příkopy

Záchytné příkopy se navrhují v území se sklonem do 20 %, aby zachytily a neškodně odvedly povrchově stékající vodu, popř. umožnily vsak vody do půdy. Dle funkce se dělí na záchytné, odváděcí a svodné (Holý, 1994).

Janeček et al. (2007) popisují příkopy otevřené, zpevněné či nezpevněné. Sběrné a svodné příkopy se budují v návaznosti na přirozenou a umělou hydrografickou síť. Sběrné příkopy se navrhují k přerušení příliš velké délky povrchového odtoku po spádnici, naopak svodné se projektují v údolních polohách k odvádění vody ze sběrných příkopů. Záchytné se budují nad chráněným územím, v místech, kde hrozí přítok cizích vod z výše položených míst (z nezemědělských, většinou lesních ploch).

Při ochraně většího území je účelné navrhnout soustavu odváděcích příkopů zaústěných do svodného příkopu či recipientu. Záchytné se navrhují ve tvaru lichoběžníku o střední hloubce vody 40 – 70 cm, šířka dna je 30 – 100 cm i více. Výhodou navrhovaného pro sady a vinice je možnost přejíždění mechanizačních prostředků všemi směry, je ale nutnost zřídit dokonalou svodnou síť, která je investičně nákladná (Holý, 1994).

Průlehy i příkopy mění významným způsobem směr soustředěného povrchového odtoku, omezují erozi zkrácením délky povrchového odtoku po pozemku a zajišťují jeho neškodné odvádění. Jejich vyústění je nutné směrovat s ohledem na průtočnou kapacitu profilů zejména v intravilánech obcí (Hůla et al., 2003).

3.6.3 Hrázky

Nízké ochranné vrstevnicové hrázky slouží k akumulaci a rozdělení povrchového odtoku a k zachycení a usazení smyté zeminy ze zemědělských pozemků. Budují se za obcemi a důležitými komunikacemi. Právě hrázkami lze usměrnit povrchový odtok do profilů s dostatečnou kapacitou (Hůla et al., 2003).

Převážně se budují jako zemní, vysoké 1 – 1,5 m, opevněné zatravněním. Hrázky musí být vybaveny vypouštěcím zařízením, které zajistí odtok čisté vody po usazení půdních částic před hrázkou a zachycení plovoucích předmětů ochrannou mříží osazenou před vypouštěcím zařízením (Janeček et al., 2007).

Holý (1994) k tomu dodává, že se při návrhu příčného profilu hrázek vychází z potřebné velikosti záchytného prostoru stejně jako u záchytných příkopů. Odváděcí hrázky jsou většinou navrhovány na těžších půdách s nízkou infiltrační schopností a jejich délka má umožnit, aby odteklo co nejvíce vody v průběhu deště. Dlouhé bývají cca 300 – 450 m.

3.6.4 Terasy

Terasování je jednou z možností, jak chránit extrémně svažité pozemky. Vytvářejí se tím podmínky pro zemědělské účely. Na svazích se dají pěstovat speciální travní kultury, sady a vinice. Budují se jako zemní, kde sklon terasového svahu je dán přirozenou soudržností zeminy a je zpevněn vegetačně (osetí trávou a keřovitými dřevinami), anebo jako terasy s opěrnými zdmi (Janeček et al., 2007).

Hůla et al. (2003) popisují, že terasy jsou podstatným zásahem do vodního režimu území a patří k nejnákladnějším, ale mnohdy jediným účinným protierozním opatřením.

Holý (1994) uvádí, že při vhodné agrotechnice vznikají na pozemcích s hranicemi rovnoběžnými s vrstevnicemi zemní terasové stupně samovolně, pokud se klopí při orbě brázdy po svahu.

3.6.5 Nádrže

Protierozní nádrže bývají opatřeny retenčními prostory schopnými zachytit nebo alespoň snížit povrchový odtok a odsadit smytou zeminu. Podílejí se na vyrovnávání odtoků z malých povodí (Hůla et al., 2003).

Jsou budovány tam, kde dochází k ohrožení intravilánu obcí či důležitých staveb, ke zvýšení transportu látek zejména do povrchových zdrojů pitné vody. Po usazení splavenin odtéká do nádrže relativně čistá voda. Janeček et al. (2007) také píší o suchých nádržích. Tyto nádrže mají dno obhospodařované jako louku, plní se jen v případě zvýšených povrchových odtoků.

3.7 Účinnost protierozních opatření

Účinnost jednotlivých protierozní opatření a hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy jsou předmětem rozsáhlé polemiky odborných kruhů.

Vogel et al. (2016) prováděli simulace v zemědělském areálu v Brandenburgu v Německu. Zjišťovali, jaké protierozní opatření bude nejúčinnější při určité intenzitě srážek. Došli k závěru, že nejlepší výsledky prokazovala neobhospodařovaná půda - eroze byla snížena o 90 až 100 %. Naopak jen malé účinky na snížení eroze mělo zbudování vodních cest s vegetací. Dobré výsledky prokazovalo i rozdělení pole na menší parcely a pásy (střídání kukuřice s ozimými obilovinami). V pokračujícím průzkumu chtějí vodní cesty s vegetací kombinovat s dalšími protierozními opatřeními a docílit tak ještě lepších výsledků, které by vedly např. ke snížení rychlosti odlivu pesticidů a herbicidů do zdrojů podzemních vod.

Problémy eroze by měly být řešeny komplexní koordinací, stejně jako nedostatečné pobídky pro zemědělce s cílem zlepšit zemědělské praktiky. Na některých opuštěných zemědělských územích je možné zavést trvalou vegetaci a křoviny, které erozi snižují. Nicméně takové opatření nelze provést v místech intenzivního zemědělství. Na takovýchto územích se zavádějí výsadby či výstavby větrolamů či jiných krajinných prvků, stejně je nutné zavedení zemědělských postupů, s cílem minimalizovat procesy eroze (Petersen et Hoogeveen, 2004).

V České republice se výzkumem procesů eroze zabývá Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (dále jen VÚMOP v. v. i.). VÚMOP v. v. i. vyvinul simulátor deště. Tento přístroj dokáže simulovat přívalový déšť. Pomocí něho VÚMOP v. v. i. ve spolupráci se zemědělci, Ministerstvem zemědělství a dalšími organizacemi dlouhodobě testuje půdoochranné technologie. Simulátor deště umožňuje posuzovat účinnost protierozních opatření včetně vlivu jednotlivých plodin (Vopravil, 2015).

3.8 Eroze půdy z pohledu legislativy

Jones et al. (2012) uvádí, že reforma společné zemědělské politiky EU musí zvážit důsledky zemědělské praxe pro životní prostředí.

V roce 2001 bylo Evropskou komisí konstatováno, že zhoršující se půdní úrodnost a ztráty půdy vedou k ohrožení zemědělských ploch a tím je ohrožen i trvale udržitelný rozvoj.

Eroze půdy je celosvětovým problémem. Degradace půdy je vážná na 16 % území Evropské unie (tj. více než 105 mil ha). V roce 2002 byl publikován první koncepční dokument s názvem Zpráva k tematické strategii pro ochranu půdy (Towards and Thematic Strategy for Soil Protection, 2002), ve kterém se komise věnuje samotné ochraně půdy a povýšila půdu na stejnou úroveň životní důležitosti jako vodu a vzduch (Barth et Habart, 2003).

Dalšími dokumenty Evropské unie, které s ochrannou půdy souvisí, jsou Rámcová směrnice o vodní politice č. 2000/60/ES a Směrnice o vyhodnocování a zvládaní povodňových rizik č. 2007/60/ES.

V rámci legislativy České republiky byla problematika ochrany půdy proti vodní erozi promítnuta zejména do zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění jeho poslední novely 41/2015 Sb. Dále do vodního zákona č. 254/2001 Sb., do zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, do nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, do nařízení vlády č. 75/2007 Sb., o podmínkách poskytování plateb za přírodní znevýhodnění v horských oblastech, oblastech s jinými znevýhodněními a v oblastech Natura 2000 na zemědělské půdě. Základní technickou normou je ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy z roku 1996.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění, v § 3, odstavci 1), písmene b) zakazuje způsobovat ohrožení zemědělské půdy erozí překračováním přípustné míry jejího erozního ohrožení, ve stejném odstavci pod písmenem d) je zákaz poškozovat fyzikální, chemické nebo biologické vlastnosti zemědělské půdy jejím zhutňováním, zamokřováním, vysoušením, překrýváním nebo narušováním erozí.

Česká republika se jako členský stát Evropské unie zavázala v roce 2009 k dodržování systému Kontrol podmíněnosti (Cross Compliance). Dodržování tohoto systému je podmínkou pro čerpání evropských podpor. Na základě rámce, který je stanoven v příloze č. III Rady ES 73/2009, si jednotlivé členské státy EU individuálně nadefinovaly standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu GAEC (Good Agricultural and Environmental Conditions). Česká republika se od roku 2010 na základě nařízení vlády č. 479/2009 začala řídit 10 standardy GAEC. Protierozní ochranu půdy řešil GAEC 1 a GAEC 2, některé další standardy uvedenou problematiku řešily nepřímo.

Standard GAEC 1 obsahoval opatření na ochranu půdy na svažitých pozemcích nad 7°. Na půdních blocích nebo jejich dílech se svažitostí nad 7° muselo být zajištěno po sklizni plodiny založení porostu plodiny následné, nebo muselo být minimálně do 30. listopadu ponecháno strniště sklizené plodiny, případně musela zůstat půda minimálně do 30. listopadu zorána (nebo podmítnuta), aby bylo zajištěno zasakování vody.

Standard GAEC 2 určoval zásady pěstování určitých plodin na silně (SEO) a mírně erozně ohrožených pozemcích (MEO). Dle tohoto standardu nelze na půdních blocích nebo jejich

dílech, které jsou v evidenci silně erozně ohrožených půd, pěstovat širokořádkové plodiny jako jsou brambory, řepa, kukuřice, slunečnice, bob setý, sója a čirok. Porosty obilovin a řepky olejné musí být zakládány s využitím půdoochranných technologií, pro které je charakteristické, že povrch půdy je do doby vzcházení porostu pokryt minimálně z 30 % posklizňovými rostlinnými zbytky. V případě půd mírně erozně ohrožených musí být zajištěno pěstování erozně nebezpečných plodin pouze s využitím půdoochranných technologií. Mezi vyhovující půdoochranné technologie patří bezorebné setí, setí do mulče, setí do mělké podmítky, setí do ochranné plodiny, důlkování. Při ochranném zpracování půdy se nepoužívá pluh, ale probíhá pouze šetrné kypření pasivními kypřicími nástroji, jako jsou radličkové kypřiče, dlátové nebo prutové kypřiče, kombinované kypřiče či kypřiče talířové. Kypřiče talířové lze používat za předpokladu, že rostlinné zbytky budou do půdy zapravovány pouze omezeně. U zakládání porostu obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií pouze v případě, že obilniny budou pěstovány s podsevem jetelovin nebo jetelotravních směsí. Podmínky pro mírně erozně ohroženou půdu nemusí být dodrženy na ploše nepřesahující výměru 0,40 ha zemědělské půdy z celkové obhospodařované plochy žadatele o podporu, pokud směr řádků erozně nebezpečné plodiny je orientován ve směru vrstevnic s maximální odchylkou od vrstevnice do 30° a pod plochou erozně nebezpečné plodiny se nachází pás zemědělské půdy o minimální šíři 24 m. Tento pás, na kterém bude pěstován travní porost, víceletá pícnina případně jiná než erozně nebezpečná plodina, musí na erozně nebezpečnou plodinu navazovat a musí přerušovat všechny odtokové linie procházející erozně nebezpečnou plodinou na erozně ohrožené ploše.

Nařízení vlády č. 479/2009 Sb. bylo nahrazeno nařízením vlády č. 309/2014 Sb. o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých zemědělských podpor. Seznam kontrolovaných standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti nalezneme v příloze č. 2 tohoto nařízení. GAEC 1 a GAEC 2 jsou v nařízení vlády č. 309/2014 Sb. obsaženy v bodech 4 a 5. Dochází k určitému zpřísnění podmínek. Podmínky původně stanovené pro sklonitost půdního bloku 7° nyní platí již pro pozemky o průměrné sklonitosti 5°. Na ploše dílu půdního bloku orné půdy, jehož průměrná sklonitost přesahuje 5°, musí být zajištěno po sklizni založení porostu ozimé plodiny, ponechání strniště sklizené plodiny do založení porostu následné jarní plodiny, podmítnutí strniště sklizené plodiny a ponechání bez orby až do založení porostu následné jarní plodiny případně musí být půdní blok nejpozději do 20. září oset meziplodinou a tento porost musí být ponechán nejméně do 31. října.

Od roku 2015 se v souvislosti se změnami nového programovacího období Společné zemědělské politiky na roky 2014 - 2020 a s ohledem na změny evropské legislativy mění i podmínky Kontrol podmíněnosti. Standardy GAEC jsou nově označeny zkratkou DZES (dobrý zemědělský a environmentální stav). Ochranu před erozí nově řeší DZES č. 5 (dále jen DZES 5). Standard DZES 5 stanovuje podmínky pěstování erozně nebezpečných plodin na mírně a silně erozně ohrožených zemědělských půdách vymezených v evidenci půdy podle uživatelských vztahů (LPIS). Do specifických půdoochranných technologií na mírně erozně ohrožených plochách byly přidány dvě nové technologie. První novou technologií je pásové zpracování půdy (tzv. strip-till). Při něm zemědělec zajistí zpracování půdy v pásech ve směru vysévané plodiny, jehož plošný podíl nepřesáhne více než 25 % plochy pozemku. Druhou nově přidanou půdoochrannou technologií je pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem.

Novotný et al. (2014) v publikaci Příručka ochrany proti vodní erozi uvádějí, že podmínkou pro zařazování opakovaně monitorovaných půdních bloků s projevem eroze do kategorií mírně erozně ohrožených půd (MEO) a silně erozně ohrožených půd (SEO) je opakování erozní události na půdním bloku, parcele osevního postupu, nebo vážné ohrožení intravilánu měst a obcí, majetku třetích osob, komunikací nebo povodí erozí. Zařazení do přísnější kategorie erozní ohroženosti bude platné vždy od první změny osevů a kategorie se zpravidla mění o jeden stupeň ohroženosti (z NEO do MEO, z MEO do SEO).

Novotný et al. (2014) k mírně erozně ohroženým půdám dodávají, že erozně nebezpečné plodiny (jako jsou kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok) budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Na silně erozně ohrožených půdách se nebudou pěstovat erozně nebezpečné plodiny; porosty ostatních obilnin a řepky olejné budou na takto označených plochách zakládány s využitím půdoochranných technologií; u ostatních obilnin se doporučuje pěstování s podsevem jetelovin, travních nebo jetelotravních směsí, v tomto případě pak nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií (Novotný et al., 2014).

