

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



Bakalářská práce

Vliv aplikace organických a minerálních látek na půdní vlastnosti

Tereza Dlouhá

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Tereza Dlouhá
Studijní program: Krajinářství
Obor: Územní technická a správní služba
Vedoucí práce: Ing. Martin Kovář
Garantující pracoviště: Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Vliv aplikace organických a minerálních látek na půdní vlastnosti**

Název anglicky: **The impact of application organic and mineral substance on soil properties**

Cíle práce: Hlavním cílem práce je sepsání podrobného přehledu organických a minerálních látek používaných pro zlepšení hydrofyzikálních vlastností půdy, popis vybraných půdních vlastností a popis změny klimatu společně s hydrologickými extrémami.

Metodika: Na základě podrobné literární rešerše budou popsány hydrologické extrémity, vybrané půdní vlastnosti a vliv organických a minerálních hnojiv na vybrané půdní vlastnosti vedoucí ke snížení negativních dopadů sucha, povodní či eroze.

Doporučený rozsah práce: 35 - 45 stran

Klíčová slova: sucho, povodně, eroze, biochar, hnojiva

Doporučené zdroje informací:

1. BIČÍK I., 2009: Půda v České republice, Consult, Praha, 255 s., ISBN 80-903482-4-6.
2. CAMPS M., TOMLINSON T., 2015: The Use of Biochar in Composting, International Biochar, Initiative, 1-5 s.
3. LOGSDON G., 1994: Worldwide Progress in Vermikomposting. Biocycle, October, 63.
4. ŠIMEK, M. *Živá půda*. Praha: Academia, 2019. ISBN 978-80-200-2976-8.
5. WILHITE D.A., PULWARTY R.S., 2005: Drought and Water Crises; Science, Technology and Management Issues CRC Press, Boca Raton FL, 390s.

Předběžný termín
obhajoby: 2020/21 LS - FŽP

Elektronicky schváleno: 17. 3.
2021
prof. Ing. Martin Hanel,
Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 18. 3.
2021
prof. RNDr. Vladimír
Bejček, CSc.
Děkan

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vliv aplikace organických a minerálních látek na půdní vlastnosti vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

Jsem si vědoma, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

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

V Praze dne

.....

Podpis autora

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Martinu Kovářovi za vedení při této práci, jeho připomínky a udělené rady. Také bych chtěla zvlášť poděkovat rodičům za jejich podporu a vůbec možnost studovat.

Vliv aplikace organických a minerálních látek na půdní vlastnosti

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá celkovým pojetím a shrnutím současných problémů týkajících se životního prostředí, kdy na něj působí určité vlivy jako například hydrologické extrémny či změny klimatu nebo i eroze. Také je zde popsána půda jako celek, její základní a nejdůležitější charakteristika, jak je s ní v dnešní době zacházeno a jak se následně toto chování zpětně odráží v určitých důsledcích. Čtenář se také dozví, která hnojiva a jaké druhy se nyní v sektoru zemědělství nejčastěji aplikují a jestli ovlivňují pozitivně či negativně právě půdní profil. Pro zlepšování půdy se neustále zkoumají a vyvíjejí nové různé prvky (pomocné půdní látky), které by do budoucích let mohly výrazně zlepšit půdu a její prosperitu a mohly by se tak stát nezbytnými potřebnými pomocníky. Proto jsou v práci definovány ty nejzajímavější z nich.

Klíčová slova:

biochar, eroze, hnojiva, klima, povodně, půda, sucho, zemědělství

The impact of application organic and mineral substance on soil properties

Summary:

The bachelor thesis deals with the overall concept and summary of current problems related to the environment, when it is affected by certain influences such as hydrological extremes or climate change or even erosion. It also describes the soil as a whole, its basic and most important characteristics, how it is treated today and how this behavior is subsequently reflected in certain consequences. The reader will also learn which fertilizers and which species are now most often applied in the agricultural sector and whether they positively or negatively affect the soil profile. To improve the soil various new elements (soil improvers) are constantly being researched and developed, which could significantly improve the soil and its prosperity in the coming years and could thus become essential helpers. Therefore, the most interesting of them are defined in the work.

Key words:

agriculture, biochar, climate, drought, erosion, fertilizers, flood, soil

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	3
3	Hydrologické extrémny.....	4
3.1	Změna klimatu.....	4
3.1.1	Skleníkové plyny.....	5
3.1.2	Klima v České republice	7
3.2	Sucho	9
3.2.1	Hydrologické sucho	10
3.2.2	Meteorologické sucho	10
3.2.3	Sucho socioekonomické.....	10
3.2.4	Zemědělské sucho	11
3.3	Povodně.....	12
3.3.1	První povodňový stupeň.....	13
3.3.2	Druhý povodňový stupeň.....	13
3.3.3	Třetí povodňový stupeň.....	14
3.3.4	Preventivní opatření	14
3.4	Eroze.....	15
3.4.1	Vodní eroze	15
3.4.2	Větrná eroze	15
3.4.3	Ledovcová eroze	16
4	Půda.....	17
4.1	Vznik půdy	18
4.2	Půdní typy.....	19
4.2.1	Kambizem	19
4.2.2	Černozemě.....	20
4.2.3	Lehké půdy.....	20
4.2.4	Střední půdy	20
4.2.5	Půdy těžké	21
4.3	Utuzování půd	21
4.4	Acidifikace	22
4.5	Složení půdy	22
4.5.1	Pevná fáze	23
4.5.2	Kapalná fáze.....	23
4.5.3	Plynná fáze	23
4.6	Vlastnosti půdy.....	24
4.6.1	Fyzikální vlastnosti	24

4.6.2	Chemické vlastnosti půdy	24
4.6.3	Biologické vlastnosti	24
4.7	Půdní zrnitost (textura)	24
4.8	Barva půdy	25
4.9	Voda v půdě	26
4.10	Vzduch v půdě	26
4.11	Humus	27
4.11.1	Půda s absencí humusu, co neváže hnojiva	28
4.11.2	Půda s absencí humusu ztrácí schopnost retence vody v půdě	29
4.11.3	Půda s absencí humusu jako zesilovač vodní eroze	30
4.11.4	Půda jako prostředek k masové produkci	30
5	Látky vylepšující stav půdy	30
5.1	Přírodní pomocné půdní látky	31
5.2	Syntetické pomocné půdní látky	31
5.3	Pevné pomocné půdní látky	31
5.4	Kapalné pomocné půdní látky	32
5.5	Zeolit	32
5.6	Lignit	33
5.7	Biouhel	33
5.8	Neosol	34
6	Organická hnojiva	34
6.1	Hnojůvka	36
6.2	Močůvka	36
6.3	Kejda	37
6.4	Kompost	37
6.5	Vermikompost	37
7	Průmyslová hnojiva	38
8	Minerální hnojiva	39
9	Diskuze	40
10	Závěr	42
11	Seznam použité literatury	44
12	Seznam použitých obrázků	51
13	Seznam použitých tabulek	52
14	Seznam použitých grafů	53

1 Úvod

Půda je nepostradatelným bohatstvím každého státu. Můžeme ji definovat jako stále vyvíjející se dynamický systém, který vzniká za procesu zvětrávání kůry na zemském povrchu a také z pozůstalých organických částic (odumřelé zbytky rostlin a živočichů) za působení určitých půdotvorných činitelů. Je zásadním faktorem, který stanovuje, jak budou vystupovat a fungovat ekosystémy. Změny v půdním profilu mohou zapříčinit postupnou degradaci a následně tak zapříčinit složitou obrodu přirozených společenstev.

Mezi hlavní funkce půdy se řadí zejména úloha obživy lidstva a pěstování dalších užitých plodin a kulturních rostlin. Také slouží jako regulátor koloběhu látek, zásobárna vody, zdroj jiných prvků (zejména uhlíku, dusíku, fosforu a síry), je domovem a útočištěm pro půdní organismy a v neposlední řadě funguje jako základní článek potravního řetězce.

Půdní profil můžeme rozdělit na půdní horizonty – jedná se o mateční horninu (skalní horniny), půdotvorný substrát (zvětralá, někdy i chemicky pozměněná mateční hornina, minerální horizont (obohacený horizont, tzv. zóna iluviace) a nadložní organický horizont (nacházející se na vrchu půdního těla, svojí mocností nepřevyšující 15 cm, v některých typech půdy se může ale tento horizont postrádat a vyznačují se také vysokým obsahem organických látek.) Podle půdních horizontů rozlišujeme také půdní typy, a to díky uspořádání jednotlivých vrstev. Podzolové půdy se vyskytují především v pahorkatinách a vrchovinách, tedy v oblastech, kde je chladnější a vlhčí podnebí a jsou typické nízkou úrodností. Hnědozemě se nachází v nižších pahorkatinách, humusový horizont nepřevyšuje svou mocností 30 cm a stále se nepovažují za tolik úrodné, aby se nemusely přihnojovat. Vznikají za procesu nazývaný ilimerizace. Černozemě najdeme v teplých a suchých oblastech, tedy hlavně v nížinách (například Moravské úvaly, Pokání,..), patří mezi nejúrodnější půdy a zvládnou i náročnější plodiny. Humusový horizont je mocný, pohybuje se až okolo 80 centimetrů. Nivní půdy se vyskytují především na loukách a vyznačují se vyšší vlhkostí. Zamokřené půdy nebo také pseudogleje a gleje jsou půdy, které jsou typické svou špatnou propustností. Redziny se nachází na krasových zónách, vápencích, nejsou bohaté na humus, ale je charakteristický svým vysokým obsahem skeletu.

Nejrozšířenějším půdním typem v České republice je kambizem, patřící mezi kambisol. Zabírá přibližně 45 % zemědělských ploch. Dříve se tento typ půdního profilu označoval jako hnědá (lesní půda).

Často zaměňovanými pojmy jsou půdní typy a půdní druhy. Půdní druhy se řeší dle zrnitosti nebo dle textury. Půdy těžké – jílovité jsou málo propustné vzduchem i vodou a jsou náročné na obdělávání. Půdy středně těžké – hlinité mají stejný obsah písku i jílu a jsou výhodně pro pěstování. Půdy lehké – písčité mají velké póry, dobře propouští vodu, ale neobsahují velké procento humusu.

Pro lepší úrodnost půdy se používají různá přídatná hnojiva. Nejstarším a nejpřirozenějším prostředkem pro zkvalitňování půdy je kompostování. Ten slouží zároveň jako odstraňování odpadu ze zahrady, který přibývá po celý rok. Jedná se například o zbytky rostlin, listů, čerstvě posekanou trávu, plevele aj... Může se ale kompostovat i kuchyňský i zahradní odpad. Vznikající humus je jedním z rozhodujících faktorů úrodnosti. Rozkladu v půdním profilu napomáhají zejména různé bakterie, řasy, houby, stonožky, hmyz a larvy. Největším pomocníkem jsou ale žížaly, které dokážou svoji potravu, kterou jsou právě organické pozůstatky se zeminou, proměnit na jílovohumusovou hmotu. Humus v půdě také napomáhá půdní struktuře, vylepšuje vodní, vzdušné a tepelné vlastnosti půdy. Slouží především jako potrava pro půdní organismy, zejména mikroorganismy. Živiny, které se nacházejí v odumřelých částech rostlin jsou půdními organismy takto předávány zpět rostlinám a cyklus se tak do nekonečna opakuje. Mezi další organická (statková) hnojiva patří například také zelené hnojení nebo močůvka. Tyto „přípravky“ jsou přírodní a nezanechávají za sebou žádné velké škodlivé následky jako narozdíl od hnojiv průmyslových. Pro člověka jde o jednoduchou, levnou a nenáročnou aplikaci, kdy je požadovaný výsledek rychlejší a efektivnější, ale na druhou stranu může způsobovat mnoha škod. Neživotná část průmyslových hnojiv může způsobit kontaminaci podzemních vod, hubí potřebné půdní organismy a částečně v malém množství se dostává i do samotných plodin, tedy do potravy člověka. V dnešní době se ale nejedná o jedinou chybu, která je páchána v sektoru zemědělství. Dříve se místo těžkých strojů používala na práci s půdou a její obdělávání hospodářská zvířata a půdní profil nebyl tak narušený jako je dnes díky několika tunovým strojům, které způsobují svojí vahou udusání půdy a následně je tak zabráněno infiltraci vody do půdy a zvyšuje se výskyt eroze. Vsať vody do půdy je minimální a voda stéká po povrchu pryč z pole, kde páchá různé škody.

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo popsat základní problémy týkající se půdy a dnešního intenzivního hospodaření jako jsou eroze, povodně, sucho, změna klimatu atd.

Dále bylo účelem charakterizovat minerální hnojiva používané v České republice, a kromě jejich charakteristiky, výhod, nevýhod a účinků také jejich vliv například na retenci a infiltraci vody a jiné vlastnosti půdy.

3 Hydrologické extrémy

Z pohledu hydrologie se dá mluvit zejména o dvou hlavních extrémech, kterými jsou sucha a povodně. Tyto extrémy jsou ale přirozenými procesy přírody. Označují se i za cykly, které následně napomáhají obrodě a vzniku novým evolučním vývinům, primárně vývoji krajiny, a především pak biosféře.

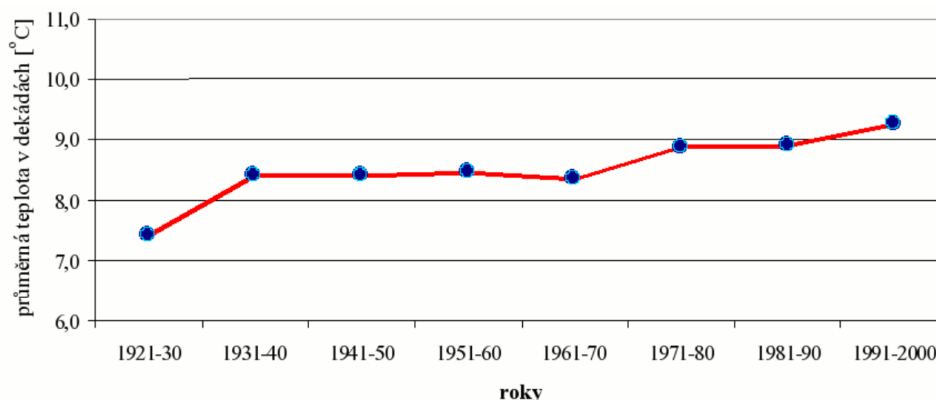
Některé extrémnější výkyvy si lze ale vyložit jako hrozbu právě pro biosféru, a to primárně pro člověka, který je málo přizpůsobivý.

Předcházet těmto extrémům nelze. Jde ale zabránit větším dopadům časnou přípravou pomocí technických postupů nebo správným využitím krajiny nebo oběma variantami naráz (Petřík a kol. 2002). Mezi tyto jevy lze zařadit i změnu klimatu v důsledku globálního oteplování, které působí jak na člověka, tak zejména i na životní prostředí a do budoucna může být velkou hrozbou pro celé lidstvo.

