



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra krajinného managementu

### **Diplomová práce**

Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně

Autor diplomové práce: Bc. Michal Morťanik, DiS.

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

České Budějovice, 2021

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že diplomovou práci, na téma Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně, jsem zpracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Českých Budějovicích dne

23.4.2021

Podpis



## Abstrakt

Cílem diplomové práce je, v první části, zpracování literární rešerže na téma eroze, druhy eroze, protierozní opatření, trvale udržitelné zemědělství, ekologická stabilita krajiny a tzv. meziplodiny. Dále je hodnocen, pomocí Wischmeier – Smithovi rovnice, rozsah vodní eroze v zájmového území katastrů Lohenice, Koberovice, Lísky, obec Koberovice a vliv jednotlivých osevních postupů vč. tzv meziplodin na množství smyté půdy.

## Klíčová slova:

Eroze, protierozní opatření, trvale udržitelný rozvoj, stabilita krajiny, Wischmeier, Smith, meziplodiny, osevní postup.

## Abstract

The aim of the diploma thesis is, in the first part, the processing of literary research on the topic of erosion, types of erosion, anti-erosion measures, sustainable development, ecological stability of the landscape and the so-called intermediate crops. In the second part of the work is mapped, using the Wischmeier - Smith equation, the impact of the area of interest of the Lohenice cadastre, the village Koberovice water erosion and the influence of individual sowing procedures on the amount of washed soil.

## Keywords:

Erosion, anti-erosion measures, sustainable development, landscape stability, Wischmeier, Smith, catch crops, sowing process.

**Poděkování:**

Tímto děkuji vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za cenné rady, vstřícnost při konzultacích a odborné vedení při psaní diplomové práce.

**MICHAL MORŤANIK**

## **Obsah:**

<b>Úvod</b>	<b>5</b>
<b>1 Literární přehled</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Eroze půdy</b>	<b>5</b>
1.1.1 Eroze půdy vodní	5
1.1.2 Eroze půdy větrná	8
1.1.3 Eroze půdy sněhová	9
<b>1.2 Faktory ovlivňující erozi půdy</b>	<b>9</b>
1.2.1 Faktor klimaticko-hydrologický	9
1.2.2 Faktor morfologický	11
1.2.3 Faktor geologicko-pedologický	12
1.2.4 Faktor vegetační	13
1.2.5 Faktor hospodářsko-technický	13
1.2.6 Faktor sociálně-ekonomický	13
<b>1.3 Protierozní opatření</b>	<b>14</b>
1.3.1 Protierozní opatření organizační	14
1.3.2 Protierozní opatření agrotechnická	16
1.3.3 Protierozní opatření technická	17
<b>1.4 Trvale udržitelné zemědělství</b>	<b>17</b>
1.4.1 Globalizace a intenzifikace zemědělství	17
1.4.2 Trvalá udržitelnost a půda	18
1.4.3 Trendy v zemědělství	19
1.4.4 Minimalizace zpracování půdy	20
1.4.5 Ekologické zemědělství	20
<b>1.5 Ekologická stabilita krajiny</b>	<b>21</b>
1.5.1 ÚSES	22
<b>1.6 Meziplodiny a osevní postupy</b>	<b>26</b>
1.6.1 Vývoj a historie osevních postupů	28
1.6.2 Protierozní vliv meziplodin	29
1.6.3 Význam meziplodin v sys. hospodaření	32
1.6.4 Rozdělení meziplodin	32

<b>1.7</b>	<b>Konsekvence erozního smyvu</b>	<b>34</b>
1.7.1	Hrozba pro udržitelnou úrodnost půdy	34
1.7.2	Ovlivnění kvantitativních parametrů vodních zdrojů	35
1.7.3	Zanášení vodních nádrží a koryt vodních toků	36
1.7.4	Ohrožení intravilánu měst a obcí a infrastruktury	38
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>Charakteristika zájmového území</b>	<b>40</b>
3.1	Geografické vymezení území	40
3.2	Klimatické poměry	40
3.3	Geomorfologické a hydrogeologické	41
3.4	Pedologické poměry	41
3.5	Hospodaření a průmysl	41
<b>4</b>	<b>Metodika výpočtu vodní eroze</b>	<b>43</b>
4.1	Faktor R	43
4.2	Faktor K	45
4.3	Faktor L, S	45
4.4	Faktor C	46
4.5	Faktor P	46
4.6	Smyv půdy G	48
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuze</b>	<b>49</b>
5.1	Výpočet rovnice Wischmeier – Smith	49
5.1.1	Určení faktorů K, L, S pro jednotlivé pozemky	49
5.1.2	Stanovení osevního postupu a výpočet dílčích faktorů C	51
5.1.3	Výpočet smyvu na jednotlivých půdních honech	57
5.2	Výsledky	59
5.3	Diskuse	59
	<b>Závěr</b>	<b>61</b>
	<b>Seznam literatury</b>	<b>63</b>
	<b>Přílohy</b>	<b>66-75</b>

## Úvod

Půdu bychom měli vnímat jako jedno z klíčových bohatství Země a nenahraditelný zdroj pro zachování přírodní rovnováhy a přežití lidské populace. Jelikož se kvalitní půda tvoří tisíce let, měli bychom usilovat o to, aby byla zachována její kvalita, a využitelnost dalším generacím a hospodařením dle správné zemědělské praxe, můžeme omezit erozi, která naší půdu velmi devaluje.

Erozi půdy nelze docela zabránit. Zemědělství je jedním z posledních odvětví, kdy jsme velmi vydáni do rukou matky přírody, její drsné nemilosti i milosti. Limitujícím faktorem, jemuž se vše podřizuje, je tedy příroda. Její velmi proměnlivé počasí a mnoho dalších vlivů, přes všechnu civilizační vyspělost jsme schopni velmi špatně předvídat a nikoliv ovlivnit. Disponujeme nejsofistikovanějšími hi-tech, moderními laboratořemi a postupy, novými odrůdami plodin, historickými znalostmi a zkušenostmi našich předků. Přesto dnes jedním klíčových problémů moderního zemědělství tvoří něco tak banálního jako je půda odplavovaná deštěm. (Krebsová 2014)

Omezit nadměrnou erozi, znamená aplikovat, zkoušet, budovat a kombinovat jednotlivá protierozní opatření. Protierozní opatření, jsou vymyšlené a publikované v odborné literatuře. Problematika nadměrné eroze půdy se projevuje neustále, čili záchrana půdy a udržitelné hospodaření je otázkou vůle, přístupu společnosti vč. politiků a úředníků, a hlavně priorit zemědělců.

# 1 Literární přehled

## 1.1 Eroze půdy

(Holý, 1978) uvádí, že název eroze vznikl z latinského výrazu erodere, tzn. rozrušovat, myslí se narušování zemského povrchu vlivem vnějších sil, zejména tedy vlivem vody, ledu, větru a působením člověka, jako tzv. antropogenního činitele.

Eroze půdy neustále mění reliéf krajiny. (Cablík, Jůva, 1963). Erozi půdy můžeme označit jako vážnou ekologickou hrozbu a je velmi pravděpodobné, že bude-li eroze půdy v ČR probíhat podobně jako nyní, nebude zemědělství, jak ho dnes známe, dlouhodobě udržitelné a většina půdy se stane v budoucnu neúrodnou. Wang a kol., (2016) to popisují jako problém světového významu, tito dále uvádějí, že téměř jedna třetina světové orné půdy byla znehodnocena erozí a to s rychlostí větší než 10 milionu ha za rok. Podle Li a Fang, (2016) lze předvídat ovlivnění rozsahu eroze změnou klimatu. Teplotní a srážkové změny přímo ovlivní produkci rostlinné biomasy, půdní prostředí a tím i vliv na odtok a smyv půdy.

Janeček a kol., (1999) píše, že erozi a její procesy ovlivňuje mnoho faktorů, například odolnost půdy vůči vodě a větru, struktura půdy, vlhkost půdy, sklonitost, délka a tvar pozemků a v neposlední řadě vegetace. Tito dále uvádějí, že člověk se pomocí protierozních opatření snaží zadržet povrchovou vodu zvýšením infiltrace vody do půd a že vodní eroze se vypočítává prostřednictvím univerzální Wischmeier - Smithovi rovnice.

Podle Švehlíka, (2005) v Česku můžeme pozorovat vodní erozi od slabé až po velmi silnou, v některých oblastech však, při silných srážkách, zejména tedy bouřkových, i erozi a smyv půdy katastrofální. Podle Švehlíka, (2005) se eroze, v ČR, objevila výrazně zejména v druhé polovině minulého století, kdy se při cestě za vysokými výnosy při velko-hospodaření nedodržovaly v zemědělské krajině základní zásady protierozní ochrany půdy.

### 1.1.1 Eroze půdy vodní

Hlavním činitelem vodní eroze je kinetická energie deště dopadajícího na povrch půdy a mechanická síla vody stékající na povrchu. Z velmi intenzivních či dlouhotrvajících dešťů, z tajícího sněhu, a z vod v hydrografické síti, vzniká povrchový odtok. Pobřežní erozi způsobují stojaté vody moří, jezer a rybníků. Podle Holého (1978) vyvolává mechanickou a chemickou erozi podpovrchová voda zejména v krasových útvarech.



Vodní eroze je podle Formana a Gordona (1993) proces smývání částic z povrchu půdy tekoucí vodou. Vrchní vrstvy půdy jsou z pravidla bohaté na nerozložené organické látky, jako odpad a humus, a vodní erozí se tyto látky vyplavují nejdříve. V další fázi eroze se splavuje minerální část půdy a odstraňuje se stále větší množství anorganických hmot. Konečným stádiem eroze je odstranění celé vrstvy půdy a obnažení skalního podloží. Podle Zachara (1970) stupeň poškození půdy vodní erozí, tab.č.1, nazýváme její intenzitou.

Tabulka č.1: Intenzita vodní eroze

Stupeň	Intenzita erozního odnosu v m <sup>3</sup> z 1 ha za rok	Slovní hodnocení
1	Do 0,5	Žádná, nepatrná
2	0,5 – 1,5	Slabá
3	3 5 – 15	Střední
4	15 – 50	Silná
5	50 – 200	Velmi silná
6	Nad 200	Katastrofální

(Zachar, 1970)

### Rozdělení vodní eroze

Podle Pasáka a kol. (1984) dělíme vodní erozi na erozi plošnou neboli vrstevnou, rýhovanou neboli brázdovou), výmolovou neboli stržovou, bystřinnou a říční. Plošná eroze smývá půdy téměř rovnoměrně na zasaženém území. Selektivně přenáší nejjemnější půdní částice. Plošná eroze se může vyskytovat i při méně intenzivních deštích. Pasák a kol. (1984). Se zvyšující se intenzitou srážek dojde k postupnému soustředění tekoucí vody na povrchu do rýh a struh a eroze plošná se potom mění na rýhovanou. Rýhy vodou vymílají a prohlubují, až protékající voda přejde tzv. soustředěného odtoku. Výmolová eroze vznikne tvorbou výmolů a strží v soustředěném odtoku. Podle Cablíka, Jůvy, (1963). nebývají v přírodě uvedené stupně eroze ostře rozlišeny, nejčastěji na sebe navzájem navazují bez jasné hranice.

## Vodní eroze plošná

Na počátku erozního postupu srážková voda působí po svahu plošně tzv. ronem, a vzniká tedy eroze plošná, tato je méně závažná a zřídka dochází k významné ztrátě půdních částic. (Cablík, Jůva, 1963). Plošný srážkový odtok nastává, převyšuje-li objem srážek vsakovací schopnost půdy, akumulaci půdního povrchu, intercepci a výpar. (Tlapák, Šálek, Legát, 1992) Cablík, Jůva, (1963) dále píše, že je-li smyv půdy plošný a stejnoměrný, neprojevuje se změnami územního reliéfu. Stehlík a kol., (1968) uvádí, že plošná eroze sice ochuzuje půdu o živiny a zhoršuje její jímavé vlastnosti, protože ztenčuje vrstvu ornice, neškodí však významně. Plošná eroze splavuje především jemnozrné částice. Zasažené půdy se mění na půdy hrubšího charakteru. Půdy, na něž se ukládá splav, se naopak postupně mění na jemnější půdy. Cablík, Jůva, (1963) o této erozi píše jako o erozi selektivní neboli výběrové a dále zmiňuje, že selektivita projevem právě plošné eroze a nastává při kontaktu větších kapek deště s erodovanou půdou. Holý, (1978) uvádí, že se selektivní eroze často nezanechá patrné stopy a projevuje se tedy pozvolně, naproti tomu plošnou erozi již identifikuje jemný materiál usazený v dolních částech svahu. Podle Cablíka a Jůvy, (1963) selektivní vodní plošná eroze působí na vývoj porostu, projevuje se nerovnoměrným růstem, rozdílnou barvou a kvalitou na těch částech svahu, kde se nahromadil splavený materiál. Další konsekvencí plošné eroze, jak uvádí Cablík a Jůva, (1963), je půdní škraloup a omezená jímavost půdy čímž se situace postupně zhoršuje a následný povrchový odtok způsobuje ještě závažnější erozi.

## Vodní eroze brázdová

Rýhová eroze je podle Cablíka, Jůvy (1963) charakteristická tím, že voda která stéká po svahu, vytváří v předmětném půdním povrchu malé, zřetelně patrné rýžky a brázdičky, u kterých postupně dochází ke spojení a prohloubení ve větší rýhy hloubky 5 - 20 cm. Tuto charakteristiku nelze pozorovat přímo na rozvodí, protože stékající voda nejprve vymývá zemité částice plošně. Poté co vrstva vody v určité vzdálenosti od rozvodí zvětší svůj objem, soustředí se do stružek a zvětší odtokovou rychlost i unášecí sílu, začnou se objevovat rýžky, brázdičky a stružky, kudy se splavuje další půda. Dochází k prohlubování rýh a k pohlcování vody z rýh sousedních. Počet malých rýžek se sice snižuje, ale objevují rýhy hlubší a širší, které nakonec velmi poškodí celý svah. Cablík a Jůva (1963) uvádí, že rýhová eroze je na pohled patrnější než plošná, avšak i její účinek se zpočátku přehlíží, protože při obdělávání půdy se erozní rýhy snadno srovnají

## Vodní eroze výmolová

Soustředí-li se srážkový odtok ve větší a rychle tekoucí proudy, které vymílají na svahu hluboké brázdy, jedná se podle Cablíka a Jůvy (1963) již o erozi výmolovou neboli stržovou. Výmolová vodní eroze je dalším vývojovým stupněm po rýhové erozi, pokud se zanedbá včasné odstranění vznikajících rýh. Není však výjimkou, že vodní eroze výmolová nastává ihned po intenzivním přivalovém dešti. Cablík, Jůva, (1963) dále uvádějí, že pokud soustředěný tok vody postupně prohlubuje dno výmolového zářezu ve směru svahu, současně se zařezává a posunuje jeho záhlaví do svahu zpětným postupem proti proudu nazývá se tento jev zpětnou neboli regresivní erozí.

## Vodní eroze bystřinná a říční

Eroze bystřinná jako nejproblematictější stupněm erozního narušování půdy, které dostatečně nechrání vegetační kryt, se projevuje v horských oblastech s příkrými svahy. Díky těmto svahům dochází k rychlejšímu prudkému odtoku dešťových a sněhových vod, které předmětnou půdu velmi erodují, následuje vznik četných erozních brázd, výmolů a strží. (Cablík, Jůva, 1963). Podobně jako bystřinná eroze se u údolních toků řek a potoků projevuje eroze říční neboli proudová. Tato eroze se projevuje rozšiřováním řečišť, prohlubováním koryt, podemiláním břehů a svahovými sesuvy (Cablík, Jůva, 1963). Dochází-li k rozrušování dna, jde o erozi dnovou, a dochází-li k erozi břehů o erozi břehovou (Holý, 1978).

### **1.1.2 Eroze půdy větrná**

Větrná eroze je typickým jevem v aridních a semiaridních zemích, s jejími projevy se však setkáváme i v humidních zemích, zejména v sušších oblastech na půdě s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi a nekryté vegetací (Holý, 1978). Zachar (1970) uvádí, že je-li intenzita větrné eroze větší než 0,5 m<sup>3</sup> z hektaru za rok (tj. vrstva o síle 0,05mm), pak se větrná eroze považuje za zrychlenou. Přehled a posouzení intenzity zrychlené větrné eroze podává tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Posouzení intenzity zrychlené větrné eroze

Označení zrychlené eroze	Odnos půdy [m <sup>3</sup> .ha-1.rok-1]
Slabá	0,5 až 5
Střední	5 až 15
Silná	15 až 50
Velmi silná	50 až 200
Katastrofální	Nad 200

(Švehlík, 2002)

### 1.1.3 Eroze půdy sněhová

Podle Holého, (1978), vzniká sněhová (nivální) eroze při jarním tání. Po neumrzlém půdním povrchu se pomalu pohybuje sněhová lavina, která při dostatečném tlaku, rozrušuje tento povrch. Projevuje se zejména v podhorských oblastech.

## 1.2 Faktory ovlivňující erozi půdy

Erozi půdy ovlivňuje vzájemně několik faktorů. Nejvýznamnějšími faktory jsou podle Holého, 1978 – klimaticko-hydrologický faktor, - morfologický faktor, - geologicko-pedologický faktor, - faktor vegetační, - hospodářsko-technický faktor, - sociálně-ekonomický faktor.

### 1.2.1 Faktor klimaticko-hydrologický

Klimatické a hydrologické vlastnosti prostředí jsou odvislé od zeměpisné polohy, nadmořské výšky, srážek, teploty ovzduší, výparu, vlhkosti vzduchu, povrchového odtoku a větrné bilance. Při navrhování protierozní ochrany je třeba zohlednit především parametry srážek a povrchového odtoku z území.,

Na povrch mohou dopadat srážky ve dvou formách a to pevné a kapalné, každá z těchto forem má jiný účinek na půdní povrch a vznikající odtok. Na vznik a průběh erozních procesů mají rozhodující vliv srážky přívalové. Při jejich průběhu dochází ke značně intenzivnímu povrchovému odtoku, jehož erozní účinek na půdu ještě intenzifikuje kinetická energie dopadajících dešťových kapek, které rozbíjejí půdní agregáty na menší částice umožňující snazší odnos. Přívalové srážky jsou intenzivní, trvají krátkou dobu, menšího plošného rozsahu, ve střední Evropě se vyskytují především v horkém letním

období. V protierozní ochraně se za přívalové deště v mírném klimatickém pásmu zpravidla považují deště s dobou trvání do 3 hodin, s výškou 10-80 mm. Intenzita deště v jeho průběhu značně kolísá, nejdříve rychle graduje do svého maxima a pak klesá, v této fázi dešť ustává nebo dochází k opětovnému nástupu vyšší intenzity. U přívalových dešťů se objevuje maximálně trojnásobná gradace. Půdní agregáty jsou rozrušovány kinetickou energií vodní kapky, kterou dosahuje při dopadu. Tato energie je závislá na velikosti kapky a na její rychlosti při styku s povrchem. Neexistuje dešť, při kterém by se vyskytovaly kapky pouze jedné velikosti. Obecně lze říci, že srážky s malou intenzitou mají obvykle menší kapky a přívalové deště jsou naopak charakteristické kapkami velkých rozměrů. Rychlost letu kapky je pak závislá na gravitaci a odporu vzduchu, který na ní působí. Kapka nejdříve svou rychlost postupně zvyšuje až do doby, kdy nastane rovnováha mezi odporem vzduchu a gravitační silou, a od tohoto okamžiku pokračuje konstantní rychlostí. Tato rychlost dopadu závisí nejen na velikosti kapky, ale i na jejím tvaru. Středně velké dešťové kapky (tj. 3 mm) mají rychlost dopadu  $8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Na jaře mají, z hlediska erozních procesů, význam srážky sněhové, protože v důsledku jejich tání dochází, v mnoha případech, ke značnému povrchovému odtoku. Míra takto vznikajícího odtoku je samozřejmě závislá na množství sněhu a na objemu vody, který obsahuje. Čerstvě napadlý sníh obsahuje 35 – 52% vody, u hrubozrnného sněhu to ale může být jen 15 až 25% objemu. Možný odtok vod z tajícího sněhu se určí z výšky sněhové pokrývky, jejího rozložení a hustoty. Odtok způsobuje transport půdních částic, které jsou uvolněny dopadem dešťových kapek, a sám o sobě rozrušuje půdní povrch, a uvolňuje k transportu další půdní částice a chemické látky. K povrchovému odtoku dochází, když intenzita deště je vyšší než infiltrační schopnost půdy. Tato vsakovací schopnost půdy klesá s postupně vzrůstající půdní nasyceností. Holý (1978).

