

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: 4106T019/ Agroekologie

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně v
oblasti podhůří Šumavy**

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

Autor diplomové práce: Veronika Šlapáková

České Budějovice, duben 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika ŠLAPÁKOVÁ**
Osobní číslo: **Z13755**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně v oblasti podhůří Šumavy**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se využití meziplodin v osevních postupech v zemědělské praxi. Bude vyhodnocen jejich vliv na zvýšení protierozní účinnosti vegetačního krytu. Na základě provedených výpočtů bude zdokumentováno pozitivní působení prodloužení vegetačního krytu na výsledné hodnoty erozního transportu. Součástí práce bude stručný popis řešené lokality ve svažitých podmínkách v podhůří Šumavy.

1. Literární rešerše na daná témata:
 - a/ meziplodiny a osevní postupy
 - b/ vodní eroze
 - c/ agrotechnická půdoochranná opatření
2. Popis a zpracování konkrétní lokality.
3. Vyhodnocení a doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **60 stran textu**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978
Janeček, M.: Základy erodologie. ČZU Praha, Praha, 2008
Kokolia, V., Kos, M.: Protierozní oševní postupy. UVTIZ Praha, Praha 1989
SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9
TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8
Časopisy: Pozemkové úpravy, Urbanismus a územní rozvoj, Landscape and urban planning, Land use policy

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: **17. března 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2015**



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 12
370 05 České Budějovice



doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2014

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum 27. 2. 2015

Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Za ochotu, trpělivost, odborné vedení a cenné rady bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc.. Tato práce by také nemohla vzniknout bez podpory zemědělského družstva Borovany a jejího vedení za to, že mi umožnili přístup k historickým i současným informacím.

Anotace

Cílem diplomové práce je posoudit možnost uplatnění meziplodin v protierozních osevních postupech a jejich vliv na systém trvale udržitelného zemědělství a posouzení vhodnosti využití meziplodin jako prvku protierozní ochrany pro ekologicky šetrné hospodaření na orné půdě. Erozní jevy budou vyhodnoceny ve vybrané lokalitě a katastrálním území Borovany. Výsledkem bude vyhodnocení smyvu konvenčního osevního postupu a postupu s využitím meziplodin pomocí metody USLE.

Klíčová slova:

Eroze, osevní postupy, meziplodiny, protierozní opatření

Annotation

The aim of this thesis is to evaluate the possibility of applying the intercrop in the erosion control crop rotation and their effect on the system of the sustainable agriculture and assess the suitability of utilization of the intercrop as an element of the erosion control for the environmentally friendly farming on the arable ground. Erosion phenomena will be evaluated in the selected location and in the cadastral Borovany. The outcome will be the evaluation of the washes of the conventional crop rotation and of the process which uses the intercrop using the USLE method.

Key words:

Erosion, crop rotation, intercrop, erosion control measure

Obsah

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
EROZE	9
ROZDĚLENÍ EROZE PODLE VNĚJŠÍHO ČINITELE,	10
FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ EROZI	14
PROTIEROZNÍ OCHRANA	17
OSEVNÍ POSTUPY	20
HISTORIE OSEVNÍCH POSTUPŮ	21
OSEVNÍ POSTUPY A EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ, TUR.....	23
ÚKOLEM OSEVNÍCH POSTUPŮ	24
DŮVODEM PRO STRÍDÁNÍ PLODIN:.....	25
MEZIPLODINY	29
OSEVNÍ POSTUPY A EROZE	32
3. CÍL A METODIKA PRÁCE.....	33
CÍL PRÁCE.....	33
METODIKA.....	33
METODY VÝPOČTU EROZE	33
4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉ OBLASTI	40
5. VÝSLEDKY A DISKUZE.....	44
6. ZÁVĚR.....	51
7. POUŽITÁ LITERATURA:.....	52
8. PŘÍLOHY:.....	54

1. ÚVOD

Člověk je neoddělitelnou součástí přírody a měl by žít v souladu s ní. Pociťovat morální i etickou zodpovědnost vůči přírodě uvědomovat si její vlastní přirozenou hodnotu a chránit ji. Zdravý agroekosystém se vyznačuje nižšími energetickými a materiálovými vstupy na jednotku plochy a obvykle vyšší biodiverzitou, menší potřebou vnějších zásahů a větší stabilitou i autoregulační schopností.

Eroze je celosvětovým trendem, činností člověka je tento proces výrazně zrychlen a zintenzivněn. Eroze je značně ovlivněna délkou vegetačního krytu na ohroženém pozemku. Období, po které je půda bez vegetačního krytu, je rozhodující pro intenzitu erozního smyvu.

Zařazování meziplodin různých čeledí do osevních postupů rozšiřuje pestrost pěstovaných druhů, dodává organickou hmotu do půdy, stává se významným přerušovačem obilních sledů, zabraňuje znečišťování podzemních vod dusičnany, slouží v mezíporostním období k ozelenění krajiny a zároveň pomáhá jako prevence zaplevelování pozemků.

Propracovaný osevní postup zajistí jak připravenost půdy, antiseptické účinky, tak její výživu a podporu půdního edafonu, který má v půdě nenahraditelnou funkci. Objem půdního edafonu je nedílnou součástí při hodnocení půdní úrodnosti. Využitím a volbou správného podsevu, meziplodin či setím do strniště či přemrzlé předplodiny bráníme erozi půdy.

Zemědělský rozvoj společnosti by měl být trvale udržitelný, měl by současným i budoucím generacím zachovávat možnost uspokojovat jejich základní potřeby a přitom nesnižovat rozmanitost přírody a zachovat přirozené funkce ekosystémů.

V mé diplomové práci se zabývám vztahem trvale udržitelného systému hospodaření a osevních postupů na erozi půdy v modelové lokalitě Borovany. Lokalitu je třeba znát pedologicky, hydrogeologicky a klimaticky, včetně srážkových úhrnů. Z výsledků vypočítaných erozních parametrů lze následovně určit vliv zařazení meziplodin v osevním postupu na erozi půdy.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Eroze

Původ slova „eroze“ nalezneme v latinském výrazu erodere, to je možné nejlépe přeložit jako rozhlodávat. (HOLÝ, 1978)

STEHLÍK (1981) uvádí, že eroze je prakticky známá od počátku tvorby zemské kůry a povrchu země. Je označován jako exogenní geomorfologický proces, o rozrušování a přemísťování je nutné uvažovat již od okamžiku vzniku půdní vrstvy na zemském povrchu. (STEHLÍK, 1981)

Tato činnost, jež v přirozených podmínkách probíhala zvolna, z hlediska lidské generace nepozorovatelně, se v intenzivně využívané krajině výrazně zrychlila a přinesla pro společnost řadu nepříznivých důsledků. Při zrychlené erozi je porušena přírodní rovnováha a dochází k takovému smyvu půdních částic a živin, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem. (HOLÝ, 1982)

ŠARAPATKA (2010) uvádí, že eroze je problém celosvětového měřítka a jeho degradační účinky jsou pozorované již tisíce let, dokladem jsou stavby teras v Peru, Číně či Etiopii. Mnohá civilizační centra byla poznamenána zanášením závlahových systémů či nevratnými důsledky odlesnění.

Vlivem minulého vývoje bylo zorněno mnoho pozemků v nevhodných polohách. Podstatný byl úbytek luk a pastvin ve prospěch orné půdy. Řada zemědělských oblastí se tak může vykázat i stoprocentním zorněním půdního fondu. (KENDER, 2000)

Rozrušování povrchu půdy doprovází přemísťování uvolněné hmoty působením kinetické energie zejména vody a větru a při poklesu energie dochází k ukládání uvolněné hmoty. (HOLÝ, 1978)

Jako hlavní faktory podmiňujícími vznik zrychlené eroze označuje SKLENÍČKA (2003) : klimatické, geologické a morfologické poměry, vegetační pokryv a agrotechnické zásahy a způsob využívání krajiny.

Půdu degraduje především vodní a větrná eroze a uvolněné částice půd nebo zemin mohou dále znečišťovat ve formě sedimentu vodní povrchové zdroje, nebo

zasypávat různá technická zařízení nebo zemědělské kultury. Vztahy mezi erozí a sedimentací a zásahy člověka do těchto vztahu často vyúsťují v porušení rovnováhy mezi uváděnými procesy v jiných částech povodí. (BUZEK, 1983)

Působením eroze se zemský povrch na jedné straně snižuje – degraduje, na druhé straně hromaděním usazených hmot vyvyšuje – agraduje. Výsledkem toho je zarovnání zemského povrchu – planace. (JANEČEK, 2008)

Rozdělení eroze podle vnějšího činitele

který způsobuje vznik a působí na průběh erozních procesů:

- vodní
- větrnou
- ledovcovou
- sněhovou
- zemní
- antropogenní

HOLÝ (1978) uvádí, že uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což způsobuje různou intenzitu erozních procesů. V celosvětovém měřítku působí národnímu hospodářství největší škody vodní a větrná eroze; zvětšují se nepříznivé důsledky antropogenní eroze.

Na zájmovou lokalitu má výrazný vliv eroze vodní a antropogenní, proto o ostatních nepojednávám.

VODNÍ EROZE

Vodní erozí je ohroženo v rámci České republiky asi 50% výměry orné půdy, na většině z této ohrožené půdy nejsou prováděna žádná systematická opatření proti dalším ztrátám vzniklým vodní erozí. (MZE, 2011).

Vodní eroze je vyvolávána kinetickou energií dešťových kapek dopadajících na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody. Povrchový odtok vzniká z přívalových nebo dlouhotrvajících srážek, ze sněhových vod při jarním tání a také koncentrací vody v přirozené i umělé hydrografické síti. (HOLÝ, 1978)

(BRADY, 2002) rozdělil průběh vodní eroze do třech kroků:

1. odtržení částic z půdní hmoty,
2. transport oddělených půdních částic dolů,
3. usazení transportovaných částic v místech s nižší nadmořskou výškou.

Vodní eroze má za následek odnos nejkvalitnější vrchní části půdního profilu, čímž se snižuje mocnost orní vrstvy, obsah humusu, zhoršují se fyzikální a chemické vlastnosti půd a celková jejich úrodnost. Smyté částice současně zanášejí odvodňovací odpady, vodní toky a nádrže, znečišťují vodní zdroje, intravilány a celkově nepříznivě ovlivňují životní prostředí. (JEŽEK, 1987)

Povrchovou vodní erozi HOLÝ (1994) dělí dle účinku vody na půdní povrch do těchto kategorií:

- plošná
- výmolová
- proudová

Plošná eroze

Janeček et. al. (2002) popisuje, že plošná selektivní eroze, která vyplavuje pouze nejjemnější půdní částice, přičemž se na povrchu půdy vytváří hrubozrnná vrstva skeletu.

Dochází ke změně půdní textury a obsahu živin v půdě. Erodivané půdy se stávají hrubozrnnější a mají výrazně snížený obsah živin, půdy obohacené smyvkem jsou jemnozrnnější a bohaté na živiny. (HOLÝ, 1978)

Velké nebezpečí uvádí SANETRNÍK (1991), je v tom, že nevznikají na povrchu půdy viditelné stopy.

Dále HOLÝ (1978) uvádí, že selektivní eroze způsobuje nestejný vývoj vegetace, projevující se rozdílným růstem, rozdílnou barvou a kvalitou v částech svahu, v nichž došlo ke smyvu jemných půdních částic a živin, v dolní části svahu, v níž došlo k akumulaci smytého materiálu. Spolehlivě lze výskyt selektivní eroze zjistit texturním rozborem půdy a stanovením změny obsahu živin v průběhu svahu.