3.1 Změna klimatu

Klima lze definovat jako průměrný dlouhodobý stav atmosféry v daném geografickém území. Historie klimatu nikdy nebyla zcela v rovině, vždy se děly výkyvy, a to i bez přičinění člověka. Od sedmdesátých let se ale poměrně výrazně začalo oteplovat v důsledku stoupajícího skleníkového efektu, kdy za se začalo poprvé mluvit o globálním oteplování (Behringer a Cinke, 2010).

Průměrná teplota na Zemi se postupně stále zvyšuje a roste každým rokem výše a výše jak je vidět na následujícím grafu číslo 1.

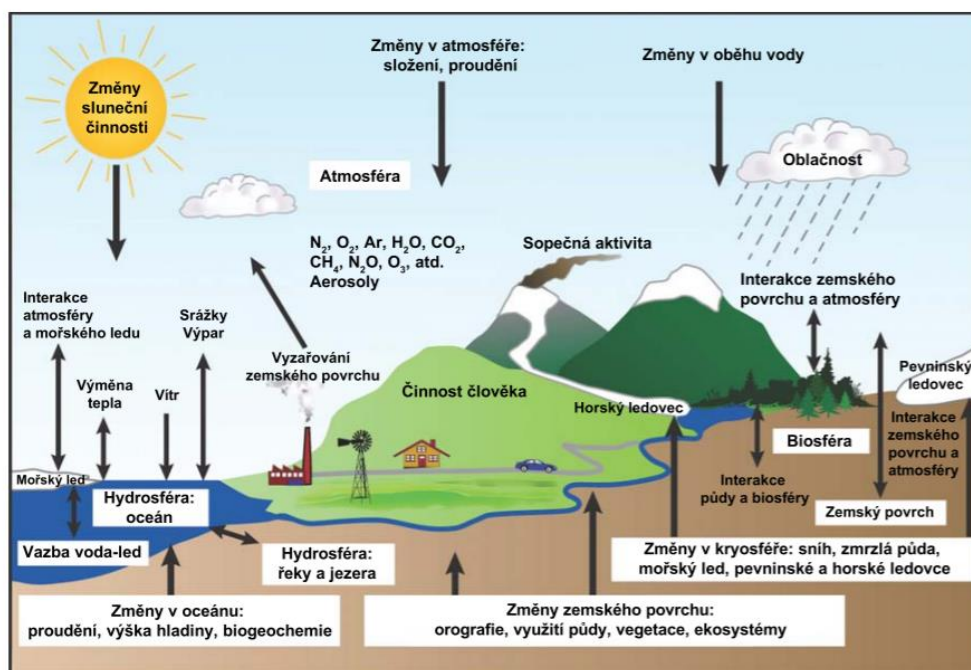


Graf 1: Ukázka stoupající teploty v jednotlivých desetiletí (Petříková, 2001)

3.1.1 Skleníkové plyny

Skleníkové plyny jsou takové plyny, co při záření slunce zachytávají teplo a nepouští jej nazpátek do vesmíru. Jejich vrstva pouští sluneční paprsky, které zahřívají Zemi, ale nedovolí jim se vrátit. Vyskytují se ve vzdušném oblaku kolem Země. Mezi hlavní skleníkové plyny patří: oxid uhličitý (nejběžnější a největší zastoupení), methan, oxid dusný a fluorované plyny (Zachos a kol. 2001).

Koloběh procesu je popsán na obrázku číslo 1.



Obr. 1: Koloběh procesů v klimatickém systému (Le Treut, 2007)

Methan

Až osmdesát procent emise methanu je přidělováno biologickým procesům. Je zvyšován chovem zemědělských zvířat, spalováním organických materiálů nebo jejich skládkováním. Hlavní složka důlního plynu uhelných dolů a významná složka zemního plynu provázejícího ložiska ropy nebo tvořícího samostatná plynová ložiska (Zachos a kol. 2001).

Oxid dusný

Známý pod názvem „rajský plyn“. Je využíván v medicíně například při porodech nebo zubních zákrocích. Používá se také v potravinářském průmyslu jako hnací plyn ve sprejích a do speciálních motorů (Zachos a kol. 2001).

Fluorované plyny

Skleníkové plyny, které se nevyskytují přirozeně, ale byly vyvinuty člověkem pro průmyslové účely (Víden, 2005).

Změny klimatu jsou doprovázené extrémními jevy, mezi které patří sucho, povodně, vysoké teploty, intenzivní tropické cyklony. Následky těchto úkazů bývají ničivé až devastační. Výkyvy teplot si nesou i typickou charakteristiku teploty období.

Přes léto se lehce zvýší množství výskytu letních a tropických dní nebo nocí. Přes zimu se naopak sníží výskyt mrazivých a arktických dní (Zachos a kol. 2001).

Roku 2017 v měsíci březen byla schválena vládou Politika ochrany klimatu v ČR. Ta zahrnuje cíle a různá opatření, která mají vést ke snížení emisí skleníkových plynů. Samý rok byl také ustanoven Národní plán adaptace na změnu klimatu (jedná se o její implementační dokument). V roce 2009 Evropská komise obeznámila svojí klíčovou prioritou. Jednalo se o Zelenou dohodu pro Evropu. Ta obsahuje různé metody, jak přejít na klimaticky udržitelnou a neutrální oběhovou ekonomiku. Dva roky před byla schválena i strategie přizpůsobení se změně klimatu.

V budoucnu mohou klimatické změny zapříčinit zvýšení počtu oblastí, ve kterých nebudou dostatečně vhodné podmínky pro přežití kvůli právě nedostatku vody nebo budou již zcela zatopené. Také budou mít pravděpodobně podíl na rozvrácení ekonomiky i celé společnosti. Ohrozit také můžou sektory zemědělské, lesnické, sektory spojené s vodou a neposledně i zdraví (Metelka a Tolasz, 2009).

Zvyšující se teploty a jejich následné dopady ve formě fyzikálních dopadů jsou již zcela jasné a viditelné. Objem sněhu i ledu se značně snížil a díky tomu se naopak zase zvedla hladina oceánů. Také se zesílila koncentrovanost skleníkovými plyny. Dle záznamů bylo zjištěno, že od roku 1880 až do roku 2012 bylo zaznamenáno oteplení skoro o 1 celý stupeň (0,85°C) (MŽP, 2015).

3.1.2 Klima v České republice

To jaké je podnebí v České republice, je především ovlivňováno cirkulacemi různých front, kdy se často střídá a mění počasí a také geografickými poměry, kdy se střídají vlivy přímořského (vlhčí a mírnější) a kontinentálního (sušší a extrémnější) podnebí. Většinu času v našich oblastech má převahu vzduch mírnějšího pásma a jako další ovlivňuje naše krajiny také arktický vzduch. Dále i Atlantský oceán a také trochu euroasijská pevnina ovlivňují podnebí pásma České republiky.

Je zajímavostí, že na severozápadu Čech v zimě v měsíci leden jsou teploty o celých sedm stupňů výše v porovnání s teplotami, které odpovídají teplotám šířkovým.

Oproti Česku, kde jsou zimy poměrně mírného charakteru a léto není až tak sužující a teplé, srážky jsou rovnoměrně rozprostřené a svit slunce je nižší, tak naopak ve Slezsku a na Moravě jsou výraznější výkyvy maxim a minim týkajících se teplot. Podkladem je mořské klima, které se pozvolna mírní a je řeč především o zimním období. Přes léto jsou vysoké vzdušné teploty dokladem zčásti kontinentálního vlivu. Důležitý faktor pro to, jaké panuje období, jsou hory. Ty tvoří tzv. kaskády, kterými brání vstupu studenějšího vzduchu ze severu dále do krajiny. Díky proudění na západě tak utváří tzv. dešťové zátiší. Klimatická diverzita je více ovlivňována poměry výšek a jak je členitý terén než tím, v jaké zeměpisné poloze se právě nachází. Lze tedy říci, že podnebí v České republice spočívá zejména na činnostech cykloniálních. Dle těchto činností a jejich aktivitě se každý rok stává rozdílným (ČHMÚ, 2017).

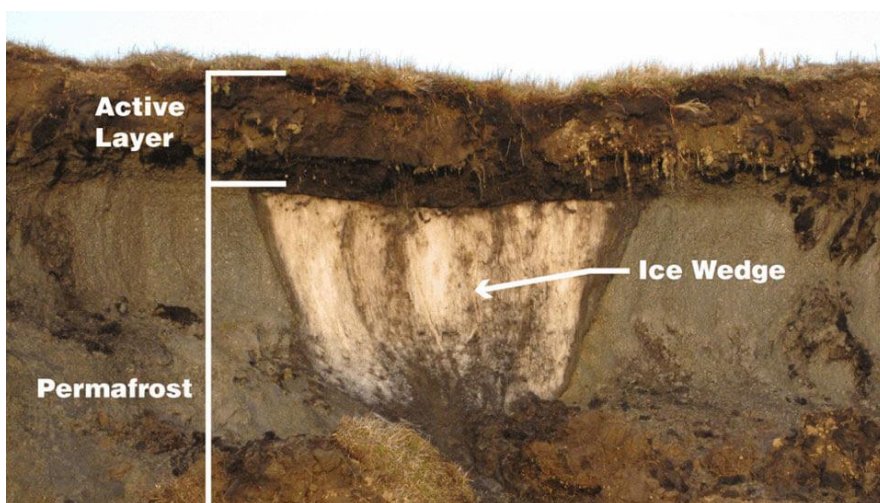
V České republice má teplota vzduchu běžný ráz. V zimě, konkrétně v měsíci leden se vyskytují ty nejnižší teploty, a naopak nejvyšší teploty jsou zaznamenávány během měsíce červen. V rámci denního cyklu jsou zachytávány nejnižší teploty v průběhu noci okolo začátku východu Slunce, a naopak nejvyšší teploty v rozmezí mezi 14 hod. a 17 hod. odpoledne. V zimě se toto posouvá o trošku dříve a v létě zase později.

Jaká je teplota vzduchu má za příčinu ne jeden faktor. Během noci se jedná především o vítr a jaká panuje oblačnost. Dalším vlivem, který může ochlazovat vzduch je například ležící sníh na zemi. V průběhu dne ovlivňují teplotu především srážky. Teploty vzduchu se mění podle ročního období a typu dané krajiny a její členitosti, kdy je krajina, kde se vyskytují obilná pole, kde během léta dochází k vydatnému zvyšování teploty vzduchu. (Meteoaktuality, 2021)

Výrazný vliv na celkovou teplotu podnebí má teplota půdy, vody a vzduchu. Půdní teplota je závislá zejména na tom, jaké má právě fyzikální vlastnosti, také na porostu

a jaká v ní panuje vlhkost a neposledně na vyskytujícím se počasí. U půd, které jsou porostlé trávou či jiným porostem se drží teplota pod čtyřicet stupňů a povrchové minimum půd se nedostane pod mínus čtrnáct stupňů. Teplotní půdní výkyvy přes den lze poznat maximálně do hloubky celého jednoho metru (i když už v půl metru začínají být výkyvy výrazně nerozpoznatelné). Podstatné je také v jaké hloubce a kdy půda zamrzá. V oblastech vyskytujících se na jižní části je průměr promrznutí cca ve dvaceti centimetrech, na horách to bývá až do padesáti centimetrů (ČHMÚ, 2017).

Půda, která je trvale zamrzlá se nazývá permafrost (složeno ze dvou anglických slov - permanent jako stálý a frost jako zmrzlý) nebo také nazýváno i pergelisol. Vyskytuje se v polárních oblastech. Stále se zvyšující teploty se ale odráží i na permafrostu. Půda začíná pomalu rozmrazat a ovlivňuje tak infrastrukturu (silnice, které byly dříve rovné jsou nyní prohnuté a obydlí, která se dříve postavila na tomto zamrzlém povrchu nyní začínají pozvolna pukát) a další podstatné faktory. Jedním z nich je, že půda v sobě v určitých částech ukrývá pozůstatky z dávných dob. Může se jednat například o doposud neprobádané bakterie nebo vrstvu organických zbytků, které začnou probuzené bakterie pomalu rozkládat a díky tomu se začnou produkovat skleníkové plyny a oteplování se tak bude dále zvyšovat. V půdě se ale kromě například oxidu uhličitého vyskytují i mnohem nebezpečnější plyny a další prvky. Rozmrznutí těchto půd je pro lidstvo tak poměrně velkou hrozbou (Dobinski, 2011). Následující obrázek číslo 2 ukazuje průřez půdou, v jaké hloubce se permafrost příkladně nachází.



Obr. 2: Ukázka vrstev půd u permafrostu (Dobinski, 2011)

3.2 Sucho

Sucho můžeme definovat jako nedostatek vody ve srovnání s její četností, která se v určité oblasti běžně vyskytuje. Také se popisuje jako pokles vodní hladiny v půdním profilu, rostlinách a atmosféře. Srážkový deficit v daném časovém úseku v konkrétní lokalitě je v ČR hlavním důvodem počátku sucha. Také může být způsobeno dalšími činiteli jako je lidské nešetrné počínání se zdroji vody, ovlivňuje jej také rychlost větru nebo i sluneční záření. Jev sucha by se neměl vykládat pouze jako fenomén přírody, ale měla by se zohlednit i lidská potřeba spojená se zvýšeným nadbytečným zájmem o vodu, který může činit sucho vydatnějším (Wikens a kol. 2017).

Podle National Drought Mitigation Centre (NDMC) se však jedná o periodický stav atmosféry a v menším rozsahu a kratší časové ose není sucho výrazně ohrožujícím faktorem. Vyskytuje se vesměs bez rozdílu ve všech podnebních oblastech, ale jeho specifické vystižení se konkrétně vymezuje podle klimatu daných pásů. Následující obrázek číslo 3 znázorňuje důsledky dlouhodobého sucha a dopady na půdu a její strukturu.



Obr. 3: Praskající půda a následné pukliny v důsledku sucha (Šarpatka,2006)

Například sucho v tropických deštných lesích se nemůže srovnávat se suchem v pouštích, kde za rok čítají srážky i pod 180 milimetrů na rozdíl od tropických deštných lesů, kde sucho může znamenat jen týden bez dešťových srážek.

Sucho má více kritérií, kterými se může definovat. Jedná se zejména o začínající fázi, dobu existence a konečnou etapu, následně sílu a energii a dopady způsobené jeho zásahem. Důvodem počátku sucha se dá vymezit na dvě základní skupiny a to

přírozenou (období sucha, El Nino), která se dá charakterizovat jako přírozené vývoje a skupinu antropogenního charakteru, kdy je příčinou lidská činnost, kam by se daly zařadit odlesňovací práce, zásah do vodního toku a jejich úprava a eroze půdy v zemědělství (Ložek a kol. 2020).

Sucho se dělí do čtyř základních skupin a typů – jedná se o meteorologické, hydrologické, zemědělské a socioekonomické sucho.

