

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL

Ochrana intravilánu malých obcí proti smyvu  
půdy z okolních zemědělských pozemků  
způsobených vodní erozí

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Dr. Ing. et Ing. Miroslav Kravka

Bakalant: Oldřich Hyrman

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Oldřich Hyrman

Krajinářství  
Územní technická a správní služba

Název práce

**Ochrana intravilánu malých obcí proti smyvu půdy z okolních zemědělských pozemků způsobených vodní erozí**

Název anglicky

**Protection of urban areas of small municipalities against the loss of soil from surrounding agricultural land caused by water erosion**

---

**Cíle práce**

Na příkladu obce Němčovice, okres Rokycany, vyhodnotit dopad opakovaného zasažení obce splachem eroze z okolních zemědělských pozemků. Popsat dopady zemědělské činnosti na život v obci Němčovice, zejména v oblasti – nové výstavby, znečištění studní, dalších omezení a nákladů. Popis správných postupů pěstování zemědělských plodin s ohledem na půdní erozi.

**Metodika**

Stručně popsat problematiku vodní eroze na zemědělské půdě, zejména problematiku transportu a ukládání erodované půdy (množství, složení, periodicitu). Na příkladu obcí Němčovice, Olešná popsat principy technických a bio-technických opatření.

**Doporučený rozsah práce**

30 normovaných stran textu + přílohy

**Klíčová slova**

Erodologie, venkov a územní plánování, intravilán, eroze, zemědělská činnost

---

**Doporučené zdroje informací**

- Čejka, F., Fučík, P., Stalnacke, P., 2016: Management of landscape and water resources in the Czech Republic – lessons learnt from the project LaPlaNt. Research Institut for Soil and Water Conservation, Praha: 35s.
- Kašpar, J., Sýkora, J., Hruša, P., Kupka, J., Pešková, Z., Jetel, V., Nesměrák, M., Papoušek, J., Mlčochová, M., Řihák, P., Trejbal, J., 2016: Venkov a územní plánování, České vysoké učení technické, Praha: 112 s.
- Mendel, U., 2017: Public recreation and landscape protection – with nature hand in hand?, Brno,: 534 s.
- Ministerstvo zemědělství, 2017: Zemědělství. Ministerstvo zemědělství, Praha,,: 158 s.
- Sucharda, M., Simon, O., 2004: Vliv hospodaření v krajině na průběh a účinek povodní. Hnutí Duha, Brno,: 34 s.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FZP

**Vedoucí práce**

Dr. Ing. et Ing. Miroslav Kravka

**Garantující pracoviště**

Katedra plánování krajiny a sídel

**Konzultant**

Ing. Radek Klíč

---

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 16. 03. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma:

Ochrana intravilánu malých obcí proti smyvu půdy z okolních zemědělských pozemků způsobených vodní erozí vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Němčovicích dne 28. března 2022

.....

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce na téma Ochrana intravilánu malých obcí proti smyvu půdy z okolních zemědělských pozemků způsobených vodní erozí, popisuje aktuální protipovodňovou ochranu obce Němčovice v okrese Rokycany. Zabývá se ochranou obce před půdní erozí a bleskovými povodněmi, které se v obci již staly. Je zde vysvětlen pojem eroze, kterou se zabývá řešeršní část práce. Vlastní pilotní šetření vychází ze sledování situace, která je porovnávána s historií povodní, které obec zasáhly v roce 2012. A jsou spojeny s půdní erozí, včetně nevhodných postupů zemědělců při pěstování plodin. Práce se pokouší zároveň najít souvislost mezi postupy a typem výstavby u novostaveb a jejich omezení vzhledem k erozním událostem. V závěrečném shrnutí práce navrhuje vhodná řešení pro danou lokalitu, kdy vychází z přímých zjištění na místě. Výsledná zjištění zahrnují spíše jednoduchost a vlastní doporučení pro bezpečnou prevenci proti následkům půdní eroze spojených s přívalovými dešti. Přínosem práce je aktuální a reálný pohled na novou výstavbu v obci Němčovice a její možnosti a omezení z hlediska protipovodňových opatření.

**Klíčová slova:** erodologie, venkov a územní plánování, intravilán, eroze, zemědělská činnost

## **Abstract**

This bachelor's thesis on the topic Protection of urban areas of small municipalities against landslides from the surrounding agricultural land caused by water erosion, describes the current flood protection of the village Němčovice in the district of Rokycany. It deals with the protection of the village from soil erosion and flash floods, which have already happened in the village. The concept of erosion, which deals with the research part of the work, is explained here. The pilot survey itself is based on monitoring the situation, which is compared with the history of floods that hit the village in 2012. And they are associated with soil erosion, including inappropriate practices of farmers in growing crops. The work also tries to find a connection between the procedures and the type of construction in new buildings and their limitations due to erosion events. In the final summary of the work, he proposes suitable solutions for the given locality, based on direct findings on the spot. Rather, the resulting findings include simplicity and self-recommendations for safe prevention of the consequences of soil erosion associated with torrential rains. The contribution of the work is a current and realistic view of the new construction in the village Němčovice and its possibilities and limitations in terms of flood control measures.

**Key words:** erodology, countryside and spatial planning, urban area, erosion, agricultural activity

## **Poděkování**

Zde bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Dr. Ing. et Ing. Miroslavu Kravkovi za projevenou důvěru, za profesionální a kolegiální přístup, za jeho cenné rady, za konzultace a pomoc při tvorbě této práce.

Dále děkuji panu Karlu Ferschmannovi, starostovi obce Němčovice, protože mi poskytl informace. Děkuji také všem respondentům, které jsem oslovil při místním šetření a milým sousedům z obce Němčovice, kteří mi poskytli cenné rady a informace. A také bych rád poděkoval své manželce za podporu v průběhu mého celého studia.

# Obsah

1	ÚVOD.....	1
2	CÍL PRÁCE .....	2
3	METODIKA.....	2
4	LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	3
4.1	Monitoring eroze zemědělské půdy .....	3
4.2	Historie erodologie .....	3
4.3	Půda .....	5
4.4	Kultivace půdy.....	6
4.5	Eroze .....	6
4.6	Vodní eroze .....	7
4.6.1	Opatření proti vodní erozi.....	8
4.6.2	Organizační opatření proti vodní erozi .....	8
4.6.3	Agrotechnická opatření proti vodní erozi .....	9
4.6.4	Technická opatření proti vodní erozi .....	9
4.7	Pěstování kukuřice a protierozní ochrana .....	9
4.8	Větrná eroze.....	10
4.8.1	Opatření proti větrné erozi .....	11
4.8.2	Organizační opatření proti větrné erozi.....	11
4.8.3	Agrotechnická opatření proti větrné erozi.....	11
4.8.4	Technická opatření proti větrné erozi.....	11
4.9	Vliv změny klimatu na erozi půdy .....	12
4.10	Mořská eroze .....	12
4.11	Určení ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí.....	13
4.12	Odtok.....	14
4.13	Odvodňování a scelování zemědělských pozemků .....	14
4.14	Význam cestních sítí.....	16
4.15	Technogenní zhutňování půdy a následné škody .....	16
5	VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ.....	18
5.1	Němčovice ve stručnosti .....	18
5.2	Němčovice zasažené povodněmi ve zkratce.....	21
5.3	Němčovice – Olešná.....	22
5.4	Pilotní šetření v obci Němčovice – popis lokality.....	23
5.4.1	Popis domů – novostaveb Němčovice .....	25
5.4.2	Vlastní rozdělení domů dle ohroženosti .....	26



5.4.3	Popis domů dle čísel popisných .....	27
6	DISKUZE.....	40
7	ZÁVĚR.....	42
8	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	44
8.1	Odborné publikace.....	44
8.2	Internetové zdroje .....	45
8.3	Ostatní zdroje.....	45
9	Přílohy .....	46

# 1 ÚVOD

Autor této bakalářské práce zvolil jako objekt šetření a zájmu malou obec Němčovice v Rokycanském kraji opakovaně zasazenou erozními událostmi z přilehlých polí. Tato kauza byla medializována a Němčovice se tak staly symbolem boje proti nevhodnému využívání zemědělských pozemků. Tento případ je využit i jako podklad pro výuku o půdní erozi na České zemědělské univerzitě v Praze. Dlouholetý starosta obce Němčovice pan Karel Ferschmann, je velmi známou a výraznou osobností nejen v souvislosti s řešením této kauzy.

Téma eroze půdy a ohrožení intravilánu obcí je také velmi často řešeným problémem, a to z různých úhlů pohledu. Je to například fyzické ohrožení obyvatel, škody na majetku obcí i občanů. V povědomí lidí zůstávají události jako jsou povodně poměrně dlouho a často jsou příčinou i psychických problémů. Bleskové povodně spojené s erozí půdy mají vliv i na nové stavby v obci a ostatní technické zázemí jako jsou například studny, zahrady, kanalizace, garáže apod. Pro mnoho občanů je řešení následků erozních povodní finančně zatěžující.

Je velice důležité a zajímavé tyto jevy zmapovat a popsat a následně vyhodnotit. Vyhodnocení dopadu povodní na život občanů po erozních událostech je velice zajímavý úkol, který může být řešen z mnoha pohledů. Je zcela jisté, že odlišnosti v názorech vzniknou i při navrhovaném řešení protipovodňové ochrany obcí. V této práci autor při místním šetření zjišťuje a vyhodnocuje dopady erozních událostí na běžný život v obci a vyhodnocuje názory a opatření místních obyvatel, a to zejména ve vztahu k novostavbám.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je zmapování, jak opakující se erozní události ovlivňují stavby v obci Němčovice, okres Rokycany. Na příkladu obce Němčovice je zpracováno vyhodnocení dopadu opakovaného zasažení obce splachem půdní eroze z okolních zemědělských pozemků. Popis dopadů zemědělské činnosti na život v obci Němčovice, zejména v oblasti nové výstavby, znečištění studní, dalších omezení a nákladů. Popis správných postupů pěstování zemědělských plodin s ohledem na půdní erozi. Na příkladu obcí Němčovic, Olešná popsání principů technických a bio-technických opatření. V rámci vlastního pilotního šetření zjištění aktuálního stavu zemědělských pozemků u obce. Věcný popis současného stavu po erozních událostech s náhledem možného řešení.

## 3 METODIKA

Tato bakalářská práce je zpracována a rozdělena do několika částí. V první části práce je zpracována literární rešerše, kde autor bakalářské práce seznamuje s pojmem erodologie a s erozí půdy. Jsou vysvětleny hlavní druhy eroze včetně jejich technických, organizačních a agrotechnických opatření. Dále je zmíněna i důležitost cestních sítí a pojem technogenního zhutňování půdy. Tato zpracovaná problematika eroze navazuje na správné postupy pěstování kukuřice, protože právě chybné pěstování kukuřice společně s přívalovým deštěm nad obcí Němčovice způsobilo erozní události, které ovlivnily život v obci. K obci Němčovice náleží část Olešná, která byla taktéž zasažena vodní erozí z okolních polí. Je zde také popsán záchyt vody nad Olešnou.

Vlastní práce převádí poznatky do praxe, a to konkrétně na dotčenou obec Němčovice. Začíná se popisem lokality obce a stručným popisem erozních událostí, které obec zasáhly. Autor zde provádí vlastní pilotní šetření, ve kterém mapuje aktuální stav v obci. Konkrétně se zaměřuje na zmapování a zdokumentování, jak jsou ovlivněny nové stavby rodinných domů v obci. Dále zkoumá místním šetřením, jak jsou stavby ovlivněny z finančního hlediska možnou erozí ze zemědělské půdy. A na závěr svého pozorování autor dokumentuje aktuální stav polí nad obcí Němčovice, které by měly mít travnatý ochranný pás. Vyhodnocuje dopady erozních událostí na výstavbu rodinných domů v obci.

V závěru autor vyhodnocuje výsledky šetření a zjištěné poznatky.

## 4 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 4.1 Monitoring eroze zemědělské půdy

Projevy eroze jsou stále větší a týkají se celého území republiky. K událostem splachů dochází často na stejných místech opakovaně. Na základě těchto událostí zadalo Ministerstvo zemědělství požadavek na zpracování aplikace, aby státní správa věděla při rozhodování, jak nastavit parametry půdy ochrany před erozí. Vznikla tak v roce 2012 aplikace nazvaná Monitoring eroze zemědělské půdy, která shromažďuje nastalé jevy. Zkratka VUMOP znamená Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Aplikace eviduje a spravuje záznamy co se kde stalo, popisuje vzniklé situace, shromažďuje fotodokumentace. Mapují se detailně přehledy nahlášených erozních událostí, včetně událostí opakovaných. Cílem monitoringu je zajistit dostatečné podklady o rozsahu problému eroze zemědělské půdy. Kvalitním podkladem pro efektivní navrhování protierozních opatření jsou výstupy z analýz monitorovaných událostí. Portál je dostupný na adrese <http://me.vumop.cz/>. Na tomto portálu je možné dohledat jednotlivé nahlášené erozní události včetně komplexních informací k nim.

### 4.2 Historie erodologie

Eroze je přírodní proces, který sice nedosahuje měřítek katastrof, ale představuje významný problém na většině zemí. Mnohdy způsobuje značné materiální škody. Eroze je charakterizována jako proces, kde působením vody, větru, ledu a dalších vlivů dochází k porušování půdního povrchu a transportu půdních částic a jejich dalšímu usazování. Věda o erozi a protierozní ochraně se nazývá erodologie. Obor erodologie je obor relativně nový. Erodologie je nauka o erozi, objasňuje příčiny vzniku eroze, její následky a dále ochranu proti ní. O půdní degradaci existují záznamy více než 7000 let. Nejobsáhleji vysvětlují pojem eroze geologové a geomorfologové. Zakladatelem moderní erodologie je označován H.H. Bennett, jako autor publikace *Soil Conservation* z roku 1939. Prvním obděláváním půdy člověkem se začal zrychlovat proces eroze a pěstováním plodin k obživě. Již před 5000 lety lidé kvůli obživě vypalovali lesy, aby získali půdu. Velký vliv na degradaci půdy a krajiny mělo odlesnění pobřeží Středozemního moře (Janeček 2008).

Zkušenosti s využíváním spraší měli již zemědělci v Číně za vlády císaře Yu. Budování teras na Žluté řece k zachycování splavenin trvalo stovky až tisíce let.

