

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra plánování krajiny a sídel

**Hodnocení a ochrana antropogenně  
vytvořených půd v České republice**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Khel

Bakalant: Denisa Sojková

ČZU v Praze 2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Denisa Sojková

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

**Hodnocení a ochrana antropogenně vytvořených půd v České republice.**

Název anglicky

**Evaluation and protection of anthropogenic soils in the Czech republic.**

---

Cíle práce

Cílem práce je zpracování literární rešerše na téma hodnocení a ochrany antropogenně vytvořených půd v České republice. Součástí práce bude i vlastní terénní šetření.

Metodika

Bakalářská práce bude dělena na dvě části. Teoretickou část bude tvořit literární rešerše na téma hodnocení a ochrany antropogenně vytvořených půd v České republice. Realita podmínek v naší republice bude konfrontována s dostupnými zahraničními literárními zdroji věnujícími se této tematice. Praktickou část bude tvořit průzkum modelové lokality, na které byla provedena rekultivace. Podmínky této konkrétní lokality budou konfrontovány s aktuálním nastavením ochrany a hodnocení takto vytvořených půd.



**Doporučený rozsah práce**

Nařízení děkana č. 01/2020 – Metodické pokyny pro zpracování bakalářské práce na FŽP.

**Klíčová slova**

rekultivace půdy, klasifikace půd, hodnocení půdy

---

**Doporučené zdroje informací**

- BARNHISEL, Richard I.; DARMODY, Robert G.; DANIELS, W. Lee; AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY., ; CROP SCIENCE SOCIETY OF AMERICA., ; SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. *Reclamation of drastically disturbed lands*. Madison, Wis.: Soil Science Society of America, 2000. ISBN 0891181466.
- BECH, Jaume; BINI, Claudio; PASHKEVICH, Mariya A. *Assessment, restoration and reclamation of mining influenced soils*. London, United Kingdom: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2017. ISBN 9780128095881.
- JONÁŠ, František; VYSOKÁ ŠKOLA ZEMĚDĚLSKÁ V PRAZE. AGRONOMICKÁ FAKULTA. *Rekultivace devastovaných půd*. Praha: VN MON, 1987.
- LHOTSKÝ, Jiří. *Kultivace a rekultivace půd*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1994.
- VOPRAVIL, Jan. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./ Jan Vopravil a kol.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.
- VOPRAVIL, Jan. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2023/24 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Tomáš Khel

**Garantující pracoviště**

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 4. 5. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 7. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2024

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Hodnocení a ochrana antropogenně vytvořených půd v České republice vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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.

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

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

V Praze dne 27. 3. 2024

.....  
Gajková

### **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Ing. Tomášovi Khelovi, vedoucímu mé bakalářské práce, za skvělé vedení, cenné rady, a hlavně za trpělivost a motivující přístup. Dále chci poděkovat mé rodině, mému partnerovi a kamarádům, za podporu. V neposlední řadě bych ráda poděkovala svému dobrému příteli Jindřichu Pernffusovi, za podporu a motivaci ke studiu.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá hodnocením a ochrany antropogenně vytvořených půd v České republice.

Rešeršní část je zaměřena na vliv antropogenních jevů na půdy a vznik antropogenních půd a jejich dosavadní hodnocení. Dále se také zaměřuje obecně na ochranu půdy, jako jsou například třídy ochrany zemědělského půdního fondu a jak postupovat při znečištění půdy. Velká část je právě zaměřena na antropogenní vlivy na půdu, jako například těžební činnost, produkce odpadů a zásahy do krajiny ve formě povolování a rozložení staveb. Těžební činnost se zaměřuje hlavně na rudy a uhlí a v závislosti na ní je zde kapitola i o rekultivaci. Další částí je vhléd do bonitace zemědělských půd ČR a mapování BPEJ a jeho celková skladba. Jelikož se tato práce zaměřuje na hodnocení antropogenních půd, potřebujeme také objasnit, jak funguje celkové hodnocení půd. Důležitou kapitolou je právě nový návrh o rozšíření kódů BPEJ pro antropogenní půdy.

Praktická část spočívá v průzkumu a sondáži modelové lokality, na které byla provedena rekultivace a spadá do antropogenních půd. Výsledky, které jsou znázorněny v přílohách, jsou porovnány s nynějším nastavením hodnocení těchto půd a je zhodnocena důležitost rozšíření kódů BPEJ pro antropogenní půdy.

Klíčová slova:

rekultivace půdy, klasifikace půd, hodnocení půdy

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the assessment and protection of anthropogenically created soils in the Czech Republic.

The research part is focused on the influence of anthropogenic phenomena on soils and the formation of anthropogenic soils and their evaluation so far. In addition, it also focuses on soil protection in general, such as agricultural soil protection classes and how to deal with soil pollution. A large part is just focused on anthropogenic impacts on soil, such as mining activities, waste production and landscape interventions in the form of permitting and building layout. The mining activity is mainly focused on ores and coal and depending on this there is also a chapter on reclamation. The next section is an insight into the bonitation of agricultural soils of the country and the mapping of the BPEJ and its overall composition. Since this work focuses on the assessment of anthropogenic soils, we also need to clarify how the overall soil assessment works. An important chapter is just the new proposal on the extension of BPEJ codes for anthropogenic soils.

The practical part consists in the survey and probing of a model site that has been reclaimed and falls under anthropogenic soils. The results, which are shown in the appendices, are compared with the current assessment set-up for these soils and the importance of extending the BPEJ codes for anthropogenic soils is assessed.