Výmolová eroze

Výmolová vodní eroze začíná jako eroze rýžková a brázdová. Rýhová eroze vzniká v místech, kde se začíná soustřeďovat povrchový odtok vody. Její kinetická energie se násobí a erozní účinnost tím prudce roste. Povrch půdy je rychle erodován a vznikají v něm hlubší rýhy. Následky takového působení jsou dobře patrné pouhým okem. Rýhy vyhloubené na povrchu svahu mohou mít hloubku od 0,05 do v extrémních případech až 0,30 m. Tímto způsobem narušený povrch může výrazně zhoršit manipulaci zemědělské techniky na pozemku, nebo být dokonce příčinou jejího poškození. (JANEČEK, 2008)

Při rýhové a brázdové erozi se vytvářejí zářezy v půdním povrchu značných rozměrů, nelze je tedy zahladit běžnou agrotechnickou operací např. orbou. Nápravné zásahy je možno zařadit již do prací rekultivačního charakteru. Poškození půdy je značné, stále se ale provádějí opatření na zachování zemědělské půdy. (VÁCHAL, 2005)

Proudová eroze

probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Je-li rozrušováno pouze dno, mluví se o erozi dnové, jsou-li rozrušovány břehy, o erozi břehové. Dnová eroze je formou podélné eroze, prohlubující podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze, probíhající směrem kolmo na osu toku. Nejvýrazněji se projevuje

proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin. Posledním druhem proudové eroze je eroze způsobená vlnobitím, především na břehy velkých rybníků, vodních nádrží, jezer apod. (HOLÝ, 1982)

Podpovrchová vodní eroze - někdy se označuje přemísťování půdních částic a živin z vrchních půdních horizontů do nižších a to působením infiltrující srážkové vody. Tento proces však patří k normálním půdotvorným procesům a není vhodné označovat ho jako erozi. (HOLÝ, 1982)

MZE (2011) shrnulo specifikaci jednotlivých forem projevů vodní eroze.

Forma eroze	Sub forma eroze	Specifikace formy	Vhodná skupina nápravných opatření
Plošná		Rovnoměrný smyv půdních částic po celé ploše, vyplavovány jsou především jemnozrné frakce půdy nebo ztráta celé orníční vrstvy na celém povrchu nebo v pruzích	Organizační a agrotechnická opatření
Výmolná	rýžková	Hustá síť drobných úzkých rýžek širokých a hlubokých 2 – 10 cm	Organizační, agrotechnická a technická opatření
	Brázdová	Mělké širší zářezy s menší hustotou výskytu.	Organizační, agrotechnická a technická opatření
	Rýhová	Rýhy široké a hluboké 10 – 30 cm	Technická opatření v kombinaci s organizačními a agrotechnickými
	Výmolná	Výmoly (často s kaskádovitými stupni) hluboké 30 -100 cm v místech koncentrace a soutoku přívalových vod v úžlabinách, údolnicích, cestách, příkopech	Asanace výmolu; stabilizace dráhy soustředěného odtoku v kombinaci s organizačními a agrotechnickými
	Stržová	Strže hluboké a široké více než 1 metr, s délkou často větší než 1 km	Asanace strže; stabilizace dráhy soustředěného odtoku v kombinaci s organizačními a agrotechnickými

Tab.č. 1 – Spcifikace projevů vodní eroze

ANTROPOGENNÍ EROZE

Sklenička (2003) uvádí, že eroze je přirozeným jevem, který probíhá i bez účasti člověka, ten však svou činností tento jev zrychlil a rozšířil. Vlivem nerespektování přírodních zákonů a charakteristik dochází ke ztrátě půdy většího měřítka, než kolik se jí v daném místě za stejný čas dokáže půdotvorným procesy vytvořit.

Vliv člověka na vznik a průběh eroze rozděluje HOLÝ (1978) na přímý a nepřímý. Přímý vliv můžeme sledovat v realizaci technických staveb, infrastruktury a urbanizaci. Za nepřímý vliv můžeme označit intenzifikaci zemědělství, která zahrnuje pěstování monokultur vyžadující ochranu a hnojení, tím způsobují změny ve fyzikálních, chemických i biologických vlastnostech půdy. Mezi další nepřímé vlivy se řadí vodní hospodářství (meliorace), odpadové hospodářství a jiné.

Faktory ovlivňující erozi

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

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

Klimatický a hydrologický faktor

Tento faktor je charakterizován zeměpisnou polohou, nadmořskou výškou, teplotou ovzduší, srážkami, výparem, vlhkostí vzduchu, směrem a silou větrů a povrchovým odtokem. Za nejdůležitější činitel způsobující vodní erozi lze jednoznačně určit srážky, z nichž mají největší erozní dopad především srážky přívalové, jejichž erozní účinek, způsobený povrchovým odtokem o značné intenzitě,

je zesílen účinky kinetické energie dešťových kapek na půdní povrch, na němž tyto srážky rozbíjejí půdní agregáty a připravují stékající vodě materiál k odnosu. (HOLÝ, 1978)

Přívalové srážky jsou charakterizovány značnou intenzitou, krátkou dobou trvání, omezeným plošným rozsahem a ve středoevropských podmínkách převážným výskytem v horkém letním období. (JANEČEK, 2008)

Skutečnost, že se přívalové deště vyskytují v teplém letním období, je důležitá zejména proto, že v tomto období je v mnoha zemích z velké části půda po sklizni obnažena a vystavena nerušenému účinku dopadajících dešťových kapek i nerušenému eroznímu vlivu povrchového odtoku (HOLÝ, 1982)

(HOLÝ, 1982) uvádí, že z hlediska eroze je důležitá velikost kapek a rychlost dopadu na povrch půdy.

$Dstř = 1,06 \cdot i_{0,199}$ i...intenzita deště ($mm \cdot h^{-1}$) ...střední průměr kapek (mm)

$V_k = 13 \sqrt{d}$ d...průměr kapek (cm) ...rychlost dešť. kapek ($m \cdot s^{-1}$)

Morfologické faktory

Pod pojmem morfologie si lze obecně představit členitost území – sklon, délku pozemků a jejich expozici, přičemž sklon a délka pozemku mají velký vliv na rychlost stékající vody, která působí destruktivně na půdní povrch. (HOLÝ, 1978)).

Sklon svahu je zpravidla rozhodujícím faktorem a vedl k určení tzv. kritického sklonu svahu, při kterém dochází k nebezpečnému rozrušování půdních agregátů. (JANEČEK, 1992)

Z průběhu erozních procesů vyplývá, že členitý reliéf území erozní činnost vody zvyšuje, protože podporuje soustředění povrchově stékající vody a způsobuje její rychlejší odtok. (VÁCHAL, 2005)

Expozice svahu neboli orientace vůči světovým stranám má též nezanedbatelný vliv na velikost eroze. Sluneční expozice na jižních a západních svazích je příčinou rychlého tání sněhu při změnách denních a nočních teplot. Půda osluněných svahů rychleji vysychá a dochází v ní k rychlejšímu rozkladu

organických látek, což zmenšuje její soudržnost a zvětšuje nebezpečí vodní a větrné eroze. (HOLÝ, 1978)

Geologické a půdní faktory

Geologické a půdní faktory jsou povaha horninového substrátu, půdní druh a typ a textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu. (JANEČEK, 2008)

Půdní poměry, jež jsou souhrnem jednotlivých vlastností půdy, se projevují působením na velikost a časový průběh infiltrace srážkové vody do půdy a působením na odolnost půdy vůči destruktivnímu účinku dešťových kapek, povrchově stékající vody a působením větru. Pro velikost a časový průběh infiltrace srážkové vody do půdy je rozhodující textura a struktura půdy a její vlhkost a zvrstvení, pro odolnost půdy vůči vodní a větrné erozi ještě zejména obsah humusu a nasycenost sorpčního komplexu. (HOLÝ, 1978)

Vegetační faktory

Ochranný vliv vegetace je tím větší, čím je porost hustší a čím déle během roku trvá. (PASÁK, 1984)

V zimním období napomáhá vegetace pravidelnému rozložení sněhové pokrývky a případně zmenšuje riziko promrzání půd. Nelze také opomenout zastíňovací účinek vegetace, který podstatnou měrou omezuje nežádoucí výpar z půdy a uchovává v ní příznivý vlhkostní stav mající vliv na stabilitu půdních agregátů. (HOLÝ, 1978)

Dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny /kukuřice, okopaniny, ovocné výsadby a vinice/ chrání půdu nedostatečně. (JANEČEK, 2008)

Hospodářsko – technické faktory

Způsob využívání pozemků = land use

- polohové a tvarové uspořádání pozemků

- velikost pozemků
- polohové umístění kultur
- rotace plodin (střídání) – protierozní osevní postupy
- způsob obhospodařování (kultivace, hnojení, ...)
- technická opatření k odvádění povrchového odtoku
- technické zařízení k úpravě vláhového režimu
- stavební technologie při výstavbě dopravních zařízení, průmyslových a občanských staveb, ... (PASÁK, 1984)

Sociálně - ekonomické faktory

Přírodní zdroje a jejich využívání je závislé na stupni uspořádání a rozvoje společnosti. Správné využití přírodních zdrojů a vhodnost zásahů do přírody by měli být prováděny se souhlasem se spotřebou společnosti a znalostmi přírodním zákonů. (BUZEK, 1983)

Lidská činnost může v podstatě ovlivnit účinnost všech faktorů kromě klimatických. Nejvíce se však projevuje při úpravě velikosti pozemku, délky a sklonu svahu, volbou vhodné agrotechniky, výběrem pěstovaných plodin, zajištění vegetačního pokryvu co nejdéle část roku a návrhem protierozních opatření.

Volbu vhodného vegetačního pokryvu je nutné plánovat, k tomuto účelu slouží propracované osevní postupy. Před rozrušením původního porostu, z důvodu agronomických či jiných je nutné zhodnocení případných rizik a plánování využití pozemku a jeho opětovná obnova vegetačního krytu. Eroze má největší intenzitu na půdách zbavených vegetace. (HOLÝ, 1978)

Na erozně ohrožených plochách je třeba půdu chránit protierozními opatřeními. (DUMBROVSKÝ, 2004)

Protierozní ochrana

V koncepci protierozní ochrany půdy je třeba vycházet ze systému hospodaření na půdě. Specifické způsoby hospodaření na erozí poškozených půdách by se měly stát samozřejmou a normální součástí hospodaření na půdě jako jeden ze zá-

kladních způsobů racionálního využívání a ochrany přírodních zdrojů. (SANETRŇÍK, 1991)

Jak uvádí ŠARAPATKA ET AL. (2010) je v první řadě důležité optimální plánování zemědělství v krajinném prostoru s:

- delimitací kultur (orná půda, louky, pastviny, zahrady, zalesněné pozemky atd.)
- ochranným zatravněním a zalesněním
- optimálním rozmístováním plodin a protierozními osevními postupy
- pásovým střídáním plodin
- realizací pozemkových úprav

HŮLA (2003) představuje protierozní opatření jako soubor opatření organizačního, agrotechnického a stavebního charakteru, který by měl být na zemědělských pozemcích, resp. v krajině podle konkrétních přírodně hospodářských podmínek vhodně uplatňován v zájmu zachování půdy – a to jako výrobního prostředku zemědělství i jako základní složky životního prostředí.

ORGANIZAČNÍ OPATŘENÍ

Základním předpokladem pro realizaci protierozních opatření je zejména správně vyřešená organizace půdního fondu, která musí být komplexně řešena v projektech pozemkových úprav. Komplexnost spočívá v nutnosti řešení většího územního celku. Nerespektování podmínek a požadavků na správnou organizaci půdního fondu má většinou za následek zrychlení vodní eroze. (SANETRŇÍK, 1991)

(DUMBROVSKÝ, 2004) shrnul principy zajišťující ochranu půdy před vodní erozí:

- pěstování plodin dle specifík stanoviště a plodiny
- včasný termín výsevu plodin
- výsev víceletých pícnin do krycích plodin
- posun podmítky do období s nižším výskytem přivalových dešťů
- zařazování bezorebně setých plodin
- rozmístění plodin dle svažitosti pozemku
- ochranné zatravnění a zalesnění

- protierozní rozmíst'ování plodin
- protierozní oseední postupy
- pásové střídání plodin
- protierozní směr výsadby sadů a vinic

Typy kultur	Sklon
Lesy	rozvodí a svahy nad 25°
Trvalé louky a pastviny	17° – 25°
Pole v kombinaci s dočasnými loukami	7° – 24°
Pole	do 7°

Tab.č. 2 – Vhodné typy kultur dle sklonu

Vegetační faktor na zalesněných pozemcích s kvalitní protierozní funkcí má hodnotu 0,005. (HOLÝ, 1978)

AGROTECHNICKÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

JANEČEK (2008) označil za nejrizikovější období tání sněhu a přívalových dešťů tj. červen-srpen a právě na toto období je nutné věnovat maximální péči při plánování agrotechnických opatření. V tomto období je nutné zajistit pokud možno propojený vegetační pokryv ať už hlavní plodiny či meziplodin, nebo alespoň ponechat na ohrožených pozemcích posklizňové zbytky či mulč, které také zmenší erozní smyvy.

