

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



Diplomová práce

**Odvodňování krajinných ploch a retence vody v
krajině**

Vedoucí práce: doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

Diplomant: Bc. Ludmila Zikmundová

© 2022 v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta Životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Ludmila Zikmundová

Regionální environmentální správa

Název práce

Odvodňování krajinných ploch a retence vody v krajině

Název anglicky

Drainage of landscape areas and water retention in the landscape

Cíle práce

Primárním účelem této práce je vytvoření literárního přehledu a zároveň porovnání dvou pojmů: odvodňování a retence vody v krajině. Hlavním cílem této práce je důkladně popsat tyto dva pojmy, uvést pozitiva a negativa v souvislosti s životním prostředím a zhodnotit, zda je vůbec možné vybrat způsob, který je vhodný a který bude v budoucnu více využíván v závislosti na našich klimatických podmínkách. Ve druhé části diplomové práce bude uveden konkrétní příklad zadržování vody krajině a jeho zhodnocení. Naplnění cíle práce bude dosaženo prostřednictvím zpracování následujících témat:

Odvodňování

- a) Historie odvodňování
 - odvodňování ve světě
 - odvodňování v ČR
- b) Zamokřená půda
 - příčiny zamokření zemědělské půdy
 - charakteristika a znaky zamokřené půdy
- c) Způsoby odvodnění
 - technické způsoby
 - zemědělské způsoby
- d) Odvodňovací zařízení
 - druhy

Retence vody v krajině

- a) Retence vody
- b) Současná klimatická situace, sucho
- c) Historie retence vody
- d) Formy retence: lesy, půda, tůně, mokřady apod.
- e) Terenní průzkum výstavby tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky

Metodika

Hlavní metodou je sumarizace všech dostupných zdrojů, vytvoření literárního přehledu a primárně porovnání dvou pojmů: odvodňování a retence vody v krajině. K psaní diplomové práce bude využita i konkrétní

studie výstavby tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky v k.ú. Vilémov a Hostovlice, kde bude proveden terenní průzkum a zhodnocení aktuálního stavu vybraných tůní.



Doporučený rozsah práce

40 – 60 stran včetně tabulek, grafů a obrázků

Klíčová slova

Odvodňování krajiny, odvodňování zemědělské plochy, historie odvodňování, zamokření půdy, odvodňovací zařízení, retenční, klimatické změny, sucho, historie retenční, formy retenční vody, mokřady, voda

Doporučené zdroje informací

HOLÝ, M. *Odvodňovací stavby : celost. vysokošk. učebnice pro stavební fakulty*. Praha: Alfa, 1984.

JONÁŠ, F. *Pozemkové úpravy : celost. vysokošk. učebnice pro vys. školy zeměd.* Praha: SZN, 1990. ISBN 80-209-0106-.

JŮVA, K. *Meliorace*. PRAHA: ČSAZV, 1962.

KREČMER, V. – KANTOR, P. – NÁRODNÍ LESNICKÝ KOMITÉT. *Lesy a povodně : souhrnná studie*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. ISBN 80-7212-255-.

KULHAVÝ, F. – KULHAVÝ, Z. – ČESKÁ KOMORA AUTORIZOVANÝCH INŽENÝRŮ A TECHNIKŮ ČINNÝCH VE VÝSTAVBĚ. *Navrhování hydromelioračních staveb*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-83-2.

KVÍTEK, T. *Retenční a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce : význam retenční vody na zemědělském půdním fondu pro jakost vody a současně i průvodce vodním režimem krystalinika*. Praha: Povodí Vltavy, státní podnik, 2017. ISBN 978-80-270-2488-9.

LEGÁT, V. – TLAPÁK, V. – TLAPÁK, V. – ŠÁLEK, J. *Voda v zemědělské krajině*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1992. ISBN 80-209-0232-5.

RITZEMA, H. *Drainage principles and applications*. Wageningen: ILRI, 1994. ISBN 90-70754-339.

ŠVIHLA, V. *Studium povodňových jevů v otevřených korytech melioračních odpadů a malých zemědělsky důležitých vodních toků*. Disertační práce. PRAHA: 1969.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci „Odvodňování krajinných ploch a retence vody v krajině“, vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Jakuba Štibingera, CSc. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 25.3.2022

.....

Bc. Ludmila Zikmundová

Poděkování

Ráda bych touto cestou chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jakubovi Štibingerovi, CSc., za odborné vedení, vstřícnost a cenné rady, které mi pomohly při psaní diplomové práce.

Mé poděkování patří i panu Václavu Šimkovi, který mi v rámci tohoto tématu poskytl důležité materiály a informace.

V neposlední řadě mé velké poděkování patří rodině a příteli Jakubovi, který mi byl v průběhu celého studia velkou oporou.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá jak odvodňováním krajiny, tak retencí vody v krajině. Účelem této práce je porovnat tyto dva koncepty. První část diplomové práce popisuje odvodňování krajiny v ČR i ve světě, zabývá se historií, snaží se najít nejčastější příčiny zamokření půdy a popisuje způsoby odvodnění a jednotlivá odvodňovací zařízení. Ve druhé části je popsána retence vody. V této části je zhodnocení současné klimatické situace, historie retence vody v krajině, formy retence a konkrétní studie výstavby tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky. Bude proveden terénní průzkum a zhodnocení současného stavu vybraných tůní.

Hlavní metodou je sumarizace všech dostupných zdrojů, vytvoření literárního přehledu a primárně porovnání dvou pojmů: odvodňování a retence vody v krajině. K psaní diplomové práce bude využita i výše zmíněná studie, pomocí níž bude uskutečněn terénní průzkum na zhodnocení současného stavu vybraných tůní.

Klíčová slova

Odvodňování krajiny, odvodňování zemědělské plochy, historie odvodňování, zamokření půdy, odvodňovací zařízení, retence, klimatické změny, sucho, historie retence, formy retence vody, mokřady, voda, Vysočina

Abstract

This diploma thesis deals with both landscape drainage and water retention in the landscape. The purpose of this work is to compare these two concepts. The first part of the thesis describes the drainage of the landscape in the Czech Republic and in the world, deals with history, tries to find the most common causes of soil wetting and describes methods of drainage and individual drainage facilities. The second part describes water retention. This part is an evaluation of the current climatic situation, the history of water retention in the landscape, forms of retention and specific studies of pond construction in the Doubravka and Hostačovka river basins. A field survey and evaluation of the current state of selected ponds will be carried out.

The main method is to summarize all available sources, create a literature review and primarily compare two concepts: drainage and water retention in the landscape. The above-mentioned study will also be used to write the diploma thesis, with the help of which a field survey will be carried out to evaluate the current state of selected ponds.

Keywords

Landscape drainage, drainage of agricultural area, history of drainage, soil wetting, drainage facilities, retention, climate change, drought, history of retention, forms of water retention, wetlands, water, Vysočina

OBSAH

1	Úvod.....	12
2	Cíle práce	15
3	Literární rešerše.....	17
3.1	Odvodňování	17
3.1.1	Vliv na životní prostředí.....	18
3.1.2	Historie odvodňování	19
3.1.3	Půda.....	24
3.1.4	Příčiny zamokření	24
3.1.5	Znaky zamokření.....	27
3.1.6	Způsoby odvodňování.....	28
3.1.6.1	Zemědělsko-lesnické odvodnění.....	29
3.1.6.2	Vodohospodářské odvodnění.....	30
3.2	Retence vody v krajině	37
3.2.1	Historie.....	38
3.2.2	Formy retence vody.....	39
3.2.3	Plošná opatření na zemědělské půdě.....	41
3.2.4	Biotechnická opatření.....	41
3.2.4.1	průleh	41
3.2.4.2	příkop	41
3.2.4.3	zasakovací pás.....	42
3.2.4.4	hrázky.....	43
3.2.4.5	mez.....	43
3.2.4.6	terasy	44
3.2.5	Malé vodní nádrže.....	44

3.2.6	Les	46
3.2.7	Mokřady	47
3.2.8	Říční niva	49
3.2.9	Půda a voda	50
3.3	Sucho a klima	54
3.4	Jak udržet vodu v krajině.....	57
3.5	Výstavba tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky.....	60
3.5.1	Základní údaje vybrané lokality.....	60
3.5.2	Vybrané lokality	62
4	Výsledné zhodnocení a diskuze	64
5	Závěr a přínosy práce	66
6	Přehled literatury a použitých zdrojů	68
7	Seznam obrázků a tabulek.....	72
8	Přílohy	76

Seznam použitých zkratk

bm	běžný metr
CO ₂	oxid uhličitý
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČSN	Česká soustava norem
LVS	lesní vegetační stupeň
MVN	malá vodní nádrž
PVC	polyvinylchlorid
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
ŽP	životní prostředí

1 Úvod

Dle článku z Evropské agentury pro ŽP bych chtěla na úvod citovat jedno slovní spojení: „Voda znamená život, zdraví, potraviny, volný čas, energii a nespočet dalších důležitých možností.“ Když se pozastavíme nad touto myšlenkou, tak pocítíme ten velký význam vody. Voda je všude kolem nás, pokrývá více než 70 % povrchu Země a pojí se se vznikem života na Zemi. Plní opravdu mnoho funkcí a život na Zemi by bez ní nemohl existovat. Je to místní i celosvětový zdroj, dopravní tepna a regulátor klimatu. Bohužel dle statistiky se za poslední dvě století stala „skládkou“ znečišťujících látek, které se uvolňují do přírody a mají negativní vliv na celé životní prostředí. Nově se také stala nalezištěm nerostů, a proto, chceme-li i nadále využívat výhod vod, oceánů a řek, musíme se zamyslet a změnit to, jak vodu využíváme a jak s ní nakládáme (eea.europa.eu).

Voda je v současné době stále více diskutovaným tématem. Podle nejnovějších údajů od předních vědců jsou hlavní příčinou bezprecedentní změny světového klimatu. Globální oteplování pravděpodobně způsobuje ve všech částech světa stále větší a ojediněle i nevratné změny srážkových modelů, oceánů a proudění větrů.

Od začátku průmyslové revoluce se průměrná globální teplota vzduchu zvýšila cca o 1 °C, zatímco v České republice se zvýšila o 2 °C. Co se týče CO₂, tak jeho koncentrace dosahují v současné době nejvyšších hodnot než kdykoliv během existence rodu Homo sapiens. Co přesně znamená vysoká koncentrace CO₂? Je to jednoduchá přímá úměra, čím vyšší koncentrace CO₂, tím vyšší teplota planety.

Dle Mezivládního panelu pro změnu klimatu se pro Evropu předpovídá nárůst četnosti a intenzity extrémních povětrnostních jevů. S globálním oteplováním jsou také spojeny problémy v podobě povodní, erozí, sucha nebo snižující se jakosti povrchových a podzemních vod. Všechny tyto jevy vedou ke zrychlenému odtoku vod z povrchů země a způsobují pokles hladiny podzemních vod, načež mají negativní vliv na místní mikroklima a biodiverzitu.

V minulosti se využívala spíše odvodňovací než retenční opatření, a to v důsledku opatření proti povodním. Tehdy bylo daleko více srážek, než je v dnešní době. Tento trend se ustálil hlavně za účelem zvýšení výnosů ze zemědělské produkce.

Se změnou klimatu, která vede k prohlubování problému globálního oteplování, je nasnadě otázka, zda bychom se neměli přiklánět spíše k retenčnímu opatření. Toto uvažování nás logicky přivádí pouze k jediné možnosti: zadržet vodu v krajině. Naopak z jiného úhlu pohledu bychom měli spíše tato dvě opatření sjednotit a využít tak, aby to bylo pro Zemi co nejvýhodnější.

Jak už je výše zmíněno, jedním z důvodů, který má značný podíl na problému odvodňování a retence vody je globální oteplování, které s sebou nese značné změny. Odvodňování i retence mají svá pozitiva i negativa. Jedním z problémů u odvodňování je rychlý odtok vody z povrchu a tím je zvýšené riziko sucha.

Všeobecně spolu tato dvě opatření v rozporu nejsou. Nejideálnější řešením by byla jejich součinnost. Po odvodnění by mělo existovat opatření, které má vhodné využití pro odvedené vody. Bohužel to touto cestou nefunguje, a to je ten zásadní problém.

Procesem odvodňování půdy se v české literatuře zabýval vysokoškolský profesor Karel Jůva na katedře zemědělských meliorací na Vysoké škole zemědělské v Brně. Mezi další známé autory spojované s odvodněním patří Miloš Holý, Jan Šálek, prof. P. Dvořák, doc. Z. Kulhavý a doc. V. Švihla. Ze zahraničních autorů bych chtěla zmínit například dr. Henka Ritzemu nebo Jos Van Damu či Šoltézse. Také ve spojitosti s odvodněním existují i ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním a ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály.

Naopak zadržování vody v krajině řešil Václav Cílek v knize Voda a krajina nebo Tomáš Kvítek.

Cílem této diplomové práce je vytvoření literárního přehledu a zároveň porovnání dvou konceptů: odvodňování a retence vody v krajině. Hlavním cílem této práce je důkladně popsat tato dvě opatření a uvést jejich pozitiva a negativa v souvislosti s životním prostředím.

V této práci se dozvíte více informací či zajímavostí o těchto dvou odlišných, ale v jistém směru si sobě blízkých opatřeních. Práce hodnotí, které z těchto dvou opatření bude přijatelnější v současné době s ohledem na nynější změnu klimatu a životní prostředí.

Tato práce je přínosem, jelikož v české literatuře chybí takovéto podrobné porovnání a myslím, že vybrané téma je nyní i do budoucna velmi aktuální. Diplomová práce umožní vhled pro srovnání odvodňování a zadržování vod a navrhne nejlepší možnost řešení. Tyto informace mohou být přínosem pro region a regionální rozvoj, pro města, obce, projektanty i zemědělce, kterým může pomoci při zakládání odvodňovacího systému, přičemž se mohou správně rozhodnout jakou metodu využít.

2 Cíle práce

Primárním účelem této práce je vytvoření literárního přehledu a zároveň porovnání dvou pojmů: odvodňování a retence vody v krajině. Hlavním cílem této práce je důkladně popsat tyto dva pojmy, uvést pozitiva a negativa v souvislosti s životním prostředím a zhodnotit, zda je vůbec možné vybrat způsob, který z nich je vhodnější a který bude v budoucnu více využíván v závislosti na našich klimatických podmínkách.

Naplnění cíle práce bude dosaženo prostřednictvím zpracování následujících témat:

Odvodňování

- a) Historie odvodňování
 - odvodňování ve světě
 - odvodňování v ČR
- b) Zamokřená půda
 - příčiny zamokření zemědělské půdy
 - charakteristika a znaky zamokřené půdy
- c) Způsoby odvodnění
 - technické způsoby
 - zemědělské způsoby
- d) Odvodňovací zařízení
 - druhy

Retence vody v krajině

- a) Retence vody
- b) Současná klimatická situace, sucho
- c) Historie retence vody
- d) Formy retence: lesy, půda, tůň, mokřady apod.
- e) Terénní průzkum výstavby tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky

Zvláštností této práce je specifické porovnání dvou odlišných, ale zároveň v některých skutečnostech si blízkých pojmech: odvodňování vs retence vody

v krajině a jejich využití v následujících letech v závislosti na současných, velmi proměnlivých klimatických podmínkách.

3 Literární rešerše

3.1 Odvodňování

Pokud půda trpí zaplavováním a zamokřením stává se tak nevhodným stanovištěm pro osidlování, zemědělství, průmysl nebo zakládání nových staveb. Stupně škodlivosti zamokření mohou být různé stejně tak i jeho příčiny. Nejvyšším stupněm a zároveň nejhorším případem zamokření půdy jsou močály. Ty vznikají nahromaděním srážkových vod nebo vylitím vod ze svých koryt a zabírají rozsáhlé oblasti. K řešení tohoto problému slouží meliorační techniky. Dle pana prof. Jůvy v roce 1957 dosahovala rozloha již provedených odvodnění nejvýše 200 miliónů hektarů zemědělské půdy po celém světě (Jůva, 1957).

V některých případech může mít odvodňování rozdílné účinky. Například v aridních oblastech umožňuje odvodnění využití závlahových systémů bez nebezpečí zasolení půd a zároveň přináší ozdravění prostředí, ve kterém se často vyskytují tropické nemoci, jako jsou malárie, spavá nemoc apod.

Jedná se o citlivý zásah do vodního režimu, a to především pokud jde o energetické přeměny v těle rostlin. Vodním režimem lze usměrňovat tepelný, vzdušný a živinný režim, což může vést k výrazné změně mikroklimatu. Změna mikroklimatu odvodňovaných oblastí spolu se zlepšením hygienických podmínek patří mezi zřetelné přínosy.

Vedle příznivých účinků existují i negativní vlivy na životní prostředí. Patří mezi ně zejména nepříznivé ovlivnění vodní bilance odvodňovaného území. Dále meliorační techniky urychlují povrchový i podzemní odtok vody a to znamená, že zejména v aridních oblastech mohou prodlužovat období sucha, a tím zvýšit negativní důsledky nepříznivého stavu půdní vláhly, což povede ke snížení výnosů a zhoršení kvality sklizně. Dalším problematickým faktorem může být vzrůstající množství chemických látek používaných v zemědělství (minerální hnojiva, pesticidy), odpady ze zemědělství, průmyslu a ostatních odvětví národního hospodářství. Tyto látky se často dostávají povrchovým odtokem nebo infiltrující vodou do odvodňovací sítě, a proto může být tato voda znečišťovatelem vodních zdrojů.

Na odvodňovací úpravy, zvláště pokud se jedná o rozsáhlá území, jsou vynaloženy velké investiční náklady. Při těchto úpravách může dojít k úpravě vodních toků, ke stavbě ochranných hrází, kanálů, drenáží, retenčních nádrží apod. Před těmito úpravami vod musí vždy předcházet podrobná šetření, která se zaměřují především na výskyt, příčiny a závady zamokření. Podle výsledků se pak určí vhodný způsob pro odvodňovací techniky. V první řadě je však potřeba se seznámit s půdou, která je zamokřením poškozována (Jůva, 1957).

Odvodňovací systémy byly budovány za účelem zemědělské velkovýroby. V současné době se však změnilы vlastnícké vztahy, které nerespektují funkčnost systému. Stále častěji dochází k poruchám vyvolaným stárnutím systému a neprováděním údržby.

Odvodnění bylo potřebné hlavně ve srážkově bohatých a vlhkých letech, kdy bylo potřeba zajisti odtok z ploch pro lepší obdělávání pozemků, a to hlavně v jarním období. Nyní by měla být snaha respektovat odvodňovací stavby při současném zohlednění péče o krajinu. Oproti minulosti je však značný rozdíl. **Současná doba je charakterizována nízkými srážkovými úhrny a prohlubováním sucha, proto by se měly drenážní systémy modernizovat vkládáním regulačních prvků, které umožní zvýšení hladiny podzemní vody a snížení drenážního odtoku.**

3.1.1 Vliv na životní prostředí

Každý zásah do přírody má ať už pozitivní, tak negativní vliv na životní prostředí.

a) pozitivní vlivy

- v ČR – zvýšení a stabilizace výnosu zemědělských plodin (snížení kyslíkového stresu rostlin v době zamokření, zlepšení přístupnosti v obdělavitelnosti pozemků)
- ve světě – je to možnost odstranění rizika zasolení a zamokření zavlažovaných půd
- vyrovnání odtoku ve vodotečích a snížení větších průtoků
- při povodních dochází k transformaci odtoku

b) negativní vlivy

- urychlení odtoku, kdy je podpovrchový odtok nahrazen odtokem drenážními trubkami
- zvýšení celkového odtoku, a to především v období sucha → zvyšuje se riziko sucha
- vyplavování živin (dusičnanů) do vodních toků
- zornění zamokřených míst – to způsobuje vyšší náchylnost orné půdy k erozi oproti travním nebo neobdělávaným pozemkům
- pokles biodiverzity krajiny – likvidace stanovišť živočišných a rostlinných druhů (Valentová, 2020)

3.1.2 Historie odvodňování

a) ve světě

První zmínky o odvodňování byly zaznamenány už z dob řecké civilizace, kdy byla zamokřená území odvodňována systémem příkopů. Před více než 2000 lety zmiňoval řecký historik Herodot odvodňovací systém v údolí řeky Nilu v Egyptě (Holý a kol., 1989).