Nejrozsáhlejší sprašová plošina leží na středním toku řeky Chuangche – Žluté řeky. Jde o zvláštní geografickou oblast, kde je nejhlubší sprašový profil a nejkritičtější eroze půdy, a kde došlo zejména v posledních 100 letech k drsné redukci přirozené vegetace mýcením. Z celkové rozlohy cca 630 000 km<sup>2</sup> podléhá 430 000 km<sup>2</sup> erozi půdy. Tato plošina se nachází v místě, kde se střídá větrná a vodní eroze (Lexa 2004).

Terasy se vyskytují také v jižní Francii a záznamy o působení vodní a větrné eroze jsou i v Herodotových spisech z území Ruska. Pojem stěhování národů v 5. a 6. století byl způsoben nedostatkem pastvy, kdy kočovní obyvatelé byli donuceni stěhovat se dále na západ (Janeček 2008).

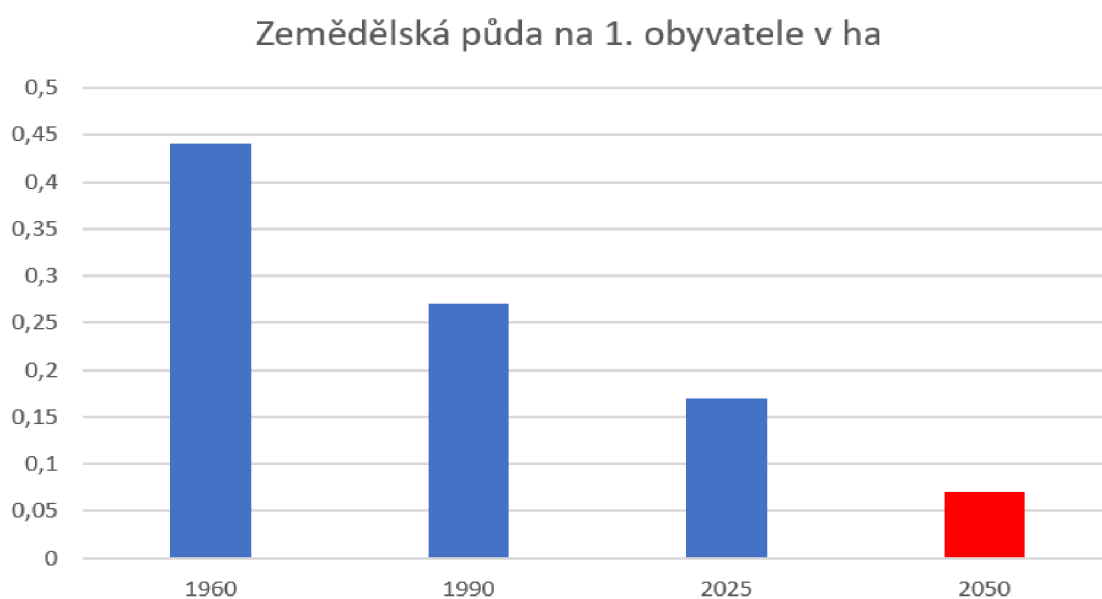
Na území Čech začala proměna krajiny ve 12. století. Kdy přestal stačit existující půdní fond. Přistěhovalci z německých zemí a Holandska si při tak zvané velké kolonizaci přinesli vlastní způsoby obhospodařování půdy. Používají pluh, a to mění tvar pozemku. Takovým prvním tvůrcem ochrany půdy před erozí lze nazvat tzv. lokátora, tedy vzdělaného člověka se základními geodetickými znalostmi. Ten určoval způsoby stavění nových vsí a lokaci orné půdy pastvin a zahrad, trasy cest a systémy odvodnění. Prací lokátora bylo tedy zajištění vhodné organizace využití intravilánu a extravilánu. Od 15. do konce 17. století přirozené hranice pozemků jako jsou strouhy, vodní toky a hranice lesů měly protierozní funkci. První zákony týkající se melioračního fondu a svodu horských vod, byly na našem území vydány v roce 1884. A daly základy pro realizaci komplexních protipovodňových a protierozních opatření, například úpravy rakovnických strží (Janeček 2008).

Vzor tehdejšího financování na území Evropy i Československé republiky byl použit ve 20. století v USA a vznikla tak služba na ochranu půdy Soil Conservation Service, dnes nazývaná Natural Resources Conservation Service. Na území Spojených států docházelo ale spíše k erozi větrné, která poškodila značnou část půdy a došlo k významné ztrátě ornice. Vznikla písečná pánev Dust bowl. Značný vliv na snížení škod měl H.H. Bennett, který vedl kampaň na osvětu v oblasti eroze. Byly schváleny vysoké dotace na výzkum eroze. Tyto prostředky na výzkum měly významný vliv na zdokonalování techniky zpracování půdy. V průběhu času dochází k nutnosti řešení problematiky eroze na mnoha místech, jako v tehdejší Sovětské svazu, na Novém Zélandu, v Indii a Turecku. Zde je situace nejhorší a půdní erozí je ohroženo cca 80 % plochy celého tureckého území. Jde o obrovskou hrozbu pro turecké životní prostředí a ekonomiku. Ztráta půdy je zde způsobena

odlesňováním a špatným hospodařením na orné půdě. Velký vliv má též intenzivní pastva (Janeček 2008).

Přírodní eroze půdy je odpovědná za ztrátu přibližně 9 miliard tun ročně. Účinky lidské činnosti exponenciálně zvýšily erozi půdy 2,5krát. Úbytek zemědělské půdy má zásadní vliv na rizika zdrojů výživy pro celý svět (Bogunovic 2019).

Obrázek 1: **Kritická hranice k zajištění minimální výživy lidí.** K dosažení této hranice dojde pravděpodobně okolo roku 2050. Jedná se o hodnotu 0,07 ha na obyvatele, která je schopna zajistit minimální výživu.



### 4.3 Půda

Půda zabírá části zemského povrchu a lze ji definovat jako dynamické přírodní tělo, složené z minerálních a organických pevných látek, plynů, kapalin a živých organismů. Půda je dynamickým zdrojem, který tvoří abiotická a biotická složka. Abiotická složka představuje minerální částice různých velikostí jako jsou písek, bahno a jíla a organickou hmotu. Biotickou složku zastupují živé organismy, včetně populací rostlin, živočichů a mikroorganismů (hub a bakterií), které se odlišují velikostí, počtem, zvyky, životními cykly, zdroji potravy atd. Půda má biologické, chemické a fyzikální vlastnosti, které jsou dynamické a reagují na změny, které mohou nastat. Půda plní několik ekosystémových klíčových funkcí což jsou: produktivita, udržitelnost, kvalita životního prostředí, biologická rozmanitost a blahobyt člověka (Cachada 2018).

#### 4.4 Kultivace půdy

Pokud je kultivace půdy příliš intenzivní, může docházet k ekologickým problémům jako jsou vyčerpání přirozené zásoby živin, vyčerpání organické části, nadměrné vystavení povrchu půdy slunci a srážkám, a to vše vede k rozkladu půdní struktury. Přílišné hnojení, místní meliorace, pěstování geneticky stejnorodých odrůd plodin, často vede ke snížení odolnosti rostlin vůči škůdcům a nemocem, což má za následek zvýšené používání chemie, která má negativní vliv na ekosystém. Narůstá nestabilita krajiny a nemohou zde správně pracovat přírodní regulační mechanismy (Kovář 2014).

#### 4.5 Eroze

Eroze je proces, který zahrnuje rozrušení půdního povrchu, jeho transport a sedimentaci půdních částic působením vody, větru, ledu a dalších takzvaných erozních činitelů. Pojem eroze pochází z latiny a vzniklo ze slova „*erodere*“, což znamená rozhlodávat. V podstatě se jedná o pohyb hmoty, která je rozrušená a pohybuje se z vyvýšených území země na nižší, čímž se srovnává povrch země. Tento proces se nazývá planace, a jde v podstatě o zarovnávání povrchu země. Pro tento proces je nezbytné zvětvávání hornin, které umožňuje přesun hmoty. Výše zmíněný odborník H.H. Bennett zmiňuje normální erozi (geologickou) a erozi zrychlenou (Janeček 2008).

Zrychlená eroze vzniká činností člověka. Normální eroze je přirozená a postupná. Upravuje a tvaruje reliéf území a je v souladu s půdotvornými procesy probíhajícími na daném místě za určité kombinace půdotvorných faktorů a podmínek. Eroze zrychlená přesouvá částice půdy tak rychle a ve velkém rozsahu, že není možné je obnovit půdotvorným procesem. Půdotvorný proces je souhrn fyzikálních, chemických a biologických procesů, které probíhají v půdě a ovlivňují příslušné složení a vlastnosti hmoty půdy. Tento proces závisí vždy na kombinaci půdotvorných podmínek a faktorů, stáří území, geomorfologických podmínkách a dalších činitelích.

Erozní procesy mohou být chemické či mechanické. U zemědělské půdy jde většinou o mechanickou vodní a větrnou erozi. Lidstvo svým působením zásadně přirozenou geologickou erozi urychluje. A to už vlastní činností anebo odstraněním erozi omezujících přirozených procesů. Eroze zemědělské půdy je závislá na povrchu

pozemku, pěstovaných plodinách, intenzitě a četnosti dešťů, větru, typu půdy, obsahu organické hmoty a také na protierozních opatřeních. Kritická mez pro obnovitelnost půdy je často uvedena jako 1-4 tuny/ha za rok. Záleží na typu půdy a horniny. Následky pro zemědělskou půdu jsou ale větší než jen ztenčování vrstvy půdy. Snižuje se také úrodnost a zvyšuje zrnitost. Velký problém je i vymývání živin a změna fyzikálně-chemických vlastností. V České republice tento problém ještě znásobuje scelování zemědělských ploch bez ochranných krajinných prvků (Martinovský 2016).

#### 4.6 Vodní eroze

Podle činitelů, které způsobují erozi se dělí eroze na erozi vodní, větrnou, ledovcovou, sněhovou atd. Vodní eroze je proces, při kterém dochází působením vody k rozrušování půdního povrchu. Dále k transportu půdních částic a jejich usazení na jiném místě. Vodní erozi nelze nikdy zcela odstranit, lze ji ale výrazně omezit a půdu tak trvale využívat k zemědělským účelům. Na našem území je uplatnění protierozní ochrany nutné. Zejména na svazích s mělce uloženým skalním podložím a s vysokým šterkovým obsahem. Kolektivizace zemědělství v bývalém Československu a intenzivní zemědělská výroba vedla ke scelování půdních bloků. Na území Evropy jsou tyto půdní bloky v České republice největší. Vodní erozi podporuje i zrušení hydrografických a krajinných prvků, jako jsou polní cesty, zatravněné údolnice, rozorané meze a podobně. V krajině chybí také ostrůvky rozptýlené zeleně. Všechny tyto prvky zrychlenou vodní erozi efektivně omezovaly. Pokud se k tomu ještě přidá nevhodný osevní postup, pěstování erozně nebezpečných plodin, orba po spádnici, chybějící zatravněné pásy a další technické opatření, dojde k intenzivní vodní erozi. A to zejména na svazích (Hruška a kol. 2018).

Ekonomické ztráty a ekologická újma při vodní erozi jsou následkem vodní eroze, která je v České republice nejvýznamnější degradací půdy. Projevují se zde vysoké náklady na pěstování plodin jako jsou výnosy na hektar, zanášení vodních toků a nádrží, sesuvy půdy a ztráta ceny půdy a s tím související značné finanční ztráty. Proces ztráty ornice při vodní erozi tedy nejúrodnější části půdy, a zmenšení mocnosti půdního profilu, má vliv i na chemické vlastnosti půdy. Erozi půdy jsou ovlivněny rovněž vlastnosti fyzikální. Znesnadňuje se pohyb strojů po pozemcích, protože se snižuje propustnost půdy pro vodu. Dochází také k poškozování pěstovaných rostlin a ztrátám osiv. Půdní částice, které voda unáší a na nich např. pesticidy, zbytky hnojiv a podobně, zanášejí nádrže, vodní toky, snižují jejich průtočnou kapacitu a zakalují povrchové vody. To vše způsobuje zvyšování nákladů



na úpravu vody a čištění vodních toků a nádrží a v extrémních případech dochází i k vážným škodám na majetku osob (Hruška a kol. 2018).

V případě půdní eroze jde o komplexní proces, kdy dochází k rozrušování, transportu a sedimentace půdních částic a to vodou, větrem, někdy ledem a dalšími činiteli. Sama eroze je přirozený proces, pokud ale jde o zrychlenou erozi, ta představuje problém. Ke zrychlené erozi dochází vlivem činnosti člověka. Třeba na plochách a pozemcích odlesněných nebo nevhodně obhospodařovaných. Vodní eroze je nejčastějším typem půdní eroze. Je způsobovaná povrchovým odtokem vody.

Zejména během přivalových dešťů působí intenzivněji. Dešťové kapky rozrušují povrch půdy a uvolňují půdní částice. Dochází k zanášení koryt vodních toků a nádrží, ke znečišťování vodních zdrojů. Z půdy je odnášena nejúrodnější svrchní vrstva, dochází ke změnám půdního pH, zvyšuje se hrubozrnnost a tím se zhoršuje obdělávatelnost půdy. Odolnější vůči této erozi jsou jílovité půdy, nejnáchylnější pak jsou půdy hlinité, s velkým podílem prachových částic. Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje intenzitu eroze je sklon svahů. Větrná eroze těsně souvisí s rizikem prachových a písečných bouří. U nás k ní dochází zejména v aridních oblastech v Polabí a moravských úvalech (Dnešní svět 2012).

#### 4.6.1 Opatření proti vodní erozi

U zemědělské půdy je nutná ochrana vhodnými protierozními opatřeními, a to zejména na svazích. Je vhodné použít komplex organizačních agrotechnických a technických opatření, které se navzájem doplňují. Hlavní úkoly k zajištění ochrany půdy před vodní erozí jsou: podpora vsaku vody, ochrana půdy před účinky deště, zlepšování soudržnosti půdy, odvod povrchové odtékající vody a zachycení zeminy (Janeček a kol. 2008).

#### 4.6.2 Organizační opatření proti vodní erozi

Organizační protierozní opatření jsou: stanovení hranic mezi zemědělskou půdou a ostatními plochami, ochranný travní porost a zalesnění, vhodné osevní postupy a pásový systém pěstování zemědělských plodin a tvar a velikost pozemku – pozemkové úpravy (Janeček a kol. 2008).