3.2.1 Hydrologické sucho

Hydrologické sucho a jeho výskyt se připisuje k závěru stádia dlouhodobě probíhajícího sucha, kdy na zemský povrch nepadly tekuté nebo smíšené srážky. Jedná se o nedostatek vody jak povrchových, tak podzemních za určitou časovou periodu. Naproti tomu meteorologické sucho s tím zcela nesouvisí, z důvodu, že hydrologické sucho vyjadřuje nedostatek povrchových nebo podzemních vod oproti normálnímu stavu, tedy můžeme ho zjednodušeně nazvat jako dlouhodobý stav pod běžnou vodní normou. Narozdíl při meteorologickém suchu, kdy se hydrologické sucho nemusí vůbec zaznamenat, protože se jedná o okamžitý stav, který nyní probíhá. Socioekonomické sucho zasahuje do lidských činností a může mít zásadní dopady na kvalitu života (Cílek a kol. 2017).

3.2.2 Meteorologické sucho

Meteorologické sucho je dáno dlouhodobě vysledovanými suchými bezsrážkovými obdobími v různých ročních obdobích v konkrétním místě a odvozuje se od dlouhodobě vysledovaných srážkových průměrů pro danou oblast, která je zrovna pozorována. Například v Českém středohoří je v srpnu většinou meteorologické sucho, protože tam bývá právě minimum srážek (Sobíšek a kol. 1993).

3.2.3 Sucho socioekonomické

Sucho socioekonomické je, když se nedostatek srážek projevuje nedostatkem vody pro zemědělství (hrozí neúroda) a některé výroby, které jsou závislé na dostatku vody. Například tam, kde se stroje chladí vodou čerpanou z řek, ale v důsledku sucha je pro tento účel vody minimum (Sobíšek a kol. 1993).

3.2.4 Zemědělské sucho

Zemědělské sucho nebo tzv. půdní sucho nastává v případě, kdy se v půdním profilu nevyskytuje dostatečná vlhkost, která by zabezpečila růst plodin. V České republice můžeme nejvýznamnější historické sucho datovat od roku 2014 až do nynějška (2020). Je způsobeno především neustálými probíhajícími klimatickými změnami, které se projevují zejména výrazným suchem a rostoucími teplotami. Teplotní rekordy jsou zaznamenávány každým rokem. S rostoucími teplotami se také roste i výpar vody a prudce klesají srážky během zimního období v nížinách, které jsou zásadním faktorem pro podzemní vody a jejich zásobování (Cílek a kol. 2017).

V dnešní době nejsou povodí, která by nebyla již nějak ovlivněna lidskou činností. Voda, která je spotřebována kvůli potřebám průmyslu v sektoru hospodaření či při klasickém denním užívání tvoří nápor na zdroje vody a následně může toto vše zapříčinit hydrologické sucho v případě, že zdroje nejsou uspokojivě doplněny. Jedním z problémů je celkové rozdělování a transport, který mnohokrát není dobře odhadnut v rámci koncentrace spotřeby. Tento jev je výrazný zejména v zemědělských oblastech, které jsou potřeba pravidelně zavlažovat nebo v distribuování vody do městských částí. Úroveň pro život ve společnosti stále klade větší nároky, a tak se zvyšuje postupně i šáňka lidí po zdroji vody a její následné spotřebě. Odčerpávání vody ze zdrojů v podzemí zase může zapříčinit vznik hydrologického sucha. V případě, kdy se voda čerpá v rychlejším tempu a kvantitě a podzemní vody se nestíhají znovu doplnit, tak vodní hladina pozvolna postupně klesá. Díky snížené podzemní hladině mohou následně začít vysychat určité další prameny. Dalším problémem může být odvodňování půd. To má za příčinu vyšší průtok při čase dešťů a nižší průtok v době sucha, kdy se sucho díky tomuto stává mocnější a trvá déle, než za normálních podmínek. Také například i kanály a struhy dodávají na snížení hladiny vody pod zemí. Úbytek vod na povrchu je často ovlivněn úpravami vytvořenými člověkem. Upravování a přetváření koryt toků do nových podob nebo výstavby přehrad na všemožné účely jsou příkladem. Odtok, který se nachází zespoda hráze se liší v důsledku čerpání vody z přehrad nebo dále také voda odčerpávána z přehrad jinam než do svého povodí, které sloužily k držení a zásoby vody vzniká problém úbytku a nedostatku vody pod přehradou (Tallaksen a kol. 2004).

Na následující tabulce číslo 1 lze vidět nástroje sloužící pro zmírnění sucha.

	dlouhodobá	krátkodobá
snížení poptávky	<ul style="list-style-type: none"> • ekonomické pobídky pro šetření vodou • zemědělské techniky na snížení spotřeby vody • plodiny nenáročné na vodu namísto zavlažovaných • dvojitá síť pro městské užití • recyklace vody v průmyslu 	<ul style="list-style-type: none"> • informační kampaň o šetření vodou pro veřejnost • omezení pro některé oblasti městského užití (mytí aut, zalévání) • omezení na závlahu jednoletých plodin • stanovení cen • povinné příděly
zvýšení dodávky	<ul style="list-style-type: none"> • rozvodná síť pro obousměrnou výměnu • znovu užití upravené odpadní vody • převod vody mezi povodími • stavba nových přehrad nebo zvýšení kapacity stávajících přehrad • stavba rybníků na farmách • desalinizace mořské nebo brakické vody • kontrola infiltrace a evaporačních ztrát 	<ul style="list-style-type: none"> • zvýšení efektivity využívání stávajících zdrojů • užití přídatných zdrojů nižší kvality nebo vyšší ceny čerpání • užití rezerv podzemní vody
minimalizace dopadů	<ul style="list-style-type: none"> • vzdělávací aktivity na zvýšení připravenosti na sucha a šetření s vodou • přerozdělení vodních zdrojů na základě požadavků na kvalitu vody • vyvinutí systému včasného varování • zavedení kontingenčního plánu • pojistné programy 	<ul style="list-style-type: none"> • dočasné přerozdělení vodních zdrojů • veřejná pomoc kompenzování příjmových ztrát • snížení daní nebo odložení splatnosti • veřejná pomoc pro pojištění úrody

Tabulka 1: Určité nástroje pro zmírnění sucha (Bonaccorso a Castiglione, 2007)

3.3 Povodně

„Výrazný přechodný vzestup hladiny toku, způsobený náhlým zvýšením průtoku, nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, zejména při výskytu ledových jevů“ (Sobíšek a kol. 1993).

V České republice můžeme povodně označit jako nejčastěji se vyskytovaný přírodní katastrofální jev, který se v našich končinách datuje už od pradávna. Jejich přítomnost na našem území je zásadně nepravidelnou událostí. Definovat se může jako nadbytečné kvantum vody v krajině, kdy se vodní hladina dostane přes okraje svých břehů a vylije se mimo koryto vodního toku. Její dopady mohou být fatálního až

devastujícího charakteru. Způsobuje značné škody jak na majetku lidí, tak ekologické škody. Výjimkou nejsou ani oběti na lidských životech (Soukupová a Bakoš, 2012).

Dle zápisů se vyskytovaly větší a častější povodně v 19. století druhé poloviny. Poté jejich přítomnost začala mírně klesat, až by se dala označit jako minimální. Až konec 20. století se dá znovu připsat k většímu výskytu povodní. Povodeň v roce 1997 se označuje jako jedna z nejhorších toho století díky svým následkům a rozpětí (Jan Kubát, IV, 2002, in litt.).

21. století dosud zaznamenalo více větších povodní, z nichž se dá jako největší svého druhu v ČR označit povodeň roku 2002 v historii spolu s povodněmi na Moravě v roce 1997. Za vznik této povodně mohly nadprůměrné srážky, které se v první fázi vyskytly v oblasti především Jižních Čech. V druhé etapě pokrývaly již skoro celé Čechy. Fatální dopady této katastrofy sebou nesly následky ještě dlouho poté (Daňhelka, 2004).

Povodeň je abnormální situací, která se člení na několik stupňů její závažnosti:

3.3.1 První povodňový stupeň

První stupeň se nazývá stupněm bdělosti – jde o stav, kdy hrozí nebezpečí povodně díky zjištěné meteorologické předpovědi. Výstraha před touto událostí je oznámená příslušným organizacím – (např. hasiči, policisté, zdravotníci) i obcím a všem, kterých se může budoucí situace týkat. Oznámení prvního stupně se vyhláší, aby potenciální dotčení byli ve střehu, připravili se na možnost povodně a sledovali bedlivě meteorologickou situaci, zda nepřerůstá první stupeň do druhého to znamená být připraveni a v pohotovosti (Zákon č.254/2001 Sb., o vodách).

3.3.2 Druhý povodňový stupeň

Druhý stupeň neboli stav pohotovosti se vyhláší v případě dosažení nebo překročení hladin toků nebo při horní hranici vodních děl. Může nastat přirozená povodeň s běžným rozlivem. Tato povodeň ale nezpůsobuje škody mimo koryta řek. Příslušné orgány mají za povinnost připravit protipovodňové složky a začít je preventivně aplikovat tam, kam je potřeba. Instalovat prostředky na ochranu při dalším, větším

rozlivu, kdy mohou nastat škody na majetku, zdraví a životech (Zákon č.254/2001 Sb., o vodách).

3.3.3 Třetí povodňový stupeň

Třetí stupeň nebo také stav ohrožení je vyhlášen, když dochází k přímé hrozbě nebo poškození ve větší míře. V této etapě je pod velkým rizikem vše, co je v blízkosti záplavové oblasti – lidský majetek, životy a zdraví. Jsou ihned započaty nezbytné postupy povodňových činností podle předpisu povodňových projektů a plánů. Obyvatelé v zasažené oblasti jsou informováni a varováni, je jim doporučena evakuace (Zákon č.254/2001 Sb., o vodách).

3.3.4 Preventivní opatření

Jako preventivní opatření předcházející vzniku povodní lze využít:

- čištění a prohlubování koryt řek,
- budování protipovodňových hrází,
- navrácení koryt řek do původního stavu (přirozené meandry),
- zpevňování hrází,
- povolení výstavby mimo záplavová území (Máchová a Hovorka, 2013).

Povodně mají spoustu forem a povah. Běžné povodně zpravidla vznikají po dlouhodobém stádiu dešťů. Nejdříve se podaří i velký déšť vsáknout do půdy, ale zanedlouho již není kam by se voda vsákla a vše ostatní teče do ostatních potoků, řek a jiných vodních toků. V minulosti byly v blízkosti řek přirozené záplavové oblasti, např. nivní louka, les, bažina, kde se voda zpomalila a postupně se rozlila do krajiny. Zde se zpomalil spád vody a mocnost jejího dopadu. V dnešní době ale díky rychlé a neustálé produkci potravin kdy je zavedeno intenzivní hospodaření, odvodňování a vysušování mokřin si lidé sami zapříčinili, že se voda nemá kde zastavit a přibrzdit. Proto velmi kvapně teče z malých toků do spodních povodí a tam svojí silou způsobuje značné újmy.

V ČR se za rok nyní pohybují ztráty zapříčiněné povodní na přibližně 17,6 miliard korun. Za 10 let by mohla tato suma stoupnout až na dvojnásobek (Kozák a kol. 2007).

3.4 Eroze

Pojem eroze pochází z latiny a pochází ze slova „erodere“, tedy rozhlodávat. Jedná se proces zahrnující tři základní parametry jako rozrušování půdy, transport a sedimentace půdních partikulí za působení erozních faktorů, kterými jsou voda, vítr a led a další okolnosti (Jandák a kol. 2004).

Transportován je především nejúrodnější díl půdy – ornice. Důsledkem odnosu této vrstvy je zapříčiněna zvýšená šterkovitost, klesá podíl živin a také humusu. Vymezujeme několik druhů erozí podle příčiny jejího vzniku: vodní, větrnou, sněhovou ledovcovou. Také rozlišujeme normální (geologická) a zrychlenou (zapříčiněná chováním a hospodařením lidí) erozi (Kutílek, 2004).

3.4.1 Vodní eroze

Vodní eroze neboli eroze akvatická, je zapříčiněna silou kapek deště padající na zemský povrch – půdu a samočinně tekoucí vody po krátkodobém přívalovém i dlouhotrvajícím dešti nebo po tání ledu v jarním období. Největší interakci jejího počátku má za úděl sklon a délka daného povrchu (po spádnici) území. Dalšími aspekty může být pokryv půdy, její charakter, vlastnosti, její sklon náchylnosti k erozi a také výskyt aplikací proti ní a samozřejmě hojnost přívalových dešťů. Nejnáchylnějším obdobím v roce jsou měsíce červenec a srpen, během kterých je zaznamenáno nejvíce dešťů, které dávají za vznik vodní erozi (Kutílek, 2004).

3.4.2 Větrná eroze

Větrná eroze nazývaná také eolická nastává v případě, kdy je půda narušována pohybovou energií větrem, díky němuž se rozpohybují půdní částičky a nastává tak jejich následný transport a ukládání na jiných než původních stanovištích. Tuto erozi ovlivňují klimatické procesy jako je míra a rozsah, směr a vlhkost větru. Její výskyt se nepozoruje jen v území východní a jižní Evropy (výskyt nejvíce možných faktorů pro její zapříčinění), vyskytuje se i v pásech podnebí mírného v severozápadní Evropě (zde má vliv na lehčí půdu) (Holý, 1994).

3.4.3 Ledovcová eroze

Ledovcová eroze nebo druhým názvem glaciální eroze je zapříčiněna váhou ledovce, který padá dolů do doliny. Při jeho pádu sebou odnáší úlomky hornin a dalších částí, ze kterých se následně utváří ukládáním tzv. morény (nahromaděné balvany a úlomky hornin) (Holý, 1994).

Eroze půdy je však přirozená, lidská činnost ale napomáhá k jejímu urychlení a půda se tak sama nestihne obrodit. Nejvíce ovlivňujícím bodem urychlené eroze se připisuje nešetrnému a nepatřičnému způsobu hospodaření v odvětví zemědělství (viz Obrázek č. 4). Díky dřívější intenzifikaci hospodaření jsou v České republice největší půdní pásy v Evropě. Tento faktor erozi o to více napomáhá. Také v době scelování polí byly rozrušeny hydrografické a další důležité prvky krajiny, které zásadně napomáhaly zpomalení eroze (Pohrázská a Dufková, 2005).

Následující obrázek zobrazuje špatně zvolený způsob hospodaření, který následně napomáhá a zvyšuje erozi.



Obr. 4: Špatně zvolený způsob obhospodařování u plodiny kukuřice (Novák, 2017)

Ani dnešní technika v zemědělství ničemu nenapomáhá. Těžké stroje způsobují udusání půdního profilu a retence vody v půdě je tak minimální. Chemizace a další přípravky na podporu růstu nebo zabíjení škůdců jsou dalším faktorem, který nepůsobí kladně (Pohrázská a Dufková, 2005). Tyto prostředky nejen, že zabíjí půdní edafon,

který půdu kypří a dělá ji bohatší na živiny, ale také se právě společně s vodní erozí dostávají do dalších toků a kontaminují je. Neohlížení na střídání pěstování plodin – pěstování monokultur (v dnešní době nejrozsáhlejší a nejpoužívanějším způsobem, jak pěstovat) a nekladení důrazu na svažitost terénu dále jen erozi podporují (MŽP, 2018). Mezi protierozní opatření můžeme zařadit například protierozní příkopy, hrázky ochranné nádrže, přejezdné průlehy nebo zatravňování údolnic. K těmto pomocným technickým bodům se může přidat i výsadba určitých dřevin. Jako hlavní opatření proti větrné erozi se vytváří zábrany – tzv. větrolamy.