Key words:

soil reclamation, soil classification, soil evaluation

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle BP.....	2
3. Ochrana půdy.....	3
3.1 Třídy ochrany zemědělského půdního fondu .....	4
3.2 Zásady ochrany zemědělské půdy .....	4
3.3 Postup při znečištění zemědělské půdy nebo ohrožení ZPF erozí a opatření k nápravě .....	5
3.4 Ochrana ZPF při stavební, těžební a průmyslové činnosti, terénních úpravách a při hydrogeologickém a geologickém průzkumu .....	5
4. Antropogenní vlivy působící na půdy.....	6
4.1 Produkce odpadů .....	6
4.1.1 Vliv odpadového hospodářství na životní prostředí .....	7
4.2 Zásahy do krajiny .....	8
4.3 Těžební činnost.....	8
4.3.1 Historie těžební činnosti .....	8
4.3.2 Důlní odpad – globální problém (celosvětový) .....	10
4.3.3 Důlní odpad a modifikace krajiny .....	12
4.3.4 Důlní odpad a lidské zdraví .....	12
4.3.5 Těžba uhlí .....	13
5. Rekultivace .....	15
5.1 Rekultivace po hlubinné těžbě.....	15
5.2 Technická rekultivace.....	16
5.3 Zemědělská rekultivace .....	16
5.4 Lesnická rekultivace .....	16
5.5 Hydrická rekultivace .....	17
5.6 Ostatní rekultivace.....	17
5.7 Nové způsoby rekultivací .....	18
6. Bonitace zemědělských půd ČR a mapování BPEJ.....	19
6.1 Bonitační informační systém (BIS).....	19
6.2 Celostátní databáze BPEJ .....	20
6.2.1 Skladba BPEJ.....	21
7. Ochrana a hodnocení antropogenních půd v ČR .....	22
7.1 Vznik antropogenní půdy .....	22
7.2 Klasifikace a hodnocení antropogenních půd.....	23
7.2.1 Komplexní průzkum půd .....	23

7.2.2	Taxonomický klasifikační systém .....	23
7.2.3	Zahraniční klasifikační systémy půd .....	24
7.3	Antroposoly v soustavě BPEJ .....	25
7.4	Vývoj přístupu k hodnocení antroposolů .....	25
7.5	Postup při začlenění antroposolů do soustavy BPEJ.....	26
7.6	Návrh HPJ pro antropozemě .....	27
8.	Metodika .....	30
8.1	Jednotlivé kódy BPEJ na zájmové lokalitě .....	30
8.2	Historický vývoj území .....	32
8.3	Výsledky práce terénní sondáže .....	33
8.3.1	Půdní záznam Sondy L6 .....	35
9.	Diskuze .....	38
10.	Závěr .....	40
11.	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	42

# 1. Úvod

Půda čili pedosféra, je biologicky činná, strukturní porózní vrstva, utvořena na zemském povrchu naší planety, nalezneme ji tedy na povrchu litosféry a je v těsné blízkosti s biosférou, hydrosférou a atmosférou. (Šarapatka et al., 2021) Vznik a vývoj půdy má na starosti vliv půdotvorných neboli pedogenetických procesů, které nastávají díky půdotvorných činitelů. Do půdotvorných činitelů řadíme půdotvorný substrát, organismy žijící v půdě a rostliny, voda, podnebí, reliéf území, čas a člověk. (Šarapatka et al., 2021) Půda plní mnoho funkcí, které jsou nezbytně nutné k zaopatření a uchování života na naší planetě. Tyto funkce se rozdělují na produkční a mimoprodukční a zároveň se navzájem prolínají. Jednou z funkcí je například vytvoření podmínek a prostředí pro živočichy, rostliny a mikroorganismy. Produkce dřeva, technických plodin a potravin, recyklace živin neboli tvoření humusu. Ochrana a filtrace vody, ochrana atmosféry a v neposlední řadě poskytnutí prostoru pro člověka. (Šarapatka et al., 2021)

Antropogenní půdy vznikají na základě vlivů a činností člověka na půdu. Jako příkladem můžeme uvést vznik antropozemí během zemědělských rekultivací vyhlazující těžební činnost v krajině. Půdy jsou po rekultivaci vráceny do zemědělského půdního fondu (ZPF) a následně by jim měl být přidán kód BPEJ. Avšak u antropozemí narážíme na problém v bonitaci, protože tento speciální půdní typ nemá své specifické kódy, které by nám předávaly data o charakteru a vzniku této půdy. Nynější praxe je tedy povinna klasifikovat antropozemě do dosavadních hlavních půdních jednotek (HPJ), ty však obsahují pouze půdy, které vznikají a vyvíjejí se přirozeně, bez vlivů člověka. (Vopravil et al., 2020)

Antropogenní půdy tedy nemají své vlastní kódy BPEJ, které by se jim mohly přiřadit, avšak již existuje návrh o zavedení nových kódů BPEJ, právě pro tyto půdy ovlivněné člověkem. V této práci bylo konfrontováno, na konkrétní lokalitě, nynější nastavení hodnocení antropogenních půd a potřeba zavedení nových kódů BPEJ, právě pro tyto půdy.



## **2. Cíle BP**

Cílem této bakalářské práce je zpracování literární rešerše na téma hodnocení a ochrana antropogenně vytvořených půd v České republice, jak antropogenní vlivy působí na půdu a zhodnocení dosavadní klasifikace a bonitace antropogenních půd v České republice.

Součástí práce je i vlastní průzkum a půdní sondáž modelové lokality, na které byla provedena rekultivace skládky. Výsledky jsou konfrontovány s nynějším nastavením ochrany, hodnocení a přiřazení kódu BPEJ k antropogenně vytvořeným půdám.