Nařízení vlády č. 75/2007 v příloze č. 1 stanoví seznam obcí a katastrálních území, které jsou zařazeny do méně příznivých oblastí. Za přírodní znevýhodnění v horských oblastech nebo v oblastech s jinými znevýhodněními je poskytována na travní porosty evidované v LPIS platba. Většina obcí okresu Trutnov je v příloze č. 1 nařízení vlády č. 75/2007 uvedena. Horské obce jsou označeny HA – horské oblasti. Ostatní obce jsou označeny kódem S. Jedná se o oblasti se specifickými omezeními. Do specifické oblasti

S jsou zařazeny obce a katastrální území s výnosností zemědělské půdy nižší než 34 bodů nebo s výnosností 34 až 38 bodů a zároveň se sklonitostí vyšší než 7° na 50 % zemědělské půdy obce nebo katastrálního území. Obce Rtyně v Podkrkonoší, Batňovice, Radeč, Dolní Olešnice a Studenec na Trutnovsku, kde byly v letech 2012 – 2015 hlášeny vodní erozní události, ve výše uvedené příloze najdeme s označením S.

4 Materiál a metody

Došlo k shromáždění podkladů o řešených lokalitách, kromě studia statistických dat bylo nutné se seznámit s řešeným územím osobně, bylo prováděno i ústní dotazování. Webový portál Monitoring eroze zemědělské půdy byl jedním z nosných zdrojů, ze kterých byla čerpána data pro bližší rozbor erozních událostí na Trutnovsku v letech 2012 – 2015. Byl využit webový archiv Kompletního průzkumu půd WAKPP, kde jsou pomocí aplikace Zoomify zpřístupněna data z průzkumu půd prováděného v 70. letech 20. století. Dále byla využita základní databáze geodetických dat ZABAGED a geografický informační systém pro evidenci využití zemědělské půdy LPIS. Informace byly čerpány také z informačního mapového geoportálu G-Obec dostupného na webových stránkách města Rtyně v Podkrkonoší. Dále byla využita data z portálu Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ).

Práce v terénu spočívala v prohlídce vytypovaného půdního bloku, v přeměření přerušovacího pásu, v prohlídce stavu půdy. Fotografie z terénu byly pořizovány fotoaparátem značky Nikon D3100.

4.1 Lokalizace řešeného území - Trutnovsko

Trutnovsko má výrazně členitý reliéf. Okres Trutnov je na severu ohraničen horským masivem Krkonoš. Právě ve vyšších polohách Krkonoš, kde svahy mají sklon nad 19°, je četnost erozně nebezpečných dešťů poměrně vysoká. Tato oblast Trutnovska je však převážně pokryta lesy nebo se tu nacházejí pastviny. K jihu krajina přechází do pahorkatiny a tím se mění i využití půdy, zvyšuje se podíl půdy orné. V minulosti došlo částečně k odlesnění. Po odlesnění se pozemky na Trutnovsku začaly využívat k pastvě dobytka nebo k maloplošnému obhospodařování. Postupně docházelo k přeměně tradičních luk a pastvin na ornou půdu. Během 50. let 20. století se tento způsob změnil na velkoplošné intenzivní hospodaření. Došlo k zaorávání luk i pastvin, rozorávání mezí, ničení přirozených liniových prvků. Především vznik velkých půdních celků přispěl k náchylnosti půdy k erozi. Pro Trutnovsko jsou přitom charakteristické horniny, které erozi snadno podléhají. Jedná se o horniny pískovcové, slepence, jílovce a prachovce.

Otakar Stehlík (1975) ve své publikaci Potenciální eroze půdy proudící vodou na území ČSR zpracoval vliv sklonů svahu, klimatu, pedologických a geologických poměrů na potenciální erozi půdy v jednotlivých krajích. RNDr. Otakar Stehlík, CSc. porovnal průměrnou svažitost území Východočeského kraje s průměrnou svažitostí území

ČSR a zjistil, že území Východočeského kraje se vyznačuje značným stupněm svažitosti a jsou zde tedy vhodné podmínky pro rozvoj eroze půdy proudící vodou. V publikaci najdeme i vyčíslení škod způsobených erozí půdy v letech 1967 – 1970. Zemědělský půdní fond Východočeského kraje je nejvíce ohrožován v okresech Jičín, Ústí nad Orlicí a Trutnov. Škody okresu Trutnov byly v uvedeném období vyčísleny na 2 028 000 Kčs.

Na webovém portálu Monitoring eroze zemědělské půdy, který je společným projektem Státního pozemkového úřadu a Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., jsou evidovány erozní události. V letech 2012 – 2015 bylo do této databáze nahlášeno 50 erozních událostí ze 14 obcí Trutnovska. Nejvíce erozních událostí způsobených přívalovými dešti bylo hlášeno ze Rtyně v Podkrkonoší.

Z dat zveřejněných na portálu Českého hydrometeorologického ústavu byly vybrány údaje týkající se územních srážek na území České republiky a Královéhradeckého kraje v letech 2012 – 2015, údaje o úhrnu srážek byly porovnány s dlouhodobým srážkovým normálem let 1961 až 1990 (viz tabulka č. 1 a 2).

Tabulka č. 1 - Přehled územních srážek České republiky

	2012	2013	2014	2015
Úhrn srážek (mm)	689	727	657	537
Dlouhodobý srážkový normál v letech 1961 - 1990 (mm)	674	674	674	674
Úhrn srážek v % normálu 1961 - 1990	102	108	97	83

Tabulka vlastní z dat na: http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#

Tabulka č. 2 - Přehled územních srážek Královéhradeckého kraje

	2012	2013	2014	2015
Úhrn srážek (mm)	769	749	607	587
Dlouhodobý srážkový normál v letech 1961 - 1990 (mm)	774	774	774	774
Úhrn srážek v % normálu 1961 - 1990	99	96	78	77

Tabulka vlastní z dat na: http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#

Z výše uvedených dat vyplývá, že přestože celorepublikově byly srážky v roce 2012 a 2013 nadprůměrné, tak srážky v Královéhradeckém kraji byly v celém sledovaném období proti dlouhodobému srážkovému normálu podprůměrné. Změnou klimatu však bude docházet k častějšímu výskytu intenzivních srážek. Dle studie o klimatických změnách zveřejněné na portálu ČHMÚ lze v souvislosti se změnami klimatu i v budoucnosti očekávat

intenzivní srážkové epizody v letních bouřkách, které budou představovat vyšší riziko přívalových povodní i při relativně neměnných dlouhodobých srážkových úhrnech.

4.2 Lokalizace řešeného území - Rtyně v Podkrkonoší

Město Rtyně v Podkrkonoší se třemi tisíci obyvateli se rozkládá ve rtyňsko-svatoňovické kotlině. Nadmořská výška katastrálního území Rtyně v Podkrkonoší se pohybuje v rozmezí 320 – 676 m n. m. Následující informace vycházejí z dat dostupných na webových stránkách Národního geoportálu INSPIRE a Atlasu krajiny.

Geologie

Lokalita Rtyně v Podkrkonoší patří do série Mezozoikum Českého masívu. Nacházejí se zde především horniny vápenitého jílovce, slínovce a méně jílovité vápence. Geologický podklad pochází z období druhohorní křídy. Dle Stehlíka (1975) právě takovýto podklad silně přispívá ke zvýšení intenzity potenciální eroze půdy.

Geomorfologie

Geomorfologická jednotka podle geomorfologického členění ČR je IVA 8B-5. Lokalita Rtyně v Podkrkonoší patří do Trutnovské pahorkatiny, která je součástí podcelku Podkrkonošské pahorkatiny, celku Krkonošského podhůří, podsoustavy Krkonošské oblasti a soustavy Krkonošsko-Jesenické (Hromek et al., 2004)

Klimatologie

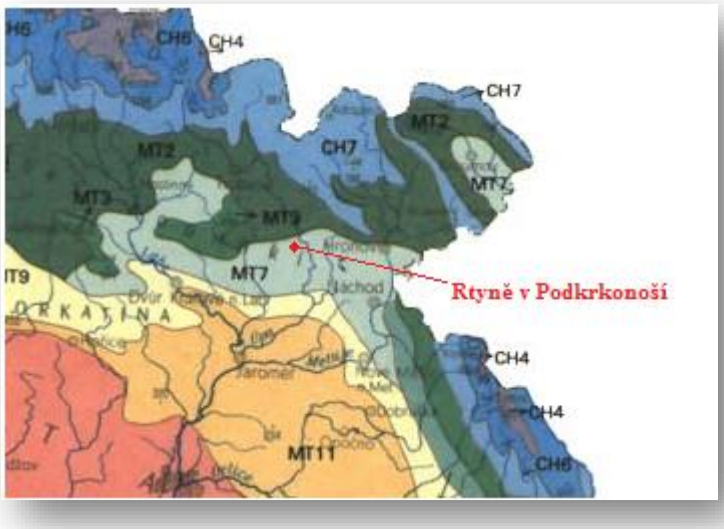
Nejbližší meteorologická stanice se nachází v obci Velké Svatoňovice, jedná se o meteostanici Davis Vantage Pro 2. Měření se provádí 2 m nad zemí, rychlost a směr větru se měří na stožáru vysokém 5,6 m. Lokalita Rtyně v Podkrkonoší se řadí do mírně teplé oblasti a klimatické podoblasti MT 7 (viz tabulka č. 3 a obrázek č. 2).

Tabulka č. 3 – Charakteristika oblasti MT 7 dle Quitta

Charakteristika oblasti MT 7	
Počet letních dnů	30 – 40
Počet dní s teplotou alespoň 10 stupňů	140 – 160
Počet ledových dnů	40 – 50
Počet mrazových dnů	110 – 130
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 – 80

Počet dnů se srážkami alespoň 1 mm	100 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	400 - 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 - 300
Počet dnů zatažených	40 – 50
Počet dnů jasných	120 – 150
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3 °C
Průměrná teplota v dubnu	6 – 7 °C
Průměrná teplota v červenci	16 – 17 °C
Průměrná teplota v říjnu	7 – 8 °C

Tabulka vlastní, zdroj: Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa



Obrázek č. 2 - Klimatické regiony dle Quitta, zdroj: Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa, úprava vlastní

Topografie

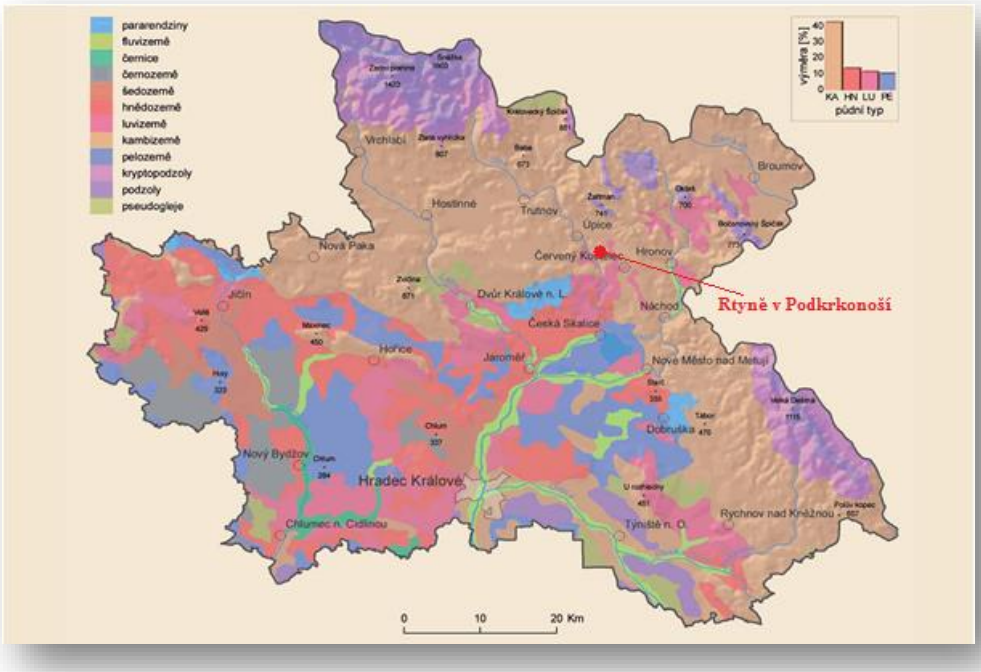
Řešené území je charakteristické zvlněným, místy až svažitým terénem s výraznými údolnicemi, kde dochází k soustředěnému odtoku do potoku Rtyňky.

Půdní charakteristiky

Atlas krajiny uvádí, že na území Rtyně v Podkrkonoší se nacházejí kambizemě modální (mezobazické) až dystrické a oglejené, místy pseudogleje, převážně ze zvětralin pevných a zpevněných hornin a polygenetických hlín.

Ke kambizemím Němeček et al. (2008) dodávají, že se tyto půdy vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin, v menší míře (sypké substráty)

v rovinatém reliéfu. Vznik těchto půd podmiňuje velkou rozmanitost z hlediska zrnitosti a skeletovitosti, jakož i chemických (biogenní prvky, stopové potenciálně rizikové prvky) a fyzikálních vlastností (ulehlost bazálního souvrství, ovlivňující laterální pohyb vody v krajině). Tento typ půd se vyskytuje v širokém rozmezí klimatických a vegetačních podmínek dle toho je možná diference v akumulaci humusu a jeho kvalitě, ve vyluhování půdního profilu, ve zvětrávání, braunifikaci, v interakci s vlastnostmi substrátů.



Obrázek č. 3 – Půdní typy Královéhradeckého kraje,
zdroj: http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pudni_mapy/$FILE/OOOPK-Kralovehradecky_kraj-20131128.gif, úprava: vlastní

Kambizemě patří mezi kambisoly a řadí se k nejrozšířenějšímu půdnímu typu na území ČR. Substrát tvoří lehké sedimentární horniny, které jsou silně náchylné k vodní erozi. U středně hlubokých půd (30 – 60 cm) a u půd hlubokých (nad 60 cm) se doporučuje přípustná ztráta půdy 4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$ (Janeček et al., 2012).

VÚMOP, v. v. i. ve své publikaci Nabídka mapových a datových produktů (http://geoportal.vumop.cz) uvádí, že kambizemě se vyskytují převážně na pevných horninách. Jedná se o půdy typické pro pahorkatiny a nižší a střední polohy vrchovin. Kambizemě dystrické se vyvinuly ve vyšších polohách vrchovin a v horách. Hlavním znakem je nízký obsah kvalitního humusu a silně kyselá či kyselá půdní reakce, dále se vyznačují malou mocností půdního profilu a výraznou skeletovitostí.

V zemědělství jsou využívány především pro pěstování obilnin, pícnin a okopanin. V lesnictví jsou podložím pro doubravy, bučiny i smrčiny (Hrnčiarová et al., 2009).

O půdních podmínkách ve Rtyni v Podkrkonoší se zmiňují Vorlický et al. (1936) ve Rtyňské vlastivědě. V nižších polohách s vlhčí půdou, tudíž ponejvíce při březích potoků a potůčků, nacházejí se louky, příkré a kamenité stráně, hlavně v severovýchodní a jihozápadní části katastr pokrývají lesy, jinak většinu půdy zaujímají pole.

Parcely jsou dle bonity zařazeny do 8 tříd. Parcelní protokol obce Rtyně v P. z roku 1892 uvádí rozdělení 927 parcel do 8 tříd. Do 1. třídy (nejúrodnější) je zařazeno pouze 18 parcel a 7 parcel částečně (Vorlický et al., 1936).