Z hlediska tvaru a velikosti pozemku a při jejich organizaci je nutné vždy počítat s délkou a sklonem pozemku jako s jedním celkem, ale i pro celou skupinu. Při návrzích úprav je vždy nutné pohlížet na budoucí rozvržení celku ve všech souvislostech. Obecné doporučení pro velikost půdních bloků je do 50 ha v rovinách a 20 ha na členitějších územích. Nejvhodnější protierozní ochranou je optimální travní

porost tvořící pevný drn. Dalším opatřením je smíšený les s bylinným patrem s vrstvou jehličnatky, zajišťující vysokou ochranu půdy. Není vhodné pěstování okopanin a kukuřice na svazích. Protierozní účinnost plodin je od nejvyšší po nejnižší: travní porosty, jetel, vojtěška, obilnina ozimá, obilnina jarní, řepka ozimá, hrách a okopaniny. Pásové střídání plodin omezuje erozi střídáním plodin s vysokým a nízkým protierozním účinkem (Janeček a kol. 2008).

#### 4.6.3 Agrotechnická opatření proti vodní erozi

Tyto opatření mají za úkol zejména zkrátit čas, kdy je půda bez vegetace, na minimum. Ideální je využívání posklizňových zbytků a biomasy meziplodin. Nejrizikovějším obdobím je období přivalových dešťů od června do srpna a tání sněhu. Velice důležité je využití agrotechnických opatření proti erozi u pěstování kukuřice, protože její výskyt jako pěstované plodiny je častý. Vhodné postupy jsou například zanechání posklizňových zbytků – podrcené slámy na povrchu půdy, ochranné zpracování půdy (mělké kypření půdy, prokypření ornice bez obracení) nebo orba s jízdou ve směru vrstevnic proti svahu otočnými pluhy (Janeček a kol. 2012).

#### 4.6.4 Technická opatření proti vodní erozi

Zde se jedná hlavně o komplexní systém odstranění nepříznivých následků povrchového odtoku, kterým je ohrožen zejména intravilán obcí. Tento systém je realizován převážně v procesu pozemkových úprav. Hlavní technická protierozní opatření jsou: průlehy, hrázky, příkopy, terasy, nádrže a meze (Janeček a kol. 2012).

### 4.7 Pěstování kukuřice a protierozní ochrana

Při pěstování kukuřice a dalších širokořádkových plodin jako je například slunečnice, je nezbytné u erozně ohrožených pozemků využívání meziplodin a posklizňových zbytků tzv. ochranné obdělávání. Osevní postupy s používáním meziplodin a zbytky mulče zvyšují stabilitu půdy proti erozi. Zajišťují větší obsah organické hmoty v půdě, mobilních živin, omezují výpar a zaplevelení. Setí do mulče spočívá ve velkém množství ponechaných zbytků na povrchu půdy a lze jej provést následovně:

- setí do mulče z meziplodin,
- setí do slámy předplodiny,
- setí do ochranné podplodiny (Janeček a kol. 2012).

Při přímém setí kukuřice do přezimující a vymrzající meziplodiny se kukuřice na jaře vysévá do mulče z odumřelé meziplodiny. Tato meziplodina, která v zimě odumře, například hořčice bílá, tvoří podklad pro setou kukuřici. Pokud meziplodina není umrtvená dojde k tomu použitím herbicidů, které slouží také k potlačení plevelů. Pro tento druh setí je důležitá jeho technika. Při setí kukuřice do mulče ze zbytků předplodiny se ponechávají posklizňové zbytky na povrchu půdy a kukuřice se seje do nezpracované půdy. Plevely jsou likvidovány herbicidy. Společné setí s ochrannou podplodinou má tu nevýhodu, že je zde jeden měsíc od zasetí nízká protierozní ochrana. A je nutná úprava secího stroje. Plevely se likvidují později. Vhodným vývojem při pěstování kukuřice je zpracování půdy v pásech, kdy se půda kypří pouze v místech budoucích řádků a vedle zůstává půda bez zpracování. Nouzovým opatřením je pro slabší erozní ohrožení setí obilných pásů. Je technicky nenáročné a jednoduché (Janeček a kol. 2012).

#### 4.8 Větrná eroze

Při větrné erozi dochází k pohybu půdních částic mechanickou silou větru. Formy pohybu půdy jsou při větrné erozi tyto:

- suspenze – jemné částice půdy jsou ve formě suspenze přenášeny větrem, a to i na velké vzdálenosti,
- skok – zde dochází k přesunu velkého množství půdní hmoty,
- sunutí po povrchu půdy. Tímto druhem pohybu se přesunují velké a těžké částice (Janeček a kol. 2012).

Pro pohyb částic půdy větrem je rozhodující unášecí síla větru, která je závislá na jeho rychlosti, době výskytu a četnosti. Hlavní vliv na větrnou erozi má dlouhý a silný vítr v kombinaci s holou plochou povrchu. Větrnou erozi půdy ovlivňuje druh, velikost a tvar půdních částic, drsnost, vlhkost, a hlavně rostlinný pokryv. Uplatňuje se zde i efekt délky erodovaného území, protože na dlouhém území se uvolňuje větší množství půdy ve směru větru. Proto se ohrožené území ochraňují ochrannými lesními pásy, větrolamy a podobně tak, aby se přerušila délka území na kratší. V České republice je ohrožena větrnou erozí hlavně lehká písčité půda na jižní Moravě a v Polabí (Janeček a kol. 2012).

#### 4.8.1 Opatření proti větrné erozi

Jde o všechna opatření ke snížení ohrožení půdy větrnou erozí například omezení rychlosti větru různými překážkami v cestě větru, ochraně povrchu půdy a její stabilizaci. Opatření se dělí podobně jako u vodní eroze.

#### 4.8.2 Organizační opatření proti větrné erozi

Mezi organizační opatření proti větrné erozi se řadí výběr pěstovaných plodin a vymezení druhů pozemků. Jako nejúčinnější proti erozi se používá trvalý travní porost, který je nejvhodnější na nejohroženějších půdách. Vhodné jsou také víceleté pícniny jako jsou trávy a jeteloviny. Vhodný je také výsev do strniště předchozí plodiny. Dále je to pásové střídání plodin a tvar a velikost pozemku. V podstatě jde o střídání pásů orné půdy s trvalými travními porosty. Uspořádání a scelování pozemků lze provést pozemkovými úpravami (Janeček a kol. 2012).

#### 4.8.3 Agrotechnická opatření proti větrné erozi

Do agrotechnických opatření proti větrné erozi patří úprava struktury půdy, vlhkostní režim a ochranné obdělávání. Úpravou struktury půdy rozumíme zvýšení soudržnosti a zpevnění půdy například pěstováním jetelovin a trav nebo posklizňovými zbytky. Za vlhkostní režim lze považovat zvýšení kompaktnosti půdy, a to například závlahou nebo mulčováním. Ochranné obdělávání půdy jsou technologické postupy, které zvyšují drsnost povrchu půdy, jeho vlhkost a zlepšují půdní strukturu. Jde například o setí kukuřice do chemicky umrtveného drnu nebo současné setí s ochrannou podplodinou (Janeček a kol. 2012).

#### 4.8.4 Technická opatření proti větrné erozi

Mezi technická opatření proti větrné erozi patří větrolamy. Zde se jedná hlavně o postavení překážky větru do cesty. Mohou to být umělé zábrany nebo ochranné lesní pásy – větrolamy. Větrolam je jakýkoliv dřevinný porost liniového charakteru. Může to být třeba biokoridor, břehový porost, alej i stromořadí. Ale hlavně ochranný lesní pás. To je dřevinná vegetace vhodné skladby a výsadby, která vychází z požadavku ochrany proti větrné erozi. Větrolamy se podle propustnosti a účinnosti rozdělují na tři základní typy:

- prodouvací neboli propustné – přispívají k rovnoměrnému ukládání sněhu na chráněných místech, ale nejsou moc účinné proti silnému větru,

- neprodouvací neboli nepropustné – kde porost větrolamu tvoří neprodyšnou stěnu. Rychlost větru ale klesá pouze v bezprostřední blízkosti pásu a v malé vzdálenosti za větrolamem nabývá původní rychlost. Nevýhodou je vznik turbulencí před i za větrolamem a tvorba navátin uvnitř pásu,
- poloprodouvací neboli polopropustné – které mají cca 50% propustnost oproti neprodouvacímu. Tento typ větrolamu je udáván jako nejlepší a nejvhodnější (Podhrázká a kol. 2008).

Většina erodovaného půdního materiálu je uložena na jiném místě v krajině. To může mít další negativní účinky, lze ale na tento fakt pohlížet jako na místní zlepšení kvality půdy. Při posuzování vlivů eroze půdy na kvalitu půdy je proto nutné zahrnout krajinnou perspektivu – škodlivé účinky, které vzniknou na jednom místě, mohou být (částečně) kompenzovány příznivými účinky na místě jiném (Schjonning 2003).

#### 4.9 Vliv změny klimatu na erozi půdy

Předpokládá se, že globální oteplování bude v příštích 100 letech mezi 1,1 – 6,4 stupně Celsia. Tato rychlá změna klimatického systému působí nestabilitu. Frekvence, intenzita a časový výskyt extrémních povětrnostních podmínek jako jsou silné srážky, bouře, sucha atd. se objevují po celém světě. Extrémy vyskytující se v klimatu mají velké škodlivé účinky. Zvyšování teploty ovlivňuje vzorce oběhu v atmosféře. Tyto změněné vzorce povedou ke změně srážek. Vliv klimatu jednoznačně ovlivňuje erozi půdy vodou, a to právě jevy jako jsou intenzita, frekvence a síla srážek. Změna klimatu způsobuje i nutnost přizpůsobení využívání půdy, střídání plodin a hospodaření s půdou. V souvislosti s tím jsou ovlivňovány a měněny chemické a fyzikální vlastnosti půdy např. půdní vlhkost, obsah organického dusíku a půdní pokryv. Všechny tyto vlastnosti ovlivňují erozi půdy vodou (Routschek 2012).

#### 4.10 Mořská eroze

Dramatické následky má mořská eroze, která se děje ve Spojeném království, kde mořská abraze ohrožuje stavby při pobřeží v místě Holderness. Tato oblast je v Evropě považována za nejohroženější. Leží na severovýchodě Anglie, kde jsou útesy vysoké zhruba 20 až 30 metrů a jsou tvořené měkkými morénovými usazeninami, tvoří je tedy málo odolné a nezpevněné horniny. Pobřeží, které je intenzivně a neustále podemíláno vlnami, ustupuje rychlostí v průměru více

než jeden metr za rok. Dá se říct, že za posledních 2000 let, tak erodovaly místy až čtyři kilometry pobřeží, včetně farem, vesnic, které na něm stály. Dokonce u sídel na pobřeží Mapleton byla na jejich ochranu postavena pobřežní hráz zabraňující vlnám opírat se o pobřeží. Došlo k odklonu příbřežního proudu a větší síla vln se koncentruje jižněji od této oblasti, kde se zvýšila rychlost eroze pobřeží až na 10 m za rok. Této pobřežní erozi čelí přímořské státy. Tato abraze, zvolna ale intenzivně eroduje břehy i s případnými stavbami, které na nich stojí. Mořské vlny, narážející na pobřeží s různou intenzitou toto pobřeží podemílají. Materiál, který se uvolní voda odnáší a ukládá se jinde. Pobřeží, která jsou tvořená z nezpevněných a málo odolných hornin nedokážou náporu vln čelit. Méně odolné materiály erodují dříve, čímž vznikají rozmanité tvary skalních bran, oken, pilíř apod. Velké riziko představuje mořská abraze, která se děje na hustě osídlených pobřežích (Dnešní svět 2012).

#### 4.11 Určení ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí

V České republice je ohroženo cca 10 % orné půdy větrnou erozí a cca 50 % orné půdy je ohroženo vodní erozí. Na většině plochy, která je ohrožena erozí, není dostatečná systematická ochrana, která by zabraňovala dalšímu snižování půdního profilu. Vodní eroze je způsobována činností dešťových kapek a odtokem vody po povrchu, a dále transportem uvolněných částic půdy. Intenzita vodní eroze je určena druhem srážek a povrchového odtoku, poměry v půdě, sklonem, délkou a tvarem svahů, vegetačními poměry a způsobem, jakým je pozemek využíván. Uvolnění a přenos půdních částí může způsobovat i odtok tajícího sněhu v zimním období. Velký vliv na intenzitu vodní eroze mají používané agrotechnologie. Při vodní erozi vznikají na povrchu odtokové dráhy různých poměrů – rýžky, rýhy, výmoly a dochází k oddělování půdních částic. V České republice (a i v jiných zemích) se používá k určení ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí rovnice USLE. Zároveň slouží k hodnocení účinnosti protierozních opatření. Rovnice USLE = univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (Janeček a kol. 2012).

Ztráta půdy vodní erozí se stanoví na základě rovnice USLE takto:

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

Kde: G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy /t. ha<sup>-1</sup> .rok<sup>-1</sup>/

R faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů,

- K faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu,
- L faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí,
- S faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí,
- C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,
- P faktor účinnosti protierozních opatření (Janeček a kol. 2012).

Vypočtená hodnota vyjadřuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy a udává množství půdy, které se uvolňuje vodní erozí. Tuto rovnici nelze používat pro období kratší, než je rok, a nelze ji využívat pro zjištění ztráty půdy erozí z jednotlivých srážek nebo při tání sněhu (Janeček a kol. 2012).

#### 4.12 Odtok

Spadlé srážky a gravitace tvoří na zemském povrchu plošný odtok. A dále se koncentruje a vytváří povrchový soustředěný odtok. Srážky vsáknuté do půdy až k hladině podpovrchové vody vytvářejí podpovrchový odtok. Dešť se z části vypaří a z části vsákne do půdy. Delší doba deště více než 70 minut o větší intenzitě způsobuje povodňovou vlnu. V případě půdních erozních událostí je zásadní povrchový plošný odtok. Část vody, která se dostane do povrchových toků v průběhu deště a po jeho skončení se nazývá přímý odtok. Ten je způsoben pouze deštěm a je hlavní příčinou povodní a vodní eroze. Základní odtok dotéká do povrchových toků až po určité době po skončení deště a probíhá i v období, kdy už srážky nejsou (Kravka a kol. 2009).