### 3. Ochrana půdy

Jak je již zmíněno, půda je nezbytně nutná k uchování života, a proto ji musíme chránit. Pro její ochranu využíváme různé nástroje. Ekonomické nástroje, legislativní nástroje a v neposlední řadě osvěta a rozšíření povědomí lidí o půdě a její důležitosti. Ekonomickým nástrojem jsou zásady správné zemědělské praxe vydané Ministerstvem zemědělství. Jestliže si zemědělci chtějí udržet práva na dotace, tak se musí řídit těmito zásadami, aby se snížila degradace půdy při zemědělském hospodaření. Zásady správné zemědělské praxe jsou soustavně aktualizovány a překontrolovány. Legislativním nástrojem je v České republice zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v němž jsou zakotveny hlavní principy ochrany zemědělské půdy. Ostatní principy jsou detailněji popsány ve vyhláškách, které se zaměřují na určitou konkrétní oblast. Pro kontrolu fungují instituce dohlížející na určité oblasti ochrany. Celostátní institucí pro ochranu půdy zastává Ministerstvo životního prostředí ČR. Další kontrolu na nižších stupních konají krajské úřady, obecní úřady obcí s rozšířenou působností, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a Česká inspekce životního prostředí. (Šarapatka et al., 2021) Ministerstvo životního prostředí dále spolupracuje s dalšími organizacemi, jako například Česká geologická služba, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a Státní pozemkový úřad. (MŽP ©2008-2023)

Evropská unie zatím chystá sjednocené předpisy pro ochranu půdy. V této spojitosti Evropská komise vydala v roce 2006 Tematickou strategii pro ochranu půdy, jež je rozvinuta v Strategii EU pro půdu do roku 2030. Momentálně se v EU jedná o chystání Rámcové směrnice o monitoringu a odolnosti půdy. (MŽP ©2008-2023)

### **3.1 Třídy ochrany zemědělského půdního fondu**

Třídy ochrany jsou zakotveny ve vyhlášce MŽP 48/2011 Sb., ve znění vyhlášky č. 150/2013 Sb., které určují celkem 5 tříd ochrany podle zařazení do kódu BPEJ. Vyhlásili se kvůli ochraně životního prostředí, zabezpečení zemědělské výroby a ochraně úrodných půd. (VÚMOP©2022)

I. třída ochrany zahrnuje bonitně nejhodnotnější půdy v každém klimatickém regionu. Najdeme ji především na rovinatých nebo lehce sklonitých pozemcích a její odebrání ze ZPF nastává pouze ve výjimečných situacích, například při plánech souvisejících s obnovou ekologické stability krajiny či pro liniové stavby, které mají velice podstatný až zásadní význam. (VÚMOP©2022)

Do II. třída ochrany zahrnujeme půdy ukazující nadobyčejné produkční schopnosti, z ohledu ZPF je jejich ochrana vysoká a ze ZPF jsou minimálně odebírány, a to v úvaze na územní plánování. (VÚMOP©2022)

V III. třídě ochrany nalezneme půdy spíše s průměrnou produkční schopností. V územním plánování se tyto půdy mohou užít na výstavbu a ostatní nezemědělské způsoby. (VÚMOP©2022)

IV. třída ochrany má podprůměrnou produkční schopnost, omezenou ochranu a může se upotřebit pro výstavbu a ostatní nezemědělské způsoby. (VÚMOP©2022)

V poslední V. třídě ochrany se seskupují zbylé bonitované půdně ekologické jednotky, které zastupují půdy s velice malou produkční schopností. Bývají to půdy hydromorfní, mělké, silně erozně ohrožené a silně skeletovité, s nízkým stupněm ochrany (zde máme výjimku u vymezených ochranných pásem a chráněných území). Pro tyto půdy se nalezne efektivnější způsob užití, než je ten zemědělský. (VÚMOP©2022)

### **3.2 Zásady ochrany zemědělské půdy**

Dle § 3 zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu je zakázáno způsobit znečištění zemědělské půdy překročením indikačních hodnot (obsah rizikových látek či rizikových prvků), využívat zemědělskou půdu k nezemědělským záměrům bez povolení k odnětí ze ZPF, vyvolávat

hrozbu ve formě eroze překračující dovolené míry erozního ohrožení, narušovat biologické, chemické či fyzikální vlastnosti zemědělské půdy zamokřováním, vysoušením, zhutňováním, narušováním erozí či překrýváním. Zemědělskou půdu můžeme také užít jako plantáž dřevin, nejdéle však po dobu 10 let a půda kterou využíváme pro plantáž nesmí být součástí I. a II. třídy ochrany. (zákon č. 334/1992 Sb.)

### **3.3 Postup při znečištění zemědělské půdy nebo ohrožení ZPF erozí a opatření k nápravě**

Orgány ochrany ZPF pověří původce škodlivého stavu k opatření nápravy a eliminaci závad, přičemž náklady na tyto opatření jsou na původci této závady. Opatřeními jsou například snížení přístupnosti či odsátí rizikových látek a prvků, specifické oseední postupy, meliorační a agrotechnická opatření pozorující zlepšování půdních vlastností, nebo také změna druhu pozemku. (zákon č. 334/1992 Sb.)

### **3.4 Ochrana ZPF při stavební, těžební a průmyslové činnosti, terénních úpravách a při hydrogeologickém a geologickém průzkumu**

Aby při terénních úpravách a stavební, těžební a průmyslové činnosti nedocházelo k poškození ZPF, § 8 zákona č. 334/1992 Sb. uvádí zásady pro ochranu této půdy. Zásadou je kupříkladu uchovat zvláště vrchní kulturní vrstvu půdy, případně i zúrodnění způsobilé zeminy, které jsou uloženy v hlubších částech, na celém zasaženém území a zabezpečit jejich řádné uskladnění pro funkci rekultivace, hospodárné užití či odvoz a rozprostření na vlastní náklady. Uchovávat odklizové zeminy, které jsou z vytěžených prostor a ukládat je na prvním místě na plochy neplodné či na plochy horší jakosti. Jestliže je půda hodna správné rekultivace, zásadou je praktikovat příhodné povrchové změny dotčeného území tak, aby vodními poměry, tvarem a uchováním zeminy byly přichystány na řádnou rekultivaci. Tyto rekultivace by měly být dle schválených plánů, aby dotčené území bylo vhodné k dalšímu plnění funkcí v krajině. Důležité také je provést kroky k zmezení úniku plyných, kapalných a pevných látek, které by poškodily ZPF a jeho vegetační kryt. Při hydrogeologickém a geologickém průzkumu a při údržbě, opravách a budování

podzemních a nadzemních vedení se musí tyto práce provádět přednostně v době vegetačního klidu, praktikovat práce tak, aby na ZPF a jeho vegetačním krytu docházelo k co nejmenšímu poškození a po ukončení prací převést dotčené území do prvotního stavu. (zákon č. 334/1992 Sb.)