Jak je známo, nejstarší lidské kultury vznikaly v údolích velkých známých řek Eufratu a Tigridu, Nilu, Chuang-che, Jang-c'-ťiang a Indu. Důvodem bylo, že v těchto oblastech náplavy vytvořily úrodné, avšak často zaplavované a močálovité kraje. Lidé se proto snažili chránit půdu, vysoušet močály a postupem času vytvářet umělé závlahové soustavy. Tímto způsobem vznikaly již ve 4. a 2. tisíciletí př. n. l. rozsáhlé meliorační stavby. Tyto stavby měly za úkol zemědělský, hospodářský a kulturní rozvoj zemí.

Za babylonského krále Chamuraba byly postaveny kanálové stavby a hrázové stavby (ve 2. tisíciletí př.n.l.), dále asi v 6. století př.n.l. byla postavena retenční nádrž a kanál Pallakopas, který odvodňoval močály a sloužil k plavbě i závlahám.

K odvodňování pohřebišť byly použity drenáže. Byly to svislé hliněné trouby, jež byly v horní části děrované, aby pohlcovaly jak podzemní, tak povrchovou vodu. Stará odvodňovací zařízení byla postupně ničena Peršany, Římany, a nakonec po

vpádu Mongolů ve 13. století všechny meliorační stavby zanikly (Benetin a kol., 1987).

Starý Egypt byl známý svým zemědělstvím, které bylo založeno na vyvinutém vodním a melioračním hospodářství.

Ve staré Číně využili z důvodu povodní z veletoků Chuang-che a Jang-c'-ťiang meliorační zařízení. Asi 2300 př.n.l. vodní stavitel Jü zreguloval vodní toky pomocí hrází. Dále odvodnil močály a zavodnil údolní kraje.

Také v ostatních zemích jako ve staré Indii, Arábii, Sýrii, Palestině a Persii byly provedeny odvodňovací stavby, kde hlavní meliorací byly především závlahy.

V Evropě byly první meliorační práce prováděny Řeky a Římany v 1. tisíciletí př.n.l. Právě z Egypta byly tyto poznatky o odvodňování přeneseny do starověkého Řecka. Římané stavěli mnoho odvodňovacích zařízení, ale velký počet z nich zůstal nedokončen, jelikož přesahovaly možnosti tehdejší techniky.

STŘEDOVĚK

V době středověku se zájem o odvodňovací a jiné meliorace zmenšil. Ve Španělsku zakládaly nové kanály Maurové (711-1492), kteří velmi zúrodnili tehdejší kraje. Holandsko bylo známé jako středověká škola pro meliorační a hrázové stavby, pomocí nichž se nová půda získávala vysoušením jezer a močálů, kde se pomocí větrných mlýnů voda přečerpávala. Další zemí s odvodňovacími systémy byla Belgie a Británie. V Británii se zúrodnily močály a rašeliniště již v 8. století.

NOVOVĚK

Na začátku novověku bylo patrné malé množství odvodňovacích zařízení. Vešší zájem se pak datuje až od 19. století, což souviselo s rozvojem kapitalismu. Odvodňovací drenáže byly poprvé použity v roce 1764 v Británii, r. 1846 v Německu, v Belgii roku 1851, též ten samý rok i v USA a o rok později

v Rakousku a také u nás. V průběhu 16.-18. st. se v Evropě využívala především trubková drenáž z pálené hlíny. V Holandsku r. 1830 používaly trubky z betonu.

Od té doby jsou odvodňovací zařízení a jiné meliorace prováděny po celém světě, nejvíce však ve státech s plánovitě řízeným hospodářstvím.

Od 60. let 20. st se začaly využívat trubky z vlnitého PVC a polyetylénu a zároveň nastal velký rozvoj metod pro hloubení a pokládku drenážních potrubí.

Odvodňování v EU a ve světě

Dle tabulky č. 1 můžeme vidět, že nejvíce odvodněné plochy k celkové rozloze má Nizozemsko, poté následuje Litva a Dánsko. Tyto severní státy mají charakteristické spíše oceánské podnebí. V Nizozemsku je roční úhrn srážek poměrně vysoký a pohybuje se v rozmezí mezi 750-850 mm. Objevují se zde časté bouře, které mohou způsobovat záplavy.

Litva má podnebí na přechodu oceánského a kontinentálního podnebí, kdy průměrný roční úhrn srážek je cca 600 mm, na východní části až 900 mm.

Česká republika má 15 % odvodněné plochy. K její malé rozloze to je v porovnání s Německem (7 %) nebo Polskem (13 %) vcelku vysoké číslo. Ve střední Evropě převládá mírné podnebí, proto je průměrná plocha odvodnění států ve střední Evropě asi 12 %.

V České republice jsou typické hojné a nárazové srážky a přechody frontálních systémů.

Tabulka č. 1: Odvodněné plochy států v EU

Vybrané STÁTŮ EU	Odvodněné plochy v % k celkové rozloze
Irsko	16
UK	19
Norsko	0,1
Švédsko	2,5
Finsko	4
Rusko	29
Lotyšsko	14
Litva	40
Bělorusko	14
Ukrajina	5
Rumunsko	1
Bulharsko	2
Řecko	5
Chorvatsko	13
Slovinsko	4
Slovensko	12
Maďarsko	25
Česká republika	15
Polsko	13
Rakousko	2
Německo	7
Dánsko	35
Nizozemsko	72
Belgie	2
Francie	5
Itálie	0,2
Španělsko	1
Portugalsko	0,1

Tabulka č. 2: Odvodněné plochy vybraných států světa

Vybrané státy světa	Odvodněné plochy v % k celkové rozloze
Čína	2
USA	5
Japonsko	10
Etiopie	0,03
Egypt	3
Tchaj-wan	20
Vietnam	3
Zambie	0,01
Zimbabwe	0,1
Austrálie	0,3

Co se týče světa, tak tam má z vybraných států největší odvodněnou plochu Tchaj-wan. Zde je monzunové období a v průběhu letního monzunu spadnou v centrální části a na jihu ostrova téměř všechny roční srážky, proto mají nejspíše nejvíce odvodněné plochy k celkové rozloze státu. Zatímco v rozvojové zemi Zambii nemají skoro žádné.

b) v ČR

Již v nejstarších dobách osídlování našeho státu byla půda zlepšována. V českých zemích kolem 10. století byly močály a rašeliniště odvodňovány takovým způsobem, že vody byly sváděny do nejnižších poloh a jejich přehrazením vznikaly rybníky. Tento způsob se využíval především ve 14. a 15. století, a to díky velkému rozvoji rybníčního hospodářství za Karla IV.

Odvodňování bylo spojeno také s úpravami vodních toků, kdy prvotním účelem meliorace je ochrana před povodněmi. Velmi rychle se ujalo používání drenáží, které nejdříve zaváděli tzv. drenážní mistři z Hannoverska a poté i domácí pracovníci.

Dle statistiky pana profesora Jůvy bylo cca před 60 lety odvodněno 849 000 ha zemědělské půdy, z čehož je asi 41 % příkopové odvodnění a 59 % drenáže. Chráněná půda před záplavami se rozléhá asi na 250 000 ha (Jůva, 1957).

3.1.3 Půda

Podle obecné definice, která se vyskytuje na mnoha informačních portálech či v listinné podobě je půda přírodní útvar, který vznikl z povrchových zvětralin zemské kůry a z ústrojných zbytků, jehož stavba i složení jsou výsledkem podnebí a živých organismů žijících v půdě i na jejím povrchu. Pro správné posouzení půdního zamokření a způsoby jeho odstranění musíme půdu prověřit v jejích základních vlastnostech (Jůva, 1957).

Při odvodňování či zadržování vody v krajině nás zajímá především zamokření půdního profilu. Pokud je půda zamokřena, znamená to, že je povrchově zaplavena nebo nasycena vodou tak, že vzniká nepříznivé prostředí pro realizaci, existenci staveb nebo pro využívání přírodního bohatství (Holý a kol., 1989). K tomuto jevu dochází stoupne-li hladina podzemní vody nad přípustnou mez nebo pokud se těžší půdy nasatí kapilární vodou a půda je tak poškozena či znehodnocena (Jůva, 1957). Charakteristika nezamokřené půdy o přiměřené a vzdušné kapacitě spočívá v ustálené hladině podzemní vody v přiměřené hloubce, půdní profil se dobře provzdušuje a ohřívá. Při srážkách je půdní profil přiměřeně vlhký a udržuje vláhu půdy na žádoucím stupni (Jůva, 1957). Jak už jsem zmínila, tak zamokření nejenže poškozuje a znehodnocuje půdu, také znemožňuje růst polních plodin, zeleniny, parků, sadů a lesních dřevin. Nadbytečná voda v krajině znesnadňuje výstavbu a zakládání všech druhů staveb, a především podstatně zvyšuje náklady na výstavbu. Dále způsobuje postupné zbahnění, a tím vznikají anaerobní rozkladné pochody v půdě. Ač se to nezdá, tak zamokřená půda zhoršuje i zdravotní stav krajiny, stabilitu půdy a zvyšuje náchylnost k sesuvům půdy.

3.1.4 Příčiny zamokření

Dle povahy rozdělujeme zamokření do tří skupin:

- **oblastní příčiny** – jsou ovlivněny meteorologickými, krajovými a klimatickými poměry
 - **místní příčiny** – tyto příčiny souvisí s poměry hydrologickými, hydropedologickými, hydrogeologickými, orografickými, agrobiologickými a technickými
 - **kombinované příčiny** – vznikají kombinací oblastních a místních příčin.
- (Šálek, 1972)

Znalost těchto příčin je velmi důležitá v rozhodování o formě půdního zamokření a o způsobech či prostředcích, kterými můžeme půdu odvodnit (Jůva, 1957). Dle příčin zamokření uvádí pan profesor Jůva tyto základní odvodňovací způsoby:

Tabulka č.3: **Základní odvodňovací způsoby** (Jůva,1957)

Příčina zamokření	Odvodňovací způsob
Nadbytek místních srážkových vod	povrchové odvodnění kanály a příkopy
Nadbytek místních podzemních vod	kombinované odvodnění kanály a drenáže
Záplavy místními toky	úprava toků prohloubením nebo zahrázováním, odvodnění příkopy nebo drenáží
Zamokřování cizími vodami	zachycení cizí vody kanály, odvodnění drenáží
Nížiny bez odtoku	zachycení cizí vody kanály, odvodnění nížiny čerpáním, po případě naplavováním nebo pomocí porostů

Oblastní příčiny

Toto zamokření je způsobeno především nadměrnými srážkami při současně nízkém výparu. Má buď dočasný nebo trvalý charakter. Většinou se toto oblastní zamokření projevuje spíše na jaře při tání velkého množství sněhu a v letním období přivalových dešťů, kdy se nadměrné dešťové srážky nestačí vsáknout a voda tak zůstává na povrchu a zamokřuje půdu (Šálek, 1972).

Meřítkem pro posouzení možnosti zamokření z oblastní příčiny je *průměr ročního úhrnu srážek S*, vyšetřený z delšího pozorovacího období, nejméně 10 let. Dle tohoto měřítka se dá považovat srážkový úhrn 500 mm za hranici mezi podnebím suchým a

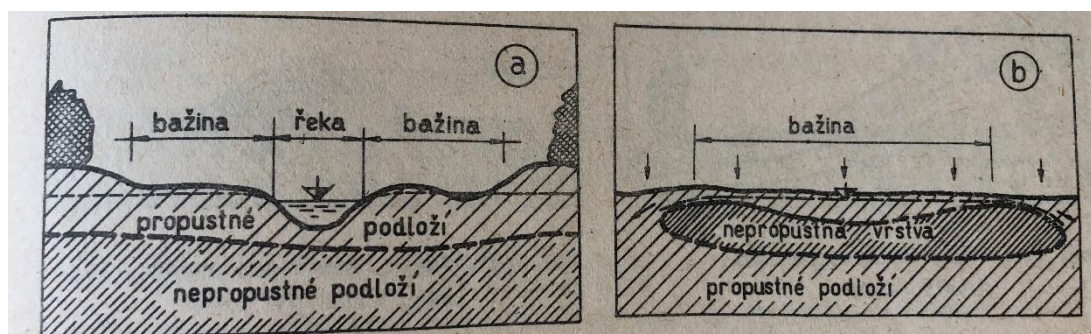
vlhkým. V tabulce č. 4 můžeme vidět podrobnější dělení podle množství ročních srážek tyto klimatické oblasti:

Tabulka č. 4: Klimatické oblasti dle množství ročních srážek (Jůva, 1957)

Podnební oblast	Roční srážkový úhrn
Extremně suchá (poušťová)	pod 200 mm
Suchá (polopoušťová a stepní)	200—400 mm
Polosuchá (semiaridní)	400—500 mm
Polovlhká (semihumidní)	500—600 mm
Vlhká (humidní)	600—700 mm
Extremně vlhká (perhumidní)	nad 700 mm

Místní příčiny

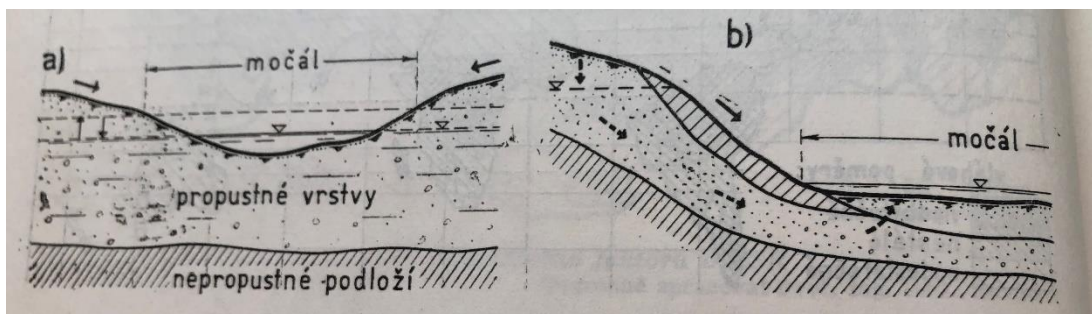
Hydrologické příčiny jsou způsobeny především nevhodně upravenými vodními toky, které nezajišťují dostatečný odtok vody a zapříčiňují zaplavení území a stagnaci vod. Na obrázku 1a) vidíme místní zamokření způsobené neupraveným vodním tokem, kdežto na obrázku 1b) je vyobrazeno místní zamokření v rovinném území způsobené nepropustnou podzemní vrstvou.



Obr. 1: Místní zamokření (Šálek, 1972)

Hydropedologické příčiny jsou spojeny s častějším výskytem těžkých jílovitých půd, které neumožňují vsakování vody do půdy a způsobují zbahnění povrchových vrstev. Hydrogeologické příčiny se projevují při nevhodném uložení nepropustných podložních vrstev.

Orografické příčiny způsobují vznik bezodtokových kotlin (obr. 2 a)) a zamokření cizími vodami. Časté příčiny jsou agrobiologické, které vznikají nesprávným obhospodařováním půdy, kdy se používají nevhodné plodiny a osevnické postupy. Poslední příčiny jsou technické, které jsou spojeny s nevhodnými stavbami či zařízeními (Šálek, 1972).



Obr. 2 a): Vznik bažiny v bezodtoké kotlině. Obr. 4 b): Místní zamokření způsobené zvrásněním nepropustných vrstev (Jůva, 1957)

3.1.5 Znaky zamokření

Můžeme pozorovat různé znaky zamokření, ať už na porostu, půdě nebo v ovzduší:

- **na porostu** – může se vyskytovat nezdravé zbarvení (zelenožluté až běložluté), vlhkomilné a mokřadní rostliny jako například pryskyřník, blatouch, mech, rákos apod. U rostlin můžeme pozorovat špatný vývoj, mezi jehož znaky patří poléhání a hnití rostlin. Dále se na rostlinách mohou vyskytovat rostlinné choroby (různé plísňe a bakteriózy), škůdci (hádčátka a hmyz) a silné zaplevelení.
- **na půdě** – z jara vidíme tmavší barvu zamokřeného povrchu, dlouho ležící sněh a nápadné zbarvení půdního profilu. Půda se obtížně zpracovává. Vyskytují se povrchové vývěry vody až viditelný močál v důsledku vysokého stavu podzemní vody
- **v ovzduší** – stálé ochlazování, přetrvávající období mrazu, výskyt silné mlhy či bahenního zápachu

V. Novák charakterizoval stupě vlhkosti půdy dle pocitu při jejím doteku holou rukou takto:

- ***vlhká půda*** – maže se a lepí, avšak nekašovatí, má povrch výrazně vlhký, prsty při hnětení se ovlhčují
- ***mokrá půda*** – při hnětení mezi prsty se půda kašovatí a bředne, ale neroztéká se
- ***zbahnělá*** – tvoří polotekutou až tekutou břečku, která se roztéká mezi prsty a při sešlápnutí čvachtá (Jůva, 1962)

3.1.6 Způsoby odvodňování

Půdu je možno odvodnit několika různými způsoby. Ten správný způsob odvodnění rozhodují příčiny, způsob a stupeň zamokření, účel odvodnění, místní podmínky a investiční náklady.

Při navrhování, výstavbě a rekonstrukce opatření k úpravě vodního režimu půdy se využívá normy: ČSN 754200 – Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

Základní rozdělení:

- zemědělsko-lesnické (biologické) odvodnění***
- vodohospodářské (hydromeliorační, technické) odvodnění***

První způsob odvodnění se využívá především pro půdy, které jsou zamokřeny málo nebo jsou k zamokření pouze náchylné. Druhý způsob je účinnější ale také nákladnější. Tento typ je určený pro výraznější poškozování půdy mokrem, především v močálech nebo rašeliništích (Jůva, 1962).

Další rozdělení:

- hlavní odvodňovací zařízení***

Soubor objektů, které odvádějí nadbytek povrchové a podzemní vody z pozemku nebo chrání odvodňovaný pozemek před vnějšími vodami. Řadí se sem: otevřené

kanály (svodné odvodňovací příkopy, záchytné příkopy), kryté odvodňovací kanály a objekty na nich (stupně, skluzy, násosky, propustky, mostky), ochranné hráze a odvodňovací čerpací stanice. HOZ slouží k odvádění vody z podrobných odvodňovacích zařízení (Kulhavý, 2008).

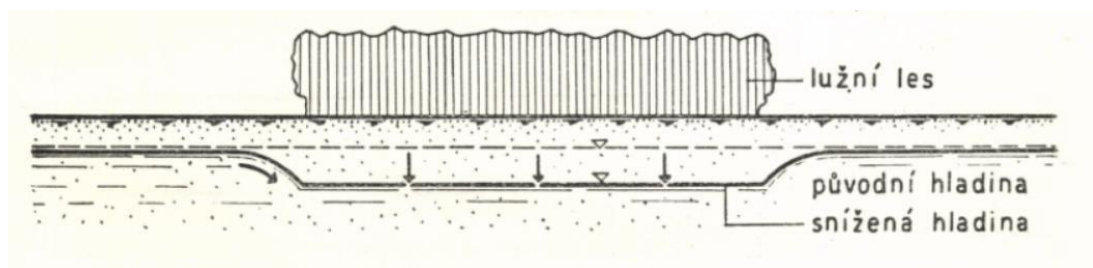
b) podrobné odvodňovací zařízení

Je to podrobná odvodňovací síť, která přivádí vodu z pozemku do hlavních odvodňovacích zařízení. Dělí se na: záchytné příkopy a drény, opatření ke snížení tlaku podzemní vody s napjatou hladinou, odvodnění příkopy, sporadická drenáž, systematická trubková drenáž, krtčí drenáž, šterbinová drenáž, dvouetážová drenáž, navlažovací drenáž, regulační drenáž, fyzikální, chemické a biologické meliorace půdy (Valentová, 2020).