Podle HŮLY (2003) tzv. ochranné obdělávání.

Technologické postupy vyznačující se ponecháním alespoň 30% posklizňových zbytků na povrchu půdy.

- výsev do ochranné plodiny, do strniště, mulče
- výsev do hrubé brázdy, důlkování
- hloubkové kypření – i orba snižuje povrchový odtok a odnos půdy tím, že mění takové charakteristiky půdy jako je drsnost jejího povrchu, pórovitost a omezuje tvorbu škraloupu – půdní krusty.

STAVEBNĚ-TECHNICKÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

JANEČEK (1992) uvádí, že pokud nelze dosáhnout dostatečné protierozní ochrany organizačními a agrotechnickými opatřeními, je možné použít technická protierozní opatření.

- terasy – na extrémně svažité pozemky o sklonu $> 20^\circ$, především pro pěstování speciálních trvalých kultur /sadů a vinic/. Terasy se budují buď jako terasy úzké, široké, terasové dílce. Zpevnění vegetačně nebo jako terasy s opěrnými zdmi.
- příkopy – budují se jako otevřené, nezpevněné nebo zpevněné, s příčným profilem ve tvaru lichoběžníku.
- průlehy – příčné průlehování je považováno za jedno z nejdůležitějších opatření
- protierozní hrázky – k ochraně důležitých objektů před zatopením povrchovou vodou z přívalových srážek.
- nádrže – reguluje odtok vody a zachycuje transportované splaveniny.
- protierozní cesty – cestní příkopy
- Meze musí být vedeny ve směru vrstevnic nebo v mírném sklonu do 3 %. Stávající i nové meze je třeba doplnit hydrotechnickými prvky k odvedení povrchového odtoku (průlehy, příkopy). Bez těchto doplňujících prvků meze svou protierozní funkci neplní. (SOUKUP, 2006)

Osevní postupy

Osevní postup znamená konkrétní realizaci určité strukturální skladby rostlinné výroby v podniku a podle širší definice můžeme jej definovat jako stálý způsob střídání pěstovaných plodin či skupin plodin během n let na n honech. Základní jednotkou střídání je jedna plodina či skupina plodin pěstovaných na jednom honu. V rámci konkrétního osevního postupu jednotlivé hony mají stejnou výměru. Podnik zemědělské prvovýroby může mít jeden, ale i více osevních postupů. To závisí na počtu různých půdních druhů v podniku, na různé kvalitě půdy, na různé sklonitosti pozemku apod. (KOHOUT, 2002)

Historie osevních postupů

Dále (KOHOUT, 1997) uvádí, že plodiny byly střídány na polích již ve starověku. Střídání plodin pak postupuje v podstatě všemi epochami až do současnosti.

- první polovina 1. tisíciletí – raný středověk - včlenění úhoru do systému obhospodařování půdy „původní úhorové soustavy“ – příloh se zkrátil na jeden rok; tj. zavádí se ozim, jař, úhor
- středověk - zavedení trojpolního hospodaření
- pozdní středověk – novověk – raný kapitalismus - postupné rozdělování úhoru do „stran“, zavádění leguminóz (poutají vzdušný N) a okopanin, „zlepšené úhorové soustavy“
- polovina 19. století (konec 18. stol.) - „střídavé soustavy hospodaření“, vznik na území Flander v 17. stol. z travoplných osevních postupů, základem Norfolkský osevní postup“ – využití podpůrného vlivu plodin později rozšířen na 6-8 honů poslední soustava odvozená od střídání plodin. (LÖW, 2003)

Zavedením tohoto nového systému střídání plodin se zvýšily tehdejší průměrné výnosy obilnin z 0,7 t na 1,4 t na hektar. (STACH, 1995)

Schéma střídání plodin v tzv. norfolkském osevním postupu
(v širším pojetí)

1.rok		2.rok		3.rok		4.rok	
I.	jetel	I.	ozim	I.	okopanina	I.	jař
II.	ozim	II.	okopanina	II.	jař	II.	jetel
III.	okopanina	III.	jař	III.	jetel	III.	ozim
IV.	Jař	IV.	jetel	IV.	ozim	IV.	okopanina

Tab.č. 3 - Norfolkský osevní postup

Na osevní postup se můžeme dívat ze dvou hledisek: **z hlediska časového a hlediska prostorového**. Římskými číslicemi jsou v předchozí tabulce označeny pro tento případ trvale ve směru sloupců hony tohoto postupu. Ve směru řádků schéma je znázorněno střídání plodin na každém z honů v jednotlivých letech (hledisko časové, arabské číslice). (KOHOUT, 1997)

Tímto způsobem se s výhodou docílovalo obnovování půdní úrodnosti, a to již bez zařazování přílohu nebo úhoření. V Českých zemích se na některých pokrokových velkostatech střídavé hospodaření začalo provozovat již počátkem 19. století. Lze říci, že se krajina a její využívání a osídlení dostává do relativně harmonických a vyvážených vztahů hospodářských i ekologických (LÖW, 2003)

V 19. století byly vlhké pozemky využívány jako louky, suché jako pole a kamenité pozemky s mělkou půdou jako pastviny. Louky se odvodňovaly pouze mělkými stružkami, které nezpůsobovaly vysušení pozemků. Pole bývala odvodňována jen lokálně a voda z nich odvedená se obvykle sváděla do luk. Krajina nebyla přehnojována ani zatěžována moderními přípravky (JELÍNEK, 1999)

PODHRÁZKÁ, DUFKOVÁ (2005) uvádí, že změna obhospodařování zemědělských pozemků v období koncentrace, socializace a intenzifikace venkova podstatně změnila hydrologické charakteristiky povodí a zpravidla se projevila zvýšením eroze půdy, snížením infiltrace vody do půdy a zkrácením dob doběhu, což se nyní projevuje podstatným zvýšením kulminačních průtoků a objemů odtoků.

Vhodně zvolený osevní postup je podle VACHA (2008) velmi účinným a přitom nejlevnějším agrobiologickým intenzifikačním opatřením, který příznivě

ovlivňuje využití živin z minerálních i organických hnojiv a má i nepřímý vliv na ochranu porostů před škodlivými činiteli. Významně tak ovlivňuje nejen výši hospodářských výnosů pěstovaných plodin, ale i půdní úrodnost.

Osevní postupy a ekologické zemědělství, trvale udržitelný rozvoj

Základní rys struktury plodin v alternativním zemědělství je pestrost plodin, odklon od převahy ozimů u obilovin, významně zvýšený podíl jetelovin (vykvovitých a jiných víceletých plodin. V zásadě lze konstatovat, že strukturou plodin jsou osevní postupy v alternativním zemědělství širší a pestřejší než v konvenčním zemědělství (VERGNER, 1991)

Názory, že osevní postupy jsou již překonány, v žádném případě neobstojí ve srovnání s výše uvedenými výhodami a tudíž ani v současném tržním hospodářství nelze osevní sledy považovat za přežitá agrobiologická opatření. Z těchto důvodů se osevní postup v soustavě hospodaření na půdě řadí k důležitým agroekologickým opatřením. (VACH, 2008)

Udržitelný rozvoj v oblasti hospodaření s půdou zajistíme jedině tak, že maximální ztráta půdy erozí nebude vyšší než přírůstek půdy přirozeným půdotvorným procesem. (MONTGOMERY, 2007)

Dlouhodobé nerespektování biologických zásad a porušování ekologických principů ve strukturální skladbě plodin způsobuje především tyto negativní jevy:

- vznikají problémy s reprodukcí půdní úrodnosti
- stoupá potřeba agrochemických vstupů do rostlinné výroby
- dochází ke zvýšenému výskytu a kumulaci škodlivých činitelů
- existují možná rizika obsahu toxických látek v půdě a vodě (např. rezidua pesticidů v půdě, dusičnany v podzemních vodách)
- většinou podstatně klesá výše a kvalita produkce plodin. (VACH, 2008)

PERGBERG (2006) připomíná, že zemědělská půda a lesy budou stále potřebné pro produkci jídla, energie a průmyslových surovin, proto je nezbytné hospodařit způsobem udržitelného rozvoje a ochránit půdu před poškozováním a zneužíváním.

Jak BOUMA (2007) uvádí, že je třeba vědní obor o ochraně půdy přetransformovat na nadnárodní environmentální politiku. Jako příklad uvádí Evropskou unii přijatý systém DPSIR (systém 5 různých vztahů mezi ukazateli z ekonomické, sociální oblasti a životním prostředím, tzv. rámec pro popis příčinných vztahů mezi životním prostředím a společností).

VACH (2008) dále poukazuje, že stávající rozlohy jednotlivých honů stále ještě nejsou u mnohých zemědělských podniků v souladu s ekologickými požadavky a odporují racionálnímu uspořádání půdního fondu. I přes všechny všeobecně známé poznatky o škodách, způsobených dřívějšími megalomaniemi ve scelování pozemků odstraněním mezí, luk a remízků do honů až 200 ha. Mnozí zemědělci ještě nepřistoupili ke zmenšení jejich rozlohy zejména na svazích, kde hrozí nebezpečí vodní eroze.

Z výše uvedeného vyplývá následující doporučení pro zemědělské podniky:

- maximální přizpůsobení diverzity v plodinové struktuře daným půdně-klimatickým podmínkám
- využívání plodin regenerujících půdní úrodnost a jejich předplodinové hodnoty
- maximální využívání meziplodin ve struktuře plodin (VACH, 2008)

Úkolem osevních postupů

1. zvyšovat nebo alespoň udržovat optimální hektarové výnosy,
2. položit předpoklady k dosažení vysoké kvality sklizených produktů,
3. zvyšovat nebo alespoň stabilizovat vysokou půdní úrodnost,
4. vytvářet optimální organizační strukturu rostlinné výroby podniku,
5. umožnit provádění a organizaci takových pracovních operací na honech, aby tato činnost byla v maximálním souladu s ekologickými požadavky,
6. pokrýt v požadované míře požadavky živočišné výroby zemědělského podniku. (KOHOUT, 1997)

DŮVODEM PRO STRÍDÁNÍ PLODIN:

je nevyčerpávat jednostranně jejich prostředí opakovaným pěstováním jedné a téže plodiny. Z toho plyne, že v osevním postupu bychom po sobě měli řadit plodiny, které se pokud možno co nejvíce ve svých nárocích na stanoviště liší. Tyto nároky se podle KOHOUTA (2002) projevují zejména v následujících bodech:

➤ *vztah plodin k vodě*

PETR (1980) uvádí, že vodní provoz plodin závisí na mnoha faktorech: na rozmístění vláhy v půdním profilu, prokořenění, pokryvnosti listoví, meteorologických podmínkách a zčásti na fyziologických vlastnostech daného rostlinného druhu.

➤ *vztah plodin k živinám*

Podle KOHOUTA (2002) plodiny na jedné straně z půdy odčerpávají živiny, na druhé straně zanechávají na poli posklizňové zbytky. Po jejich mineralizaci jsou tímto procesem uvolněné živiny k dispozici dalším plodinám. Jednotlivé druhy rostlin se vzájemně mezi sebou liší svojí resorpční schopností, tj. schopností osvojovat si živiny poutané v půdě v různě pevných vazbách. Např. vojtěška má schopnost osvojovat si fosfor (P), vápník (Ca), hořčík (Mg) z pevnějších vazeb. Na kořenech rostlin z čeledi bobovitých (*Fabaceae*) žijí v symbióze nitrogenní bakterie rodu *Rhizobium*, které mají schopnost poutat vzdušný dusík. Tyto hlízkové bakterie získávají od rostliny cukry (glycidy), organické kyseliny jako zdroj živin a energii potřebnou ke svému životu a k poutání a zpracování vzdušného dusíku. Rostlina naopak odebírá bakteriemi vyrobené dusíkaté látky.