Je tak docílená sníženost ohrožení půdy, zvyšuje se schopnost retence vody v krajině a neposledně útlum negativních dopadů vodní eroze a sucha (Podhrázká a Uhlířová, 2007).

4 Půda

Půdu lze definovat jako přírodninu diferencovanou v genetické horizonty, které vznikaly na rozmezí určitých sfér, nebo jako útvar vznikající z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. V platné právní úpravě České republiky však přesný pojem půdy není definován a má tak proto mnoho různých variant a teorií (Tuháček a kol. 2007).

Půda je výsledný produkt dynamické rovnováhy mezi podložím a mezi exogenními faktory. Je domovem pro edafon a základem pro samovolně rostoucí vegetaci a také slouží k pěstování kulturních rostlin a plodin (Gulička, 1985)

Půda není jenom primárním faktorem v sektoru zemědělství, ale je i důležitou částí životního prostředí s velkým množstvím funkcí. Slouží také jako stavební zdroj, akumulární a filtrační nástroj, jako dokumentace historie, regulátor koloběhu látek, úložiště, ale i zdroj potencionálně možných rizikových látek, zásobárna vody a v neposlední řadě je počátečním článkem potravního řetězce. Jedná se tedy o velmi cennou složku, o kterou je potřeba náležitě pečovat (MŽP, 2007).

Vytváří nejsvrchnější vrstvu zemského povrchu na souši zvanou pedosféru (Šimek, 2004).

Ovlivňování přírody lidskými činnostmi se zvýšilo zejména v období po 2. světové válce. Je uváděno (programem OSN zabývající se životním prostředím), že díky různým nevhodným aktivitám vyvinutými člověkem jako například nerozumné hospodaření a neposkytnuté dostatečné finance na kvalitní péči o přírodní prostředí, jsou poškozeny skoro až dvě třetiny souše. V některých částech už nepostačují různé vylepšující úpravy, ochrana nebo celkové vylepšování. Je nutností zasáhnout ve velkém měřítku a začít s obnovou životního prostředí. Tyto činnosti se aplikují především v lokalitách, kde se nacházelo původně přírodní či přírodě blízké stanoviště, které prošlo změnou, díky které bylo zcela poničeno a pozměněno na novou a umělou krajinu a dále nevhodně užíváno. V těch horších situacích jsou tyto části již nemožné pro stálé obývání lidmi (Pithart, 2015).

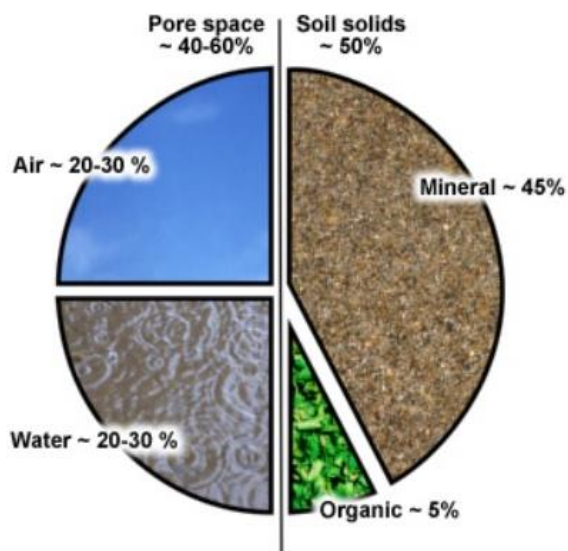
Věda, která se zabývá zkoumáním půd a jejich tříděním se nazývá pedologií (půdoznalstvím). Také řeší jednotlivé druhy půd a jejich nejefektivnější způsoby hospodářského využití. Primárním cílem v poslední době je soustředění se na předpověď půdních výkyvů. Ty vznikají zejména vlivem antropických činností a také působením probíhajících klimatických změn (Šarpatka, 2014).

4.1 Vznik půdy

Základním procesem vzniku půdy je zvětrávání svrchní vrstvy matečné horniny. Na procesu tvoření půdy se spoluzakládají dva obecné faktory - abiogenní a biogenní procesy. Vše začíná při styku horniny s atmosférou. Na horninu působí přírodní jevy jako déšť, vítr, mráz a mnoho dalších faktorů. Tímto dochází ke zvětrávání hornin a skály se obnažují. Zvětrávání se dělí na chemické a mechanické a biologické. Mechanické neboli fyzikální zvětrávání je způsobeno při rozpadu hornin bez toho, aniž by došlo k větším rozdílům v chemickém složení.

Chemické zvětrávání během svého rozkladu následně tvoří nové minerály. Je ovlivňované teplotou a vlhkostí a čím jsou tyto dva faktory vyšší, tím je zvětrávání horninových minerálů výraznější. Biologické zvětrávání spočívá v rozkladu za pomoci organismů (např. kořeny rostlin se zapouštějí do puklin, živočichové si hrabou svoje nory nebo lišejníky ukládají do země kyseliny, co napomáhají rozpouštění minerálů a následné tvorbě půdy) (Jandák a kol. 2004).

Graf číslo 2 pod textem ukazuje jednotlivé složky půdy a jaké mají zastoupení v procentech.



Graf 2: Ukázka jednotlivých složek půdy a jejich procentuální zastoupení (AF Mendelů, 2021).

4.2 Půdní typy

V České republice jednoznačně převažuje půdní typ kambizem. Zabírá přes 50 % území a v lesních prostředích roste její zastoupení až k 70 %. Další celkem vysoké procento zaobírá typ černozem, její zastoupení se pohybuje přes 7 %. Dále rozlišujeme půdní typy jako jsou gleje, luvizemě, hnědozemě, kryptopodzoly a podzoly, gleje a rankery. Zbylé typy se vyskytují ojediněle a dají se považovat za vzácné. Celkem se v naší zemi vymezuje cca 26 půdních druhů (Šimek, 2004).

4.2.1 Kambizem

Je nejrozšířenějším půdním typem a reprezentant skupiny kambisolů, pro niž jsou charakteristické dva půdotvorné děje, které popisují do ní náležící půdy. V nich probíhá silnější vnitřní zvětrávání, kdy se základní minerály v půdním profilu přetváří na minerály druhotné a půda je tímto procesem rozšířena o početný obsah jílu. Druhotný proces představuje hnědnutí (braunifikace) následkem sloučenin železa.

Jejich výskyt má širší spektrum. Najdeme je od 300 až do 1000 metrů nadmořské výšky. Nejedná se o nejvhodnější půdu na pěstování plodin v zemědělství díky méně kvalitnímu humusu, který se navíc liší vzájemně s měnící se polohou (Jandák a kol. 2004).

4.2.2 Černozemě

Jedná se o nejúrodnější lehce vápenatý typ půdy díky velkému obsahu humusu. Nachází se především v nížinatých teplejších oblastech s nižším výskytem dešťů (Jandák a kol. 2004).

Půdy se také dělí na tři skupiny na základě jejich možné zpracovatelnosti. Jde o půdy lehké, střední a těžké. Jaký druh se zrovna vyvine je ovlivněno hlavně mateční horninou, jejím druhem a také na způsobech zvětrávání (Kalina, 2016).

4.2.3 Lehké půdy

Lehké půdy neboli písčité půdy už svým názvem naznačují, že jde o sypkou půdu. Patří sem půdy písčité a hlinitopísčité. Lehce se obdělávají. Také jsou význačné svoji dobrou propustností a pórovitostí. Jsou příhodné především pro pěstování zeleniny. V České republice lze nalézt tyto půdy hlavně na východu Čech a jihu Moravy. Neobsahují tolik humusu, a proto je nutné v menších a pravidelných dávkách těmto půdám dodávat humus a při suchu dostatečně zásobovat vodou, protože tyto půdy nejsou tolik schopné ji v sobě držet, neumí tolik poutat vláhu. Až osmdesát procent tvoří hrubý písek a déle jemné částičky (Jandák a kol. 2004).

4.2.4 Střední půdy

Střední půdy neboli hlinité obsahují stejný podíl písku a jílu. Lze je charakterizovat především dobrými fyzikálními vlastnostmi. Mezi jejich další pozitiva patří dobrá vzdušnost, struktura, soudržnost a vodní kapacita. Obsahují vyšší podíl vápníku. Nejsou náročné na obdělávání. Dobře se s nimi pracuje, protože obsahují organickou hmotu, jíl i písek ve vyhovujícím poměru a dobře na sebe dokáží navázat živiny. Lze je označit půdou, která je nejvhodnější pro zahrádkáře i zemědělce a hodí se jak pro pěstování ovoce, tak i zeleniny. Poupravují se vápnem nebo rašelinou, a to jen za

předpokladu, že se pěstují rostliny, které mají vyšší nároky na svá stanoviště. (Jandák a kol. 2004).

4.2.5 Půdy těžké

Třetí skupinou jsou půdy těžké. Svým složením, které je tvořeno zejména z jílnatých částic, nemají dobrý vliv na fyzikální vlastnosti. Nemusí jít ale ve všech případech o problém, protože mají i své výhody. V zimním období ale dochází k tomu, že je delší doba chladná, a i přes oteplení v jarním období se jen tak neprohřeje. Jejich obdělávání nelze označit jako snadné už jen z důvodu, že obsahuje více jak 25 procent jílovitých částic.

Kromě těchto velkých tří skupin se lze také potkat s půdami rašelinnými, kamenitými nebo vápnatými. Ty se vyznačují tím, že v nich má vždy převahu jedna určitá složka půdy. Ta má vždy vliv na následné obhospodařování půdy (Parr a kol. 1992).

Půdy kamenité lze nalézt tam, kde tenká vrstva překrývá mateční horninu. Tento typ půdy se hůře obdělává a díky svému charakteru zde nemohou růst všechny typy rostlin. Například rostliny náročnější, které potřebují ke svému růstu hlubší půdu. Výhodou ale je, že kameny vytváří výbornou drenáž a nestane se, že by se půda ve větší míře zamokřila. Rašelinné půdy se většinou rozkládají v lesích nebo na slatinách. Jsou charakteristické svým pH, které nepřesáhne stupnici 6, nýbrž bývá ještě nižší a jsou chudé na fosfor. Tyto kyselé půdy jsou prospěšné pro vřesovité nebo kyselomilné rostliny. Těmi bývají nejčastěji například vřesy, pěnišníci, dabécie nebo vřesovci. Opakem kyselých půd jsou půdy vápenité. Ty přesahují ve stupnici pH číslo 7. Najdeme je nejčastěji ve vápencových oblastech. Ve většině případů jsou chudé na mangan, bór a fosfor. Nejsou výrazně hluboké a nehodí se pro druhy vápnostřežné (Peukertová, 2019).

4.3 Utužování půd

Zhutnění je problematikou půd, která vzniká intenzivním hospodařením, konkrétně periodickým stlačováním půdy těžkými zemědělskými stroji zejména za špatných vlhkostních podmínek. Technika a stroje používané v dnešní době mohou vážit až několik desítek tun. Touto vahou způsobují degradaci půdního profilu - značné snížení pórovitosti půdy, mění její fyzikální vlastnost, která charakterizuje prostorový objem

nezaplňený tuhými částicemi. Snižuje se také propustnost, tedy retenční schopnost a úrodnost. Dalšími příčinami mohou být nevhodné osevnické metody a kultivace, zvýšené zavlažování, monokultury, okyselování, nepatřičná draselná hnojiva a nedostatek humusotvorného materiálu, který je tvořen organickou hmotou ze zbytků odumřelých rostlin a těl živočichů. Nejméně rezistentní jsou jílovité půdy. Opakem jsou půdy písčité, kamenité a šterkovité (Šarpatka, 20014).

Narušení charakteru půdního profilu v důsledku utužení půd nepříznivě dopadá na produkční i mimoprodukční význam půdy:

- Voda na povrchu má omezený vsak, infiltrace je minimální
- Povrchový odtok je urychlen
- Narušena biologická aktivita, která je základní podmínkou její úrodnosti
- Zabránění normální běžné aktivní hloubky půdy pro růst rostlin (Šarpatka, 2014).

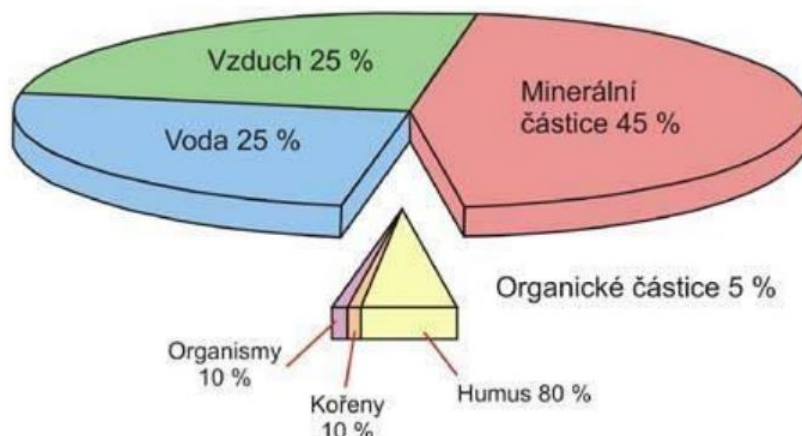
4.4 Acidifikace

K tomuto procesu dochází přirozeně, ale lidská činnost, především oblast průmyslového zemědělství, okyselování zvyšuje používáním kyselých hnojiv. Lze definovat jako snížení pufrční schopnosti. Mezi naturální průběh patří kyselé srážky, přihnojování běžnou kejdou, úbytek vápníku, založené monokultury nebo nadměrné závlahy. Jako nejvíce stabilními půdy lze označit půdy v nížinách (Tomášek, 2000).

4.5 Složení půdy

Půda je tvořena třemi hlavními složkami, a to složkou kapalnou, plynnou a pevnou. (viz. Obrázek 5). Vlastnosti půdy jsou závislé na počátečním vzniku, jaký materiál je tvoří a místo, kde leží. Například půda v tropických klimatech se zcela liší od půd v klimatech mírnějších nebo arktických. Půda v pískovcových oblastech je méně úrodnější než zemina vytvořená na spraších. Ty jsou naopak výhodné pro zemědělství, tedy jsou úrodné. Nebo také půdy ležící na svahu nevynikají svojí hloubkou a úrodností. Opakem jsou půdy v oblastech s nížinami nebo mírnějšími svahy (Hynek, 1984).

Složení půdy je pro lepší představu zobrazen pod textem pomocí obrázku, který je rozveden na procentuální zastoupení.



Obr. 5: Půda a její složení (AF Mendelů, 2021)

4.5.1 Pevná fáze

Pevná fáze se skládá z minerálních a organických částic půdy. Minerální zastoupení představuje složky různých velikostí, forem a uspořádání - zlomky hornin a nerostů. Celkově se skládají především z jílu, písku, prachových částic a skeletu. Organická neboli humusová složka je tvořena živými organismy, především rostlinami a edafonem, který je zdrojem následné tvorby humusu (Parr a kol. 1992).