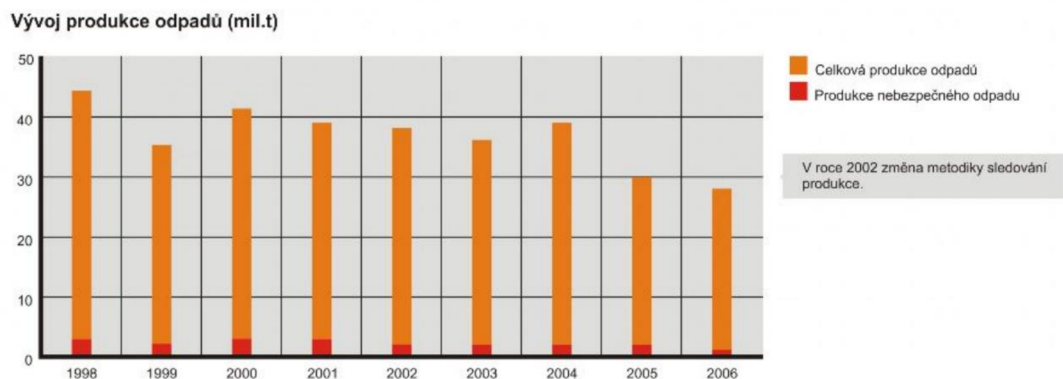
## **4. Antropogenní vlivy působící na půdy**

Na půdu a celkově životní prostředí působí určité vlivy, které dělíme na přírodní a antropogenní. Přírodními jsou kupříkladu přeměny vlastností atmosféry a zemského albeda, kosmické vlivy, klimatické a globální meteorologické změny, biologické faktory, tektonické jevy a přirozená radioaktivita prostředí. Do antropogenních můžeme zařadit především postup a množství odčerpávání přírodních zdrojů, zasahování do krajiny, kvantita a postup tvorby a vypouštění odpadů různých typů do prostředí, vypouštění nenáležitých cizích nebo utvořených druhů organismů do ekosystémů či vypouštění alochtonních látek do ekosystémů. (Lapčík, 1996)

### **4.1 Produkce odpadů**

Před rokem 1990 se v České republice užívalo plánované hospodářství, díky kterému byla tvorba komunálních odpadů zřetelně menší v porovnání se státy Evropy. Charakteristikou tohoto plánování totiž byla nižší výroba a prodej spotřebního zboží a zároveň nižší používání obalových materiálů. (Lapčík, 2009)

Pravidelné a systematické sledování produkce průmyslového a komunálního odpadu začalo až od poloviny devadesátých let, tedy v době, kdy začal být platný první zákon o odpadech. V době ještě před zákonem bylo sledování pouze nárazové. Od zavedení zákona o odpadech se zcela začalo ukazovat užívání a spotřeba nových obalových materiálů, což způsobilo nárůst podílu papírů a plastů v komunálních odpadech. Začínalo vzrůstat užívání trojsložkových nápojových obalů neboli kartónů, nápojových obalů z PET a potravinových fólií. Novým začínajícím trendem je produkování odpadů z elektroniky a elektronických spotřebičů. (Lapčík, 2009)



Obrázek 1: graf vývoje produkce odpadů mezi lety 1998 až 2006 [VÚV T.G.M., v.v.i., CENIA] (Lapčík, 2009)

Údaje o tvorbě odpadů podle nynějších nároků na kvalitu začaly být shromažďovány až poté, co nabyla účinnosti druhá a třetí generace odpadové legislativy, tedy od roku 1998. Všeobecně byl po roce 1998 zaznamenáno mírné zvýšení a dále stagnování roční tvorby komunálních odpadů. Mezi lety 2002 až 2005 se produkce držela přibližně kolem 4,5 mil. tun a v roce 2006 bylo zaznamenáno snížení na 4 mil. tun. (Volaufová, 2008; Lapčík, 2009)

#### 4.1.1 Vliv odpadového hospodářství na životní prostředí

Jestliže jsou odpady rovnou zlikvidovány a nebyla zde snaha je nějakým způsobem užít jiným způsobem, značí to vždy nejméně zábor určitého místa. Nebezpečí nepříznivého působení odpadů na životní prostředí a nevyhovujícím zacházením s nimi probíhalo především bezprostředně pro roce 1989, kdy tvorba odpadů a zacházení s nimi nebylo kontrolováno. Neaplikovaly se nástroje pro správu odpadového hospodářství a odpovídající právní či technologické normy nebyly ustanoveny. Tudíž skládky nebyly zajištěny proti tvorbě infekcí, průsaku vod, úniku lehčích frakcí odpadů do prostředí, neodplyňovaly se a nebyla určena a specifikována povinnost předcházet tvorbě odpadů a zároveň upřednostnit jeho užívání před eliminací, tak jako v současné době. (Volaufová, 2008; Lapčík, 2009)