➤ *vliv plodin na strukturu půdy*

Každá z pěstovaných plodin má tendenci zlepšovat strukturu půdy, ne každá má však možnost tuto schopnost realizovat. Přímý, aktivní účinek rostliny spočívá v ovlivnění půdy kořenovým systémem, působícím mechanicky i biochemicky. Fyzikální účinky se projevují v rozpojování a stlačování půdy a rezultují ve tvarování zeminy do agregátů. Některé kořenové exudáty mají tmelivý vliv na agregáty, jiné jsou využívány mikroorganismy, produkujícími tmelivé látky.

Nepřímý vliv plodiny spočívá v ochraně půdy nadzemní hmotou porostu, chránící povrchovou vrstvu půdy před vysycháním, dopadem dešťových kapek a ostatními vlivy působícími z ovzduší (MIKULKA, 2005) (KVĚCH, 1992)

➤ ***vliv plodin na hloubku prokořenění půdy***

Z tohoto hlediska rozlišujeme plodiny mělkokořenící, kořenící středně hluboko a hlubokokořenící. V osevních postupech se snažíme prostřídat po sobě plodiny mělkokořenící s plodinami hlubokokořenícími. (KOHOUT, 2002)

➤ ***vztah plodin k plevelům***

Mezi populacemi plevelů a plodinou dochází v polních podmínkách k mezidruhové konkurenci. Konkurenční schopnost rostliny závisí na prostředí a na tom, s jakými druhy do soutěže vstupuje. Ke konkurenci mezi populacemi plevelů a plodinou dochází v nadzemním prostoru, kde rostliny soutěží o množství absorbovaného slunečního záření a prostoru pod zemí, kde rostliny soutěží o vodu a živiny. Rostliny, které rychle obsazují nadzemní i podzemní prostor, s větším absorpčním povrchem kořenů, produkčně výkonnější se velmi dobře uplatňují (MIKULKA, 2005)

➤ ***vztah plodin k rozvoji specifických chorob a škůdců***

Opakované, ale i časté zařazování téže plodiny v osevním postupu podporuje rozvoj specifických chorob a škůdců. K rozvoji těchto škodlivých činitelů často stačí opakované či častější pěstování plodin i ze stejné botanické čeledi. Důležitým opatřením v boji proti hád'átkům je zde vhodné střídání plodin s jejich dostatečným odstupem, minimálně čtyř až pětiletým. (KOHOUT, 1997)

➤ ***vztah plodin ke hnojení statkovými hnojivy***

Nejnáročnějšími plodinami na hnojení kvalitním chlévským hnojem (tzv. animální hnojení) jsou okopaniny (cukrovka, krmná řepa, brambory, kukuřice na siláž i na zrna). Tyto rostliny v závislosti na průběhu počasí a půdním druhu využijí z hnoje zpravidla 30 až 60 % živin. Zbytek zůstává v půdě v tzv. staré půdní síle. Poněvadž v osevních postupech se má hnojit alespoň jednou za 3 až 4 roky, je při bilancování živin v půdě často využití živin z jednoho animálního hnojení

rozpočítáváno na 4 roky schematicky 40 %, 30 %, 20 % a 10%, na 3 roky 60 %, 30 % a 10 % . (KOHOUT, 2002)

➤ **vztah plodin a posklizňových zbytků**

Posklizňové zbytky jsou důležitým zdrojem organické hmoty v půdě. Jsou tvořeny podzemní a nadzemní fytoomasou rostlin, zbylou po sklizni rostlin na poli. Produkce posklizňových zbytků se liší v množství vyprodukované biomasy, v kvalitě, rychlosti rozkladu a ve specifickém působení.

Podle Kvěcha (1994) zanechávají plodiny následující množství zbytků v suché hmotě:

vojtěška *	8 až 9 t / ha	cukrovka, brambo-	1 t / ha
jetel luční	5 až 6 t / ha	řepka oz., hořčice	2 t / ha
oz. pšenice, žito	3 t / ha	Svazenka	2 t / ha
ječmen j., oz.,	2,5 t / ha	jetel plazivý, jílek	3,5 až 4 t /

* po 2 užitkových letech

Tab. č. 4 – Zbytky v suché hmotě

vztah k délce mezíporostního období

Jak uvádí KOHOUT (1997) mezíporostní období je období od sklizně hlavní plodiny do zasetí následující hlavní plodiny na témže honu. Správné střídání plodin má vytvářet dostatečně dlouhá mezíporostní období pro možnost jejich účelného využití a omezovat tvorbu pracovních špiček. Rovněž má umožnit včasné plnění agrotechnických lhůt, což je jednou ze složek dodržování tzv. technologické kázně, viz tabulka č. 3.

Tabulka agrotechnických lhůt hlavních zemědělských plodin

PLODINA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Řepka ozimá												
Ječmen ozimý												
Žito ozimé												
Triticale ozimé												
Pšenice ozimá												
Pšenice jarní												
Ječmen jarní												
Oves												
Hrách												
Bob na zno												
Mák												
Len												
Brambory rané												
Brambory polorané												
Brambory polopozdní a pozdní												
Cukrovka												
Řepa krmná												
Kukuřice na siláž												
Kapusta krmná												
Kapusta krmná po ozimé směsce												
Kukuřice na zno												
Slunečnice												

setí (sázení)
 vegetace
 sklizeň

Tab. Č. 5 – Tabulka agrotechnických lhůt

Meziplodiny

Meziplodiny jsou plodiny, které lze na základě jejich biologických vlastností využít pro vytvoření vegetačního pokryvu půdy v mezíporostním období“ (BRANT, 2008)

Význam meziplodin dle VACHA (2008) spočívá v zachycení a využití dešťových srážek pro produkci biomasy v mezíporostním období, v ochraně proti ztrátovému odtoku vody a ochraně půdy proti vodní a větrné erozi. Efektivní protierozní ochranu poskytuje rovněž biomasa vymrzajících meziplodin, využitá jako mulč, do kterého se vysévá hlavní plodina. V protierozní ochraně platí obecná zásada, že půda by měla být co největší část roku pod rostlinným pokryvem.

Pěstování meziplodin je naprosto nezbytné při hospodaření bez živočišné výroby, kde kompenzuje absenci víceletých leguminóz a chybějící produkci stájových hnojiv. Meziplodiny různých čeledí (vikvovité, hvězdnicovité, stružkovcovité, rdesnovité a další) obohacují (diverzifikují) strukturu pěstovaných plodin na orné půdě. Dále mají mnohostranný pozitivní vliv na úrodnost půdy, výši i kvalitu rostlinné produkce, zhodnocují působení vegetačních faktorů tvorbou fytomasy s příznivými dopady na životní prostředí. (VACH, 2008)

„Meziplodiny využívají části vegetační doby mezi dvěma hlavními plodinami v osevním sledu. Dociluje se jimi zvýšeného využití ekologického potenciálu stanoviště, lepším využitím půdy a i určité zpestření (rozšíření spektra) počtu druhů pěstovaných plodin. Jsou nezbytnou součástí moderní rostlinné výroby tzv. ozelenění půdy po celou vegetační dobu“ (KOSTELANSKÝ, 2000)

Půdoochranný vliv meziplodin na vodní a větrnou erozi je značný, zařazení 20% meziplodin způsobí snížení eroze o polovinu, 90% pokryvu sníží erozi pod 5%. (VACH, 2008)

BRANT (2008) dělí meziplodiny na podsevové, ozimé, letní a strniskové meziplodiny:

Podsevové meziplodiny se podsévají na jaře do krycí plodiny a sklízí se nebo spásají, popřípadě zaorávají na zelené hnojení ještě na podzim téhož kalendářního roku. Krycími plodinami jsou zpravidla obilniny. Jako podsevové meziplodiny jsou

zejména vhodné trávy a jeteloviny. Z trav je to především jílek mnohokvětý (italský), čistý nebo ve směsi s jetelem plazivým, z jetelů jetel plazivý a jetel zvrhlý (švédský). Jetele zde přispívají i k zúrodnování půd. Na zelené hnojení je možno dále podsévat komonici bílou a tolici dětelovou. Jako podplodinu lze pěstovat krmnou mrkev v ozimém ječmenu, luskovinoobilné směsce či méně zapojeném žitě nebo v máku. (KOHOUT, 2002)

Ozimé meziplodiny vyséváme zpravidla v září a pro jejich celkově ranou dobu sklizně je odstraňujeme z pole před hlavní plodinou. Mají podzimní výsevy a jejich výrobní cyklus dává využitelnost ve všech výrobních oblastech. Význam ozimých meziplodin spočívá jednoznačně v zabezpečení krmivové základny na jaře a v časném létě. Omezují rozvoj plevelů, všechny druhy eroze a podílejí se na poutání živin tím, že vytvářejí rostlinný pokryv půdy v době mezíporostního období koncem léta, na podzim a brzy z jara, kdy se na poli nevyskytují kulturní plodiny. Vhodné jsou trávy a jetelotrávy. (BRANT, 2008).

Letní meziplodiny, jak uvádí KOSTELANSKÝ(2000), zařazení těchto meziplodin do osevního sledu je odvislé od délky vegetační doby po sklizni předplodiny, dostatku vláhy, rychlé přípravy půdy i setí a od doby růstu vybrané meziplodiny. Vysévány jsou po brzy sklizených hlavních plodinách (např. raných bramborách, rané zelenině, obilninách, jarních směskách, luskovinoobilních směskách). K výsevu letních meziplodin bývají často využívány směsi dvou až tří druhů plodin různé vzrůstnosti, aby byl dobře využit vegetační prostor a docílen vyšší výnos kvalitní biomasy.

Strniskové letní meziplodiny jsou zakládány v druhé polovině července a v srpnu. V tomto případě jsou používány zejména rostliny z čeledi brukvovitých, jako je hořčice bílá s potřebnou vegetační dobou 5 až 7 týdnů, řepka 6 až 8 týdnů, jarní a ozimá řepice, ředkev Pegletta a z čeledi stružkovcovitých svazenka vratičolistá. Tyto meziplodiny se sejí po později sklizených plodinách, zejména obilninách. Výnosově jistější než monokultury těchto plodin jsou jejich směsky. (KOSTELANSKÝ, 2000)

V poslední době se začínají uplatňovat tzv. vymrzající meziplodiny seté koncem léta, které po vymrznutí na jaře umožňují přímé setí bez předset'ového zpracování půdy. (KOHOUT, 2002)

Pozitivní projevy meziplodin v osevním postupu:

- chrání povrch půdy před kinetickou energií
- zamezují vysychání a přemokření půdního povrchu
- brání přehřátí půdy v létě a snižují promrzání v zimě
- působí proti erozním smyvům
- zlepšují strukturu půdy
- nepropouští nitráty a soli do hlubších vrstev
- potlačují klíčení plevelů a brání jejich dalšímu rozmnožování
- využitelné živiny z kořenových zbytků
- udržuje vyrovnaný vodní a vzdušný poměr v půdě
- je důležitým a účinným přerušovačem v osevních postupech
- prodlužují využití zeleného krmení o 4 – 5 týdnů ročně
- jsou využitelné k zelenému hnojení
- využitelný v pásmech hygienické ochrany
- i přes krátkou vegetační dobu stihne vytvořit osivo pro další sadbu.
- jsou nedílnou součástí efektivního hospodaření na půdě (STACH, 1995)

Kromě výše uvedeného pozitivního působení meziplodin uvádí BRANT (2008), že může jejich nevhodné zařazení do osevního postupu vést i k nežádoucím důsledkům. A proto je důležité při volbě meziplodin zohledňovat jak nároky následných plodin, tak půdně-klimatické vlastnosti území.