Povrchový odtok z přívalových srážek lze, pro návrh protierozních opatření, zjistit třemi základními způsoby (Holý, 1978): - z empirických závislostí, odvozených podle pozorování a měření v přírodě, - z přívalového deště průměrné intenzity použitím součinitele odtoku, - vyhodnocením dešťů podle závislosti vsaku na intenzitě a době trvání deště. Intenzita rozrušování půdy vlivem povrchového odtoku je závislá na mnoha faktorech, mezi základní patří sklonitost území, vlastnosti půdy a současný vegetační kryt. Jako další faktor lze například jmenovat průběh tání pevných srážek.

### 1.2.2 Faktor morfologický

Vodní eroze je závislá na povrchovém odtoku vody po svažitém území. Tekoucí voda dosahuje vyšších rychlostí se zvyšujícím se sklonem a nepřerušenu délkou svahu. Intenzita degradace půdy v důsledku odosu půdních částic se snižuje s klesajícím sklonem až do momentu, kdy dojde k sedimentaci transportovaných částic na povrchu území. Vliv sklonu svahu může být zmenšen vegetačním krytem či půdními vlastnostmi, ovšem nikdy nedojde pomocí těchto prostředků k jeho úplné eliminaci. Pro určování vodní eroze se používá kritický sklon svahu, což je sklon, při kterém dochází k nebezpečnému rozrušování půdního povrchu. Obecně lze říci, že k erozi povrchu dochází tam, kde se mění plošný povrchový odtok na odtok soustředěný a plošná eroze zde přechází v erozi výmolovou. Holý (1978) uvádí, že vodní eroze se stává patrnou na zemědělských půdách při sklonu  $4^\circ$  a výrazně zřetelnou při sklonu vyšším než  $8^\circ$ . Janeček (1992) pak považuje pozemky do sklonu  $7^\circ$  za neohroženou až slabě ohroženou ornou půdu,  $4 - 10^\circ$  za půdu ohroženou mírně a  $8 - 15^\circ$  za středně ohroženou, vše co dosahuje vyššího sklonu je půda výrazně ohrožená. Při konstantním sklonu a nezměněných ostatních podmínkách dochází při dešti, který trvá déle než doba, za níž dospěje vodní částice od rozvodí k úpatí svahu, s prodlužováním této doby ke zvětšování množství povrchově stékající vody i její rychlosti a tangenciálního napětí, což vede i k růstu intenzity erozního procesu (Holý, 1978). Smyv půdy v závislosti na délce svahu roste nejdříve pozvolna, ale po dosažení určité meze dochází k velmi intenzivnímu růstu s každým přibývajícím metrem. K tomuto jevu nedochází na silně propustných půdách při malých srážkových úhrnech. Při určování erozní ohroženosti území není z hlediska morfologie území důležitý jen sklon svahu a jeho délka, ale i jeho tvar a expozice. Svah může být vypuklý, vydutý, přímý nebo kombinovaný. U vypuklých svahů dochází k nejvyšší míře eroze v jeho dolní části, u vydutých svahů to je v horní části a v nejnižší části zde dochází k sedimentaci a u přímých svahů dochází k erozi po celé jeho délce, při čemž k maximální intenzitě rozrušování dochází v místě, kde je nejvyšší tangenciální napětí stékající vody. Z hlediska expozice jsou nevýhodné svahy jižní a západní, neboť zde dochází k rychlému tání a k většímu a rychlejšímu povrchovému odtoku v jarních měsících. Kratší doba sněhové pokrývky také přispívá ke snadnějšímu vymrzání vegetace. V podmínkách České republiky je však expozice pozemku zanedbatelným faktorem. (Holý, 1978)

### 1.2.3 Faktor geologicko-pedologický

Hůla (2005), Forman (1986) a další píší následující charakteristiku geologického a půdního faktoru. Půdní vlastnosti a geologické poměry území udávají erodovatelnost půdy a tím ovlivňují intenzitu erozních procesů. Geologické poměry vstupují do erozního procesu ze dvou hledisek, prvním hlediskem je přímé působení erozních činitelů na obnažený geologický podklad a druhým je povaha půdního substrátu, jehož vlastnosti jsou určeny druhem horniny, ze které vznikl. K přímému působení erozních činitelů na geologický podklad dochází v místech, kde hornina vystupuje velmi blízko k povrchu a je obnažena průběhem větrné eroze či výmolové vodní eroze. Pokud se jedná o snadno zvětratelnou horninu (např. pískovce, slepence, břidlice), tak dochází k jejímu rychlému rozrušování a ke vzniku výmolů, strží a rýh, které se dále prohlubují. Nepřímý vliv geologického podkladu je patrný ve vlastnostech půdotvorného substrátu, který udává půdní vlastnosti, zejména jejich strukturu a obsah minerálních a chemických látek. Výsledkem je pak různá odolnost vůči působení povrchového odtoku a větru. Nejvíce odolné půdy vznikají na vápencových a dolomitických podkladech. Půdní poměry ovlivňují velikost a časový průběh infiltrace a odolnost půdy proti narušení. Infiltrace je závislá na textuře půdy, její struktuře, vlhkosti a zvrstvení. Odolnost destruktivnímu účinku je pak ovlivněna zejména obsahem humusu a nasyceností sorpčního komplexu. K erozi jsou nejméně náchylné písčité půdy, protože jsou vysoce propustné a při jejich malé soudržnosti těžší půdní částice lépe vzdorují kinetické energii vody i větru. Dále to jsou jílovité půdy, které jsou sice málo propustné, ale vykazují v mírně vlhkém stavu vysoký stupeň soudržnosti v důsledku vysokého obsahu koloidních látek. Následují půdy hlinité a nejhoršími půdami jsou pak nehumózní spraše a sprašové hlíny s nedostatkem tmelících koloidních částic. Náchylnost půdy k erozi tj. erodovatelnost, je závislá na obsahu půdních částic různé velikosti. Většinou se udává jako poměr obsahu prachu a fyzikálního jílu po plavení vzorku v destilované vodě k jeho skutečnému obsahu zjištěnému mechanickou analýzou ku poměru obsahu koloidů k vodní kapacitě zeminy. U půd na hranici mezi půdami odolnými a náchylnými k vodní erozi je tento poměr 10. Pro zjištění vlivu půdního druhu na vodní erozi je nutné zhodnotit celý půdní profil, protože o odolnosti rozhoduje seskupení jednotlivých vrstev, a při mělkém profilu pak až vlastnosti podloží. Pro vyhodnocení celého profilu je důležité hlavně umístění nepropustné vrstvy. Obsah nekapilárních pórů v půdě a stabilita půdních agregátů je určena vzájemným uspořádáním a vazbou půdních částic, což je nazýváno půdní strukturou. Strukturální půdy lépe přijímají srážkovou vodu a lépe odolávají destruktivní činnosti povrchového odtoku a

větru. Z hlediska zadržování vody v kapilárních pórech a zároveň propouštění vody do hlubších vrstev jsou příznivé půdy s drobtovitou strukturou. Naopak málo odolné jsou půdy s prašnou strukturou. Intenzita eroze je závislá na vlhkosti půdy, ta má vliv na soudržnost půdy a současně na hodnotu odtokového součinitele. Příliš vysoká vlhkost půdy výrazně snižuje infiltrační možnosti půdy a tím zvětšuje povrchový odtok. Naopak malá půdní vlhkost značně narušuje soudržnost půd a tím zmenšuje odolnost zejména vůči erozi větrné.

#### **1.2.4 Faktor vegetační**

Kolektiv (1995) charakterizuje vegetační faktor takto: vegetační kryt chrání povrch před přímým dopadem dešťových kapek a před působením větru, podporuje také vsak vody do půdy, brzdí povrchový odtok a zlepšuje chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy. Dešťové kapky jsou zachycovány nadzemními částmi vegetačního krytu a postupně z nich stékají na půdní povrch. Lepší struktura půdy, která je ovlivněna kořenovým systémem, společně s tímto zpomalením rychlosti dopadu kapky zmenšuje povrchový odtok a zvyšuje vsak do půdy. Zlepšení půdní struktury nenapomáhá jen kořenový systém, ale i případné ponechání nadzemních organických zbytků na povrchu půdy a zmenšení výparu z půdy v důsledku zastínění vegetací. Platí zde, že čím lépe zapojený porost, tím lepší ochrana před erozními činiteli.

#### **1.2.5 Faktor hospodářsko-technický**

Eroze vzniká ve větší míře na pozemcích, na kterých došlo k přeměně přirozeného vegetačního krytu na intenzivně obdělávanou zemědělskou půdu. Proto je nutné vhodně volit způsob využívání a obhospodařování půdy, polohové rozmístění kultur a zařazení příznivě působících osevních postupů. Intenzitu a průběh erozních procesů lze výrazně ovlivnit polohovým a tvarovým uspořádáním pozemků, vrstevnicovým obděláváním, sklonem svahu, umístěním různých kultur atd.

#### **1.2.6 Faktor sociálně-ekonomický**

Erozní ohroženosti pozemků se dá zabránit racionálním využíváním půdy, které předpokládá hluboké znalosti přírodních zákonů. Dostatečným zvážením každého umělého zásahu do přírodních struktur a to nejen z hlediska jeho provedení, ale i jeho nutnosti. Čím více je vzdělaná společnost, tím snadněji najde vhodné řešení rozporu mezi požadavky přírody a člověka (Janeček, 1992).



### **1.3 Protierozní opatření**

Správně nastavená protierozní ochrana, tedy prevence, nejvíce přispěje k obnově krajiny a ochraně životního prostředí píše Toman, (1995) Protierozní opatření může dělit na tři skupiny – organizační, agrotechnická a technická opatření. (Šarapatka a kol. 2008)

Protierozní opatření více či méně pozitivně ovlivňuje negativní působení eroze, zabraňuje znečištění povrchových vod smyvem půdy a chrání samotnou půdu. Množství splavenin ve vodních tocích a narůstající intenzitu eroze zvyšuje zejména člověk nevhodným působením v krajině (Šarapatka a kol., 2002). Tlapák a kol. (1992) píše, že je nejdůležitějším cílem protierozních opatření zamezit škodlivému působení eroze, chránit půdu a zabránit znečištění povrchových vod díky splachům z povrchu půdy.

#### **1.3.1 Organizační protierozní opatření**

Janeček a kol., (1992) uvádí jako základní opatřením na ochranu půdy před vodní erozí pěstování okopanin, kukuřice a ostatních širokořádkových rostlin na pozemcích rovinných nebo mírně sklonitých – do 8 % a dále Janeček a kol. (1992) píše, že svazích se sklonem do 15 % je nutné protierozní účinek těchto plodin zvýšit buď střídáním vrstevnicových pásů okopanin a víceletých pícnin nebo je úplně nahradit obilninami.

#### **Protierozní použití vegetace a protierozní osevní postupy**

Vegetace je dle Holého, (1978), velmi účinným protierozním opatřením a její protierozní účinek se zvyšuje s hustotou porostu a vegetační dobou. Jako velmi účinný se projevil lesní porost. Aby se nezhoršoval příznivý stav půdy, měli bychom, využít vlastnosti plodin a tím uchovat a napomocť v protierozní ochraně. V protierozní ochraně můžeme vegetaci využít v podobě protierozních osevních postupů, pásovém pěstování plodin, ochranném zatravnování, ochranný lesních pásů nebo plošného zalesňování.

Zařazením ochranné plodiny do osevního postupu docílíme snížení hodnoty faktoru vegetačního krytu (faktor C) a tím i erozního smyvu. Ochranné plodiny jsou vhodným opatřením na pozemcích, které jsou mírně ohroženy erozí. (Kokolia a Kos, 1989). Protierozní osevním postupem označujeme pěstování zemědělských plodin takovým způsobem, aby se na půdních honech po sobě pravidelně střídaly plodiny, které ve svém sledu chrání půdu před erozí, zároveň dlouhodobě kultivují půdu a přináší co nejvyšší sklizňové výnosy. Holý, (1978) uvádí, že orná půda je ohrožena erozí především při pěstování širokořádkových plodin a nejlepším protierozním účinkem se vyznačují zejména pícniny a trávy.

## **Tvar a velikost pozemku**

Dle Janečka, (2008) je z pohledu protierozní ochrany žádoucí, aby rozměry půdního honu ve směru sklonu nepřevyšovaly přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. Dodržet optimální velikost pozemku je však v praxi poměrně obtížné. Dle Janečka, (2008) jsou v každé lokalitě a konkrétním případě zohledňovány různé vlivy a podmínky. Velikost a tvar pozemku tedy určují do značné míry místní a geografické poměry spolu s požadavky na přístupnost pozemků a způsob hospodaření na půdě. Obecně lze doporučit vytváření půdních bloků o velikosti do 50 ha v rovinných územích a 20 ha ve členitějších územích s převažujícími délkami ve směru vrstevnic

## **Pásové pěstování plodin**

Jedná se o opatření, které je účinnější než vrstevnicové obdělávání půdy a tvoří jej pásové střídání plodin a systém ochranných pásů. Spočívá v obdělávání půdy ve směru vrstevnic v kombinaci se střídáním stejně širokých pásů plodin nedostatečně chránících půdu (např. kukuřice) a pásy střídání plodin chránících půdu (trav, pícnin). Šířka pásů je buď stejná a volí se podle šířky mechanizačních prostředků a v závislosti na svažitosti nebo nestejně široké pásy trvalých travních porostů ( Kvítek a Tippl (2003)

. Pásky tedy zakládáme po vrstevnicích a dále Holý, (1978) píše, že vegetační kryt má účinnou protierozní ochranu a také příznivý vliv na schopnost půdy absorbovat vodu. Pásky rostlin s nižším C faktorem (okopaniny, kukuřice) střídáme s pásky plodin s vyšším C faktorem (obiloviny). V principu je důležité, aby stékající srážková voda z pásu např. širokořádkové kukuřice byla zachycena na ochranném pásu pěstované pšenice a vsákla se do půdy. Přirozeně by spolu neměli sousedit dva pásy širokořádkových plodin. Toto pásové pěstování je součástí protierozních osevních postupů).

## **Ochranné zatravnění**

Jeli půda výrazně ohrožena erozí a jiná protierozní opatření dlouhodobě selhávají, měla by být trvale zatravněna. Trvale zatravněujeme i půdy, které mají nepravidelný tvar, neplodné půdy či písčité půdy.

Holý, (1978) uvádí, že dobytek na pastvinách by neměl narušovat souvislost drnu a že dobře zakořeněný a ucelený porost poskytuje účinnou ochranu. Podle Holého, (1978), bychom měli na pastvinách udržovat kultury mechanicky odolnější. Intenzivní spásání a vznik stezek mohou být počátkem výmolvé eroze, tomu lze zabránit oplůtkovou pastvou (Holý, 1978).

## **Ochranné lesní pásy**

Dalším protierozním řešením jsou ochranné lesní pásy. Lesy se sázejí do pásů, které by měli erozi omezit. Důležitá je šířka a vzdálenost těchto pruhů.

Lesní pásy jsou jednou z nejlepších protierozních opatření. Nevýhodou protierozního zalesňování je prostorová a finanční náročnost. Podle Holého, (1978), je důležité prokázat protierozní účinnost zalesnění v každém konkrétním případě, právě vzhledem k náročnosti tohoto opatření a změně půdního fondu.

Půda lesního porostu nezamrzá tak silně jako půda zatravněná. Lesní pásy se vysazují se proti svahu, tak nejlépe zachytí jarní sněhová tání a přebytečnou vodu pomohou vsáknout do půdy. Vhodné je lesní pásy doplnit záchytnými hrázkami, příkopy a průlehy, zvýší se tak jejich účinnost. (Holý, 1978).

### **1.3.2 Agrotechnická protierozní opatření**

Na organizační opatření navazují agrotechnická a vegetační opatření. I tyto opatření mají v protierozní ochraně obrovský význam (Holý, 1978).

#### **Výčet agrotechnických opatření**

- Orba kolmo na směr větru
- Provádění hrubé podzimní po vrstevnici
- včasné setí ozimů, minimalizace zpracování půdy
- bezorebné pěstování širokořádkových plodin, posklizňové zbytky použít jako ochranu před erozí

- důlkování povrchu půdy – použití důlkovače
- setí do hrubé brázdy (Kvítek, Tippl, 2003)
- mulčování vrstva 10-20cm. Vysoce účinné, výrazně omezuje erozi, zmenšuje nebo vylučuje potřebu kultivace. Švehlík (2005) doporučuje aplikovat na ohrožených půdách, sklon (12-18%).

### **1.3.3 Technická opatření**

Tato opatření slouží především k vyrovnání terénních příčných nerovností a snížení sklonu velmi svažitéch pozemků. Dále meliorace, zachycování erodované zeminy, k ochraně intravilánů obcí a komunikací apod. Používají v případech, kdy nelze hodnot přípustné ztráty zeminy dosáhnout organizačními a agrotechnickými opatřeními nebo pokud je řešení technickými opatřeními výhodnější (Janeček, 2008).

## **1.4 Trvale udržitelné zemědělství**

Protože půda je přírodním bohatstvím, které je k dispozici jen omezeně, měla by být využívána co možná nejšetrněji a nejefektivněji a samozřejmě i s ohledem na její trvalou udržitelnost. Každý zemědělec by měl s půdou nakládat co nejšetrněji, neustále by jí měl zúrodnovat a kultivovat

Aplikace integrovaných metod může být zásadním krokem na cestě k trvale udržitelnému zemědělství. Ochrana půdy před erozí větrem a vodou, nadměrným zhutněním půdy a kontaminací látkami se škodlivým nebo nežádoucím účinkem.

### **1.4.1 Globalizace a intenzifikace**

Do nástupu průmyslové revoluce bylo zemědělství převažujícím odvětvím národního hospodářství, zaměstnávalo většinu obyvatel produkujících potraviny a suroviny především pro vlastní spotřebu. Od konce 18. století, s nástupem kapitalismu v Evropě, se zásadně změnila výroba, rostla potřeba surovin a paliv pro pohon strojů. Těžba fosilních paliv přispěla k rozšíření a zrychlení dopravy. Rychle rostl mezinárodní obchod. Do průmyslu, dopravy, obchodu a dalších navazujících odvětví se z venkova přesouvalo čím dál více lidí, které ale bylo nutno uživit. To nemohlo tradiční zemědělství zajistit, a proto byla nutná jeho intenzifikace. Velký rozmach zaznamenalo šlechtění rostlin a zvířat, především na vyšší užitkovost. Vyšší výnosy rostlin byly dosaženy nejen statkovými hnojivy, ale i použitím přírodních minerálních hnojiv a umělých hnojiv. Intenzifikace zemědělské produkce pokračuje nepřetržitě zavedením pesticidů,

morforegulátorů, desikantů a dalších chemických prostředků. Ve šlechtění rostlin se snaha o zvýšení produkce a ovlivnění kvality dostala až na současnou úroveň modifikace genetických základů rostlin. Obdobné snahy se týkají i živočišné produkce, kde jsou upravována krmiva na vysokou schopnost konverze s cílem dosažení co nejvyššího přírůstku produkce a jejího zlevnění. V některých zemích jsou používány přípravky na bázi stimulátorů růstu, jsou preventivně podávána antibiotika či jiné formy premedikace. Snaha o zvýšení a zlevnění produkce vede k její specializaci a koncentraci. Stále více zemědělských podniků se orientuje na pěstování omezeného sortimentu plodin a snížila se i rozmanitost v rámci živočišné výroby. Následkem toho klesá agrobiodiverzita, roste stres, výskyt chorob a škůdců a logicky i spotřeba ochranných látek proti nim. S růstem intenzity produkce jsou postupně opouštěny přirozené způsoby pěstování rostlin a chovu zvířat. Ve zpracovatelském odvětví jsou přírodní suroviny mnohdy upravovány, či dokonce nahrazovány, již ne jen pro zdraví konzumenta, ale také za účelem co největšího zisku pro obchodníka. Z důvodů uměle levné dopravy a také levné pracovní síly v různých částech světa, se vyplácí potraviny přepravovat od producentů ke spotřebitelům po celém světě. Produkce a spotřeba realizovaná dříve v rámci malého území se dnes přesunula na globální úroveň. Význam světového trhu s potravinami rychle roste. Například podíl čerstvého ovoce, zeleniny a květin na světovém trhu s komoditami dosáhl už v roce 1990 přibližně stejných hodnot (5 %) jako obchod s ropou. V uplynulých desetiletích dále rostl význam maloobchodních řetězců. Největší nadnárodní společnosti obchodující s potravinami dnes kontrolují většinu trhu s potravinami v mnoha ekonomicky rozvinutých zemích. Supermarkety mají zásadní vliv i na zemědělce. Určují, kdo bude jejich dodavatelem, jaký bude standard kvality produkce a často za jakých podmínek bude realizována produkce. V budoucnosti lze očekávat jejich rostoucí vliv.