Provoz a výstavba nových zařízení na energetické využití odpadů podléhá velice přísným podmínkám povolení i samotného fungování, zahrnující i emisní limity, které jsou striktnější než u ostatních energetických zdrojů. Ukazují prozatím ekonomicky nejvhodnější postup, díky kterému se dají užít

komunální odpad na stupeň, pro který jsme zavázáni ve schváleném Plánu odpadového hospodářství ČR, a to bez zdravotních rizik. Potencionální energetické užití komunálních odpadů vede ke snížení části biologicky rozložitelného odpadu, který je skládkován, a tím by se plnil další cíl Plánu odpadového hospodářství. (Lapčík, 2009)

## **4.2 Zásahy do krajiny**

Krajinný ráz, kterým je především historická, přírodní a kulturní charakteristika jisté oblasti či místa, je ochraňován před aktivitami zmenšujícími jeho přírodní a estetickou hodnotu. Zasahování do krajinného rázu, především povolování a rozložení staveb, může být praktikováno jen s pozorností a ohledem na uchování důležitých krajinných prvků, kulturních dominant krajiny, zvláště chráněných území a vztahů v krajině. Velké následky mají liniové stavby (což jsou například dálnice), velké průmyslové komplexy nebo větrné elektrárny. (Lapčík, 2009)

## **4.3 Těžební činnost**

Těžba rud tvoří problém pro životní prostředí, protože vyčerpaná ložiska a také aktivní ložiska zanechávají na těžebních lokalitách, a v jejich okolí, velké množství důlního odpadu, který škodí životnímu prostředí a je také případnou hrozbou pro živé organismy a lidské zdraví. Opuštěné lokality po těžbě představují reálné přírodní laboratoře, ve kterých lze provádět experimenty s novými možnostmi obnovy. (Bech et al., 2017)

### **4.3.1 Historie těžební činnosti**

Důlní činnost a těžba rud probíhá již od počátku civilizace a významně přispěla k celkovému pokroku lidstva. Těžba drahých kovů (zlata a stříbra) a obecných kovů (mědi, železa, olova a zinku) patří k nejdéle trvajícím činnostem. (Dill, 2009; Bech et al., 2017) Používání nerostných surovin a získávání kovů, bylo od raných dob, pokládáno za velkou spoustu zdrojů, od ekonomických, kulturních i technologických. Přispívalo k rozvoji kulturního dědictví, průmyslové historii a také spoustě států vytvářelo velké bohatství. (Hudson-Edwards et al., 2011; Bech et al., 2017) V současnosti se kovy stále těží ve většině zemí světa a jejich primární produkce u mnoha kovů stále roste. Do

roku 1950 se například produkce mědi zvýšila z 2,8 na 9,4 mil. tun, olova z 1,7 na 3,3 mil. tun, chromu z 2,2 na 12,8 mil. tun, zinku z 1,9 na 7,1 mil. tun a niklu z 0,14 na 0,9 mil. tun. (Thornton, 1996; Bech et al., 2017) Jedním z příkladů je produkce rudy, z jednoho z největších dolů na světě, Chuquicamata v Chile, která je přibližně 11,4 miliardy tun. (Nordstrom, 2011; Bech et al., 2017)

Západní země mají dlouhou historii v dobývací činnosti. Prováděli ji ve svých státech, ale i v zahraničí. Například Němci, velice známí důlní dělníci, se usadili na rozmanitých lokalitách v Dolomitech a v Toskánsku v Itálii, kde se dochovaly záznamy o německých hornících. (Costagliola et al., 2008; Fontana et al., 2010; Bech et al., 2017) Jedním z nejvýznamnějších nalezišť v Evropě je pyritový pás Pyrenejského poloostrova (Španělsko a Portugalsko), s více než 80 objevenými nalezišti, která je díky tomuto velkému počtu nalezišť, nejmasivnější sulfidickou provincií na světě. (Perez-Lopez et al., 2009; Gonzalez-Fernandez et al., 2011; Abreu et al., 2012; Bech et al., 2017) Přestože jsou důlní činnosti, na tomto poloostrově, datovány již o chalkolitu, což je tedy 3000 let před naším letopočtem, se zde neustále nachází 1700 mil. tun masivních sulfidických rud, z toho například 35 mil. tun zinku, 13 mil. tun olova a 14,6 mil. tun mědi. (Leistel et al., 1997; Sánchez-España et al., 2006; Bech et al., 2017) V dnešní době je na tomto poloostrově aktivních pouze 5 ložisek z původní přibližné stovky důlních děl.

Rtuť se využívala již od pravěku, ve středomoří (Tunisko, Turecko, Španělsko, Itálie a Chorvatsko), v čase Etrusků, ji pomohli rozšířit hlavně Římané, kteří řídili světovou tvorbu rtuti (přibližně 2000 tun za rok). (Bech et al., 2017)

Její výroba závisela, jako u ostatních kovů, na tržní ceně, avšak v posledních desetiletích, cenu ovládají zvětšující se obavy o ochranu životního prostředí a díky tomu se o rtuť snížila poptávka a tím pádem se i snížily ceny. Tato skutečnost vedla k zavření spousty dobývacích prostorů. (Gemici et al., 2009; Bech et al., 2017)

Na konci 19. století byla objevena jedna z největších důlních pánví na světě s názvem Sudbury, která se nachází v Kanadské provincii Ontario. (Adamo et al., 2002; Bech et al., 2017) Z této důlní pánve pocházelo, v roce 1910, 80 %



všeho niklu světa. Vytěžilo se zde více než 8 milionů tun niklu a mědi, 100 tun zlata, 300 tun platiny, a více než 3200 tun stříbra. S ohledem na dnešní hodnoty se odhaduje, že Sudbury, v minulosti vyprodukovaly kovy v hodnotě 330 miliard kanadských dolarů. (Jakubick and McKenna, 2003; Bech et al., 2017)