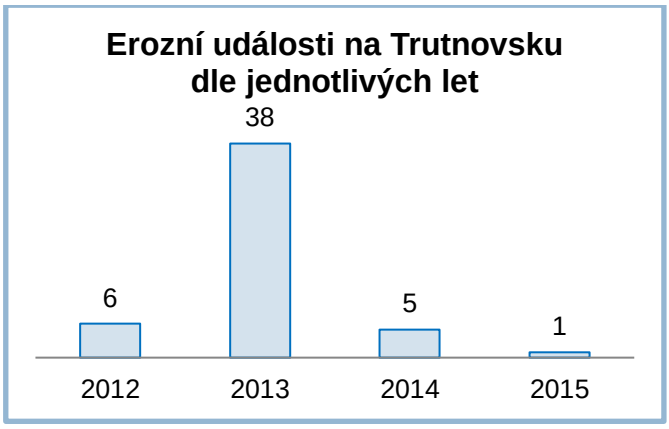
Vorlický et al. (1936) uvádějí, že půda se zde nemůže svou úrodností rovnat půdám v rovinatých či nížinatých krajích. Zdejší hornatější kraj s vyšší nadmořskou výškou lze zařadit do zemědělské oblasti obilnářsko – bramborářské, kde hlavními hospodářskými plodinami jsou žito, oves a brambory.

Vorlický et al. (1936) se již roku 1936 zmiňují o splavu půdy. Množství vody po každém dešti ze strání a svahů splachuje půdu a ukládá ji v údolích. Bohatá kolmá členitost půdy je příčinou značného rozdílu v její povaze. V údolí, hlavně poblíž osady, je půda hluboká, dosti úrodná, na svazích a hlavně na stráních (Zada, Končiny) je však mělká, kamenitá a málo úrodná.

Ve výše uvedeném odstavci se píše o místním názvu Končiny. V této části obce se nachází lokalita Žabárna, která patří k nejvíce erozně ohroženým lokalitám na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší (viz kapitola 5.1 Popis jednotlivých lokalit).

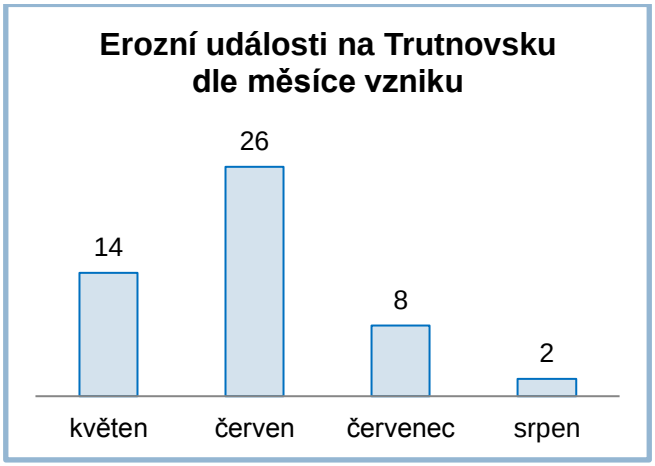
5 Výsledky a návrh opatření

Na základě údajů získaných z webového portálu Monitoring eroze zemědělské půdy byla vyfiltrována data, která se týkají erozních událostí na Trutnovsku v letech 2012 – 2015. Zjištěná data umožnila posoudit erozní události z hlediska četnosti erozních procesů dle jednotlivých let, dle měsíce vzniku, dle druhu pěstované plodiny a podle nejvíce zasažených katastrálních území. Pro vyšší přehlednost došlo k vytvoření grafů (viz obrázek č. 4, 5, 6, 7 - http://me.vumop.cz).



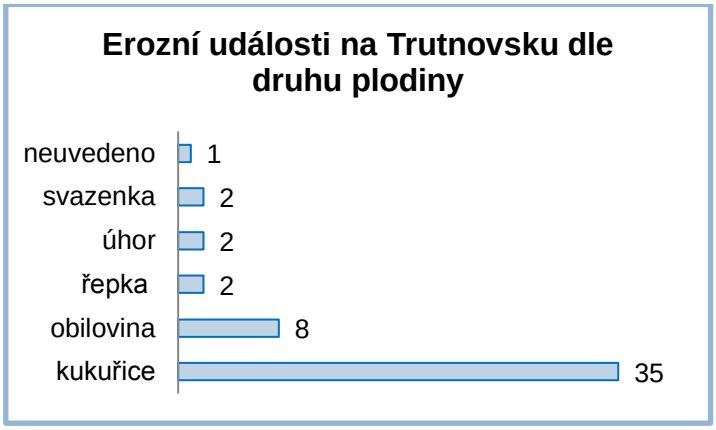
Obrázek č. 4 – Erozní události na Trutnovsku dle jednotlivých let, vlastní grafické zpracování z dat na: http://me.vumop.cz

Z obrázku č. 4 je zřejmé, že nejvíce erozních událostí způsobených přívalovými dešti (38) bylo v roce 2013. Nejméně erozních událostí se vyskytlo v roce 2015. Rok 2015 byl srážkově silně podprůměrný, jak na území Královéhradeckého kraje, tak v celé České republice (viz tabulky č. 1 a 2 na str. 29).



Obrázek č. 5 – Erozní události na Trutnovsku dle měsíce vzniku, vlastní grafické zpracování z dat na: http://me.vumop.cz

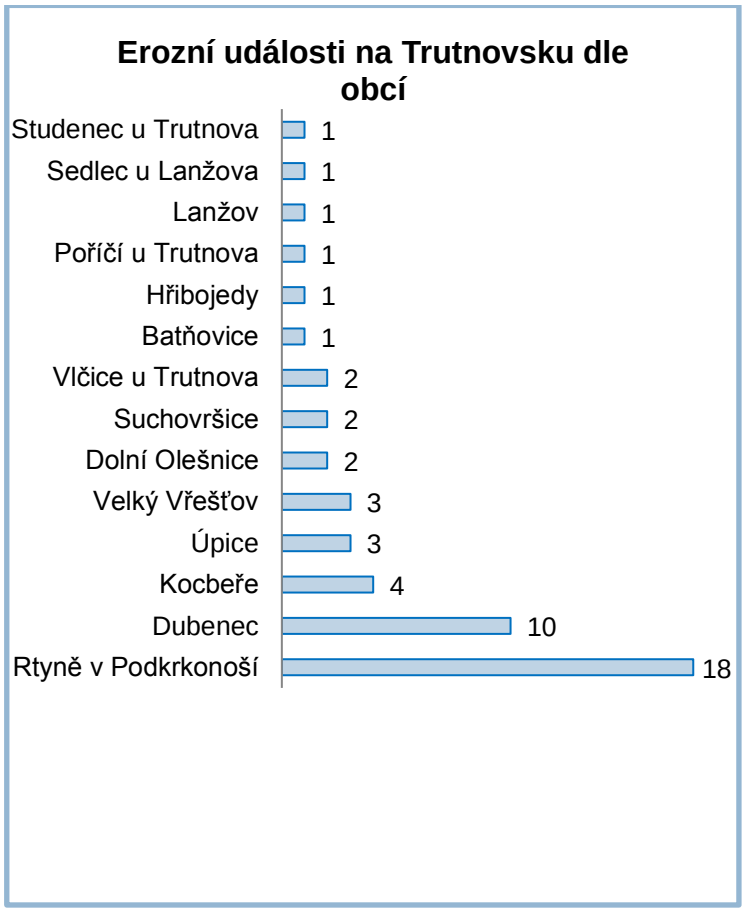
Obrázek č. 5 ukazuje, v jakém měsíci dochází k erozním událostem nejčastěji. V průběhu let 2012 – 2015 bylo nejvíce erozních událostí (26) hlášeno v měsíci červnu.



Obrázek č. 6 - Erozní události na Trutnovsku dle druhu plodiny, vlastní grafické zpracování z dat na: http://me.vumop.cz

Z obrázku č. 6 je zřejmé, že nejvíce erozních událostí se opakovalo na kukuřičných polích. Bylo zjišťováno, v jaké růstové fázi se porost v době erozní události na půdním bloku nacházel a zda byla využita nějaká protierozní opatření. U polí osetých kukuřicí byl v deseti případech použit protierozní pás osetý obilovinou. V šesti případech se jednalo o pozemky čerstvě oseté kukuřicí, v dalších patnácti případech o porosty kukuřice ve výšce do 10 cm.

V případě obiloviny se nejvíce erozních událostí (4) vyskytlo v době čerstvého osetí. Tři případy byly u ječmene do výšky 15 cm.



Obrázek č. 7 – Erozní události na Trutnovsku dle obcí, vlastní grafické zpracování z dat na: http://me.vumop.cz

Z obrázku č. 7 je vidět, že nejvíce erozních událostí (18) v letech 2012 – 2015 bylo na katastrálním území obce Rtyně v Podkrkonoší.

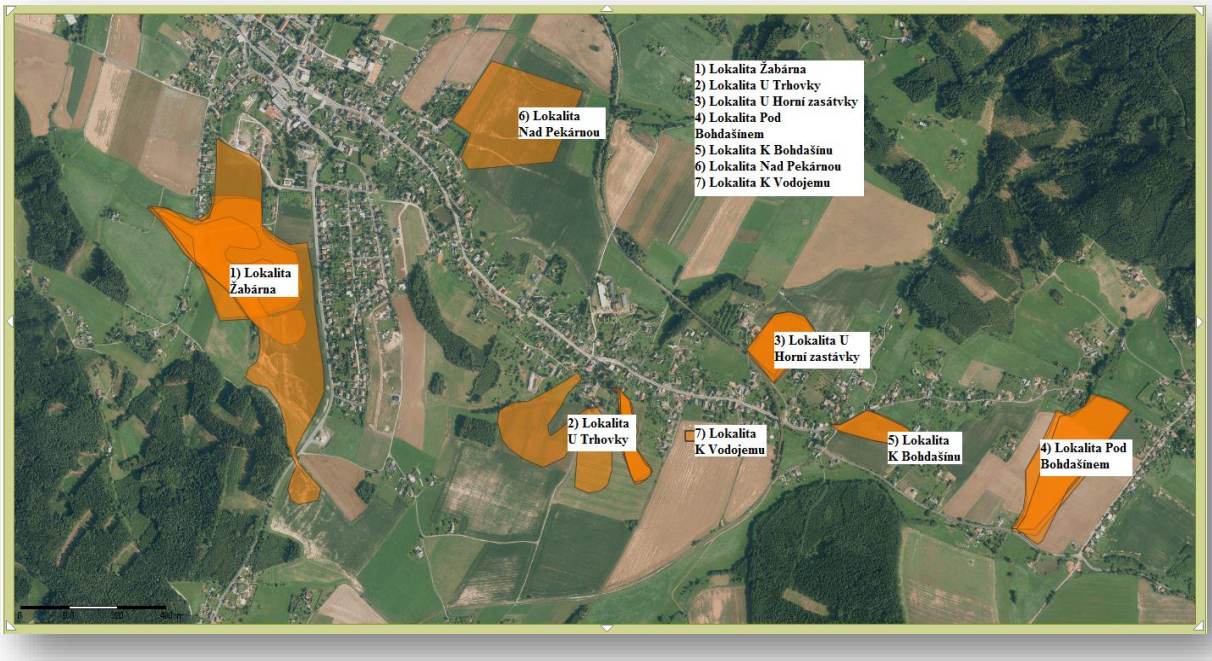
Druhé místo v počtu erozních událostí zaujímá katastrální území obce Dubenec. Bylo zjišťováno, zda jsou pole, na kterých se opakují erozní události, osívána kukuřicí z důvodu výroby kukuřičné siláže pro bioplynovou stanici. Pole využívá společnost Karsit agro a. s. pro živočišnou výrobu, ale zároveň i pro bioplynovou stanici v Jaroměři. Bioplynová stanice je v majetku společnosti Karsit holding. V obci Dubenec v roce 2014 proběhla komplexní pozemková úprava a v dalších letech se plánuje výstavba protierozních opatření - budování průlehů, mezí či dvou suchých poldrů.

Třetí místo s největším počtem erozních událostí (4) v letech 2012 - 2015 připadá obci Kocbeře. Erozní události se vyskytovaly na polích osívaných kukuřicí i obilovinou. Kukuřice zde nebyla pěstována pro potřeby bioplynové stanice, ale pouze ke krmným účelům. V následujících letech se na pozemcích, kde docházelo k opakovaným erozním událostem, dle vyjádření obce, kukuřice vysévat nebude.

Katastrální území Rtyně v Podkrkonoší vykazovalo v letech 2012 až 2015 nejvíce erozních událostí, a proto je v další části práce podrobeno hlubší analýze.

Lokality nejvíce ohrožené vodní erozí na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší

Dle událostí hlášených na Monitoring eroze zemědělské půdy bylo zjištěno, které lokality na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší jsou nejvíce ohroženy erozí, na jakých pozemcích dochází k erozním událostem. Mezi lety 2013 až 2015 došlo k osmnácti erozním událostem s odnosem ornice z 8 lokalit (viz obrázek č. 8 - http://me.vumop.cz). Z toho vyplývá, že některé erozní události se konaly opakovaně na stejných půdních blocích. K nejvíce zasaženým oblastem (3 a více erozních událostí) patří lokalita Žabárna, U Horní zastávky, U Trhovky (lokalita „S“ a „I“) a Pod Bohdašínem. Dvě erozní události byly v lokalitě K Bohdašínu, pouze s jednou erozní událostí byly evidovány lokality K Vodojemu a Nad Pekárnou.



Obrázek č. 8 - Erozně zasažené lokality na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší, dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

5.1 Popis jednotlivých lokalit

Žabárna

Tato lokalita se nachází nad rybníkem Žabárna, podél hlavní silnice č. 14 směr Trutnov – Náchod (viz obrázek č. 9 - http://me.vumop.cz).

Obrázek č. 9 – Lokalita Žabárna, dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

Na internetových stránkách wakpp.vumop.cz se v rámci komplexního průzkumu půd píše, že byly v roce 1967 odebrány vzorky i na řešené lokalitě Žabárna – jednalo se o výběrovou sondu V005-004. Ze zprávy o vzorku odebraném dne 19. 6. 1967 lze zjistit, že se jedná o půdu hnědou, slabě oglejenou, matečnou horninou je opuka, půda je vhodná pro nenáročné plodiny např. brambory, žito, oves. Do hloubky 24 centimetrů byla půda kyprá, drobtové struktury, bohatě prokořeněná. Od 24 cm již byla půda tuhá. Vzorek z hloubky do 24 cm obsahoval 1,42 % organického uhlíku, 2,45 % humusu.

V tabulce č. 4 jsou přehledně znázorněny půdní bloky, jejich výměry v ha a zařazení do kategorií erozní ohroženosti půd. Jedná se o půdní bloky o výměře 4,06 ha se sklonem 3,6°, kategorie neohrožené (dále jen NEO); 15,94 ha se sklonem 4,8°, z toho 6,81 ha kategorie mírně erozně ohrožené (dále jen MEO) a 9,13 ha kategorie NEO; 10,25 ha se sklonem 2,5°, z něhož je 0,24 ha zařazených do kategorie MEO a 10,01 ha je v kategorii NEO; 1,07 ha se sklonem 3,3° v kategorii NEO; 1,26 ha se sklonem 4,4° z toho 0,02 ha v kategorii MEO a 1,24 ha v kategorii

NEO a půdní blok o výměře 2,47 ha se sklonem 4,6°, z toho 0,62 ha v kategorii MEO a 1,85 ha v kategorii NEO.