Negativní působení meziplodin

- přerušení horní vrstvy půdy a snížení zásoby vody v půdě porostem meziplodiny,
- volbou špatného druhu meziplodiny podpoření rozvoje chorob a škůdců,
- zvýšení zaplevelení následných plodin regenerací meziplodin po zapravení do půdy,
- fytotoxický vliv meziproductů rozkladu nadzemní a podzemní biomasy na následné plodiny,
- zapravením čerstvé fytomasy do půdy ztráta organické hmoty v procesu humifikace,

- zhoršení kvality výsevu a vývoje porostů zakládaných do vymrzajících či nevymrzajících meziplodiny při vysoké produkci biomasy,
- negativní ovlivnění kvality předseťové přípravy půdy a setí při nesprávném zapravení biomasy meziplodin do půdy. (BRANT, 2008)

Osevní postupy a eroze

Z hlediska zemědělské výroby znamená eroze kromě nenávratné ztráty půdy a přímého poškození pěstovaných plodin i negativní změny fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy s konečným důsledkem - snížení půdní úrodnosti. Bylo zjištěno, že výnosy zemědělských plodin se na mírně erodovaných půdách snižují o 15 až 20 %, na středně erodovaných o 40 až 50 % a na silně erodovaných půdách až o 70 %. (KVÍTEK, 2006)

Je třeba uspořádání půdního fondu považovat za velmi důležité ekologické opatření, které by mělo uvedené nedostatky odstranit. Přitom si tato realizace nevyžaduje prakticky žádné finanční náklady, ale naopak se pozitivně promítá do zlepšeného využití půdy v zemědělských podnicích a přispívá tak k ekologickému utváření krajiny. (VACH, 2008)

MONTGOMERY (2007) zdůrazňuje, že v současnosti běžné orebné hospodaření na půdě zvyšuje erozi natolik, že není zabezpečen princip udržitelného rozvoje.

Protierozní opatření organizačního opatření je založen na rozdílné půdoochranné funkci pěstovaných plodin a kultur. V zásadě platí, že čím hustší porost a čím déle na pozemku existuje, tím lépe chrání půdu před erozí a tím více snižuje povrchový odtok. (JANEČEK, 2002)

Dále VESELÁ (2006) uvádí, že z hlediska půdní ochrany mají jetelovino trávy velký význam jako činitel proti erozi půdy. Půdu zpevňuje hustý shluk svazčitých kořenů trav a bočních kořenů jetele, u kterých hluboké kořeny zabraňují sesuvu zpevněné povrchové vrstvy.

3. Cíl a metodika práce

Cíl práce

Cílem této diplomové práce je posoudit a vyhodnotit erozní jevy a možnost využití meziplodin v osevním postupu a jeho účinnost jako prvku protierozní ochrany v zájmovém území.

Metodika

Základním metodickým postupem této práce bude využití Univerzální rovnice dle Wishmeiera a Smithe pro výpočet průměrného smyvu půdy vodní erozí. Na základě získaných konkrétních výsledků v zájmové lokalitě – Podhorská oblast poblíž obce Borovany – stanovit možnosti řešení zvýšeného erozního ohrožení. Důraz bude kladen na možnost využití meziplodin ve stávajícím resp. historickém osevním postupu. Budou porovnány na základě výpočtu Wishmeiera a Smithe smyvy u konvenčního tj. „klasického“ systému hospodaření a zemědělství setrvalého, půdoochranného vše bude řešeno v rámci změn osevního postupu, tak aby navržené opatření byly skutečně realizovatelné v praxi. Na základě požadavků vedoucího práce byla zájmová oblast řešení přesunuta z podhůří Šumavy do oblasti podhůří Novohradských hor.

Metody výpočtu eroze

Výpočet vodní eroze

Při posuzování potřeby uplatnění protierozních opatření je hlavním kritériem intenzita eroze na daném území.

Intenzita eroze (míra erozního ohrožení) vyjadřuje ztrátu půdy vlivem erozní činnosti za určitý časový úsek, obvykle za 1 rok, přepočtenou na jednotku plochy (př. 1 ha, 1 km² apod.)

Ztrátu půdy můžeme vyjádřit:

- v objemových jednotkách (obvykle v m³)
- v hmotnostních jednotkách (obvykle v kg nebo t)
- jako výšku ztráty půdy (obvykle v mm)

Základní podmínkou pro vznik erozního procesu je existence povrchového odtoku, jehož předpokladem je větší úhrn deště, než je schopen povrch půdy včetně vrstvy vegetace zadržet, a vyšší intenzita deště, než je současná intenzita vsaku. (PASÁK, 1984)

JANEČEK (2002) uvádí, že nejrizikovějším obdobím z hlediska vodní eroze je období tání sněhu a také období nejčastějšího výskytu přívalových dešťů (červen – srpen).

Zatím nejdokonaleji vyjadřuje kvantitativní účinek hlavních faktorů, ovlivňujících vodní erozi způsobovanou přívalovými dešti, tzv. univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí z pozemků dle WISCHMEIERA, SMITHE (1978):

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

G - průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t.ha⁻¹ .rok⁻¹)

R - faktor erozní účinnosti deště - vyjádřený v závislosti na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště

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

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

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

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

P - faktor účinnosti protierozních opatření

Vypočtená hodnota udává množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku za daných podmínek z pozemku uvolněno plošnou vodní erozí. Nezahrnuje její ukládání na pozemku či pod ním. Rovnici nelze používat pro kratší než roční období a pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivé srážky nebo tání sněhu. (JANEČEK, 2008)

FAKTOR EROZNÍ ÚČINNOSTI PŘÍVALOVÉHO DEŠTĚ R

vymezili W. H. WISCHMEIER a D. D. SMITH (1958) jako součin celkové kinetické energie deště E a jeho maximální třicetiminutové intenzity i_{30} . Celková kinetická energie deště se určí ze vztahu:

$$E = (206 + 87 \text{ LOG } i_s) \cdot H_s$$

E ... kinetická energie deště v $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$

i_s ... intenzita deště v $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$

H_s ... úhrn přívalového deště v cm

Pokud nelze z ombrogramů stanovit průměrnou roční hodnotu faktoru R platnou pro místní podmínky, lze počítat pro české kraje s průměrnou hodnotou 20 (nejnižší hodnotu 16 vykazují například jihozápadní Čechy, nejvyšší hodnotu 30 nejteplejší území mezi Znojmem a Břeclaví). Současný trend doporučuje počítat s hodnotou 40.

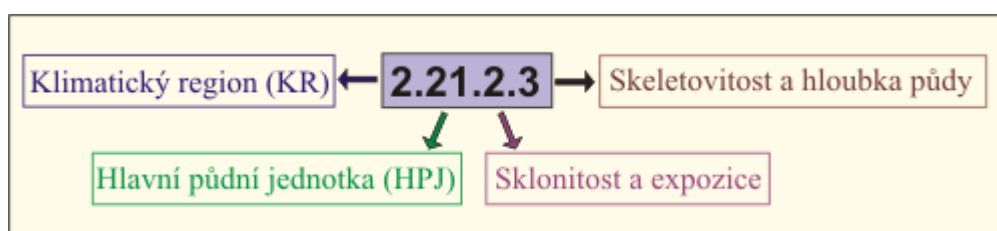
Průměrná roční hodnota faktoru R je vlastně hodnotou faktoru R za vegetační období, protože v našich klimatických podmínkách přicházení přívalové deště, vyvolávající na poli smyv půdy, pouze od konce dubna do začátku října. Toto rozdělení faktoru R je použito při výpočtu ochranného vlivu vegetace. (HOLÝ, 1978)

Faktor náchylnosti půdy k erozi K

Půdní vlastnosti ovlivňují jednak průběh vsaku srážkové vody do půdy, jednak odolnost půdy proti odnosu povrchově odtékající vodou. Faktor náchylnosti půdy k erozi K je definován jako odnos půdy v tunách z 1 ha a na jednotku dešťového faktoru R ze standardního pozemku (kypřený černý úhor se sklonem 9 % a délkou

svahu 22,13 m). Hodnoty faktoru K lze stanovit pomocí nomogramu (W. H. WISCHMEIER, C. B. JOHNSON, B.V. GROSS, 1971)

Další možnost určení hodnot faktoru K do rovnice je pomocí kódů KPP nebo BPEJ. (PASÁK, 1984). Tato alternativa je v současné době používána zemědělskou a projekční praxí. Údaje o zastoupení BPEJ na jednotlivých parcelách jsou k dispozici na katastrálních a pozemkových úřadech. Význam číslic kódu BPEJ (5 míst)



(<http://petrapie.ic.cz/mapservers/templates/bpej.php>)

Vliv sklonu a délky svahu (S a L)

na velikost půdního smyvu vyjádřili W. H. WISCHMEIER a D. D. SMITH (1965) topografickým faktorem LS, který představuje poměr ztráty půdy na standardní srovnávací ploše dlouhé 22,13 m se sklonem 9 %.

Hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C

představují poměr smyvu na pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy na kypřeném černém úhoru při stejných ostatních podmínkách.

Pro vyjádření vývoje ochranného účinku plodin a jejich posklizňových zbytků rozdělujeme rok na 5 období:

1. období podmínky a hrubé brázdy
2. období od přípravy pozemku k setí do 1 měsíce po zasetí (osázení)
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí (sázení), u ozimů do 30.4.
4. období od konce 3. období do sklizně
5. období strniště (posklizňové zbytky na povrchu půdy)

Při přesném výpočtu faktoru C plodiny v konkrétních ekologicko-hospodářských podmínkách je nutno jednotlivým obdobím vývoje jejího ochranného účinku přiřadit co nejpřesněji odpovídající kalendářní údaje, aby bylo možno při výpočtu uplatnit rozdělení faktoru R v průběhu roku

Hodnotu faktoru C plodiny ovlivňuje tedy její zařazení v osevním sledu, délka vegetační doby plodiny, použitá agrotechnika a v neposlední řadě výrobní oblast (její průměrná roční teplota). Pro dosažení do rovnice je nutno vypočítat dílčí hodnoty C faktoru pro celý osevní postup a hodnotu průměru C faktoru za osevní postup dosadit do rovnice. (PASÁK, 1984)

Nejvíce podléhá erozi půda bez vegetačního pokryvu. Porosty okopanin a kukuřice smyv půdy oproti úhoru snižují na polovinu, obiloviny na čtvrtinu až desetinu, jeteloviny na padesátinu a víceleté travní porosty až na dvousetinu.

Plodina	Snížení smyvu na (%)
Cukrovka, kukuřice, brambory	60
Jarní obilovina	24
Ozimá obilovina	18
Vojtěška, jetel	2
Louka	0,5

Tab. č. 6 – Snížení smyvu oproti úhoru (100%)

Základním principem protierozní ochrany je pěstování plodin s vysokým protierozním ochranným účinkem na erozí ohrožených pozemcích a osévání ostatních, méně ohrožených částí pozemků plodinami s nízkým protierozním účinkem. Erozí ohrožená půda by neměla zůstat delší dobu bez dostatečného vegetačního pokryvu nebo posklizňových zbytků, zejména v době nejčastějšího výskytu přivalových dešťů, tj. v našich podmínkách od poloviny května do začátku září. (JANEČEK, 2008)

Hodnota P faktoru vyjadřuje účinnost protierozních opatření.

Nejméně účinným opatřením je konturové obdělávání podél vrstevnic. Účinnější je pásové pěstování plodin, kdy se na svahu střídají podél vrstevnic umístěné pásy plodin chránících půdu proti erozi nedostatečně s pásy víceletých píceňin nebo ozimých obilovin. Hrázkování (přerušované brázdování) se dobře uplatní v porostech bramborů, ale též v ovocných výsadbách a vinicích. Nejúčinnějším technickým protierozním opatřením je terasování, kdy svah výrazně ohrožený erozí se střídavě upraví vždy na nechráněný pruh půdy s malým nebo dokonce nulovým příčným sklonem a na svah terasového stupně s mimořádně vysokým sklonem, chráněný travním porostem, popřípadě v extrémních sklonech tvořený zdí.