K úpadku těžebních činností v Evropě, došlo ve druhé polovině 20. století, neboť většina zdrojů nerostných surovin byla již vyčerpána a spousta dolů se díky tomu úplně uzavřela. Oproti tomu se těžba nerostných surovin rozšířila a povýšila v rozvojových zemích, kde byly nalezena nová ložiska. V dnešní době roste poptávka po nerostných surovinách hlavně kvůli jejich využívání v celosvětovém měřítku. Těžké kovy jsou velmi důležité pro dnešní moderní technologie a používají se ve spoustě odvětví, jako je například elektronika, hutnictví, galvanizérství, malířství, koželužství a v mnoha jiných. (Adriano, 2001; Bech et al., 2017)

#### **4.3.2 Důlní odpad – globální problém (celosvětový)**

Důlní činnost a k ní napojené zpracování kovů směřovala na celé planetě k vytvoření narušení přirozeného koloběhu kovů. (Davies, 1987; Bech et al., 2017) Po celém světě jsou opuštěné a nevyužívané dobývací prostory, které okolo sebe mají spoustu hald s důlním odpadem. Toxické kovy, které se za dobu důlní činnosti rozšiřovaly v okolí dobývacích prostor, zkontaminovaly půdy, vody, sedimenty a celkově narušili životní prostředí v daném místě. (Davies, 1987; Bech et al., 2017)

Kontaminaci z tohoto odpadu musejí čelit různé aspekty, jako například životní prostředí, ke může vznikat okyselování vody a půdy, fytotoxicita, poškození vegetací a celkově komunit lidí obývajících okolí příslušného místa. Geomorfologie, proměnění krajiny a různé geologické nebezpečí, jako je eroze a sesuvy půdy, či povodně a záplavy. Je zde také hygienický aspekt, a to rizikovost s lidským zdravím. Odpad a toxické látky může člověk vdechnout, požit nebo se jich pouze jen dotknout a díky tomu mu mohou začít vážné zdravotní problémy. Nejvíce náchylní jsou na to však lidé, kteří přímo v dobývacím prostoru pracovali, těm se může projevit intoxikace, rtuťová onemocnění nebo otrava díky olovu. (Bech et al., 2017)

Těžba jako taková dopadá na poměrně malé oblasti, tudíž by nemusela utvářet tak velký zásah pro životní prostředí. Špatný vliv na životná prostředí se utváří při těžbě, pražení, mletí, tavení rud a celkově při vzniku odpadního materiálu. Záleží na typu odpadu, který při dobývání vzniká, protože od něj se dále odvíjí různé rozpětí problémů, od kontaminace půdy a sedimentů až po povrchové a podzemní vody. (Wahsha and Al-Rshaidad, 2014; Bech et al., 2017) Znalci usuzují, že na 1 000 kilogramů vytěžené kovové rudy spadá minimálně 1 000 kilogramů důlního odpadu. (Lottermoser, 2010; Bech et al., 2017) Globální vytváření důlních odpadů (tisíce milionů tun za rok), dle Hudson-Edwardse a kol. (2011; Bech et al., 2017), je shodné s kvantem zeminy, která se celosvětově přemísťuje v rámci geologických procesů a také Jakubick a McKenna (2003; Bech et al., 2017) předkládají, že denní kvantum vyprodukované hlušiny za posledních 50 let stouplo o jeden řád, což znamená stovky tisíc tun za den. Bezprostředním dopadem, velkého obsahu toxických těžkých kovů v těchto odpadech, snížením pH a s poklesem mocností půdy, je nesouměrný vegetační pokryv. Tento nesouměrný vegetační pokryv je z velké části tvořen z okoralých lišejníků, mechů a vegetace, která je geneticky tolerantní k velké koncentraci kovů v půdě. (Wahsha et al., 2012; Bech et al., 2017)

Odpad po dobývání také způsobují kyselé důlní vody, vytvářející silné znečištění říčních systémů, které přenášejí nadměrné kvantum kyselosti a rozpuštěných škodlivých prvků, jako například železo, olovo, hliník, arsen, měď a mnoho dalších, a také aniontů jako je  $\text{SO}_4^{2-}$ . (Van Geen et al., 1997; Frau et al., 2009; Bech et al., 2017)

V již už zmíněném Pyritovém pásu, v jednom z nejproslulejších dobývacích míst světa, eroze masivních sulfidů a odvodňování důlních odpadů způsobilo kyselé důlní vody, které jsou považovány za jedinečné ekosystémy, známe jako Odiel a Rio Tinto. (Sanchez Espana et al., 2006; Hudson-Edwards et al., 2011; Bech et al., 2017) Ačkoli však toto místo na první pohled může vypadat, že je zde velice intenzivní kontaminace, jelikož zmíněná voda je zabarvená do červena, převažují názory, že se za každou cenu jedná o ekosystém, který je potřeba si uchovat. (Sánchez España et. al., 2006, 2007; Nordstrom, 2011; Bech et al., 2017)

### **4.3.3 Důlní odpad a modifikace krajiny**

Odpadní materiály nejčastěji utvářejí haldy, kupy, odvaly a až přehrady, které jsou často bez vegetace. S nízkou vlhkostí a problematickými strmými stěnami se stávají nestabilními a lehce erodovatelnými, díky erozi, která vzniká při odtoku vody. Příčiny zrychlené povrchové eroze jsou spojovány i s geologickými, morfologickými a klimatickými okolnostmi. Jedná se například o teplotu, rozprostření dešťových srážek a velký vliv má také vegetační pokrytí na snížení nebo naopak zesílení erozních jevů. V případě, že půdní pokryv chybí nebo je příliš nízký, jak se často stává u půd kontaminovaných kovy, je důlní hlušina značně náchylná k mobilizaci. Dalším případem, který roznáší potenciálně škodlivý odpad a hlušiny, je vítr. Ten dokáže odpad přemístit na sousední zemědělskou půdu a tím ji poškodit. Příkladem podle Davies (1987; Bech et al., 2017) je dobývací oblast v Anglii, kde deflace severních větrů může způsobit odval hlušin až do délky 1800 metrů směrem dolů po údolí. Za prosakování a oběh vody v podloží, kde se voda může dostat do styku s kontaminanty, jsou odpovědné hydraulické vlastnosti mineralizovaných těles, jako například propustnost, hydraulická vodivost a hrubost zrn. (Cidu et al., 2009; Bech et al., 2017)