#### **1.4.2 Trvalá udržitelnost a půda**

“Národ, který ničí půdu, ničí sebe” (Franklin D. Roosewelt).

Eroze půdy je dnes nejvýraznějším degradačním faktorem v ČR, ale i celosvětově, jak uvádí Šarapatka a kol. (2010) O zúrodnování a zachování půd, existují vědní obory, ale i mnohá beletristická díla zdůrazňující jedinečnost půd a jejich úrodnosti. Půdotvorné procesy probíhají velmi pomalu. Lidstvo dnes dokáže pěstovat rostliny např. v hydroponii nebo na umělém substrátu zavlažovaném živným roztokem. Zkusme si však představit ekonomiku skalnaté krajiny oživené jen hydroponiemi. Nemluvě o estetické stránce

přírodní krajiny, kde většina planě rostoucích rostlin je rovněž vázána na půdu ( Nátr, 2005).

### **1.4.3 Trendy v zemědělství**

Od počátku devadesátých let až do současnosti prošla zemědělská politika v ČR několika vývojovými etapami. Po období nápravy vlastnických vztahů k zemědělskému majetku a stabilizaci podnikatelské struktury, která vzešla z transformačních procesů, bylo nezbytné řešit problém nedostatečné údržby krajiny, zejména v nepříznivých oblastech, kde zemědělství bez příslušných podpor postupně upadalo. Cílem bylo restrukturalizovat v daných oblastech výrobu a udržet kulturní ráz krajiny. Zásadní řešení pak přinesl zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství tzv. „Zemědělský zákon“, který kodifikoval podporu méně příznivým oblastem a mimoprodukčním funkcím zemědělství. Zprvu bylo nosným programem zachování údržby zemědělských pozemků, a to jak travních porostů, tak i orné půdy. Program vycházel z principu kompenzace míry znevýhodnění té které oblasti. V podhorských oblastech se jednalo zejména o podporu chovu masných plemen resp. chovu skotu bez tržní produkce mléka, chovu ovcí, údržbu trvalých travních porostů a další zatravňování, případně zalesňování. Velmi důležitým programem byla podpora ekologického zemědělství, resp. úhrada ekonomické újmy v důsledku uplatnění tohoto typu hospodaření. Opatření přinesla redukci intenzity hospodaření v produkčně méně příznivých oblastech a snížení produkce. Hospodaření v krajině bude nadále tím extenzivnější, čím nevhodnější jsou místní podmínky. Vedle místních podmínek a agrárně-politických rámcových podmínek závisí nynější využívání krajiny navíc také na vnějších zemědělských faktorech jako např. na nezemědělské pracovní nabídce. Když se obecně zhorší ekonomické rámcové podmínky pro zemědělství, je nutné počítat s nárůstem extenzivních postupů využívání krajiny, stejně jako rozšíření plochy ležící ladem. Rozšíření extenzivního využití zelených ploch by mohlo vést k podstatnému zlepšení biotické ochrany zdrojů. V nepříznivých stanovištních podmínkách by hospodaření nemělo být založeno na maximalizaci tržeb z hektaru přidáváním dalších intenzifikačních vstupů, ale spíše na rentabilitě vložených prostředků, včetně přiměřeného omezení vstupů ve prospěch přírody. Bylo by velmi žádoucí zavést takové metody hodnocení produktivity, které berou v potaz vlivy zvyšování produkce na životní prostředí. Takzvané environmentální účetnictví by zahrnovalo i náklady spojené s ochranou přírodních zdrojů a nápravou škod a hodnotilo dlouhodobě udržitelnou ziskovost. (Jan Moudrý st., Jan Moudrý ml., Tomáš Chovanec,

Eliška Hudcová, 2019)

#### **1.4.4 Minimalizace zpracování půdy**

Pro zachování kvalitní půdy je jednou z možností minimalizace jejího zpracování. Současná ekonomická situace v našem zemědělství nutí zemědělce hledat stále nové zdroje úspor a omezení veškerých nákladů na pěstování plodin. Potom se musíme zabývat i tím, jak dále v širším uplatňování minimálních a půdoochranných technologií v široké zemědělské praxi, když orba patří stále mezi nákladově a pracovní nejnáročnější operace. Dosavadní klasická příprava půdy, zahrnující obracení, kypření, drobení a utužování půdy, vyžaduje hlavně vysoké náklady před setím ať už ve formě spotřeby nafty, mezd, chemických přípravků včetně pesticidů, nebo opotřebení tažných prostředků apod., což značně snižuje zisky. V patrnost je třeba brát též poměrně značnou časovou náročnost jednotlivých operací. Z tohoto hlediska se jako jediná cesta vedoucí ke snížení nákladů na obdělávání půdy a získání zisku jeví minimalizace zpracování půdy (Kukalová, 2001)

Způsob zpracování půdy a s ním související distribuce posklizňových zbytků ovlivňují celou řadu fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. (Hůla, Procházková a kol. 2008) Různé zpracování půdy vyvolává změny, které se nejvíce dotýkají objemové hmotnosti půdy, která pak ovlivňuje celý komplex fyzikálních vlastností půdy. S objemovou hmotností úzce souvisí i pórovitost půdy. Vodní a vzdušný režim půdy je významně ovlivněn objemem a zastoupením jednotlivých velikostních skupin pórů. Ke zvýšení objemové hmotnosti půdy a snížení celkové pórovitosti půdy dochází nižší intenzitou jejího zpracování. Poměr kapilárních a nekapilárních pórů se mění, to se promítá ve zvyšování vododržnosti půdy, a tím i obsahu vody v půdě, a ve snižování hodnot její provzdušněnosti. Významným prvkem půdní úrodnosti je strukturní stav půdy. Do základních fyzikálních vlastností půdy a do strukturního stavu půdy se promítne nejen různá intenzita jejího zpracování, ale i hospodaření s posklizňovými zbytky rostlin (Hůla, Procházková a kol. 2008).

#### **1.4.5 Ekologické zemědělství**

je definováno mnoha způsoby. Dle Mezinárodní zastřešující organizace pro ekologické zemědělství (IFOAM) zní takto: „Ekologické zemědělství je výrobní systém, který udržuje zdraví půdy, ekosystémů a lidí. Spočívá v ekologických procesech, biologické rozmanitosti a cyklech přizpůsobených místním podmínkám, spíše než ve využití vstupů s opačným dopadem. Ekologické zemědělství kombinuje tradici, inovace a vědu, které jsou prospěšné životnímu prostředí a podporují upřímné vztahy a kvalitu

života všech zúčastněných.“ (Jan Moudrý st., Jan Moudrý ml., Tomáš Chovanec, Eliška Hudcová, 2019)

## **1.5 Ekologická stabilita krajiny**

Oporou tvorby ÚSES mimo resort MŽP jsou rovněž nástroje územního plánování. Posláním územního plánování je mimo jiné dát ÚSES do souladu s ostatními funkcemi a záměry, které se promítají do ÚPD formou základních zásad uspořádání území a limity jeho využití, které jsou stanoveny v regulativech funkčního a prostorového uspořádání území. Vyhláška č. 500/2006 Sb. o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti upřesňuje, co je obsahem těchto závazných regulativů. Vedle limitů využití území a jiných územních systémů jsou zde jmenovány systémy ekologické stability. Začlenění skladebných částí ÚSES do územně plánovací dokumentace je jedním z mála nástrojů k prosazování zájmů ochrany přírody a krajiny. Pokud má zůstat krajina trvale obytná a produktivní, je třeba její jednotlivé labilní formace navzájem izolovat, vytvořit síť záchytných bodů (biocenter) a jejich spojnic (biokoridorů), které by zajišťovaly spojení mezi jednotlivými stabilními zónami. Tím se vytvoří sekundární diverzita (druhová rozrůzněnost), která je hlavním základem stability krajiny. Takovými stabilními a stabilizujícími ekosystémy (krajinnými pufry) jsou druhově a skladebně bohatá a stanovištně odpovídající společenstva a formace, které mají možnost se dlouhodobě dynamicky vyvíjet. Jejich hlavními představiteli jsou lesy, trvalé drnové formace (louky a pastviny a zatravňovaná lada), parky a trvalá vegetace vůbec, dále pak vodní toky a vodní nádrže a jejich doprovodné břehové porosty a mokřady. Podle Skleničky (2003) můžeme krajinu vnímat jako živý systém, který reaguje na podněty. Některé jsou pravidelné - například opakování ročních období nebo denní režim, a některé nahodilé. Faktory ovlivňující krajinu jsou vnější a vnitřní (exogenní a endogenní). Z důvodů existence těchto faktorů lze hovořit o proměnlivém stavu krajiny. Pokud se tedy jedná o nerovnovážný stav, je lépe vystihujícím termínem dynamická (ekologická) rovnováha, a ta průvodním jevem ekologické stability. (Zimová 2007)

Semerádová (1998) nevidí podstatu stability v neměnnosti, ale říká, že stabilita je schopnost udržovat stav dynamické rovnováhy, udržování pomocí přizpůsobení vnitřních



procesů bez zásadních změn vlastní struktury nebo schopnosti vrátit se do rovnováhy po odeznění rušivého vlivu.

Forman a Gordon (1993) uvádějí, že rezistence krajiny proti narušení a její následné navrácení po narušení je to, co charakterizuje termín ekologická stabilita krajiny. Stupeň stability má každá krajinná složka a celková stabilita tak zároveň odráží poměr všech zastoupených typů krajinných složek.

Odolávat vlivům, které vyvolávají změnu, může pouze ekologicky vysoce stabilní ekosystém. Uchování stávající ekologické stability ve využívaných ekosystémech lze pomocí hospodářských zásahů. Ty by měly být prováděny s ohledem na ekologické zákonitosti právě konkrétní lokality a uplatňovat tak principy tzv. ekologické optimalizace ( Kender 2000)

### **1.5.1 ÚSES**

Metodika vymezování územního systému ekologické stability (ÚSES) byla zadána Ministerstvem životního prostředí ČR s cílem, vytvořit odborný metodický nástroj vymezování územního systému ekologické stability, který bude využívat především projekční praxe a zajistí efektivní využití finančních prostředků v rámci Operačního programu životního prostředí. Využije se především při výkonu státní správy v ochraně přírody a krajiny. Předkládaná metodika vymezování ÚSES vychází z teorie ÚSES formulované v 80. letech 20. století. V metodice je koncept územního systému ekologické stability podrobněji rozpracován, aktualizována jsou základní přírodovědná východiska a principy vymezování ÚSES v čteně stanovení prostorových i funkčních parametrů i vztah k biogeografickým jednotkám. Metodika se zabývá vymezením nadregionálního, regionálního a místního ÚSES, především v oborových dokumentacích (plánech ÚSES), ale plánuje se využití při jeho vymezování v navazujících dokumentacích. Metodika je v souladu se současnou právní úpravou i metodickými postupy v oborech územního plánování a pozemkových úpravách A uplatňují se v ní praktické zkušenosti autorizovaných projektantů. Projekt zpracování „Metodiky vymezování územního systému ekologické stability“ byl spolufinancován z OPŽP 2007–2013, prioritní osy 8 - Technická pomoc financované z Fondu soudržnosti.

Vytváření územního systému ekologické stability je podle § 4 odst. (1) zákona č. 114/1992 Sb. veřejným zájmem, na kterém se podílejí vlastníci pozemků, obce i stát. Přestože vzhledem k stavu a vývoji teoretického poznání, v krajinné ekologii a především v ekologii společenstev, neodpovídají některé legislativní podklady v plné míře současným poznatkům (např. funkce biokoridorů, izolovanost krajinných „ostrovů“ atd.), jsou USES velmi cenným nástrojem ochrany krajiny. Jejich uchování má význam pro ochranu relativně zachovalých pozůstatků krajiny před nevhodným hospodařením a využíváním. Je jim dán předpoklad nejen pro ochranu krajiny a zanikajících krajinných struktur, ale i pro jejich udržování a obnovu, respektive vytváření struktur nových. (Kostkan, 1996).

Cílem ochranné práce v krajině je zachovat nebo obnovit harmonickou krajinu, z vysokou ekologickou stabilitou, tj. schopností ekologických systémů uchovávat a reprodukovat podstatné charakteristiky pomocí autoregulačních procesů. Pro její zabezpečení v krajině slouží popsání a vytvoření Územního systému ekologické stability – ÚSES. Územní systémy ekologické stability, jejich tvorba a ochrana, jsou zakotveny v legislativě. (Kostkan, 1996).

Úkolem územních systémů ekologické stability je zejména vytvoření sítě relativně ekologicky stabilních území, ovlivňujících příznivě okolní, ekologicky méně stabilní krajinu, zachování či znovuobnovení přirozeného genofondu krajiny, zachování či podpoření rozmanitosti původních biologických druhů a jejich společenstev (biodiverzity), (Kostkan, 1996).

Rozlišení dle biogeografického významu na místní (lokální), regionální a nadregionální úroveň územního systému ekologické stability. Zachování a obnovu přírodního bohatství, pozitivní působení na okolí méně stabilní části krajiny a vytvoření základních aspektů pro mnohostranné využívání krajiny zajišťuje vymezení systému ekologické stability. Stanovit a hodnotit toto vymezení je úkolem orgánů územního plánování a ochrany přírody v součinnosti s orgány jak vodohospodářskými, tak rovněž ochrany zemědělského půdního fondu a státní správy lesního hospodářství. Územní systém ekologické stability tvoří biocentra, biokoridory, interakční prvky a účelné rozmístění na základě funkčních a prostorových kritérií. Na vytváření územního systému ekologické stability se podílejí vlastníci pozemků, obce i stát, jedná se o veřejný zájem. Všichni vlastníci a uživatelé pozemků tvořících základ systému ekologické stability jsou povinni jej chránit. (Buček a Lacina, 1995)

Podle Skleničky (2003), poznamenala úroveň metodických postupů zejména v počátku, rychlost vzniku a nedostatek zkušeností s jejich navrhováním a prosazováním. Proto ani ÚSES není dokonalým řešením všech neduhů české krajiny. Neřeší celou problematiku ochrany přírody a krajiny, ale je zatím jedinou systematicky zpracovanou metodou, opřenu o teoretická východiska krajinné ekologie.

Cílem zabezpečování ÚSES v krajině je:

- uchování a podpora rozvoje přirozeného genofondu krajiny,
  - zajištění příznivého působení na okolní, ekologicky méně stabilní části krajiny a jejich prostorové oddělení,
  - podpora možnosti polyfunkčního využívání krajiny,
  - uchování významných krajinných fenoménů
- (Kostkan, 1996).

### **Biocentrum (BC)**

Biocentrum je skladebnou částí územního systému ekologické stability, která je nebo by cílově měla být tvořena ekologicky podstatným segmentem krajiny. Tento segment umožňuje trvalou existenci druhů i společenstev přirozeného genofondu krajiny svou velikostí a stavem ekologických podmínek. (vyhláška č. 395/1992 Sb)

Biocentrum je biotop nebo soubor biotopů v krajině, který svým stavem a velikostí umožňuje trvalou existenci přirozeného či pozměněného, avšak přírodě blízkého ekosystému. Jeho základní funkcí je zachovávat biodiverzitu dané krajiny, právě tak, jako pro dané území charakteristická unikátní společenstva. Její skladebnou (funkční) částí ÚSES. (Kostkan, 1996). Pro potřeby popisu a projekce se rozlišují biocentra:

- Podle funkčnosti
- Podle vzniku a vývoje ekosystémů
- Podle reprezentativnosti
- Podle rozmanitosti ekotopů
- Podle rozmanitosti současných biocenóz
- Podle typu formace
- Podle geoekologických vazeb

- Podle biogeografické polohy
- Podle významu

### **Biokoridor (BK)**

Je definován prováděcí vyhláškou č. 395/1992 Sb. (§ 1 písm. b) k zákonu č. 114/1992 Sb. jako území, které neumožňuje rozhodující části organismů trvalou dlouhodobou existenci, avšak umožňuje jejich migraci mezi biocentry a tím vytváří z oddělených biocenter síť.

Základní funkcí by mělo být umožnění výměny jednotlivců mezi populacemi, dosycování populací tam, kde se početnosti snižují a snižováním rizika genetické eroze v důsledku příbuzenské plemenitby. Velmi často je biokoridor veden po linii břehového porostu toku jako dřevinného a lučního vegetačního doprovodu na březích vodních toků. Biokoridory, podobně jako biocentra rozlišujeme (Kostkan, 1996):

- Podle funkčnosti
- Podle vzniku a vývoje ekosystémů
- Podle rozmanitosti ekotopů
- Podle rozmanitosti současných biocenóz
- Podle typu formace
- Podle geoekologických vazeb
- Podle významu a podle podobnosti spojovaných biocenter

Pozitivní působení na ekologicky labilní části krajiny, stejně jako pozitivní působení v rámci orientace dálkových migrantů zvyšuje prostupnost krajiny a její estetickou hodnotu je podle Skleničky (2003) další funkcí biokoridorů. Dále ještě Sklenička (2003) uvádí, že rámcově vymezené biokoridory jsou pro mimoekologické funkce podstatně využitelnější než biocentra. Rámec vymezení biokoridorů je na rozdíl od biocenter volnější

Podle Dumbrovského (2004) zapojením biokoridorů do systému protierozní ochrany půdy hlavně přerušením délky erozí ohroženého svahu, zpomalením rychlosti odtoku přívalových vod a při případném doplnění vhodnými liniiovými prvky protierozní

ochrany (např. zatravněný průleh v kombinaci s vegetačně zpevněnou údolnicí) je umožněno jejich neškodné odvedení a snížení unášecí schopnosti větru. Protierozní funkci může přizpůsobit jen prostorová lokalizace biokoridoru, ne však struktura jeho vegetačního krytu, který v zásadě vychází z jeho postavení v rámci ÚSES

### **Interakční prvky (IC)**

Je základním skladebním prvkem ÚSES na lokální úrovni. Jsou to především EVKP a ekologicky významná liniová společenstva, ale i jinak utvářené segmenty krajiny víceméně navazující na biocentra a biokoridory. Bývají menší plochy nebo délky než BC nebo BK izolované, a proto sami o sobě mají omezenou stabilitu. Doplnuje ekologické niky těch druhů organismů, které jsou schopny se zapojovat do potravních řetězců sousedních, méně stabilních společenstev, jsou sídlem opilovačů kulturních rostlin, predátorů a parazitů škůdců polních plodin. Územní systém ekologické stability jako celek mají řadu funkcí. Primární funkcí jsou stabilizační funkce velkých krajinných ekosystémů, vč. funkce krajino tvorné (Kostkan, 1996).

Tvorba biologických protierozních opatření a realizace prvků územních systémů ekologické stability (zakládání vsakovacích pásů, průlehů a ochranných liniových travních porostů v okolí výsadeb nebo pro účely ochrany vodního toku na pozemcích, které nejsou evidovány v katastru nemovitostí jako trvalé travní porosty nebo ostatní plocha se způsobem využití neplodná půda), výsadba liniových, skupinových a plošných porostů, solitérních dřevin na pozemcích mimo les (solitérní stromy, liniové a skupinové výsadby) jsou velmi využitelnými prvky. (Buček a Lacina, 1995)

### **1.6 Meziplodiny a osevní postupy**

Základem agrosystémů, kde mají mnoho funkcí, je dodržování pravidel střídání plodin, tedy osevních postupů. Tyto pomáhají s dosažením žádoucích parametrů půdní úrodnosti, kvality produkce a efektivnosti jak ekonomické, tak energetické. Osevní postupy by měly být sestaveny vhodnou a vyváženou skupinou plodin tak aby představovaly tu nejlepší variantu ze všech možných rotací plodin. Mělo by být dosaženo maximum pozitivních a minimum negativních vzájemných interakcí. Dále by mělo dojít u osevních postupů z krátkodobého hlediska trhu a zisku k dosažení ochrany půdní úrodnosti s minimálními potřebami na vstupy, stejně jako by mělo dojít k omezení negativních dopadů

hospodaření na životní prostředí. Nutné je brát v úvahu vlastnosti pěstovaných plodin, dále půdně-klimatické podmínky, možnosti prodeje, infrastrukturu a také zpracování produkce. Základem celého systému rostlinné produkce je vhodně navržený osevní postup. Skupiny plodin rotující ve správném osevním postupu jsou ve vzájemné interakci, a rovněž doprovázeny founou a flórou. Výsledkem správně zvoleného uspořádání plodin je nahrazení fyzikálně-chemických metod používaných při hospodaření metodami biologickými (Šarapatka a kol. 2010). Kohout (2002) uvádí, že osevní postup je realizací určité strukturální skladby rostlinné výroby v podniku a můžeme jej definovat jako stálý způsob střídání pěstovaných plodin či jejich skupin během n let na n honech. Počet různých půdních druhů v podniku, různá kvalita půdy, různá sklonitost pozemků, možnost a nemožnost provádět na některých pozemcích závlahu, rozmístění center živočišné výroby a další aspekty ovlivňují, zda má podnik zemědělské prvovýroby jeden nebo více osevních postupů.