Údaje o hodnotách erozních faktorů a výsledky výpočtu se blíží skutečnosti za předpokladu, že vyšetřovaný pozemek je za všech okolností dokonale chráněn před cizí vodou (z komunikací, lesa, výše položených pozemků atd.). (KVÍTEK, 2006)

Přípustná ztráta půdy erozí

Přípustnou ztrátu půdy erozí považujeme za maximální možnou ztrátu smyvem, vyšší hodnoty jsou trvale neudržitelné a pro budoucnost zemědělské produkce na narušených pozemcích se dají považovat za velmi problematické. Hlavním problémem je zrychlená eroze, při které je hlavním iniciátorem člověk a jeho působení, zároveň má i velký potenciál změny. Přípustná ztráta erozí by měla vycházet ze skutečné mocnosti půdního profilu a jejího budoucího využití. Doba po jakou již eroze probíhala, ovlivňuje výslednou hodnotu, více erodovaná půda dlouhodobě neunes další úbytek.

Přípustná ztráta půdy se rozděluje dle hloubky půdního profilu do 3 skupin:

- mělkých (do 30cm) – 1t / ha / rok,
- u středně hlubokých (30-60cm) - 4t / ha / rok,
- u hlubokých (nad 60cm) - 10t / ha / rok

způsob využívání pozemku může ovlivnit erozi, ale nemá zásadní vliv, ten je dán mocností půdního profilu a jeho složením a vlastnostmi. Přesně lze mocnost půdního profilu a skeletovitost určit jen terénním průzkumem. Orientačně lze potřebné hodnoty převzít z bonifikovaných půdně ekologických jednotek, kde pátá číslice označuje skeletovitost a hloubku půdy, kód 7,8,9 označuje sklon $>12^\circ$. Pro půdy s kódem 8 a 9 je hloubku půdy nutné zjistit terénním průzkumem. (JANEČEK, 2008)

4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉ OBLASTI

Borovany (NĚMECKY *Forbes*) je městys ležící v nadmořské výšce 520 metrů nad mořem, 17 km jihovýchodně od ČESKÝCH BUDĚJOVIC, asi 8 km severně od města TRHOVÉ SVINY. Mají zhruba 4 000 obyvatel a jejich katastrální území zaujímá rozlohu 4233 ha.

Správní území města Borovany leží na rozhraní geomorfologických celků Novohradské podhůří a Třeboňská pánev. Osou území je řeka Stropnice protékající přibližně od východu k západu. Na východě území protéká řeka plochou nivou s cennými přírodními plochami (NPR Brouskův mlýn), pod Borovany se začíná údolí prohlubovat a zařezávat do zvlněného reliéfu Novohradského podhůří. (KOLEKTIV AUTORŮ, 2006)

Do jihovýchodní části území zasahuje lokalita soustavy NATURA 2000 "Stropnice", CZ0313123. Zahrnuje nivu Stropnice a okolní louky, rybníky a lesní porosty.

Borovany - historie

Borovany jsou malebné jihočeské městečko, jehož panorama je z jihu lemováno siluetou Novohradských hor a ze západu rozsáhlými lesními a rybníčními komplexy Třeboňské pánve.

Borovany jsou městem s velmi bohatou historií. První zmínky o Borovanech pochází již z roku **1186**. Koncem 13. století vlastnil Borovany rod Vítkovců. Roku 1327 získal obec Vilém z Landštejna, jehož syn Vítek ji roku 1359 prodal Rožmberkům, čímž se stala součástí novohradského panství. Ke konci 14. století se v Borovanech vystřídalo několik majitelů, až ve 30. letech 15. století se Borovany dostávají do majetku Petra z Lindy. Pocházel z Holandska a v Čechách sídlil v Českých Budějovicích. Část Borovanského panství si koupil ve snaze dostat se mezi místní drobnou šlechtu. Po smrti jediného syna daroval Petr z Lindy svůj majetek Borovanskému klášteru. Tento augustiniánský klášter sám roku 1455 založil na místě farního kostela ze 14. století. Augustiniánský klášter byl v 50. letech 16. století zasažen morovou epidemií načež Vilém z Rožmberka dal dosadit za zdejšího probošta Matěje Kozku z Rynárce. Roku 1564 byl však klášter zrušen. 1578 byly

Borovany, kterých je ujali Rožmberkové, povýšeny na město. Po vymření Rožmberků v roce 1611 zdědili jejich panství včetně Borovan Švamberkové. Avšak ti o svůj majetek přišli za účast na stavovském povstání a Borovanské panství připadlo císaři a později zdejšímu klášteru, který byl roku 1630 obnoven. Řád augustiniánů odešel z Borovan až po zavedení církevních reforem Josefa II. a zrušení zdejšího kláštera roku 1785. Zrušený klášter koupili Schwarzenbergové, přestavěli jej na zámek. Roku 1850 se Borovany staly samostatnou obcí a roku 1973 obdržely statut města. (borovany-cb.cz, 2015)

Centrum **Borovan** má dominantní charakter – je zde řada historických souborů – kostel, zámek, návesní domy. Náměstí soustřeďuje život regionu a občanskou vybavenost.

Pro obyvatele je ve městě k dispozici praktický i zubní lékař, mateřská a základní škola obchody a pošta. Dále se zde nachází knihovna, kostel, hřbitov a pro využití volného času koupaliště, sportovní hřiště a další sportoviště. Sdružuje se zde mnoho spolků a udržuje velké množství typických tradic.

Borovany – zemědělská půda

V minulosti, zejména v 70. a 80-tých letech, byly značné plochy zemědělské půdy v obci meliorovány soustavnou trubní drenáží, např. veškerá zemědělská půda navazující v severovýchodním a jihozápadním směru na stávající zástavbu Borovan.

Ekologická stabilita území ve správním území Borovan je v celorepublikovém průměru spíše horší, zemědělství spíše intenzivnější. Rozsáhlé plochy v území jsou poškozeny neúměrnými agrocenózami.

Zemědělská půda je vzhledem ke své struktuře, velikosti lánů, způsobu obhospodařování i reliéfu krajiny náchylná k erozi. Ukazatelem vypovídajícím o způsobu hospodaření je „**procento zornění**“. Je to procento zastoupení orné půdy v úhrnu zemědělského půdního fondu. Ve správním území Borovan je procento zornění 72,5%(v ČR průměr 70%). V zemích EU se toto číslo pohybuje mezi 30 – 50%. Lze tedy očekávat, že převádění půdy do klidu, zakládání trvalých porostů (trvalé travní porosty, porosty energetických dřevin, výsadba remízů, apod.) bude podporováno dotacemi. Na zemědělské půdě hospodaří převážně Zemědělské a odbytové družstvo Borovany.

GEOLOGIE A PEDOLOGIE ZÁJMOVÉ OBLASTI

Půdní kryt Novohradských hor má podobný ráz jako blízké masivy našich dalších pohraničních hor. Novohradské podhůří a Novohradské hory patří jednak do půdního regionu mezobazických (středně nasycených bazickými kationty jako Ca, Mg, K) a dystrických (silně kyselých) kambizemí a rankerů pahorkatin a vrchovin a do regionu horských dystrických kambizemí až kryptopodzolů a podzolů s výrazným uplatněním výškové pásmovitosti (KOLEKTIV AUTORŮ, 2006)

Při vývoji půdního pokryvu sehrály nejvýznamnější roli celková výšková členitost, klimatické poměry a horninové podloží v jednotlivých oblastech kraje. Tyto půdy se vytvořily především na zvětralinách vyvěřelých a metamorfovaných hornin skalního podkladu – převážně žul, rul, svorů a granulitů. Kambizemě jsou nejrozšířenějším půdním typem v jižních Čechách. Zaujímají zhruba 65% zemědělského půdního fondu Jihočeského kraje (CHÁBERA, 1985).

Kambizemě jsou půdami hlavně svažitějších území. Textura kambizemí je značně proměnlivá podle matečné horniny a jako pozůstatek starších půdotvorných procesů. Přebládají půdní druhy písčito - hlinité a hlinito – písčité. Hydromorfní půdy jsou vázány především na depresní a podsvahové polohy se sezonním či permanentním nasycením půdních pórů vodou. V nejnižších polohách reliéfu, na dnech údolí v pramenných oblastech toků, kde hladina podzemní vody vystupuje k povrchu, se vyvinuly hydromorfní půdy typu gleje a organozemí (KOLEKTIV AUTORŮ, 2006)

HYDROLOGIE ZÁJMOVÉ OBLASTI

Stropnice je povodím III. Řádu s hydrologickým číslem 1-06-02 Malše.

Stropnice, další významnější pravostranný přítok Malše, pramení na rakouské půdě na jihovýchodním svahu Vysoké [1034m] v nadmořské výšce 813m. Na svém horním toku protéká sevřeným údolím o značném sklonu, dale přírodně zajímavou krajinou v Terčíně údolí u Nových Hradů, napájí řadu rybníků (největší 120 ha velký Žárský) a pod Dolní Stropnicí ústí do Malše, kam přivádí průměrně $2,38\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ vody (specifický odtok $5,94\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^2$, odtokový součinitel 0,26). Nejvýznamnější přítoky 50,8 km dlouhé Stropnice, jejíž povodí měří $400,43\text{km}^2$ a má charakteristiku 0,19

(křivolakost toku 2,04, relativní spád 7,1 ‰), je 23,6 km dlouhý levostranný Svinenský potok, pramenící východně od osady Velký Jindřichov, odvádějící vody z povodí o rozloze 128,86km² a ústící do Stropnice u Pašínovic (průměrný roční průtok 0,83 m³.s⁻¹) a 15,9 km dlouhý Žárský potok, ústící východně od Lhotky (povodí 29,31km², průměrný roční průtok při ústí 0,17 m³.s⁻¹). (CHÁBERA, 1985)

Borovany se nachází na 18,8 říčním km s průměrným průtokem 1,39m³/s.

KLIMATOLOGIE ZÁJMOVÉ OBLASTI

Vertikálně je oblast jižních Čech velmi členitá. Tyto poměrně značné výškové rozdíly silně i na utváření podnebí jižních Čech i orientace jednotlivých pohoří vzhledem k světovým stranám (např. u obou pásem Šumavy, Novohradských hor aj.) (CHÁBERA, 1985)

Důležitým činitelem v oblasti Novohradských hor a jejich podhůří je nadmořská výška a reliéfová členitost. S nadmořskou výškou ubývá zřetelně teploty a přibývá srážek, takže níže položené oblasti vrchovin a pahorkatin jsou obecně teplejší a sušší než vlastní horské části Novohradských hor (KOLEKTIV AUTORŮ, 2006).

Borovany patří do klimatické oblasti MT4

Počet letních dnů v roce	20 - 30
Počet dnů s Ø roční teplotou nad 10°C	140 - 160
Počet mrazových dnů v roce	110 - 130
Počet ledových dnů v roce	40 - 50
Ø teplota v lednu	-2 -3
Ø teplota v dubnu	6 - 7
Ø teplota v červenci	16 - 17
Ø teplota v říjnu	6 - 7
Ø počet dnů se srážkami vyššími než 1mm	110 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 - 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 - 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 - 80
Počet jasných dnů	40 - 50
Počet zamračených dnů	150 - 160

Tabulka číslo 7. (KVĚTOŇ V., 2011)

5. VÝSLEDKY A DISKUZE

V modelové lokalitě v katastrálním území Borovany, bylo vybráno 20 pozemků, které byly vytipovány jako potenciálně ohrožené erozí. Vybrané pozemky je možné vidět v příloze číslo 1. K výpočtu erozní ohroženosti je použita metoda USLE.

Univerzální rovnice Wischmeier – Smith. Tato metoda výpočtu je v ČR používána pro určení průměrné roční ztráty půdy z jednotky plochy. Její přesnost závisí na přesnosti vstupních údajů.

Univerzální rovnice Wischmeier – Smithe má tvar:

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

G - průměrná dlouhodobá ztráta půdy, vycházející v: t. ha-1 za rok

R - faktor - erozní účinnost deště - je definován jako součin celkové kinetické energie deště a jeho maximální třicetiminutové intenzity ($R = E \cdot i_{30}/100$). V ČR je doporučeno pracovat s hodnotou 40.

K – faktor - erodovatelnost půdy – faktor určující odolnost půdy proti dopadajícímu dešti a proudu vody. Vlastnosti půdy jako je zrnitost, struktura, propustnost a obsah humusu.