3.1.6.1 Zemědělsko-lesnické odvodnění

Tyto způsoby odvodnění se používají především k zeslabení vlivu zamokření, a jak už jsem zmínila, tak také k místnímu odvodnění menšího rozsahu. Při tomto způsobu odvodnění se realizují tato opatření:

- úprava půdní struktury na nejvhodnější drobovitou strukturu umožňující plynulý vsak do půdy
- výsadba porostů s vysokou transpirací (vrba, olše, jasan, topol, bříza, eukalypty nebo travní porosty – například na obr. č. 3 výsadba lužního lesa)
- výsadba vsakovacích lesních a travních pásů, jež zachycují povrchový odtok a převádějí ho do podzemního
- hospodářsko-technická opatření spočívají v zavedení speciální agrotechniky (časté kultivace), speciálních osevních postupech s vysokým procentem zastoupení vláhově náročných plodin (Šálek, 1972)



Obr. 3: Výsadba porostů (snížení hladiny podzemní vody lužním lesem) (Jůva, 1962)

3.1.6.2 Vodohospodářské odvodnění

Tento odvodňovací prostředek je hlavním a při silném zamokření také jediným účinným prostředkem. Tímto způsobem se odvodňují zemědělské pozemky, sídliště, průmyslové a různé užitkové plochy.

Toto odvodnění se ještě liší dle způsobu odstraňování zamokření:

1. *povrchové (příkopové)* – půda je odvodněna otevřenými kanály a příkopy
2. *podzemní (drenáž)* – zde je půda odvodněna pomocí podzemních vedení neboli drénů
3. *kombinované* – kombinace obou předchozích způsobů

Jaký z těchto typů se použije při odvodnění závisí na účelu a požadovaném stupni odvodnění, na pěstovaných kulturách (pole, louky, pastviny), na půdě, příčinách zamokření apod (Jůva, 1962).

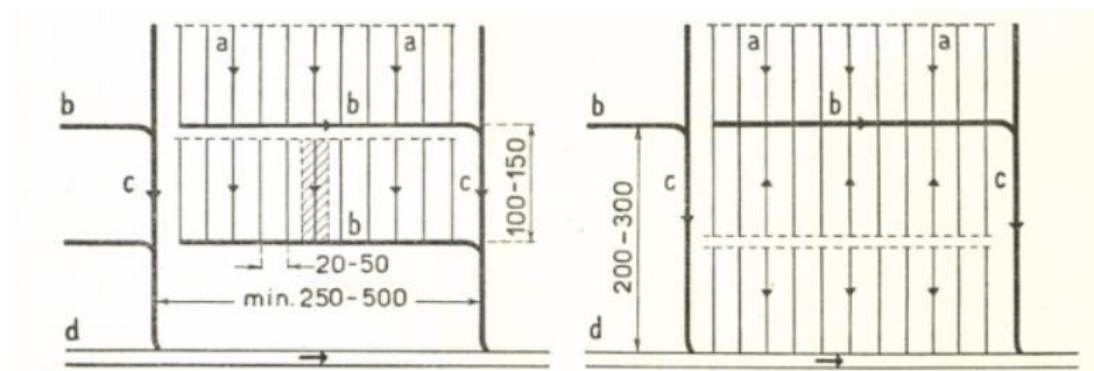
Příkopové odvodnění

Používá se k rychlému odvedení vody z odvodňované plochy soustavou otevřených příkopů. Tyto příkopy vyžadují minimální podélný sklon k odvedení vody a můžeme je použít i v neúnosných půdách. Rychle odvádí povrchovou vodu, údržba i opravy jsou snadné, a dokonce mohou být využívány i k závlahovým systémům. Nevýhodou tohoto způsobu odvodnění je velká potřeba zemědělsky využívané plochy, kde se narušuje a rozděluje pozemek, což má pak za následek špatné obhospodařování plochy. Náklady na toto odvodnění jsou poměrně vysoké, a proto ho využíváme pouze zřídka (Šálek, 1972).

Technický popis

Soustava příkopového odvodnění je složena z příkopů sběrných a svodných. Sběrné příkopy jsou navrženy s délkou 150–200 m (max 300 m). Sběrné příkopy jsou uspořádány rovnoběžně s konstantním rozchodem (Šálek, 1972). Trasují se napříč sklonu území, kde optimální sklon je 3-10 ‰, kterého dosáhneme vhodným rozmístěním vzhledem k vrstevnicím. Hloubka drénů závisí na účelu odvodnění, pokud se jedná pouze o povrchové nebo i podzemní vody. Rozchod sběrných příkopů se také určuje podle účelu odvodnění a podle půdních vlastností (Holý,

1989). Sběrné příkopy odvodňují půdu přímo, zatímco svodné příkopy zachycují vodu a následně ji shromažďují a vyústíjí do kanálové sítě nebo do odpadu viz obr. č.4.

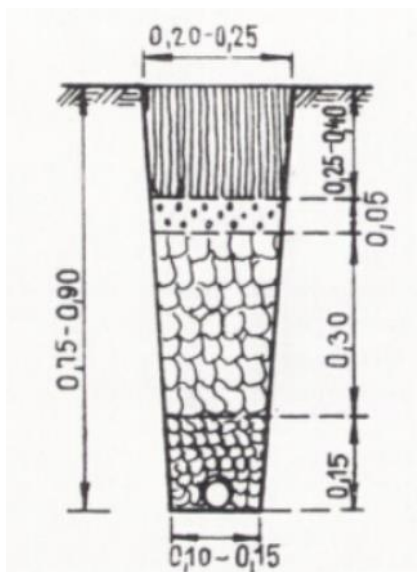


Obr. 4: **Uspořádání příkopového odvodnění** (a – sběrné příkopy, b – svodné příkopy, c – vedlejší odvodňovací kanály, d – hlavní odvodňovací kanál) (Jůva, 1984)

Odvodňovací kanály jsou většinou otevřené recipienty drenážních vod, v některých případech jsou kryté (ČSN 754210). Dále se také navrhuje čerpací stanice, ale to většinou tam, kde není možné zabezpečit gravitační odtok vody z odvodňovaného území. Mezi zařízení, která slouží k ochraně před vnějšími vodami patří: nádrž (zachycuje povodňovou vlnu), ochranné hráze (ochrana před rozlivy vody z koryta) (Valentová, 2020).

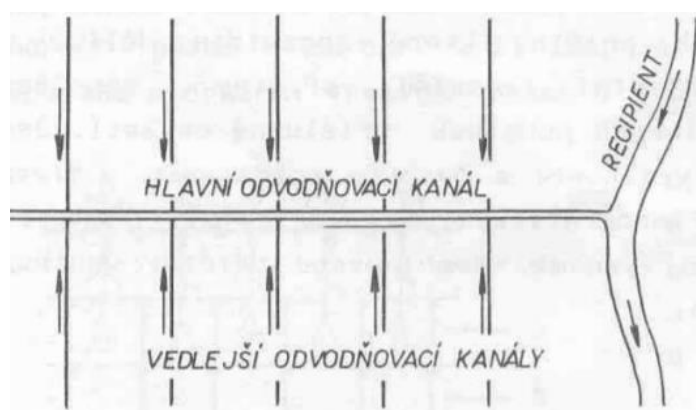
Příkopy můžeme rozlišovat na:

- a) **kryté** – navrženy jako drenážní rýhy, které jsou hluboké 0,6 až 1 m. Na dno rýhy se pokládají drenážní trubky (viz obr. 5) a poté se zasypou vrstvou štěrku, jehož úkolem je vytvoření hrubého štěrkového filtru. Povrch se zasype jen zeminou.



Obr. 5: Krytý odvodňovací příkop (Holý, 1989)

- b) *otevřené* – ty se používají především pro rychlé odvedení povrchové vody. Vyznačují se větší přehledností, přístupností a nižšími stavebními náklady ve srovnání s drenáží. U nás se už prakticky nevyskytuje. Tento systém se dříve sloužil např. v Egyptě pro odvedení vody z území po povodních. Nyní se tento systém využívá např. v Holandsku (Valentová, 2020).



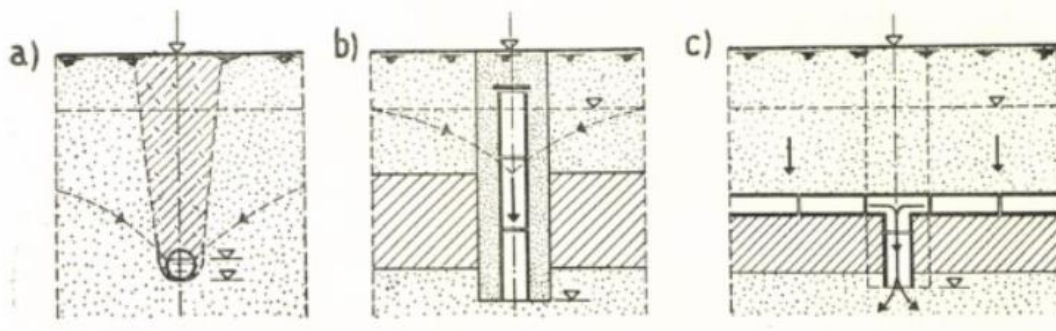
Obr.6: Otevřený odvodňovací příkop (Valentová, 2020)

Odvodnění drenáží

Drenáž je nejrozšířenější způsob plošného podrobného odvodnění. Nejčastěji je použita trubková drenáž, která způsobuje malé narušení odvodňované plochy a nepřekáží pracím na povrchu pozemků (Šálek, 1972). Drenáž používáme především při zamokření půdy podzemní vodou, ale také při povrchovém zamokření, pokud jde o pole nebo různé užitkové plochy (Jůva, 1962).

Používá se drenáž:

- **vodorovná** – využívána nejčastěji, je složena ze sběrných drénů, které jsou vedeny k přímému zachycení a odvedení vody z půdního profilu
- **svislá** (vertikální) – zde se využívají svislé drény, které jsou upravené jako vyztužené vrty nebo studny
- **kombinovaná** – spojení dvou předchozích typů (Jůva, 1962)



Obr. 7: **Způsoby založení drenáže:** a – drenáž vodorovná, b – drenáž svislá, c – drenáž kombinovaná (Jůva, 1962)

Drenážní odvodnění se využívá při systematickém odvodňování rašelinistních půd pro zemědělské účely. Nejčastěji se používá systematická trubková drenáž, dále i drenáž krtčí či zemní nebo dřevěná.

- a) **Systematická trubková drenáž** – skládá se z trubek z pálené hlíny i termoplastů. Pokud se použijí trubky z pálené hlíny, je potřeba dno drenážní rýhy zpevnit vrstvou písku o mocnosti 0,10 – 0,15 m. Dále se musí drenážní trubky pokládat na desky nebo latě. Plastové drenážní trubky jsou většinou hladké pevné perforované trubky z PVC, které se ukládají ne ocelové

mikropiloty. Rozchod sběrných drénů trubkové drenáže se určuje dle tabulky č. 5. Závisí na stupni rozložení rašeliny dle H. Posta:

Tabulka č. 5: **Rozchod sběrných drénů v trubkové drenáži** (Jůva, 1989)

Stupeň rozložení rašeliny (Post)	Pole (m)	Louky, pastviny (m)
1—4	15—20	19—25
4—6	12—15	15—19
6—9	10—12	12—15

Co se týče hloubky sběrných drénů, tak na polích se pohybuje v rozmezí 1,0 – 1,3 m, na loukách a pastvinách 0,8 až 1,0 m. Jejich délka by neměla přesáhnout 150 m a minimální podélný sklon je 2,5 ‰.

Používané materiály trubkové drenáže:



Obr. 8: **Pálená hlína** (Valentová, 2020)



Obr. 9: Trubky z PVC

b) **Krtčí drenáž** se využívá pouze pro odvodňování slabě a středně rozložených rašelin. V tomto druhu drenáže se rozchod sběrných krtčích drénů stanovuje dle tabulky č. 6:

Tabulka č. 6: Rozchod sběrných krtčích drénů (Holý, 1989)

Stupeň rozložení rašeliny (Post)	Rozchod sběrných drénů (m)
1—3	7
4—5	5
6—7	4

Délka sběrných krtčích drénů by neměla přesahovat 100 m a minimální podélný sklon je 5 ‰, maximální až 50 ‰ (Holý, 1989).

Dynamika klimatu přináší hydrologické extrémy v podobě přívalových dešťů, záplav, povodní, jejichž intenzita a frekvence se zvyšuje. Na některých místech může být intenzita infiltrace povrchových vrstev menší, než je intenzita přívalových srážek. Může být omezena i drenážní retenční kapacita svými hydro-fyzikálními vlastnostmi půdního povrchu nebo zvýšenou dotací srážkových vod z důvodu

déletrvajících srážek. Z toho důvodu může i přes realizaci odvodňovacích systémů docházet k nežádoucímu zamokřování souvislou hladinou vody. Pro tento případ se může využít systém otevřených odvodňovacích příkopů s parabolickým tvarem povrchu mezi dvěma sousedními příkopy. Tím umožní odtok povrchových vod do otevřených příkopů a zamezí nežádoucímu zamokřování povrchu. Tento způsob ochrany se uplatňuje v Toskánsku v povodí řeky Arno.

V důsledku spojování hospodářských ploch v jednotné celky byly zorány meze, mokřady, cesty a byly zrušeny i remízky. Pro výhodnější využití půd bylo budováno odvodňovací zařízení. To mělo právě za úkol odvést přebytečnou vodu z území a zachycovat ji do podrobných sítí, které ji svedou do hlavních odvodňovacích kanálů.

Odvodňování obecně zvyšuje provzdušenost půdy a následně se zvětšením retenčního prostoru v půdě se zvyšuje i její schopnost infiltrovat povrchové vody.

Bohužel při budování těchto soustav dojde i k odvodnění ploch, které jsou za hranicí odvodňovacích soustav (alochtonní vody). Jejich odvodnění nemá svoje opodstatnění. Z toho důvodu je snaha vrácení vody do krajiny, kdy se jako kompenzace funkcí odvodnění budují tůně, mokřady a plochy s delší časovou zásobou vody (Kulhavý a kol. 2015).

3.2 Retence vody v krajině

Jedná se o přirozené nebo umělé, krátkodobé zadržení vody v krajině. Tato zadržaná voda může být zachycena na povrchu lesního stromoví, travního porostu, křovin, na povrchu půdy a v půdním profilu, ve vodní nádrži apod.

Retence je důležitá pro zachycení srážek a transformaci povodňových vln.

Nižší retence vody na zemědělském půdním fondu ovlivňuje velikost povodní, hydrologické sucho, agronomické podmínky a výšku hladiny podzemních vod.

Rychlý odtok vody také ovlivňuje množství sedimentů ve vodních tocích, nádržích, rybnících a jakost povrchové i podpovrchové vody.

Území České republiky nemá zcela vhodné podmínky pro retenci vod. Na více než polovině území se nachází krystalické horniny. Objevují se především ve vrchovinách, pahorkatinách a hornatinách, kde se střídají úzká údolí se svahy. Toto horninové položí pokrývají většinou kambizemě, které mají malou až střední infiltrační kapacitu a ta poté brání intenzivnějšímu vsakování vody při přívalových srážkách.

Jedním z dalších problémů špatné retence na našem území je obdělávání zemědělské půdy. Obhospodařování orné půdy ovlivňuje do jisté míry rychlý odtok vody. Po výpočtech odtoku vody z dílčích povodí vychází odborníkům, že při dvouleté nebo vyšší srážce je odnos zemědělské půdy tak velký, že jediným způsobem zadržení vody je pomocí technických opatření. I kdyby se stalo, že by byla celá Česká republika zatravněna, zalesněna, tak by byl stále koeficient odtoku na hodnotách od 0,20 do 0,30.

Z tohoto důvodu nemůžeme směřovat řešení pouze ke zlepšení obhospodařování zemědělské půdy. Toto řešení není ve vztahu k retenci vody dostatečně efektivní. Jakým způsobem tedy zajistit retenci vody? Otázkou se nabízí, zda jsou vhodnější přírodě blízká nebo technická opatření. Bohužel je ale toto rozdělení velmi zavádějící. Pokud je zvolen pouze jeden druh opatření a nejsou navzájem propojeny, je skoro vždy jisté, že se pak jednotlivá opatření potýkají s problémy.

Aby retenční technika fungovala správně, musí být tato dvě opatření propojena. Co se týče přírodě blízkých opatření (lesy, trvalé travní porosty, mokřady), tak je

vědecky prokázáno, že retenci vody řeší pouze částečně. Zatímco technická opatření (svodné i záchytné, retenční průlehy, příkopy, suché nádrže rybníky) jsou vhodná, ale pouze tehdy, pokud se nepreferuje jen akumulace vody a nezanedbává se retenční prostor vodních nádrží a rybníků.

3.2.1 Historie

Současné obdělávání zemědělské půdy má kořeny v době vzniku Československa. V roce 1920 se agráři rozhodli, jakým způsobem obhospodařovat půdu. Zda se inspirovat dánským hospodařením, které bylo zaměřeno na obilí a zornění půdy, nebo holandským, který se naopak soustředil jen na dobytek, louky a pastviny. Rozhodujícím faktorem byla tehdejší cena komodit na newyorské burze ohledně typu výroby zaměřeném na obilí. Tímto způsobem se vlastně nevědomky rozhodlo o snížení retenční kapacity půdy, jelikož rozdíl mezi ornou půdou a travními porosty je 7–10 %.

V té době ještě krajina vypadala tak, jak by správně měla. Existovala jen malá políčka, výjimkou nebyly ani louky střídané ornou půdou, meze, remízky a jako mechanizační prostředek byli koně.

Zlom však nastal v komunistickém období. Po roce 1948 z krajiny začínaly mizet meze, začaly se zvětšovat bloky orné půdy, místo koní byla použita těžká mechanizace a tím byly povrchové i podpovrchové vrstvy půd utužovány.

Problémy se začaly stupňovat. Do roku 1989 byla eroze půdy velmi vysoká, ale po roce 1992 vyvrcholil problém zhoršování retence vody v půdě. Opět za tím stojí nesmyslné obhospodařování zemědělské půdy, kde na 74 % orné půdy pěstujeme obilí, řepku a kukuřici. Tyto plodiny úplně potlačily ostatní jako jsou např. pícniny, kterých je v současné době o 21 % méně. Dále se skoro nevyužívá zelené hnojení a využívá se technologie „bezorebného“ zpracování půdy, které podpovrchovou půdu jen zhutňuje. Toto má za následek nedostatek zásob podzemních vod. Vody tímto způsobem nemají zcela šanci zasakovat a mohou pouze odtékat.

Tím, jak se zvýšila eroze, tak se naopak snížila hloubka půdního profilu (retenční kapacita půdy). Daleko častěji se začaly používat pesticidy, které mají negativní vliv na půdní faunu. Půdní fauna je pro odtok vody také důležitá. Vytváří v půdě

preferenční cesty a tím umožňuje rychlejší zasakování srážek. Samozřejmě malou retenci vody ovlivňují i další faktory. Jedním z nich jsou klimatické podmínky, které však neumíme ovlivnit a dlouhodobě předvídat.

Vyspělé kultury v Asii a Jižní Americe se s retencí vody uměly vypořádat. V nepříznivých stanovištních podmínkách s četnými svahy a vysokými srážkami vybudovaly systém terasových polí, který funguje dodnes. Bohužel české zemědělství se tímto neinspiruje a tyto zkušenosti zcela ignoruje.

Co všechno má za následek nedostatečná retence vody? Zvýšila se koncentrace a odnosy živin, vysoký obsah dusičnanů ve vodách i v pitné vodě. Pesticidy se začaly objevovat jak v povrchové, tak i v podzemní vodě. Výrazně se zvýšila eutrofizace vod, kdy je ve vodách velký podíl fosforu.

Společným řešením těchto problémů je ve velké míře retence vody v povodí. Čím větší by byla, tím je větší možnost odbourání pesticidů a dusičnanů. Dále zpomalení rychlosti odtoku ze zemědělské půdy, snížení eutrofizace a zvýšení jakosti vody.

Jak už jsem zmiňovala výše, tak samotné přehradu na vodních tocích nestačí. Vodu musí zadržet technická i biologická opatření. Důležitá jsou cílená opatření na konkrétní místo v povodí nebo konkrétní místo na zemědělském či lesním pozemku. Do krajiny je potřeba začlenit jak technická opatření, kde např. záchytné zatravněné průlehy o šířce 12 m a hloubce 1 m dokážou zadržet na jeden bm 8 000 l vody, tak i biologická opatření. Mokřady, které navazují na technická opatření mohou retenci vody výrazně posilnit (www.nase-voda.cz).

3.2.2 Formy retence vody

Přírodě blízká opatření pro zadržení vody v krajině

V průběhu několika let byl pracovníky Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i. (dále jen VÚV TGM) vypracován souhrn opatření na zemědělské i lesní půdě, na tocích a údolních nivách, která jsou náležitá pro zvýšení

retence vody v krajině. Výběr těchto vhodných opatření kladl důraz na to, aby tato opatření minimálně nezhoršovala ekologický stav vodních útvarů.