Meziplodiny mají nezaměnitelný význam a jsou nezbytnou součástí moderní rostlinné výroby při tzv. ozelenění půdy po celou vegetační dobu. Využívají část doby mezi dvěma hlavními plodinami v osevním sledu. Zařazením meziplodin docílíme mnoho pozitivního-zvýšené využití ekologického potenciálu stanoviště, lepší využití půdy a určité zpestření (rozšíření spektra) počtu druhů pěstovaných plodin.

Meziplodin mají tyto významné a nezastupitelné:

- obohatí půdu posklizňovými zbytky a zlepší koloběh a využití živin
- zajišťují funkci přerušovače v osevních postupech s větší koncentrací plodin stejné pěstitelské skupiny (obiloviny)
- významnou úlohu mají při regulaci zaplevelení
- uplatňují se na vytváření stínového garé svým zeleným pokryvem a šetření půdní struktury
- využívají se k náhradě hnojení chlévským hnojem v případech jeho nedostatku
- při použití bobovitých obohacují půdu dusíkem
- plní významnou funkci v pásmech hygienické ochrany a v erozně ohrožených oblastech
- mohou se účinně podílet na zlepšení produkce objemných krmiv
- využívají se při půdoochranných technologiích zpracování půdy

Významnou funkci mají také z hlediska omezování ztrát živin jejich vyplavováním z půdy, především v podmínkách vyšších srážek a propustnějších půd.

U meziplodin a jejich působení v protierozní ochraně se především vychází z obecné zásady, že by půda měla mít rostlinný pokryv co nejdéle v roce. Meziplodiny mají nezastupitelný význam jako ochranné porosty proti poškozování půdy erozí, proti smyvu a ztrátovému odtoku vody a jsou významnou složkou tzv. půdoochranných postupů. Velmi výrazný vliv meziplodin a tím i pokryv půdy je při omezení vodní a větrné eroze. Podle Vacha (2005) se při 20% pokryvu půdy meziplodinami zmenší eroze o 48%, při 90% pokryvu pak klesá pod 5% .

### **1.6.1 Vývoj a historie osevních postupů**

Osevními postupy a vhodným střídáním a zařazováním plodin se zabývají lidé již od dob, kdy zjistili, že úrodnost půd je vyčerpávána neustálým pěstováním téže plodiny na stejném místě. Pro zemědělství se v historii používala převážně půda získána žďářením lesů. Na takové půdě byly polní plodiny pěstovány několik let po sobě a úrodnost po čase výrazně klesala. Proto se později začala využívat tzv. přílohová soustava, na území dnešní České republiky to bylo od doby prvobytně pospolné (4 tis. př. n. l.) až do druhé poloviny prvního tisíciletí. Příloh (dlouhodobý úhor) je pozemek, který je dříve obdělávaný a jehož cílem je obnova půdní úrodnosti po obilných sledech. Část pozemku se nechala zarůst travinami na přibližně 10 až 15 let a využívala se jen k pastvě hospodářských zvířat, která půdu zásobila živinami z výkalů. Docházelo tím k částečné regeneraci půdní úrodnosti. Trojhonné hospodářství (systém krátkodobého úhoru) bylo prvním uspořádaným střídáním plodin, které se zavedlo přibližně v 8. - 9. století. Obdělávat půdu střídáním ozimu, jařiny a úhoru bylo díky takovému střídání možné trvale. (Úhor - pozemek, který byl ponechán jeden rok ladem a nebyl oséván). Na rozdíl od přílohové soustavy tím byla významně zkrácena doba, kdy se na půdě pěstovaly plodiny. Důležitým činitelem se střídání plodin v zemědělské výrobě stalo od 2. poloviny 18. století, kdy se uskutečňovalo zprvu podle zkušeností, a následně se řídilo novými poznatky v oblasti vědy a techniky. Docházelo k využití nových plodin (brambory, cukrová řepa, jetel luční, kukuřice), významný byl vynález ruchadla (1827) využívání parních strojů (od roku 1856) a Liebigova teorie minerální výživy rostlin (1840). Udržet a zvyšovat půdní úrodnost k jednotlivé plodině a k celému účelně a správně volenému osevnímu postupu lze správným obděláváním a hnojením. Hnojení a správné zpracování půdy nestačí, pokud není doplněno vhodně sestaveným osevním postupem. Historickým

základem tohoto střídání plodin byly klasické osevní postupy: Norfolkský osevní postup (jetel, ozimá obilnina, hnojem hnojená okopanina, jarní obilnina) Kentský osevní postup (jetel, ozimá obilnina, luskovina, jarní obilnina) Na našem území znamenalo zavedení systému střídání plodin podstatné zvýšení výnosu všech plodin, rozvoj živočišné produkce a průmyslu. Podle Šarapatky a kol. (2010) u nás klasický norfolkský postup však většinou nebyl aplikován, obvykle šlo o jeho obměnu s vloženými luskovinami a s ozimou řepkou. Osevní postup by měl být pestrý a vyvážený, zaměřený na udržení a zvýšení úrodnosti půd, zajištění živin pro růst rostlin a minimalizovat ztrátu živin. (Moudrý a kol. 2007) Správně zvolený osevní postup musí umožnit střídání plodin s různou konkurenční schopností vůči plevelům, škůdcům a původcům chorob s cílem snížit jejich populační hustoty. Využit zeleného hnojení, podsevů a meziplodin, udržení nebo zvýšení obsahu humusu v půdě a zařazení jetelovin nebo luskovin či směsek s nimi (Moudrý a kol., 2007)

### **1.6.2 Protierozní vliv meziplodin**

U působení meziplodin v protierozní ochraně se především vychází z obecné zásady, že by půda měla mít rostlinný pokryv co největší část roku. Meziplodiny zde působí jako ochranné porosty proti poškozování půdy erozí, proti smyvu a ztrátovému odtoku vody a jsou považovány za významnou složku tzv. půdoochranných postupů. Vliv pokryvu půdy, který je zprostředkován právě meziplodinami, na omezení vodní a větrné eroze je velmi výrazný. Obecně se udává, že při 20% pokryvu půdy meziplodinami se eroze zmenší o 48%, při 90% pokryvu pak klesá pod 5% (Vach, 2005). Všechny druhy zapojených porostů meziplodin působí velmi příznivě na strukturní stav půdy. Organická hmota, která je jimi dodávána do půdy, působí jako kompenzátor zhutňování, zvyšuje zasakování srážkové vody a částečně upravuje fyzikální stav půdy. Prokořenění zlepšuje technologické vlastnosti půdy. Pěstování meziplodin by se mělo využívat hlavně při osevních postupech, ve kterých vzniká dlouhá doba mezi sklizní jedné plodiny a setím druhé, proto jde o velmi vhodný prostředek protierozní ochrany například na zelinářských pozemcích. Vlivem eroze dochází k výraznému snížení produkční schopnosti půdy. Na slabě erodovaných půdách se hektarové výnosy snižují o 15 – 20%, na středně erodovaných o 40 – 50% a na půdách silně erodovaných o 75%. Aby se tomuto jevu zabránilo, je nutné dodržovat hlavní zásady půdoochranné agrotechniky, jako např. setí přímo do strniště, pásové střídání plodin, výsevy do krycích plodin, vrstevnicové přerušování honů trvale nebo dočasně hustě setou plodinou, mulčování, setí do



vymrzajících meziplodin atd. Základním principem všech těchto půdoochranných postupů je omezení počtu operací, hloubky a intenzity kypření a ponechávání části rostlinných zbytků předplodin nebo meziplodin na povrchu půdy. Protože ve velké většině se rostlinné zbytky pěstovaných meziplodin ponechávají na povrchu půdy (mulč) a v povrchové vrstvě ornice, tak se půda chrání před větrnou a vodní erozí, před rozplavováním strukturních agregátů při silných deštích a tvorbou půdního škraloupu, před neproduktivním výparem vody z půdy a před jejím přehříváním v letních měsících. Jak uvádí Flohrová (1998), různé půdoochranné technologie se ověřovaly na pozemcích se sklonem 8%, které již lze považovat za pozemky erozně ohrožené a proto je žádoucí erozi omezovat. Sledovanou plodinou byla kukuřice, která je považována z erozního hlediska za nejproblematictější, protože patří mezi širokořádkové plodiny a povrch půdy zůstává dlouho po zasetí nechráněn porostem, a je tedy vystaven odnosu povrchové vrstvy při prudších srážkách. Prověřovalo se pět způsobů zpracování půdy: - podrývání do hloubky 0,3 m na podzim, kypření o hloubce 0,1 m na jaře, - orba 0,22 m, na podzim zaseto ozimé žito jako meziplodina, na jaře desikace totálním herbicidem, - přímý výsev do nezpracované půdy, - tradiční zpracování tj. orba do 0,22 m, - setí do hrůbků, připravených na podzim po vrstevnici. Porovnáním smyvu půdy se došlo k tomu, že při pěstování kukuřice na svazích se proti erozi nejlépe osvědčil přímý výsev žita do nezpracované půdy a jeho desikace na jaře (jakási obdoba mulčování). Nyní by tato metoda byla příliš ekonomicky náročná, a proto se žito zaměňuje vymrzající meziplodinou, která je pro tento účel výhodnější. Další sledování proběhlo v podmínkách bramborářské oblasti o obdobné svažitosti pozemků, jako v případě prvním. Zde se však porovnávaly již jen tři technologie a to: - orba 0,22 m, kypření 0,4 m šikmým kypřičem, - kypření 0,4 m na podzim, setí do hrůbků připravených na podzim po vrstevnici, - bezorebné setí do vymrzající meziplodiny hořčice, která byla zasetá na podzim. Následné sledování opět vyhodnotilo jako nejlepší technologii setí do krycí vymrzající meziplodiny. V tomto případě byl erozní smyv na svahu o sklonitosti 15% téměř nulový a tedy zanedbatelný. Jak tato dvě pozorování, tak i pozorování ostatní ukazují, že z hlediska ochrany půd se nejlépe osvědčila ta, při které se selo do vymrzající meziplodiny s využitím setí do nezpracované půdy. Zbytky rostlin zde chrání nejlépe půdu před smyvem a následně i proti ztrátám živin až do doby, kdy je porost následné plodiny plně zapojen a nebezpečí eroze se tím značně sníží. Využití netradičních vymrzajících meziplodin zasetých na podzim má tu výhodu, že tyto rostliny zanechávají velké množství organických zbytků, především jemných kořenů a kořenového vlášení, nejsou

pěstebně náročné a také nejsou příliš nákladné. Mezi tyto plodiny můžeme zařadit lničku setou (*Camelina sativa*), jednoletý štírovník (*Lotus ornithopodioides*), svazenku vratičolistou (*Phacelia tanacetifolia*) a světlici barvířskou (*Carthamus tinctorius*). Technologie využití meziplodin pro tvorbu mulče s následným setím hlavní plodiny do tohoto mulče se typicky využívá nejen při pěstování kukuřice, ale především při pěstování cukrovky. Hlavním důvodem pro tento způsob pěstování je, že cukrovka má velmi pomalý počáteční vývoj a pěstuje se v širokých řádcích, a proto dostatečně nechrání půdu před účinky dešťů na jaře a na začátku léta. Nedostatečný pokryv půdy po tuto dobu pak nahrazuje mulč. Pěstitelé však většinou nevidí žádnou nutnost měnit své dosavadní způsoby pěstování cukrovky a proto se výsev do mulče uplatňuje pouze v oblastech, kde je bezprostřední nebezpečí eroze tj. při zvýšeném množství srážek a na svažitých pozemcích. Jedním z argumentů proti výsevu do mulče jsou vícenáklady spojené s nutností použití neselektivních herbicidů na jaře a po zmrznutí meziplodin proti zaplevelení a výdrolu předchozí plodiny před výsevem cukrovky. Výhody a nevýhody výsevu do mulče uvádí Flohrová (1998): Výhody: - pěstitelské faktory: o ochrana půdy (před větrnou a vodní erozí), o udržení půdní úrodnosti, o meziplodiny přispívají k vyššímu obsahu humusu, o podpora aktivity půdních organismů, o lepší propustnost vody, o stabilizování půdního komplexu, o omezování rozbahnění, o omezování škod utužováním půdy, o zlepšení průjezdnosti, o meziplodiny pomáhají zadržovat živiny a brání jejich vymývání, o mulč omezuje odpar, o udržení vrstvy se vzlínáním vody až k horizontu výsevu, o vyšší výskyt žížal a lepší drenáž půd. - ekonomické faktory: o omezení počtu operací při zpracování půdy, o úspory energie a nákladů, o odpadá nárok na speciální orební soupravu. Nevýhody: - zpomalení procesu vysychání půdy na jaře, - pomalejší ohřev půdy, - pomalejší vzcházení plodin, - zpomalené uvolňování živin (mobilizování živin), - nárok na dusík pro probíhající procesy přeměn, - náročné postupy, - větší výnosová nejistota, - dodatečné náklady (totální herbicidy, mulčovací zařízení). Při pěstování kukuřice můžeme pro větší ochranu proti erozi a zabránění vyplavování nitrátů použít jednu ze dvou základních technologií. Prvním způsobem je výsev kukuřice secím strojem do pásů vytvořených frézou v lučních porostech nebo meziplodinách. Fréza vytváří 30 cm široké a 10 cm hluboké pásy, do kterých se kukuřice vysévá. Eroze je tím velmi výrazně potlačena, protože souvislý vegetační kryt půdy je, krom těchto pásů, zachován a přesto má kukuřice připravené výsevné lůžko. Druhým způsobem je celoplošné mělké zpracování půdy hřebovými rotory nebo kruhovými branami. Toto se používá především u vymrzajících meziplodin. Vysychání půdy přitom lze zlepšit, pokud

se půda předem mělce nakypří. Oba tyto uvedené postupy snižují ve srovnání s klasickým pěstebním systémem půdní erozi až o 95%. Použití těchto technologií nemá jen ekologický přínos, ale dochází i k výrazným úsporám pracovních sil a tedy snížení nákladů.

### **1.6.3 Význam meziplodin v systému hospodaření**

V zemědělské praxi se v posledním desetiletí setkáváme s novými agrotechnickými postupy, které mají za cíl zlepšit kvalitu půdy, půdní úrodnost a také ekonomické poměry při obhospodařování. V těchto systémech se stále častěji vyskytuje, jako jedna z jejich hlavních složek, pěstování meziplodin. Meziplodiny se pěstují v meziporostním období plodin hlavních. A představují tak významný přínos pro hospodaření na půdě. Meziplodiny dle Vacha (2005) zajišťují: - přísun organické hmoty do půdy, - protierozní působení, - redukce vyplavování živin, - omezování šíření plevelů, - potlačování šíření chorob a škůdců, - působení meziplodin na produkci hlavních plodin, - působení na tvorbu a ochranu životního prostředí. Výčet projevů meziplodin v osevním postupu v poněkud podrobnější formě pak udává Stach (1995): - chrání povrch půdy proti nepříznivým vlivům počasí, - zvyšují vlhkost vzduchu v přízemní vrstvě, - vyrovnávají teplotu půdy při velkých vedrech, - zabraňují erozi, odnášení a zasolení půdy, - zlepšují strukturu půdy, - zmenšují vymývání nitrátů do hlubších vrstev půdy, - omezují klíčení a vzcházení plevelů a později je prudkým růstem potlačují, - v půdě zůstává 0,6-1,2 t kořenových zbytků v sušině na 1 ha, - zajišťují vhodný poměr vzduchu a vody v půdě, - plní funkci přerušovačů v osevním postupu, - mohou se použít i k zelenému hnojení, - umožňují využít zelené krmění o 4-5 týdnů navíc v hospodářském roce, zajišťují první a poslední zelené krmění pro skot, - plní významnou funkci v pásmech hygienické ochrany, - mají jednu z nejvyšších reprodukčních schopností z hlediska zabezpečení osiv, při časově krátké vegetační době, - stávají se trvalou a nedílnou součástí soustavy hospodaření na půdě

### **1.6.4 Rozdělení meziplodin**

Stach (1995) uvádí, že meziplodiny lze dělit podle různých faktorů. Podle užitku je dělíme na: - krmné – kukuřice, slunečnice, luskoviny, - tržní – ředkvička, špenát, vodnice, - na zelené hnojení – hořčice, svazenka, řepka, luskoviny. Podle délky vegetační doby: - ozimé, - jarní, letní, - podsevové. Dále ještě zmiňují jako zvláštní skupinu meziplodin strniskové uvádí Flohrová (1998) a Vach (2005) .

**Meziplodiny ozimé** - jsou vysévány od začátku do konce září, aby bylo včas uvolněno pole pro následnou plodinu. Právě kvůli časnému výsevu jsou zařazovány především po obilninách. Jako následná plodina je často řazena jarní směska na zelené krmení, silážní kukuřice, brambory a další. Ozimé meziplodiny efektivně využívají zimní vláhu a dobře přezimují, patří mezi ně např.: ozimá pšenice, ozimé žito, ozimá řepka, jílek mnohokvětý, ozimá vikev, tritikale, nejčastěji jsou pěstovány jejich směsky.

**Meziplodiny jarní** - takto jsou označovány pícniny, které jsou sklizené brzy a plní také funkci krycích plodin pro podsevy jetelovin .

Meziplodiny letní - vegetaci v roce výsevu zpravidla ukončují, jsou vysévány v létě a sklizeny nebo zaorány na podzim téhož roku. Výjimku tomuto pravidlu tvoří pouze zmrzající meziplodiny, které jsou významným prostředkem proti vodní a větrné erozi. Do pěstebního sledu jsou zařazovány po raných bramborách, včas sklizených obilninách, ozimém ječmeni, ozimé řepce. U meziplodin letních je menší výnosová jistota než u ozimých. Výnosovou jistotu ovlivňují čtyři faktory a to: délka trvání meziporostního období, množství vláhy, rychlost založení porostu a hnojení. Mezi letní meziplodiny se řadí: kukuřice na zeleno, kukuřice ve směskách s vikví huňatou, bobem, hrachem, slunečnicí, súdánskou trávou, oves se slunečnicí, bobem a hrachem.

**Meziplodiny strniskové** - mají v rámci pěstování meziplodin nejvyšší zastoupení. Jako předplodinu vyžadují plodiny s kratší vegetační dobou, protože se sejí na přelomu července a srpna. Pro úspěšné pěstování je podmínkou včasný úklid slámy či její rozprostření po pozemku po předchozí obilnině a následná podmínka. Méně úrodné půdy s větším výskytem plevelů a posklizňových zbytků, vyžadují tradiční zpracování půdy, tj. podmínka s ošetřením a mělčí orbou a po zasetí meziplodiny uválení pozemku. Hlavními strniskovými meziplodinami jsou: hořčice bílá, ozimá a jarní řepka a řepice, pohanka, svazenka vratičolistá, ředkev olejná atd.

**Meziplodiny podsevové** -na jaře vysévány do krycí obilniny na zrno, nebo jsou sety současně s krycí plodinou a sklizeny, spásány nebo zaorávány na zelené hnojení na podzim téhož roku. Především jsou využívány ve středních a vyšších oblastech České republiky, tedy zpravidla ve vlhčích oblastech s kratší vegetační dobou. Zanechávají po sobě v půdě velké množství posklizňových zbytků a kořenů vysoké kvality a mají příznivý vliv na půdní vlastnosti. V tom je spatřován jejich význam. Jako podsevové

meziplodiny se využívá např. jílek jednoletý, mnohokvětý, jetel plazivý a zvrhlý, komonice bílá, směsky jetele a jílku atd

### **1.7 Konsekvence erozního smyvu**

Sklenička, (2003) dále píše, že negativní konsekvence eroze je možné pozorovat také mimo plochy vzniku eroze a to zejména vlivem transportu a depozice materiálu. Zachycené půdní částice jsou materiálem velmi složitým a s různými fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnostmi. Splavem do povrchových vod, tyto znečišťují, a zanášejí, dále snižují průtočnou kapacitu, vyvolávají zakalení, poškozují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a na těžbu usazenin. Zakalení vody se nepříznivě projevuje při úpravě povrchové vody na vodu pitnou. Vodní eroze zejména snižuje orníční vrstvy smyvem, ale také mění fyzikální a chemické vlastnosti půd, které negativně ovlivňují půdní vodní režim. Vodní erozi můžeme označit jako fyzikální a biologickou degradaci půdy jež sebou nese nenávratnou ztrátu potřebných živin, vzácného humusu a vysušení půdy, utlumení mikrobiálního života, porušení, popřípadě zničení klíčových kultur. (Pasák a kol.,1984) Negativní důsledky zakalení pocítují i v rybářství. Ryby se snaží ze zakaleného prostředí uniknout. Zákal a sediment potlačuje život vodních rostlin, planktonu a rybích jiker (Pasák a kol., 1984).