V druhé části tabulky č. 4 je vidět, jaké půdní bloky byly zasaženy při erozních událostech 9. června 2013, 29. července 2013, 24. května 2014 a 7. července 2014.

Tabulka č. 4 – Lokalita Žabárna

Název území	Číslo půdního bloku	Ohroženost půd			Výměra (ha)	Sklon (°)	Zasažené půdní bloky při erozních událostech v uvedených dnech			
		NEO[1]	MEO[2]	SEO						
Žabárna	620-1010-0101	4,06			**4,06**	3,6	9. 6. 13	29. 7. 13	24. 5.14	7. 7. 14
	620-1010-0205/1	9,13	6,81		**15,94**	4,8	9. 6. 13	29. 7. 13	24. 5.14	7. 7. 14
	620-1010-0314/1	10,01	0,24		**10,25**	2,5				7. 7. 14
	620-1010-0207	1,07			**1,07**	3,3			24. 5.14	
	620-1010-0206/2	1,24	0,02		**1,26**	4,4			24. 5.14	
	620-1010-0206/1	1,85	0,62		**2,47**	4,6			24. 5.14	

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené.

První erozní událost byla způsobena přívalovým deštěm o intenzitě 28 mm/hod dne 9. 6. 2013 v odpoledních až večerních hodinách. Jednalo se o erozi plošnou, rýžkovou až rýhovou na půdních blocích o výměře 4,06 ha se sklonem 3,6° a 15,94 ha se sklonem 4,8°. Pozemek byl oset kukuřicí s výškou porostu do 8 cm, na pozemku byl použit i obsev ječmenem. Došlo k eroznímu smyvu a transportu sedimentu na místní komunikaci, přilehlé zahrady i do rybníka Žabárna.

Druhá erozní událost se objevila dne 29. 7. 2013 ve večerních hodinách díky bouřce o intenzitě srážek přibližně 76 mm/hod. Byl zasažen půdní blok o výměře 4,06 ha se sklonem 3,6° a 15,94 ha se sklonem 4,8°, osetý kukuřicí s obsevem ječmenu. Škody byly dost podobné jako u předchozí události.

Třetí erozní událost se zde objevila 24. 5. 2014 v nočních hodinách. Eroze působila škody na půdních blocích o výměře 4,06 ha se sklonem 3,6°, 15,94 ha se sklonem 4,8°, 1,07 ha se sklonem 3,3°, 1,26 ha se sklonem 4,4°, a na půdním bloku o výměře

2,47 ha se sklonem 4,6°. Jednalo se o erozi plošnou, rýžkovou až rýhovou. Pozemek byl oset kukuřicí s výškou porostu do 10 cm. Odtékající vodou spolu s ornicí byla zasažena komunikace i zahrady pod pozemkem, došlo k znečištění hřiště a vodní nádrže Žabárna pod svahem.

Čtvrtá událost nastala 7. 7. 2014 po nočním dešti s intenzitou 20 mm/hod došlo k erozi plošné, rýžkové i rýhové. Byly zasaženy půdní bloky o velikosti 4,06 ha se sklonem 3,6°, 15,94 ha se sklonem 4,8° a 10,25 ha se sklonem 2,5°. Odtékající bahno a kamení narušilo porost na louce, zasáhlo místní komunikaci i zahrady a zase byla zanesena vodní plocha – rybník Žabárna. V tomto případě se již jednalo o erozi na půdě s plně zapojeným kukuřičným porostem.

Při každé erozní události mezi lety 2013 - 2015 v lokalitě Žabárna byly zasaženy půdní bloky 620-1010-0101 o výměře 4,06 ha se sklonem 3,6° a 620-1010-0205/1 o výměře 15,94 ha se sklonem 4,8°.

Výše uvedené pozemkové bloky vlastní několik majitelů, ale jako celek je obhospodařuje jedna firma. Opakovaně na nich pěstuje kukuřici na siláž pro bioplynovou stanici, kterou společnost vlastní. Společnost již v roce 2013 provedla protierozní opatření v podobě obsevu lánu kukuřice ječmenem. Toto opatření však nebylo dostatečně účinné. V roce 2014 byla na výše uvedeném celku opět vyseta kukuřice v širokých řádcích (65 cm), ale byly vytvořeny přerušovací protierozní pásy s jarní obilovinou. Přerušovací pás byl založen správně, tzn. tak, aby dosahoval šířky minimálně 12 metrů a nepřerušená délka odtokové linie byla maximálně 250 metrů. Tedy v souladu s metodikou půdoochranných technologií stanovených standardem GAEC 2 (v LPIS označeno zkratkou P2, tj. přerušovací pás pro půdní blok s průměrným sklonem 3 – 5°). Pro splnění standardu GAEC 2 na mírně erozně ohrožených plochách je nezbytné realizovat alespoň jednu z obecných nebo specifických půdoochranných technologií. Osetí přerušovacích pásů jarní obilovinou bylo nevhodné, pokud by přerušovací pás byl oset ozimou obilovinou, byl by porost více zapojen, a také pokryvnost půdy by byla mnohem vyšší. V červenci 2014 opět došlo vlivem přívalového deště k erozní události. Použité opatření v podobě přerušovacích protierozních pásů nemělo dostatečný účinek. Při erozní události v červenci došlo znovu k masivnímu odnosu ornice do rybníku Žabárna a vodou valící se z polí byly znovu postiženy nemovitosti v ulici K Žabárně. Jako varující se jeví skutečnost, že i když v letech 2013 a 2014 byly v uvedené lokalitě opakující se erozní události, v roce 2015 zde místní zemědělec znovu vysel kukuřici. Na svahu je půda náchylná

k vodní erozi, na pozemkových parcelách v lokalitě Žabárna nedochází ke střídání plodin. Erozní události a nestřídání plodin způsobují těžkou degradaci orné půdy v této lokalitě. Splavováním půdních částí dochází k zanášení rybníku Žabárna. V lokalitě Žabárna je nevhodné půdu obdělávat těžkou zemědělskou technikou. Není zde dostatečný přísun organických látek typu hnůj nebo kejda, neboť je hnůj využíván pro potřeby bioplynové stanice. Půda dobře prohnojená těmito organickými látkami má lepší drobtovitost a tedy lépe zadržuje vodu. Dalším faktorem, který napomáhá k degradaci půdy, je nestřídání kultur. Kukuřice patří mezi plodiny mělce kořenící, při jejím pěstování nedochází k efektu hlubšího prokypření tak jako u plodin hluboce kořenících (jeteloviny, luskoviny). K rychlejšímu vzniku slité půdy - tvorbě půdního škraloupu - napomáhá zhutnění půdy. Zhutnělá půda nedokáže vodu zadržovat tak jako půda s drobtovitou strukturou. Pouhým okem je patrný rozdíl struktury půdy mezi částí svahu, kde dochází ke smyvu půdních částic a mezi částí půdního bloku, kde dochází k jejich akumulaci (viz obrázek č. 29 a 30 v samostatných přílohách).

U Trhovky

Lokalita U Trhovky se nachází poblíž ulic Lhotská a Pod Lesem, nedaleko autobusové zastávky Rtyně v Podkrkonoší ZD. Jedná se o dva pozemky, na kterých se vyskytly erozní události. Pro lepší popis se dále použije označení pozemků „S“ – pozemek vlevo a pozemek „I“ - vpravo, viz obrázek č. 10 - http://me.vumop.cz.

Obrázek č. 10 – Lokalita U Trhovky, dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

V tabulce č. 5 jsou přehledně znázorněny půdní bloky, jejich výměry v ha a zařazení do kategorií erozní ohroženosti půd. V druhé části tabulky č. 5 je vidět, jaké půdní bloky byly zasaženy při erozních událostech 2. června 2013, 9. června 2013 a 29. července 2013.

Tabulka č. 5 – Lokalita U Trhovky

Název území	Číslo půdního bloku	Ohroženost půd			Výměra (ha)	Sklon (°)	Zasažené půdní bloky při erozních událostech v uvedených dnech		
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]					
U Trhovky	610-1010-9202	16,12			**16,12**	3,4	2. 6. 2013	9. 6. 2013	29. 7. 2013
	610-1010-9205/1	0,52			**0,52**	4,0		9. 6. 2013	
	610-1010-9203	14,64	0,51		**15,15**	2,8		9. 6. 2013	

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené.

První erozní událost na pozemku „I“ se zde vyskytla 2. 6. 2013 v noci, jednalo se o erozi plošnou a rýžkovou. Pozemek byl oset ječmenem s výškou porostu do 15 cm. Eroze byla způsobena bouřkou s přívalovou srážkou. Došlo k zanesení místní komunikace ornicí, část komunikace byla poškozena, dále byla zasažena zahrada domu čp. 659. Zasažený půdní blok má 16,12 ha se sklonem 3,4°, půdní blok je celý zařazen v kategorii NEO.

Druhá erozní událost na pozemcích „S“ a „I“ vznikla při přívalovém dešti 9. 6. 2013 v odpoledních až večerních hodinách na půdních blocích o výměře 16,12 ha se sklonem 3,4° (kategorie NEO), 0,52 ha se sklonem 4° (kategorie NEO) a 15,15 ha se sklonem 2,8° (0,51 ha patří do kategorie MEO a 14,64 ha do kategorie NEO). Jednalo se o erozi plošnou, pozemek byl oset kukuřicí s výškou porostu do 8 cm, byl zde použit obsev ječmenem. Výsledkem byla zabahněná místní komunikace a zahrady.

Další erozní událost na pozemku „I“ se objevila 29. 7. 2013 ve večerních hodinách, kdy přišla bouře s intenzivní srážkou. Vznikla eroze plošná až rýhová, která způsobila nánosy vody a ornice na místních komunikacích, část komunikace byla znovu poškozena, zase byla zasažena zahrada domu čp. 659. V tomto případě se jednalo o půdní blok výměry 16,12 ha se sklonem 3,4° (zařazený v kategorii NEO).

Při každé erozní události mezi lety 2013 – 2015 v lokalitě U Trhovky byl zasažen půdní blok 610-1010-9202 o výměře 16,12 ha se sklonem 3,4°.

Pouze v lokalitě U Trhovky na pozemku „I“ byl v době erozní události vyset ječmen. Na všech ostatních uvedených lokalitách se v době erozních událostí nacházela kukuřice.

U Horní zastávky

Lokalita U Horní zastávky se nachází u železniční tratě směr Červený Kostelec – Trutnov. Přímo u vlakové zastávky Rtyně v Podkrkonoší – zastávka (viz obrázek č. 11 http://me.vumop.cz).

Obrázek č. 11 – Lokalita U Horní zastávky, dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

V tabulce č. 6 je uveden půdní blok, který má rozlohu 10,71 ha, sklon 4,1°, z toho 0,09 ha je zařazeno do kategorie silně erozně ohrožené (dále jen SEO), 4,74 ha je v kategorii MEO a 5,88 ha je v kategorii NEO. V druhé části tabulky č. 6 jsou data erozních událostí.

Tabulka č. 6 – Lokalita U Horní zastávky

Název území	Číslo půdního bloku	Ohroženost půd			Výměra (ha)	Sklon (°)	Data erozních událostí		
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]					
U Horní zastávky	601-1010-8213/1	5,88	4,74	0,09	**10,71**	4,1	2. 6. 2013	9. 6. 2013	29. 7. 2013

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené.

První erozní událost se objevila 2. 6. 2013 v nočních hodinách. Jednalo se o erozi plošnou rýžkovou až rýhovou. Šlo o dlouhotrvající déšť, který se změnil v přívalovou noční srážku.

Půdní blok byl oset kukuřicí, jejíž výška činila přibližně 8 cm. U okraje vlakové zastávky, místní komunikace a tratě se nacházel obsev neširokořádkovou plodinou (šířka řádků je do 10 cm). Výsledkem erozního působení byl výskyt ornice na místní komunikaci.

Druhá událost se vyskytla 9. 6. 2013 v odpoledních až večerních hodinách. Taktéž se jednalo o erozi plošnou, rýžkovou až rýhovou, způsobena byla bouřkou s přívalovým deštěm.

Třetí událost byla zaznamenána 29. července 2013 ve večerních hodinách. Opět šlo o erozi plošnou, rýžkovou až rýhovou. Na místní komunikaci se po této erozní události nacházel nános ornice.

Pod Bohdašínem

Lokalita Pod Bohdašínem se nachází podél ulice Hronovská č. 567, pod ulicí Pod Bohdašínem (viz obrázek č. 12 - http://me.vumop.cz).

Obrázek č. 12 – Lokalita Pod Bohdašínem, dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

V tabulce č. 7 jsou přehledně znázorněny půdní bloky, jejich výměry v ha a zařazení do kategorií erozní ohroženosti půd. V druhé části tabulky č. 7 je vidět, jaké půdní bloky byly zasaženy při erozních událostech dne 2. června 2013 a 29. července 2013.

Tabulka č. 7 – Lokalita Pod Bohdašínem

Název území	Číslo půdního bloku	Ohroženost půd			Výměra (ha)	Sklon (°)	Zasažené půdní bloky při erozních událostech v uvedených dnech		
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]					
Pod Bohdašínem	601-1010-7217	16,30	2,39		**18,69**	4,0	2. 6. 2013	2. 6. 2013	29. 7. 2013
	610-1010-7206/1	1,50	0,99		**2,49**	7,8		2. 6. 2013	

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené.

První erozní událost na půdním bloku o výměře 18,69 ha se sklonem 4° byla evidovaná 2. 6. 2013 v 1 hodinu v noci díky dlouhotrvajícímu dešti. Půdní blok je zde částečně zařazen v kategorii MEO (2,39 ha) a částečně v kategorii NEO (16,30 ha). Erozní událost trvala cca 60 minut. Jednalo se o erozi plošnou a rýžkovou. Pozemek byl oset kukuřicí s výškou do 8 cm. Eroze způsobila odnos ornice na státní komunikaci, došlo k zasažení lidského obydlí, ornicí byla zanesena zahrada a nádvoří domu čp. 608.

Druhá erozní událost byla zaznamenána ve stejný den jako první erozní událost (2. 6. 2013), v odpoledních až večerních hodinách. Jednalo se o erozi plošnou, rýžkovou až rýhovou. K události došlo na půdních blocích o výměře 18,69 ha se sklonem 4,0° a 2,49 ha se sklonem 7,8° z toho 0,99 ha je kategorie MEO a 1,50 ha je NEO. V tomto případě nebyla zasažena ani komunikace ani obydlí.

Třetí erozní událost se konala 29. 7. 2013 ve večerních hodinách. Šlo o erozi plošnou, rýžkovou až rýhovou, která byla způsobena večerní bouřkou s přívalovým deštěm, zde již byl zapojený porost kukuřice. Škody byly napáchány na silnici, na zahradě a nádvoří domu čp. 608.