Sestavená tabulka č. 7 vymezuje pět druhů opatření, která jsou rozdělena na dalších 26 typů opatření. Některé typy se dále člení ještě na detailní typy nebo komponenty. Jsou zde zařazeny pouze ty, které se ukázaly jako vhodné pro zadržení vody v krajině.

Tabulka č. 7: Vymezení druhů a typů opatření v katalogu (vtei.cz, 2018)

Druh opatření	Typ opatření	Detailní typ opatření	Druh opatření	Typ opatření	Detailní typ opatření	
PLOŠNÁ OPATŘENÍ NA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ	organizační	návrh vhodného tvaru a velikosti pozemku	MALÉ VODNÍ NÁDRŽE	malé vodní nádrže	vodárenské	
		trvalé zatravnění a zalesnění			závlahové	
		protierozní osevní postupy a protierozní rozmísťování plodin			retenční suché	
		pásové střídání plodin			retenční nádrže s malým zásobním prostorem	
	agrotechnická	technologie ochranného zpracování půdy			čisticí a usazovací	
		hrázkování/důlkování			krajinotvorné nádrže ležící mimo vodní tok	
		mulčování				
		setí do krycí plodiny				
		opatření na speciálních kulturách			zatravnění mezířadí	
					hrázkování/důlkování mezířadí	
	mulčování					
	vrstevnicový směr výsadby					
BIOTECHNICKÁ OPATŘENÍ	průleh	záchytný	OPATŘENÍ V LESÍCH	tvorba polyfunkčního lesa s pestrou dřevinnou skladbou		
		svodný		omezení smruku ve 3. a 4. LVS		
		zasakovací (retenční)		podpora hospodářských způsobů s trvalým půdním krytem s dlouhou nebo nepřetržitou obnovní dobou		
	příkop	záchytný		vhodné postupy při těžbě a důsledná sanace potřebných či jiných technologických narušení půdy		
		svodný		nízký les		
		zasakovací (retenční)		ochranné lesní pásy kolem vodohospodářsky významných vodních toků		
	zasakovací pás	záchytný		hrazení strží		
		svodný		hrazení bystřin		
		zasakovací (retenční)		ochrana lesních pramenů a pramenišť		
		opatření na tocích v nezastavěných územích		opatření na tocích v zastavěných územích		
stabilizace dráhy soustředěného odtoku		opatření v údolních nivách toků				
hrázky		záchytné	mokřadní biotopy			
		zasakovací (retenční)				
meze						
přehrážky						
terasy						
větrolamy						

3.2.3 Plošná opatření na zemědělské půdě

- **organizační** – organizační opatření navrhuje vhodný tvar a velikost pozemku, trvalé zatravnění, protierozní osevní postupy a pásové střídání plodin
- **agrotechnická** – tato opatření se zaměřují především na zkrácení času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. Mezi tato opatření patří například technologie ochranného zpracování půdy, hrázkování a mulčování.
- **opatření na speciálních kulturách** – mezi speciální kultury řadíme vinice, chmelnice a sady. U těchto kultur využíváme výše zmíněná organizační a agrotechnická opatření.

3.2.4 Biotechnická opatření

3.2.4.1 průleh

Zakládá se zpravidla s malým podélným sklonem, kde se povrchová stékající voda zachycuje a zároveň vsakuje, popřípadě je odváděna.



Obr. 10: Záchytný průleh u Zlína (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

3.2.4.2 příkop

Příkop je velmi podobný průlehu s tím rozdílem, že má prudší svahy. Na rozdíl od průlehu není příkop pro techniku přejezdný. Dokáže zpomalit povrchový odtok i při vyšších srážkových úhrnech a zvýšit tak vsak do půdy. Svým působením přerušuje délku svahu nebo dráhu odtoku.



Obr. 11: **Svodný travnatý příkop** (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

3.2.4.3 zasakovací pás

Jedná se o travnaté pásy vedené po vrstevnici nebo se budují u nádrží a vodotečí, aby zabránily vnikání erozních smyvů do recipientů. Mají pozitivní vliv na krajinu.

Zajišťují zvýšení a posílení biodiverzity, zadržení vody v krajině a omezuje důsledky eroze. Účinnost pásu je závislá na charakteru vegetačního krytu, vlastnostech půdně-geologického prostředí. Dále záleží na vlhkostním režimu půdy, šířce pásu, sklonu svahu a intenzitě přítoku vody. Jeho účinnost se zvyšuje s větší šířkou pásu či souběžné zřízení meze, příkopu nebo průlehu (Kulhavý a kol. 2015).



Obr. 12: **Zasakovací pásy** (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

3.2.4.4 hrázky

Jsou zakládány ve směru vrstevnic na úpatí svahů v běžně suchých údolnicích. Hrázky se navrhují tam, kde by v důsledku malého sklonu docházelo k zanášení příkopů a průlehů (Janeček a kol., 2012). Stejně jako průlehy a příkopy mají hrázky za úkol zpomalovat odtok a prodloužit dobu retence vody v krajině.



Obr. 13: **Opevněná hrázky** (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

3.2.4.5 mez

Je překázkou pro soustředěný povrchový odtok. Meze jsou vedené především po vrstevnici a často se u nich budují průlehy. Nejlepší účinnost meze je zároveň se zasakovacím pásem vybudovaným nad mezí a průlehem pod ní (Janeček a kol., 2012). Brání odnosu půdních částic do povrchových vod. Dále mohou akumulovat vodu v krajině a zároveň přerušují délku svahu a zvyšují tím vsak vody do půdy.



Obr. 14: **Meze** (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

3.2.4.6 terasy

Terasování se navrhuje na pozemcích se sklony vyšší jak 15 % a slouží ke zmenšení velkého sklonu a rozdělení pozemku na menší části, aby nedošlo k nebezpečnému eroznímu účinku. Hlavním vlivem pro krajinu je úplné odstranění erozních projevů.



Obr. 15: **Terasy se sady** (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

V některých případech se mohou příkopy a stružky stávat nefunkčními a poté zůstávají povrchové vrstvy nasyceny vodou a dochází tak k negativním dopadům povrchového odtoku. Návrhem řešení tohoto problému je rekonstrukce tvaru, sklonu, prohloubení a pročištění postižených míst. Poté vznikne uvolněný prostor v povrchových vrstvách a negativní dopady budou zmírňovány. Příkopy mohou být opatřeny stavítky pomocí kterých by mohl být odvodňovací proces regulován a v případě velkého sucha zcela zastaven. Otevřené příkopy s ovladatelnými stavítky mohou být využity pro závlahové účely. Toto řešení nenabízí pouze odvodňovací zásah, ale i možnosti využít kontrolovanou úroveň podzemní vody pro jiné účely (Kulhavý a kol., 2015).

3.2.5 Malé vodní nádrže

MVN zachycují povodňové průtoky, transformují povodňové vlny a chrání území před velkou vodou. Hlavní funkcí je pasivní akumulace velkého množství vody v krajině. Slouží tedy jako zásobárna vody pro suchá období. Samozřejmě má i své mínusy. Její negativní vliv je v záboru či degradaci původních cenných biotopů a

brání šíření vodních organismů. Může tak dojít ke změně společenstev a následnému vymizení vzácných druhů.

Pojem MVN vymezuje česká státní norma ČSN 75 2410. Dle normy to je vodní útvar, který vzniká při akumulaci vody v přírodní prohlubni nebo v uměle vytvořeném prostoru.

Malé vodní nádrže se rozdělují dle různých hledisek a funkcí na několik typů:

- zásobní nádrže
- ochranné (retenční) nádrže
- rybochovné
- nádrže upravující vlastnosti vody
- hospodářské
- speciální účelové
- asanační
- rekreační
- krajínovorné

Všechny navrhované nádrže by vždy měly přispět ke zlepšení životního prostředí a kvality vody v krajině. Takovéto vodní dílo by mělo být co nejlépe začleněno do krajiny, zároveň respektovat plánovací dokumentaci, zemědělství i lesnictví (ČSN 75 2410). Vodní nádrž je závislá na přírodních podmínkách a z toho důvodu je potřeba sledovat ustanovení zákona č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivu na životní prostředí a zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (Tlapák a kol., 2002).

V krajině jsou MVN často spojovány s mokřady, které doplňují jejich další funkce, a to především ochranu ohrožených rostlin a živočichů. Vodní nádrž svým působením dokáže přispět do koloběhu vody v krajině a zvýšit ekologickou stabilitu (Šálek, 2000).

Uměle vybudované vodní plochy se staly důležitou složkou bilance povrchových vod, protože v České republice nejsou velké vodní toky a většina řek u nás jen pramení (Jonáš a kol., 1990).

Mezi malé vodní nádrže patří například i poldry. Je to polosuchá retenční nádrž, která krátkodobě zadržuje velký objem vody a snižují kulminační průtok povodňové

vlny. Tato dočasná akumulace vody minimalizuje škody při povodních a podporuje zadržení vody v krajině a její vsak v území. Avšak negativním prvkem je zábor ploch, stálá údržba a omezené využití volného prostoru (Kulhavý a kol., 2015).

3.2.6 Les

Je známo, že les působí jako zásobárna vody. Lesy pokrývají asi třetinu České republiky. Rostou především v podhorských a horských oblastech, kde ročně napadne okolo 1 000 mm srážek. Z toho důvodu má les významnou úlohu jako zásobárna vody.

Na rozdíl od jiných typů krajinného pokryvu je les daleko příznivější pro retenci vody. Dokáže zachytit asi celkem 5 – 9x více vody než bezlesá krajina (Kantor a Krečmer, 2003). Kolik vody les zadrží je ovlivněno mnoha faktory. Mezi ně patří atmosférické srážky a jejich úhrn, poté výpar, geologická stavba, kvalita půd a vegetace. Retenční schopnost lesa bývá různá. Je závislá na skladbě porostu, vlastnostech půdy, geologickém podloží, způsobu hospodaření i geomorfologii terénu. U jednotlivých dřevin se schopnost zadržovat vodu liší. Hlavní roli hraje kořenový systém, kde je důležitý především tvar kořenů a hloubka jejich prokořenění (www.mezistromy.cz).

Lesy zachytí více vody i z důvodu častějšího výskytu mechů a lišejníků, u kterých je obecně známo, že k sobě vodu dovedou poutat (Kantor a Krečmer, 2003).

Dle Hümana et al. (2011) transpirace lesních porostů (4-10 mm/den) zvyšuje úbytek půdní vlhkosti a společně s ní zvyšuje retenční kapacitu půdy. I transpirace hustého travního porostu (až 8 mm/den) je s lesními porosty srovnatelná. U lesního porostu činí výdej vody porostem až 60 % srážkového úhrnu (Středa a kol, 2008). V lese je také vyšší vlhkost, nižší teplota a zastínění půdy, u které pak klesá evaporace a následná degradace horní vrstvy půdy (Kantor a Krečmer, 2003). Právě díky vlhčímu mikroklimatu se část páry uvolněné transpirací vrací zpět v podobě srážek (Maděra, 2014).

Polyfunkční les zvyšuje časovou vyrovnanost odtoku z povodí a reguluje průtoky v recipientu. Především tedy snižuje extrémy, zpomaluje kulminace a vyrovnává průtočná množství. Dále také snižuje odnos sedimentů do vodního toku.

Dalším doporučením pro správnou retenci je omezení smrku ve 3. a 4. LVS. Jedná se o omezení smrkových monokultur, a to především vzhledem k jeho potřebě vody a snižující se zásobě vody ve 3. a 4. LVS (www.suchovkrajine.cz).

Ztráta vegetace souvisí s malým vodním cyklem i teplotou pro její okolí. Dřeviny mají chladicí schopnost a díky tzv. biotické pumpě udržují vodu nad lesem. Podle Makarieva a Gorškova má vliv na úhrn srážek právě zalesněné území. Zalesněné plochy mají dostatek vodních par, které se nad lesem sráží. Toto je dáno díky rozdílnosti teplot mezi patry lesa a proudění vzduchu při poklesu tlaku, vodním srážkám a intercepci. Lesy pomocí evapotranspirace ochlazují prostředí a zároveň udržují hydrologický režim v půdě (Hesslerová, Pokorný, 2011).

Mezi opatření, kterými můžeme zlepšit prostředí k udržení vody v krajině a lesích patří:

- malé vodní plochy
- hrázkování
- druhová skladba (ne monokultury)
- protierozní opatření
- ochrana před znečištěním nebo kontaminací lesa
- včasná výsadba po kalamitách nebo holoseči
- osvěta ke správnému chování k lesu

3.2.7 Mokřady

V roce 1835 pojmenoval Josef Jungmann mokřad jako mokřinu, temeniště a mokré místo. Dnes má však mnohem větší význam (www.magazinzahrada.cz).

Mokřad je často charakterizován jako místo, kde voda odpočívá. Bývá celoročně nebo alespoň po větší část roku zamokřený s často viditelnými vodními plochami. Tím, že v mokřadech žijí specifické rostliny i živočichové poznáme, že se jedná

skutečně o mokřad (www.nasemokrady.cz).

Mokřady se dnes řadí mezi nejvýznamnější, ale bohužel na světě i nejohroženější ekosystémy. Jejich zásadní význam spočívá v ovlivňování podnebí svým výparem, pohlcují nadbytečný oxid uhličitý z ovzduší a jsou zdrojem potravy pro vzácné a ohrožené živočichy. Mokřady svým působením dokonce zmírňují klimatické změny a jsou často centry biodiverzity (www.mokrady.ochranaprirody.cz).

Špatnou zprávou je, že i přes veškerý svůj význam mokřady z krajiny mizí. Jen těžko mohou odolávat velkému tlaku na využití půdy. Existují odhady, že kvůli zemědělství zhruba od začátku existence lidstva zanikla asi polovina původních mokřadů. Dále dochází k jejich velkoplošnému, ale i místnímu odvodňování. Budují se vodní nádrže, koryta řek se narovnávají a prohlubují, těží se rašelina a tím se plochy mokřadů urbanizují.

Mokřady jsou především přirozenou zásobárnou vody, a to je jejich nejdůležitější funkce. Jsou to plochy o minimální výměře 100 m² s nepravidelným okrajem. Jen o ploše 10 m² dokáže mokřad zadržet až 9000 l vody (www.nasemokrady.cz). Mokřad má také čistící a filtrační schopnost, čímž zachycuje chemikálie a hnojiva vyplavována z polí. Voda, která se z mokřadů odpaří, pomáhá poté ochlazovat nebo i oteplovat okolní prostředí.

Se zvýšenými srážkami se u mokřadů projevují retenční schopnosti a tím také plní funkci zábrany půdní eroze. Voda se z nich pomalu uvolňuje nejen do řek a říčků, ale i do podzemních vod. V porovnání se zemědělskou půdou zadržují mokřady daleko lépe vodu i organické látky bohaté na živiny.

Existuje ochrana mokřadů Ramsarskou úmluvou. Ta vznikla v roce 1971 a v naší tehdejší československé federaci začala platit až v roce 1990. V Česku bylo zařazeno na seznam „Mokřadů mezinárodního významu“ 12 území mezi které patří například Šumavská rašeliniště, Lednické a Třeboňské rybníky, Litovelské Pomoraví.



Obr. 16: Mokřady NP Šumava (autor: Iva Bufková)

3.2.8 Říční niva

V minulosti byla koryta toků zahloubena a napřimena tak, aby co nejrychleji odváděla vody ze zemědělsky využívaných pozemků. Území říční nivy je zaplavováno jako údolní dno, na kterém se tvoří nánosy, které jsou ukládány, erodovány a dále přemísťovány činností vodních toků. Toto nepravidelné přemísťování nánosů způsobuje přirozené vytváření tůní, slepých ramen, ostrovů apod. Odvodněním nivy a jejím zrušením se snižuje hladina a samozřejmě i zásoba podzemní vody.

Zadržení vody v území se realizuje pomocí výstavby nádrží, ale ty nejsou zcela jediným a technicky možným řešením. Snazším řešením je vytvoření systému příčných objektů, které umožňují regulaci hladiny vody. Akumulaci vody v zemi říční nivy lze také podpořit pomocí revitalizačních opatření (Kulhavý a kol., 2015).



Obr. 17: Přírozeně se vyvíjející vodní tok se širokou nivou (Kulhavý a kol. 2015)

3.2.9 Půda a voda

Eroze půdy – půdní voda

Každá krajina je odlišná, a proto neexistuje žádná strategie ani návod, jak s ní zacházet. Můžeme si to ukázat na příkladu lesa a zemědělské krajiny. Les roste na kopci na mělké kamenité půdě a proto, když spadnou srážky, dostanou se snadněji do hlubších horizontů. Z toho důvodu je les vhodný, aby sytil prameny a podzemní zásobníky. Zatímco zemědělská půda má větší mocnost a více jílových materiálů. Srážky, které na ni spadnou, sytí půdu do jednoho či dvou metrů hloubky. Když má půda hodně velkých pórů a chodbiček, tak déšť rychle pronikne do hloubky kolem půl metru nebo i hlouběji. Zde můžeme vidět i velký význam žížal, které tak vlastně zavlažují půdu v půlmetrové hloubce. Jeden krychlový metr běžné půdy pojme kolem 120-240 litrů vody, kdežto klasická černozem i více.

Pojem dešťová past

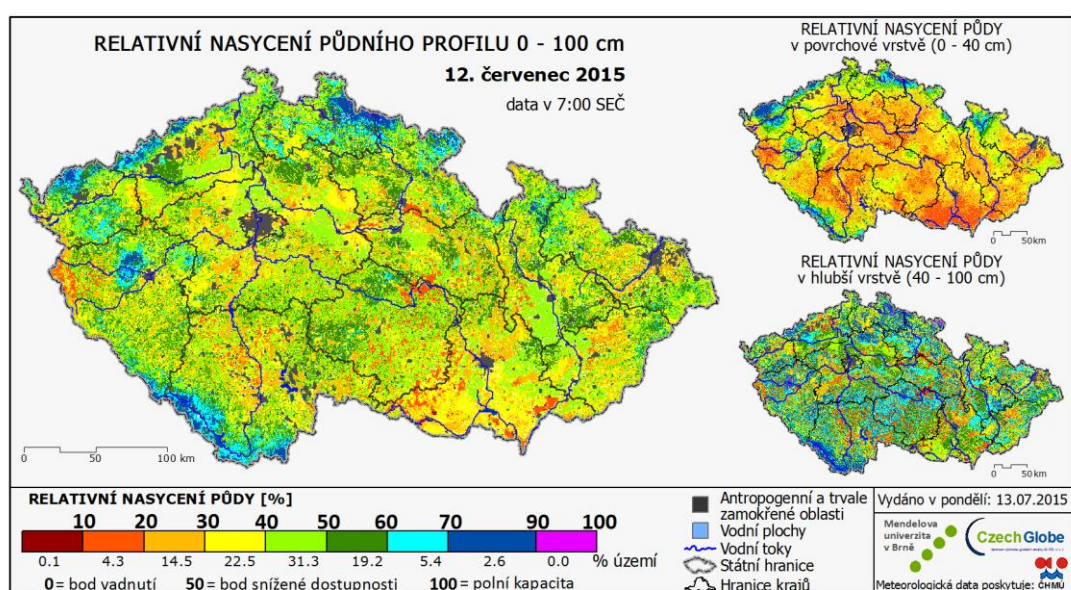
Je to asi 20 cm mocný, utužený půdní horizont, který leží v hloubce 30-50 cm a obtížně propouští vodu. Utužené horizonty často vznikají pojezdem těžké zemědělské i lesnické techniky. Mohou ale vznikat i jako následek nitrifikace půd.

To znamená nadměrným množstvím reaktivního dusíku ve formě dusičnanů. U zemědělských půd vzniká použitím syntetických hnojiv. Novější zemědělské techniky umožňují přesné dávkování přímo pod kořeny plodin.