### **4.3.4 Důlní odpad a lidské zdraví**

Nejvíce ohrožení jsou zaměstnanci začlenění do dobývací činnosti a obyvatelé žijící v přilehlé blízkosti těžební zóny, jelikož je důlní odpad zpravidla ukládán (nebo aspoň tomu tak bylo v minulosti), v době aktivní těžby, v těsné blízkosti důlních děl a sousedících ploch, což způsobuje mnohdy nehody a havárie, jako například sesuvy půdy a pády hornin. (Hudson-Edwards et al., 2011; Bech et al., 2017) Samozřejmě se nejedná pouze o environmentální hrozby, ale důlní odpad bývá často plný toxických nebezpečných látek, které mohou mít neblahý vliv na lidské zdraví. (Ghorbel et al., 2010; Bech et al., 2017) Dle Brevika (2013; Bech et al., 2017) je záležitost lidského zdraví souvisejícího s geologickými procesy běžnější, než si lidstvo před lety myslelo, více než 3 miliardy lidí má zdravotní problémy, které jsou spojené s geologickými procesy.

Na posouzení zdravotních rizik má vliv více složitých faktorů a interakcí mezi nimi, příkladem jsou klimatické podmínky, přesun kontaminace, expozice, ale také požití, kontakt či vdechnutí kovů a uplynulá doba od uzavření dobývacího prostoru. (Bini a Wahsha, 2014; Bech et al., 2017)

V případě, že jsou těžké kovy přijímány v dostatečně velkém množství, mohou být vysoce toxické, způsobovat vážná onemocnění, včetně rakoviny a v některých případech způsobují i smrt. (Steinnes, 2009 a Zhao et al. 2012; Bech et al., 2017) Obzvláště olovo, rtuť, thallium, stříbro a arsen jsou příklady potenciálně škodlivých prvků, které jsou známé pro své neblahé fyziologické účinky při poměrně nízkých koncentracích. (Abrahams, 2002; Bini a Wahsha, 2014; Bech et al., 2017)

#### **4.3.5 Těžba uhlí**

Těžba a užívání fosilních paliv způsobuje velké potíže nejen pro půdu, ale i celkově pro životní prostředí. Z fosilních paliv se nejvíc využívá a těží uhlí. (Lapčík, 2009) Okolo 95 % celosvětové produkce uhlí se těží povrchově a tyto velkolomy mají velký vliv na geomorfologii a utváří tzv. „měsíční krajinu“. Celosvětové rezervy uhlí sahají okolo 909 000 mil. tun a roční těžba je až přes 5 500 mil. tun. Z těchto rezerv má USA 27 %, Rusko 17 %, Čína 12 %, Indie 10 %, Austrálie 9 %, Jižní Afrika 5 %, Ukrajina 4 %, Kazachstán 3% a ostatní státy světa 12 %. (Matyášek et Suk, 2009)

Hnědé i černé uhlí znamená pro naši energetiku elementární surovinu, avšak užití a těžba nesou celý soubor závažných nepříznivých vlivů. Příkladem tohoto nepříznivého vlivu je vytváření oxidu uhličitého, který napomáhá ke vzniku nežádoucího skleníkového efektu. Dále se také při spalování uhlí uvolňují do ovzduší polycyklické aromatické uhlovodíky, což jsou organické kontaminanty, které jsou původcem kontaminace poživatin rostlinného původu. (Lapčík, 2009)

Dalším příkladem nepříznivého vlivu je tvorba hlušin, což jsou odpady z úpraven uhlí, které mohou mít tekutý nebo zrnitý charakter. Kvantita hlušin závisí na mnoha různých činitelích, jako například hloubce ložiska, genezi ložiska, postup těžení a úpravě uhlí, mocnosti slojí a následující popelnatosti

uhlí. Můžeme tím tedy říct, že každá uhelná těžební oblast má specifické hlušiny. (Lapčík, 2009)

Při těžbě uhlí se dále také čerpá důlní voda, na 1 t vytěženého uhlí náleží 1 m<sup>3</sup> důlní vody. U povrchové těžby uhlí je mnohdy zasažena hladina podzemní vody a tím do ní pronikají minerální látky (např. siřičkové minerály). Tyto vody se vyznačují vysokou tvrdostí, vysokým obsahem iontů železa, nízkou hodnotou pH, zvláště nízkým obsahem organických látek a velkým soustředěním rozpuštěných a suspendovaných látek, a proto je nutné tyto vody čistit. (Lapčík, 2009)

Nepříznivým vlivem je také odpadní voda z úpraven uhlí. Jelikož se uhlí těží v neupraveném stavu musíme jej pro další používání upravit v úpravnách. V novodobých úpravnách se uhlí připravuje výhradně ve vodním prostředí. Při úpravě se vytváří kromě zrnitých podílů i surový uhelný kal, který se upravuje flotací a díky tomu se dostává produktu flotačního koncentrátu využitelného v koksárenství. Z těchto úpraven se vypouští odpadní vody pojímající odpadní uhelný kal, který je energeticky nepoužitelný a pojímá 60 ÷ 75 % popela. Odpadní vody z úpraven uhlí můžeme čistit pomocí odkališť či strojně-technologickým postupem a to kalolisováním. (Lapčík, 2009)

U rozsáhlých plánů těžby hnědého uhlí nastává zábor půdy až v rozměru i stovek hektarů a vesměs se jedná o území, které patří do nižších tříd ochrany ZPF. Rekultivace těchto území po těžbě uhlí bývá vyřešena lesnickou rekultivací či hydrickou rekultivací. (Lapčík, 2009)