Hodnota K faktoru je možné odvodit z hodnoty hlavní půdní jednotky z kódu BPEJ. V modelové oblasti rozdělené do půdních bloků se nachází čtyři typy různých půdních jednotek. HPJ půdních bloků jsou 29, 46, 47, 50, těm odpovídají K faktory 0,32; 0,47; 0,43; 0,33.

Blok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HPJ	50	29	50	50	50	50	47	47	29	47
K faktor	0,33	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,43	0,43	0,32	0,43

Blok	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
HPJ	47	46	46	29	47	47	47	29	29	50
K faktor	0,43	0,47	0,47	0,32	0,43	0,43	0,43	0,32	0,32	0,33

Tab. č. 8 – K faktor modelových bloků

L - faktor délky svahu by se dal vypočítat z rovnice:

$L = (ld/22,13)^p$, ld - délka pozemku; 22,13 - délka standardního pozemku;

p - exponent závislý na sklonu svahu.

Další možnost je určit faktor L interpolací z tab. č. 9:

l_d /m/	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	150
L	0,48	0,68	0,82	0,95	1,17	1,35	1,52	1,66	1,91	2,13	2,61
l_d /m/	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900
L	3,02	3,38	3,69	3,99	4,27	4,52	4,77	5,22	5,62	6,04	6,39
l_d /m/	1000	1000	1200	1300	1400	1500					
L	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26					

Tab. č. 9 – Interpolace L faktoru (PASÁK, 1984)

Pro mnou zkoumané půdní bloky platí:

Blok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ld m	300	500	490	180	490	580	440	850	410	800
L faktor	3,69	4,77	4,72	2,86	4,72	5,13	4,47	6,22	4,32	6,04

Blok	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ld m	680	200	400	260	260	400	500	530	260	160
L faktor	5,54	3,02	4,27	3,44	3,44	4,27	4,77	4,91	3,44	2,69

Tab. č. 10 – L faktor modelových bloků

S - faktor - sklon svahu - výpočet z rovnice:

$$S = (0,43 + 0,30s + 0,043s^2)/6,613, \text{ kde } s \text{ je sklon svahu v } \%$$

V mé práci jsem využila pro zjištění faktoru S interpolaci z tabulky

s /%/	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S	0,18	0,26	0,35	0,45	0,57	0,70	0,84	1,0	1,17	1,35	1,55
s /%/	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	1,75	1,97	2,21	2,46	2,72	2,99	3,27	3,57	3,89	4,21	4,55
s /%/	24	25	26	27	28	29	30				
S	4,90	5,26	5,64	6,03	6,43	6,85	7,28				

Tab. č. 11 – Interpolace S faktoru (PASÁK, 1984)

Pro mnou zkoumané půdní bloky tedy platilo:

Blok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
s [%]	4,67	5,00	3,06	5,56	6,12	5,17	4,55	3,53	6,1	2,5
S faktor	0,42	0,45	0,27	0,52	0,59	0,47	0,41	0,31	0,58	0,22

Blok	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
s [%]	3,68	5,00	5,00	3,85	1,92	3,75	3,00	3,77	9,62	6,25
S faktor	0,32	0,45	0,45	0,34	0,18	0,33	0,26	0,33	1,11	0,6

Tab. č. 12 – S faktor modelových pozemků

C - faktor - ochranný vliv vegetace - vyjadřuje vliv vegetačního pokryvu na erozní smyv. Čím je vegetační pokryv hustší a porost lépe zapojený, tím méně dešťových kapek s vysokou kinetickou energií dopadne přímo na půdní povrch.

Faktor ochranného vlivu vegetace C byl vypočten pro sedmihonný osevní postup, který byl dle sdělení vedoucího práce v minulosti uplatňován místním zemědělským družstvem (viz tabulka č. 13). Což ukazuje i na potenciál pěstování v současnosti poněkud opomíjeného lnu.

Osevní postup

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

Plodina	Etapa	Období	%R	C	R x C
Jetel	1. - 5.	5. 9. - 31. 8.	0,9973	0,015	0,015
C-faktor-jetel					0,015
Žito	1.	1. 9. - 15. 9.	0,01	0,5	0,005
	2.	16. 9. - 20. 10.	0,0126	0,55	0,007
	3.	21. 10. - 30. 4.	0,0064	0,3	0,002
	4.	1. 5. - 10. 8.	0,7603	0,05	0,038
	5.	11. 8. - 31. 8.	0,2107	0,2	0,042
C-faktor-žito					0,094
Len	1.	1. 9. - 15. 4.	0,0265	0,65	0,017
	2.	16. 4. - 20. 5.	0,0477	0,7	0,033
	3.	21. 5. - 20. 6.	0,2035	0,45	0,092
	4.	21. 6. - 31. 8.	0,7223	0,08	0,058
	5.	1. 9. - 5. 9.	0,0033	0,25	0,001
C-faktor-len					0,201
Pšenice ozimá	1.	6. 9. - 20. 9.	0,01	0,65	0,007
	2.	21. 9. - 30. 10.	0,0107	0,7	0,008
	3.	1. 11. - 30. 4.	0,005	0,45	0,002
	4.	1. 5. - 25. 8.	0,9108	0,08	0,073
	5.	26. 8. - 31. 8.	0,0602	0,25	0,015
C-faktor-pšenice ozimá					0,104
LOS	1.	1. 9. - 15. 4.	0,0265	0,65	0,017
	2.	16. 4. - 20. 5.	0,0477	0,7	0,033
	3.	21. 5. - 20. 6.	0,2035	0,45	0,092
	4.	21. 6. - 30. 6.	0,0893	0,08	0,007
	5.	1. 7. - 31. 7.	0,322	0,25	0,081
C-faktor-LOS					0,230
Kukuřice	1.	1. 8. - 10. 5.	0,3626	0,7	0,254
	2.	11. 5. - 20. 6.	0,2261	0,9	0,204
	3.	21. 6. - 20. 7.	0,2971	0,7	0,208
	4.	21. 7. - 5. 10.	0,4459	0,35	0,156
	5.	6. 10. - 15. 10.	0,0013	0,7	0,001
C-faktor-kukuřice					0,822
Oves	1.	16. 10. - 10. 4.	0,0037	0,7	0,003
	2.	11. 4. - 15. 5.	0,0372	0,75	0,028
	3.	16. 5. - 15. 6.	0,1701	0,5	0,085
	4.	16. 6. - 5. 9.	0,7703	0,08	0,062
	5.	-			
C-faktor-oves					0,177
Průměrná hodnota faktoru C1 pro osevní postup je					0,23

Tabulka č. 13: Stanovení faktoru C historického osevního postupu

Zařazením dvou mezipločin dojde k významnému snížení C faktoru na hodnotu 0,186. První mezipločinu je vhodné vložít po luskobilné směsce a před kukuřicí. Vyřešíme tím kritické období srpna a září, kdy by dle původního osevního postupu byla půda bez vegetačního krytu. Druhá mezipločina by měla být použita mezi žitem a lnem. Zařazením mezipločin dojde ke snížení eroze, předcházení zaplevelení a zisku krmiva či hnojiva.

Osevní postup + dvě mezipločiny

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

Při použití výše uvedeného osevního postupu došlo ke snížení C faktoru na 0,186. Tabulka číslo 13. dokazuje, že i tato zdánlivě malá změna má velký vliv na snížení erozního smyvu. Další velmi výrazné snížení erozního smyvu by přineslo vyřazení resp. nahrazení kukuřice jinou plodinou. V tomto případě Janeček (2008) uvádí možné snížení výsledného C faktoru na úroveň cca 0,15.

Pro zvláště erozí ohrožené pozemky lze navrhnout i zatravnění C3 je 0,005.

P - faktor účinnosti protierozních opatření je poměr erozního smyvu na pozemku s provedeným protierozním opatřením ke smyvu na pozemku obdělávaným ve směru spádnice. V ČR počítáme s hodnotou 1.

Přípustná ztráta půdy erozí pro středně hluboké půdy s hloubkou 30 až 60 cm je stanovena na 4 tuny ročně z jednoho hektaru.

Výpočet smyvu v zájmovém katastru

Č.	R	K	L	S	C1	C2	C3	P	G1	G2	G3
1	40	0,33	3,69	0,42	0,23	0,186	0,005	1	4,7	3,8	0,1
2	40	0,32	4,47	0,45	0,23	0,186	0,005	1	6,4	5,2	0,1
3	40	0,33	4,72	0,26	0,23	0,186	0,005	1	3,8	3,1	0,1
4	40	0,33	2,86	0,52	0,23	0,186	0,005	1	4,5	3,6	0,1
5	40	0,33	4,72	0,59	0,23	0,186	0,005	1	8,4	6,8	0,2
6	40	0,33	5,13	0,47	0,23	0,186	0,005	1	7,4	6,0	0,2
7	40	0,43	4,47	0,41	0,23	0,186	0,005	1	7,2	5,8	0,2
8	40	0,43	6,22	0,31	0,23	0,186	0,005	1	7,5	6,1	0,2
9	40	0,32	4,32	0,58	0,23	0,186	0,005	1	7,4	6,0	0,2
10	40	0,43	6,04	0,22	0,23	0,186	0,005	1	5,2	4,2	0,1
11	40	0,43	5,54	0,32	0,23	0,186	0,005	1	7,0	5,7	0,2
12	40	0,47	3,02	0,45	0,23	0,186	0,005	1	5,9	4,8	0,1
13	40	0,47	4,27	0,45	0,23	0,186	0,005	1	8,4	6,8	0,2
14	40	0,32	3,44	0,34	0,23	0,186	0,005	1	3,4	2,7	0,1
15	40	0,43	3,44	0,18	0,23	0,186	0,005	1	2,4	1,9	0,1
16	40	0,43	4,27	0,33	0,23	0,186	0,005	1	5,5	4,5	0,1
17	40	0,43	4,77	0,26	0,23	0,186	0,005	1	4,9	4,0	0,1
18	40	0,32	4,91	0,33	0,23	0,186	0,005	1	4,8	3,8	0,1
19	40	0,32	3,44	1,10	0,23	0,186	0,005	1	11,2	9,0	0,2
20	40	0,33	2,69	0,60	0,23	0,186	0,005	1	4,9	4,0	0,1

Tab. č. 14 – Smyvy v zájmové lokalitě

Při použití původního osevního postupu a při započítání faktoru R tak, jak doporučuje současný trend tj.40, jsou hodnoty výsledného smyvu velmi vysoké. Pouze tři řešené bloky vyhovují tolerovanému smyvu, zvolená lokalita je velmi erozně náchylná.

Využitím meziplodin, jak ukazuje hodnota G2, se podařilo dostat do tolerovaného smyvu 9 bloků, což je úžasné, ale v lokalitě je řešeno ještě dalších 11 bloků u kterých se podařilo také nezanedbatelné zlepšení, ale jsou stále nad požadovaným limitem.

Pro zvláště ohrožené bloky je z hlediska protierozního ochrany možné navrhnout zatravnění, jak je propočítáno v G3.

Uvedené výsledky jsou podhorské oblasti obvyklé, tak jak uvádí např. PASÁK (1984).

Jako další možné řešení erozní problematiky je vhodné navrhnout vrstevnicové obdělávání půdy nebo případně řešit celou oblast systémově tedy návrhem zatravněných údolnic tak jak to navrhuje (DUMBROVSKÝ, 2004)

Další možností by mohlo být, jak doporučuje KVÍTEK (2006) pásové obdělávání, které má i další ekologické výhody.

Celkové řešení eroze v rámci katastru je možné očekávat po realizaci komplexní pozemkové úpravy jak doporučuje PODHRÁZSKÁ (2005) a další, ale tento krok požaduje odborné měření výpočty a vedení.

V případě že bychom dle HOLÉHO (1978) počítali s R faktorem 20 místo v současnosti doporučovaných 40, snížil by se R faktor na polovinu.