#### **1.7.1 Hrozba pro udržitelnou úrodnost půdy** (Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Dlouhodobým působením eroze se mění kvantitativní a kvalitativní vlastnosti půd. Kvantitativní změny spočívají především ve zmenšování hloubky půdního profilu a plochy půd v případě velmi intenzivní eroze, kvalitativní ve změně jejich vlastností a snížení úrodnosti půd.

Působením vodní eroze přicházíme o nejúrodnější a živinově nejbohatší část zemědělské půdy – ornici, pěstované plodiny nenajdou v erodované půdě dostatečné množství živin a celková úroda dosahuje nižších objemů (nižší klíčivost, vymílání sadby a kořenů, zatopení níže ležících plodin smytými částicemi, poškození plodin atd.). Na slabě erodovaných půdách se snižují hektarové výnosy o 15–20 %, na středně erodovaných půdách o 40–50 % a na silně erodovaných půdách až o 75 %. (Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Každoročně jsou při probíhajících aktualizacích bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) mapovány vážné projevy degradace půdy erozí, což se projevuje i výrazným snížením průměrné ceny pozemků. Jedná se například o snížení

výměr půd na sprašových pokryvech a jejich zařazení do méně hodnotných BPEJ. To se v konečném důsledku může projevit i snížením ceny až o 10 Kč/m<sup>2</sup> na některých pozemcích. Pokud počítáme průměr na katastrální území, může se jednat až o 50% snížení průměrné ceny půdy v katastrálním území. Zejména v některých moravských okresech dochází k výraznému snižování ceny zemědělské půdy degradací černozemí, kdy jsou často nalezeny se smytým orníčním horizontem (často více než o 60 cm). Ztráta půdy je neobnovitelná a nevyčíslitelná, bereme-li v úvahu, že 2–3 cm vrstvy půdy potřebují na svůj vznik za velmi příznivých podmínek průměrně 100 až 1000 let (dle místních podmínek) (Novotný a kol, VUMOP, 2014).

### 1.7.2 Ovlivnění kvalitativních charakteristik vodních zdrojů

Je nepochybné, že existuje významná závislost mezi erozními transportními procesy a znečištěním povrchových vodních zdrojů. Dále Novotný a kol., VUMOP (2014) uvádí, že znečištění se odehrává ve dvou rovinách. První z nich je znečištění **fyzikální (mechanické)**, kdy se jedná o zákal vody. Ten má jednoznačně negativní důsledky na vodní faunu i floru, jedná se ale většinou o jev spíše krátkodobý a eliminovatelný dostatečně kapacitním usazovacím prostorem. Druhým je znečištění **chemické (biochemické)**, zahrnující transport chemických látek z povodí do hydrografické sítě. Půda se dostává do styku s velkým množstvím chemických látek různého druhu a různého stupně toxicity (průmyslová hnojiva, pesticidy, různé druhy zemědělských odpadů i odpady průmyslové, ukládané na půdu nebo do půdy). Z uvedených látek je nejdiskutovanější fosfor, který je označován za limitující prvek rozvoje eutrofizačních procesů. Fosfor je na jedné straně významnou živinou, potřebnou pro rozvoj všech zelených rostlin, na druhé straně je jeho výskyt v přírodním prostředí v našich podmínkách silně limitován. Proto je hnojení zemědělských ploch fosforečnými hnojivy důležitou podmínkou vysokých výnosů. Fosfor se v půdě váže většinou na povrch půdních částic a vazby jsou ve vodě jen málo rozpustné. Fosfor a jeho sloučeniny jsou proto dále transportovány v rozhodující míře současně s půdními částicemi. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Vzhledem k tomu, že fosfor je vázán na povrch půdních částic, může být jeho obsah relativně vyšší (g/kg) u půd jemnozrnných. Vazba závisí i na řadě dalších faktorů, jako je například pH, přítomnost dalších iontů například Fe nebo Al atd. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Dojde-li na zemědělském pozemku k povrchovému odtoku spojenému s erozními a transportními procesy, je spolu s půdními částicemi transportován i vázaný fosfor. Změna zrnitostního složení sedimentu vůči původnímu materiálu na pozemku odpovídá jednak charakteru eroze (eroze selektivní – plošná nebo eroze rýhová – stržová) a je možno ji charakterizovat hodnotou poměru obohacení. Poměr obohacení jemnozrnnými částicemi je vyšší u selektivních forem eroze, u vyšších forem je naopak hodnota nižší.

To, že erozní a transportní procesy mají negativní dopad na vodní zdroje a kvalitu vody, je nesporným faktem. Jednoznačná kvantifikace tohoto vlivu ale zatím přesahuje aktuální úroveň poznání, proto je v současné době doporučeno ochranu vodních zdrojů neřešit úpravou limitů přípustné ztráty půdy, ale v odůvodněných specifických případech využít pro návrh ochranných opatření fyzikálně založené modely pro střední nebo detailní měřítko ( Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

### **1.7.3 Zanášení koryt vodních toků a vodních nádrží**

Novotný a kol, VUMOP, 2014 v příručce dále uvádí, že erozní produkty transportované ze zemědělských pozemků do vodních toků se zde ukládají v závislosti na charakteru proudění a obecně snižují jeho kapacitu. To má za následek postupný vzestup nivelety dna a tím navazující zvyšování hladiny podzemní vody v okolí koryta a četnější vybřežování. Proces pak vyvolává nutnost údržby koryt, především jejich čištění, což s sebou nese jednak finanční nároky a jednak snižuje přírodní hodnoty koryta (je odstraněno dno spolu s jeho oživením), nezbytný je radikální zásah do břehových porostů a akce je často spojena s úpravou koryta, či její sanací a stabilizací. Proces pracuje proti směru tzv. samovolné revitalizace koryt vodních toků, což je směr, který je, především u malých vodních toků, v současné době velmi často využíván (Janeček, 2008).

Častým předmětem diskuze je otázka, do jaké míry se na celkovém transportu splavenin podílí eroze na zemědělských pozemcích a kolik činí eroze v korytech. Celkové odhady založené na spolehlivých výpočtech dosud neexistují. Lze proto vycházet pouze z empirických zkušeností. Ty říkají, že rozhodující část z drobných vodních toků v zemědělské krajině je upravená a technicky stabilizovaná, vymílání proto nepřichází v úvahu. Pramenní úseky koryt drobných vodotečí, které velmi často procházejí lesními plochami, jsou většinou dlouhodobě stabilní, pokud tomu tak není, je to zpravidla důvod k provedení úprav nebo hrazenářských prací. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Koryta větších vodních toků jsou na území ČR v drtivé převaze upravena a jejich problémem je spíše zanášení než vymílání. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

To potvrzuje hypotézu, že rozhodující většina sedimentu, transportovaného vodními toky je původem ze zemědělských ploch. U menších vodních toků záleží situace na místních podmínkách, u větších toků pak dochází dlouhodobě k jejich zanášení. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Bilančně je možno orientačně uvažovat, že veškeré splaveniny, které se v zemědělské krajině dostanou do drobných vodních toků, jsou jimi transportovány dále po toku. Sedimentují pak v korytech větších vodních toků, především pak v jezových zdržích a zejména ve vodních nádržích. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

S poklesem rychlosti a unášecí síly vodního toku na vstupu do vodní nádrže dochází k vypadávání nesených splavenin. Ty jsou pak zrnitostně selektovány od nejhrubších, které sedimentují jako první, po nejjemnější, které vydrží ve vznosu nejdéle. Zrnitostní separace není konstantní, ale je vázaná na velikost erozní epizody a průtoku, který materiál do nádrže přinesl. Při extrémních událostech tak jsou hrubší částice vneseny podstatně dále do zdrže, zatímco při epizodách méně významných, kdy došlo jen k malému nárůstu průtoku, hrubší částice v zrnitostním spektru splavenin zcela chybí a u vtoku sedimentují částice jemnozrné. Uvedená zákonitost tak má za následek prostorovou zrnitostní nehomogenitu sedimentu a jeho často i výrazné zrnitostní zvrstvení. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Materiál se ukládá nejvíce na vtoku do nádrže, kde snižuje hloubku vody, tím se prostor stává dostupnější pro zarůstání vyořenou (emerzní) vegetací, což zvyšuje drsnost a přispívá k dalšímu zpomalení průtoku vody. Tím je ještě více akcelerováno zanášení prostoru a vodní nádrž se tak od vtoku stále rychleji zazemňuje. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

Pokud je zanášení nádrží výraznější a vodní nádrž plní zásobní účel a její bilancování bylo napjaté, může množství deponovaného sedimentu negativně ovlivnit i zabezpečení dodávek vody, protože nezanedbatelná část zásobního objemu je zabráná sedimentem. U ochranné předzdrže VD Želivka – vodní nádrže Němčice bylo v 90. letech nutno provést odbahnění, protože sediment zde dosáhl cca 1/4 z celkového zásobního objemu nádrže a nebyla dodržena doba zdržení, požadovaná z důvodu přirozených



procesů odbourávání živin ve vodě. Ve VN Brno, jejíž sanace byla dokončena v roce 2011, dosahoval objem deponovaného sedimentu rovněž téměř ¼ celkového zásobního prostoru. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

U nádrží se zásobní funkcí, u nichž lze v souvislosti s jejich posláním očekávat výraznější kolísání hladiny v delším časovém horizontu, dojde při poklesu hladiny k obnažení dna s vrstvou splavenin. Vzhledem k tomu, že se jedná o sediment, pocházející z větší části ze zemědělské půdy, je materiál vysoce úživný a poskytuje ideální podmínky pro velmi rychlé oživení agresivní vegetací. V prostoru zátopy se tak velmi rychle vyvine porost s velkou biomasou. Při opětovném vzestupu hladiny dojde k jeho zaplavení a následný rozklad může způsobit kyslíkovou havárii. ( Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

#### **1.7.4 Ohrožení intravilánu měst a obcí, komunikací a další infrastruktury**

Novotný a kol., VUMOP 2014 také uvádí, že dalším významným dopadem erozních procesů na zemědělské půdě je ohrožení infrastruktury v krajině a škody na ní. Jedná se především o škody působené jednak povrchovým odtokem vody ze zemědělských pozemků a jednak transportem splavenin ze zemědělských ploch. Mezi oběma typy rizik a škod je třeba rozlišovat. Zatímco transport splavenin může být zásadním způsobem eliminován různými typy opatření na pozemku, jejichž realizace je plně v moci uživatele (např. opatření organizačního a agrotechnického charakteru), proces povrchového odtoku je závislý na charakteru příčinné srážky. V případě výskytu srážky extrémního charakteru pak k odtoku dojde bez ohledu na stav a způsob využití pozemku a situaci lze řešit výhradně aplikací opatření technického charakteru, která přesahují rozsah povinností uživatele pozemku. Současná legislativní praxe navíc opakovaně řešila a řeší případy soudních sporů mezi zemědělskými podnikateli a obcemi nebo jinými subjekty, které byly povrchovým odtokem a transportem splavenin ze zemědělských pozemků opakovaně poškozeny. Velkou roli zde hraje velikost a periodicitu příčinné srážky, protože vzniku odtoku, jak bylo řečeno výše, nelze nikdy zcela zabránit. Tuto část rizik je doporučeno řešit v rámci nástrojů občansko-právních vztahů, pojištění a odpovědnosti za škody. (Vše Novotný a kol, VUMOP, 2014).

## **2 Cíl práce**

Cílem této práce je aplikovat teoretické znalosti o meziplodinách a jejich vlivu na vodní erozi a zhodnotit konkrétní vliv zařazení meziplodin do osevního postupu z hlediska výskytu a míry vodní eroze v zájmovém území třech katastrálních území Koberovice, Lohenice, Lísky. Posouzení možné kombinace pěstovaných plodin a meziplodin a návrh jejich uplatnění v meziobdobí a tím prodloužení vegetačního krytu na pozemcích. Dále porovnání smyvu půdy, v důsledku působení deště, při využití klasického osevního postupu a jeho změnu při použití stejného osevního postupu se zařazením meziplodin jako stabilizujícího prvku.

### 3 Charakteristika zájmového území

#### 3.1 Geografické vymezení území

Obec Koberovice (Pelhřimov) má rozlohu 7,3 km<sup>2</sup> (CUZK), (Obr. č. 1). Nachází se na hranici Kraje Vysočina a Středočeského kraje 8km severně od města Humpolec a cca 15 km jižně od Ledče nad Sázavou. Území obce tvoří tři katastrální území, Koberovice, Lohenice, Lísky. V obci k 1.1.2020 žilo 163 obyvatel (CSU, 2020). Její přesné zeměpisné souřadnice jsou 49.5864647N, 15.2640831E. Okolí obce je pahorkovité, Zájmové území leží v nadmořské výšce 385-562 m. Podíl orné půdy je 69% a lesních pozemků 20%, (CUZK, autor)

#### 3.2 Klimatické poměry

Zájmové území se rozkládá v mírné klimatické oblasti MT3, typické právě pro části Českomoravské vysočiny. Podnebí se zde vyznačuje mírným až mírně chladným létem, středním až delším přechodným obdobím a středně dlouhou a mírnou zimou. Průměrná roční teplota je 7,2 °C. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje přibližně od 550 mm do 800 mm. Téměř dvě třetiny srážek spadne v měsících dubnu až září (tab. č. 3). Maximum potom v červenci. V tomto období přichází lokální povodně způsobené intenzivními dešti. (CHMÚ)

Tabulka č. 3: Teplotní a srážková charakteristika ZÚ

Charakteristika počasí	MT3
Suma letních dnů	20 - 30
Suma dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	120 - 140
Suma mrazových dnů	130 - 160
Suma ledových dnů	40 - 50
Teplotní průměr v lednu [°C]	-3 - (-4)
Teplotní průměr v červenci [°C]	16 - 17
Teplotní průměr v dubnu [°C]	6 - 7
Teplotní průměr v říjnu [°C]	6 - 7
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	110 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	350 - 450
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	250 - 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 - 100
Počet zamračených dnů	120 - 150

Počet jasných dnů	40 - 50
-------------------	---------

(SO ORP Humpolec)

### 3.3 Geomorfologické a hydrogeologické vlastnosti území

Geomorfologicku spadá území do Česko - moravské soustavy, podsoustavy Česko - moravská vysočina, celku Humpolecká vrchovina a okrsku Melechovská vrchovina. V zájmovém území se nachází Holušický potok, a další bezejmený potok, oba se vlévají do do třetího Lohenického potoka, který pramení na severovýchodní hranici katastrálního území Lohenice a tvoří jihozápadní hranici katastrálního území Lohenice, dále se vlévá do ÚN Želivka. Celé zájmové katastrální území je tedy svažité směrem k Lohenickému potoku Holušickému potoku a řece Želivce.

### 3.4 Pedologické poměry

Předmětné zemědělské území tvoří na půdní typ kambizem (KA). Tento typ půdy, patřící mezi kambisol. Jedná se o nejzastoupenější půdní typ naší republiky. Dříve se označoval hnědou (lesní) půdou. Název vnikl z latinského slova *cambiare*, změnit. Je vázána na silně členité reliéfy. Nachází se ve svažitých podmínkách v hlavních souvrstvích svahovin, magmatitů a metamorfitů a zpevněných sedimentárních hornin. Mateční horniny jsou většinou skeletnaté, půdy obsahují značné množství lehce erodovatelného materiálu, který je zdrojem dostatku živin, železa apod. Kambizemě se najdeme především v mírném humidním klimatickém pásmu, a to především pod listnatými lesy. Vyznačují se kambickým hnědým metamorfovaným horizontem bez jílových povlaků. Zrnitost kambizemě řadíme nejčastěji mezi hlinité. Karbonáty, pokud jsou v půdě, bývají úplně vyluhované. Kambizemě jsou z hlediska zrnitosti, chemických i fyzikálních vlastností půdy, forem tvořeného humusu a trofismu (obsah minerálů, jež podmiňuje nasycenost či nenasycenost půd a tím i jejich stabilitu vůči změně pH a podzolizaci), velmi, rozmanité. Kambizemě jsou z většiny hluboké půdy, tzv. bioklimatický činitel ovlivňuje jejich vlastnosti, s nadmořskou výškou totiž stoupá hloubka půdy, zvyšuje se její kyprost, zvyšuje se podíl humusu a hloubka úrodnosti. Tyto půdy však snáze podléhají smyvu při výskytu častějších a intenzivnějších srážek. Kambizemě se vyznačují bohatým podílem volných prostorů mezi agregáty i uvnitř agregátů a vysokou biotickou aktivitou.

### 3.5 Hospodaření a průmysl

Na zemi obce Koberovice, tedy ve všech třech katastrech je 71 % výměry zemědělských pozemků. Na zemědělské půdě hospodaří Zemědělské a obchodní družstvo Hořice.

Družstvo vlastní menšinu obhospodařovaných pozemků, většinu vlastní členové či třetí osoby. Rostlinnou můžeme charakterizovat jako klasický model moderního velkozemědělství, avšak s příchodem nových pravidel a dotací, zaměřených na ochranu půdy a životního prostředí se dle mého názoru i v této lokalitě hospodaření vyvíjí k lepšímu. Střídají se zde atraktivní plodiny pšenice ozimá, ječmen jarní, řepka olejná, kukuřice setá, ale jsou zařazeny podsevy jetele a využití meziplodin. Zájmové území je dle výsledků (zejména z důvodu svažitosti i relativně malých honů) velmi ohrožené erozí. V souvislosti s tím zde dochází rozsáhlé vodní erozi a značnému smyvu půdy. Dochází k tomu zejména v souvislosti se způsobem hospodaření, a nedostatečnému využití agrotechnických protierozních opatření. Ve vybrané lokalitě se nenachází, žádný jiný průmysl, jen malé řemeslné podnikání.

## 4 Metodika výpočtu vodní eroze

Intenzitu vodní eroze před i po uplatnění protierozní ochrany je možno určit jako průměrnou dlouhodobou roční ztrátu půdy z 1ha podle univerzální rovnice pro výpočet smyvu půdy Wischmeier-Smith (1978):

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

G - průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t. ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup> )

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

Výpočtem (G) zjistíme sumu množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku za daných podmínek z pozemku ztraceno neboli tzv. smyto 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 a kol, 2008).

### 4.1 Faktor R

Dle Janečka a kol. (2007) vymezili faktor R Wischmeier a Smith jako součin celkové kinetické energie deště a jeho maximální třicetiminutové intenzity  $i_{30}$ . Celková kinetická energie deště se určí ze vztahu:

$$E = (206 + 87 \log i_s) * H_s$$

E ... kinetická energie deště v J\*m<sup>-2</sup>

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

Hs... úhrn přívalového deště v cm

Janeček a kol. (2007) píše, že faktor erozní účinnosti deště R závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu a že pro Českou republiku byla určena hodnota faktoru  $R = 20$ . K výpočtu této hodnoty byly pro celé území použity výsledky ombrografických pozorování ze tří stanic ČHMÚ za období 50 let, kdy byly brány v úvahu deště, jejichž úhrn překračoval 12,5 mm a intenzita  $24 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ... S ohledem na problémy, které stanovení faktoru R provází, a na základě nových měření ČHMÚ se nyní používá průměrná hodnota  $R = 40 \text{ MJ/ha} \cdot \text{cm/h}$ , tedy dvojnásobná oproti dříve doporučené hodnotě. Tato průměrná hodnota je hodnotou za vegetační období. Přívalové deště se vyskytují v některých měsících mnohem častěji než v jiných, je i hodnota faktoru R v jednotlivých měsících různě zastoupena (Pasák, 1987)

Tabulka č.4: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
% faktoru R	0,5	10	23	32	27	7	0,5

(Janeček, 2008)

## 4.2 Faktor K

Faktor K je definován jako odnos půdy v tunách na hektar na jednotku dešťového faktoru R z pozemku o délce 22,13 m a svahu 9%, který je udržován jako kypřený černý úhor kultivací ve směru sklonu. Faktor náchylnosti půdy k erozi se stanovuje podle HPJ bonitační soustavy půd (BPEJ), (Janeček a kol., 2007).