#### 4.13 Odvodňování a scelování zemědělských pozemků

Po skončení druhé světové války byla snaha o získání maximální možné výměry zemědělské půdy. Tato snaha vedla k rozsáhlému odvodňování nazývaném

meliorace. Důvodem byla stabilní a vysoká produkce plodin. Proces scelování pozemků, který se nazýval racionalizace zemědělského hospodaření, byl dalším navazujícím procesem. Docházelo zde k odstraňování mezí, malých luk, rozptýlené zeleně a dalších ostrůvků mezi zemědělskou půdou. Původní krajinná mozaika, která byla značně různorodá po tomto procesu vypadala velmi zjednodušeně, protože přibýly obrovské stejné úseky polí a ubýval prostor vsaku a akumulace srážkových vod. Tento systém zlepšování úrodnosti a výtěžku z polí urychlil odtok vody z lesů a polí a významným způsobem zasáhl do retenčního účinku krajiny. Jak uvádí ve své studii Hnutí DUHA (Simon a Sucharda 2004), ve druhé polovině 20. století byl nastartován efekt intenzifikace zemědělství v západoevropských zemích, který byl silně podporován vládními dotačními programy – například Společnou zemědělskou politikou Evropské unie (CAP). Plošné odvodňování celkem 1,5 mil. ha zemědělské půdy v horských oblastech do roku 1990 bylo dalším významným krokem k omezení retence vody. Do roku 1990 došlo při tzv. hospodářsko-technické úpravě pozemku k rozorání 450 000 hektarů luk, 50 000 hektarů rozptýlené zeleně, 240 000 hektarů mezí a byly zrušeny více než dvě třetiny polních cest (Simon a Sucharda 2004).

Při odvodnění a scelování pozemků, ke kterému došlo zjednodušováním krajinné mozaiky vznikl problém s rychlostí průchodu povodňové vlny celým územím. Délka pozemku má samozřejmě velký vliv na množství povodní unášených plavenin. Při průchodu povodní krajinou s vysokým podílem lesa a dalších přirozených překážek bylo v původní zemědělské krajině přemístováno jen minimální množství plavenin. Po odtoku veškeré vody zůstávaly všechny zatopené objekty a komunikace mokré, ale bez zanesení bahnem. Povodeň v nechráněné zemědělské půdě ve velkých scelených oblastech společně s břehovou a dnovou erozí způsobuje vznik jemných plavenin, které mnohonásobně zvětšují škody při povodních, a to silnou vrstvou povodňového bahna (Simon a Sucharda 2004).

Očekávané změny v zemědělství po transformaci zemědělských družstev a privatizaci se bohužel nekonaly. Rok 1989 nenaplnil předpokládaný trend šetrného hospodaření a zmenšení zemědělských celků na menší výrobní území s ochrannými prvky (Simon a Sucharda 2004).



#### 4.14 Význam cestních sítí

Význam správného návrhu polních cest, správně odvodněných a doplněných zelení je při plošném povrchovém odtoku nezanedbatelný. Slouží jako svodnice, zasakovací příkopy nebo jako prostor pro retenci hrubších splavenin. Jiné sezónní trasování, špatný stav a absence odvodnění cestních sítí způsobuje poškozování a hutnění dalších pozemků a jejich následnou povrchovou erozi. Chybí údržba těchto cest, nejsou zpevněné a není jim přikládán žádný význam. Slabé státní financování pozemkových úprav bohužel nevede k optimalizaci tras polních cest a jejich protipovodňových funkcí. Tento systém je i pomalý. Polní cesty musí být navrženy tak, aby přerušovaly povrchový odtok vody a rozdělovaly svahy s mimolimitní délkou. 7–10 % je maximum sklonu cesty. Cestní sítě jsou významným hydrologickým činitelem. Spolu s používáním kolových mechanizačních prostředků stoupá potřeba a množství cestních sítí. Chybí ale dostatek financí pro realizace cest, remízků, větrolamů a zasakovacích pásů při prováděných úpravách pozemků. Nenaplnuje se tak prioritní úkol Státního programu ochrany přírody a krajiny, kterým vláda pověřila Ministerstvo zemědělství a životního prostředí (Simon a Sucharda 2004).

#### 4.15 Technogenní zhutňování půdy a následné škody

Udržitelný rozvoj využívání zemědělské půdy a zachování její úrodnosti je cílem každého správného hospodáře. Dnešní systémy hospodaření však kladou značné překážky k dosažení tohoto cíle všem zemědělcům. Jedním z hlavních problémů moderního zemědělství je nežádoucí zhutnění půdy. Zhutnění je nežádoucí stav. Půda získá velkou objemovou hmotnost a nízkou pórovitost. Toto těžkou mechanizací, přejezdy a prokluzy kol způsobené nežádoucí zhutnění je označováno jako tzv. technogenní zhutnění. Hlavní příčinou je stlačení půdního profilu přejezdy zemědělské techniky a strojů. Díky používání této techniky vznikne technogenní zhutnění půdy. Velké škody způsobuje také opakovaná orba na stejnou hloubku. Technogenní zhutňování půdy je celosvětovým problémem. Jeho důsledky jsou velmi závažné, ať již na výnosy plodin nebo na ekologii. Půda má nižší infiltraci, méně zadržuje srážky a tím dochází k následnému zvýšenému povrchovému odtoku. Ke vzniku povodní přispívá i snížená jímavost zemědělské krajiny a tím dochází k poškozování půd vodní erozí. Půda, která je zhutnělá málo přijímá srážkovou vodu a ta odtéká po povrchu a eroduje ornou půdu. Mnohem složitější je i samotné zpracování zhutnělé půdy. Zpracovatelnost půdy mnohdy ovlivňují i přejezdy

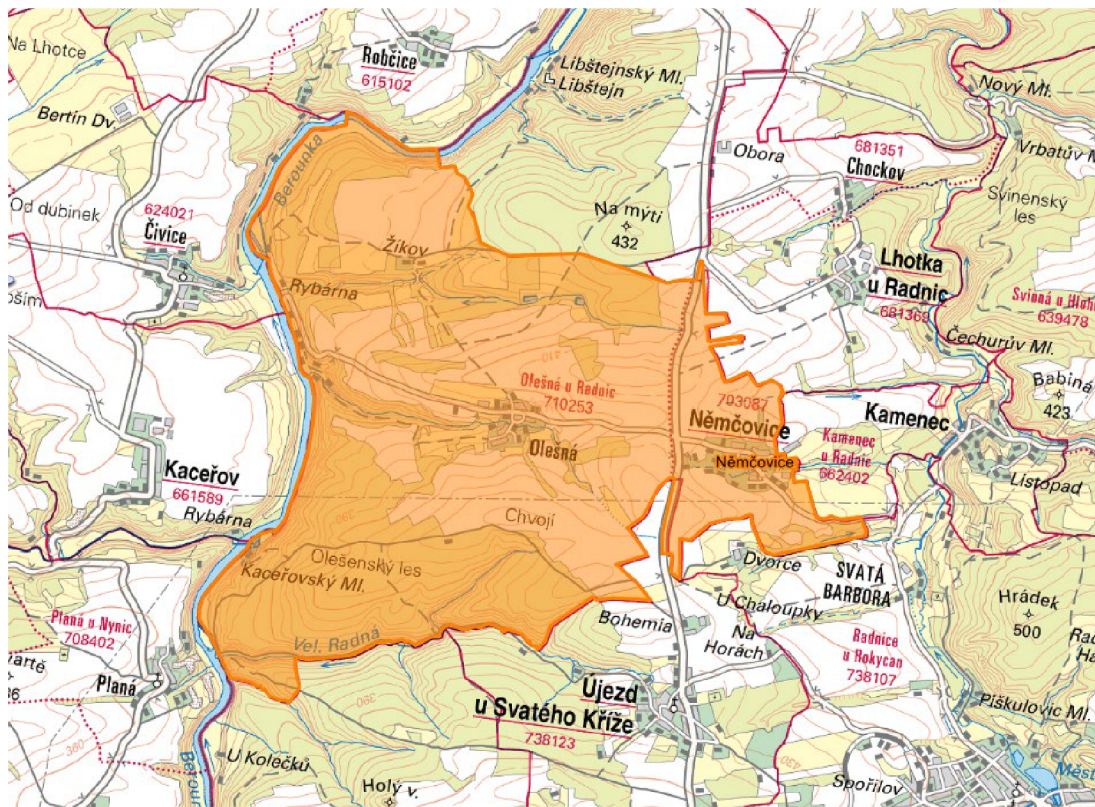
zemědělských strojů. A její odolnost vůči stlačování klesá se zvyšující se vlhkostí. V období sklizní na podzim je nadměrná vlhkost častý problém. Dalším nežádoucím efektem při hlubokém kypření nebo orbě je nárůst spotřeby motorové nafty. Orba ztuhlých půdy často nezmění její vnitřní strukturu, protože se vytváří velké hroudy. Tato nadměrná hrudovitost půdy zase může způsobovat horší kvalitu setí. Následné rozrušování hroudy je velmi energeticky náročné. Opakují se přípravy půdy, zvyšují se náklady a zpožďují se termíny setí. Zvýšený povrchový odtok srážkové vody a smyv zeminy způsobuje vodní erozi půdy a tím se stává dalším negativem ztuhnutí půdy. Snížený průsak vody půdou nepříznivě ovlivňuje vodní retenci. Velký problém je i hloubkové ztuhnutí půdy. A to mimo dosah půdu zpracovávajících strojů. Často se objevuje u tzv. ztuhlého podbrázdí u hlubokých úrodných půd. Značné škody způsobují i kolejové stopy, a proto je velmi vhodné používat stroje, které tento problém minimalizují. Již při mírném sklonu pozemku dochází k nadměrnému povrchovému odtoku srážkové vody spojeném se zvýšeným rizikem povodní a smyvu zeminy. Pokud se pak na pozemku pěstuje například kukuřice, která je rozšířenou plodinou na siláž, dochází k nedostatečné ochranně půdy při přivalových deštích (Kumhála a kol. 2013).

## 5 VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ

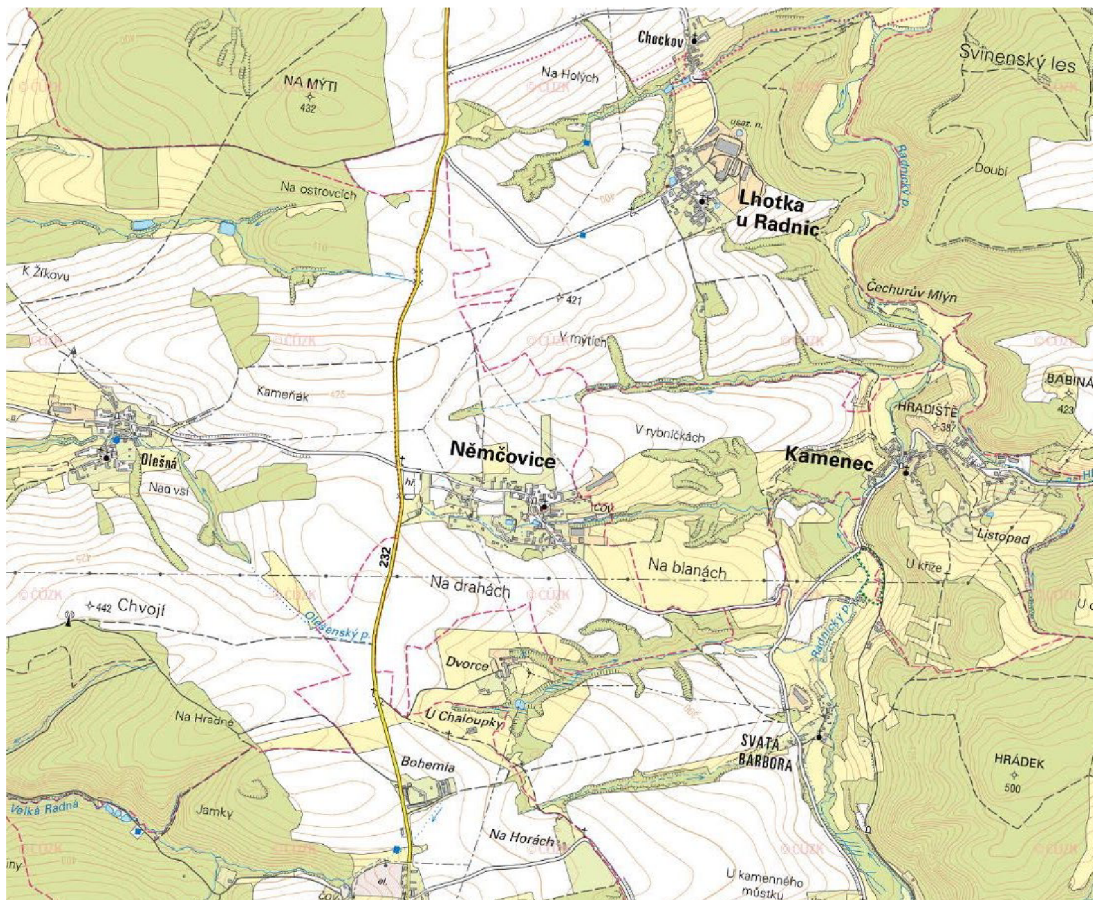
### 5.1 Němčovice ve stručnosti

První písemná zmínka o obci Němčovice pochází z roku 1240. Němčovice jsou malá vesnice, která leží v severní části okresu Rokycany a v současnosti má 181 obyvatel (údaj platný k 1.1.2020), leží v nadmořské výšce 395 m. K obci Němčovice náleží ještě ves Olešná. K té patří Žikovská obora na severu a Olešenský les na jihu, katastrální území obce zaujímá 1101 ha. Obec Němčovice leží z části na území přírodního parku Horní Berounka, samotná vesnice Němčovice leží mimo tento park. Obec sousedí s obcemi Lhotka u Radnic, Kamenec a Újezd u Svatého Kříže. Severně od území obce stojí zřícenina hradu Libštejn. Obec Němčovice zvítězila v soutěži Vesnice roku 2013 v Plzeňském kraji. Dále v této soutěži Němčovice získaly Zelenou stuhu v roce 2006 za péči o zeleň a životní prostředí. Obec Němčovice má vlastní sběrný dvůr (kde se buduje centrum pro opakované využití výrobků), kořenovou čističku odpadních vod a vlastní útulek pro psy. Ojedinělou stavbou v Plzeňském kraji je místní hřbitov, který obec Němčovice úspěšně zkolaudovala v prosinci v roce 2021. Jako ojedinělou ji označují proto, neboť postavit hřbitov na zelené louce je věc velmi obtížná, zdlouhavá a administrativně mimořádně náročná (Obec Němčovice ©2020).