6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda je možné za použití meziplodin zmenšit erozní smyvy v katastrálním území Borovany. Při použití dvou meziplodin bylo dosaženo snížení erozních smyvů u všech pozemků, devět se jich dostalo pod přípustnou ztrátu půdy, tj. pod $4\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$

Universální rovnice Williamse a Smithe, která byla při výpočtu erozních smyvů použita, poukázala problém širokořádkových plodin, v našem případě hlavně kukuřice, i když obdobný efekt bychom mohli pozorovat i při pěstování brambor či slunečnice. Širokořádkové plodiny by měli být z osevní postupů na erozně ohrožených pozemcích vynechány.

Pro nejvíce erozně ohrožené pozemky je vhodné navrhnout protierozní zatravnění. Při zakládání travního porostu je nutné se rozhodnout zda se bude jednat o pastvinu či sečenou louku. Skladba rostlin bude u pastviny obsaovat typy dobře snázející sešlapání, zatímco sečené louky musí zajistit hlavně kvalitní senáž.

V rámci použití kompletních protierozivních opatření je možné se kromě C faktoru ještě na ostatní faktory, kromě K faktoru. Změnit strukturu půdy, či zrnitost není reálně možné. Ale stále jsou možné změny u L, S a P faktoru, je možné navrhnout vrstevnicové obdělávání, nebo změnu velikosti pozemků.

Problém eroze se snaží řešit standardy GAEC, hospodaření v souladu s GAEC1 a GAEC2 nutné pro poskytnutí plné výše přímých plateb a podpor z osy II Programu rozvoje venkova. Získání plateb je podmíněné použitím půdoochranných postupů a technologií, jako je bezorebné setí, setí do mulče či ochranné plodiny vytvoření přerušovacích a zasakovacích pásů, vrstevnicové obdělávání.

Z dlouhodobého hlediska by toto přehlížení problému mohlo mít nedozírné následky. Obecně se udává, že půdotvorným procesem v závislosti na podloží a dalších faktorech vznikne ročně max. $1,5\text{ t} / \text{ha}$ za rok a přitom je paradoxně podle metodiky používané ve všech pozemkových úpravách přípustná ztráta půdy vodní erozí $4\text{ t}/\text{ha}$ za rok.

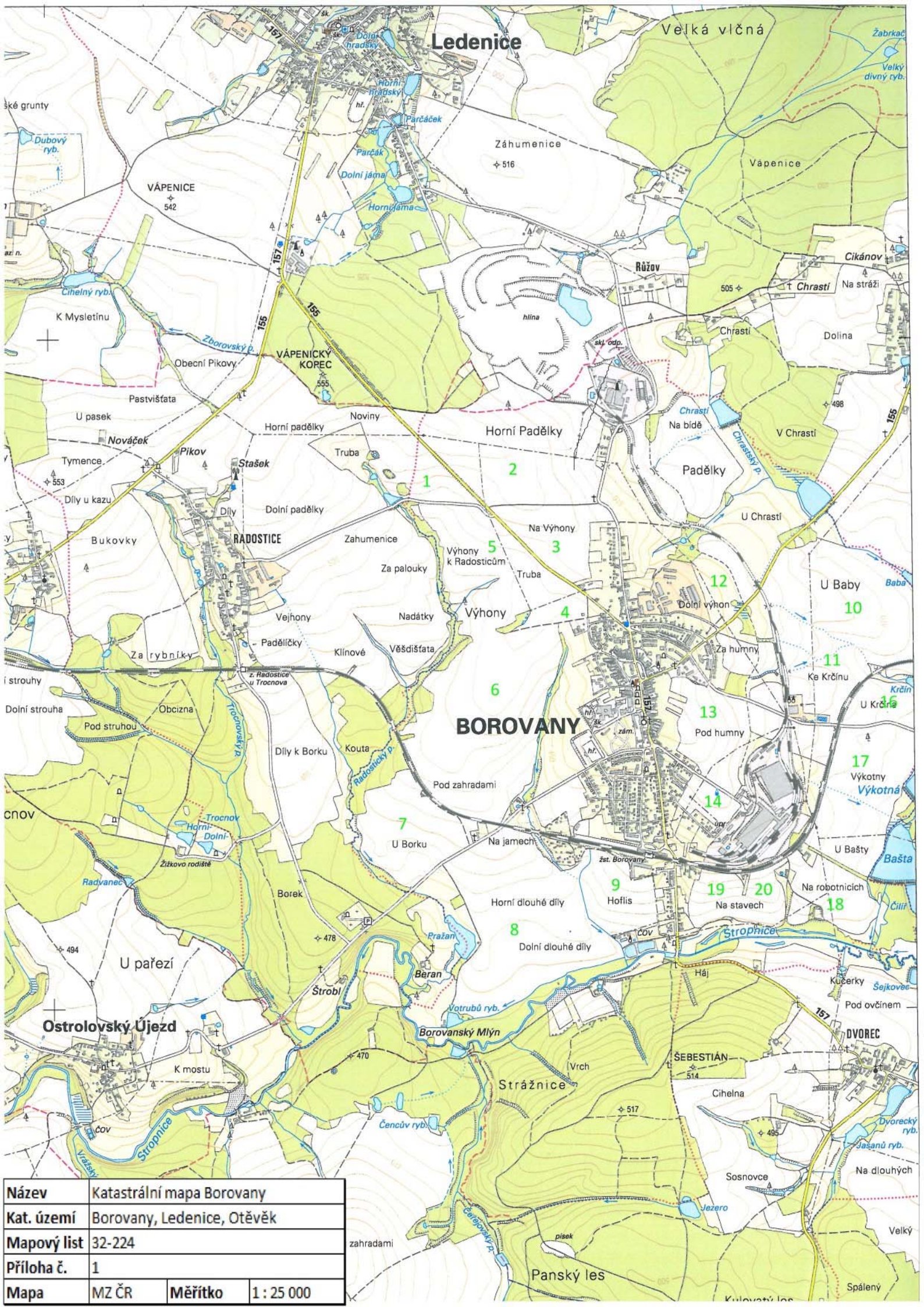
7. Použitá literatura:

- BOUMA J., DROOGERS, P.** Translating soil science into environmental policy: A case study on implementing the EU soil protection strategy in The Netherlands. - 2007. - ISSN: 1462-9011.
- BRADY N. C., WEIL, R. R.** The nature and properties of soils [Kniha]. - New Jersey : Prentice Hall, 2002.
- BRANT V. a kol.** Meziplodiny [Kniha]. - České Budějovice : Kurent, 2008.
- BUZEK L.** Eroze půdy. - Ostrava : Pedagogická fakulta, 1983.
- DUMBROVSKÝ M., MEZERA, J., STRÍTECKÝ, L.** Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav. - Brno : Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, 2004.
- HOLÝ M.** Protierozní ochrana. - Praha : Státní Nakladatelství technické literatury, 1978.
- HOLÝ M., a kol.** Modelování erozních procesů. - Praha : ACADEMIA nakladatelství Československé akademie věd, 1982.
- <http://petrapie.ic.cz/mapserver/templates/bpej.php> .
- HŮLA J., JANEČEK, M., KOVAŘÍČEK, P., BOHUSLÁVEK, J.** Agrotechnická protierozní opatření. - Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochany půdy Praha, 2003.
- CHÁBERA S. a kol.** Neživá příroda [Kniha]. - [místo neznámé] : Jihočeské nakladatelství, 1985.
- JANEČEK M. a kol.** Ochrana zemědělské půdy před erozí. - Praha : ISV nakladatelství, 2002. - ISBN 80-85866-86-2.
- JANEČEK M. a kol.** Ochrana zemědělské půdy před erozí. - Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 1992.
- JANEČEK M. a kol.** Základy erodologie [Kniha]. - Praha : Česká zemědělská univerzita, 2008. - ISBN 978-80-213-1842-7 .
- JANEČEK M., A KOL.** Základy erodologie. - Praha : Česká zemědělská univerzita, 2008.
- JELÍNEK F** Nedoceněné bohatství. - [místo neznámé] : MŽP, 1999. - ISBN 80-7212-113-8.
- JEŽEK S. a kol.** Protierozní ochrana zemědělských půd. - [místo neznámé] : ČV zemědělské společnosti ČSVTS, 1987.
- KENDER J., et al. .** Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. - Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2000.
- KOHOUT V. a kol.** Zemědělské soustavy [Kniha]. - Praha : Česká zemědělská univerzita, 2002.
- KOHOUT V.** Plevel polí a zahrad [Kniha]. - Praha : Agrospoj, 1997.
- KOLEKTIV AUTORŮ** Novohradské hory a Novohradské podhůří – příroda, historie, život. [Kniha]. - Praha : Baset, 2006.
- KOSTELANSKÝ F.** Obecná produkce rostlinná [Kniha]. - Brno : Mendelu, 2000.
- KVĚCH O. a kol.** Osevní postupy. - Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1985.
- KVĚCH O., COUFAL, V., ŠKODA, V. a kol.** Biologické základy zemědělské výroby. - Praha : H&H nakladatelství, 1992.

- KVĚCH O., ŠKODA, V., COUFAL, V.** Základy zemědělské výroby. - Praha : VŠZ, 1994.
- KVĚTOŇ V. VOŽENÍLEK V.** Klimatické oblasti Česka [Kniha]. - Olomouc : Universita Palackého, 2011.
- KVÍTEK T. a kol.** Zemědělské meliorace. - České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. - ISBN 80-7040-858-8..
- LÖW J., MÍCHAL, I.** Krajinný ráz. - Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, s r.o., 2003. - ISBN 80-86386-27-9. .
- MIKULKA J., KNEIFELOVÁ, M., a kol.** Plevelné rostliny. - Praha : Profi Press, 2005. - ISBN 80-86726-02-9..
- MONTGOMERY D.R.** Soil erosion and agricultural sustainability. - 2007.
- MZE** Příručka ochrany proti vodní erozi [Kniha]. - Praha : Ministerstvo zemědělství, 2011.
- PASÁK V. a kol.** Ochrana půdy před erozí. - Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1984.
- PERGBERG** Timeless City – Sustainable Community Development. - [místo neznámé] : PER G BERG, Timeless City – Sustainable Community Development, Department of urban and rural development SLU, 2006.
- PETR J., ČERNÝ, V., HRUŠKA, L. a kol.** Tvorba výnosu hlavních polních plodin. - Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1980.
- PODHRÁZSKÁ J., DUFKOVÁ, J.** Protierozní ochrana půdy. - Brno : MZLU, 2005.
- SANETRŇÍK J., a kol.** Meliorace. - Brno : Vysoká škola zemědělská v Brně, 1991.
- SKLENIČKA P.,** Základy krajinného plánování. - [místo neznámé] : Naděžka Skleničková, 2003.
- SOUKUP M.** Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů. - Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2006.
- STACH J.** Základní agrotechnika (Osevní postupy). - České Budějovice : JU ZF České Budějovice, 1995. - ISBN 80-7040-117-6..
- STEHLÍK O.** Vývoj eroze půdy v ČR. - Brno : Geografický ústav ČSAV, 1981.
- ŠARAPATKA B. a kol.** Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření [Kniha]. - Olomouc : Bioinstitut, 2010.
- VACH M., JAVŮREK, M.** Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska. - Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008.
- VÁCHAL J. MAZÍN, V. DUMBROVSKÝ, M. a kol.** Pozemkové úpravy I. - České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2005.
- VÁCHAL J., MAZÍN, V., DUMBROVSKÝ, M.** Pozemkové úpravy I. [Kniha]. - České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2005. - Sv. multimediální učebnice.
- VERGNER I., BARTÁK RICHARD J.** Základy alternativního zemědělství. - Praha : Ministerstvo zemědělství, 1991.
- VESELÁ M., MRKVIČKA, J., KOCOURKOVÁ, D. VESELÁ, M., MRKVIČKA, J., KOCOURKOVÁ, D.** (2006): Změny a výnosy lučního porostu při dlouhodobém hnojení. - Praha : [autor neznámý], 2006.
- Zákon č. 242/2000 Sb.** o ekologickém zemědělství.

8. PŘÍLOHY:

Příloha č. 1: Katastrální mapa Borovany



Název	Katastrální mapa Borovany		
Kat. území	Borovany, Ledenice, Otěvěk		
Mapový list	32-224		
Příloha č.	1		
Mapa	MZ ČR	Měřítko	1 : 25 000