K Bohdašínu

Lokalita K Bohdašínu se nachází nedaleko silnice Hronovská čp. 567, při odbočce do ulice Náměrka (viz obrázek č. 13 - http://me.vumop.cz).

Obrázek č. 13 – Lokalita K Bohdašínu**,** dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

V tabulce č. 8 je uveden půdní blok, která má rozlohu 3,73 ha, sklon 4,3°, z toho 3,58 ha je zařazeno do kategorie NEO a 0,15 ha je v kategorii MEO. V druhé části tabulky č. 8 jsou data erozních událostí.

Tabulka č. 8 – Lokalita K Bohdašínu

Název území	Číslo půdního bloku	Ohroženost půd			Výměra (ha)	Sklon (°)	Data erozních událostí	
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]				
K Bohdašínu	610-1010-8215	3,58	0,15		**3,73**	4,3	2. 6. 2013	9. 6. 2013

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené.

První erozní událost na tomto půdním bloku byla evidovaná 2. 6. 2013 v 1 hodinu v noci díky dlouhotrvajícímu dešti. Erozní událost trvala cca 60 minut. Jednalo se o erozi plošnou a rýžkovou. Pozemek byl oset kukuřicí ve výšce do 8 cm. Eroze způsobila odnos ornice na místní komunikaci.

Druhá erozní událost na tomto půdním bloku se vyskytla ve stejném roce také v červnu (9. 6. 2013), taktéž se jednalo o erozi plošnou a rýžkovou.

Nad Pekárnou

Lokalita Nad Pekárnou se nachází nedaleko ulic Hronovská č. 567 a Luční, nedaleko drážního spojení Červený Kostelec – Trutnov (viz obrázek č. 14 - http://me.vumop.cz).

Obrázek č. 14 – Lokalita Nad Pekárnou, dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

V tabulce č. 9 je uveden půdní blok, která má rozlohu 24,51 ha, sklon 4,1°, 13,57 ha je zařazeno do kategorie NEO a 10,94 ha je v kategorii MEO.

Tabulka č. 9 – Lokalita Nad Pekárnou

Název území	Číslo půdního bloku	Ohroženost půd			Výměra (ha)	Sklon (°)	Datum erozní události
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]			
Nad Pekárnou	610-1010-9104/1	13,57	10,94		**24,51**	4,1	**24. 5. 2014**

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené.

Erozní událost se zde vyskytla 24. 5. 2014 v noci. Jednalo se o erozi plošnou, rýžkovou, způsobenou silným deštěm. Nebyl zde zapojený kukuřičný porost. Při této erozní události byla zasažena místní komunikace, pozemky i budovy pod postiženým pozemkem.

K Vodojemu

Lokalita K Vodojemu se nachází poblíž ulice Hronovská čp. 567 a ulice K Vodojemu (viz obrázek č. 15 - http://me.vumop.cz).

Obrázek č. 15 – Lokalita K Vodojemu, dostupné z: http://me.vumop.cz, úprava: vlastní

V tabulce č. 10 je uveden půdní blok o rozloze 11,57 ha se sklonem 3,8°. Celý je zařazeným kategorie NEO.

Tabulka č. 10 – Lokalita K Vodojemu

Název území	Číslo půdního bloku	Ohroženost půd			Výměra (ha)	Sklon (°)	Datum erozní události
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]			
K Vodojemu	610-1010-920/1	11,57			**11,57**	3,8	**6. 5. 2013**

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené.

Na tomto půdním bloku byla erozní událost zaznamenána 6. 5. 2013. Předcházel jí devítihodinový déšť s intenzivními lokálními srážkami, při nichž se nestačila voda vsakovat a začala odtékat z povrchu pozemku. Nacházel se zde nezapojený kukuřičný porost. Na tomto místě nebyla eroze doposud evidována.

V tabulce č. 11 došlo k vypracování přehledu půdních bloků a jejich zařazení do kategorií ohroženosti. Zároveň tabulka č. 11 porovnává míru ohrožení při zařazování dle DZES 5 a dle Maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (dále jen C_p).

Tabulka č. 11 - Přehled půdních bloků na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší a jejich zatřídění podle ohroženosti půd (v ha)

Název území	Číslo půdního bloku	Sklon (°)	Ohroženost půd dle DZES 5			Ohroženost půd dle C_p[4]			
			NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]	Silně ohrožené	Ohrožené	Mírně ohrožené	Bez ohrožení
Žabárna	620-1010-0101	3,6	4,60				1,96	1,91	0,18
	620-1010-0205/1	4,8	9,13	6,81		0,01	10,20	5,61	0,11
	620-1010-0314/1	2,5	10,01	0,24			0,53	3,52	6,20
	620-1010-0207	3,3	1,07				0,17	0,80	0,09
	620-1010-0206/2	4,4	1,24	0,02			0,30	0,93	0,03
	620-1010-0206/1	4,6	1,85	0,62			0,67	1,75	0,05
K Vodojemu	610-1010-920/1	3,8	11,57				0,63	6,57	4,35
U Trhovky	610-1010-9202	3,4	16,12				1,91	6,71	7,49
	610-1010-9205/1	4,0	0,52				0,20	0,22	0,10
	610-1010-9203	2,8	14,64	0,51			3,17	5,03	6,94
U Horní zastávky	601-1010-8213/1	4,1	5,88	4,74	0,09		3,81	4,97	1,92
Pod Bohdašínem	601-1010-7217	4,0	16,30	2,39			4,18	13,49	1,01
	610-1010-7206/1	7,8	1,50	0,99		0,01	1,28	0,83	0,36
K Bohdašínu	610-1010-8215	4,3	3,58	0,15			1,00	2,11	0,62
Nad Pekárnou	610-1010-9104/1	4,1	13,57	10,94			13,06	10,87	0,58
Celkem	**x**	**x**	**111,58**	**27,41**	**0,09**	**0,02**	**43,07**	**65,32**	**30,03**

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

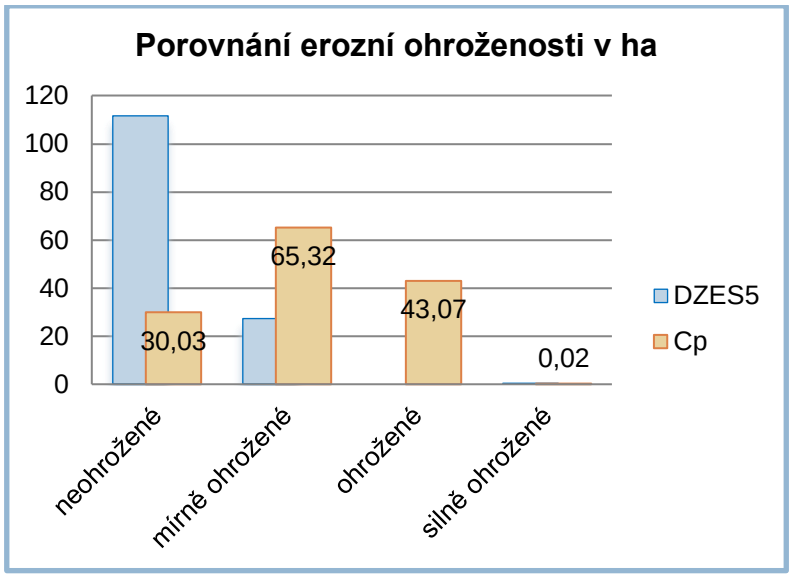
[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené;

[4]C_p: maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace;

Výměry jednotlivých půdních bloků dle zařazení podle ohroženosti dle DZES 5 a C_p se mírně liší (dle DZES 5 je celková výměra 139,08 ha a dle C_p 138,44 ha).

Erozní události způsobené přívalovými dešti na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší v letech 2012 - 2015 se udály na půdních blocích o celkové výměře 138,44 hektarů

(dle C_p). Z tabulky č. 11 je zřejmé, že zařazování půdních bloků do kategorií ohroženosti je dle C_p přísnější než podle DZES 5. Dle DZES 5 bylo do kategorie erozně neohrožených zařazeno 111,58 ha (tj. 80,23 %), na rozdíl od C_p, kam patří pouze 30,03 ha (tj. 21,69 %). Porovnání erozní ohroženosti DZES 5 a C_p je dobře vidět na obrázku č. 16 - http://me.vumop.cz.



Obrázek č. 16 – Porovnání erozní ohroženosti v ha, vlastní grafické zpracování z dat na: http://me.vumop.cz

Zařazování dle C_p je přísnější, půdní bloky mohou být zařazovány do 4 kategorií (bez ohrožení, mírně ohrožené, ohrožené a silně ohrožené), zatímco DZES 5 nabízí kategorie pouze 3 (neohrožené, mírně ohrožené, silně ohrožené).

U výše uvedených půdních bloků byla vypočítána hodnota průměrné roční ztráty půdy G ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$) pomocí univerzální rovnice USLE, jejíž autory jsou Wischmeier a Smith (viz tabulka č. 12).

Tabulka č. 12 – Výpočet průměrné roční ztráty půdy na půdních blocích na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší

Název území	Číslo půdního bloku	Faktory ovlivňující erozní proces				
		LS[1]	K[2]	C_P-P_P[3]	R[4]	G[5]
Žabárna	620-1010-0101	2,27	0,45	0,49	40	**20,02**
	620-1010-0205/1	3,10	0,45	0,36	40	**20,09**
	620-1010-0314/1	1,75	0,59	0,54	40	**22,30**
	620-1010-0207	2,74	0,33	0,64	40	**23,15**
	620-1010-0206/2	2,63	0,33	0,55	40	**19,09**
	620-1010-0206/1	2,43	0,33	0,49	40	**15,72**
K Vodojemu	610-1010-920/1	2,78	0,23	1,00	40	**25,58**
U Trhovky	610-1010-9202	2,97	0,23	0,86	40	**23,50**
	610-1010-9205/1	3,56	0,23	1,00	40	**32,75**
	610-1010-9203	3,99	0,23	1,00	40	**36,71**
U Horní zastávky	601-1010-8213/1	2,62	0,45	0,67	40	**31,60**
Pod Bohdašínem	601-1010-7217	2,94	0,23	0,51	40	**13,79**
	610-1010-7206/1	6,45	0,23	0,46	40	**27,30**
K Bohdašínu	610-1010-8215	2,30	0,23	0,59	40	**12,48**
Nad Pekárnou	610-1010-9104/1	2,95	0,45	0,35	40	**18,59**
Celkem	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]LS: faktor délky a sklonu svahu;

[2]K: faktor erodovatelnosti půdy;

[3]C_P-P_P: faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, faktor účinnosti protierozního působení;

[4]R: faktor erozní účinnosti deště;

[5]G: průměrná dlouhodobá ztráta půdy.

V kapitole 4.2 Lokalizace řešeného území - Rtyně v Podkrkonoší se píše, že přípustná ztráta půdy je 4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$, což neodpovídá hodnotám v tabulce výše. Z tabulky č. 12 je zřejmé, že na všech půdních blocích byla překročena hranice průměrné ztráty půdy na hektar. Na jednom místě byla hodnota překročena až 9krát. Přičemž naprostá většina půdních bloků je dokonce zařazená do kategorie půdy erozně neohrožené (dle DZES 5).

Skutečnost, že se erozní události na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší týkaly (dle DZES 5) z cca 80 % půdních bloků zařazených do kategorie erozně neohrožené půdy a hodnota přípustné ztráty půdy byla překročena na všech půdních blocích, je alarmující. Z tohoto důvodu došlo k prověření zařazení půdních bloků postižených erozí na katastrálním území Dubenec a Kocbeře (viz tabulka č. 13 a 14).

Tabulka č. 13 - Přehled půdních bloků na katastrálním území Dubenec a jejich zatřídění podle ohroženosti půd (v ha)

Číslo půdního bloku	Sklon (°)	Ohroženost půd dle DZES 5			Ohroženost půd dle C_p[4]			
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]	Silně ohrožené	Ohrožené	Mírně ohrožené	Bez ohrožení
640-1020-0301/9	3,5	5,97				0,24	3,58	2,13
640-1020-0301/1	2,9	10,66				0,19	6,62	3,85
640-1020-0301/3	2,0	6,78					2,95	3,81
640-1020-1403/14	3,4	55,81	4,70			8,50	24,51	27,49
640-1020-1403/1	2,6	31,53	1,07			1,36	12,72	18,52
640-1020-0401/10	4,5	1,50				0,03	1,04	0,43
630-1020-9401/2	4,5	9,85				0,46	7,55	1,83
640-1020-0401/9	4,6	1,34				0,25	0,88	0,22
640-1020-1207	3,2	24,42	3,01		0,03	5,22	16,11	6,07
640-1020-2304/1	4,4	0,84	0,04			0,08	0,42	0,37
640-1020-1304/1	7,0	0,14	0,47			0,25	0,35	0,01
630-1020-9304/5	4,0	6,98				0,88	5,17	0,92
Celkem	**x**	**155,82**	**9,29**	**0**	**0,03**	**17,46**	**81,90**	**65,65**

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené;

[4]C_p: maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace;

Výměry jednotlivých půdních bloků dle zařazení podle ohroženosti dle DZES 5 a C_p se mírně liší (dle DZES 5 je celková výměra 165,11 ha a dle C_p 165,04 ha).

Z výše uvedené tabulky č. 13 vyplývá, že na katastrálním území Dubenec bylo erozními událostmi zasaženo celkem 165,11 hektarů (dle zařazení dle ohroženosti dle DZES 5). Z toho do kategorie erozně neohrožené půdy (dle DZES 5) bylo zařazeno 155,82 ha (tj. 94,38 %) a pouze 9,29 ha (tj. 5,63 %) erozí dotčených pozemků patřilo do kategorie mírně erozně ohrožených, do silně erozně ohrožených půd nebyl zařazen ani jeden půdní blok. Hodnocení dle faktoru C_p je přísnější, do kategorie bez ohrožení bylo zařazeno 65,65 ha (tj. 39,78 %), do kategorie mírně ohrožené 81,90 ha (tj. 49,62 %), do kategorie ohrožené 17,46 ha (tj. 10,58 %) a do kategorie silně ohrožené 0,03 ha (tj. 0,018 %), přičemž na webových stránkách http://me.vumop.cz bylo zjištěno, že k opakovaným erozním událostem dochází na osmi půdních blocích.

Tabulka č. 14 - Přehled půdních bloků na katastrálním území Dvůr Králové nad Labem - Kocbeře a jejich zatřídění podle ohroženosti půd (v ha)

Číslo půdního bloku	Sklon (°)	Ohroženost půd dle DZES 5			Ohroženost půd dle C_p[4]			
		NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]	Silně ohrožené	Ohrožené	Mírně ohrožené	Bez ohrožení
630-1010-7602	3,1	2,38				0,16	2,10	0,11
630-1010-7607/2	3,4	19,88	9,44			18,90	7,07	3,33
630-1010-7607/5	3,5	5,06	5,86			7,25	3,67	
630-1010-6501/1	2,9	26,61	4,85			12,89	10,29	8,25
Celkem	**x**	**53,93**	**20,15**	**0**	**0**	**39,20**	**23,13**	**11,69**

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené;

[4]C_p: maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace;

Výměry jednotlivých půdních bloků dle zařazení podle ohroženosti dle DZES 5 a C_p se mírně liší (dle DZES 5 je celková výměra 74,08 ha a dle C_p 74,02 ha).