4.5.2 Kapalná fáze

Kapalná fáze je složkou půdy vyplňující pórovité skuliny pevné půdní fáze, jedná se o půdní roztok. Ten obsahuje zejména soli, ionty, organické a jiné možné další chemické sloučeniny. Je také součástí procesu tvorby souvislé půdní hmoty. (Parr a kol. 1992) Na tuto fázi je možné pohlížet ze dvou úhlů pohledu. V prvním, kdy po chemické stránce jde o půdní roztok. Z druhé strany, pokud je nahlíženo fyzikálně, se jedná o půdní vodu a řeší se především její kvantita a pohybové procesy v půdním profilu (Pavlů, 2018).

4.5.3 Plynná fáze

Plynná fáze se skládá z vodních par a plynů. Je utvořena půdním vzduchem. Ten je pokládán za významnou složku pro procesy biologického a chemického charakteru probíhajících v půdě. Vyplňuje mezery v půdním profilu, kde není voda. Obsahem se od atmosférického vzduchu liší ve většině případů zvýšeným množstvím vodních par a oxidu uhličitého a méně kyslíku (Brtnický, 2015).

4.6 Vlastnosti půdy

Vlastnosti půdy můžeme klasifikovat do tří rozdílných skupin. Jde o rozdělení do fyzikálních, chemických a biologických tříd (Šarpatka, 1996).

4.6.1 Fyzikální vlastnosti

Fyzikální vlastnosti půdy se dají určovat zejména z pohledu struktury, zrnitosti, obsahu vody a vzduchu, barvou a pórovitostí. Dle těchto vlastností se poté určuje typ a druh půdy. Mají vliv na podílení se na úrodnosti půdy nebo také na utužení. Mezi další ovlivněné patří i eroze (Šarpatka, 1996).

4.6.2 Chemické vlastnosti půdy

Do chemických vlastností půdy lze zařadit obsah humusu, množství prvků v půdním profilu nebo také reakce v půdě. Některé z vlastností se dají určit i v terénu (příkladem je určení barvy), ostatní se klasifikují v laboratořích (příkladem je pH, tedy jestli je půda kyselá či zásaditá) (Prax a kol. 1995).

4.6.3 Biologické vlastnosti

Mezi biologické vlastnosti lze zařadit především podíl organických látek v půdě, z čehož necelých 90 % lze považovat za již neživou organickou hmotu. Živou složku tvoří především kořeny. Zbylá část připadá na edafon. Ten představuje různé půdní organismy, které celkově představují až 10 % živé organické hmoty v půdním profilu. (Prax a kol. 1995).

4.7 Půdní zrnitost (textura)

Půdní zrnitost neboli také textura půdy je základní vlastností určující frakcionizaci půdy. Frakcí se nazývá seskupení částic půdy, které se liší svojí velikostí a mají podstatný vliv na pevnou část minerální půdy (Šarpatka, 2014).

Popisuje procentuálně zastoupení půdních částíček dané velikosti ve veškerém rozsahu prostoru půdního profilu. Právě velikost u zrnitosti půdy má velký význam na přilnavost a soudržnost, jinými slovy koheze a adheze. Čím jsou půdní částice větší, tím se tyto dvě vlastnosti snižují a naopak. Tímto způsobem je ovlivňována většina vlastností půdy. Dle zastoupení jednotlivých frakcí lze řadit půdu do určitých druhů půdy. Jiný charakter má půda písčitá. Ta obstojně vyniká v propouštění vody. A jiný

charakter má zase půda jílovitá, která v sobě vodu naopak zadržuje. K určení zrnitosti se používají různé metody jako například vyplavování nebo sedimentace.

Také se používají síta. Zrnitost půdy lze hodnotit i jen po hmatu, kdy se půda pouze roztírá v ruce. Nejčastější používanou metoda v laboratořích je dle Caccagrandeho, která se nazývá metodou hustoměrnou. Pro stanovení zrnitosti lze využít také metodu pipetovací nebo metodu opětovného usazování. Výše vypsání metody závisí na zcela stoprocentní disperzi půdy pevné fáze. Výsledným procesem je poté křivka ukazující právě zrnitost (Kalina, 2016).

Účelem tabulky číslo 2 je ukázat členění půd podle jejich zrnitostního obsahu.

Základní označení	Podrobnější označení	Symbol	Procentuální podíl jílnatých částic (pod 0,01 mm)
lehká (L)	písčítá	P (p)	pod 10 %
	hlinitopísčítá	HP (hp)	10,1–20,0 %
střední (S)	písčitohlinitá	PH (ph)	20,1–30,0 %
	hlinitá	H (h)	30,1–45,0 %
těžká (T)	jílovitohlinitá	JH (jh)	45,1–60,0 %
	jílovitá	JV (jv)	60,1–75,0 %
	jíl	J (j)	nad 75 %

Tabulka 2: Členění dle zrnitostního obsahu (Kalina, 2016)

4.8 Barva půdy

Barva půdy je jeden z morfologických znaků. Jedná se o velmi důležitou vlastnost už jen díky tomu, že dává vzhled krajině. Drží v sobě nespočet faktů, které mohou více prozradit o složení chemického a fyzikálního rázu. Udává také informace o vztazích a spojení v substrátu a reliéfu. Barva půdy se dá určit dvěma metodami. Jednou z nich je vlastní individuální pozorování a studování dle kterého je následně vyhodnocena barva podle svého rozhodnutí a uvážení následným popisem.

Druhá možnost zahrnuje zkoumání odebraného prvku z půdního profilu. Barva se přiřadí dle Munsellovy tabulky, která obsahuje 322 bodů barev.

Zbarvení půdy ovlivňují přítomné barevné části půdy:

- Manganinové sloučeniny (Mn) – zabarvují půdu hnědočerveně až do fialové
- Železité sloučeniny (Fe) – zabarvují půdu do hněda, žluta i červena dle prostředí v dané oblasti

- Kaolinit a uhličitán vápenatý – zabarvují půdu do bílé, šedé nebo žluté barvy, v případě že jejich výskyt v půdě je ve větší míře
- Jíl a křemen – zabarvují půdu do světlých barev
- Humus - díky této složce je půda zabarvena do hněda až černa (Šarpatka, 1996).

4.9 Voda v půdě

Množství vody v půdě je ovlivňováno počtem a intenzitou srážek. Také hraje velkou roli podzemní voda. Zadržování vody je dáno strukturou a texturou půdy. Je schopná zadržet velké kvantum vody a rozpuštěných látek v ní. Obsah vody v půdě je faktorem ovlivňující rostliny a jejich růst a v celkovém pojetí pro celý odehrávající se život v ní. Měření vlhkosti se provádí například přímou metodou, kdy jsou odebírány a měřeny půdní vzorky v laboratoři. Také lze vlhkost určit za pomoci veličin, které jsou na ní vázané, tzn. nepřímou metodou. (Šípek a kol. 2020)

4.10 Vzduch v půdě

Jedná se o půdní plyny vyskytující se v půdním profilu mezi částicemi půdy. Hlavními půdními plyny jsou kyslík (O_2), dusík (N) a oxid uhličitý. (CO_2). Mezi přírodní plyny lze ještě zařadit radon a atmosférický metan. Vzduch v půdě závisí především na pórovitosti. Vstupem do půdy se může jeho složení následně pozměnit, zvýšit či snížit. Bývá tak nejčastěji u oxidu uhličitého (CO_2), kdy dochází k jeho zvýšení. Pro růst a vývoj rostlin je důležitý zejména kyslík. V případě dostatečného vyhovujícího provzdušnění, na kterém se podílí i řada půdních organismů, zejména žížaly, je kladně ovlivněna řada reakcí v půdě. Může se jednat o různé půdní vlastnosti nebo i rozklad zbytků z odumřelých těl a rostlin. Při situaci, že je voda v půdě ve větším množství, než je pro půdu vhodná a snesitelná, vzduch je vypuzován ven. Když je tento stav dlouhodobého charakteru, musí se zakročit a provést určitá meliorační opatření. (Šípek a kol. 2020)

4.11 Humus

Humus neboli také soubor zbytků odumřelých látek je hmota organického původem ze živočichů či rostlin nacházející se v neustálém procesu přeměny. (Vrba a Huleš, 2006).

Má řadu cenných vlastností, jedná se o nejúrodnější půdní část. Jeho vznik je dlouhodobý, jedná se o stále vyvíjející se dynamický proces, nazývaný humifikace. Humus tedy v sobě drží půdní organické látky, které dříve kolovaly procesy tvořené v průběhu humifikace. Výsledky tvorby humifikace se značí jako humusové látky. Mezi ty se řadí humínové kyseliny (HK), včetně fulvokyselin (FK), humatomelanové kyseliny, humínů (H) a humusového uhlí (HU). Humus je půdní hmota tmavší barvy. Tvoří přibližně 70% organických látek původem z rostlin z čehož většinová část je tvořena kořeny a menšinu zastupují zbytky půdních živočichů neboli edafon. Zvýšení obsahu humusu v půdním profilu lze docílit organickým hnojením (kompost, vermikompost, hnůj nebo zelené hnojení) (Piccolo, 1996).

I malé množství humusu v půdě může ve velkém ovlivňovat chemické, biologické i fyzikální procesy odehrávající se v půdě. Mírné vlhké oblasti mají ve většině případů procentní zastoupení okolo 1 – 4 procent hmotnostních procent. Sušší oblasti mají ve své svrchní půdě většinou i méně jak jedno (Piccolo, 1996).

Zastoupení humusu v půdě se snižuje v důsledku dnešního intenzivního zemědělského obhospodařování, protože zvýšené prozdušňování a intenzivnější vodní a teplotní procesy v půdě utlumují rozklad organických zbytků, a naopak zvyšují množství minerálních látek (Vrba a Huleš, 2006).

Dehumifikaci půdy způsobují:

- eroze (eolická i vodní),
- navýšení mineralizace po změnách aeračních a hydrotermických podmínek po následném odvodnění,
- špatně zvolený způsob kultivace,
- nepřidávání organických hmot (Kameníček, 2017).

Velkou roli v množství humusu v půdě ovlivňuje, jakým způsobem je půda využívána. S vyšším obsahem se dá setkat u půd zatravněných než u půd, které jsou periodicky obdělávané orbou. Držení správného obsahu humusu v půdě je dáno stylem hospodaření. Největší nebezpečí tvoří zejména nedostatečné vpravování kvalitních organických látek do půdy. Úbytek těchto hnojiv je zapříčiněn redukcí chování hospodářských zvířat po roku 1989. Velkou hrozbu také činí eroze jak vodní, tak větrné, kdy je humus odnášen navázaný na půdní částičky a transportován z původního místa pryč (Jeřábková, 2019).

Humus vyskytující se v půdě

- Vylepšuje půdní strukturu a samočisticí vlastnost půdy
- Je zvýšená biologická aktivita, která napomáhá rozkladu určitých látek, které půdu znečišťují (může jít například o látky ropného původu)
- Podílí se na rozpouštění živin pro rostliny z půdních minerálů
- Jeho zabarvení do tmavé barvy způsobuje vyšší záhřevnost
- Půda je díky němu odolnější proti acidifikaci
- Je zlepšena jímavost vody
- Těžké kovy, které omezují přijímání rostlin na sebe váže organická hmota v něm obsažená
- Dokáže do sebe nasát živiny, které postupně uvolňuje rostlinám do půdy. Jde o vápník, hořčík, dusík a draslík. Díky postupnému uvolňování nedochází k plošnému prorůstání vodních ploch, protože vázané živiny neputují do povrchových a spodních vod, kde by dávaly za vznik růstu právě řasám a podobným rostlinám (Jeřábková, 2019).

4.11.1 Půda s absencí humusu, co neváže hnojiva

V dnešní době intenzivního zemědělství a potřebě rychlé a dostatečné produkce využívají zemědělci průmyslových anorganických hnojiv. Nezajímají se o obsah organické hmoty a množství humusu v půdě. Přidávání anorganických hnojiv bez toho, aniž by půda obsahovala humus je v podstatě ale zcela bez očekávaného výsledného efektu. Po roce 1989 využívání anorganických hnojiv kleslo, avšak posledních pár let jejich spotřeba opět sílí. Jde především o aplikování hnojiv dusíkatých (Cenia, 2008).

V případě nedostatečného množství humusu v půdním profilu se látky vyskytující se v organických hnojivech dostatečným způsobem na sebe nevážou a při srážkách je způsobeno jejich odplavování do spodních i povrchových vod. Tedy půda bez humusu na sebe neváže hnojiva. Hnojiva, která se takto dostávají mimo původní určené místo na poli splachem z dešťů pryč mají za příčinu zarůstání vodních ploch. Ty jsou následně zarostlé sinicemi a řasami, které ubírají kyslík vodním živočichům a nedovolují svým výskytem využití této plochy jako rekreačního místa ke koupání. Oslabení rostlin způsobuje vyšší vyskytování chorob a škůdců, proto je nezbytné rostliny chránit podobou dalších postřiků, které se opět splachem dostanou do vodních toků. Tímto koloběhem je ničeno životní prostředí, kterému by stačilo předcházet jen aplikacemi organických hnojiv, a to hlavně kompostu, složkou právě bohatou na humus. Zbytečně jsou tak čerpané finance z veřejného rozpočtu na tyto následky (Jeřábková, 2019).

4.11.2

Půda s absencí humusu ztrácí schopnost retence vody v půdě

Nedostatek humusu a organické hmoty v půdě vede ke zvýšení rizika povodní, neboť se voda nezadrží v půdě a odteče do vodního koryta. V případě, že se voda v půdě nemá jak zachytit, jelikož v ní chybí humus, odteče a půda ubývá na vlhkosti a nastává tak sucho. Při intenzivních a prudkých deštích je svrchní část půdy zavodněna a vytváří se na ní vrstva, která poměrně zásadně zabraňuje vsakování vody. U suché půdy neprochází kapičky vody porézní částí díky pnutí vody, které je drželo v kuse a prokluzovaly tak směrem dolů (Syravátka a kol. 2002).

Rostliny schnou, podzemní voda poklesává a studně postupně vysychají. I rychlá srážka netrvající dlouho pak přináší povodni, kdy půda zůstává ve svém profilu stále suchá. To vše má za příčinu dnešní způsob intenzivního hospodaření, rozorané poškozené meze, aplikování nekvalitních hnojiv, velké táhlé lány, odvádění vody z krajiny nebo upravování přirozených toků na rovné. V naší zemi došlo k odvodnění 25,4 % zemědělských půd a 72,2 % bylo zorněno. Délka toků se zkrátila za předešlé století o celou 1/3 (Syravátka a kol. 2002).

Tyto okolnosti jsou nadále zhoršovány stavěním zpevněných ploch, které jsou odvodněné (V roce 2006 stoupl v České republice zastavěných ploch o 117 hektarů) (Statistická ročenka, 2007).