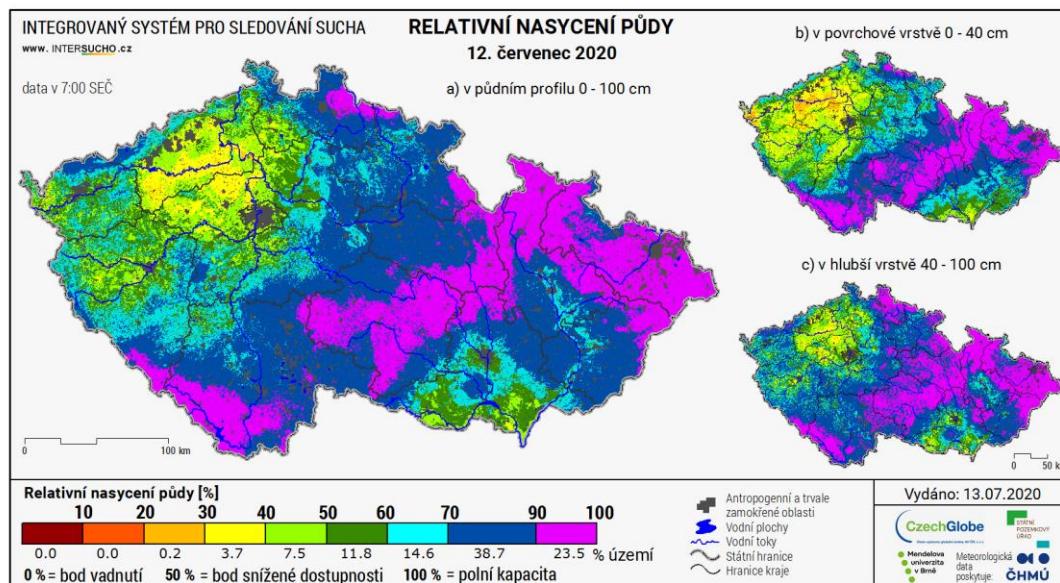
Bohužel dusičnany i herbicidy, které pronikají do půdy, silně ovlivňují její mikrobiální složení a mykorhizní vztahy. Půda se pak jejich vlivem mění na amorfni či písčitou. Dalším problémem jsou splavované jemné jílové minerály, které ucpávají póry a vytváří utužený a špatně propustný horizont. Řešením by byla hluboká orba a dodání organického uhlíku v podobě hnoje či průmyslového kompostu. Bohužel se jedná o poměrně drahé a na údržbu náročné postupy. Naštěstí existují nové zemědělské techniky např. strip-till – pásové zpracování půdy.

Na více než polovině našich i evropských půdy se setkáváme s erozí půdy a degradací organické hmoty. Půda tak zachycuje méně vody a hrozba sucha se zvyšuje. Tím se dostáváme do neudržitelné situace, a to i přesto kdyby neexistovaly klimatické změny.

Na webových stránkách intersucho.cz, která se zabývá monitoringem sucha jsou dostupné mapy ohledně nasycení půdního profilu. Pro porovnání níže vidíme rok 2015 a 2020. Z map je zřejmé, že v roce 2020 je relativní nasycení půdy vyšší. ČHMÚ uvádí, že rok 2020 byl srážkově nadprůměrný. Spadlo 766 mm/rok, zatímco v roce 2015 jen 532 mm/rok. Procentuálně je porovnání 114 % a 79 %.



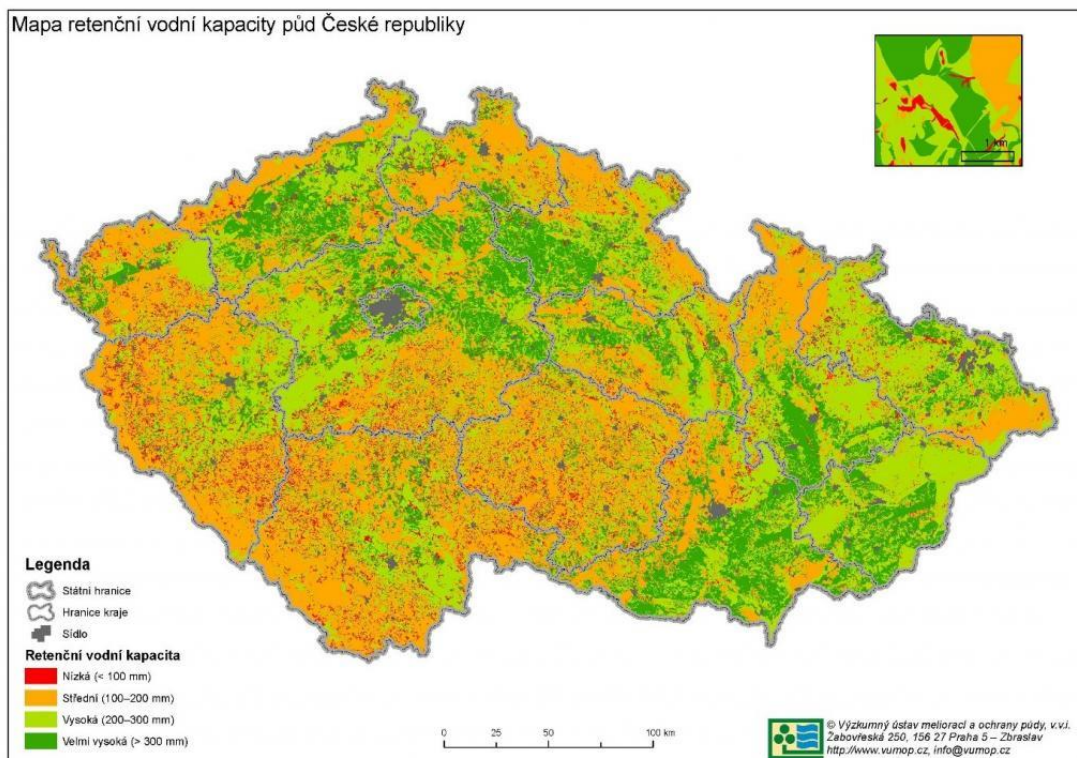
Obr. 18: Mapa relativního nasycení půdního profilu pro rok 2015 (intersucho.cz)



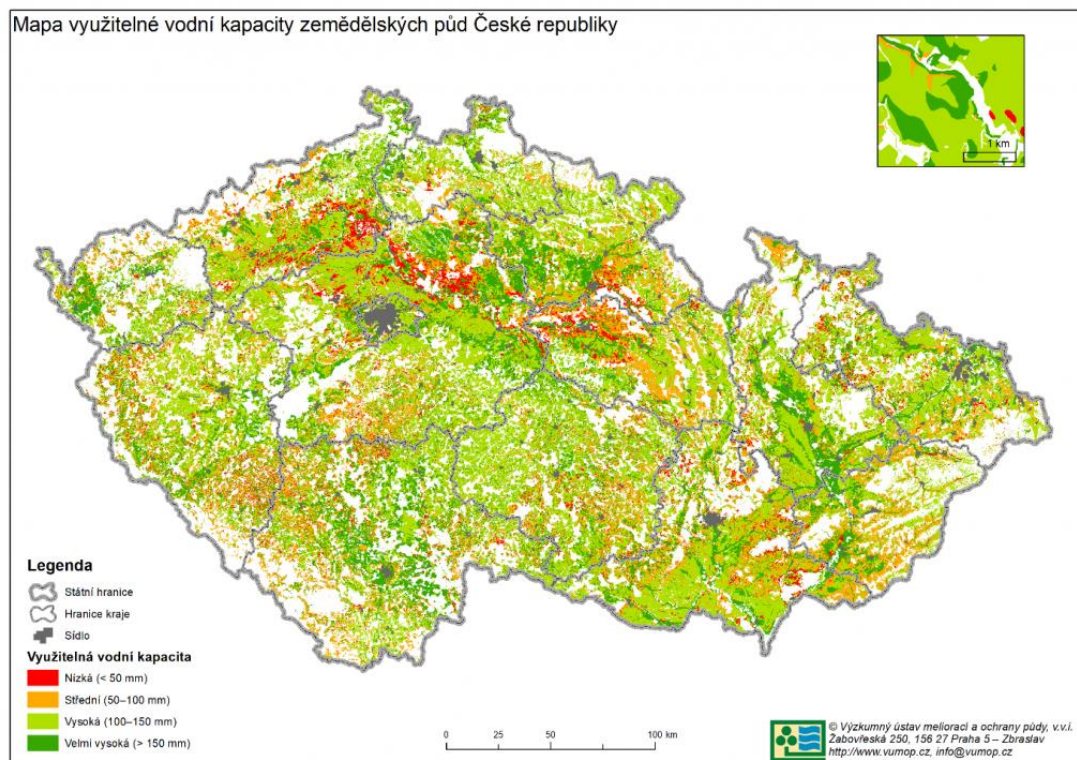
Obr. 19: Mapa relativního nasycení půdního profilu pro rok 2015 (intersucho.cz)

Hydrologická funkce půdy

Dle projektu z roku 2018 „Optimalizace využívání zemědělské půdy z pohledu podpory infiltrace a retence vody s dopady na predikci sucha a povodní v podmínkách České republiky“ vznikly 3 celorepublikové mapy hydrologických funkcí půd. První je mapa retenční vodní kapacity (RVK = množství voda, které je půda schopná dlouhodobě zadržet). Druhá je mapa využitelné vodní kapacity (VVK = objem vody dostupné pro rostliny) a poslední mapa hydrologických skupin půd (HSP = schopnost půdy propouštět vodu). Projekt potvrdil předpoklad negativního vlivu utužení především na hodnotu VVK. Následkem této degradace je změna poměru pórů v půdě, kdy se navyšuje množství pórů jemných na úkor hrubších. Poté nastává u středně těžkých/těžkých půd zvýšení bodu vadnutí, což znamená objem vody nedostupné rostlinám, protože ty nedokážou z jemných pórů silně vázanou vodu využít.



Obr. 20: Mapa retenční vodní kapacity půd ČR 2018 (zdroj: vumop.cz)



Obr. 21: Mapa využitelné vodní kapacity zemědělských půd ČR 2018 (zdroj: vumop.cz)

3.3 Sucho a klima

Situace chronického sucha

Probíhající klimatická a enviromentální změna má za následek epizodické sucho, které se projevuje vysycháním malých vodních toků, oslabením lesa, nedostatkem pitné vody nebo ohrožením produkční kapacity polí. I když byl rok 2020 srážkově nadprůměrný, zapomíná se na minulé suché roky, které po sobě zanechaly nepříznivé podmínky pro krajinu.

Inspirací, jak zacházet s vodou a které podmínky se osvědčily, čerpáme z civilizace Blízkého a Středního východu. Samozřejmě ne všechny postupy můžeme využít v naší krajině, ale existuje i pro nás několik jednoduchých zásad:

- Zadržovat vodu už na místě, kam spadla, a dále na všech dalších místech, kam přetéká.
- Pokud odtéká dál, musí se prodlužovat „cesta vodní kapky“ např. v lese by bylo zapotřebí roztríštění podrostu na drobný, pomalu sedající sprej drobných kapiček nebo v nivě prodloužení dílky toku.
- Vodu je zapotřebí zpomalovat, a to hlavně příčnými překážkami, které způsobují rozliv vody na větší plochy.

Klimatická změna

Z historie můžeme vidět, že posledních dvacet let je mnohem teplejších, než je průměr pro 20. století. To způsobuje, že odpar z hladiny oceánu je větší, ale i větší část srážek spadne nad oceánem nebo nad okrajem pevniny.

Srážkové průměry se liší rok od roku. Podle statistického průměru tří nebo pěti let zjistíme, že jsou srážky dlouhodobě stabilní ba dokonce mírně rostou. Analýza střeoevropského sucha datuje, že někdy bývá sucho dva roky po sobě, zřídka tři roky po sobě. Z toho plyne, že by měly být nádrže na pitnou vodu dimenzovány na možnost nejméně dvouletých such.

Avšak může nastat evropské sucho, které dle historických záznamů může trvat kole 3-7 let. Obvykle se pak stěhuje po kontinentu a je prostrídáno srážkově normálním rokem.

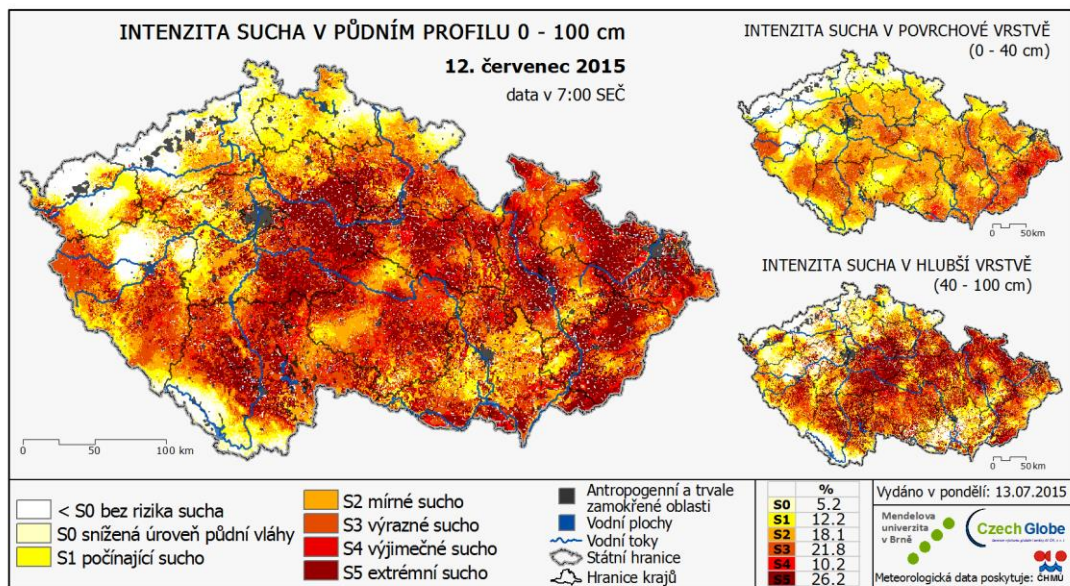
Tepější počasí ovlivňuje zejména život lesa, kdy se vegetační období prodlužuje o 3-6 týdnů a z toho důvody rostliny a stromy spotřebovávají v celoročním průměru o zhruba 10 % víc podzemní vody a živin.

S měnícím se počasím můžeme pozorovat i rozostřující roční období. Můžeme sledovat „falešná jara“, která se dostávají na konci zimy, kdy se náhle oteplí, stromy začnou kvést, rostliny pučet, ale pak se vrátí zima. Klimatické prognózy pozorují zvyšující se počet tropických dní, a to až na dvojnásobek. To může způsobovat praskliny v zemědělské půdě, které pak urychlí odvod páry.

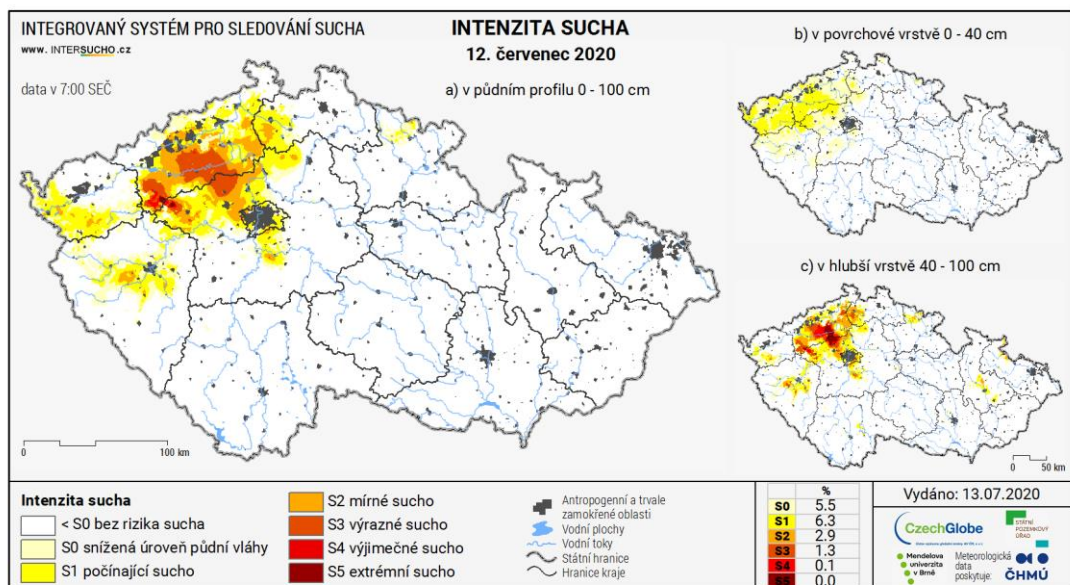
Nemůžeme popřít, že klimatický základ planty je dnes odlišný od stavu před rokem 1970. Množství tepla kumulovaného v oceánech je tak enormní, že i kdyby se země přestala oteplovat, tak tou tepelnou setrvačností budou změny dál pokračovat (AV ČR, 2021).

Díky projektu Intersucho zabývající se monitoringem a klimatologií sucha od roku 2012, je dostupný web: intersucho.cz. Jsou zde k dispozici informace o aktuálních stavech nasycení půdního profilu vodou, intenzitě sucha a předpovědích dopadů zemědělského sucha v konkrétních regionech.

Můžeme zde nalézt jak aktuální mapy, tak i zpětné informace z konkrétního roku. Níže vložené mapy přibližují zasažení ČR suchem. Pro porovnání růstu tepla s nedostatkem vody v půdě jsou vybrány dvě mapy z roku 2015 a 2020. Dle porovnání můžeme konstatovat, že v roce 2020 nebyla ta intenzita sucha vysoká tak jako v roce 2015. Z toho můžeme vyvodit, že pravidlem nejsou každoroční vysoké teploty.



Obr. 22: Mapa intenzity sucha v roce 2015 (intersucho.cz)



Obr. 23: Mapa intenzity sucha v roce 2020 (intersucho.cz)

K mapám existuje i legenda, která konkrétně popisuje stupně suchosti.

Tabulka č. 8: **Legenda škály intenzity sucha** (intersucho.cz)

Kategorie	Popis	
Normální stav	Zásoba vody v půdě je blízká nebo vyšší než normální hodnoty pro dané období. Obsah dostupné vláhy je větší než hodnota 30. percentilu	
S0 – snížená úroveň půdní vláhy	Relativně nižší úroveň půdní vlhkosti opakující se v daném období v průměru jedenkrát za 3-5 let. Obsah dostupné půdní vláhy v intervalu 20.-30. percentilu.	
S1 – počínající sucho	Snížená úroveň půdní vlhkosti opakující se v daném období v průměru jedenkrát za 5-10 let. Obsah dostupné půdní vláhy v intervalu 10.-20. percentilu.	
S2 – výrazné sucho	Půdní vlhkost dosahuje hodnot, které se v daném období opakují v průměru jedenkrát za 10-20 let. Obsah dostupné půdní vláhy v intervalu 5.-10. percentilu.	
S3 – velmi výrazné sucho	Půdní vlhkost dosahuje hodnot, které se v daném období opakují v průměru jedenkrát za 20-50 let. Obsah dostupné půdní vláhy v intervalu 2.-5. percentilu.	
S4 – výjimečné sucho	Půdní vlhkost dosahuje neobvykle nízkých hodnot, které se v daném období opakují v průměru jedenkrát za 50-100 let. Obsah dostupné půdní vláhy v intervalu 1.-2. percentilu.	
S5 – extrémní sucho	Extrémně nízká půdní vlhkost, která se v daném období v průměru opakuje méně než jedenkrát za 100 let a současně nasycení půdy je nižší než 50% po více než 1 měsíc.	

3.4 Jak udržet vodu v krajině

Zasakování dešťových vod

Dešťová voda ze střech bývá většinou odváděna do dešťové kanalizace nebo je vypouštěna do recipientu bez možnosti dalšího využití.

Proto dešťová voda, která nebude akumulována na pozemku pro pozdější využití, může být pro lepší retenci vody v krajině infiltrována do půdy skrze nádrž tvořenou vsakovacími bloky. Tato technika umožňuje doplňování zásob podzemní vody, a tím snižuje riziko vysychání pramenů. Další výhodou je snížení přetěžování dešťové kanalizační sítě. Samozřejmě nemá jen samá pozitiva. U těchto vsakovacích bloků je riziko ovlivnění výstavby z důvodu zvýšené hladiny podzemní vody či vyšší náklady na údržbu filtrační šachty.

Dalším využitím dešťové vody může být retenční nádrž. Voda se pak z nádrže může využít k závlaze (například parků, travnatých ploch nebo zahrad). Tímto by se výrazně podpořila retence srážkových vod ať už formou řízené infiltrace do půdy, nebo k využití jako užitková voda. Došlo by ke zlepšení vodní bilance území a doplňování zásob podzemní vody.