Obrázek 2: Němčovice katastrální území ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz), 2021)



Obrázek 3: Mapa Němčovice ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz), 2021)



Obrázek 4: **Němčovice letecký pohled** ([www.nemcovice.cz](http://www.nemcovice.cz), 2021)



## 5.2 Němčovice zasažené povodněmi ve zkratce

Němčovice v čele se starostou panem Karlem Ferschmannem jsou vůbec první obcí, která se rozhodla soudit se se zemědělci. Soudní spory trvaly přes 6 let. Důvodem byly opakované povodně z polí, které zasáhly v roce 2005 centrální část obce Olešná a následně v roce 2012 také samotné Němčovice. Přibližně 140 ha polí je naspádováno do centrální části obce Olešná. Osetím širokořádkových plodin v kombinaci se silnými lijáky a přívalovým deštěm nastal veliký problém. Opakovaná eroze půdy z polí zde byla již v letech 1978, 1980, 1992, 1996, 2002, 2003, 2006, 2008, 2012 a 2013. Zemědělci z Kladrubské uzavřeli s obcí dohodu o uznání viny, zavázali se, že uhradí škodu a přislíbili, že nebudou sít širokořádkové plodiny v katastrálním území Olešná u Radnic. Avšak v roce 2012 z druhé strany nad Němčovicemi do výměry cca 88 ha zemědělci zaseli kukuřici nad obcí Němčovice. Červen přinesl silný přívalový déšť, z polí se začala valit voda s bahnem a vše se znovu opakovalo. To je krátké shrnutí problému eroze z polí, kterou byla obec opakovaně zasažena.

Celá obec Němčovice včetně Olešné byla zasažena erozí opakovaně jak bylo zjištěno z Protokolů o erozních událostech ze stránek VÚMOP (dostupné na [www.vumop.cz](http://www.vumop.cz)). VÚMOP je výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, jak již bylo zmíněno dříve na straně 3 této práce. Pro část obce Němčovice to jsou přibližně každé 4 roky. Což ovšem neplatí pro rok 2012 a 2013. Od té doby se podobná událost zatím neopakovala. Po události v roce 2013 došlo částečně k zatravnění pozemku v okolí obce. Travní porost v současnosti chybí.

### 5.3 Němčovice – Olešná

V obci Němčovice – Olešná byla v roce 2020 dokončena výstavba suchého poldru, do které jsou velmi šikovně svedeny veškeré možné cesty případných srážek z pozemků nad obcí. Zdá se, že jde o velice zdařilou a technicky dobře provedenou stavbu. Této stavbě velmi příznivě nahrává tvar údolí a svahu, který se stal pro obec hrozbou po roce 2005, kdy došlo v obci ke značným škodám na majetku občanů a obce. K nejhorším škodám zde došlo na polích samotných, kdy voda odnesla z povrchu ornici, úrodnou vrstvu půdy. Ornice byla odplavena do řeky Berounky, kde následně zanesla koryto toku. V roce 2013 byl v obci Olešná vybudován kolektor a byly provedeny kompletní úpravy celého katastrálního území, jejichž cílem byla realizace protipovodňových opatření nad obcí. Potrubí vedoucí středem obce nahradil kapacitní sběrač. Všemi těmito opatřeními, včetně systému odvodnění nové cesty za obcí Olešná, je podle názoru autora této práce velice zdařile vyřešen systém opatření proti intenzivním srážkovým událostem a škodám vzniklých plošnou erozí půdy.

V průběhu šetření a rozhovorů s obyvateli obce Olešná však ale bylo zjištěno, že značná část povodní, které tuto obec zasáhly protékla až za územím, které chrání suchý poldr. To opět utvrdilo autora této práce v názoru, že rozsáhlá technická protipovodňová opatření jsou vhodná spíše pro hustě obydlené oblasti, se značným rizikem ohrožení obyvatel a s možností vysokých škod. Provést kompletní technické opatření v členitém údolním terénu je velmi složité a nákladné a mnohdy i nemožné. Náklady na tyto opatření často mnohonásobně převyšují případné škody.

Obrázek 5: Suchý poldr-protipovodňové opatření nad obcí Olešná



#### 5.4 Pilotní šetření v obci Němčovice – popis lokality

Podle geomorfologického členění ČR leží Němčovice v centrální části Radnické pahorkatiny, která je dílčí částí Kralovické pahorkatiny a náleží k vrchovině Berounky. Reliéf má strukturně-tektonický charakter a je budován převážně svrchně proterozoickými břidlicemi s polohami spilitů a buližníků. Příkopové propadliny ve fundamentu proterozoika jsou vyplněny karbonovými limnickými usazeninami. Případní investoři mají o lokalitu zájem, i vzhledem k její dobré dostupnosti do města Plzeň. Jde tedy o lokalitu dobře dostupnou pro dojíždění za prací.

K obci Němčovice, kde hlavní problém s plošnou půdní erozí vznikl, má autor této práce osobní vztah, protože zde již několik let bydlí se svojí rodinou. Původní záměr rekreačního bydlení se změnil na bydlení trvalé. Po zkušenostech s velkými povodněmi, které zasáhly celou Českou republiku v roce 2002, byl původní záměr rekreačního bydlení změněn na bydlení trvalé. Mylná byla domněnka, že tento



pozemek leží vysoko nad hladinou vodního toku Berounky, a proto zde žádný problém s vodou již nehrozí. Základ pod dům původně měly být vruty, ale vzhledem k charakteru místa a statusu trvalého bydlení, bylo rozhodnuto, že dům bude vystavěn na patkách. V oblasti nové zástavby stojí tři domy na svahu cca 5 %, kdy stavba domu č.p. 49 je nejvýše. Vzhledem k nerovnostem terénu má nejnižší místo stavby č.p. 49 patku domu cca 35 cm nad zemí a nejvyšší patka je ve výšce nad terénem 75 cm. Dále vzhledem k možnosti půdní plošné eroze z polí a následným znečištěním pozemku nebyl proveden ani podsyp stavby šterkovým zásypem. Pozemek pod domem zůstal bez úprav, nedošlo ani k uzavření, které bylo původně plánováno proti případnému promrznutí. Další otázka vznikla při výběru a zpevnění oplocení pozemku. Podle informací obyvatel Němčovic přívalová vlna totiž společně se splaveninami z pole zničila i ploty. Vystála tedy otázka, zda zvolit variantu plotu s podezdívkou nebo s podhrabovou deskou.

Před samotným zakoupením pozemku, byl prováděn průzkum oblasti a byly zjišťovány specifika místa. Tento průzkum byl zaměřen na události povodní z roku 2012. Proto bylo rozhodnuto, o stavbě domu tak, aby při každém prudším a vytrvalejším dešti nebyl vnitřek domu zaplaven. Již od začátku bylo tedy počítáno s navýšením investičních nákladů, protože byly zvažovány různé možnosti stavby domu „ve výšce nad zemí“. Podkladem pro projektovou dokumentaci a záměr stavby byly prohlídky staveníšť, katastrální mapa a konzultace s projektantem a stavební firmou. Plocha stavebního pozemku je 1140 m<sup>2</sup>, zastavěná plocha 91,8 m<sup>2</sup> a užitná plocha 68,7 m<sup>2</sup>. V roce 2014 se začala řešit výstavba jednogeneračního rodinného domu v obci Němčovice č. 49 u Rokycan. Pozemek neleží v záplavovém, poddolovaném ani jinak rizikovém území. Dům měl ležet v zastavěném území, v intravilánu obce, na volném pozemku. V souladu s územním plánem obce, zasazený do krajiny, respektující okolní zástavbu. Objekt byl navržen jako dřevostavba s ocelovým spodním rámem, který je posazený na základových betonových patkách. Základy jsou tyto betonové patky s bednicími dílci vylité betonem. Spodní část objektu je tvořena ocelovým rámem. Výstavba trvala cca 3 měsíce, jedná se o mobilní dům, který se osadil na předem připravené základové betonové patky. Vyhloubení výkopů pro základové betonové patky se provádělo do hloubky až cca 1,3 m. Patky jsou o velikostech 300 x 300, 400 x 400, 500 x 500, 600 x 600, 700 x 700 a 600 x 1280 mm. K těmto základům byl připevněn železný rám stavby. Na betonové patky byly vystavěny bednicí dílce 300 x 300 v.250 mm, vylité betonem. Při velkém spádu pozemku byla zvažována dodatečně navržená výztuž. Realizace betonových patek byla jednoznačná, vzhledem k předešlým

erozním událostem. Samozřejmě zde tedy došlo k navýšení nákladů na celkovou stavbu domu, a to cca o 60 tisíc Kč.

Tato práce se zaměřuje na jednoduché porovnání ovlivnění novostaveb možnostmi bleskových záplav vzhledem k prakticky nulovým agrotechnickým opatřením nad obcí. Při vlastním pilotním pozorování byla v jeho hlavní části sledována nová zástavba v obci Němčovice, a to převážně v úseku od fotbalového hřiště směrem k obecnímu úřadu. V této lokalitě za posledních 10 let bylo zkolaudováno 24 domů, a to přibližně ve třech etapách. První vznikla část u hlavní silnice v úseku od fotbalového hřiště.

Další oblast pozorování vyplynula z hodnocení dodržování doporučení ke správnému využívání zemědělské půdy v okolí obce. Podle dostupných dat z VÚMOP, a hlavně dle rozhovorů s obyvateli obce při místním šetření jsou nejvíce problémové dvě strany a sklon polí po obou stranách obce. Podle výstupů kolegy pana Vozňáka, autora bakalářské práce s podobným tématem, by měl být mezi využívaným územím pro zemědělské účely a hranicí parcel práh trvalého travního porostu, který má za úkol zpomalit a zachytit případný proud smývané půdy z polí. Toto vyplývá i z aktuálního územního plánu.

V obci Němčovice není vodovod, a tak se dalším objektem zájmu pozorování stalo i umístění studní, a to zejména ochrany vrtů v souvislosti s možnými bleskovými povodněmi. Zde v případě výskytu povodně, vzhledem k charakteru půdy, která je jílovitá, dochází nejen ke znečištění vrtů vtokem vody z povrchu a bláta. Je zde také riziko porušení vlastního zhlaví studny a to bez ohledu na to, zda je obetonovaná nebo ne. V tomto charakteru půdy, může dojít k této krizové situaci i při dlouhodobých deštích. Následné opravy a čištění vrtů jsou nákladné a celkově organizačně velmi náročné. Velkým problémem je i časové omezení a omezení komfortu používání studny. Při opakovaných problémech a porušení šachty studní je oprava mnohem delší a finančně náročnější.

#### 5.4.1 Popis domů – novostaveb Němčovice

Pro základní pohled na novostavby s číslem popisným, přiděleným po roce 2012, byl použit vzhled terénu při místním šetření a byla vzata v úvahu i možnost proudu vody a splavenin například po silnici. Toto rozdělení bylo aktualizováno naposledy v listopadu roku 2021. Situace se ale s průběžnou výstavbou mění každým dnem. Od erozní události v roce 2012 bylo v obci Němčovice přiděleno 24 nových evidenčních čísel domů, a to od čísla popisného 45 do čísla 68. Z nově postavených domů byly v té době rozestavěny v horní části obce dva domy, a to číslo popisné

45 a 48. V době erozní události v roce 2012 neměla vlna v cestě současné překážky, které vznikají v souvislosti s průběžnou zástavbou. Dnes (v roce 2022, březen) jsou všechny pozemky rozparcelovány, odděleny ploty, silnicí a různými stavebními překážkami. Ze strany od Újezdu od Svatého Kříže – v cestě hlavní povodňové vlny, je stále prázdný stavební pozemek. Jeho majitel, který původně po povodních chtěl postavit dům na pilotech se pro stavbu nakonec nerozhodl.

#### 5.4.2 Vlastní rozdělení domů dle ohroženosti

Pro posouzení rizika ohrožení domů bylo přihlédnuto ke dvěma hlediskům. A to dle původního povodí a drah odtoku z roku 2012 a odhadu možného odtoku v roce 2021.

- 1) Domy neohrožené vodní erozí, nebo je to nepravděpodobné – to jsou stavby, kde je velice nepravděpodobné zasažení domu, nebo se to zde ani nestalo v roce 2012 hlavně díky poloze domu – číslo popisné: 45, 47, 48, 52 a 56.
- 2) Domy ohrožené vodní erozí, ale s ochrannými stavebními úpravami – u těchto domů se předpokládá, ať již vědomě nebo z okolností vyplývající ochrana domu tak, že snižuje nebo zcela eliminuje vnik vody do domu nebo na pozemek – číslo popisné: 46, 49, 50, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 67 a 68.
- 3) Domy ohrožené vodní erozí a bez ochranných úprav – u těchto staveb se předpokládá, že při erozní události spojené s přívalovým deštěm může dojít k vniknutí vody do domu a tím pádem přes pozemek – číslo popisné: 51, 57, 65 a 66.