4.11.3 Půda s absencí humusu jako zesilovač vodní eroze

Zhruba 50% zemědělské půdy v České republice je vystaveno hrozbě vodní eroze. V těch nejkritičtějších oblastech je každým rokem z jednotlivého hektaru splavováno až 7,5 tun horniny. Voda, co není pohlcována humusem, následně teče pryč. Zejména u větších přívalů vody, které svojí silou berou všechno, co se jim naskytne v cestě. Děje se tak nejvíce v případě obnaženého pole, kde není přizpůsobena orba tomu, jaký je terén. Tvoří se zde erozní brázdy a je tak plošně smývána ornice (Bogárdi 1974). Přenos splavenin za rok v dnešní době 25–50 miliard tun (Jandák a kol. 2002).

4.11.4 Půda jako prostředek k masové produkci

Skoro až 90% půdy na zemědělské účely je pronajímáná. Stal se z ní tak prostředek, na který je pohlíženo jen zejména z výsledné maximální produkce a následného zisku. Dlouhodobá kvalita půdy je opomíjená a nehledí se na ni, i když tvoří základ celého koloběhu produkce a odvíjí se od ní úrodnost, kvalita a další zásadní vlastnosti pro produkci. Úbytkem masné zemědělské produkce nastal pokles statkových organických hnojiv, a proto se používají spíše anorganická minerální hnojiva. Množství humusu v půdě klesá a půdě ubývá živin i vody. Tímto je následně časem snížena bonita a její celková kvalita a hodnota. Toto bezohledné jednání bylo řešeno a nyní vešly v platnost nové standardy GAEC (Good Agricultural and Environmental Conditions), které mají za úkol snížit poškození pronajímáné půdy. V případě degradace půdy, která je způsobená nezodpovědným a nesprávným zacházením, kdy dochází i ke snížení bonity, může se pronajímatel domáhat náhrady za způsobené škody na svém majetku – půdy (Bičík, 2009).

5 Látky vylepšující stav půdy

Periodické pečování o půdu a dostatečné zásobování živinami je primárním klíčem k docílení správného růstu rostlin a kvalitní úrody. Základem je dodat na síle půdy a její úrodnosti využitím organických hnojiv a také pokud je třeba, tak přidat i chybějící živiny dodáním průmyslových hnojiv. V tomto případě jde zejména o draslík, fosfor a dusík. Jednou z dalších variant zlepšování kvality půdy je využívání pomocných půdních látek. Dokáží vylepšit nejen zadržování vody neboli retenci a také mají mnoho dalších užitečných vlastností, ale mohou mít i pozitivní vliv jako například oživení a zpestření prostředí v půdě. Ovlivňují půdu z chemického, biologického i fyzikálního charakteru, vylepšují celkově půdní stav. Také mohou navyšovat výkonnost hnojiva kromě preparátů, které jsou určené pro ochraňování rostlin. Nesmí ale měnit obecně vlastnosti půdy nebo jakkoliv negativně chemicky, biologicky či fyzikálně ovlivňovat půdní prostředí, které by mohly zapříčinit vniknutí toxinů nebo různých sloučenin. Tyto látky jde rozdělit na více skupin dle jejich znaků a charakteristiky (Šimon, 2004).

5.1 Přírodní pomocné půdní látky

Lze je nalézt volně v přírodě a nadále se nijak neupravují. Mezi tyto hlavní zástupce patří zejména zeolit nebo lignit. Jde také o látky, které se využívají při tvoření substrátu. Jsou jimi kokosová vlákna, komposty, kůra, nebo rašelina (Richter a kol. 2005).

5.2 Syntetické pomocné půdní látky

Syntetické pomocné půdní látky jsou uměle vyrobené průmyslem. Jsou složeny z přírodních látek, ale jsou propojené i se syntetickou částí. Jde například o Hydrogel, Neosol, Akeo nebo Biochar (Richter a kol. 2005).

5.3 Pevné pomocné půdní látky

Tyto pevné preparáty jsou často aplikované rozmetadly průmyslovými hnojivy. (Akeo, Neosol, Hydrogel,...) (Richter a kol. 2005).

5.4 Kapalné pomocné půdní látky

Kapalné prostředky se obvykle aplikují postřiky, a to společně s pesticidy. Pro příklad lze uvést Agroptim sunset (Richter a kol., 2005).

Poslední dělení pomocných půdních látek je podle toho, jestli je díky nim zlepšená vlastnost půdy. Zde se jedná o přípravky Hydrogel, Neosol, Biochar a Explorer 20. Druhou variantou jsou látky, které vylepšují kořenovou soustavu. Obě varianty ale kladně ovlivňují výnosnost a hodnotnou kvalitu (Kromkardna, 2002).

5.5 Zeolit

Zeolit patří do skupiny přírodních pomocných látek. Jedná se o hlinitokřemičitý minerál, který slouží jako chvályhodný vodní filtr. Občas se nazývá jako klinoptilolit nebo takzvaný dezinfikátor. Pochází z doby prvohor, může se nazývat tedy jako prvohorní nebo vulkanický kámen. Utvářel se po dlouhých milion let. Člověk se s ním v běžném životě může setkat například v prostředcích určených na pohlcování nežádoucích pachů (zápach v lednici či zápach z obuvi), prášcích na praní prádla nebo substrátech, preparátech na změkčování vody, v preparátech určených na detox těla a neposledně lze nalézt i v té z nejjemnějších seskupení přímo ve vodě, kterou požívá jako pitnou (Eckehart a Kleinschmit, 2000).

Má negativní náboj a volné kationty, čímž dokáže dosáhnout procesu záměny látek v blízkém prostředí. Vstřebává do sebe prvky všech tří skupenství. Přitahuje škodlivé látky nebo i těžké kovy. Dokáže v sobě zadržet i živiny nebo vodu. V sektoru zemědělství se obvykle používá do podestýlek. Váže zde na sebe ionty (amonné), vylepšuje zázemí v chovech a tlumí pachy. Touto metodou vylepšený prostředek na hnojení je mnohem více kvalitní, než za normálních podmínek, brání odplavování živin pryč půdního profilu a nedovoluje dusíku unikat zpět do ovzduší. Také je odolný vůči vyšším teplotám a snižuje kyselost (Jirát, 2017).

5.6 Lignit

Lignit je nejméně karbonizovanou a nejmladší formou hnědého uhlí. Obsahuje velké množství humusových látek. Jeho kvalita se značně odlišuje dle geologických podmínek, dobou stáří nebo podle oblasti výskytu. Je jedním z důležitých zdrojů na vyrábění energie, a to zejména v oblasti Evropy. Jeho povrch není jednotvárný ani hladký. Je poznamenán mnoha trhlinami nebo póry. Díky těmto vlastnostem je schopný zadržovat vodu a také živiny v půdním profilu (Falbe, 1980).

5.7 Biouhel

Biouhel neboli biochar je biomasou, která je procesem zvaným pyrolýza upravena za účelem vkládání a aplikování do půdy (Camps et Tomlinson, 2015). Předpona slova Biouhel je použita z důvodu, že konečný produkt není používán jako palivo. A také na rozdíl od dřevěného uhlí je drobozrná. Jeho historie sahá až do daleké minulosti. Jeho vznik se začal datovat už před několika tisíci roky, a to příčinou rozsáhlých požárů (International Biochar Initiative, 2018). Jedná se o velmi užitečný prvek díky svému využití.

Zvyšuje produktivnost půdy a dopomáhá zmírnit klimatické změny (Jeffrey a kol. 2015).

Je vytvářený za pomoci pyrolýzy. Tento proces probíhá při teplotě 300 až 600 stupňů, kdy je omezen přístup kyslíku na menší nebo žádný. Při těchto teplotách se mění jeho vlastnosti, a to především ty chemické. Díky tomuto je pak následně více odolný proti mikrobiálnímu rozkládání. K procesu pyrolýzy se může použít kterákoliv hmota organického původu (Lehmann, 2018).

Je velmi mnohostranným prvkem. Dokáže zlepšovat půdu a její následnou úrodnost. Dalším pozitivem je, že se dá vyrobit v podstatě z jakékoliv organické zbytkové látky a také při procesu jeho výroby se dají například vytápět různé objekty, protože při pyrolýze ze sebe zprostřuje prvky, které na sebe vážou teplo. Také je výhodný svou vlastností absorbovat vodu nebo snižovat alergie, když je přidáván do krmiv hospodářských zvířat (Jeffrey a kol. 2015).

Na obrázku číslo 6 jsou popsány hlavní výhody tohoto přípravku.



Obr 6: Zobrazené výhody biocharu (AF Mendelů, 2021)

5.8 Neosol

Neosol je utvářený uhličitanem vápenatým a hořečnatým a z dalších prvků minerálního charakteru, které jsou třeba pro metodiku PRP. Vzniklý přípravek je hnědé barvy a lze použít u veškerých zemědělských typů půdy a TTP. Dokáže vylepšovat strukturu půdy a také dokáže zvýšit zadržení a vsak vody v půdě. Není rozpustitelný ve vodě, a tak se místo aplikování postřikem používají rozmetadla (Carvalho a kol. 2004).

6 Organická hnojiva

Dnešní intenzivní a nešetrné hospodaření zapříčinilo velký úbytek organické hmoty v půdě. Proto je nezbytné tyto potřebné látky pravidelně do půdy znovu dodávat. Bohužel postupem času došlo i ke snížení živočišné výroby a tím pádem ubylo i organických hnojiv.

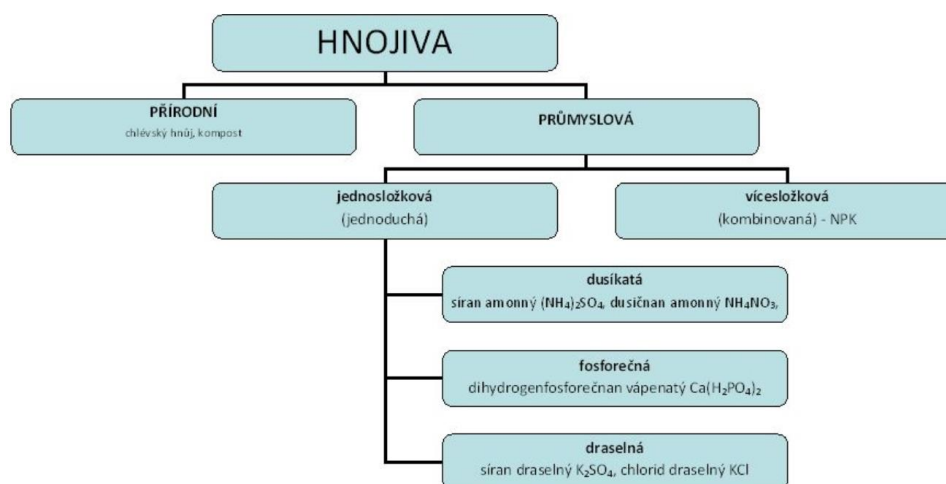
Mezi organická hnojiva nazývané také statková hnojiva, patří močůvka, hnůj, sláma, hnojůvka, kejda, sláma, komposty a silážní šťávy (Šimon, 2004).

Organická hnojiva ne jenom že slouží jako výživa, ale také se starají o zdraví a dlouhodobější úrodnost půdy. Napomáhá tvorbě humusu, díky kterému je poté půda kypřejší a je schopná zadržet více vláhu a živiny (Bucharová, 2017).

Organická granulovaná hnojiva jsou vyráběna spojením zbytků ze stájových chovů skotu a prasat s rostlinnou výrobou. Vše je fermentováno (anaerobním způsobem). Po procesu v bioplynových stanicích se směs suší a následně lisuje do podoby granulí. U sušení dochází také k zbavování nežádoucích prvků jako jsou choroboplodné zárodky nebo klíčivá semena plevelů. Kapalná hnojiva se vyrábí jako hnojiva, které se dají ředit. Mají přesné množství živin a odlišnou volbou mísení. Zástupci statkových tekutých hnojiv jsou kejda a močůvka (Kasal, 2007).

Jedním z organických hnojiv může být i guáno. Jedná se o trus netopýrů nebo ptáků žijících v mořských oblastech, který se dlouhodobě navrstvoval. Potravou těchto ptáků jsou především mořské ryby. Ty v sobě mají velké množství hořčíku a fosforu. Ptačí metabolismus hořčík a fosfor nezpracovává a tyto látky jsou tak vylučovány trusem ven. Guáno se tak stalo cennou surovinou pro vyrábění hnojiv (Cushman, 2013).

Na následujícím obrázku číslo 7 se promítá rozdělení hnojiv na skupiny a podskupiny s uvedenými příklady.



Obr. 7: Rozdělení hnojiv (Šimon, 2004)

Výhody organických hnojiv:

- Použití je univerzálního charakteru
- Je možné využít i své vlastní zdroje
- Působí dlouhodobě díky tomu, že se živiny uvolňují postupně
- Je velmi malé riziko, že by vznikly toxické chemikálie

Nevýhody organických hnojiv:

- Je zde viditelněji nižší výnos oproti hnojivům anorganickým
- Živiny se uvolňují pomaleji
- Trvanlivost je o něco kratší
- Biohnojiva se nehodí pro kapilární závlahu (Tichý, 2015).

6.1 Hnojůvka

Hnojůvka je tekutinou vytékající z hnoje při procesu zrání chlévské mrvy. Ta je tvořena čerstvými výkaly hospodářských zvířat případně smíchané se stelivem (slámou apod.) Aby byla plnohodnotným hnojivem, musí mrva dozrát, aby se z ní stal hnůj. Právě v průběhu tohoto zrání vzniká tato „šťáva“. Proto je mrva nazývána předstupněm hnoje. Samotnou mrvou se hnojit nedá, protože by rostliny byly spáleny dusíkem. Musí se počkat, než se dusík rozloží, kdy mrva vyzraje ve hnůj a poté se teprve může aplikovat. Složení hnojůvky se od močůvky odlišuje způsobem uskladňování, velkou roli hraje i kvalita, ošetření a kapacita vody dostávající se do mrvy prostřednictvím dešťů (Minx a Diviš, 1994).

6.2 Močůvka

Močůvka je tekutým statkovým hnojivem, které obsahuje vysoké množství dusíku a draslíku. Jedná se v podstatě o moč hospodářských ustájených zvířat, která je zkvašená. Močůvka odtéká do připravené jímky. Doba skladu před jejím použitím čítá správně 6 měsíců. Tato doba je stanovena z důvodu možné agresivity moči kvůli dusíkatým kyselinám. Z jímek je následně odčerpávána a používána zejména k hnojení TTP, okopanin a krmných plodin, je potravou především pro hospodářská zvířata (pícniny, krmné okopaniny a různé trávy) (Minx a Diviš, 1994).

6.3 Kejda

Kejda je tekutým statkovým hnojivem původem od skotu, drůbeže a prasat. Jde o zčásti tekuté hnojivo, protože je spojeno dohromady jako tuhé a tekuté výkaly hospodářských zvířat se zbytky krmivy a určitý procentem vody a se zastoupením různého obsahu steliva. V nynější době se v České republice za jeden rok vyprodukuje až devět milionů tun kejdy. Procentuální zastoupení podle druhů představuje pět procent od drůbeže, čtyřicet pět procent od skotu a cca padesát procent od prasat (Baier a Baierová, 1985).