Tab. č. 5, Hodnoty K faktoru dle HPJ

HPJ	K - faktor	HPJ	K - faktor
01	0,41	40	0,24
02	0,46	41	0,33
03	0,35	42	0,56
04	0,16	43	0,58
05	0,28	44	0,56
06	0,32	45	0,54
07	0,26	46	0,47
08	0,49	47	0,43
09	0,60	48	0,41
10	0,53	49	0,35
11	0,52	50	0,33
12	0,50	51	0,26
13	0,54	52	0,37
14	0,59	53	0,38
15	0,51	54	0,40
16	0,51	55	0,25
17	0,40	56	0,40
18	0,24	57	0,45
19	0,33	58	0,42
20	0,28	59	0,35
21	0,15	60	0,31
22	0,24	61	0,32
23	0,25	62	0,35
24	0,38	63	0,31
25	0,45	64	0,40
26	0,41	65	nedostatek dat
27	0,34	66	nedostatek dat
28	0,29	67	0,44
29	0,32	68	0,49
30	0,23	69	nedostatek dat
31	0,16	70	0,41
32	0,19	71	0,47
33	0,31	72	0,48
34	0,26	73	0,48
35	0,36	74	nedostatek dat
36	0,26	75	nedostatek dat
37	0,16	76	nedostatek dat
38	0,31	77	nedostatek dat
39	nedostatek dat	78	nedostatek dat

(Janeček, 2008)

## 4.3 Faktory L, S

Topografické faktory délky a sklonu svahu L, S definují vliv samotných faktorů na erozi půdy (Brady, Weil, 2002). Dle Janečka a kol. (2007) jde o poměr odnos materiálu na předmětném honu k odnosu materiálu na běžném pozemku o délce 22 m a sklonu 9 %.



Faktory L, S se stanovují pro reprezentativní dráhy plošného povrchového odtoku, které charakterizují odtokové poměry na pozemku nebo na jeho různých dílech.

Tabulka 6: Hodnoty L faktoru

ℓd /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
ℓd /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
ℓd /m/	1000	1100	1200	1300	1400	1500					
L	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26					

(Janeček, 2008)

Tabulka č.7 : Hodnoty S faktoru pro přímý svah

S (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	0,13	0,246	0,354	0,462	0,569	0,677	0,784	0,891	1,006	1,172
S (%)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	1,33	1,502	1,666	1,829	1,992	2,154	2,316	2,476	2,636	2,795
S (%)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
S	2,95	3,110	3,266	3,421	3,575	3,727	3,879	4,030	4,179	4,327

(Janeček, 2008)

#### 4.4 Faktor C

Povrch půdy před vlivem dopadajících dešťových kapek chrání vegetace. Rychlost povrchového odtoku zpomaluje, a díky pórovitosti půdy infiltrační schopnosti půd zlepšuje Faktor ochranného vlivu vegetace má mnoho aspektů. (Sklenička, 2003).

Podle Dumbrovského a Mezery (2000) je porostech okopanin a kukuřice bez vegetace smyv půdy poloviční, u obilovin bez vegetace je smyv snížen na čtvrtinu až desetinu, podle doby výsevu a sklizně, u jetelovin je smyv snížen na padesátinu a víceleté travní porosty snižují smyv až na dvě setiny. Faktor C pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se podle Janečka (2008) stanoví pro jednotlivě po sobě pěstované plodiny včetně období střídání plodin při zohlednění nástupu agrotechnických prací v pěti základních obdobích: 1. období podmínky a hrubé brázdy 2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho

měsíce po zasetí nebo sázení 3. období po dobu 2. měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4. 4. období od konce 3. období do sklizně 5. období strniště

Tab. č. 8, hodnoty faktoru C

*Tabulka 26 : Hodnoty faktoru C - ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání*

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5a	5b
Obilniny	po 1. roce po jetelovinách	OP St	0,50 0,02	0,55 0,02	0,30 0,02	0,05 0,02	0,20 0,02	0,04 0,02
	po obilninách	OP St	0,65 0,25	0,70 0,25	0,45 0,20	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04
	po okopaninách a kukuřici	OP St	0,70 0,70	0,75 0,70	0,50 0,45	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04
Kukuřice	sláma předplodiny sklizena	OP	0,70 O K	0,90 O K	0,70 O K	0,35	0,70	0,40
		St	0,25 - 0,70	0,25 - 0,70	0,25 - 0,55	0,25	0,60	0,30
	sláma předplodiny nesklizena	OP	0,60 O K	0,75 O K	0,55 O K	0,25 O K	0,60 O K	0,30 O K
		St	0,04 - 0,30	0,04 - 0,25	0,04 - 0,20	0,05 - 0,20	0,25 - 0,40	0,15 - 0,30
do herbicidem umrtveného drnu	viceletých pícnin jilku jako ozimé meziplodiny	0,02 0,05	0,02 0,05	0,03 0,05	0,03 0,05	0,05 0,15	0,03 0,10	
Brambory, Cukrovka	v přímých řádcích libovolného směru		0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
Vojtěška			0,02					
Jetel červený dvousečný			0,015					
Víceletá tráva, louky			0,005					

Pozn: 5a - sláma sklizena, 5b - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici, OP - setí do zorané pudy, St - setí do strniště.

(Janeček, 2008)

## 4.5 Faktor P

Erozi půdy významně snižuje zachování živé i neživé vegetace na pozemku a ochranné obdělávání půdy. Faktor vlivu protierozních opatření nabývá hodnot od 0 do 1, kdy nejvyšší hodnoty odpovídají půdě holé bez ochrany. Účinnější než jeden jediný postup je kombinování více různých postupů (Blanco, Lal, 2008). Podhrázská, Dufková, (2005) uvádí, že pokud nejsou nebo nebudou dodržovány vyznačené podmínky pro uvedenou činnost protierozního opatření vyjádřenou hodnotami faktoru P, musíme počítat faktor  $P=1$

Tab. č.9, hodnoty faktoru P

Druh opatření	Sklon svahu v %			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Přímé řádky v libovolném směru	1,0	1,0	1,0	1,0
Vrstevnicové obdělávání	0,6	0,7	0,9	1,0
Pásově střídání plodin Při maximální šířce a počtu pásů	6 pásů po 40 m	4 pásy po 30 m	4 pásy po 20 m	2 pásy po 20 m <sup>+</sup>
- střídání okopanin a víceletých pícnin	0,30	0,35	0,40	0,45
- střídání okopanin a ozimých obilovin	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování (přerušované brázdování podél vrstevnic)	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování (podle typu)			0,05-0,15	0,05-0,20

Tab. 6.: Hodnoty faktoru P

(Janeček, 2008)

#### 4.6 Výsledný dlouhodobý smyv G

Janeček a kol.( 2007) uvádí, že dlouhodobý poměrný smyvu půd ,resp. jeho míru smyvu udává G. Překročí-li průměrná roční ztráta půdy stanovené limity, z hlediska protierozní ochrany je stávající využívání pozemku nevyhovující. Pak je nezbytné uplatnit přísnější protierozní opatření.

Přípustná ztráta u hlubokých půd (nad 60 cm) 10 t/ha/rok, u středně hlubokých (30 - 60 cm) 4 t/ha/rok a u mělkých půd (do 30 cm) je 1 t/ha/rok

Výsledné smyvy půdy jsou uvedeny v tab. č. 21,22,23

## 5 Výsledky a diskuze

Na území obce Koberovice, celkem tedy ve třech katastrálních územích Koberovice, Lohenice, Lísky bylo vybráno 32 půdních bloků. Na těchto honech byl spočítán erozní dlouhodobý průměrný smyv pomocí univerzální Wischmeier – Smithovi rovnice (tab.č. 21, 22, 23). Vybrané plochy jsou vyznačeny v příloze (obr. č. 1-8)

### 5.1 Výpočet rovnice Wischmeier – Smith

Nejprve byly zjištěny a vypočteny vstupní data použitá pro konečný výpočet jednotlivých faktorů G, tedy celkových smyvů ( tab. č. 10, 11, 12)

#### 5.1.1 Určení faktorů K, L, S pro jednotlivé pozemky

Tab. č.10 Vstupní data jednotlivých honů

Půdní blok	Délka (m)	převýšení (m)	Sklon (%)	HPJ	Faktor K	Faktor L	Faktor S	rozloha (ha)
1	223	30	13,45	34	0,26	3,1	1,75	4,19
2	314	30	9,55	34	0,26	2,2	1,6	11,6
3	135	17	12,59	34	0,26	2,5	1,6	5,8
4	230	15	6,52	34	0,26	3,2	0,7	5,3
5	142	20	14,08	34	0,26	2,6	1,83	4,6
6	483	40	8,28	50	0,33	4,7	0,9	13,8
7	373	33	8,85	34	0,26	4,1	0,95	7,5
8	218	16	7,34	34	0,26	3,1	0,8	3,52
9	137	14	10,22	34	0,26	2,5	1,18	3
10	211	28	13,27	34	0,26	3,1	1,7	4,7
11	204	16	7,84	34	0,26	3,05	0,85	14,5

Tab. č. 11 Vstupní data jednotlivých honů

Půdní blok	Délka (m)	převýšení (m)	Sklon (%)	HPJ	Faktor K	Faktor L	Faktor S	rozloha (ha)
12	338	36	10,65	34	0,26	3,9	1,3	4,6
13	153	19	12,42	34	0,26	2,61	1,55	5,64
14	198	23	11,62	34	0,26	3	1,4	4,83
15	156	17	10,90	29	0,32	2,7	1,3	3,39
16	136	18	13,24	29	0,32	2,5	1,7	5,14
17	218	24	11,01	29	0,32	3,1	1,337	7,41
18	434	37	8,53	29	0,32	4,35	0,95	10,7
19	556	44	7,91	29	0,32	4,9	0,89	26,75
20	574	11	1,92	29	0,32	5	0,2	30,5
21	667	13	1,95	29	0,32	5,4	0,21	15,6
22	459	10	2,18	29	0,32	4,6	0,25	11,79

Tab. č. 12 Vstupní data jednotlivých honů

Půdní blok	Délka (m)	převýšení (m)	Sklon (%)	HPJ	Faktor K	Faktor L	Faktor S	rozloha (ha)
23	316	23	7,28	29	0,32	6,7	0,8	10,48
24	546	30	5,49	29	0,32	4,85	0,63	24,29
25	145	14	9,66	29	0,32	2,6	1,15	9,29
26	392	31	7,91	29	0,32	4,25	0,85	12,39
27	281	18	6,41	29	0,32	3,5	0,59	5,42
28	254	15	5,91	29	0,32	3,4	0,66	6,85
29	472	32	6,78	29	0,32	4,65	0,74	9,01
30	236	13	5,51	29	0,32	3,25	0,63	4,26
31	321	19	5,92	29	0,32	3,82	0,66	3,85
32	812	66	8,13	34	0,26	6,1	0,92	28,6

## 5.1.2 Stanovení osevního postupu a výpočet dílčích faktorů C

Byly stanoveny dva osevní postupy, šestihonný a osmihonný. Základní dva OP byly určeny nejprve bez meziplodin (tab. č. 14, 18) a následně rozšířeny o meziplodiny (tab. č. 16, 20). U jednotlivých plodin byl vypočítán faktor vegetačního krytu C (tab. č. 13, 15, 17, 19). Jednotlivé faktory C byly zprůměrovány na hodnoty osevních postupů a označeny C1, C2, C3, C4 ( tab. č. 14, 16, 18, 20)

### Osevní sled plodin s řepkou bez meziplodin

Tab. č. 13 Výpočet C pro osevní postup C1

<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.7.	0,015	1,000	0,0150
C faktor celkem				<b>0,0150</b>
<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.8.	0,015	1,311	0,0197
C faktor celkem				<b>0,0197</b>
<b>Pšenice ozimá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.9. - 15.9.	0,50	0,01	0,005
2	16.9. - 31.10.	0,55	0,014	0,008
3	1.11. - 30.4.	0,30	0,005	0,002
4	1.5. - 15.7.	0,05	0,497	0,025
5	15.7. - 30.7.	0,20	0,161	0,032
C faktor celkem				<b>0,071</b>
<b>Řepka ozimá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.8. - 31.8.	0,70	0,311	0,218
2	1.9. - 31.9.	0,75	0,02	0,015
3	1.10. - 30.4.	0,50	0,009	0,005
4	1.5. - 31.7.	0,08	0,659	0,053
5	1.8. - 31.8.	0,25	0,311	0,078
C faktor celkem				<b>0,368</b>
<b>Kukuřice setá - siláž</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.9. - 15.4.	0,60	0,0265	0,016
2	16.4. - 31.5.	0,90	0,0725	0,065
3	1.6. - 30.6	0,70	0,266	0,186

4	1.7. - 15.9.	0,35	0,643	0,225
5	16.9. - 31.10.	0,70	0,014	0,010
C faktor celkem				<b>0,502</b>
<b>Ječmen jarní + podsev</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.11 - 30.3.	0,70	0	0,000
2	1.4. - 15.4.	0,75	0,0025	0,002
3	16.4. - 15.5.	0,50	0,0375	0,019
4	16.5. - 31.7.	0,08	0,623	0,050
C faktor celkem				<b>0,070</b>

Tab. č.14 Hodnoty C pro osevňovací postup C1

Plodina	Průměrný roční faktor C1
1.Jetel	0,0150
2.Jetel	0,0197
3.Pšenice ozimá	0,071
4.Řepka ozimá	0,368
5.Kukuřice, siláž	0,502
6.Ječmen jarní + podsev	0,070
<b>Celkem</b>	<b>0,174</b>

**Průměrný faktor C1 v tomto OP = 0,174**

Osevňovací sled plodin s řepkou se zařazením meziplodin

Tab. č.15 Výpočet C pro osevňovací postup C2

<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.7.	0,015	1,000	0,0150
C faktor celkem				<b>0,0150</b>
<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.8.	0,015	1,311	0,0197
C faktor celkem				<b>0,0197</b>
<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.9. - 15.9.	0,50	0,01	0,005
2	16.9. - 31.10.	0,55	0,014	0,008
3	1.11. - 30.4.	0,30	0,005	0,002
4	1.5. - 15.7.	0,05	0,497	0,025

5	15.7. - 30.7.	0,20	0,161	0,032
C faktor celkem				<b>0,071</b>
<b>Řepka ozimá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.8. - 31.8.	0,70	0,311	0,218
2	1.9. - 31.9.	0,75	0,02	0,015
3	1.10. - 30.4.	0,50	0,009	0,005
4	1.5. - 31.7.	0,08	0,659	0,053
C faktor celkem				<b>0,290</b>
<b>Svazenka vratičolistá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1. - 5.	1.8. - 30.10.	0,015	1,311	0,0197
C faktor celkem				<b>0,0197</b>
<b>Kukuřice setá - siláž</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.11. - 30.4.	0,60	0,005	0,003
2	16.4. - 31.5.	0,90	0,0725	0,065
3	1.6. - 30.6	0,70	0,266	0,186
4	1.7. - 15.9.	0,35	0,643	0,225
5	16.9. - 31.10.	0,70	0,014	0,010
C faktor celkem				<b>0,489</b>
<b>Ječmen jarní</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.11 - 30.3.	0,70	0	0,000
2	1.4. - 15.4.	0,75	0,0025	0,002
3	16.4. - 15.5.	0,50	0,0375	0,019
4	16.5. - 31.7.	0,08	0,623	0,050
C faktor celkem				<b>0,070</b>

Tab. č. 16 Hodnoty C pro osevni postup C2

Plodina	Průměrný roční faktor C2
1.Jetel	0,0150
2.Jetel	0,0197
3.Pšenice ozimá	0,071
4.Řepka ozimá	0,290
4a.Svazenka	0,0197
5.Kukuřice, siláž	0,489
6.Ječmen jarní + podsev	0,070
<b>Celkem</b>	<b>0,139</b>

**Průměrný faktor C2 v tomto OP = 0,139**



Osevní sled plodin s okopaninou bez meziplodin

Tab. č. 17 Výpočet C pro osevní postup C3

<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.7.	0,015	1,000	0,0150
C faktor celkem				<b>0,0150</b>
<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.8.	0,015	1,311	0,0197
C faktor celkem				<b>0,0197</b>
<b>Pšenice ozimá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.9. - 15.9.	0,50	0,01	0,005
2	16.9. - 31.10.	0,55	0,014	0,008
3	1.11. - 30.4.	0,30	0,005	0,002
4	1.5. - 15.7.	0,05	0,497	0,025
5	15.7. - 15.9.	0,20	0,482	0,096
C faktor celkem				<b>0,135</b>
<b>Ječmen jarní</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	16.9. - 30.3.	0,65	0,014	0,009
2	1.4. - 15.4.	0,70	0,0025	0,002
3	16.4. - 15.5.	0,45	0,0375	0,017
4	16.5. - 30.7.	0,08	0,78	0,062
5	1.8. - 30.8.	0,25	0,311	0,078
C faktor celkem				<b>0,168</b>
<b>Kukuřice setá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.9. - 15.4.	0,60	0,024	0,014
2	16.4. - 31.5.	0,90	0,0725	0,065
3	1.6. - 30.6	0,70	0,266	0,186
4	1.7. - 30.8.	0,35	0,643	0,225
5	1.9. - 10.9.	0,70	0,014	0,010
C faktor celkem				<b>0,501</b>
<b>Pšenice ozimá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	11.9. - 20.9.	0,50	0,0066	0,003
2	21.9. - 31.10.	0,55	0,011	0,006
3	1.11. - 30.4.	0,30	0,005	0,002
4	1.5. - 15.7.	0,05	0,497	0,025
5	15.7. - 15.9.	0,20	0,32	0,064
C faktor celkem				<b>0,100</b>

<b>Lilek brambor</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	16.9. - 30.4.	0,65	0,014	0,009
2	1.5. - 30.6.	0,80	0,338	0,270
3	1.7. - 31.7.	0,65	0,322	0,209
4	1.8. - 15.10.	0,30	0,333	0,100
5	16.10.- 31.10	0,70	0,002	0,001
C faktor celkem				<b>0,590</b>
<b>Ječmen jarní</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.11. - 31.3.	0,65	0	0,000
2	1.4. - 15.4.	0,70	0,0025	0,002
3	16.4. - 15.5.	0,45	0,0375	0,017
4	16.5. - 30.7.	0,08	0,78	0,062
C faktor celkem				<b>0,081</b>

Tab. č. 18 Hodnoty pro osevň postup C3

Plodina	Průměrný roční faktor C3
1.Jetel	0,0150
2.Jetel	0,0197
3.Pšenice oz.	0,135
5.Kukuřice, siláž, bioplyn	0,501
6.Pšenice oz.	0,100
7.Brambory	0,590
8.Ječmen j. + podsev	0,081
<b>Celkem pr.</b>	<b>0,206</b>

**Průměrný faktor C3 v tomto OP = 0,206**

Osevň sled plodin s okopaninou se zařazením meziplodin

Tab. č.19 Výpočet C pro osevň postup C4

<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.7.	0,015	1,000	0,0150
C faktor celkem				<b>0,0150</b>
<b>Jetel luční</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	1.8. - 31.8.	0,015	1,311	0,0197
C faktor celkem				<b>0,0197</b>
<b>Pšenice ozimá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.9. - 15.9.	0,50	0,01	0,005
2	16.9. - 31.10.	0,55	0,014	0,008

3	1.11. - 30.4.	0,30	0,005	0,002
4	1.5. - 15.7.	0,05	0,497	0,025
5	15.7. - 15.8.	0,20	0,316	0,063
C faktor celkem				<b>0,102</b>
<b>Hořčice bílá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	15.8.- 30.10.	0,080	0,174	0,0139
C faktor celkem				<b>0,0139</b>
<b>Ječmen jarní</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.11. - 30.3.	0,65	0	0,000
2	1.4. - 15.4.	0,70	0,0025	0,002
3	16.4. - 15.5.	0,45	0,0375	0,017
4	16.5. - 30.7.	0,08	0,78	0,062
5	1.8. - 31.3.	0,25	0,335	0,084
C faktor celkem				<b>0,165</b>
<b>Kukuřice setá - siláž</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.4. - 15.4.	0,60	0,0025	0,002
2	16.4. - 31.5.	0,90	0,0725	0,065
3	1.6. - 30.6	0,70	0,266	0,186
4	1.7. - 30.8.	0,35	0,643	0,225
5	1.9. - 10.9.	0,70	0,014	0,010
C faktor celkem				<b>0,488</b>
<b>Pšenice ozimá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	11.9. - 20.9.	0,50	0,0066	0,003
2	21.9. - 31.10.	0,55	0,0011	0,001
3	1.11. - 30.4.	0,30	0,005	0,002
4	1.5. - 15.7.	0,05	0,497	0,025
5	15.7. - 15.8.	0,20	0,316	0,063
C faktor celkem				<b>0,093</b>
<b>Svazenka vratičolistá</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1.-5.	15.8.- 30.10.	0,080	0,174	0,0139
C faktor celkem				<b>0,0139</b>
<b>Lilek brambor</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C
1	1.11. - 30.4.	0,65	0,005	0,003
2	1.5. - 30.6.	0,80	0,338	0,270
3	1.7. - 31.7.	0,65	0,322	0,209
4	1.8. - 15.10.	0,30	0,333	0,100
5	16.10.- 31.10	0,70	0,002	0,001
C faktor celkem				<b>0,584</b>
<b>Ječmen jarní</b>				
období	Datum	C	R(%)	R(%)*C