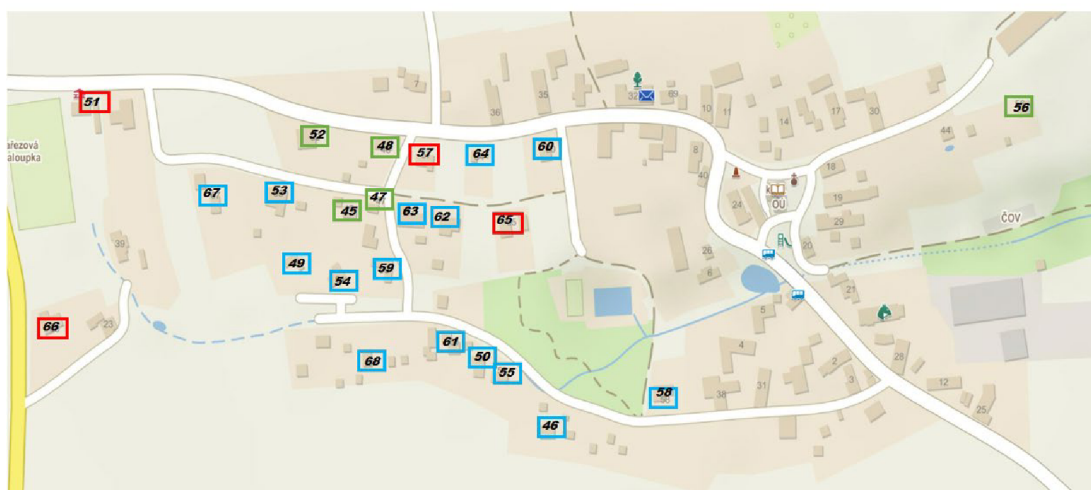
### 5.4.3 Popis domů dle čísel popisných

Obrázek 6: **Popis domů dle čísel popisných**

Č.p. <b>45 a 47</b> – oba domy stojí vedle sebe, jsou odděleny plotem s podezdívkou. Od silnice je tato ochrana dostačující. Při povodňové vlně v roce 2012 bylo postavení domů dostačující a bahno s vodou se dostalo pouze částečně do garáží.
Č.p. <b>48 a 52</b> – oba domy jsou postaveny nad úrovní silnice. A dům č.p. 52 má vchod nad úrovní terénu
Č.p. <b>56</b> – tento dům je orientován na opačné straně vesnice a není předpokládáno ohrožení vodou
Č.p. <b>46</b> – dům má tři schody nad terénem a podhrabovou desku u plotu, tím je tvořena dostatečná ochrana proti případné vodě
Č.p. <b>49, 54 a 59</b> – tyto domy jsou popsány podrobněji v dalším textu, ale je potřeba připomenout, že v roce 2021 byly domy 54 a 59 dosypány hlínou. Takže při povodňové vlně by pravděpodobně došlo k zaplavení přízemní části domu.
Č.p. <b>50 a 61</b> - domy s ochrannou betonovou zdí a podezdívkou, dům č.p. 61 má i betonový dvůr a v případě problému se pouze spláchne hadicí.
Č.p. <b>53</b> – dům je postaven bez ochrany ze strany od silnice. Z druhé strany je vysoko nad terénem.
Č.p. <b>55</b> – tento patrový dům stojí přímo u pole bez ochranného pásu, ale je dva schody nad terénem. Není chráněn pozemek.
Č.p. <b>58</b> – dům je postaven jeden schod nad terénem a má plot s podezdívkou. Tento jediný dům se sklepem nebyl zaplaven.
Č.p. <b>60</b> – tento dům má tři schody nad terénem a vzhledem k jeho poloze je dostatečně chráněn.
Č.p. <b>62</b> – dům je vystavěn jeden schod nad terénem, má plot s podezdívkou, ale zatím bez brány.
Č.p. <b>63</b> – tento dům je chráněn ze tří stran, protože je nad terénem, v případě proudu vody po silnici by mohl mít problém.
Č.p. <b>64</b> – dům stojí nad úrovní terénu na betonových patkách. Je to dům s maximální protipovodňovou ochrannou.
Č.p. <b>67</b> – dům je postaven na vyšším schodu, nad úrovní terénu. S největší pravděpodobností je to dostačující ochrana před případným zaplavením.

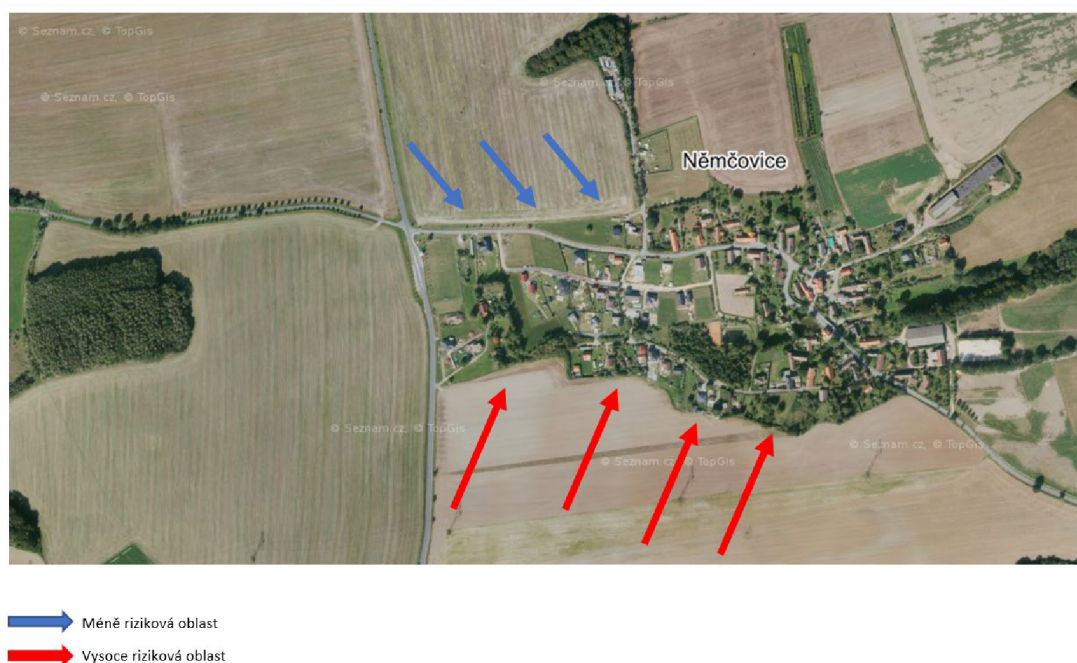
Č.p. <b>68</b> – jedná se o obestavěný mobilheim, umístěný vysoko nad terénem, ale bez ochrany pozemku.
Č.p. <b>51</b> – novodobé FC Dukla Němčovice, jde o buňky typu „kontejner“, které slouží jako zázemí klubu a překvapivě mají číslo popisné.
Č.p. <b>57</b> – jde o přízemní bungalov s rovnou střechou a jedním schodem nad terénem, bez ochrany.
Č.p. <b>65</b> – tento dům je vystavěný jeden schod nad terénem, jinak bez ochrany.
Č.p. <b>66</b> – dům u silnice, postaven bezbariérově na úrovni terénu, bez schodu. Vybaven protihlukovou zdí, která může do jisté míry ochránit. V současné době (únor 2022) však zeď není kolem celého domu.

Obrázek 7: Rozdělení novostaveb dle rizika ohrožení ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), upravil Hyrman 2022)



- Domy neohrožené vodní erozí , nebo je to nepravděpodobné
- Domy ohrožené vodní erozí, ale s ochrannými stavebními úpravami
- Domy ohrožené vodní erozí a bez ochranných úprav

Obrázek 8: **Odhad možného odtoku v lokalitě** ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), upravil Hyrman 2022)



Za stavbu chráněnou před bleskovou povodní jsou považovány domy vystavěné tak, že ani při přivalovém dešti, jako byl v Němčovicích v roce 2012, nevnikne voda bahnotokem do domu případně na pozemek. Tyto stavby mají ochranné prvky, jako je například: stavba na pilotech, stavba na vrutech, stavby nad terénem (výrazně), ochranné zdi, ploty, omyvatelné plochy bez překážek, zcela uzavíratelné oplocení a podobně.

Při šetření bylo dále zjištěno, že úpravy pozemků u stávajících staveb s číslem evidenčním (stavby určené k rekreačnímu bydlení bez čísla popisného) jsou spíše návaly zeminy, navýšené ploty nebo podezdívky či podhrabové desky k plotu. Vše vzniklo většinou po roce 2012 v důsledku zmiňovaných událostí.

Před provedeným šetřením v obci Němčovice, byla původní myšlenka autora, že absence sklepů je v důsledku hrozby vody z okolních polí. Pravdou ale je, že při současné ceně stavby, kdy je cena sklepa srovnatelná s cenou patra, je jediným důvodem nerealizace výstavby sklepa finanční stránka. Jediný dům, který má sklep je dům s číslem popisným 58. Byl proveden rozhovor s majitelem, který sdělil, že události v roce 2012 pro něj nejsou žádným omezením ani důvodem proč nemít sklep.

Při celkovém pohledu na novostavby je znatelná snaha všech stavebníků o takové umístění, aby dům byl chráněn před tekoucí vodou z povrchových odtoků z polí.

Minimální výška novostaveb nad úrovní terénu je cca 20 cm. Výjimkou nejsou ani vyšší stavby na betonových patkách, a to až na hranici cca 80 cm nad úrovní terénu. Domy na betonových patkách jsou v Němčovicích minimálně tři. U domu č.p. 49 není počítáno ani s podsypem oblázky nebo štěrkem. Toto je proto, aby v případě zaplavení smývanou ornici a bahnem z polí nevznikl zbytečný problém s čištěním prostoru pod domem. Dům č. 54 vystavěný také na betonových patkách je částečně dosypán zeminou na úroveň domu a tím vyvýšen. Ve spodní části u nejvyšší paty domu je zatím otevřený. Třetí dům na pilotech č. 64 je podsypán štěrkem, ale je zde též prostor pod domem, který také není uzavřen.

Problém u staveb nad úrovní terénu vznikne při nutnosti zateplení spodku otevřené budovy bez základové desky. Je zde několik možností řešení, ale v podstatě vždy dojde k prodražení stavby. Podobný problém vzniká i při navyšování budovy nad úroveň terénu, například na tři schody. Je ale pravdou, že navyšování výšky domu nad okolní terén značně omezuje přístup do domu. A například u osob s omezením pohybu může být tento stav limitující a může výrazně snížit kvalitu žití v této stavbě.

Obrázek 9: Dům č. 49 umístěný na betonových patkách



Na této fotografii je vidět dům č.p. 49, který má snadný přístup pod dům a dostatečnou výšku nad úroveň terénu pro případ zaplavení. Je to první dům typu dřevostavba v obci Němčovice postavený takto na pilotech. Nebyl zde zvolen ani podsyp šterkem případně oblázky, pro jednodušší čištění v případě bahnotoku. Někteří místní obyvatelé kvůli vzhledu nazývají domy „Bahamy“ 😊.



Obrázek 10: Dům č. 54 umístěný na betonových patkách a částečně zasypaný zeminou



Zajímavé také je, že pouze jeden dům z novostaveb je podsklepen. Velmi oblíbené jsou garáže, přístřešky pro auta a zpevněná stání. U oplocení pozemků jsou často používány podhrabové desky, vytvářející částečnou bariéru proti tekoucí vodě. Ve svažitém terénu je znatelný rozdíl výšky domu u paty nejbližší k terénu k patě s navýšením. Převládají rodinné domy typu bungalov a výše zmiňované domy na betonových patkách jsou modulové dřevostavby.

Obrázek 11: Dům č. 59 postavený vyvýšeně



Dům č. 59 je postavený značně vyvýšeně, včetně zhlaví studny. Vše je připraveno na budoucí dosyp zeminou. Tento dům má betonové základy cca 1,5 m, na které se dorovnával terén a snižoval se tak sklon svahu. Studna na pozemku byla už též poškozena. Zhlavím do šachty studny vnikla voda až do vrtu. Budou se provádět ještě zemní úpravy dosypání zeminou.

Obrázek 12: Dům č. 49 umístěný na betonových patkách



Vyústění zhlaví studničních vrtů je koncipováno tak, aby bylo cca 20 cm nad úrovní terénu, nebo nad předpokládanou výškou dorovnání terénu k domu na pozemku. O vlastním zaplavení vrtu vodou už ale nikdo neuvažuje. K porušení těsnosti okolo vrtu a zaplavení vlastní šachty srážkovou vodou nebo při tání sněhu dochází však každoročně. Jílovitý typ půdy a delší déšť způsobuje vysoký tlak vsakované vody a v případě jednoduchého těsnění nebo nevhodného usazení v betonu dochází k poškození. U některých studní je patrný systém odvodnění šachty. Tento svod je drenáží sveden buď do kanalizace, nebo odčerpáván pomocí ponorných čerpadel. Čerpaná voda je nadále využívána k závlaze pozemku. Ani v období extrémního sucha nedošlo k vyschnutí drenáží.

Zmiňovaná jednotná kanalizace v obci svádí veškeré splaškové vody a zároveň i dešťovou vodu do jednotné stoky a dále na kořenovou čističku odpadních vod. Svod dešťové vody do kanalizace je často podmínkou stavby. Vzhledem k typu kořenové čističky, kde je žádoucí co největší vyředění. Vybudování kanalizace v obci je významným přínosem pro všechny obyvatele i z hlediska nízkých nákladů ročních poplatků. Nízké náklady na provoz má i zmíněná kořenová čistička odpadních vod.

Obec Němčovice je celá posazená do svahu a při bleskových povodních v roce 2012 a 2013 voda z povrchového odtoku z polí tekla hlavně dvěma směry a zasáhla hlavně část chat a domů určených k rekreaci. Zasažen byl i střed vesnice, tenisový kurt, koupaliště a další. Na rozdíl od Olešné, kde je velice účinně vybudován suchý poldr a systém odvodnění, jsou v Němčovicích protipovodňová opatření mnohem jednodušší. V horní části obce směrem od silnice na Liblín je malý suchý poldr a ve střední části park se systémem protipovodňových opatření. Tento komplex parku kopíruje cestu bleskových povodní, které zasáhly tenisový kurt a koupaliště.

V současné době na všech okolních polích není žádný ochranný travnatý pás. Pouze na levé straně silnice směrem od fotbalového hřiště k obecnímu úřadu je travnatý porost ve tvaru trojúhelníku. Ten ale není rozorán pravděpodobně kvůli elektrickému vedení a navazující zástavbě. Z druhé strany obce pole přímo navazuje na parcely. V roce 2020 byla na území polí v okolí Němčovice opět pěstována kukuřice. Vzhledem k systému pěstování, měly Němčovice štěstí, že rok 2020 byl mimořádně suchý rok.

Obrázek 13: **Travnatý pás ve tvaru trojúhelníku.** Jediné místo, kde je travnatý pás dodržen.



Výstavba nad úrovní terénu a obavy z možného rizika zaplavení vodou mají značný vliv na navýšení ceny staveb. Tyto náklady mohou být podle druhu usazení domu v terénu od cca 60 tisíc Kč do cca 500 tisíc Kč. A to bez ostatních nákladů spojených s typem okolí a přístupem k domu. Zaměření na druh a typ oplocení pozemku, vzhledem ke zkušenostem s povodněmi, přináší také otázku nákladů na výstavbu plotu. Zde na Plzeňsku se plotu říká hradba.

Existuje mnoho variant, jak případně pozemek a již zmiňovanou šachtu studničního vrtu ochránit, ale s tím jsou spojené další náklady, které mohou jít až do stovek tisíc korun. Pokud se bude postupovat spíše standardní cestou provedení stavby a dalších úprav pozemku je nutné zvážit cenu za možné následky bleskových povodní a odstranění vzniklých škod. Zde to bude úklid po opadnutí vody a opravy pozemku. V případě zasažení studny cca 5–10 tisíc Kč za vyčištění studničního vrtu. Při deformaci zhlaví studny může cena opravy dosáhnout i ceny celého díla. U zasažení domu by celková škoda odpovídala rozsahu poškození a může se pohybovat vysoko nad 100 tisíc Kč.