Tabulka č. 14 uvádí, že na území Kocbeře bylo erozní událostí opakovaně zasaženo minimálně 74,08 ha (dle DZES 5), z toho 53,93 ha (tj. 72,80 %) činily půdní bloky zařazené do kategorie neohrožených půd a 20,15 ha (tj. 27,20 %) patřilo do kategorie mírně erozně ohrožených, do kategorie silně erozně ohrožených nebyl zařazen žádný půdní blok. Zařazení do kategorií ohroženosti dle Cp je přísnější, do kategorie bez ohrožení bylo zařazeno pouze 11,69 ha (tj. 15,79 %), do kategorie mírně ohrožené bylo zařazeno 23,13 ha (tj. 31,25 %), do kategorie ohrožených 39,20 ha (tj. 52,96 %) a do kategorie silně ohrožené nebyl zařazen žádný půdní blok. Údaje byly čerpány z webového portálu Monitoring eroze zemědělské půdy. V jednom případě jsou data neúplná (erozní událost ze dne 28. 7. 2012), chybí specifikace půdního bloku – tato erozní událost nebyla do tabulky započtena.

Z výsledků tabulek č. 11 až 14 je zřejmé, že by mělo dojít k přehodnocení zařazení půdních bloků do kategorií ohroženosti.

Tabulka č. 15 - Přehled výměr dle zatřídění podle ohroženosti půd v nejvíce zasažených katastrálních územích Trutnovska v letech 2012 - 2015 (v ha)

Název katastrálního území	Ohroženost půd dle DZES 5			Výměra celkem dle DZES 5	Ohroženost půd dle C_p[4]				Výměra celkem dle C_p
	NEO[1]	MEO[2]	SEO[3]		Silně ohrožené	Ohrožené	Mírně ohrožené	Bez ohrožení	
Rtyně v Podkrkonoší	111,58	27,41	0,09	**139,08**	0,02	43,07	65,32	30,03	**138,44**
Dubenec	155,82	9,29	0	**165,11**	0,03	17,46	81,90	65,65	**165,04**
Kocbeře	53,93	20,15	0	**74,08**	0	39,20	23,13	11,69	**74,02**
Celkem	**321,33**	**56,85**	**0,09**	**378,27**	**0,05**	**99,73**	**170,35**	**107,37**	**377,50**

Tabulka vlastní z dat na: http://me.vumop.cz

[1]NEO: půdy erozně neohrožené;

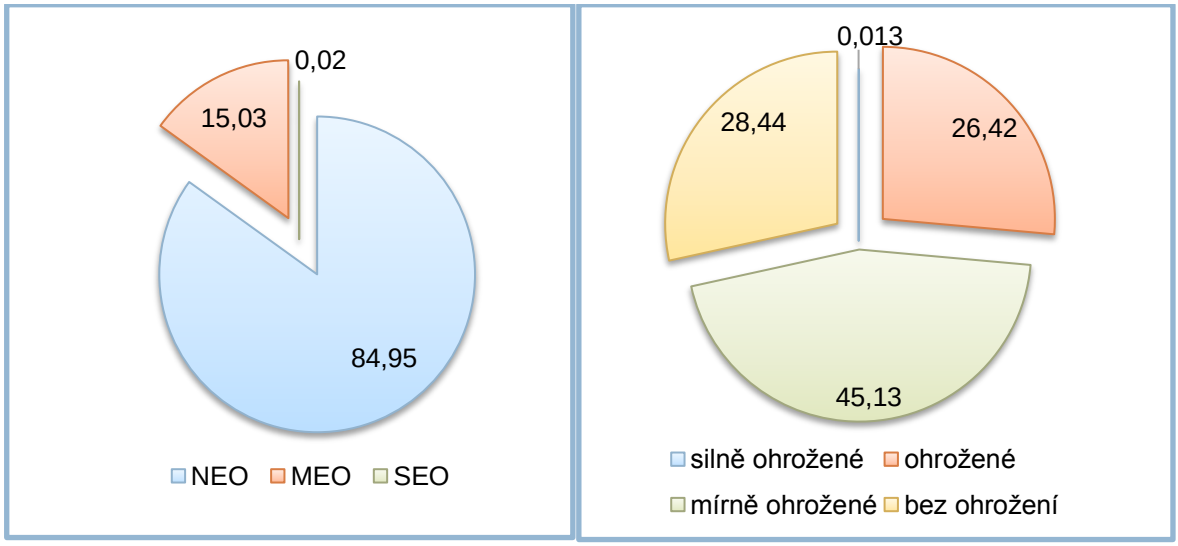
[2]MEO: půdy mírně erozně ohrožené;

[3]SEO: půdy silně erozně ohrožené;

[4]C_p: maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace;

Výměry jednotlivých půdních bloků dle zařazení podle ohroženosti dle DZES 5 a C_p se mírně liší (dle DZES 5 je celková výměra 378,27 ha a dle C_p 377,50 ha).

V tabulce č. 15 došlo k sumarizaci údajů ze tří katastrálních území Trutnovska, kde bylo hlášeno ve sledovaném období nejvíce erozních událostí (viz obrázek č. 17 a 18 http://me.vumop.cz).



Obrázek č. 17 a 18 – Přehled erozních událostí na Trutnovsku dle zatřídění podle ohroženosti půd (v %), vlastní grafické zpracování z dat na: http://me.vumop.cz

Obrázek č. 17 a 18 ukazuje procentní ohroženost půd dle DZES 5 (vlevo) a dle C_p (vpravo). Je z něho zřejmé, že dle C_p je téměř 28,44 % (tj. dle tabulky č. 15 – 107,37 ha) půd na Trutnovsku zařazeno do kategorie bez ohrožení, zatímco, dle DZES 5 je do neohrožených půd zařazeno 84,95 % (tj. dle tabulky č. 15 - 321,33 ha).

Tabulky č. 11, 13 a 14 jsou zároveň podkladem pro výpočet průměrné svažitosti pozemků s výskytem erozních událostí. Na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší činí průměrný sklon svahu 3,86°, na katastrálním území Dubenec je průměrný sklon svahu 3,25° a v případě katastrálního území Kocbeře činí průměrná sklonitost 3,19°.

Výpočet byl proveden váženým aritmetickým průměrem.

5.2 Návrh protierozního opatření – Lokalita Žabárna

Lokalita Žabárna je z hlediska počtu erozních událostí a z hlediska rizika možných škod nejohroženější lokalitou katastrálního území Rtyně v Podkrkonoší. Vlivem erozních událostí zde dochází ke škodám v zastavěné části obce, k zanášení rybníka Žabárna a ke škodám na místní komunikaci. V roce 2013 náklady obce činily 60 tisíc Kč pouze na úklid povodňových škod, v této částce není započítáno množství hodin odpracovaných dobrovolníky převážně z řad sboru dobrovolných hasičů, nejsou zde vyčísleny škody na majetku obyvatel ulice K Žabárně (voda s ornicí zaplavila zahrady, skleníky, sklepy), nejsou vyčísleny náklady na vytěžení nánosu z rybníka Žabárna (splaveniny výrazně snížily jeho kapacitu), není zde oceněna ztráta půdy, degradace vlastností půdy, snížení úrodnosti, snižování retenční schopnosti půd atd.

Vedení města Rtyně v Podkrkonoší čelí tlaku od obyvatel zasažených erozními událostmi a chce situaci řešit. Výhodou je, že Město Rtyně v Podkrkonoší v dotčeném území vlastní některé pozemky. Dosud uplatňovaná protierozní opatření byla nedostatečná, nejúčinnějším opatřením by bylo zatravnění. Zatravnění by bylo vhodné u pozemkové parcely č. 1131, která se nachází ve východní horní části půdního bloku 620-1010-0205/1 a je ve vlastnictví Města Rtyně v Podkrkonoší. Dalším řešením, které se nabízí s ohledem na vlastnictví pozemků, by bylo trvalé zatravnění pozemkové parcely č. 1150/9, která by rozdělila velký mírně sklonitý blok, tím by došlo ke snížení délky odtokové linie na půdních blocích 620-1010-0205/1 a 620-1010-0214 přibližně na délku 200 metrů. Prostřednictví systému G-Obec došlo k porovnání uvedené lokality na letecké mapě z 50. let 20. století se současným stavem. Dle leteckého snímku z 50. let 20. století (viz obrázek č. 20, str. 60) je zřejmé, že dříve byla

výměra jednotlivých obhospodařovaných pozemků mnohem menší, svah byl přibližně v polovině rozdělen polní cestou vedenou po vrstevnici. Původní cesta se nacházela na pozemkových parcelách č. 1150/9 a 1150/11, jejichž vlastníkem je Město Rtyně v Podkrkonoší. V trase původní cesty by bylo vhodné vybudovat průleh s mezí, tato pozemková úprava by však vyžadovala výkup částí přilehlých pozemků, aby byla zajištěna dostatečná šíře průlehu přibližně 10 metrů. V případě realizace technických protierozních opatření je nutné provézt detailní geodetické zaměření, hydropedologický průzkum apod. Musí být proveden výpočet zátěže stávajících hydrotechnických prvků, aby vodou svedenou novými technickými protierozními opatřeními nedošlo k nadměrnému zatížení kritických bodů intravilánu.

K financování protierozních opatření může Město Rtyně v Podkrkonoší využít některou z finančních podpor z Operačního programu Životní prostředí. V rámci prioritní osy 1 je vytvořena oblast podpory 1.4 – Podpora preventivních protipovodňových opatření, která umožňuje čerpat prostředky na studie odtokových poměrů včetně návrhů možných protipovodňových opatření. Na realizaci přírodě blízkých protipovodňových opatření jsou určeny také dotace Ministerstva zemědělství z programu Prevence před povodněmi.

Ovlivnění a realizace dalších opatření je vzhledem k vlastnickým vztahům složitější. Pokud současný uživatel půdy nemůže vyloučit pěstování širokořádkové kukuřice, měl by rozšířit již využívaná agrotechnická opatření (osetí souvratí, přerušovací pásy) o další, např. zakládání porostu s podsevem, setí do mulče apod.

Současný uživatel půdy by měl také změnit osevní postupy a střídat pěstování plodin. Plodiny by měly být vhodné pro pěstování v obilnářské výrobní oblasti. Příklad vhodného osevního postupu s využitím protierozních agrotechnických opatření je uveden v metodice Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice (http://vodavkrajine.cz/), viz tabulka č. 16.

Tabulka č. 16 – Vzory osevních postupů

Rok osevu								C faktor
1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	
Jetel luční	Ozimá pšenice	Kukuřice na siláž	Jarní ječmen					0,22
Jetel luční	Ozimá pšenice	Kukuřice na siláž	Jarní ječmen	Ozimá řepka	Ozimá pšenice	Brambory	Jarní ječmen	0,19

Tabulka vlastní z dat na: http://vodavkrajine.cz/

Pro tyto příklady osevních postupů jsou uvažována protierozní agrotechnická opatření typu setí/sázení po vrstevnici, bezorebné setí, setí/sázení do mulče, do mělké podmítky, setí do ochranné plodiny, setí s podplodinou.

5.3 Vyhodnocení hypotéz

Hypotéza 1 – Legislativní ochrana zemědělské půdy je v České republice nedostatečná

V diplomové práci bylo zjišťováno, zda při erozních událostech byla dodržena platná legislativa týkající se protierozních opatření. V kapitole 5.1 Popis jednotlivých lokalit - Žabárna je uveden způsob hospodaření na půdním bloku, kde docházelo k opakovaným erozním událostem. Při pěstování kukuřice byla v souladu s legislativou použita půdoochranná opatření. Tato opatření však nebyla dostatečně účinná.

Bylo prokázáno, že legislativně je protierozní ochrana řešena nedostatečně. K erozním událostem v období 2012 až 2015 na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší došlo (dle DZES 5) z cca 80 % na půdních blocích zařazených do kategorie neohrožených půd. U katastrálního území Dubenec se eroze objevila na více jak 94 % (dle DZES 5) půdních blocích zařazených do kategorie neohrožených půd. U katastrálního území Kocbeře bylo erozí z celkového počtu 74,08 ha (dle DZES 5) zasaženo téměř 73 % půdních bloků zařazených do půd erozně neohrožených. Tam, kde opakovaně dochází k erozním událostem, je nutné, aby byly půdní bloky s projevy eroze přeřazeny do vyšších kategorií ohroženosti (z neohrožených do mírně erozně ohrožených a z mírně erozně ohrožených do silně erozně ohrožených). Dle metodiky schválené Ministerstvem zemědělství je podmínkou pro zařazení opakovaně monitorovaných půdních bloků s projevy eroze do kategorie mírně erozně ohrožených či silně erozně ohrožených, opakování erozních událostí, vážné ohrožení intravilánu města, majetku třetích osob, komunikací nebo povodí erozí. V případě katastrálního území Rtyně v Podkrkonoší byly splněny všechny výše uvedené podmínky. Jednalo se o opakované erozní události, při kterých došlo ke škodám na komunikacích, ke škodám na majetku třetích osob, k zasažení vodní nádrže. Standard DZES 5 je velice mírný, když dovoluje u půdních bloků mírně erozně ohrožených pěstování erozně nebezpečných plodin jako je kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok. Podmínkou je pouze realizace alespoň jedné obecné nebo specifické půdoochranné technologie. Zemědělec si sám může zvolit, která technologie je pro něj ekonomicky a organizačně nejpřijatelnější. V našem případě zemědělec standard DZES 5 splnil, i když realizované opatření bylo prokazatelně málo účinné, což je v této práci doloženo průzkumem

lokalit katastrálního území Rtyně v Podkrkonoší. Současnou legislativou nastavená kritéria pro splnění podmínek dobrého hospodáře jsou nedostatečná a nenutí zemědělce hospodařit způsobem, který by zamezil degradaci půdy.

Pokud uživatel půdy (v mnoha případech jde o nájemce) nebude cítit morální závazek a zodpovědnost za stav půdy, je řešení protierozních opatření složité, protože vhodná legislativa chybí. Těžko proveditelná je i optimalizace velikosti a tvaru zemědělských půdních bloků, a to především vzhledem k vlastnickým vztahům.

Hypotéza 2 - Výskyt eroze je pravděpodobnější při nevhodném užívání půdy a při pěstování širokořádkových plodin

Širokořádkové plodiny jsou obecně považovány za plodiny erozně nebezpečné. Na sledovaném území Trutnovska se většina erozních událostí udála na kukuřičných polích (viz obrázek č. 6 na str. 36).

Na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší bylo sledováno 8 lokalit, kde se erozní události vyskytují opakovaně. Bylo zjištěno, že v 17 případech z 18 byl pozemek oset širokořádkovou kukuřicí, pouze v jednom případě se jednalo o porost ječmene (lokalita U Trhovky).

V lokalitě Žabárna bylo erozí zasaženo 6 půdních bloků, z toho na 2 půdních blocích se erozní událost vyskytla opakovaně, a to 4krát. V této lokalitě nedochází ke střídání plodin, což negativně ovlivňuje kvalitu půdy a přispívá k rozvoji eroze. Na těchto půdních blocích byla 3 roky po sobě následující vyseta kukuřice. Přitom správné osevní postupy s využitím víceletých pícnin jsou jedním z významných prostředků pomáhajícím k ochraně půdy.