1	1.11. - 31.3.	0,65	0	0,000
2	1.4. - 15.4.	0,70	0,0025	0,002
3	16.4. - 15.5.	0,45	0,0375	0,017
4	16.5. - 30.7.	0,08	0,78	0,062
C faktor celkem				<b>0,081</b>

Tab. č. 20 Hodnoty pro osevni postup C4

Plodina	Průměrný roční faktor C4
1.Jetel	0,0150
2.Jetel	0,0197
3.Pšenice oz.	0,102
3a.Hořčice	0,0139
4.Ječmen j.	0,165
5.Kukuřice, siláž, bioplyn	0,488
6.Pšenice oz.	0,093
6a.Svazanka	0,0139
7.Brambory	0,584
8.Ječmen j. + podsev	0,081
<b>Celkem pr.</b>	<b>0,158</b>

**Průměrný faktor C4 v tomto OP = 0,158**

### 5.1.3 Výpočet smyvu na jednotlivých půdních honech

K dispozici jsou tedy všechna vstupní data potřebná pro výpočet dlouhodobého průměrného smyvu půdy metodou Wischmaier-Smith 1978. Tyto data ( faktory) jsou dosazeny a provedeny výpočty ( tab. č. 21, 22, 23)

Tab. č. 21 Výsledný, průměrný dlouhodobý smyv pro jednotlivé OP 1. část

Půdní blok	R	K	L	S	P	Faktor C1	Faktor C2	Faktor C3	Faktor C4	G1	G2	G3	G4
1	40	0,26	3,1	1,75	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,8	7,84	11,62	8,91
2	40	0,26	3,7	1,05	1	0,174	0,139	0,206	0,158	7,0	5,62	8,323	6,38
3	40	0,26	2,5	1,6	1	0,174	0,139	0,206	0,158	7,2	5,78	8,57	6,57
4	40	0,26	3,2	0,7	1	0,174	0,139	0,206	0,158	4,1	3,24	4,799	3,68
5	40	0,26	2,6	1,83	1	0,174	0,139	0,206	0,158	8,6	6,88	10,19	7,82
6	40	0,33	4,7	0,9	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,7	7,76	11,5	8,82
7	40	0,26	4,1	0,95	1	0,174	0,139	0,206	0,158	7,0	5,63	8,345	6,4
8	40	0,26	3,1	0,8	1	0,174	0,139	0,206	0,158	4,5	3,59	5,313	4,08
9	40	0,26	2,5	1,18	1	0,174	0,139	0,206	0,158	5,3	4,26	6,32	4,85
10	40	0,26	3,1	1,7	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,5	7,62	11,29	8,66
11	40	0,26	3,05	0,85	1	0,174	0,139	0,206	0,158	4,7	3,75	5,554	4,26

Tab. č. 22 Výsledný průměrný dlouhodobý smyv pro jednotlivé OP 2. část

Půdní blok	R	K	L	S	P	Faktor C1	Faktor C2	Faktor C3	Faktor C4	G1	G2	G3	G4
12	40	0,26	3,9	1,3	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,2	7,33	10,86	8,33
13	40	0,26	2,61	1,55	1	0,174	0,139	0,206	0,158	7,3	5,85	8,667	6,65
14	40	0,26	3	1,4	1	0,174	0,139	0,206	0,158	7,6	6,07	8,998	6,9
15	40	0,32	2,7	1,3	1	0,174	0,139	0,206	0,158	7,8	6,24	9,255	7,1
16	40	0,32	2,5	1,7	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,5	7,56	11,21	8,6
17	40	0,32	3,1	1,34	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,2	7,37	10,93	8,38
18	40	0,32	4,35	0,95	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,2	7,35	10,9	8,36
19	40	0,32	4,9	0,89	1	0,174	0,139	0,206	0,158	9,7	7,76	11,5	8,82
20	40	0,32	5	0,2	1	0,174	0,139	0,206	0,158	2,2	1,78	2,637	2,02
21	40	0,32	5,4	0,21	1	0,174	0,139	0,206	0,158	2,5	2,02	2,99	2,29
22	40	0,32	4,6	0,25	1	0,174	0,139	0,206	0,158	2,6	2,05	3,032	2,33

Tab. č. 23 Výsledný průměrný dlouhodobý smyv při jednotlivých OP 3. část

Půdní blok	R	K	L	S	P	Faktor C1	Faktor C2	Faktor C3	Faktor C4	G1	G2	G3	G4
23	40	0,32	6,7	0,8	1	0,174	0,139	0,206	0,158	11,9	9,54	14,13	10,8
24	40	0,32	4,85	0,63	1	0,174	0,139	0,206	0,158	6,8	5,44	8,057	6,18
25	40	0,32	2,6	1,15	1	0,174	0,139	0,206	0,158	6,7	5,32	7,884	6,05
26	40	0,32	4,25	0,85	1	0,174	0,139	0,206	0,158	8,0	6,43	9,525	7,31
27	40	0,32	3,5	0,59	1	0,174	0,139	0,206	0,158	4,6	3,67	5,445	4,18
28	40	0,32	3,4	0,66	1	0,174	0,139	0,206	0,158	5,0	3,99	5,917	4,54
29	40	0,32	4,65	0,74	1	0,174	0,139	0,206	0,158	7,7	6,12	9,073	6,96
30	40	0,32	3,25	0,63	1	0,174	0,139	0,206	0,158	4,6	3,64	5,399	4,14
31	40	0,32	3,82	0,66	1	0,174	0,139	0,206	0,158	5,6	4,49	6,648	5,1
32	40	0,26	6,1	0,92	1	0,174	0,139	0,206	0,158	10,2	8,11	12,02	9,22

## 5.2 Výsledky

Výsledky výpočtů erozního smyvu jsou při započítání doporučené hodnoty R (R faktor = 40) vysoké, u všech osevních postupů téměř vždy, s výjimkou 4 honů, přesahují hranici odnosu půdy z pozemku: 4 t/ha/rok pro středně hluboké půdy a to v průměru o 3,7 t/ha. Při zařazení meziplodin do osevního postupu se erozní smyv významně sníží, u OP šestihonného cca o 20%. U OP osmihonného s okopaninou se smyv půdy po zařazení meziplodin sníží cca 23 %. U devíti honů překročili hodnoty G 4t/ha i po aplikaci OP s meziplodinou, zejména potom v případě OP s okopaninou, který celkově působí hůře, při omezení eroze, v porovnání s OP šestihonném. Zde by bylo vhodné navrhnout technické protierozní opatření např. pás trvalé zeleně. Tím by se s velkou pravděpodobností vysoká eroze na těchto svažitých pozemcích snížila pod mezní hodnotu.

Pro snížení eroze půdy je osevní postup dobrým nástrojem, nutno však říci, že bude u delších a svažitějších pozemků jen dílčím protierozním opatřením, čili jak bylo uvedeno, hospodáři v erozně rizikových oblastech budou nuceni přistoupit k dalším opatřením, omezujícím erozi půdy dlouhodobě a bez ohledu na využití osevních postupů.

Management krajiny jako součást hospodaření, by se měl stát standardem pro každého hospodáře. Jako příklad můžeme uvést u honu č. 1 vytvoření dvou dřevinných alejí napříč svahem s prostorem pro obrátku mechanizace na hranici honu. Toto dlouhodobé protierozní opatření ovlivní výsledek smyvu pomocí faktoru P ( $P=0,3$ ) Výsledný roční průměrný dlouhodobý smyv půdy bude teoreticky o 70% nižší, čili u šestihonného OP 2,9 t/ha oproti původní hodnotě G1 9,8 t/ha, a u osmihonného OP 3,49 t/ha oproti původní hodnotě G3 11,62 t/ha.

### 5.2. Diskuse

Dle výpočtů za pomoci Wischmeier-Smithovi rovnice bylo zjištěno, že na katastrálním území Koberovice, Lohenice, Lísky je přípustný smyv půdy 4 t/ha/rok překročen o 3 t/ha na 32 sledovaných půdních blocích při použití konvenčního šestihonného osevního postupu C1 se zařazením jetele, řepky a kukuřice. Patrně horších výsledků dosáhl osmihonný osevní postup C3 s okopaninou, kdy byl mezní smyv překročen v průměru 4,3 t/ha. Při použití protierozního osevního postupu s meziplodinami byla tato hranice

překročena u OP C2 o 1,6 t/ha a u osmihonného OP C4 2,4 t/ha, což dokazuje výrazný vliv použitých plodin v osevním postupu. Meziplodiny doplňují klasické osevní postupy, zvyšují výnos a zlepšují strukturu půdy, omezují odnos půdy a mají mnoho využití. Tyto kladné vlastnosti sleduje Vach a kol. (2005), který popisuje jejich stoupající význam v systému rostlinné produkce, kde se postupným rozšiřováním jejich pěstování stále zřetelněji potvrzuje jejich mnohostranný příznivý vliv.

Vliv porostů na průběh erozních procesů se projevuje jednak přímo, kdy se vegetační kryt staví jako překážka do cesty padajícími dešťovými kapkami a po půdním povrchu stékající vodě, a také nepřímo, působením vegetace na vlastnosti půdy (Pasák a kol., 1984).

Použití meziplodin na zelené hnojení je další z možných využití. Jde o druh organického hnojení, při kterém se do půdy zaorává biomasa rostlin s cílem obohatit půdu o organickou hmotu i rostlinné živiny a tím zvýšit půdní úrodnost (Meelu a kol., 1994).

Janeček (2012) uvádí, že zařazení meziplodin do osevních postupů podstatně zvyšuje ochranu půdy proti erozi, což jsme potvrdili výpočtem Wischmeier – Smithovi rovnice. Podle Vacha a kol. (1996) se zúrodnující efekt meziplodin zvyšuje při zaorávce na zelené hnojení zejména u osevních postupů s vyšší koncentrací obilnin.

Vzhledem k zjištěným hodnotám je význam osevních postupů velmi vysoký, osevní sledy rozhodně nelze považovat za přežitá agrobiologická opatření, naopak by se jim měl věnovat větší zájem a především zařazení meziplodin by se mělo stát běžnou součástí osevních postupů. Tento názor zastává i Vach, Javůrek. (2008), který řadí osevní postupy k důležitým agroekologickým opatřením.

## **Závěr:**

Ve své závěrečné práci jsem zkoumal a řešil problematiku eroze půdy a vliv změn osevních postupů vč. zařazení meziplodin do těchto osevních postupů v zájmovém území Obce Koberovice, okres Pelhřimov.

Z výzkumu vyplynulo, že se jedná o území vodní erozí zasažené. Zhodnotil jsem výskyt dlouhodobého smyvu půdy v jednotlivých osevních postupech a jeho změny při zařazení meziplodin, jež se jeví jako relativně účinný nástroj při omezení vodní eroze půdy.

Dnes začíná být problematika eroze půdy, vedle změny klimatu, důležitým tématem v ochraně enviromentu. Eroze půdy je čím dál častěji uváděná jako jedna z největších hrozeb zániku původního zemědělství. V zemědělském podnikání se čím dál častěji objevují hospodáři, kteří chtějí k obdělávání půdy přistupovat odpovědně a zajistit půdní zdroje i budoucím generacím, tedy chtějí hospodařit udržitelně. Přesto nejvíce půdě škodíme právě my zemědělci, majíce možnost nejen účinně bojovat s erozí, ale také kultivovat půdu, tak abychom ji zanechali budoucím generacím alespoň v takovém stavu, jako ji zanechali nám naši dědové ( obr. č 16). Použitelným nástrojem při změně chování a hospodaření mohou být právě změny osevních postupů, popř. další protierozní opatření, jež popisuje tato diplomová práce.



### **Seznam literatury:**

- BLANKO, H., LAL, R. (2008). Principles of Soil Conservation And Management, Springer Science+Business Media B. V., Ohio, IBSN 978-1-4020-8708-0
- BRADY, N. C., WEIL, R. R. (2002). The nature and properties of soils, Prentice Hall, New Jersey,
- BUČEK, A. - LACINA, J., (1995). Přírodovědná východiska ÚSES.
- CABLÍK, J., JŮVA, K., (1963) Protierozní ochrana půdy, Státní zemědělské nakladatelství Praha,.
- DUMBROVSKÝ, M., (2004). Pozemkové úpravy, VUT Brno
- DUMBROVSKÝ, M., Mezera, J. (2000). Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace, VÚMOP, Brno
- FLOHROVÁ, A. (1998). Význam meziplodin v systému hospodaření na půdě. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, IBSN 80- 86153-90-8
- FORMAN, R.T., GODRON, M.(1986). Landscape ecology. J.Wiley & Sons, New York. IBSN 978-0-4718-7037-1
- FORMAN, R. T., GODRON, M.(1993), Krajinná ekologie, Praha IBSN 80-200-0464-5.
- HOLÝ, M. (1978). Protierozní ochrana. SNTL – nakladatelství technické literatury.
- HŮLA, J. (2005). Agrotechnical Erosion Control Measures. 1. vyd. : VÚMOP,. Praha, IBSN 80-239-5108-4
- HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. (2008), Minimalizace zpracování půdy, Profi Press, Praha, IBSN 978-80-8672-628-1
- JANEČEK, M., a kol. (1999). Nové směry v protierozní ochraně půdy. Ústav zemědělských a potravinářských informací
- JANEČEK, M. (2008). Základy erodologie., Česká zemědělská univerzita. Praha. IBSN 978-80-213-1842-7
- JANEČEK, M. a kol. (2012). Metodika. Česká zemědělská univerzita, Praha. ,IBSN 1978-80-87415-42-9
- JANEČEK, M., PASÁK, V., BOHUSLÁVEK, J., SOKOLOVÁ, I., TOMAN, F., FUXA, Z., ŠVEHLA, F.(1992). Ochrana zemědělské půdy před erozí, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha

- KOHOUT, V. a kol. (2002) Zemědělské soustavy. Česká zemědělská univerzita, Praha
- KOLEKTIV. (1995). Protierozní ochrana: Nové technologie v ochraně půdy před vodní erozí. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha: Agrospoj,
- LI, Z., FANG, H., (2016) Impacts of climate change on water erosion: A review. Earth-Science Reviews,
- KENDER, J. (2000). Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny v České republice, Enigma, Vesmír 80, 289, 2001/5
- KOKOLIA, V. a kol. (1989) Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe: Protierozní oševní postupy 16/1989. Praha
- KOKOLIA, V., KOS, M. (1989). Protierozní oševní postupy, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe, Praha
- KOSTKAN, V. (1996). Územní ochrana přírody, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava,
- KVÍTEK, T., TIPPL, M. (2003). Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- MEELU, O. P., SINGH, Y., SINGH, B. GREEN (1994). manuring for soil productivity improvement. World soil resources Reports, Řím,
- MOUDRÝ J., CHOVANEC T., HUDCOVÁ E., MOUDRÝ J, (2019). Malofaremní hospodaření, Bioinstitut o.p.s., ISBN: 978-80-87371-36-7
- .MOUDRÝ, J. jr. a kol. (2007). Konverze na ekologické hospodaření a projektování ekologických farem. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2007. 39 s., ISBN 978-80-7394-041- 6.
- NÁTR, L. (2005) Rozvoj trvale neudržitelný, Nakladatelství Karolinum, Praha. IBSN 80-246-0987-8
- PASÁK, V., a kol. (1984). Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství Praha.
- PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J. (2005). Protierozní ochrana půdy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 80-7157-856-8.

- RENARD K.G. a KOL. (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USA,
- SEMERÁDOVÁ, E. (1998) Ekologie krajiny, Univerzita Jana E. Purkyně, Ústí nad Labem IBSN 80-704-4224-7
- SKLENIČKA, P. (2003). Základy krajinného plánování. Centra spol. s r.o., Brno. ISBN, 80-903206-1-9
- STACH, J. (1995). Základní agrotechnika, Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-117-6
- STEHLÍK, V. a kol., Naučný slovník zemědělský, Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1968
- ŠARAPATKA, B., et al.(2010) Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření, Bioinstitut, o. p. s., Olomouc, ISBN: 978-80-87371-10-7.
- ŠARAPATKA, B., DLAPA, P., BEDRNA, Z. (2002) Kvalita a degradace půdy, Univerzita Palackého v Olomouci, ISBN 80-244-0584-9
- ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U (2008) Zemědělství a krajina, cesty k vzájemnému souladu. Univerzita Palackého v Olomouci, ISBN 978-80-244-1885-8.
- ŠVEHLÍK R.. (2002). Větrná eroze na jihovýchodní Moravě v obrazech. – Sborník Přírodovědeckého klubu v Uh. Hradišti, ISBN 80-86485-02-1
- ŠVEHLÍK. R. (2005) Vodní eroze na jihovýchodní Moravě v obrazech. – Sborník Přírodovědeckého klubu v Uh. Hradišti,
- TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V.,(1992). Voda v zemědělské krajině. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, ISBN 80-209-0232-5.
- TOMAN, F. (1995). Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
- VACH, M. a kol (2005). Pěstování meziplodin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, ISBN 80-7271-157-1
- VACH M., JAVŮREK, M. (2008). Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha

- NOVOTNÝ I. A kol. (2014) Příručka ochrany proti vodní erozi, MZ, VUMOP, Citace celé kapitoly 3.3 strany 27-30.
- WANG, Y., ZHANG, J. H., ZHANG, Z. H., JIA, L. Z. (2016), Impact of tillage erosion on water erosion in a hilly landscape. Science of The Total Environment,
- ZACHAR, D. (1970) Erózia pôdy. SAV, Bratislava,
- BÍNOVÁ L.a kol (2017). Metodický podklad pro zpracování ÚSES, MŽP, Praha
- KUKALOVÁ E. (2001) Minimalizace zpracování půdy ve vyšších polohách, NAZV č. 1213, Doc. Ing. Jiří Stach, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice
- MORŤANIK, M. (2019) Protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny, Bakalářská práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
- KREBSOVÁ L. (2014) Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně, Diplomová práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

## **Seznam tabulek:**

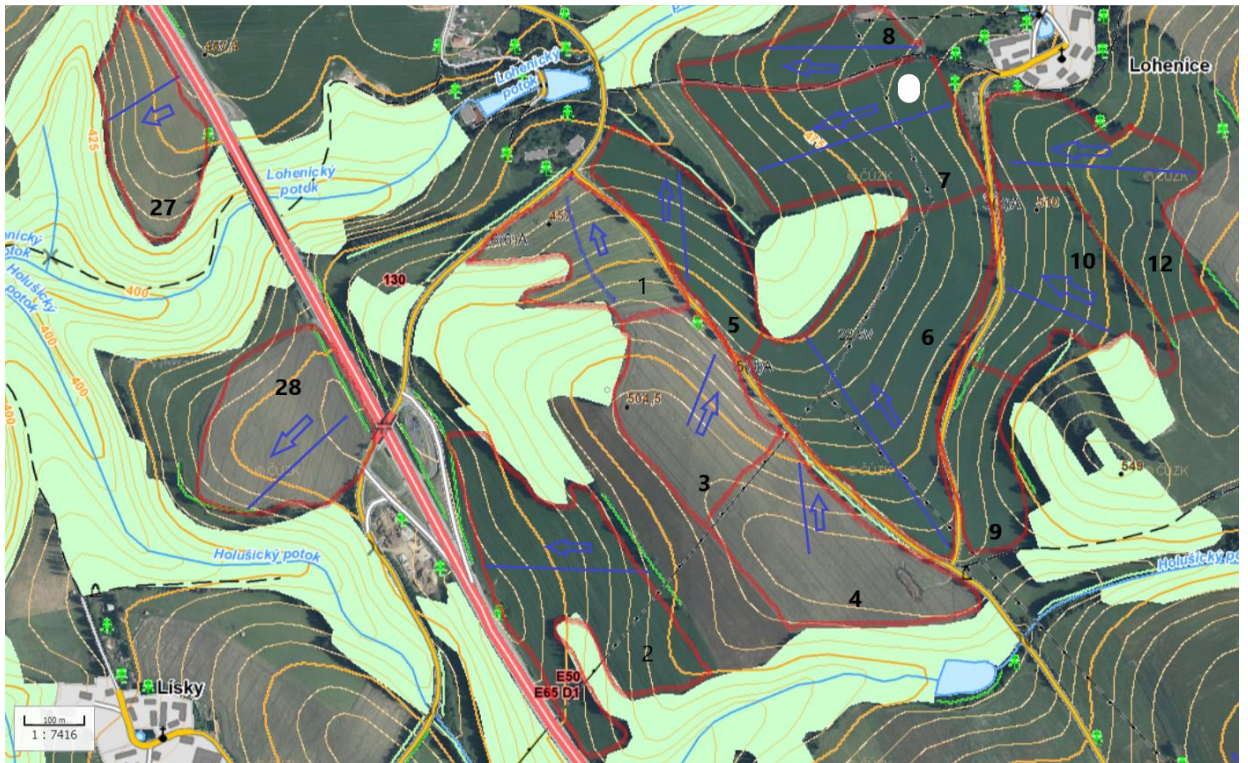
- 1) Intenzita vodní eroze, str..6
- 2) Posouzení intenzity zrychlené větrné eroze, str. 9
- 3) Teplotní a srážková charakteristika ZÚ, str. 40
- 4) Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR, str. 44
- 5) Hodnoty K faktoru dle HPJ, str. 45
- 6) Hodnoty L faktoru, str. 46
- 7) Hodnoty S faktoru pro přímý svah, str. 46
- 8) Hodnoty faktoru C, str. 47
- 9) Hodnoty faktoru P, str. 48
- 10) Vstupní data jednotlivých honů, str. 49
- 11) Vstupní data jednotlivých honů, str. 50
- 12) Vstupní data jednotlivých honů, str. 50
- 13) Výpočet C pro osevní postup C1, str. 51
- 14) Hodnoty C pro osevní postup C1, str. 52
- 15) Výpočet C pro osevní postup C2, str. 52
- 16) Hodnoty C pro osevní postup C2, str. 53
- 17) Výpočet C pro osevní postup C3, str. 54
- 18) Hodnoty C pro osevní postup C3, str. 55
- 19) Výpočet C pro osevní postup C1, str. 55
- 20) Hodnoty C pro osevní postup C4, str. 57
- 21) Výsledný, průměrný dlouhodobý smyv pro jednotlivé OP 1. část, str. 58
- 22) Výsledný, průměrný dlouhodobý smyv pro jednotlivé OP 2. část, str. 58
- 23) Výsledný, průměrný dlouhodobý smyv pro jednotlivé OP 3. část, str. 58