6.4 Kompost

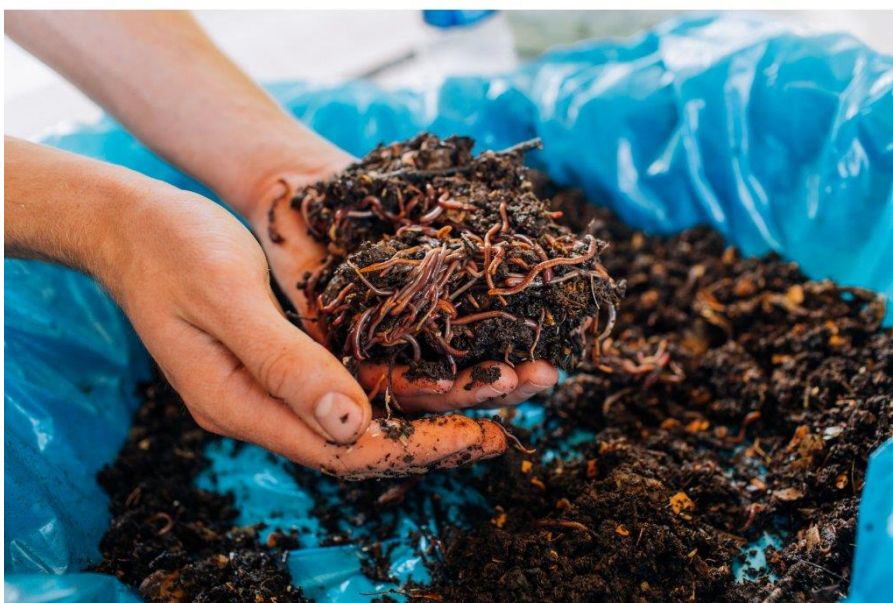
Kompost je organickým hnojivem, který se tvoří aerobním (za přítomnosti vzduchu) rozkladem zbytků rostlinného a organického původu. Běžný kompost bývá složen zejména z organických zbytků, které mají rychlý rozkladací proces. Při sestavování kompostu se do spodní části dává materiál, který zařídí vzdušnost a možné odtékání přebývajících vody. Měl by se ale vkládat i do vyšších vrstev. Je nutné kompost sledovat, protože v důsledku tlení se hmota postupně sesedává a ubývá tak dostatek vzduchu. Proto je vhodné tuto směs po 1 až 2 měsících promíchat (Kalina, 2004).

Oproti kompostu, který pomalu a postupně uvolňuje do půdy živiny, výluhy z drůbežního trusu nebo z plevele, které se půdě doplní ještě se zálivkou, působí o mnoho rychleji. Kromě živin v sobě obsahují komplex přírodních látek, které dokáží u rostlin podpořit také obranyschopnost a celkově jejich zdraví. Za jejich nevýhodu může být pokládán například zápach, který vzniká během jejich přípravy, naštěstí ale toto trvá přibližně jen tři týdny, a to v době kvašení (Bucharová, 2017).

6.5 Vermikompost

Vermikompost je jeden z možných způsobů kompostování, kdy dochází k rozkladu za pomoci žížal, jak je vidět na obrázku 8. Organickou hmotu přeměňují na velice kvalitní organické hnojivo. Této metodě chybí fáze rozkládání při vysokých teplotách a je jí třeba předejít. Vhodná teplota k jejich chovu je běžná teplota v domácnosti a to 18 – 25 stupňů. Podestýlkou pro žížaly bývá nejčastěji zemina, vlhký papír, hobliny nebo listí. Tento materiál musí držet vlhkost pro správné fungování kompostu. Potravou jsou jim zbytky pečiva, ovoce a zeleniny, sedlina z kávy, ubrousky či kousky papíru a v malých dávkách také skořápky od vajec, které dodávají potřebný vápník.

Vermikompost je jednou z nejpokročilejších způsobů, jak kompostovat (Logsdon 1994).



Obr. 8: Vermikompost – kompost se žížalami (Logsdon, 1994)

7 Průmyslová hnojiva

Průmyslová neboli chemická či umělá hnojiva jsou ta, která jsou vytvářena průmyslově. V dnešní době intenzivního hospodaření jsou průmyslová hnojiva nevyhnutelným prostředkem pro udržení současného stavu produkce. Primárním způsobem hnojení jsou nevyhnutelně hnojiva organická, ale hnojení pouze nimi není dostatečné, protože množství, které ubývá je mnohem vyšší, než ve kterém je do půdy dodáváno. Proto jsou doplňovány právě hnojivy průmyslovými, které musí být přesně odměřené, protože jejich nadbytek či úbytek může způsobit nevhodný růst (Trojan, 1991).

Tyto hnojiva sice dokážou zrychlit růst a vynásobit úrodu, ale nejsou již vhodná například pro půdní organismy nebo i pro konečného spotřebitele.

Průmyslových hnojiv je mnoho, například hnojiva dusíkaté, fosforečné, hořečnaté, draselné, speciální či vícesložkové (Pimentel a Edwards, 1982).

Výhody anorganických hnojiv:

- Tyto hnojiva se rychle vstřebávají, a to v rovnoměrně s přesnou dávkou potřebných živin
- Jejich označení a chemické složení je podrobně popsáno
- Snadno se používá
- Hodí se ke všem pěstebním podmínkám

Nevýhody anorganických hnojiv:

- Jsou vyrobeny z neobnovitelných zdrojů
- Pokud se používají vícekrát, jejich aplikace může navodit hromadění toxických látek
- Pravidelné hnojení může narušit pH půdy nebo navýšit množství škůdců (Tichý, 2015).

8 Minerální hnojiva

Minerálními hnojivy se do půdy dostávají hlavně prvky jako dusík, fosfor a draslík, které jsou základem pro výživu rostlin. Dusík je důležitý zejména pro růst rostlin, fosfor pro tvorbu květů a plodů a draslík pro pevnost pletiv (tkání) rostlin. U těchto hnojiv není třeba se bát předávkování, jestli nejsou hnojiva rychle rozpustitelná. Tyto hnojiva se týkají anorganických solí, např. sulfátu, sodíku, vápníku a dalších. Jsou označovány minerálními z důvodu, že v minulosti se získávaly těžbou právě z minerálů. Není ale jistotou, že jde vždy o přírodní hnojivo (Wichterle, 2012).

Účinek minerálních hnojiv nastupuje poměrně rychle, dodávají prvky podporující růst rostlin, ale jejich nevýhodou je, že neumí podporovat dlouhodobější úrodnost. Naopak mohou půdu i zatěžovat nebo také přibrzďovat při práci mikroorganismy žijící v půdě nebo kontaminovat spodní vody a to především v případech, kdy je s nimi zacházeno nešetrně a jsou nevhodně dávkována (Bucharová, 2017).

9 Diskuze

Výkyvy teplot panovaly již od pradávna, což je přirozené, ale posledních pár let teploty stále rostou výš a výš a lze již mluvit celistvě o globálním oteplování, jak uvádí Begringer a Cinke ve své práci. Je otázkou, do jaké míry toto způsobil člověk svými činnosti. Například skleníkové plyny, které se na oteplování zejména podílejí, stále stoupají a jejich produkce neklesá. Do budoucna je oteplování velkou hrozbou. Sucho a jeho následky jsou nebezpečné jak pro člověka a jeho zdraví, zvířata, přírodu, ale především pro obživu a fungování potřebných cyklů. Proto by bylo dobré přemýšlet o využívání vodních zdrojů a nakládání s nimi. Či není vhodné začít pitnou vodu užívat jen na nezbytně nutné účely a neplýtvat s ní na nepotřebných místech.

Také panuje druhý extrém, který již není tak častý, ale jeho následky jsou také katastrofického rázu, kterým jsou povodně neboli záplavy. V naší republice bylo pár větších povodní, ale ve světě můžeme najít povodně mnohonásobného charakteru. Je dobré je nepodceňovat a včas se jim vyvarovat a naslouchat předpovědím a stupňům povodní. Dalším problémem je eroze. Jsou různé druhy a člověk jim svými činnostmi napomáhá například nevhodným způsobem hospodaření jako například ježdění po spádnici nebo moc těžké stroje, jak uvádí Pohrázská a Dufková, co udusávají půdu a narušují tak běžný vsak vody do půdy. Kromě vodní eroze se dále rozlišuje eroze větrná nebo ledovcová. Právě ledovcová neboli glaciální je způsobená táním ledovců, takže lze vidět, že nynější klima ji jen podporuje.

Půda je nepostradatelným bohatstvím, o které je třeba pečovat. Bohužel díky intenzivnímu zemědělství, jak uvádí Kozák ve své studii, kdy se masově produkují plodiny, nejde půdu doplňovat pouze organickými hnojivy, aby úroda byla v takovém rozsahu jako je nyní. Organická hnojiva jsou sice přírodní a půdu nijak nepoškozují, ale nedosáhne se s nimi takových výsledků, jak uvádí Šimon. Také jich pomalu ubývá a hnojiva průmyslová jsou lépe dostupnější. Jejich nevýhodou je ale, že díky svému složení zbytečně zasolují a okyselují nadměrně půdu, také hubí edafon a při nadměrných deštích vody spolu s těmito škodlivými přípravky odtékají do běžných toků, které kontaminují. Při používání těchto hnojiv je ale stále potřeba půdě dodávat i část organických hnojiv. Je tedy otázkou, jestli je přednější produkovat taková kvanta úrody jako dnes nebo se spíše zaměřit na kvalitu půdy a produkovat v menším množství. Při takovémto zemědělství je nutné brát v potaz i pomocné půdní látky. Ty se dělí do různých skupin a mají různé vlastnosti a funkce, kterými ovlivňují půdu a její prostředí. Například takový Zeolit, jak uvádí Eckhert a Kleinschmit ve své studii

patřící do skupiny přírodních pomocných látek na sebe dokáže navázat různé škodlivé látky nebo i těžké kovy nebo v sobě udrží potřebné živiny či vodu. Schopnost zadržování vody a živin dokáže také prvek Lignit. Ten také obsahuje velké množství humusových látek a také slouží jako zdroj pro vyrábění energie. Existuje mnoho dalších pomocných půdních látek jako například Hydrogel, Neosol a další.. Velká pozornost by se měla zaměřit ale především na prvek Biouhel či Biochar. Jde totiž o velice mnohostrannou látku s mnoha funkcemi a výhodami, jak uvádí Joffrey a kol. Dá se vyrobit téměř z jakékoliv zbytkové organické hmoty. Dokáže absorbovat vodu nebo snižovat alergie přidáváním do krmiv hospodářským zvířatům. Omezuje také zápach, emise oxidu dusného či metanu. Snižuje vyplavování živin z půdy a, nebo dokáže zvýšit retenci. Má ale mnoho dalších vlastností, které všestranně napomáhají v rázu půdy. Bylo by vhodné těmto věnovatvětší pozornost, neboť ke snížení produkce plodin v budoucnu nejspíše nedojde, a tak bude potřeba těchto látek více a více. Vhodné a kvalitní obhospodařování půdy s respektováním zachování kvality životního prostředí je základem pro trvalou udržitelnost zemědělského působení v krajině. Pro další popis a pochopení všech půdních procesů je potřeba dalších výzkumů, jako například kontinuální měření půdních vlastností s využitím moderních technologií, vyvíjení nových látek pro zlepšování půdních vlastností a v neposlední řadě hledání efektivních opatření pro zmírnění sucha, povodní a eroze.

10 Závěr

Cílem této práce bylo popsat nynější situaci, která se týká problémů jako jsou výkyvy počasí, tedy například plošné globální oteplování, stoupající teploty nebo jiné hydrologické extrémy jako sucho nebo opačný jev, povodně. Dále bylo účelem seznámit čtenáře komplexně o půdě, jejím složení, významu, vlastnostech, funkcích a následně charakterizovat pomocné půdní látky, ať už se jedná o přírodní nebo průmyslové, které se aplikují do půdy na území České republiky. Jak jsou pro půdu přínosné, jejich výhody a nevýhody, vedlejší účinky a neposledně také samozřejmě jejich krátký popis. Protože se jedná o rešeršní práci, nebyly zde tvořeny žádné výzkumy ani odběry. Autor měl za snahu vyhodnotit a upozornit čtenáře například na to, že některé lidské činnosti přispívají právě k samotným problémům. Sucho je přirozený jev, který se periodicky v určité míře vyskytuje téměř ve všech oblastech na Zemi. Lidé by ho ale mohli částečně zmírnit nebo aspoň mu předejít. Plýtvání vodou je nadměrné, pitná voda je používána i tam, kde není třeba. Povodním taky nelze zcela zabránit. Jejich škodám lze ale předcházet díky různým opatřením. Tady člověk nemá až tak velký podíl na její příčině, spíš nedbá na možná rizika. Výstavba by se měla přesunout jinam než do záplavových oblastí a opatření by se měla vylepšit a sjednotit a klást na ně důraz ve správný čas. Ke změně klimatu už lidské činnosti opět napomáhají více. Každoroční se zvyšující teploty, zejména v posledních letech sužují každého z nás, ale i úrodu a celkově i životní prostředí a zvířata a rostliny v něm. Bylo by dobré omezit například určité prvky, které zvyšují skleníkový efekt, avšak v této době, která dbá hodně na ekonomický ráz, to jen tak nepovolí. V kapitole o půdě je čtenář obeznámen, jak půda funguje a jak by k ní člověk měl přistupovat. Jedná se o velmi cenný prvek, o který je třeba náležitě pečovat, avšak sektor zemědělství, který funguje na bázi intenzivního zemědělství upřednostňuje spíše rychlou produkci a velkou úrodu bez ohledu na následky, co pak celý půdní profil odnáší. Jsou zde popsána i hnojiva různých druhů. Základní přírodní hnojiva při masové produkci nestačí a jsou proto používána i další chemická, která právě napomáhají rychlému růstu a určitému objemu produkce. Do toho jsou aplikovány další různé prostředky, které vylepšují a usnadňují pěstování. Pesticidy a další podobné látky sice splní svůj účinek, ale stejně jako některá hnojiva mají vedlejší účinky, které následně mohou způsobit škody jak v půdě, organismech, vodních tocích a celkově v přírodě, tak i na konečném spotřebiteli. Existují také charakterizované půdní pomocné látky, které se snaží balancovat následky způsobené právě suchem, nadměrným množstvím vody,

škodlivých látek apod. Na tyto látky by se měl klást velký důraz, protože do budoucích let by mohly být výrazným pomocníkem, co se vlastností půdy týče. Po shrnutí této práce lze závěrem říci, že by se každý jedinec měl zamyslet nad činnostmi, co vykonává a jestli jsou správné. Ať už se jedná o zemědělce, který provádí špatně orbu na poli, která může vést k extrémním erozím nebo běžný člověk používající určitý prostředek, co zbytečně zahlcuje ovzduší nebo celkově životní prostředí, až po jedince, který zbytečně plýtvá vodou. Uvedeným jevům nelze stoprocentně zabránit, jejich tempo bude růst, ale může se tímto zpomalit. Do budoucna by se měl také klást důraz právě na vývoj těchto pomocných půdních látek, neboť nám zabezpečují úrodu a ta je základem všeho.