Hypotéza 3 - V území existují erozí nadlimitně ohrožená místa

U všech půdních bloků na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší zasažených erozí byla vypočítána hodnota průměrné roční ztráty půdy G ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$) pomocí univerzální rovnice USLE. Bylo zjištěno, že přípustná ztráta půdy (4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$) byla překročena na všech půdních blocích. Na jednom půdním bloku v lokalitě U Trnovky byla hodnota překročena 9krát, viz tabulka č. 12 na str. 52.

6 Diskuze

Diplomová práce Příčiny, dopady a řešení eroze v regionu měla za cíl monitoring erozních událostí v Podkrkonoší, konkrétně na Trutnovsku. Bylo zjištěno, že Trutnovsko se potýká s erozí vodní. Vodní erozní události byly v letech 2012 – 2015 zaznamenány na 14 katastrálních územích Trutnovska. Nejvíce byla vodní erozí postižena katastrální území Rtyně v Podkrkonoší (18 erozních událostí), Dubenec (10 erozních událostí) a Kocbeře (4 erozní události). V daném období nebyla na Trutnovsku hlášena žádná erozní událost větrná.

S půdní erozí způsobenou deštěm se setkávali již naši předci, jak o tom píší ve Rtyňské vlastivědě Antonín Vorlický et al. (1936). V současné době se však setkáváme s erozí zrychlenou. Příčin tohoto jevu je více. Došlo ke změnám v uspořádání krajiny, k rozorání mezí, ke scelování pozemků, ke zhoršení půdní struktury vlivem těžké mechanizace apod. Ke zhoršení situace přispívají i klimatické změny.

Obrázek č. 20, 21, 22 – Letecký snímek z 50. let 20. století, současný stav, vrstevnice, dostupné na: https://www.gobec.cz/rtyne-v-podkrkonosi

Na obrázku č. 20, 21 a 22 vidíme lokalitu Žabárna ve Rtyni v Podkrkonoší, která byla v letech 2013 – 2015 opakovaně zasažena erozními událostmi. Na leteckém snímku z 50. let 20. století (obrázek č. 20) jsou vidět drobná políčka. Obrázek č. 21 ukazuje současný stav lokality Žabárna. Došlo ke scelení pozemků, k rozorání polní cesty (viz obrázek č. 20 – polní cesta znázorněna červeně), která vedla po vrstevnici (obrázek č. 22) a přirozeně snižovala délku odtokové linie. Nelze než souhlasit s Holým (1994), který k polním cestám uvádí: s velikostí, tvarem a polohou zemědělských pozemků souvisí jejich přístupnost sítí polních cest. Vhodné

umístění polní cesty může být součástí protierozních opatření, protože polní cesty přerušují svahy a tím i povrchový odtok z nich.

Na půdním bloku č. 620-1010-0205/1 (o rozloze 15,94 ha se sklonem 4,8°) byly v letech 2012 – 2015 hlášeny 4 erozní události. Při nich byly opakovaně zasaženy soukromé zahrady, došlo k transportu půdních částic na místní komunikaci, ke znečištění dětského hřiště i vodní nádrže Žabárna.

Peterson, Hoogeveen (2004) píší o půdní erozi jako o problému mnoha desetiletí a uvádějí, že případů vodní eroze stále přibývá, zejména v důsledku nevhodného využívání půdy. Monitoring erozních událostí na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší tuto myšlenku potvrdil. Na monitorovaných lokalitách nedochází ke střídání plodin. Přitom dle Holého (1994) je právě správné použití osevních postupů významným prostředkem k ochraně půdy. Ochranný účinek osevních postupů je přímo úměrný podílu, který v nich zaujímají víceleté pícniny. Na půdách ohrožených erozí neposkytují plodiny v polních osevních postupech dostatečnou ochranu. Na lokalitě Žabárna, kde dochází opakovaně k erozním událostem, byla v letech 2013 – 2015 stále pěstována kukuřice. Na půdních blocích nejčastěji zasažených erozními událostmi byla sice využita některá půdoochranná opatření – osetí po vrstevnici, využití přerušovacího pásu, ale tato opatření nebyla dostatečně účinná. Přerušovací pás byl nevhodně oset jarní obilninou, vyšší ochranný účinek by mělo osetí ozimou obilninou, protože porost ozimou plodinou by v období květen - červen, kdy je výskyt erozních událostí nejčastější, zajistil lepší pokryvnost půdy. Holý (1994) popisuje, že plodinové pásy plní svůj účel v případě, kdy srážková voda stékající z pásu s plodinami s nedostatečnou protierozní odolností, bude zachycena na ochranném pásu, kde se vsákne do půdy. Janeček et al. (2007) uvádějí, že ztráty půdy působené erozí lze omezit pásovým střídáním plodin, kdy pásy plodin s nízkým protierozním účinkem střídáme s vrstevnicovými pásy plodin chránících půdu (travní porost, jetel, vojtěška, případně ozimá obilnina, hrách, ozimá řepka). Podle sklonu pozemku doporučují šířku pásů od 20 do 40 metrů. I Vogel et al. (2016) ve své práci uvádějí, že dobré výsledky prokazovalo rozdělení pole na menší parcely a pásy (střídání kukuřice s ozimými plodinami). Novotný et al. (2008) uvádějí, že pro půdní bloky s průměrnou sklonitostí od 3° do 5° mají mít přerušovací pásy minimálně 12 m a nepřerušená délka odtokové linie na půdním bloku by měla být maximálně 250 m. Jedná se o podmínku splnění standardu GAEC 2. Sledovaný půdní blok má průměrný sklon 4,8° a přerušovací pás osetý jarní obilovinou měl šířku 12 m.

Hůla et al. (2003) posuzovali vliv plodin a kultur na povrchový odtok. Uvádějí, že přívalová srážka, která na úhoru způsobí odtok 100 $m^3.ha^{-1}$, se projeví v porostech širokořádkových plodin povrchovým odtokem o velikosti 46 – 66 $m^3.ha^{-1}$, v porostech úzkořádkových plodin 32 – 38 $m^3.ha^{-1}$, v porostech víceletých pícnin 7 – 29 $m^3.ha^{-1}$ a na dobře odvodněné louce jen 0 – 7 $m^3.ha^{-1}$. Při vrstevnicovém obdělávání se povrchový odtok z porostů širokořádkových plodin za uvedených podmínek sníží na 31 – 48 $m^3.ha^{-1}$, z úzkořádkových plodin na 18 až 27 $m^3.ha^{-1}$ a z víceletých pícnin na 2 – 21 $m^3.ha^{-1}$. Při pásovém střídání plodin se povrchový odtok u širokořádkových plodin sníží na 25 – 42 $m^3.ha^{-1}$ a u úzkořádkových plodin na 17 – 23 $m^3.ha^{-1}$.

Z výše uvedeného je zřejmé, že v případě pěstování širokořádkových plodin dochází bez použití vhodných opatření k masivnímu povrchovému odtoku. Erozními událostmi na Trutnovsku v letech 2012 – 2015 bylo 70 % zasažených polí oseto širokořádkovou plodinou – konkrétně kukuřicí.

Vorlický et al. (1936) v knize Rtyňská vlastivěda píší, že místní půda nemá tak vysokou úrodnost, jako půda v rovinách či nížinách. Je zde vyšší nadmořská výška, hlavními hospodářskými plodinami jsou žito, oves a brambory. Žito, oves a brambory byly za vhodné plodiny označeny také při vyhodnocování výsledků výběrové půdní sondy V005-004 z roku 1967, která byla odebrána v lokalitě Žabárna (wakpp.vumop.cz).

Sledovaný půdní blok (620-1010-0205/1) v lokalitě Žabárna je dle DZES 5 zařazený do kategorie erozně neohrožené pozemky (9,13 ha) a do kategorie mírně erozně ohrožené pozemky (6,81 ha). Dle maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) je 0,11 ha zařazeno do kategorie bez ohrožení, 5,61 ha do kategorie mírně ohrožené, 10,20 ha do kategorie ohrožené a 0,01 ha do kategorie silně ohrožené. Hodnocení ohroženosti dle C_p je tedy přísnější. Podle hodnoty C_p jsou pro jednotlivé kategorie erozní ohroženosti stanovena vhodná organizační nebo agrotechnická opatření. Z následujícího obrázku č. 23 je zřejmé, že pěstování kukuřice na uvedeném pozemku je doporučeno pouze na 0,11 ha. Zatímco byla pěstována na celé výměře (15,94 ha).

Hodnota C_p	Kategorie erozní ohroženosti	Vhodná rámcová organizační nebo agrotechnická opatření
do 0,005	nejohroženější	doporučení převést příslušné půdní bloky nebo jejich části mezi trvalé travní porosty
0,005–0,02	silně ohrožené	doporučení pěstování víceletých pícnin např. jetele a vojtěšky
0,02–0,2	ohrožené	doporučení vyloučení pěstování erozně nebezpečných plodin, úzkořádkové plodiny lze pěstovat pouze s využitím půdoochranných technologií
0,2–0,6	mírně ohrožené	doporučení pěstování úzkořádkových plodin bez omezení, erozně nebezpečné plodiny pouze s využitím půdoochranných technologií
0,6 a více	bez ohrožení	bez omezení

Obrázek č. 23 – Kategorie erozní ohroženosti dle C_p,
zdroj: Janeček, M. et al. (2007): Ochrana zemědělské půdy před erozí;
Hůla, J. et al. (2003): Agrotechnická protierozní opatření

U uvedeného pozemku byla vypočítána průměrná roční ztráta půdy dle rovnice USLE, jejichž autory jsou Wischmeier a Smith (1978). Hodnota faktoru G (průměrná dlouhodobá ztráta půdy) podle výpočtu činí 20,09 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$.

Při řešení problematiky diplomové práce byly používány především metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí, jejichž autorem je Prof. Ing. Miloslav Janeček, DrSc. První publikace byla vydána v roce 2007, druhé aktualizované vydání vyšlo v roce 2012. Bylo zjištěno, že publikace se liší ve výši použitého faktoru erozní účinnosti deště (R), který je jedním z důležitých veličin pro výpočet průměrné roční ztráty půdy ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$). Publikace z roku 2007 uvádí, že faktor erozní účinnosti deště R pro výpočet univerzální rovnice USLE je 20 $MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}$, zatímco publikace z roku 2012 pracuje s dvojnásobnou hodnotou R = 40 $MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}$. K tomuto výsledku pomohly nově zpracovaná data z dalších stanic ČHMÚ. Byl brán v potaz výskyt přívalových dešťů s nízkou periodicitou opakování. V diplomové práci byla použita pro faktor R hodnota 40 $MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}$ (průměrná hodnota pro ČR), i když metodika uvádí, že v podhorských oblastech se faktor R pohybuje od 45 do 60 $MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}$. I při této skutečnosti byly vypočítané hodnoty průměrné roční ztráty půdy (G) na všech pozemcích katastrálního území Rtyně v Podkrkonoší překročeny, přičemž na jednom místě byla hodnota G překročena až 9krát, protože maximální přípustná roční ztráta půdy u středně hlubokých kambizemí, které se nacházejí na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší, je 4 $t\ ha^{-1}.rok^{-1}$).

Legislativní ochrana půdy není dostatečně vyřešena, protože k degradaci půdy vodní erozí prokazatelně dochází, a v některých oblastech vhodná legislativa chybí úplně.

Hůla et al. (2003) uvádějí, že budování nákladnějších protierozních opatření je těžko proveditelné z důvodu vlastnických vztahů. Diplomová práce se návrhem protierozních opatření na nejvíce zasažené lokalitě Žabárna na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší také zabývala. I na řešeném území jsou vlastnické vztahy jednou z překážek vhodných pozemkových úprav a tvorby opatření technického rázu.

Zákon 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu v platném znění zakazuje způsobovat ohrožení zemědělské půdy, poškozovat její fyzikální, chemické nebo biologické vlastnosti zemědělské půdy zhutňováním, zamokřováním, vysoušením, překrýváním nebo narušováním erozí. Pokud právnická či podnikající fyzická osoba způsobuje ohrožení zemědělské půdy erozí, jedná se o správní delikt, za který může být uložena pokuta až do 1 mil Kč. Zdálo by se, že výše uvedený zákon se stanovenými sankcemi bude dostatečně účinným nástrojem k ochraně půdy. V současné době je zařazení půdních bloků do kategorií erozní ohroženosti velmi mírné. Výsledkem diplomové práce bylo zjištění, že opakovaně docházelo k erozním událostem na půdních blocích zařazených do kategorie neohrožených půd. Standard DZES 5 umožňuje s využitím půdoochranných technologií pěstování erozně nebezpečných plodin i na půdních blocích mírně erozně ohrožených. V současné době postačí realizovat pouze jednu z předepsaných půdoochranných technologií, ne vždy jsou tato opatření účinná. Prokazování, že se právnická či podnikající fyzická osoba dopustila správního deliktu a způsobuje ohrožení půdy erozí, bude při takto mírně nastavených podmínkách složité.

Půda je pro lidskou společnost nenahraditelným a velmi pomalu se obnovujícím přírodním zdrojem. Pouze legislativa dostatečnou ochranu půdy nezajistí. Především důsledná snaha uživatelů půdy může zamezit její degradaci. Je však potřebné mít legislativou vytvořené vhodné nástroje, které umožní půdu ochránit tam, kde uživatel dává přednost svým ekonomickým zájmům před péčí řádného hospodáře.

7 Závěr

Diplomová práce se zabývala erozními událostmi v Podkrkonoší, konkrétně na Trutnovsku. Nejvíce erozních událostí bylo zaznamenáno na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší. Mezi lety 2012 – 2015 se zde vyskytlo 18 erozních událostí. Nejvíce erozních událostí bylo zaznamenáno v červnu roku 2013 v porostech kukuřice. U půdních bloků na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší byla vypočítána průměrná roční ztráta půdy pomocí rovnice USLE. Závěrem je zjištění, že hranice (dle BPEJ to je 4 t $ha^{-1}.rok^{-1}$) byla překročena na všech půdních blocích, na jednom dokonce až 9krát. Byla posuzována ohroženost půdních bloků dle DZES 5 a dle maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (Cp).

Diplomová práce hodnotila, zda je legislativní ochrana zemědělské půdy v ČR dostatečná. Z výsledků vyplývá, že podmínky nastavené DZES 5 jsou příliš mírné. Většina půdních bloků je zařazena do kategorií erozně neohrožených, i když se na nich opakují erozní události.

V neposlední řadě diplomová práce posuzovala, zda je výskyt eroze pravděpodobnější při nevhodném užívání půdy a při pěstování širokořádkových plodin. Bylo zjištěno, že se většina erozních událostí vyskytla v kukuřičném porostu (pouze jeden pozemek byl oset ječmenem).

Nevhodné užívání půdy spolu s pěstováním kukuřice rozvoj eroze podporuje. Na dvou zasažených půdních blocích v lokalitě Žabárna, byla použita protierozní opatření, která ovšem nebyla dostatečně účinná (viz fotografie v samostatných přílohách). Uživatel půdy by měl změnit osevní postupy, střídat pěstování plodin, využívat v kombinaci více protierozních agrotechnických opatření a půdoochranných technologií.