**Přílohy:**

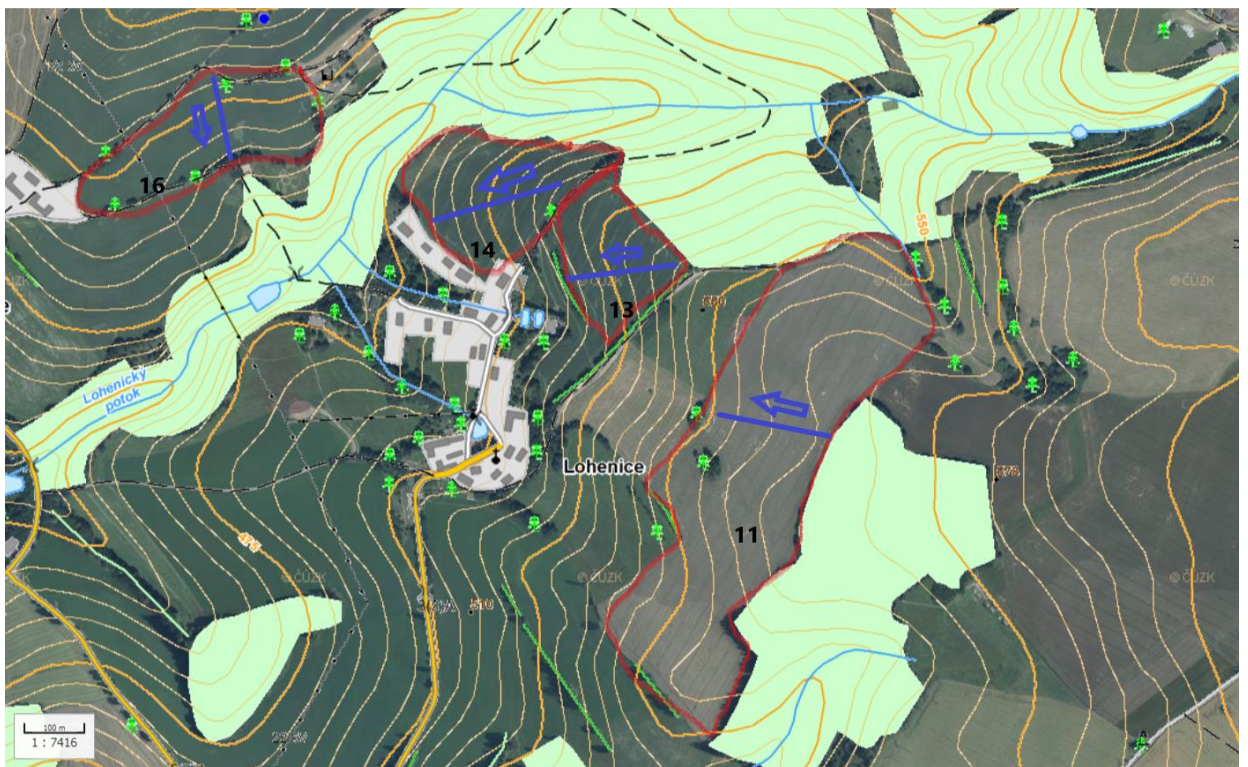
**Obr. č. 1** Předmětné území a jednotlivé hony



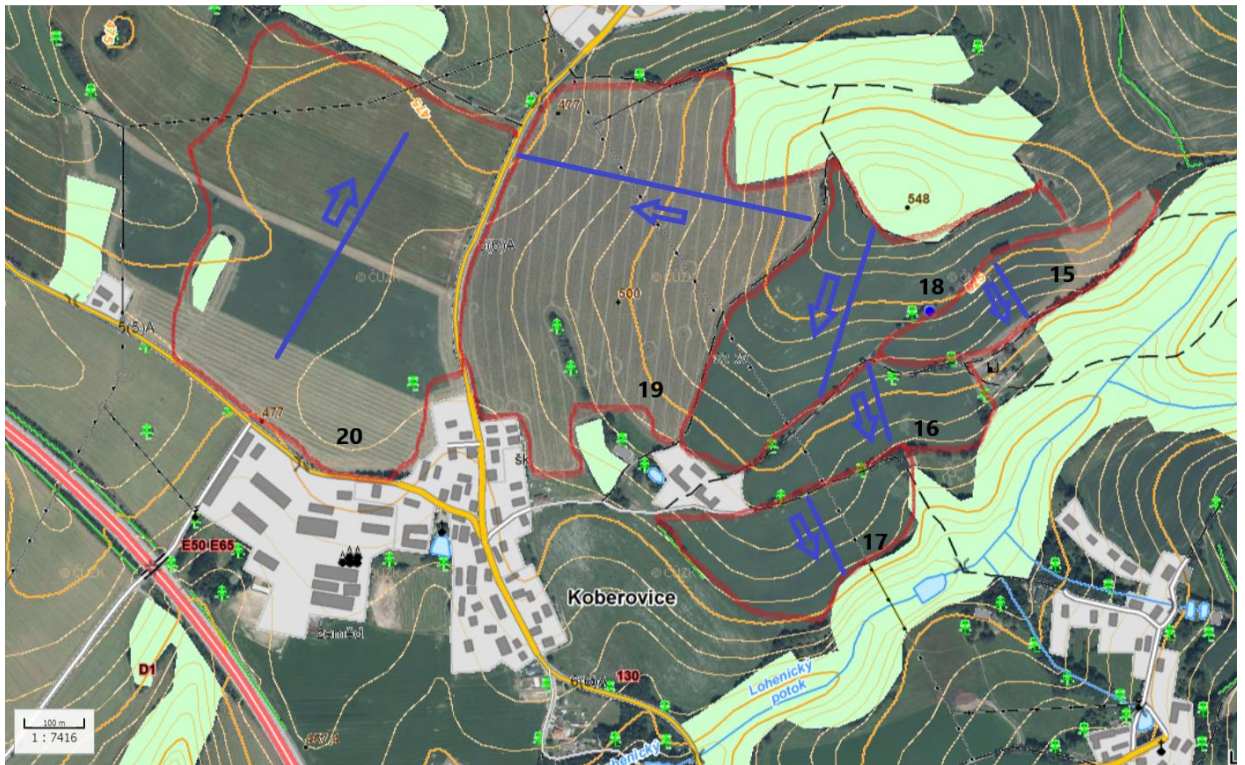
Obr. 2. Zpracované hony 1-10, 12, 27, 28



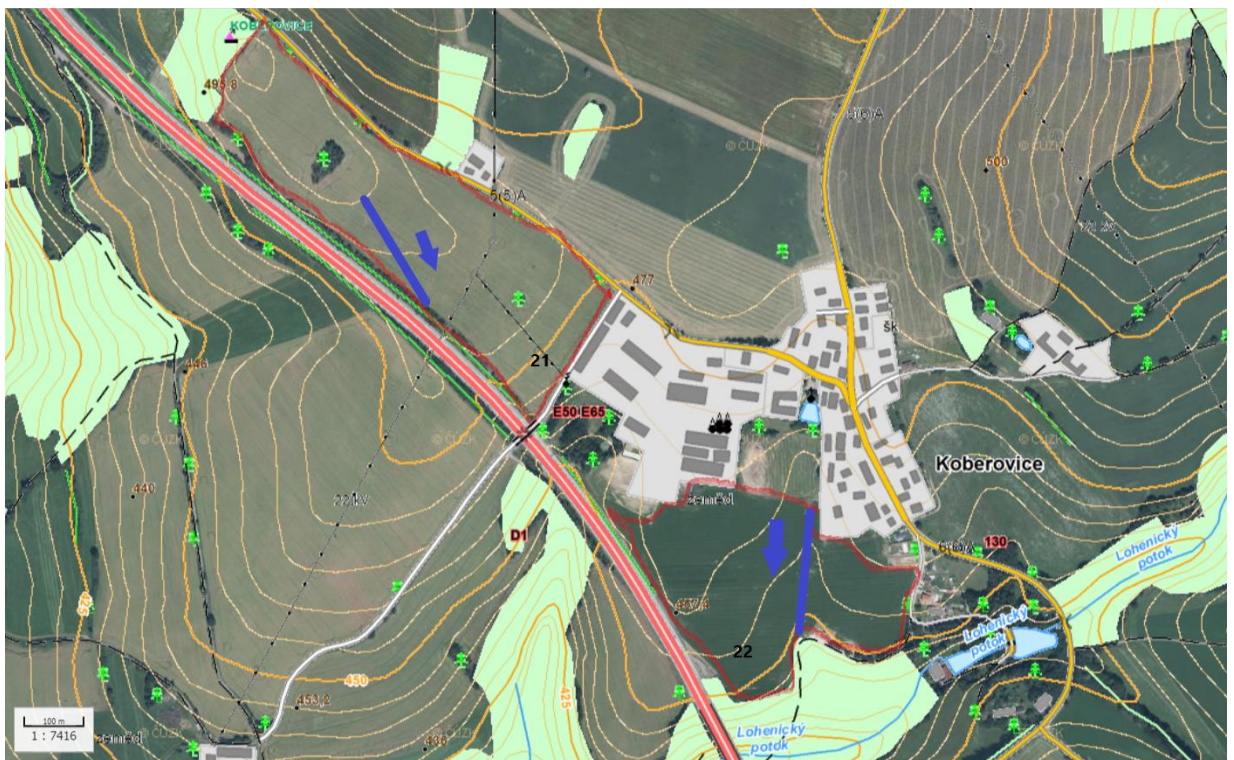
Obr. 3. Zpracované hony 11, 13, 14, 16 (podklady z geoportal.gov.cz)



**Obr. 4. Zpracované hony 15, 16, 17, 18, 19, 20**

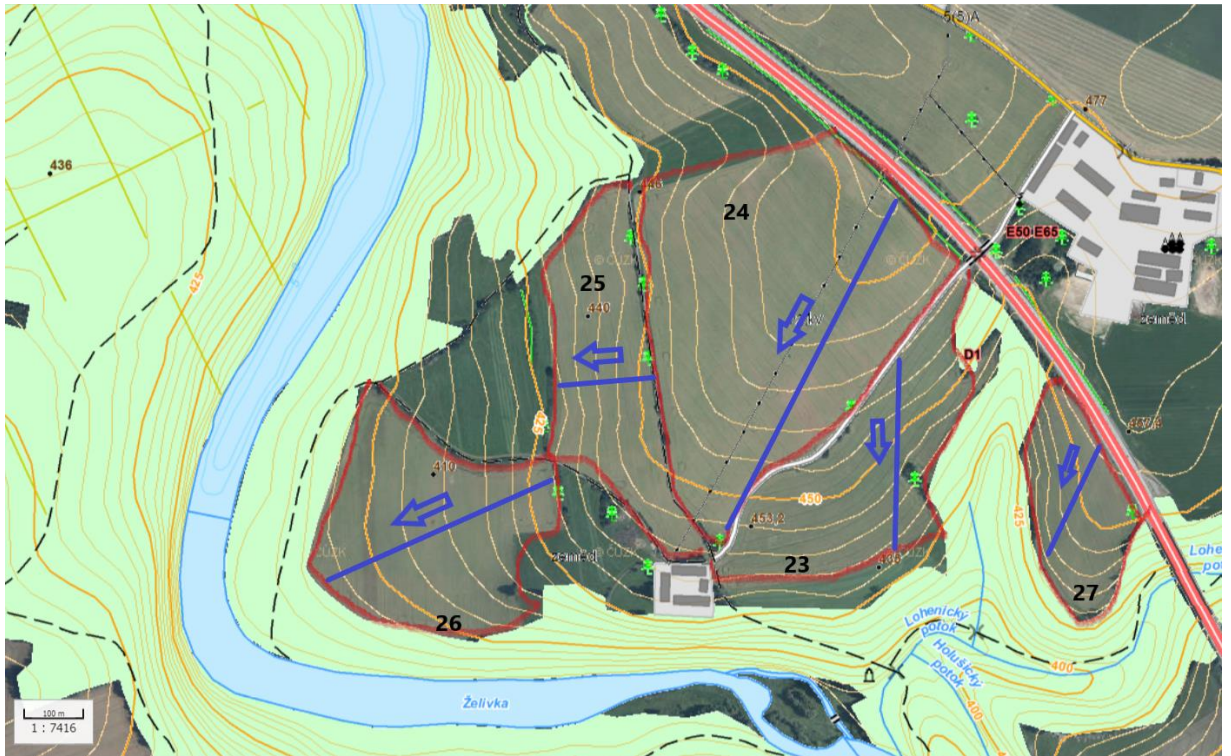


**Obr. 5. Zpracované hony 21, 22**

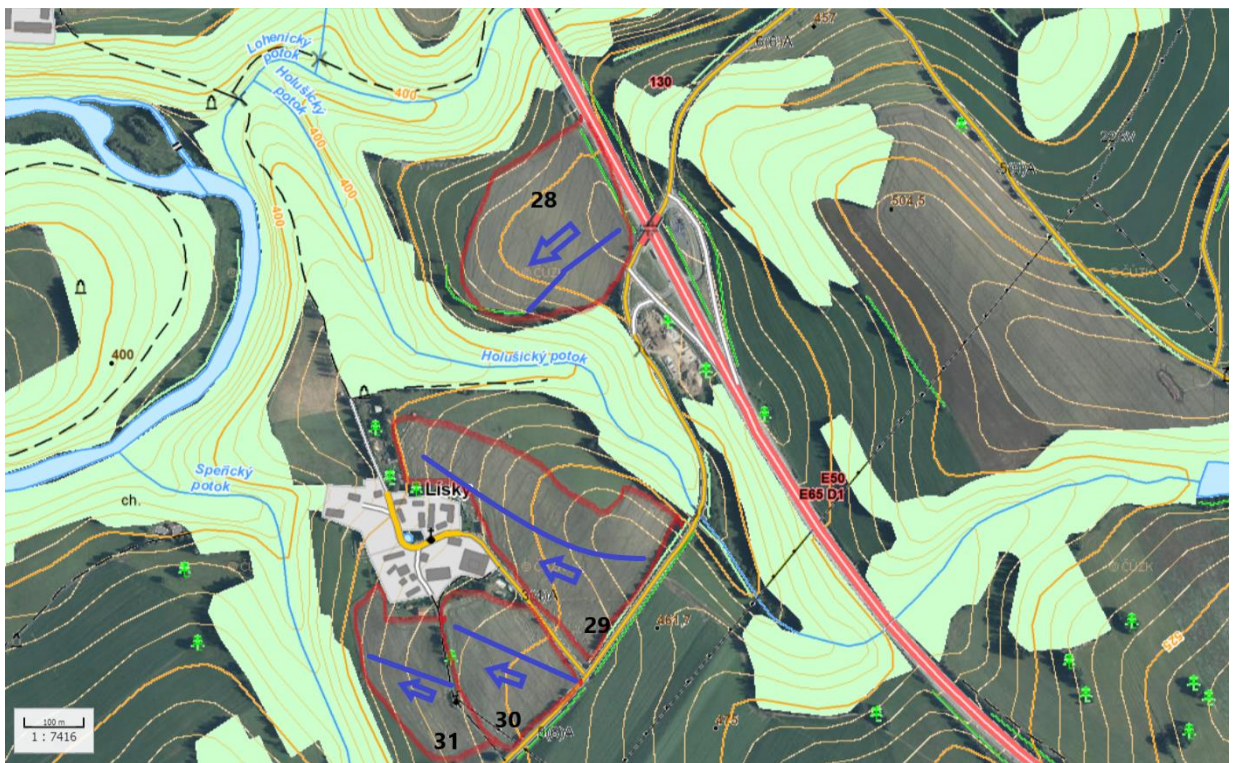


**Obr. 6. Zpracované hony 23, 24, 25, 26, 27**

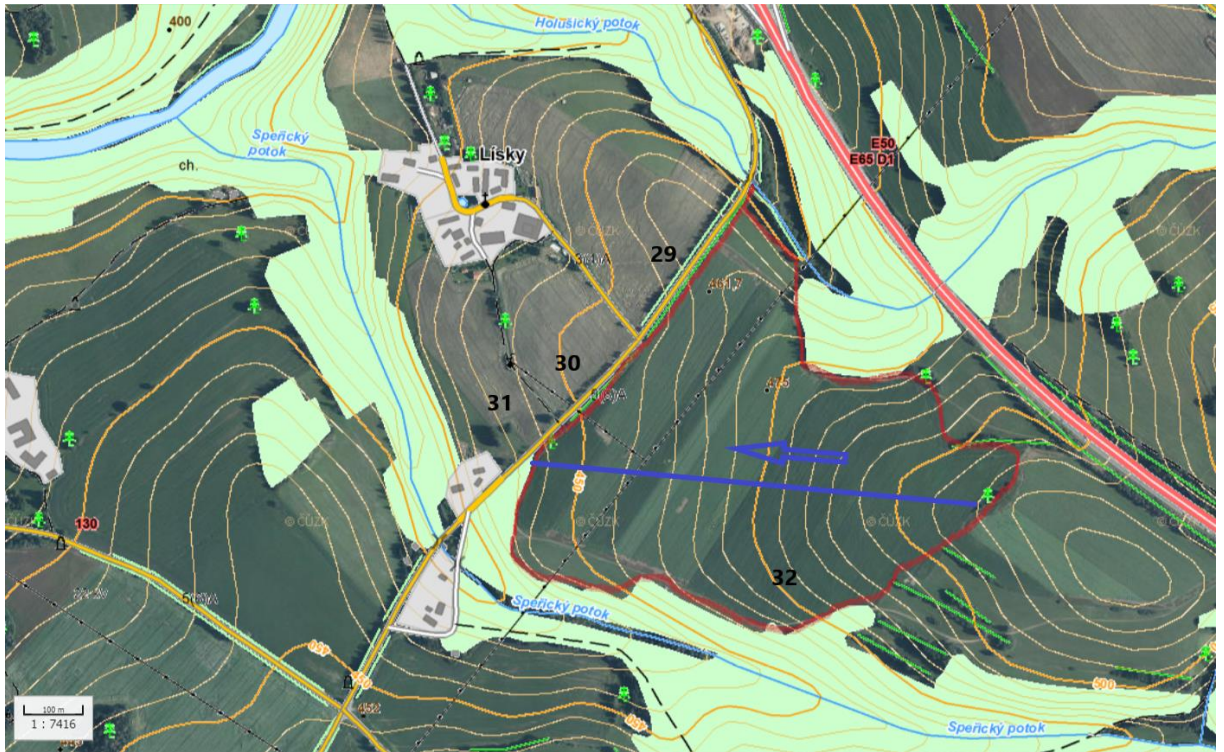




Obr. 7. Zpracované hony 28, 29, 30, 31



Obr. 8. Zpracovaný hon 32



**Obr. č 9, 10, 11 Eroze půdy, hon č.1**





**Obr. č. 12, 13, 14, 15 Eroze půdy hon č.3**







Obr. č. 16 Ortofoto mapa Koberovice 50. léta 20. století