11 Seznam použité literatury

- 1) Autorský kolektiv Cenia, ©2008: Hospodářství a životní prostředí v České republice po roce 1989 (online) [cit.2021.02.18.], dostupné z https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2019/04/Hospodarstvi_a_ZP_CR_po_roce_1989.pdf.
- 2) Baier J., Baierová V., 1985: Abeceda výživy rostlin a hnojení. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 360 s.
- 3) Behringer W., Cinke V., 2010: Kulturní dějiny: Od doby ledové po globální oteplování. Paseka, Praha. ISBN 978-80-7432-022-4.
- 4) Bičík I., 2009: Půda v České republice., Consult, Praha, 255 s. ISBN 80-903482-4-6.
- 5) Bogárdi J., 1974: Sediment transport in alluvial streams. Akademia Kiado, Budapest, 66 s.
- 6) Bonaccorso B., Castiglione L., 2007: Guidelines for planning and implementing drought mitigation measures, Department of Physics. University of Rome “La Sapienza”, Rome, 347s.
- 7) Brtnický M., 2015: Půdoznalství v kostce. Mendlova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-28-3-0.
- 8) Bucharová J., 2017: V čem tkví rozdíl mezi minerálními a organickými hnojivými (online) [cit. 2021.03.17.], dostupné z <https://www.ireceptar.cz/zahrada/pouzivate-mineralni-nebo-organicka-hnojiva-v-cem-tkvi-rozdil.html>.
- 9) Camps M., Tomlinson T., 2015: The Use of Biochar in Composting. International Biochar, Initiative 5: 1-5.
- 10) Carvalho R. P., Moriera R., Cruz M., Fernandes D. R., 2014: Organomineral fertilization on the chemical characteristics of Quartzarenic Neosol. Scientia Horticulturae, Brazil, 126 s.

- 11) Cílek V., Just T., Sůvová Z., Mudra P., Rohovec J., Zajíc J., Dostál I., Havel P., Stoch D., Mikuláš R., Nováková T., Moravec P., 2017: Voda a krajina, Dokořán, s.r.o., Praha.
- 12) Cushman T. G., 2013: Guano and the opening of the Pacific World: A global ecological history. Cambridge University Press, New York. 26 s.
- 13) Daňhelka J., 2004: Katastrofální povodeň v srpnu 2002., Geografické rozhledy č. 4, r. 13: 90–91 s.
- 14) Dobinski W., 2011: Earth – Science Reviews, č. 10: 115 – 166 s.
- 15) Eckehart R., Kleinschmit P. 2000: Zeolites (online) [cit. 2021.02.23], dostupné z https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14356007.a28_475.
- 16) Falbe J., 1980: Chemierohstoffe aus Kohle. Izd. Chimija, Moskva, 18 s.
- 17) Gulička J. 1985: Ekologické faktory půdy, Ekologie živočichů. SPN, Praha, 109-132s.
- 18) Holý, M., 1994: Eroze a životní prostředí. Vydavatelství ČVUT, Praha, 241– 74 s.
- 19) Hynek A., 1984: Pedologie, 1. vyd. Státní pedagogické nakladatelství, Olomouc, 320 s.
- 20) International Biochar Initiative ©2018: About biochar (online) [cit. 2021.02.22], dostupné z < <https://biochar-international.org> >.
- 21) Jandák J., Prax A., Pokorný E., 2004: Půdoznalství, 1. vyd. Mendlova zemědělská univerzita v Brně, Brno, 142 s. ISBN 80-7157-559-3.
- 22) Jandák, J., Prax, A., Pokorný, E., 2004: Půdoznalství – skriptum. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

- 23) Jeffrey S., van Groenigen J., Voorde T. F. J., Stoof C. R., Mommer L., Bezemer T.M., Meidners M.B.J., 2015: Biochar application does not improve the soil hydrological function of a sandy soil., *Geoderma* 14,: 251 – 252. s.
- 24) Jeřábková J., 2019: Proč je důležitá organická hmota v půdě (online), [cit. 2021. 02.18.], dostupné z <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/proc-je-dulezita-organicka-hmota-v-pude>>. ISSN: 1801-2655.
- 25) Jirát P., 2017: Zeolit kámen (online) [cit. 2021.02.22], dostupné z <http://zeolitkamen.cz/zeolit?fbclid=IwAR2wsiTLbCvwFcyaX6iGIrEfUFjqEbWamTiukES-PSUzknYQLjop4Yb6caA>.
- 26) Kalina M., 2004: Kompostování a péče o půdu. Praha Grada, Praha, 116 s. ISBN 80-247-0907-4.
- 27) Kalina M., 2016: Hnojení půdy a kompostování v zahradě. Grada Publishing, Havlíčkův Brod, 10 s.
- 28) Kameníček T., 2017: Polymerní systémy pro zvýšení retence vody v půdním prostředí. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, 65 s.
- 29) Kasal P., 2007: Nové technologie zakládání porostů. *Zemědělec*, č.9, 23–25.
- 30) Kozák, J., Státníková P., Munzar J., Janata J., Hančil V.a kol., 2007: Povodně v českých zemích. Professional publishing, Praha
- 31) Kromka M., Bedrna Z., 2002: Hygiena pôdy. Univerzita Komenského, Bratislava, 86–90 s. ISBN 80-223-1602-4.
- 32) Kutílek, M., 2004: Soil hydraulic properties as related to soil structure. *Soil & Tillage Research* 79: 175-184.

- 33) Lehmann J., 2018: Biochar. (online) [cit. 2021.02.23], dostupné z http://amper.ped.muni.cz/gw/uhel/Lehmann_cz.pdf.
- 34) Logsdon, G. 1994: Worldwide Progress in Vermikomposting. Biocycle, USA, 63 s.
- 35) Ložek V., Cílek V., Lisá L., Bajer A., 2020: Geodiverzita a hydrodiverzita. Dokořán, s.r.o., Praha, 32 s. ISBN 978-80-7363-961-7.
- 36) Máchová J., Hovorka P., 2013: Protipovodňová opatření. Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, Vodňany, ISBN 978-80-87096-17-8.
- 37) Metelks L, Tolasz R., 2009: Klimatické změny: Fakta bez mýtů. Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, Praha 33s. ISBN 978-80-87076-13-2.
- 38) Meteo aktuality ©2021: České klima (online) [cit. 2021.03.15.], dostupné z <https://www.pocasimeteoaktuality.cz/klimatologie/podnebi-sveta/klima-v-cr/>.
- 39) Ministerstvo životního prostředí České republiky ©2007: Co je vlastně půda zač (online) [cit. 2021. 02. 10.], dostupné z www.mzp.cz/cz/puda.
- 40) Ministerstvo životního prostředí, ©2012: Ochrana půdy (online) [cit. 2021.02.18], dostupné z https://www.mzp.cz/cz/ochrana_pudy.
- 41) Mínx L., Diviš R., 1994: Rostlinná výroba - III: (okopaniny). Vysoká škola zemědělská, Praha, 148 s. ISBN 80-213-0154-6.
- 42) Novák P., 2017: Vodní eroze (online) [cit. 2021.03.29], dostupné z <https://www.agrojournal.cz/clanky/vodni-eroze-a-zpracovani-pudy-v-podminkach-cr-248>.

- 43) Parr J., Papendick F., Hornick R.I., Meyer R. E., 1992: Soil quality. Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture, *Agric* 6: 55-11.
- 44) Petřík P., Macková J., Fanta J., 2017: Krajina a lidé. Edice Průhledy, Academia Praha, 1–170 s.
- 45) Peukertová L., 2019: Půda v zahradě a co byste o ní měli určitě vědět (online) [cit.2021.02.18], dostupné z <https://www.magazinzahrada.cz/puda-v-zahrade-a-co-byste-o-ni-meli-urcite-vedet/>.
- 46) Piccolo A., 1996: Humic substances in Terrestrial Ecosystems., Elsevier 1: 225 – 264.
- 47) Pimentel D., Edwards C., 1982: Pesticides and ecosystemekosystém., *Biological science* 7: 595-600.
- 48) Podhrázká J., Dufková J., 2005: Protierozní ochrana půdy., Mendlova zemědělská a lesnická univerzita Agronomická fakulta, Brno, 99 s.
- 49) Podhrázká J., Uhlířová J., 2007: Projekt hodnocení účinnosti protierozních a protipovodňových opatření. *Pozemkové úpravy*, č.61: 10 -12s. ISSN 1214- 5815.
- 50) Prax, A., Jandák, J., Pokorný, E., 1995: Půdoznalství. Skriptum, MZLU. Brno,153 s.
- 51) Richter R., Hlušek J., Tesařová M., 2005: Pomocné látky ovlivňující složku půdy, *Úroda* 4: 30–36. ISSN 0139-6013.
- 52) Sobíšek B., Krška K., Munzar J., 1993: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha, 594 s. ISBN 80-85368-45-5.

- 53) Soukupová J., Bakoš J., 2012: Povodně jako mimořádná událost: sborník z workshopů a seminářů Protipovodňového vzdělávacího a výzkumného centra. Masarykova univerzita, Brno, ISBN 978-80-210-6050-0.
- 54) Statistická ročenka životního prostředí České republiky, ©2007: Půda a horninové prostředí (online) [cit.2021.01.19], dostupné z www.cenia.cz/web/www/web-ub2nsf/Spid/CENMSFMVTMNS/SFLIE/kap_b3.pdf.
- 55) Syrovátka O., Šír M., Tesař M., 2001: Změna přístupů ke krajině (online) [cit. 2021.02.04], dostupné z www.jeseniky.ecn.cz/Herminovy/Studie/Syrova.htm.
- 56) Šarpatka B. 2014: Pedologie a ochrana půdy. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, ISBN 978-80-244-3736-1.
- 57) Šarpatka B., 1996: Pedologie. Univerzita Palackého, Olomouc, 235 s. , ISBN 80-7068-590.
- 58) Šimek M., 2004: Základy nauky o půdě - 4. Degradace půdy. Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, České Budějovice, 225 s.
- 59) Šimon J., 1994: Uplatnění hnojiv během zúrodnování půd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 55–72 s.
- 60) Šípek V., Hnilica J., Vlček L., Hnilicová S., Tesař M., 2020: Influence of vegetation type and soil properties on soil water dynamics. Journal of Hydrology 4: 82-85.
- 61) Tallaksen L., Van Lanen H. A. J., 2004: Hydrological drought: Processes and estimation methods for streamflow and groundwater. Elsevier 48: 579-580 s.
- 62) Tichý R., 2015: Bio pěstování vs. chemie: výhody a nevýhody + mýty a fakta (online) [cit. 2021. 03. 17.], dostupné z <https://magazin.specialnizahradnictvi.cz/bio-pestovani-vs-chemie-vyhody-a-nevyhody-myty-a-fakta/>.

- 63) Tomášek M. 2000: Půdy České republiky. Český geologický ústav, Praha, 67 s. ISBN 80-7075-403-6.
- 64) Trojan M., 1991: Vybrané kapitoly z anorganické technologie: Kyselina fosforečná a její sole, průmyslová hnojiva, další průmyslově významnější anorganické sloučeniny. VŠCHT, Pardubice, 177 s. ISBN 80-851-1338-4.
- 65) Tuháček M., Jelínková J., 2015: Právo životního prostředí. Masarykova univerzita, Brno, 156 s. ISBN: 978-80-247-5464-2.
- 66) Viden I., 2005 : Chemie ovzduší, VŠCHT, Praha ISBN 8070805714.
- 67) Vrba V., Huleš. L., 2006: Humus – půda – rostlina, Funkce humusu v ekosystému (online) [cit. 2021.02.18], dostupné <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/humus-puda-rostlina-1-funkce-humusu-v-ekosystemu>>. ISSN: 1801-2655.
- 68) Wichterle K., 2012: Chemická technologie Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava, 125s. ISBN 978-80-248-2579-3.
- 69) Wikens A., Dreiseitl H., Greene J., Jacobi M., Liess Ch., Schwenk W., 2017: Voda v pohybu – úžas v nás. Malvern, Praha.
- 70) Wilhite D.A., Pulwarty R.S., 2005: Drought and Water Crises; Science, Technology and Management Issues CRC Press , Boca Raton FL, 390s.
- 71) Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., Billups, K., 2001: Trends, Rhythms and Aberrations in Global Climate. Science 292: 686–693.
- 72) Zákon č.254/2001 Sb., o vodách.

12 Seznam použitých obrázků

Obr. 1: Koloběh procesů v klimatickém systému (Treut, L.: Klimatický systém země (online) [cit. 05.02.2021], dostupné z [file:///C:/Users/START/Downloads/1.%20kapitola klimaticky%20system%20zeme.pdf](file:///C:/Users/START/Downloads/1.%20kapitola%20klimaticky%20system%20zeme.pdf).

Obr. 2: Špatně zvolený způsob obhospodařování u plodiny kukuřice (Novák, P.: Vodní eroze a zpracování půdy v podmínkách ČR (online) [cit. 25.02.2021], dostupné z <https://www.agrojournal.cz/clanky/vodni-eroze-a-zpracovani-pudy-v-podminkach-cr-248>.

Obr. 3: Praskající půda a následné pukliny v důsledku sucha (Šarpatka, B.: Půda a hydrosféra (online) [cit. 03.03.2021], dostupné z http://www.cittadella.cz/cenia/index.php?p=puda_a_hydrosfera&site=puda.

Obr. 4: Ukázka vrstev půd u permafrostu (Jones, B.: Climate Kids (online) [cit. 03.03.2021], dostupné z <https://climatekids.nasa.gov/permafrost/>.

Obr. 5: Půda a její složení (AF Mendelů: Základní složky půdy (online) [cit. 08.01.2021], dostupné z https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3969&typ=html.

13 Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Určité nástroje pro zmírnění sucha (Bonaccorso, B. Castiglione, L.: : Methods and Tools for Drought Analysis and Management (online) [cit 12.01:2021], dostupné z

[https://www.researchgate.net/publication/227283086_Guidelines_for_Planning_and_Implementing_Drought_Mitigation_Measures.](https://www.researchgate.net/publication/227283086_Guidelines_for_Planning_and_Implementing_Drought_Mitigation_Measures)

Tabulka 2: Členění dle zrnitostního obsahu (Kalina, M.: Písečná půda: I mokrá je dobrá pro hnojení, kypření a mulčování (online) [cit. 04.02.2021], dostupné z <https://izahradkar.cz/zahrada/ochrana-rostlin/vyziva-rostlin/piscita-puda-pece-ni-hnojeni-kypreni-mulcovani/>.

14 Seznam použitých grafů

Graf 1: Ukázka stoupající teploty v jednotlivých desetiletích (Petříková, V.: Průměrné roční teploty v jednotlivých desetiletích (online) [cit. 01.03.2021], dostupné z <https://biom.cz/cz/obrazek/prumerne-rocni-teploty-v-cr-v-jednotlivych-desetiletich>.

Graf 2: Ukázka jednotlivých složek půdy a jejich procentuální zastoupení (AF Mendelů.: Základní složky půdy (online) [cit. 08.01.2021], dostupné z https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3969&typ=html.