Mnoho domů má jako ochranu před možností povodní i zděné ploty nebo ploty s podhrabovou deskou. Ty jsou většinou nasměrovány proti možnému nebo očekávanému proudu vody. Není to ale vždy pravidlem, protože mnoho obyvatel obce vzhledem k poloze svého domu rizika povodní řešit nemusí anebo ani nechtějí. Většinou si myslí, že se povodně v rozsahu jako byly v roce 2012 a 2013 již opakovat nebudou anebo vesnici neublíží.

Pole v okolí Němčovic jsou zcela bez ochranné plodiny. Zorané pole jsou aktuálně (březen 2021) až k hranicím pozemkových parcel. O trvalém travním porostu, ochranném pásu v šíři přibližně 70–100 m nemůže být ani řeč. Dle územního plánu z roku 2010 by měl být všude tam, kde je pravděpodobnost smyvu zeminy, trvalý travní porost v pásu o šířce přibližně 100 m. Ten ale nikde není dodržen. Při pilotním šetření jsem zkontroloval všechna místa, kde by měl být. Nepředpokládá se, že by v letošním roce vznikl.

Obrázek 14: **Zorané pole v místech, kde má být trvalý travnatý pás (na konci Němčovic směrem k Radnicím po pravé straně). Trvalý travnatý ochranný pás chybí!**



Trvalý travnatý pás na ochranu obce není dodržen! Nad obcí Němčovice chybí protierozní ochrana před vodní erozí z polí. Bohužel dochází k tomu, že obyvatelé obce se raději smíří se situací a nepředpokládají, že by mohl být intravilán obce znovu ohrožen.

Obrázek 15: Místo travnatého pásu nad obcí je zorané pole



Trvalý travnatý pás, který by měl sloužit jako protierozní ochrana před erozí ze zemědělské půdy nad Němčovicemi chybí. Pole je zorané v celé šířce až kam oko dohlédne s tím, že končí těsně na hranici pozemků parcel. Trvalý travnatý pás dle územního plánu zde není dodržen! Zdokumentováno březen 2021, pohled od hlavní silnice vedoucí od Újezdu u Svatého Kříže.

Hospodaření na pozemcích v okolí obce Němčovice není strategicky bezpečné a v případě intenzivního přivalového deště se mohou události bleskových povodní z let 2012 a 2013 opakovat. Nevhodný způsob pěstování zemědělských plodin a u Němčovic přímo kukuřice je zbytečným riskem.

Pokud se bude kukuřice pěstovat v letošním roce ve stejném rozsahu jako v roce 2020 může se problém opakovat. Odtokové strouhy byly sice v roce 2020 vyčištěny a upraveny, ale v současné době se opět ucpávají a potřebovaly by vyčistit. Vybudování nové asfaltové silnice v obci sice zlepšuje infrastrukturu, ale v případě deště jen zvýší a zrychlí průtok případné vody. Komunikace má ale správně navrženou dešťovou vpusť s přípojkou napojenou do kanalizačního řádu.

Na celém území obce je pořádek, pěkně uklizeno a nebyl shledán žádný problém ani komplikace s případným průchodem povodňové vlny. Není zde ani problém s dopravní obslužností či průjezdem větších aut. Občané nemají svoje vozidla na silnicích, ale vzorně zaparkovaná je mají u svých domů nebo na vybraných místech.

V roce 2020 byla obcí dokončena rekonstrukce návesního rybníku, který velmi hezky zapadá do mozaiky obce. Při šetření v obci byl zjištěn i dobrý stav příkopů u silnic. Všechny tyto akce zajišťuje obec, a to opravdu velmi zdařile. V Němčovicích je velmi dobře zajištěn systém informování občanů o všech akcích, uzavírkách, odstávkách elektrické energie a případných možných situací a problémů, které mohou občany potkat. V tomto směru starosta obce se svým systémem zasílání informačních esemesek usnadňuje všem život v obci.



## 6 DISKUZE

Porovnáním teoretické části, návrhů a postupů proti bleskovým povodním, které jsou spojeny s půdní erozí ze zemědělské půdy a seznámením se se současnou situací v Němčovicích bylo zjištěno několik nesrovnalostí, případně odchylek od správných postupů. Rovněž několik hlavních postupů zvolených při výstavbě nových rodinných domů, úprav a oprav studní a systémů ochrany pozemku je specifických. Tři modulové domy, které jsou na betonových patkách, jsou shodně umístěny nad úrovní terénu. Jde o výrazně dražší variantu než část domu ve svahu zapustit a snížit tak množství materiálu a vynaložené práce. Také absence bezbariérových vstupů do novostaveb je dražší a méně komfortní. Pokud jde například o zděný dům, žádný není v úrovni terénu zapuštěn.

Častý problém se studněmi a nutností odvodu vody drenáží zde vyplývá spíše z charakteru půdy. A opět cena za drenáž je náklad navíc. Navyšování vstupu do šachet vrtů nad úrovní terénu také není standard a je spíše obtěžující při udržování pozemku a při pravidelné údržbě jako je výměna filtrů apod. Deformace a netěsnosti zhlaví studní je zde poměrně často se vyskytující problém, který vodu značně prodražuje nutností drenáže a systému odvodu vody. Bohužel je to kromě vyššího izolovaného a temperovaného zhlaví nad úrovní terénu asi jediná možnost, jak studny ochránit.

Standardní postupy v této půdě prostě nefungují. Skutečnost, že si obyvatelé Němčovic velmi dobře pamatují dokládají i postavené ploty. Na poměrně dlouhých plotech je spodní část plotů koncipována většinou jinak než obvykle. Dokonce někde jsou i podhrabové desky dosypávány zeminou nad úroveň terénu. To ale není správný postup. Část domů má drenáže pozemků, které jsou dlouhé i několik desítek metrů. Ve většině případů kopírují trasu plotů. To je další náklad, se kterým se u standardních rovinných pozemků nemusí kalkulovat. Pokud stavebník ignoruje tyto finanční odchylky, respektive navýšení rozpočtu řádově až o stovky tisíc, musí ještě počítat se ztrátou komfortu oproti například městským zástavbám.

Pěstování kukuřice v okolí obce Němčovice naprosto nevhodným způsobem je v rozporu se správným postupem protierozních technologií pěstování kukuřice. I když se případ Němčovic a Olešné stal dá se říct symbolem nedodržování protierozních opatření u pěstování kukuřice na svažitém pozemku, i nadále není správný postup zemědělci dodržován. V územím plánu, který je umístěn na stránkách

obce, je vyznačen pás trvalého travního porostu v místech u kontaktu pole se zastavěným územím obce. Ve skutečnosti tento pás nikde není.

Kolega Vozňák, ve své bakalářské práci z roku 2020, navrhl soubor spíše technických opatření k ochraně intravilánu obce, a to v kombinaci s ostatními metodami agrotechnickými a organizačními. Já osobně bych se přiklonil spíše ke kombinaci DZES tzn. Dobrý zemědělský a enviromentální stav půdy a jeho standardů v okolí obce a již existujícího systému nádrže a odvodu vody ve vesnici.

Při použití možností ochranného pěstování kukuřice (když už na polích kukuřici musí zemědělec pěstovat!), ochranných travnatých pásů, které jsou na územním plánu obce (ale bohužel pouze jen tam) a udržování současných technických protipovodňových opatření ve správném stavu, by nemělo dojít k vážným škodám ani při bleskové povodni. V případě jasného nastavení, a hlavně dodržování těchto pravidel není nezbytné investovat do složitých technických opatření, které mění vzhled obce a jsou finančně velmi náročné. Tento způsob se mi zdá vhodný spíše pro Olešnou, kde je suchý poldr vhodným a asi nejlepším řešením.

Při diskusi s obyvateli při místním šetření, jsem nabyl dojmu, že se v podstatě už povodní neobávají a věří, že se v takovém rozsahu jako v minulosti už opakovat nebudou. Navrhl bych spíše striktní dodržování již uvedených pravidel a jejich nedodržování exemplárně pokutoval, pokud to ovšem umožní legislativa. Současný stav je spíše riskantní neřešení problému s rizikem náhrady škody v případě události. Podle mě je mnohem efektivnější a levnější odstranit příčinu problému než následek. Ještě bych rád zmínil to, že pokud se někdo rozhodne stavět v oblasti ohrožené zaplavením bahnem z polí, tak už s vyššími náklady a případnými možnostmi ochrany počítá a nevádí mu.

## 7 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zmapování erozních událostí v obci Němčovice a Olešná a jejich dopad na život v obci a zvýšení nákladů spojených s nimi. Popsání správných agrotechnických postupů pěstování plodin a porovnání se současným stavem v okolí obce. Vyhodnocením získaných poznatků jsem došel k závěru, že události spojené se záplavami z povrchových odtoků z polí sice život v obci narušily a způsobily značné škody na majetku obce i občanů, ale určitě v žádném případě nejsou omezující například pro výstavbu nových domů, studní a další život v obci.

Pokud se stavebník rozhodne pro stavbu, většinou ví, co musí udělat, aby stavbu ochránil a kolik ho to bude stát. Ke znečištění vrtů – tedy podzemních vod, zde dochází i bez příčiny povodní, například při tání sněhu.

Podle občanů v Němčovicích, se kterými jsem komunikoval není strach z erozních událostí důvodem ke znepokojení života v obci a finanční dopady prakticky také neřeší, nebo si je prostě nepřipouští.

Můj přístup k celkové problematice situace v okolí Němčovic je spíše skeptický směrem k ignorování správných postupů pěstování širokořádkových plodin, zejména kukuřice a nedodržování ochranných zón trvalého travního porostu dle územního plánu. Podle mého odhadu by spolu se systémem protipovodňových opatření v obci, byla ochrana zabezpečena z více jak 80 %, a to je podle mě dostačující. Ještě zde vyvstává otázka, zda jsou stávající protipovodňová opatření v obci dostatečně udržována a čištěna. Podle mých zjištění je to tak z padesáti procent. Obec by měla jednoznačně stanovit preventivní plán čištění a údržby odvodňovacích kanálů, propustků a zón rozlivu. Na tyto akce by měl být vyčleněn zvláštní rozpočet.

Přínos této práce vidím v jiném úhlu pohledu na problematiku ohrožení intravilánu obcí erozními událostmi. Svým šetřením jsem zmapoval aktuální situaci a stav protipovodňových opatření v obci Němčovice. Jsem přesvědčený, že složité stavby protierozních technických opatření chránící obce proti nekonečné spoustě variant zasažení, by jednoznačně nemusely být řešeny, kdyby se odstranila příčina a tou je nevhodný způsob pěstování plodin a nedostatečná údržba nebo absence protipovodňových opatření. Ale ani tato okolnost dotazované občany neznepokojuje a jsou optimističtí. Náklady na opravy, čištění a stavby například nad úroveň terénu nejsou pro občany limitující, ale pouze omezující. Při stále stoupajících cenách stavebních materiálů se jeví dodržování pravidel pro pěstování plodin a prevence

údržby stávajících protipovodňových opatření mnohem ekonomičtější než výstavba nových složitých komplexů. A to i vzhledem k případnému řešení vzniklých škod. Obce by měly mít tvrdý a účinný nástroj, kterým by dokázaly prosadit standardy DZES a v případě nedodržení zasáhnout a postihovat. Je to určitě jednodušší, než se věnovat systému „opevnění před všemi živly“. Tento systém odpovědnosti zemědělců by zcela určitě zjednodušil a možná i předešel spoustě problémů, které jsou spojené s půdní erozí. Navrhuji též vždy zvážit všechny vstupy pro a proti při vytváření opatření proti vodní a větrné erozi. Vždy musíme brát v úvahu i vlastnictví dotčených pozemků, případně pozemků, kterých by se týkala další technická opatření. Při šetření v obci Němčovice jsem zjistil, že občané nevnímají bleskové povodně jako hrozbu. Erozní události v obci sice život omezí, ale neohrozí.

Při prostudování nového územního plánu obce z roku 2021 jsem si potvrdil domněnku, že stále nejvíce ohrožená část obce Němčovice je směrem od Újezdu u Svatého Kříže. Na druhé straně obce a v jejím středu vznikly a vzniknou nové stavební pozemky, které v podstatě znemožní průtok vody do obce ze směru od Liblína. A opět v případě dodržení dostatečně širokého ochranného pásu se následky případných povodní minimalizují.

Dospěl jsem k názoru, že všem událostem tohoto typu lze poměrně jednoduše předcházet vhodnou prevencí a údržbou již stávajících zařízení, včetně důsledné kontroly dodržování. Tuto odpovědnost bych přisoudil obci. A zároveň by měla obec mít na tuto činnost finanční a kontrolní nástroje. Potom je možné snížit riziko povodňových událostí na minimum.

## 8 PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

### 8.1 Odborné publikace

Cachada A., a kol., 2018: Soil Pollution. Academic Press, MPS Limited, Chennai, India. 283 s.

Bogunovic I., a kol., 2019: Advances in chemical pollution, environmental management and protection, Academic Press, United Kingdom, 243 s.

Emmer A., Vilímek V., 2013: Přírodní ohrožení v současném Česku. Geografické rozhledy ročník 22, 28 s.

Janeček M., a kol., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita, Praha, 173 s.

Kovář P., 2014: Ekosystémová a krajinná ekologie. Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, Praha 169 s.

Kravka M., a kol., 2009: Základy lesnické a krajinařské hydrologie a hydrauliky. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 113 s.

Kvítek T., Tipl M., 2003: Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 46 s.

Lexa M., 2004: Eroze půdy. Geografické rozhledy ročník 14, 1-28.

Martinovský P., 2016: Enviromentální bezpečnost v České republice. Masarykova univerzita, fakulta sociálních studií, Brno, 201 s.

Podhrázká J., a kol., 2008: Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 39 s.

Routschek A., 2012: Auswirkungen des Klima-wandels auf die Bodenerosion. Schriftenreihe des LfULG – Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 29/2012, 140 s.

Schjonning, P., a kol., 2003: Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture. CABI Publishing, Denmark, 352 s.

Simon O., Sucharda M., 2004: Vliv hospodaření v krajině na průběh a účinek povodní: přehled problémů a doporučená opatření. Hnutí DUHA, Brno, 34 s.

## 8.2 Internetové zdroje

Český úřad zeměměřičský a katastrální, ©2020 (online) [cit. 2020.12.31], dostupné z <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

Obec Němčovice, ©2003-2016: Ze života obce (online) [cit.2021.01.09], dostupné z <https://www.nemcovice.cz/ze-zivota-obce/historie/historie-obce-nemcovice/>.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, ©2022 (online) [cit. 2022.03.15], dostupné z <https://me.vumop.cz/app/?zoom=5&center=-807882.2400000005,-1057161.93>.