Aby nedocházelo k rychlému odtoku spadlých srážek, tak je na místě minimalizace nepropustných ploch. Pro výstavbu místních komunikací využívat propustné a polopropustné materiály krycích vrstev. Pro toto opatření se mohou využít například vegetační dílce nebo betonová dlažba s drenážními spárami. Určitá část těchto materiálů je propustná, a proto se voda gravitačně dostává do nižších vrstev pod zpevněný povrch. Napomáhá ke zvýšení retence vody a přispívá k nižším odtokům vody do dešťové kanalizace (Kulhavý a kol., 2015).

Zvýšení retence vody v krajině

Se zvýšením retence vody souvisí změna klimatu. Právě pro zlepšení klima ve městech je vhodné zaměnit nepropustné materiály propustnými. Vsakování vody a rozšíření městské zeleně může předcházet působení tepelného ostrova. Vsakování srážek je důležité využít v místě dopadu, kde se může díky různým technologickým opatřením vsakovat a akumulovat.

Mezi nejvhodnější povrchy pro vsakování vody se doporučuje travní povrch v podobě průlehu. Výše zmíněná městská zeleň má také své opodstatnění. Ovlivňuje hydrologické poměry jak v propustných vrstvách půdy, tak i odpar z vegetace. Mezi tuto vegetaci patří parky, lesy, aleje, trávníky apod.

Jak již bylo několikrát zmíněno, tak na infiltraci a retenci vody má vliv mnoho faktorů. Některé jsou dané půdním typem, zrnitostí apod., některé jsou ovlivněny člověkem. Aby měla půda vysokou infiltrační a retenční schopnost, je potřeba udržovat dobrou půdní strukturu a zásobu organické hmoty v půdách. Půda se proto musí zásobit organickými hnojivy a nesmí docházet k degradaci půdy, jako je utužování, které ovlivňuje infiltraci i retenci. Rychlost infiltrace je také ovlivněna agrotechnicky. Vhodné podmínky pro vsakování vody zajišťuje např. mulč na povrchu půdy (odumřelá biomasa, sláma, rostlinné zbytky, listí) – tyto všechny složky zvyšují infiltraci a snižují povrchový odtok (studie.cz).

Role řek a říčních niv při zachytávání vody

Často za viníka sucha označujeme klimatické změny, ale ve skutečnosti to je působení tří hlavních faktorů:

- Prší jinak a jindy, častá období bez dešťů, málo sněhu (klimatické příčiny).
- Krajině schází meze, remízky, vsakovací strouhy, rozšíření měst a komunikací, „narovnané“ toky umožňují rychlý odvod vody (stav krajiny).
- Půda, která by mohla pojmout vodu a dále ji uvolňovat, je odnesena erozí a má degradovanou organickou složku (stav půd).

Dle Vladimíra Úlehly je nutností prodlužovat dráhu vodní kapky. Nejlépe patrné to je právě u říční krajiny. Dříve přirozené toky meandrovaly a byly až o 40 % delší, než jsou současné toky. Součástí řek i potoků byly kameny, padlé kameny a další nepravidelnosti koryta, které zpomalovaly proud vody. Hlavní koryta byla doprovázena systémy bočních koryt, tůňemi nebo dalšími meandry. Tímto způsobem potoky vybřežovaly každým rokem a zaplavovaly část nivy nebo se vsakovaly do půdy.

Malé úpravy v krajině

V dnešní době je většina pozornosti směřována k velkým investicím, velkým úpravám a velkým stavbám jako by neexistovaly malé a levnější práce. V případě, že je hlavním cílem zachytit na každém hektaru plochy co nejvíce vody, tak stojíme před tisíci drobných úprav. Jak už bylo několikrát zmíněno, patří mezi ně organické hnojení, správná orba, smíšené lesní porosty, meze, mělké a krouťící se toky potoků, vsakovací jímky a strouhy, správné vedení lesních, polních cest a nespočet dalších opatření.

Budoucnost

Za současné sušší podmínky nemůže jeden určitý faktor, ale vlivy. Kumulativní účinek několika faktorů je natolik velký, že posouvá ekosystémové stability za určitou hranici. Poté stačí už jen poměrně malý výkyv.

V podstatě existují tři hlavní způsoby, jak v krajině zadržet vodu:

1. *péče o krajinu*
2. *péče o kvalitu a množství půdy*
3. *vhodné lesní hospodářství*

Prvním krokem pro udržení vody je zmenšení zrna krajiny a zvýšení hrubosti povrchu. Bezpochyby by krajina měla být dělena mezemi a remízky, měla by obsahovat více mokřadů a míst pro vsakování vody. Z hlediska srážek se krajina může rozdělovat na svahy, kde se voda zachytává v půdě v depresích a na terasách a na říční systémy. U říčních systémů se přikláníme k prodlužování toků a zvětšování vodní plochy. Velká pozornost musí být věnována i stavu půd. Jedná se především o doplňování organické složky a citlivého hnojení, které nevytváří dešťovou past. Co se týče lesů, tak tam je hlavním cílem zakládat prosvětlené a smíšené lesy.

Je jednoznačné, že klima se nezmění ze dne na den a určitě ne ani během několika desetiletí, proto je třeba se adaptovat na podmínky extrémnějšího klimatu s delšími suchými obdobími. Není ani vyloučeno, že jedním ze způsobů je i jiné nastavení společnosti a snižování spotřeby materiálních předmětů a toků energií (AV ČR, 2021).

3.5 Výstavba tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky

3.5.1 Základní údaje vybrané lokality

Jako příklad snahy o zvyšování retence vody bych ráda uvedla výstavbu tůní v okolí mého bydliště. Zájmové území se nachází v provincii Česká vysočina, v oblasti Českomoravská vrchovina, Hornosázavská pahorkatina. Jedná se o krajinný typ pahorkatina 200-600 m.n.m. Z geologického hlediska se zde nachází jednotvárná série moldanubika svorové ruly, pararuly, až migmatity), ortoruly, granulity a velmi pokročilé migmatity. Nacházejí se zde kyselé typické kambizemě, primární pseudogleje, luvizemě a výjimečně až hnědozemě. Průměrná roční teplota je 8,3 °C a roční úhrn srážek 641 mm. Hladina podzemní vody v okrese Havlíčkův Brod je normální až mírně snižená.

Řeka Hostačovka je dlouhá 23,77 km a tok pramení 0,5 km jihovýchodně od Jarošova ve výšce 513 m.n.m. a ústí zleva do Doubravy ve Žlebech. Plocha povodí je 98 km². Převážná část povodí říčky se nachází v Hornosázavské pahorkatině.

Zatímco řeka Doubravka je pravostranný a celkově největší přítok říčky Hostačovky. Jak už je výše zmíněno, plocha povodí Hostačovky je cca 98 km² a jejího

pravostranného přítoku Doubravky cca 22 km².

Vybrané lokality vyhloubených tůní měly dohromady velikost asi 2686 m². Retenční kapacita řek se tedy zvýšila o 0,002686 km².

Tehdejším záměrem pro zvyšování retence vody v krajině bylo využití určitých pozemků v obcích Hostovlice, Dálčice a Klášter u Vilémova. Tato místa byla vybrána k revitalizačním účelům, a především k vytvoření biotopů vázaných na vodní prostředí. Charakterem vybraných lokalit byly často nevýrazné údolní nivy či terénní deprese, kdy je jejich hospodářské využití velmi omezeno.

Navrhované revitalizační opatření spočívalo ve vyhloubení nevypustitelných a neprůtočných tůní na vybraných pozemcích. Tůně byly provedeny tak, aby přechod v břehových partiích do terénu byl co nejpozvolnější a tím vzniklo rozsáhlé mělko-vodní pásmo s různými výškami vodního sloupce od 0,15 – 0,4 m.

Na jednotlivých místech byly vyhloubeny jak drobnější mělké tůně, tak i tůně plošně rozsáhlejší s hloubkou vody do 1,5 m. Na základě toho vznikala i další mokřadní společenstva stojatých vod.

Tůně byly vyhloubeny jako neprůtočné a sycené pouze průsakem spodní vody nebo mohou být plněny i vodou ze stávajícího melioračního systému. Jak už je výše zmíněno, tak výška sloupce vody se pohybuje mezi 15–40 cm a maximální hloubka tůně je asi 170 cm. Při této výšce je zajištěn i nepromrzající prostor pro vodní organismy v zimním období.

Přesné investiční náklady na vybudování těchto tůní mi nejsou známe. Ale z obecného hlediska pro vybudování jedné menší tůně může stačit i parta dobrovolníků, která s pomocí rýčů a lopat vykope za den tůňku bez potřeby jakéhokoliv financování. Avšak v situaci, kdy se buduje více tůní bude vhodnější kopat bagrem. Cena za bagr (a bagristu) se pohybuje v rozmezí od 700 Kč/ hodinu a výše (včetně dopravy). Na jednu tůň pak musíme počítat s náklady od 10 000 Kč. Existuje i levnější alternativa, a to zapůjčení malého bagru a kopání svépomocí.

Co se týče socio-ekonomického prospěchu vybudovaných tůní, lze vyčíslit benefit. Skrývka byla sejmuta z plochy 2686 m² o celkové kubatuře cca 540 m³. Dle odpovídající socio-ekonomické ceny za 1 m³ reservoáru je cca 15 EUR. K celkové ploše to je tedy 8 100 EUR v přepočtu na CZK to je 204 201 Kč.

3.5.2 Vybrané lokality

Lokalita č. 1 – obnova tůní v zámeckém parku k.ú. Vilémov

V areálu zámeckého parku byly v nivě stávající drobné vodoteče obnoveny 2 tůně o velikosti 210 m² a 20 m².

Aktuální stav tůní z února 2022 můžeme vidět na straně 75.

Lokalita č. 2 – výstavba tůní v k.ú. Vilémov

Pro tuto lokalitu byl vybrán zemědělsky nevyužívaný žlab. Nachází se mezi obcemi Vilémov a Heřmanice. Celkem mělo být vyhloubeno 7 tůní o ploše 407 m².

Aktuální stav tůní z února 2022 můžeme vidět na straně 77-79.

Lokalita č. 3 – výstavba tůní v k.ú. Vilémov

Dalším vybraným žlabem byla lokalita mezi Vilémovem a Sptyicemi. Mělo by zde být asi 6 tůní a o ploše 490 m².

Aktuální stav tůní z února 2022 můžeme vidět na straně 81.

Lokalita č. 7 – výstavba tůně v k.ú. Hostovlice

Výstavba tůně byla navržena na velikost plochy 55 m² na okraji lesního pozemku.

Aktuální stav tůní z února 2022 můžeme vidět na straně 83.

Lokalita č. 8 – výstavba tůní v k.ú. Hostovlice

Lokalita byla navržena se záměrem výstavby tří tůní o celkové ploše 114 m².

Nachází se v široké úžlabině na zemědělsky nevyužívané louce.

Aktuální stav tůní z února 2022 můžeme vidět na straně 85.

Lokalita č. 10: Výstavba tůní v k.ú. Klášter u Vilémova

V této lokalitě již dříve tři tůně vyhloubeny byly. Záměrem byla pouze úprava jejich břehů a vytvoření příznivějších podmínek pro rozvoj litorálních společenstev. Dále bylo navrženo vytvoření dalších pěti drobnějších tůní.

Aktuální stav tůní z února 2022 můžeme vidět na straně 87-90.

Tato výstavba tůní má za účel plnit enviromentální a krajinářské funkce, a proto lze tvrdit, že vlivy na okolní životní prostředí jsou jen pozitivní. Jedná se o systémy, které obnovují základní ekologicko-stabilizační funkce údolních niv.

Dle studie zakládání tůní v okolí Vilémova jsem provedla terénní průzkum. Zdokumentovala jsem vybrané lokality tůní, které byly zakládány cca před 15 lety. Jak už víme, tak jedním z účelů zakládání tůní je podpora biodiverzity, a především zadržení vody v krajině. Tůně jsou však existenčně nestabilní biotopy, které samovolnými přírodními procesy vznikají a zanikají. Zánik vzniká především kumulací materiálu na úkor vody. Běžné vodní tůně o velikosti několika desítek m² zanikají do 20 let. Jestliže nejsou tůně přirozeně nebo uměle obnovovány, nahradí je postupně suchozemský biotop. Samozřejmě tento proces může značně urychlit i období sucha, které se v posledních letech vyskytuje. Občasné či úplné vyschnutí tůně je žádoucí. Zanikající i zaniklé tůně patří na každou lokalitu a mohou být pak významné i pro jiné organismy.

Z terénního průzkumu vyplývá, že tůně jsou i po 15 letech zachované pouze na dvou lokalitách ze šesti. Jak už jsem zmínila, tak i tyto vyschlé tůně mají velký význam pro ostatní živočichy, které si v těchto lokalitách najdou své útočiště.

4 Výsledné zhodnocení a diskuze

Příčinou nedostatku vody v krajině není pouze jeden faktor. Je to komplex působení jednotlivých faktorů a také významných zásahů odvodňování krajiny v minulosti. Odvodňování v takto velkém rozsahu mělo do budoucnosti právě negativní dopad na krajinu.

Dle dlouhotrvajících analýz klimatické změny je celkový úhrn srážek v průběhu 50 let poměrně stejný. Jediný rozdíl je v tom, že v současné době převládá nevyvážený vodní režim. Voda odtéká z krajiny poměrně rychle a rozložení srážek během roku je nerovnoměrné. Velmi časté jsou přívalové deště, které krajina nestihne vsáknout z důvodu velmi utužené půdy. To je velký problém, protože půda je známá jako největší „houba“ na vodu.

Pro obnovu přirozeného vodního režimu krajiny by měl být použit komplexní přístup, který zahrnuje:

- změnu hospodaření na zemědělské a lesní půdě
- hospodaření se srážkovými vodami
- nápravu antropogenních zásahů – protierozní opatření (PEO)
protipovodňová opatření (PPO)
revitalizační a přírodě blízká opatření
podpora přirozených procesů obnovy na
VT i povodí

Jedním z nejzásadnějších problémů je neschopnost najít společné řešení mezi jednotlivci. Jednotlivé obory by tento problém měly mezi sebou řešit a hledat společné východisko. Bohužel se to neděje. Je potřeba brát přístup k samotné obnově krajiny holisticky, jak z pohledu vodařů, tak hospodářů, ekologů atd.

Jejich a naším společným cílem by měla být krajina, která bude schopná přijímat a zadržovat vodu v období nadbytku a distribuovat ji v období nedostatku. Z toho vyplývá kombinace obou opatření – odvodňování a následné zadržování vody.

Jak již bylo několikrát zmíněno neexistuje jeden faktor, který ovlivňuje vodu v krajině. Je to komplex působení jednotlivých faktorů. Mimo utužené půdy je dalším z nich klima.

Srážky jsou rozloženy do krátkého období přívalových dešťů, které jsou střídány dlouhým obdobím beze srážek. Proto je na některých místech vhodným řešením kombinovat odvodňování zaplavovaných ploch a jejich následné ukládání pro období nedostatku.

V ČR kdysi nebyla žádná legislativa, která by hlídala lidi v tom, aby krajinu nedevasovali. Nakládání s krajinou a její využívání nebylo legislativně pokryto. Poté v rámci EU vznikla Evropská úmluva o krajině, která řeší nevyjasněné majetkové vztahy a dlouhodobou vizi, která také chyběla, ale bohužel to úplně nefunguje tak, jak by mělo. Důvodem je politické rozhodování v péči o krajinu. Vzniká spor mezi ochranáři/ekology a vodohospodáři, kdo má všechny procesy platit. Stát raději zaplatí nápravu škod po povodních, protože je menší, než aby investoval do budování protipovodňových opatření.

Ochrana před povodněmi a suchem je tedy také problémem politiky. Roky plynou a období se mění, proto je naší povinností aklimatizovat se a přizpůsobit se nastávajícím změnám. Základem účinné PPO jsou přehrady a drobné prvky důmyslně rozmístěné v ploše celých povodí, které se navzájem doplňují.

Na setkání předních vědců a politiků padla ožehavá otázka, zda existuje vůbec možnost, jak před stoletými povodněmi chránit celý stát a za kolik? Vědci se toho ujali. Pan profesor Sklenička a jeho tým to spočítal. Náklady by měly být 200 miliard na výstavbu drobné vodní sítě. Mezi lety 2000–2014 stály škody po povodních více než 200 miliard.

Řešení tedy spočívá v prevenci. Zadržet srážkovou vodu na místě pro lidi, ekosystém, sycení podpovrchových vod a udržení malého vodního cyklu. Legislativa pro udržitelné hospodaření je k dispozici, ale je potřeba ji přesunout do procesu plánování a kontrolovat dodržování (sankce) a nutnost mezioborové spolupráce. Klima ani přírodu nezměníme, ale jediné, co můžeme změnit, je přístup ke krajině.

5 Závěr a přínosy práce

Účelem mé diplomové práce bylo dle dostupné literatury porovnat aktuální problematiku odvodňování krajiny vs zadržování vody v krajině. Práce byla nejprve zaměřena na odvodňování krajiny, kde byla popsána historie odvodňování v ČR i ve světě, příčiny zamokření půdy, způsoby odvodnění a jednotlivé druhy. Ve druhé části diplomové práce byla popsána retence vody v krajině. Do této kapitoly bylo zahrnuto i téma sucha a klimatické změny. Dále také historie retence vody v krajině, jednotlivé formy retence a zamyšlení, jak udržet vodu v krajině. K této části byla využita i studie výstavby tůní nedaleko mého bydliště v povodí Hostačovky a Doubravky. Zároveň byl proveden i terénní průzkum k vytvoření fotodokumentace vybraných tůní.

Jak již bylo několikrát zmíněno, tak na působení vody v krajině má vliv mnoho faktorů. Ať už to jsou klimatické změny, zemědělské obhospodařování půdy a její utužení, zrychlený odtok vody z povrchu nebo samotná politika. Neexistuje jedno vybrané řešení pro zlepšení vody v krajině. Každá krajina je odlišná, a proto neexistuje žádná strategie ani návod, jak s ní zacházet. Přírodě blízká a technická opatření by měla být propojena, aby retenční technika fungovala správně. Vodu bychom měli zadržovat v krajině drobnými vodními plochami, stejně tak ji odvádět na vhodná místa pro její další využití. Musíme více dbát na péči o krajinu, péči o kvalitu a množství půdy a dbát na vhodné lesní a zemědělské hospodářství. Je jednoznačné, že se klima nezmění během pár let, a proto je třeba se adaptovat na nastávající podmínky extrémnějšího klimatu. Problém není jen na straně přírody, ale hlavně také na straně politiky. Mimo jiné je potřeba současnou legislativu pro udržitelné hospodaření přesunout do procesu plánování a kontrolovat dodržování či nutnost mezioborové spolupráce a změnit přístup ke krajině.

V této práci byl vytvořen komplex informací o odvodňování a zadržování vody v krajině. Byla zde podrobně popsána jednotlivá odvětví z každého opatření. V celkovém zakončení práce je shrnutí problematiky vody v krajině a vybrané postupy, kterými bychom mohli situaci zlepšit.

Diplomová práce by měla sloužit především jako přehled základních informací o porovnání odvodňování a zadržování vody v krajině a ukázat na jednotlivá úskalí, která mají vliv na tuto problematiku. Mým cílem bylo shrnout odvodňování a retenci

vody a uvědomit si její důležitost v krajině, popsat všechny negativní a pozitivní dopady na krajinu a představit možnosti reálného řešení.

Tato obsáhlá práce je značným přínosem pro současné období, které se zabývá problematikou nedostatku vody.

6 Přehled literatury a použitých zdrojů

Akademie věd České republiky, 2021: Zadržování vody od pravěk do dneška, Praha: Středisko společných činností AV ČR, 24 s.