Diplomová práce by mohla být využitelná především pro obec Rtyně v Podkrkonoší, na které leží náklady při odstraňování škod způsobených erozí. Mohla by sloužit jako prvotní podklad při rozhodování o investicích do zavedení ochranných opatření pro odstranění rizik dalších erozí a při tvorbě územního plánu. Rozbor lokalit postižených vodní erozí přinesl poznatky, které se dají aplikovat i na další území podhorského charakteru.

8 Seznam literatury

Barth, J., Habart, J. 2003. Evropská komise zveřejnila novou půdní strategii [online]. Biom.cz. 2003-11-19 ISSN: 1801-2655 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/evropska-komise-zverejnila-novou-pudni-strategii>.

Berner, A. et al. 2012. Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit. Die Beziehung zum Boden gestalten [online]. Bio Austria. 32 s. ISBN 978-3-03736-208-2 [cit. 2016-01-25]. Dostupné z www: <http://orgprints.org/21814/1/berner-etal-2012-mb-1576-bodenfruchtbarkeit.pdf >.

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

Česko. Zákon č. 114 ze dne 19. 2. 1992 o ochraně přírody a krajiny. In: Sbírka zákonů České republiky. 1992. částka 28. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114>

Česko. Zákon č. 334 ze dne 12. 5. 1992 o ochraně zemědělského půdního fondu. In: Sbírka zákonů České republiky. 1992. částka 68. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-334>

Česko. Zákon č. 252 ze dne 24. 9. 1997 o zemědělství. In: Sbírka zákonů České republiky. 1997. částka 85. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-252>

Česko. Zákon č. 254 ze dne 28. 6. 2001 o vodách a o změně některých vodních zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky. 2001. částka 98. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

Česko. Vláda. Nařízení vlády České republiky ze dne 20. 1. 1999 č. 24 o stanovení podpůrných programů k podpoře mimoprodukčních funkcí zemědělství, k podpoře aktivit podílejících se na udržování krajiny a programy pomoci k podpoře méně příznivých oblastí. 1999. částka 10. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-24>

Česko. Vláda. Nařízení vlády České republiky ze dne 28. 3. 2007 č. 75 o podmínkách poskytování plateb za přírodní znevýhodnění v horských oblastech, oblastech s jinými znevýhodněními a v oblastech Natura 2000 na zemědělské půdě. 2007. částka 32. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-75>

Česko. Vláda. Nařízení vlády České republiky ze dne 21. 12. 2009 č. 479 o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých podpor. 2009. částka 152. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-479>

Česko. Vláda. Nařízení vlády České republiky ze dne 4. 7. 2012 č. 262 o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu. 2012. částka 89. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-262>

Česko. Vláda. Nařízení vlády České republiky ze dne 8. 12. 2014 č. 309 o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých zemědělských podpor. 2014. částka 124. Dostupné z www: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-309>

Golosov, V., Belyaev, V. 2013. Ths history and assessment of effectiveness of soil erosion control measures deployed in Russia. Internation Soil and Water Conservation Research. No.2, Pages 26-35.

Hrnčiarová, T., Mackovčin, P., Zvara, I. et al. 2009. Atlas krajiny České republiky. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. [online] Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i. 332 s. ISBN 978-80-85116-59-5. [cit. 2016-02-24]. Dostupné z www: <http://www.mzp.cz/atlas.krajiny/o4.pdf>

Hromek, J. et al. 2004. Lesprojekt, lesnické a parkové úpravy. Krajský úřad Libereckého kraje. [online] Liberec. [cit. 2016-03-01]. <http://www.kraj-lbc.cz/public/kopk_a_241_2_2fc038822e.pdf>

Hanna, H. M, Melvin, S. W., Pope, R. O. 1995. Tillage implement operational effects on residue cover. Applied Engineering in Agriculture. p. 11. Pages 205 – 210.

Holý, M. 1978. Protierozní ochrana. SNTL – Nakladatelství technické literatury. Praha. 283 s.

Holý, M. 1994. Eroze a životní prostředí. Vydavatelství ČVUT. Praha. 383 s. ISBN 80-01-01078-3.

Hůla, J. et al. 2003. Agrotechnická protierozní opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha. 48 s. ISSN 1211-3972.

Janeček, M. et al. 2007. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha. 79 s. ISBN 978-80-254-0973-2.

Janeček, M. et al. 2008. Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 172 s., ISBN: 978-80-213-1842-7.

Janeček, M. et al. 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Powerprint. Praha. 113 s. ISBN: 978-80-87415-42-9.

Jones, A. et al. 2012. The State of Soil in Europe – A contribution of the JRC to the European Environment Agency´s Environment State and Outlook Report – SOER 2010 [online]. Publication Office of the European Union. Luxembourg. p. 76. ISBN: 978-92-79-22806-3. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z www: <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eusoils_docs/other/EUR25186.pdf>

Kukal, Z. 1964. Geologie recentních sedimentů. Nakladatelství Československé akademie věd. Praha. 441 s.

Novotný, I. et al. 2014. Příručka ochrany proti vodní erozi [online]. Ministerstvo zemědělství. Praha, 73 s. ISBN: 978-80-87361-33-7. [cit. 2015-10-25]. Dostupné z www: <http://geoportal.vumop.cz/download/MZE_prirucka_vodni_eroze_2014.pdf>

Němeček, J. et al. 2008. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky [online]. ČZU. Praha. 95 s. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z www: <http://af.czu.cz/~penizek/TKSP%202008.pdf>

Quitt, E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Academia, Studia Geographica 16, GÚ ČSAV v Brně. Brno. 73 s.

Rodriguez, J. M. S. 2011. Rural Development in the European Union. Statistical and Economic Information. [online] Brussels. p. 323. [cit. 2015-11-28]. Dostupné z www: <http://ec.europa.eu/agriculture/statistics/rural-development/2011/full-text_en.pdf>

Renard, K. G. et al. 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) [online]. U. S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook No.703, p. 384, ISBN: 0-16-048938-5. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z www. <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/ruslech2.pdf>

Řeháček, D. (ed.). 2014. Navrhování technických protierozních opatření [online]. Powerprint. Praha. 100 s. ISBN: 978-80-87361-29-0. [cit. 2015-11-30]. Dostupné na www: <http://www.cmkpu.cz/upload/files/Metodika_TPEO.pdf>

Sepúlveda, R. B., Carrillo, A. A. 2015. Soil erosion and erosion thresholds in an agroforestry system of coffee (Coffee arabica) and mixed shade trees (Inga spp and Musa spp) in Northern Nicaragua. Agriculture, Ecosystems and Environment. Pages 25-35.

Shen, H., et al. 2016. Impacts of rainfall intensity and slope gradient on rill erosion processes at loessial hillslope. Soil and Tillage Research, p. 155. Pages 429-436

Stehlík, O. 1975. Potenciální eroze půdy proudící vodou na území ČSR. Geografický ústav ČSAV. Brno. 147 s.

Voda v krajině. 2015. Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice [online]. Copyright. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z www: <http://vodavkrajine.cz/sites/default/files/vyzva/strucny_popis_navrhu_opatreni_0.pdf>

Vogel, E., Deumlich, D., Kupenjohann, M. 2016. Bioenergy maize and soil erosion – Risk assessment and erosion control concepts. Geoderma. p. 261. Pages 80 – 92.

Vopravil, J. 2015. Co může zemědělec udělat pro to, aby chránil půdu a zachoval její funkce? ekolist.cz. [online] 17. 9. 2015 [cit. 2015-11-22]. Dostupné z www: <http://ekolist.cz/cz/ekolist/mesicni-souhrn/jan-vopravil-co-muze-zemedelec-delat-pro-to-aby-chranil-pudu-a-zachoval-jeji-funkce>

Vorlický, A. et al. 1936. Rtyňská vlastivěda. Muzejní spolek Rtyně v P. 301 s.

Wischmeier W. H., Smith D. D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide Book to Conservation Planning [online]. U. S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook No.537. Washington. [cit. 2015-10-25]. Dostupné z www <http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF>

9 Seznam použitých zkratek

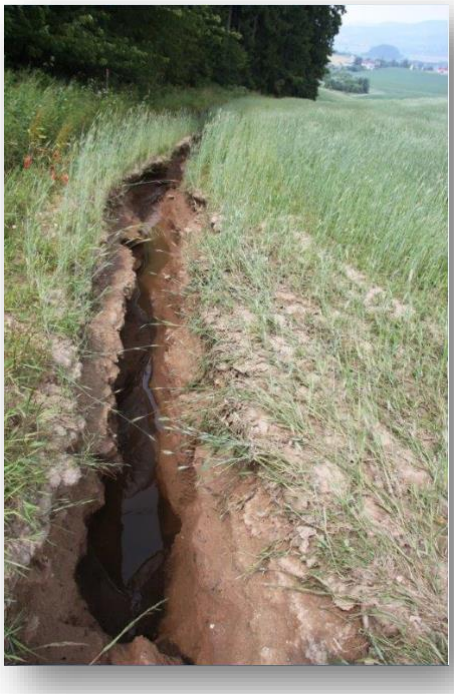
aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
C	faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu
cm	centimetr
č.	číslo
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav, Praha
čp.	číslo popisné
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
ČSR	Československá republika
DZES	Dobrý zemědělský a environmentální stav
ES	Evropská směrnice
et al.	a kolektiv
EU	Evropská unie
G	průměrná dlouhodobá ztráta půdy ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)
GAEC	Good Agricultural and Environmental Conditions (Standardy dobré zemědělské praxe)
ha	hektar
HPJ	hlavní půdní jednotka
K	faktor erodovatelnosti půdy
Kč	Koruna česká
Kčs	Koruna československá
L	faktor délky svahu
LPIS	Veřejný registr půdy
m	metr
m n. m.	metr nad mořem
MEO	půdy mírně erozně ohrožené
mil	milion
mm	milimetr
např.	například
NEO	půdy erozně neohrožené
P	faktor účinnosti protierozních opatření
R	faktor erozní účinnosti dešťů ($MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}$)
RUSLE	Revised Universal Soil Loss Equation (Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy)
S	faktor sklonu svahu
Sb.	Sbírka zákonů
SEO	půdy silně erozně ohrožené
t	tuna
tis	tisíc

tj.	to je
tzn.	to znamená
USLE	Universal soil Loss Equation (Universální rovnice ztráty půdy, Wischmeier a Smith
VÚMOP v. v. i.	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, veřejná výzkumná instituce
WAKPP	Webový archiv Komplexního průzkumu půd
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky
ZD	Zemědělské družstvo

10 Samostatné přílohy

Obrázek č. 24 – Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014, autor: Pavel Ilchmann

Obrázek č. 25 – Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014, autor: Pavel Ilchmann



Obrázek č. 26 – Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014, autor: Pavel Ilchmann

Obrázek č. 27 - Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014, autor: Pavel Ilchmann

Obrázek č. 28 – Erozním smyvem zanesená vodní nádrž Žabárna, foto: vlastní

Obrázek č. 29 – Půda v horní části svazu v Lokalitě Žabárna – po smyvu půdních částic, foto: vlastní

Obrázek č. 30 – Půda v dolní části svazu v Lokalitě Žabárna – akumulace půdních částic, foto: vlastní

Obrázek č. 31 – Protierozní pás, Lokalita Žabárna, foto: vlastní

Obrázek č. 32 – Obsev kukuřičného porostu obilovinou, Lokalita Žabárna, foto: vlastní

Seznam tabulek

Tabulka č. 1	Přehled územních srážek České republiky
Tabulka č. 2	Přehled územních srážek Královéhradeckého kraje
Tabulka č. 3	Charakteristika oblasti MT 7 dle Quitta
Tabulka č. 4	Lokalita Žabárna
Tabulka č. 5	Lokalita U Trhovky
Tabulka č. 6	Lokalita U Horní zastávky
Tabulka č. 7	Lokalita Pod Bohdašínem
Tabulka č. 8	Lokalita K Bohdašínu
Tabulka č. 9	Lokalita Nad Pekárnou
Tabulka č. 10	Lokalita K Vodojemu
Tabulka č. 11	Přehled půdních bloků na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší a jejich zatřídění podle ohroženosti půd (v ha)
Tabulka č. 12	Výpočet průměrné roční ztráty půdy na půdních blocích na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší
Tabulka č. 13	Přehled půdních bloků na katastrálním území Dubenec a jejich zatřídění dle ohroženosti půd (v ha)
Tabulka č. 14	Přehled půdních bloků na katastrálním území Dvůr Králové nad Labem - Kocbeře a jejich zatřídění podle ohroženosti půd (v ha)
Tabulka č. 15	Přehled výměr dle zatřídění podle ohroženosti půd v nejvíce zasažených katastrálních územích Trutnovska v letech 2012 - 2015 (v ha)
Tabulka č. 16	Vzory osevních postupů

Seznam obrázků

Obrázek č. 1	Třídění rýhové eroze podle rychlosti růstu erozní rýhy
Obrázek č. 2	Klimatické regiony dle Quitta
Obrázek č. 3	Půdní typy v Královéhradeckém kraji
Obrázek č. 4	Erozní události na Trutnovsku dle jednotlivých let
Obrázek č. 5	Erozní události na Trutnovsku dle měsíce vzniku
Obrázek č. 6	Erozní události na Trutnovsku dle druhu plodiny

Obrázek č. 7	Erozní události na Trutnovsku dle obcí
Obrázek č. 8	Erozně zasažené lokality na katastrálním území Rtyně v Podkrkonoší
Obrázek č. 9	Lokalita Žabárna
Obrázek č. 10	Lokalita U Trhovky
Obrázek č. 11	Lokalita U Horní zastávky
Obrázek č. 12	Lokalita Pod Bohdašínem
Obrázek č. 13	Lokalita K Bohdašínu
Obrázek č. 14	Lokalita Nad Pekárnou
Obrázek č. 15	Lokalita K Vodojemu
Obrázek č. 16	Porovnání erozní ohroženosti (v ha)
Obrázek č. 17 a 18	Přehled erozních událostí na Trutnovsku dle zatřídění podle ohroženosti půd (v %)
Obrázek č. 19	Erozní události na Trutnovsku dle druhu plodiny
Obrázek č. 20, 21, 22	Letecký snímek z 50. let 20. století, současný stav, vrstevnice
Obrázek č. 23	Kategorie erozní ohroženosti dle C_p
Obrázek č. 24	Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014
Obrázek č. 25	Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014
Obrázek č. 26	Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014
Obrázek č. 27	Lokalita Žabárna po erozní události ze dne 7. 7. 2014
Obrázek č. 28	Erozním smyvem zanesená vodní nádrž Žabárna
Obrázek č. 29	Půda v horní části svazu v Lokalitě Žabárna – po smyvu půdních částic
Obrázek č. 30	Půda v dolní části svazu v Lokalitě Žabárna – akumulace půdních částic
Obrázek č. 31	Protierozní pás, Lokalita Žabárna
Obrázek č. 32	Obsev kukuřičného porostu obilovinou, Lokalita Žabárna