Mapový portál [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), ©2022 (online) [cit.2022.03.15], dostupné z <https://mapy.cz/zakladni?x=13.5737506&y=49.8772455&z=15&source=muni&id=2029&ds=1>.

## 8.3 Ostatní zdroje

Dnešní svět, 2012. Dnešní svět: Přírodní rizika na zemi. TERRA KLUB, o.p.s., Praha, 1-32.

Hruška M., a kolektiv, 2018: Půda: Situační a výhledová zpráva. Ministerstvo zemědělství, Praha, 146 s.

Kosnar V., 2014: Novostavba RD k.ú. Němčovice, č. parc. 231/6. Ing. L. Novotný, T. Strnádek, 82 s. „nepublikováno“. Dep.: Stavební úřad Radnice.

Kumhála F., a kolektiv, 2013: Technologie řízených přejezdů po pozemcích. Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, Praha, 40 s.

Janeček M., a kolektiv, 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha, 113 s.

Vozňák M., 2020: Ochrana intravilánu malých obcí proti smyvům půd. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Katedra biotechnických úprav krajiny, Praha. 83 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

## 9 Přílohy

Příloha 1: Statistické údaje o obci Němčovice, stav ke dni 9.1.2021 ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz), 2021)

### Statistické údaje (stav ke dni: 09.01.2021)

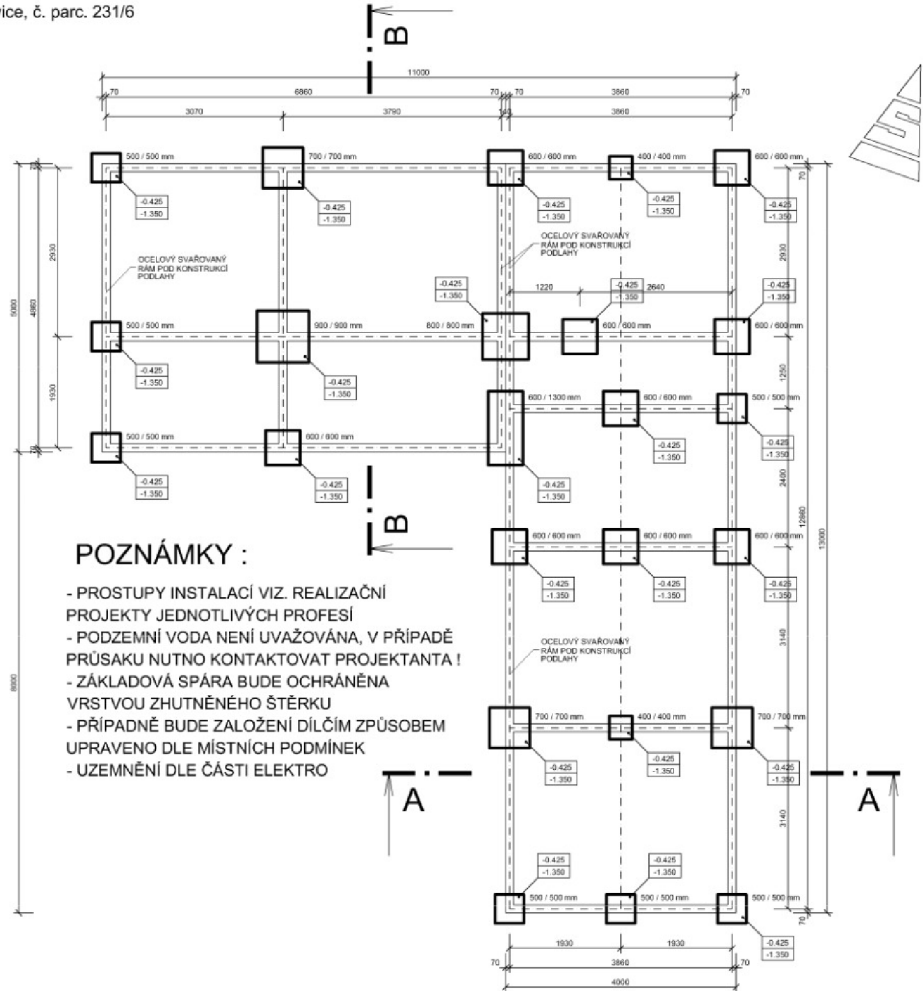
Pozemky KN/ZE				Ostatní údaje		
Druh pozemku	Způsob využití	Počet parcel	Vyměra [m2]	Typ údaje	Způsob využití	Počet
orná půda		261	1027279	č.p.	byt.dům	1
zahrada		65	52573	č.p.	garáž	1
ovoc. sad		1	5281	č.p.	jiná st.	2
travní p.		34	35510	č.p.	obč.vyb.	3
lesní poz		15	78322	č.p.	rod.dům	54
vodní pl.	nádrž umělá	2	1516	č.e.	rod.rekr	11
vodní pl.	tok umělý	14	2207	bez čp/če	garáž	5
vodní pl.	zamokřená pl.	1	167	bez čp/če	jiná st.	6
zast. pl.	zbořeniště	2	206	bez čp/če	zem.stav	7
zast. pl.		94	35717	rozestav.		2
ostat.pl.	jiná plocha	23	12909	Celkem BUD		92
ostat.pl.	manipulační pl.	12	10251	byt.z.	byt	1
ostat.pl.	neplodná půda	14	9458	byt.z.	j.nebyt	2
ostat.pl.	ostat.komunikace	70	25382	obč.z.	byt	1
ostat.pl.	silnice	9	35413	obč.z.	j.nebyt	1
ostat.pl.	skládky	1	1960	Celkem JED		5
ostat.pl.	zeleň	1	153	LV		122
Celkem KN		619	1334304	spoluvlastník		148
Par. DKM		619	1334304			

Příloha 2: Technické provedení patek pod domem č. 49 – výstavba provedená již s úmyslem ochrany domu, proti případné záplavě z polí

RD 8/4+11/5

k.ú. Němčovice, č. parc. 231/6

**ZÁKLADY 1:100**



TATO PD SLOUŽÍ POUZE JAKO PŘÍLOHA K ŽÁDOSTI O VYDÁNÍ STAV. POVOLENÍ

ZODP. PROJEKTANT: Ing. arch. Václav Kosnar		RD 8/4+11/5	
VYPRACOVAL: Ing. L. Novotný			
AKCE: <b>NOVOSTAVBA RD</b> k.ú. Němčovice, č. parc. 231/6		STUPEŇ PD: DOS	Č. PÁŘE:
INVESTOR: Pavla Hyrmanová a Oldřich Hyrman, Na Horizontu 478, 267 01 Králův Dvůr		DATUM: 11/2014	MĚŘÍTKO: 1:100
ČÁST: D.1.1 ARCHITEKTONICKO - STAVEBNÍ ŘEŠENÍ	Č. PŘÍLOHY: D.1.1.b.1		
OBSAH: PŮDORYS ZÁKLADŮ			

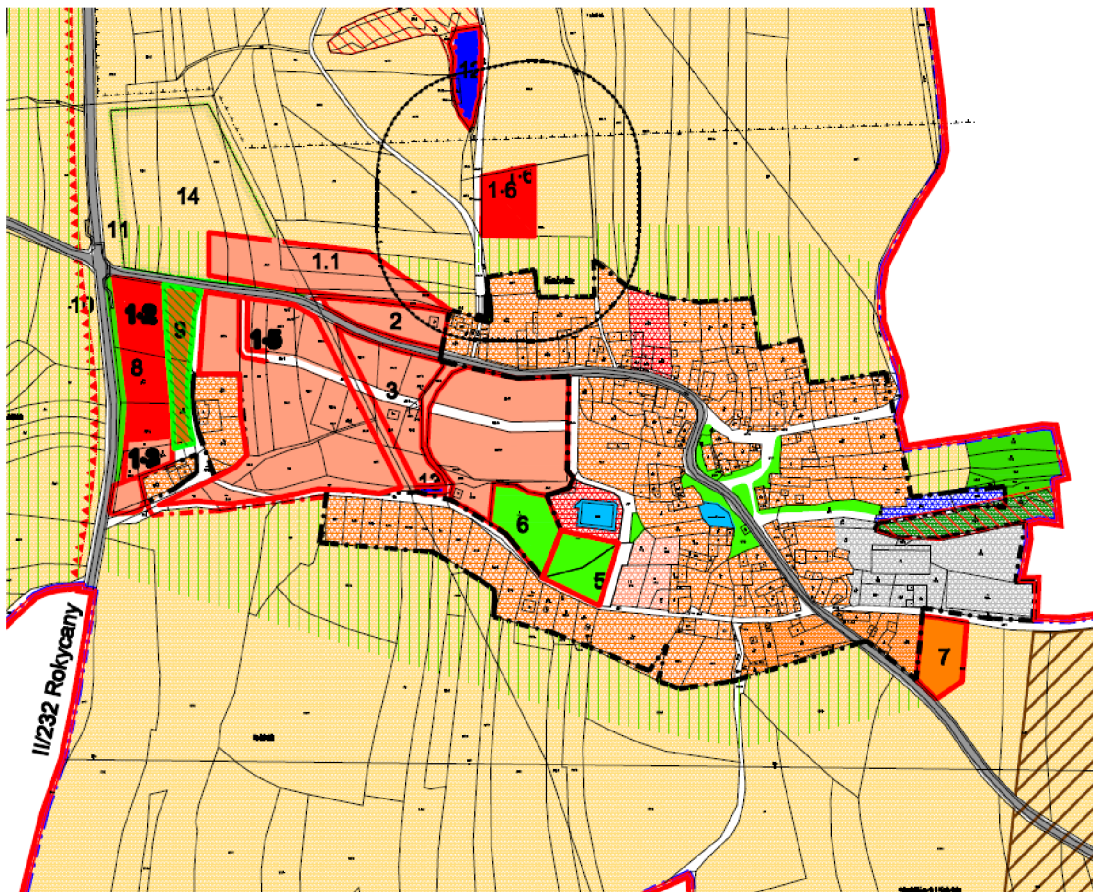


Příloha 3: Foto zaplaveného zhlaví studny u domu č.p. 49, ke kterému došlo vzhledem k jílovitému podloží při jarním tání sněhu a zvýšenému odtoku vody z polí



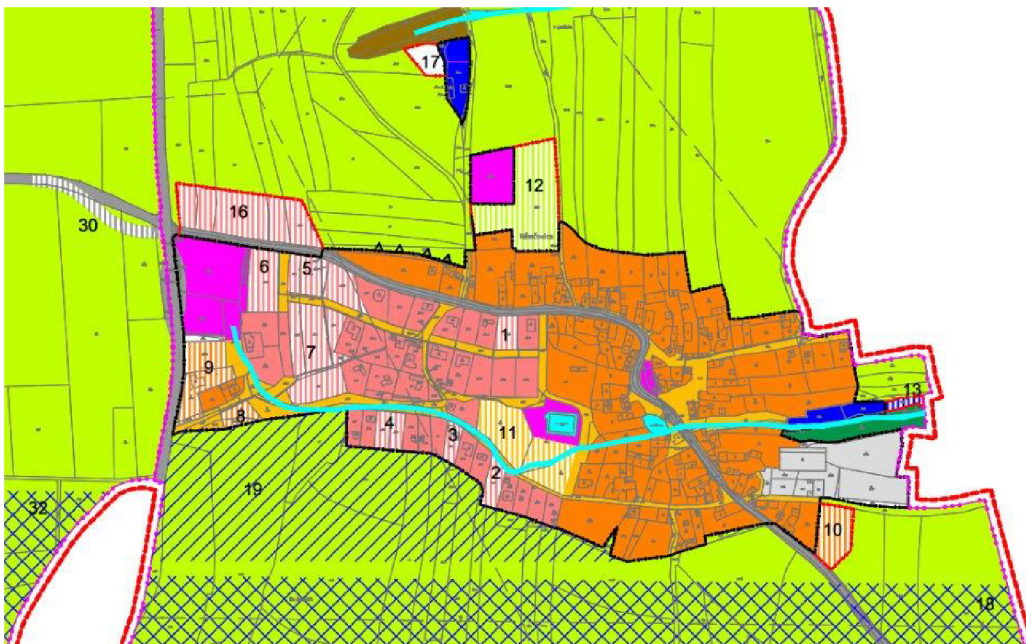


Příloha 5: Územní plán Němčovice ([www.nemcovice.cz](http://www.nemcovice.cz), upravil Hyrman 2021) – přiblížení okolí obce, ze kterého je patrné kde mají být trvalé ochranné travní pásy (označené zelenými čarami)



   ZPF ● trvalé travní porosty

Příloha 6: Nový územní plán pro rok 2022 ([www.nemcovice.cz](http://www.nemcovice.cz), upravil Hyrman 2022)



Příloha 7: Série 4 fotografií, kde je zachycen projekt Suchý poldr v katastrálním území Olešná u Radnic-Němčovice



Suchý poldr, záchyt vody z polí v kaskádách, Olešná u Radnic-Němčovice



Příloha 8: Němčovice, zimní pohled ([www.nemcovice.cz](http://www.nemcovice.cz), ©2021)



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Kritická hranice půdy, která je schopna zajistit minimální výživu lidstva

Obrázek 2: Němčovice katastrální území ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz), upravil Hyrman 2021)

Obrázek 3: Mapa obce Němčovice ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz), upravil Hyrman 2021)

Obrázek 4: Němčovice letecký pohled ([www.nemcovice.cz](http://www.nemcovice.cz), upravil Hyrman 2021)

Obrázek 5: Suchý poldr – protipovodňové opatření nad obcí Olešná

Obrázek 6: Popis domů dle čísel popisných

Obrázek 7: Rozdělení novostaveb dle rizika ohrožení

Obrázek 8: Odhad možného odtoku v lokalitě

Obrázek 9: Dům č.p. 49 – umístění na betonových patkách

Obrázek 10: Dům č.p. 54 – umístěný na betonových patkách a částečně zasypaný zeminou

Obrázek 11: Dům č.p. 59 – postavený vyvýšeně

Obrázek 12: Dům č.p. 49 – umístěný na betonových patkách

Obrázek 13: Travnatý pás ve tvaru trojúhelníku

Obrázek 14: Zorané pole v místech, kde má být travnatý pás

Obrázek 15: Zorané pole nad Němčovicemi

Všechny ostatní pořízené fotografie v této práci jsou autorským dílem O.Hyrmana a byly pořízeny se souhlasem majitelů domů, výlučně pro účely této bakalářské práce.