Červenka M., 2007: Výstavba tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky, Drážďany

České stavby, 2021: Proč jsou mokřady v krajině tak významné, proč je chrání a jak může přispět každý (online), [2021-11-7], dostupné z:

[https://www.ceskestavby.cz/clanky/proc-jsou-mokrady-v-krajine-tak-vyznamne-
proc-je-chranit-a-jak-muze-prispet-kazdy-27654.html](https://www.ceskestavby.cz/clanky/proc-jsou-mokrady-v-krajine-tak-vyznamne-proc-je-chranit-a-jak-muze-prispet-kazdy-27654.html)

Diakonie, 2021: Zadržování vody v krajině jako prevence povodní a sucha (online), [2022-02-15], dostupné z: [https://www.diakoniespolu.cz/clanky/adaptace-
krajiny/zadrzovani-vody-v-krajine-jako-prevence-povodni-a-sucha/](https://www.diakoniespolu.cz/clanky/adaptace-krajiny/zadrzovani-vody-v-krajine-jako-prevence-povodni-a-sucha/)

Doležal a kol., 2006: Hydrologický výzkum v malých zemědělských povodích, j.hydrol.hydromech

Ekolist, 2017: Den mokřadů: Mapa ukáže, kde české mokřady najdete (online), [2021-11-7], dostupné z: [https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/den-mokradu-
mapa-ukaze-kde-ceske-mokrady-najdete](https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/den-mokradu-mapa-ukaze-kde-ceske-mokrady-najdete)

Feick a kol., 2005: A Digital Global Map of Artificially Drained Agricultural Areas, Institute of Physical Geography Frankfurt University (online), [2022-03-09], dostupné z: https://www.uni-frankfurt.de/45217762/FHP_04_Feick_et_al_2005.pdf

Hesslerová, P., Pokorný, J. 2011: Odlesňování a klima: Klimatické změny v Mau Forest v západní Keni (online), [2022-01-16] dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-10/odlesnovani-klima.html>

Holý M. a kol., 1989: Odvodňovací stavby, SNTL – Nakladatelství technické literatury, 468 s.

Jonáš a kol., 1990: Pozemkové úpravy, 1.vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 511 s.

- Jůva K., 1962: Meliorace, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 352 s.
- Jůva K., 1984: Malé vodní toky, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 253 s.
- Jůva K., 1957: Odvodňování půdy, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 526 s.
- Kantor a Krečmer, 2003: Lesy a povodně: souhrnná studie. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR
- Karvone, Koivusalo, Jauhiainen, 1999: A hydrological model for predicting runoff from different land use areas. *Journal of Hydrology*, 253–265 s.
- Královec a kol. 2016: Hodnocení retence vody v půdě v lesním a nelesním prostředí (online), [2021-11-18], dostupné z:
<https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/02/452.pdf>
- Kulhavý a kol., 2006.: Drainage of agricultural lands in the context of cultural landscape, ERWG Letter 16
- Kulhavý a kol., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině, Praha: Česká zemědělská univerzita
- Kulhavý F, 2008: Navrhování hydromelioračních staveb, Praha: ČKAIT, 431 s.
- Kvítek, 2017: Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce: význam retence vody na zemědělském půdním fondu pro jakost vody a současně i průvodce vodním režimem krystalinika, Praha: Povodí Vltavy, státní podnik
- Kvítek, 2020: Zadržovat vodu musíme, ale musí to mít systém (online), [2021-10-18], dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/nazor-musime-mit-system-opatreni-na-zadrzovani-vody-ne-ad-hoc-vytvorena-jednotлива-opatreni>
- Life for mires, 2022: Voda ztracená (online), [2022-02-15], dostupné z:
<https://life.npsumava.cz/o-projektu/proc-voda-a-mokrady/>
- Maděra, 2014: Lesy a jejich vliv na vodní režim krajiny. Sborník Povodně a sucho: krajina jako základ řešení. Vydal Botanický ústav AVČR

Magazín zahrada, 2022: V čem spočívá význam mokřadů (online), [2022-01-15], dostupné z: <https://www.magazinzahrada.cz/v-cem-spociva-vyznam-mokradu-2/>

MeziStromy, 2021: Jak zabránit odtoku vody z krajiny (online), [2021-12-5], dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/les-a-stromy/jak-zabranit-odtoku-vody-z%20krajiny>

Naše mokřady, 2014-2021: O mokřadech (online), [2021-11-7], dostupné z: <http://nasemokrady.cz/o-mokradech/>

Naše voda, 2013: Povodně a retence vody v krajině (online), [2021-10-25], dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/povodne-retence-vody-krajine/>

Niehoff, Fritsch, Bronstert, 2002: Land-use impacts on storm-runoff generation: scenarios of land-use change and simulation of hydrological response in a meso-scale catchment in SW-Germany. *Journal of Hydrology*, 267, 80–93 s.

Paul, M. & Meyer, J., 2001: Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2001, 333-365 s.

Pravda o vodě, 2018-2022: Zadržení vody v krajině a řešení sucha (online), [2022-02-15], dostupné z: https://pravdaovode.cz/sucho-zadrzeni-vody/?gclid=EAIaIQobChMIiK-7iIHU9QIVDQOLCh3OOQR5EAMYAiAAEgJwH_D_BwE

Ritzema, 1994: Drainage principles and applications. Wageningen: ILRI

Skibniewska, 1962. Trial settlement of influence of forest for the stage of groundwaters. *Wiedomosci Sluzby Hydrologiczno-Meteorologicznej* 4, 3-18 s.

Soukup, Kulhavý, 2003.: Retence vody na odvodněných zemědělských půdách, konference Praga - Krajina a voda, Praha, MŽP

Šálek J., 1972: Závlahové a odvodňovací stavby – Základy hydromeliorací I, Praha: Nakladatelství techn.lit., 252 s.

Šindlar a kol., 2006: Studie revitalizačních opatření ve střední a pramenné části povodí Doubravky u Vilémova, Býšť: ŠINDLAR s.r.o., 41 s.

Švihla a kol., 2006.: Retence srážkové vody lesní půdou v horském povodí, Meliorace v lesním hospodářství a v krajinném inženýrství, Kostelec nad Černými lesy. ČZU, VÚMO Praha

Švihla, 1969: Studium povodňových jevů v otevřených korytech melioračních odpadů a malých zemědělsky důležitých vodních toků, disertační práce, Praha

Tlapák V., Šálek J., Legát V., 1992: Voda v zemědělské krajině, Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s ministerstvem životního prostředí ČR, 318 s.

Valentova J., 2020: Odvodňovací stavby (online), [2021-10-28], dostupné z: <https://docplayer.cz/68578478-Odvodnovaci-stavby-zkracena-verze-prednasek-pro-predmet-yhys-hydromelioracni-stavby-doc-ing-jana-valentova-csc.html>

Vopravil a kol., 2015: Povodně a sucho – krajina jako základ řešení (online), [2022-01-28], dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/povodne-a-sucho-krajina-jako-zaklad-reseni-3-voda.pdf>

Vopravil a kol., 2010: Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině, Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 75 s.

VTEI, 2022: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a jeho uplatnění ve webové mapové aplikaci pro veřejnost (online), [2022-01-6], dostupné z: <https://www.vtei.cz/2018/10/katalog-prirode-blizkych-opatreni-pro-zadrzeni-vody-v-krajine-a-jeho-uplatneni-ve-webove-mapove-aplikaci-pro-verejnost/>

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2018: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině (online), [2021-11-18], dostupné z: http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf

7 Seznam obrázků a tabulek

OBRÁZKY

Obr. 1: Místní zamokření (Šálek,1972: Závlahové a odvodňovací stavby – Základy hydromeliorací I, Praha: Nakladatelství technické literatury)

Obr. 2 a): Vznik bažiny v bezodtoké kotlině, Obr. 4 b): Místní zamokření způsobené zvrásněním nepropustných vrstev (Jůva,1957: Odvodňování půdy, Praha: Státní zemědělské nakladatelství)

Obr. 3: Výsadba porostů – snížení hladiny podzemní vody lužním lesem (Jůva,1962: Meliorace, Praha: Státní zemědělské nakladatelství)

Obr. 4: Uspořádání příkopového odvodnění a – sběrné příkopy, b – svodné příkopy, c – vedlejší odvodňovací kanály, d – hlavní odvodňovací kanál (Jůva,1984: Malé vodní toky, Praha: Státní zemědělské nakladatelství)

Obr. 5: Krytý odvodňovací příkop (Holý, 1989: Odvodňovací stavby, SNTL – Nakladatelství technické literatury)

Obr.6: Otevřený odvodňovací příkop (Valentova J., 2020: Odvodňovací stavby (online), [2021-10-28], dostupné z: <https://docplayer.cz/68578478-Odvodnovaci-stavby-zkracena-verze-prednasek-pro-predmet-yhys-hydromelioracni-stavby-doc-ing-jana-valentova-csc.html>)

Obr. 7: Způsoby založení drenáže: a – drenáž vodorovná, b – drenáž svislá, c – drenáž kombinovaná (Jůva,1962: Meliorace, Praha: Státní zemědělské nakladatelství)

Obr. 8: Pálená hlína (online), [2021-10-24], dostupné z: <https://docplayer.cz/68578478-Odvodnovaci-stavby-zkracena-verze-prednasek-pro-predmet-yhys-hydromelioracni-stavby-doc-ing-jana-valentova-csc.html>

Obr. 9: Trubky z PVC (online), [2021-10-24], dostupné z: <https://www.dvorak-karlik.cz/drenazni-trubka-perforovana-dn125-metraz>

Obr. 10: Záchytný průleh u Zlína (online), [2021-11-18], dostupné z:
http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf >

Obr. 11: Svodný travnatý příkop (online), [2021-11-18], dostupné z:
http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf >

Obr. 12: Zasakovací pásy (online), [2021-11-18], dostupné z:
http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf >

Obr. 13: Opevněná hrázky (online), [2021-11-18], dostupné z:
http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf >

Obr. 14: Meze (online), [2021-11-18], dostupné z:
http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf >

Obr. 15: Terasy se sady (online), [2021-11-18], dostupné z:
http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf >

Obr. 16: Mokřady NP Šumava (online), [2022-01-05], dostupné z:
<https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/projekt-za-150-milionu-obnovi-2000-hektaru-raselinist-na-sumave>>

Obr. 17: Přirozeně se vyvíjející vodní tok se širokou nivou (Kulhavý a kol., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině, Praha: Česká zemědělská univerzita)

Obr. 18: Mapa relativního nasycení půdního profilu pro rok 2015 (online), [2022-02-10], dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/?map=1&from=2015-07-01&to=2015-07-31¤t=2015-07-26>>

Obr. 19: Mapa relativního nasycení půdního profilu pro rok 2020 (online), [2022-02-10], dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/?map=1&from=2020-07-01&to=2020-07-31¤t=2020-07-26>>

Obr. 20: Mapa retenční vodní kapacity půd ČR 2018 (online), [2022-02-08], dostupné z: <https://www.vumop.cz/nove-mapy-hydrologickych-funkci-pud>>

Obr. 21: Mapa využitelné vodní kapacity zemědělských půd ČR 2018 (online), [2022-02-08], dostupné z: <https://www.vumop.cz/nove-mapy-hydrologickych-funkci-pud>

Obr. 22: Mapa intenzity sucha v roce 2015 (online), [2022-02-08], dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/?from=2015-07-01&to=2015-07-31¤t=2015-07-26>

Obr. 23: Mapa intenzity sucha v roce 2020 (online), [2022-02-08], dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/?from=2020-07-01&to=2020-07-31¤t=2020-07-26>

Obr. 24: Tůň v k.ú. Vilémov – lokalita č. 1 (vlastní fotografie)

Obr. 25: Vyschlé tůně v k.ú. Vilémov – lokalita č. 2 (vlastní fotografie)

Obr. 26: Vyschlé tůně v k.ú. Vilémov – lokalita č. 2 (vlastní fotografie)

Obr. 27: Pozůstatek tůní v k.ú. Vilémov – lokalita č. 2 (vlastní fotografie)

Obr. 28: Vyschlé tůně v k.ú. Vilémov – lokalita č. 3 (vlastní fotografie)

Obr. 29: Vyschlé tůně v k.ú. Hostovlice – lokalita č. 7 (vlastní fotografie)

Obr. 30: Pozůstatek tůní v k.ú. Hostovlice – lokalita č. 8 (vlastní fotografie)

Obr. 31: Tůně v k.ú. Klášter u Vilémova – lokalita č. 10 (vlastní fotografie)

TABULKY

Tabulka č. 1: Odvodněné plochy států v EU (online), [2022-03-09], dostupné z: https://www.uni-frankfurt.de/45217762/FHP_04_Feick_et_al_2005.pdf

Tabulka č.2: Odvodněné plochy vybraných států světa (online), [2022-03-09], dostupné z: https://www.uni-frankfurt.de/45217762/FHP_04_Feick_et_al_2005.pdf

Tabulka č. 3: Základní odvodňovací způsoby (Jůva,1957: Odvodňování půdy, Praha: Státní zemědělské nakladatelství)

Tabulka č. 4: Klimatické oblasti dle množství ročních srážek (Jůva,1957: Odvodňování půdy, Praha: Státní zemědělské nakladatelství)

Tabulka č. 5: Rozchod sběrných drénu v trubkové drenáži (Jůva, 1989)

Tabulka č. 6: Rozchod sběrných krtčích drénů (Holý, 1989)

Tabulka č. 7 – Vymezení druhů a typů opatření v katalogu (online), [2021-11-18], dostupné z: <https://www.vtei.cz/2018/10/katalog-prirode-blizkych-opatreni-pro-zadrzeni-vody-v-krajine-a-jeho-uplatneni-ve-webove-mapove-aplikaci-pro-verejnost/>

Tabulka č. 8: Legenda škály intenzity sucha (online), [2022-02-08], dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/?from=2021-06-01&to=2021-06-30¤t=2021-06-27>

8 Přílohy

Příloha 1: Přehled lokalit výstavby tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky

Příloha 2: Lokalita č. 1 k.ú. Vilémov (Červenka, 2007)

Příloha 3: Lokalita č. 2 k.ú. Vilémov (Červenka, 2007)

Příloha 4: Lokalita č. 3 k.ú. Vilémov (Červenka, 2007)

Příloha 5: Lokalita č. 7 k.ú. Hostovlice (Červenka, 2007)

Příloha 6: Lokalita č. 8 k.ú. Hostovlice (Červenka, 2007)

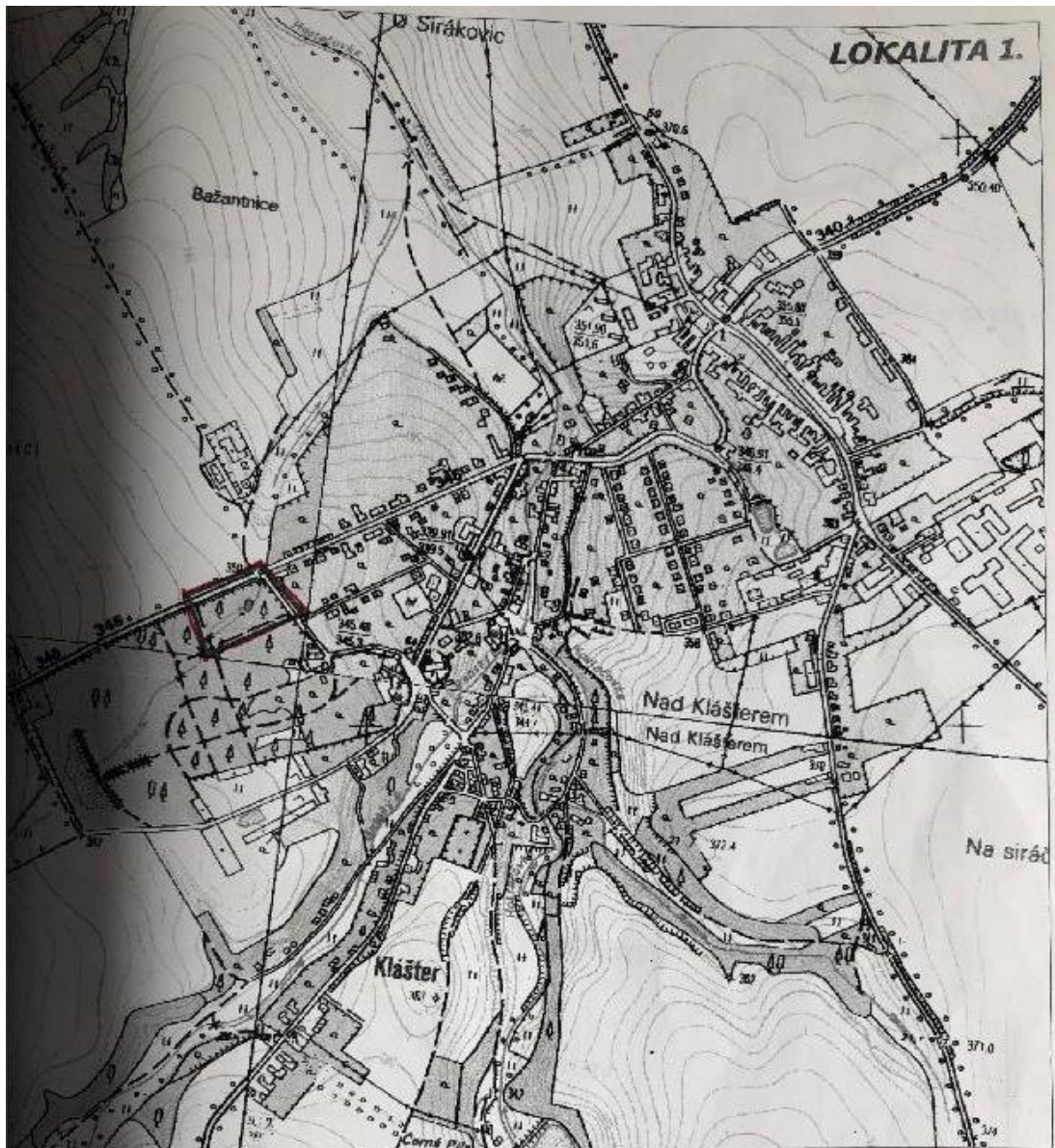
Příloha 7: Lokalita č. 10 k.ú. Klášter u Vilémova (Červenka, 2007)



ZAJÍMOVÉ ÚZEMÍ

VYPRACOVAL:	KONTROLOVAL:	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
ING. M. ČERVENKA				
KRAJ:	OKRES:	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ:		
VYSOČINA	HAVLICKŮV BROD	DÁLČICE		
INVESTOR:	OBČANSKÉ SDRUŽENÍ HOSTAČOVKA NAD VILÉMOVEM KLÁŠTĚR 119, VILÉMOV 582 83		DATAUM:	03/2007
AKCE:	VÝSTAVBA TŮNÍ V POVODÍ ŘÍČEK DOUBRAVKY A HOSTAČOVKY		ČÍS. ZAKAZKY:	
PRÍLOHA:	PŘEHLEDNÁ SITUACE		MĚŘÍTKO:	1:50 000
			STUPEŇ PR:	úřadní
			PRÍLOHA Č.:	PARÉ
				D.1.

Příloha 1: Přehled lokalit výstavby tůní v povodí říček Doubravky a Hostačovky



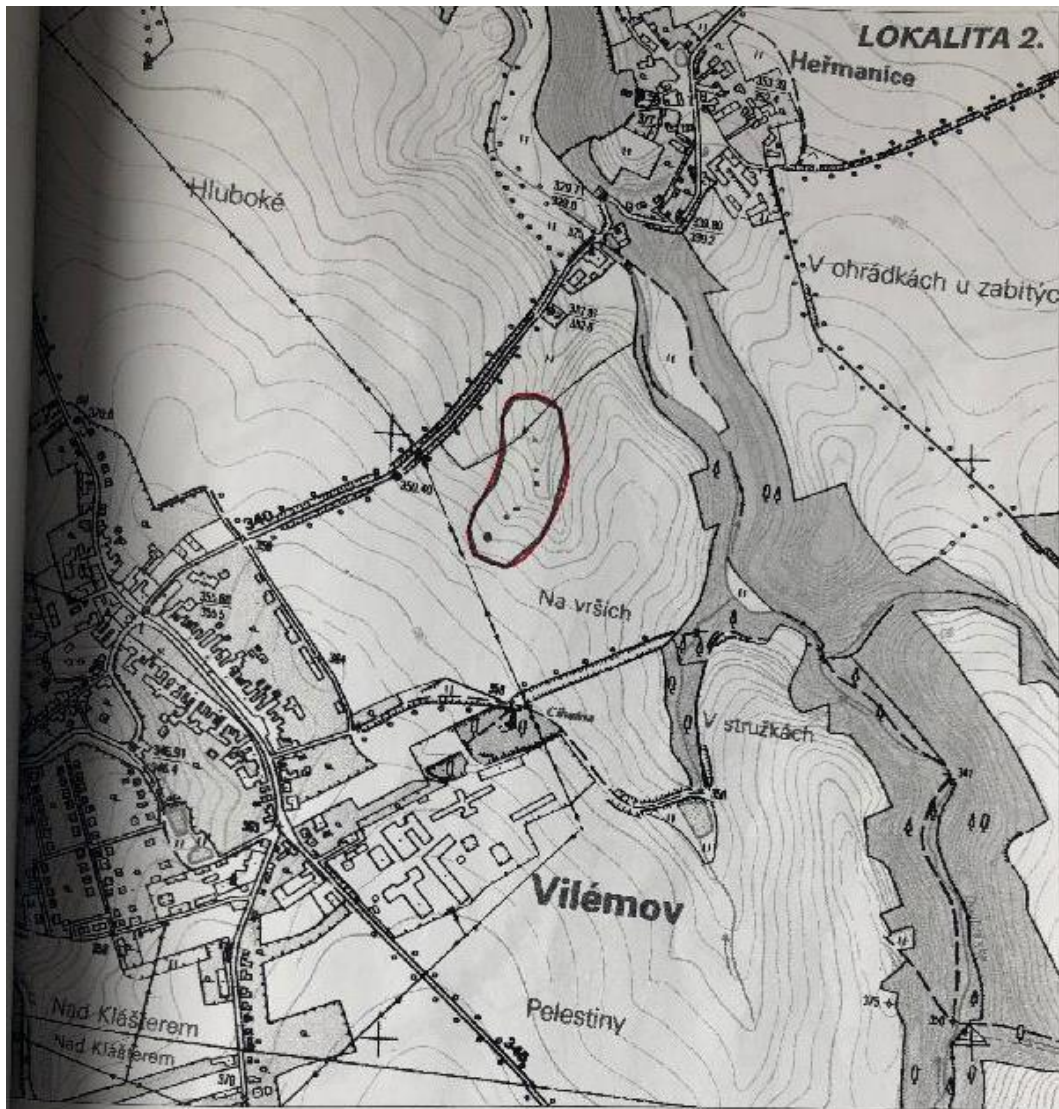
ZÁMOVÉ ÚZEMÍ

VYPRACOVAL:	KONTROLOVAL:	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
ING. M. ČERVENKA				
KRAJ:	OKRES:	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ:		
VYSOČINA	HAVLČKOV BŘOD	KLÁŠTER U VILÉMOVA		
INVESTOR:	OBČANSKÉ SDRUŽENÍ HOSTAČOVKA NAD VILÉMOVEM KLÁŠTĚR 119, VILÉMOV 582 83		DATUM:	05/2007
AKCE:	VÝSTAVBA TŮNÍ V POVODÍ ŘÍČEK DOUBRAVKY A HOSTAČOVKY		ČÍS. ZAKÁZKY:	
PŘÍLOHA:	PŘEHLEDNÁ SITUACE LOKALITA 1.: OBNOVA TŮNĚ V ZÁMECKÉM PARKU		MĚŘITKO:	1:10 000
			STUPEŇ PD:	DŮRAZ
			PŘÍLOHA Č.:	PARE:
			D.2.1	

Příloha 2: Lokalita č. 1 k.ú. Vilémov



Obr. 24: Tůň v k.ú. Vilémov – lokalita č. 1 (vlastní fotografie)



ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

VYPRACOVAL:	KONTROLOVAL:	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
ING. M. ČERVENKA				
KRAJ:	OKRES:	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ:		
VYSOČINA	HAVLÍČKŮV BROD	VILÉMOV		
INVESTOR:	OBČANSKÉ SDRUŽENÍ HOSTAČOVKA NAD VILÉMOVEM KLÁŠTĚR 119, VILÉMOV 582 83		DATA:	09/2007
AKCE:	VÝSTAVBA TŮNÍ V POVODÍ ŘÍČEK DOUBRAVKY A HOSTAČOVKY		ČÍS. ZAKÁZKY:	
			MĚŘITK:	1:10 000
			STUPĚŇ PD:	DŮRNZ
PŘÍLOHA:	PŘEHLEDNÁ SITUACE LOKALITA 2.: VÝSTAVBA TŮNÍ V K.Ú. VILÉMOV		PŘÍLOHA Č.:	PARÉ:
			D.2.2	

Příloha 3: Lokalita č. 2 k.ú. Vilémov



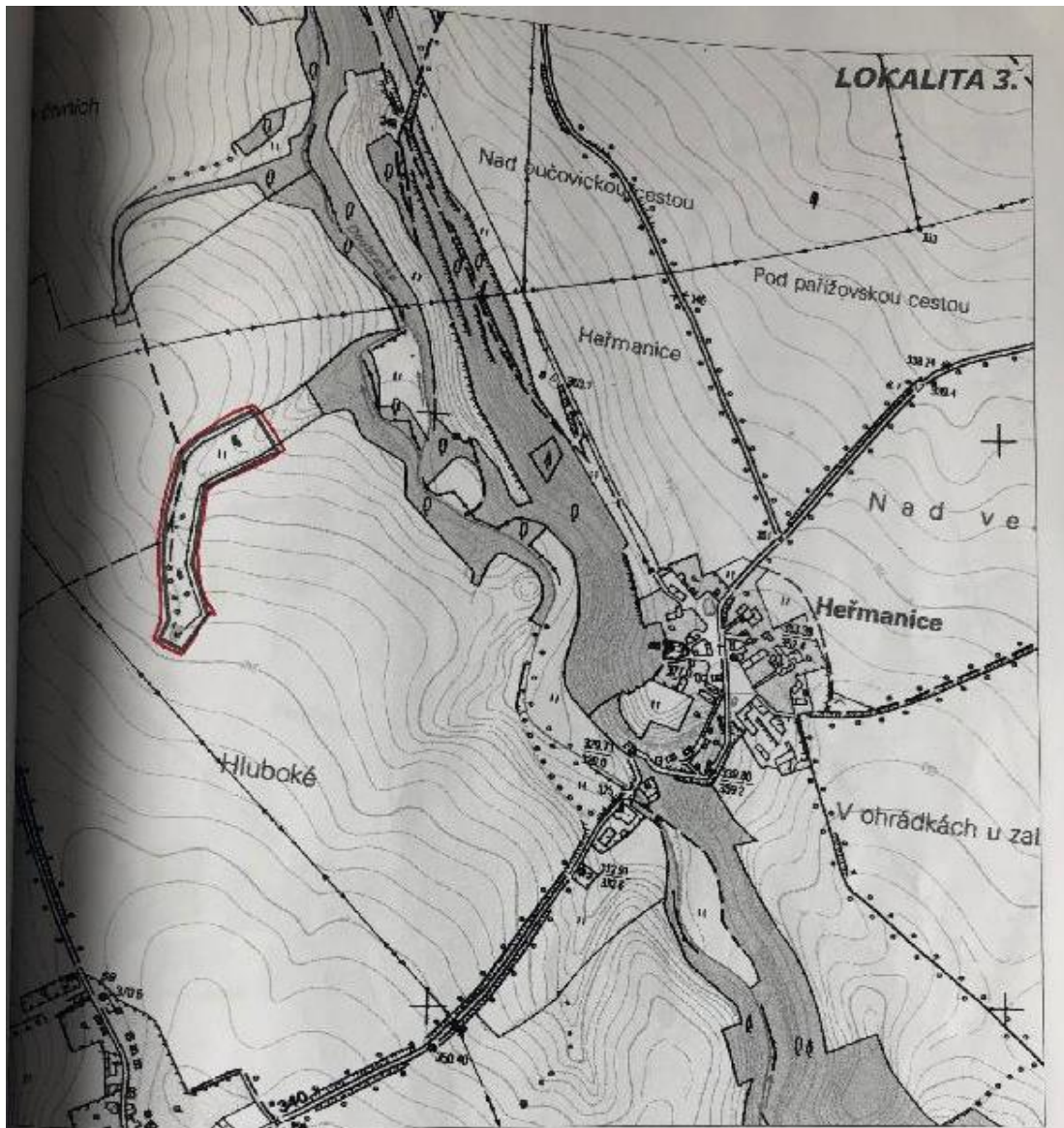
Obr. 25: Vyschlé tůně v k.ú. Vilémov – lokalita č. 2 (vlastní fotografie)



Obr. 26: Vyschlé tůň v k.ú. Vilémov – lokalita č. 2 (vlastní fotografie)



Obr. 27: Pozůstatek tůní v k.ú. Vilémov – lokalita č. 2 (vlastní fotografie)



ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

VYPRACOVAL:	KONTROLOVAL:	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:		
ING. M. ČERVENKA				
KRAJ:	OKRES:	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ:		
VYSOČINA	HAVLÍČKŮV BROD	VILÉMOV		
INVESTOR:	OBČANSKÉ SDRUŽENÍ HOSTAČOVKA NAD VILÉMOVEM KLÁŠTĚR 119, VILÉMOV 582 83		DATEM:	03/2007
AKCE:	VÝSTAVBA TŮNÍ V POVODÍ ŘÍČEK DOUBRAVKY A HOSTAČOVKY		ČÍS. ZAKÁZKY:	
PŘÍLOHA:	PŘEHLEDNÁ SITUACE LOKALITA 3.: VÝSTAVBA TŮNÍ V K.Ú. VILÉMOV		MĚŘÍTKO:	1:10 000
			STUPEŇ PD:	DURIZ
			PŘÍLOHA Č.:	PARE:
			D.2.3	

Příloha 4: Lokalita č. 3 k.ú. Vilémov



Obr. 28: Vyschlé tůně v k.ú. Vilémov – lokalita č. 3 (vlastní fotografie)



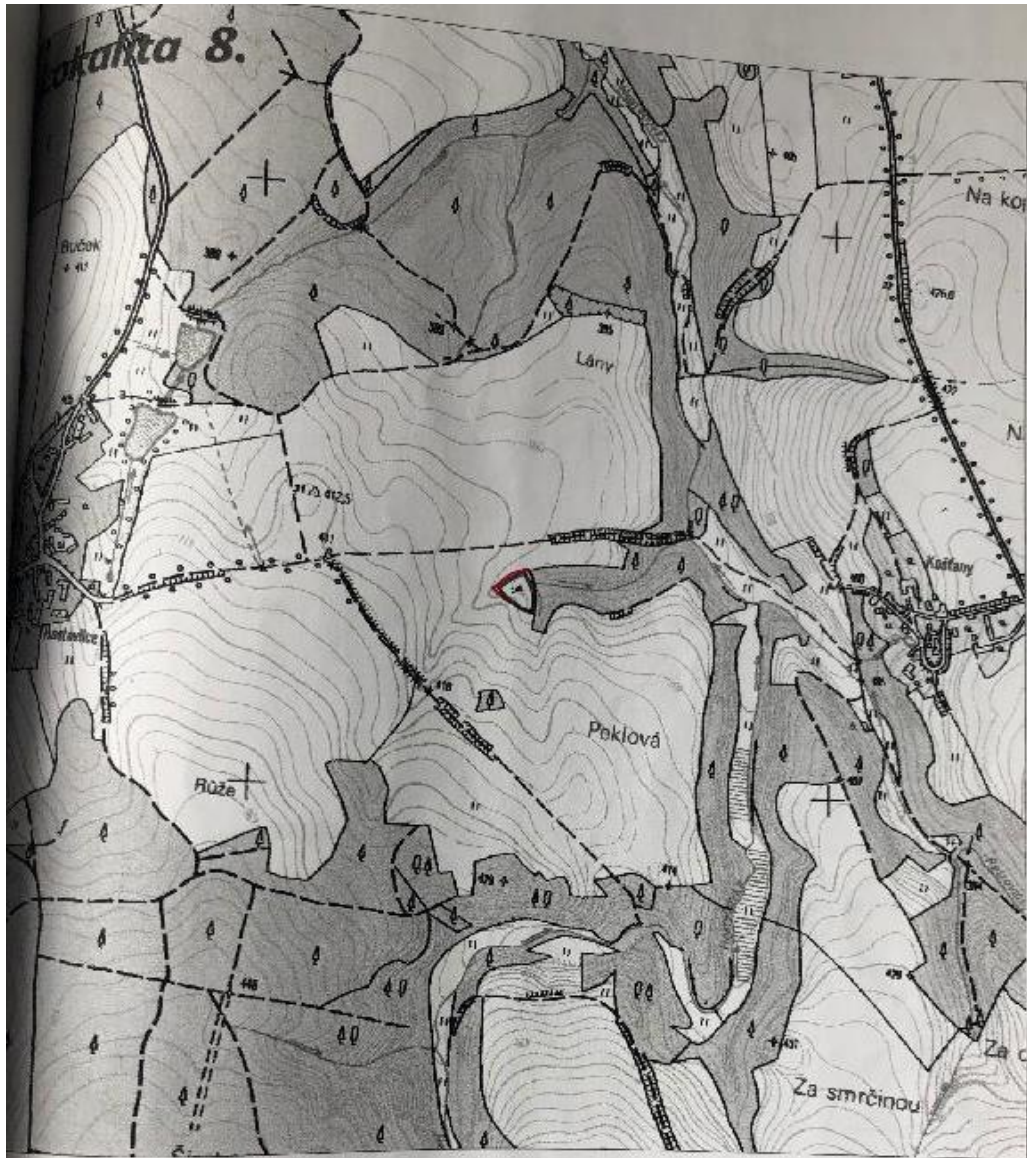
ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT		
ING. M. ČERVENKA				
KRAJ:	OKRES:	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ:		
VYSOČINA	HAVLČKŮV BROD	HOSTOLOVICE		
INVESTOR:	OBČANSKÉ SDRUŽENÍ HOSTAČOVKA NAD VILÉMOVEM KLÁŠTĚR 119, VILÉMOV 582 83		DATAK:	03/2007
AKCE:	VÝSTAVBA TŮNÍ V POVODÍ ŘÍČEK DOUBRAVKY A HOSTAČOVKY		Čís. ZAKÁZKY:	
PŘÍLOHA:	PŘEHLEDNÁ SITUACE LOKALITA 7.: VÝSTAVBA TŮNĚ V K.Ú. HOSTOLOVICE		MĚŘÍTKO:	1:10 000
			STUPĚŇ PD:	DŮR/2
			PŘÍLOHA C:	PARE:
			D.2.7	

Příloha 5: Lokalita č. 7 k.ú. Hostovlice



Obr. 29: Vyschlé tůně v k.ú. Hostovlice – lokalita č. 7 (vlastní fotografie)



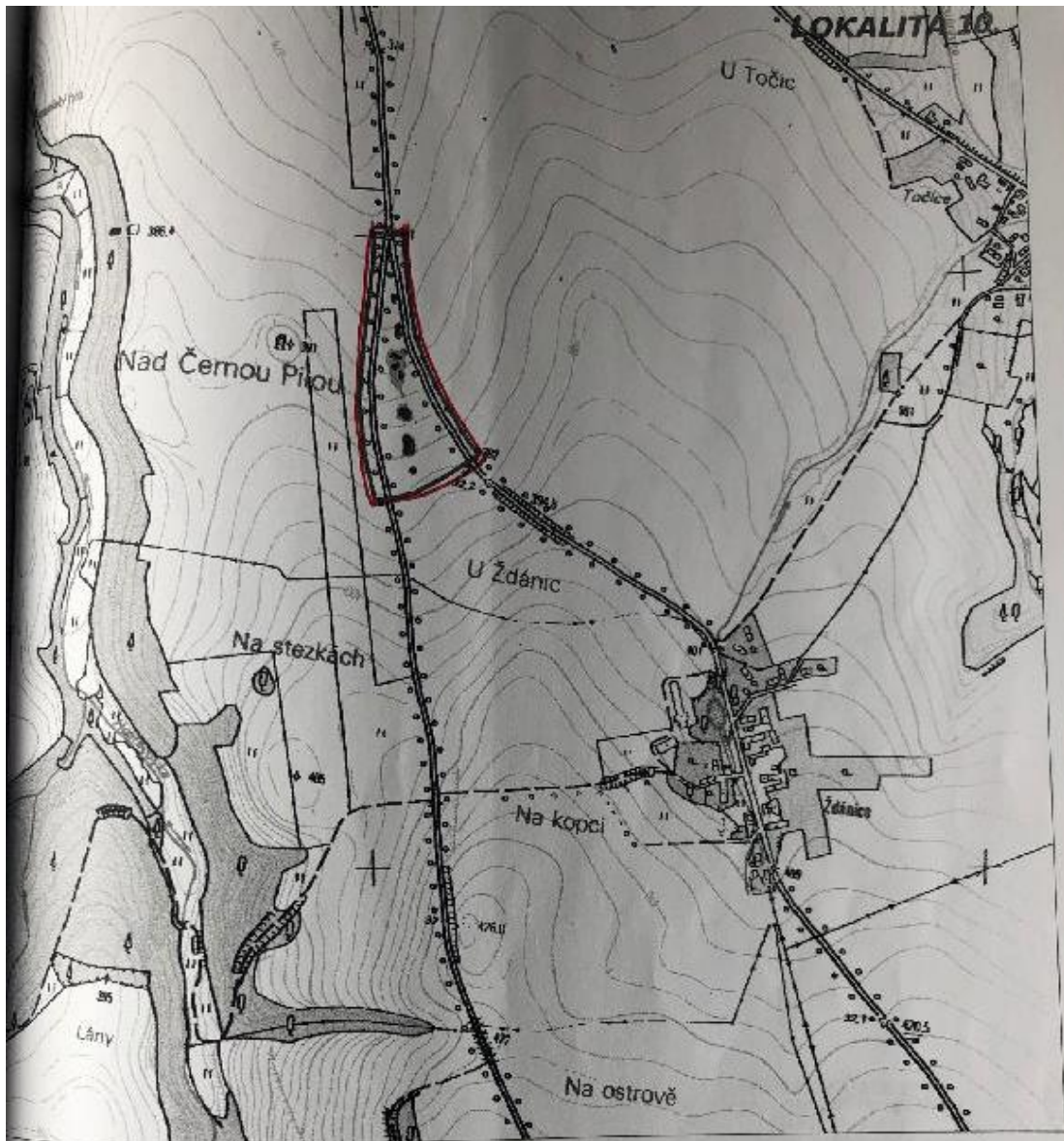
ZAJIMOVÉ ÚZEMÍ

VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT		
ING. M. ČERVENKA	OKRES	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ		
KRAJ	HAVLČIKŮV BROD	HOSTOVLICE		
VYSOČINA			DATAUM:	03/2007
INVESTOR	OBČANSKÉ SDRUŽENÍ HOSTAČOVKA NAD VILÉMOVEM KLÁŠTER 119, VILÉMOV 582 83		ČÍS. ZAKÁZKY:	
AKCE:	VÝSTAVBA TŮNÍ V POVODÍ ŘÍČEK DOUBRAVKY A HOSTAČOVKY		MĚŘITKO:	1 : 10 000
PŘÍLOHA	PŘEHLEDNÁ SITUACE LOKALITA 8.: VÝSTAVBA TŮNÍ V K.Ú. HOSTOVLICE		STUPĚN PD:	DURAZ
			PŘÍLOHA Č.:	PARÉ:
			D.2.8	

Příloha 6: Lokalita č. 8 k.ú. Hostovlice



Obr. 30: Pozůstatek tůň v k.ú. Hostovlice – lokalita č. 8 (vlastní fotografie)



ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT		
ING. M. ČERVENKA				
KRAJ	OKRES	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ		
VYSOČINA	HAVLÍČKŮV BROD	VILÉMOV		
INVESTOR:	OBČANSKÉ SDRUŽENÍ HOSTAČOVKA NAD VILÉMOVEM KLÁŠTĚR 119, VILÉMOV 582 83		DATAUM:	03/2007
AKCE:	VÝSTAVBA TŮNÍ V POVODÍ ŘÍČEK DOUBRAVKY A HOSTAČOVKY		ČÍS. ZAKÁZKY:	
PŘÍLOHA:	PŘEHLEDNÁ SITUACE		MĚŘITKO:	1:10 000
LOKALITA 10.: VÝSTAVBA TŮNÍ A MOKŘADU V K.Ú. VILÉMOV			STUPEŇ PD:	DŮRAZ
			PŘÍLOHA Č.:	PARÉ
			D.2.10	

Příloha 7: Lokalita č. 10 k.ú. Klášter u Vilémova









Obr. 31: Tůně v k.ú. Klášter u Vilémova – lokalita č. 10 (vlastní fotografie)