U nás v České republice dochází k těžbě černého uhlí, hnědého uhlí a druh nejmladšího hnědého uhlí, který se nazývá lignit. Těžbu černého uhlí můžeme u nás najít hlavně v moravskoslezské části hornoslezské pánve (30 % na území ČR, 70 % na území Polska). Záznamy z roku 2006 uvádí, že bylo z 10 ložisek vytěženo celkem 13 017 Ktun černého uhlí ze zásob celkem 16 063 718 Ktun. Dovezlo se 1 981 Ktun a vyvezlo 6 515 Ktun černého uhlí a produktů z něho. Podstatným zdrojem energie v ČR je hnědé uhlí, které se těží v Podkrušnohoří (chomutovsko-mostecká, sokolovská a chebská pánev) na území 1 900 km<sup>2</sup> s rezervou 9 192 305 Ktun (tento stav je k roku 2006). V roce 2006 se v České republice vytěžilo celkem 48 915 Ktun hnědého uhlí. Lignit se v ČR vyskytuje

na jižní Moravě, konkrétně důl Mír v Mikulčicích u Hodonína. Jeho rezerva činila v roce 2006 celkem 976 985 Ktun a roční těžba byla 459 Ktun. (Matyášek et Suk, 2009)

## **5. Rekultivace**

### **5.1 Rekultivace po hlubinné těžbě**

Sanace a rekultivace po hlubinné těžbě jsou legislativně ustanovena v zákonu č. 44/1998 Sb., Horní zákon. Tento zákon prohlašuje, že organizace, která je oprávněná k dobývání dobývacího prostoru, musí zajistit sanaci a rekultivaci, dle zákonů č. 334/1992 Sb., Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu a č. 289/1995 Sb., Lesní zákon, všech pozemků dotčených těžbou a jejich okolí. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

Souhrnný plán sanace a rekultivace, který přikládá organizace k návrhu na stanovení dobývacího prostoru, je součástí Plánu otvírky, přípravy a dobývání a zahrnuje návrh na souhrnné úpravy území a územních struktur dotčených dobýváním. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

Každá organizace, která dobývá dobývací prostory, si musí vytvářet finanční rezervu, která je utvářena na vrub nákladů, které odpovídají potřebám pro sanaci pozemků dotčených těžbou. Organizace musí neprodleně, po ukončení povolení nezemědělské činnosti, realizovat takovou terénní úpravu tak, aby dotčená půda mohla být rekultivována a byla schopná k plnění dalších funkcí v krajině podle schváleného plánu rekultivace. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

Přirozená nebo usměrňovaná ekologická sukcese není, pro rekultivace ploch dotčených dobýváním, vyloučena, ale zároveň se tento postup přímo nedoporučuje a ani není usnadněný. Měl by však být zvolen všude, kde biologické a ekologické průzkumy, které jsou provedeny před ukončením těžby, prokážou přítomnost ohrožených nebo zvláště chráněných druhů hub, planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů, kterým toto oligotrofní prostředí vyhovuje a vyžadují ho. Těmito postupy, je rovněž nutné se zabývat tam, kde v průběhu, nebo případně po ukončení dobývacích aktivit, vznikly samovolnou sukcesí cenné přírodní a přírodě blízké ekosystémy s přírodovědně důležitými společenstvy organismů, které se, na rozdíl s okolní

zemědělsky a průmyslově značně využívanou a hustě osídlenou kulturní krajinou, vynikají vysokou biologickou rozmanitostí druhů a podstatně vyšší ekologickou stabilitou. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

## **5.2 Technická rekultivace**

Sanace zahrnuje technickou rekultivaci, která obsahuje odstranění škod a souhrnnou úpravu degradovaných či zdevastovaných území a územních struktur dotčených těžbou. Ve většině situací jsou technické rekultivace převážně předimenzované a díky tomu také dost nákladné. Při úpravách terénu, po hlubinné těžbě, jsou přemísťována obrovská množství skryvkových zemin neboli haldovin a vznikají pracné úpravy ploch a reliéfu. Vzniká však negativní důsledek, a tím je extrémní snížení morfologické diverzity terénu. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

## **5.3 Zemědělská rekultivace**

Zemědělské rekultivace se převážně provádí na místech, kde již v okolí není možné obstarat kvalitní produkční zemědělské pozemky. Nově utvořené trvalé travní porosty neodpovídají, kvůli jejich druhovým složením, mapám potenciální běžné vegetace České republiky. Kvůli velkoplošným úpravám se vytvářejí nevhodně velké zemědělské plochy, které jsou rozděleny pouze nedostatečným počtem ekostabilizačních prvků, jako jsou například remízky. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

## **5.4 Lesnická rekultivace**

V lesnických rekultivacích se především preferuje hlavně ekonomické využití lesních porostů před ostatními funkcemi lesa. Nynější sadba monokultur jehličnatých stromů na velkých rozlehlých rekultivovaných plochách je v naprostém rozporu s návrhy Ministerstva zemědělství ČR a Ministerstva životního prostředí ČR, které se snaží vést k obnově přirozené druhové skladby lesů v České republice a zároveň nejsou respektovány požadavky, které se týkají minimálních podílů zpevňujících a melioračních dřevin v porostu. Ani u lesnické rekultivace nově vytvářené lesní porosty

neodpovídají mapám potenciální běžné vegetace České republiky, hlavně díky svému monokulturnímu druhovému složení. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

## **5.5 Hydrická rekultivace**

Hydrické rekultivace spočívají v utvoření nového hydrologického režimu v území, které bylo zdevastováno a degradováno antropogenními aktivitami. Vzniklé retenční nádrže i velká rekultivovaná jezera zadržují vodu v krajině, podstatně přispívají ke změně mikroklimatu i lokálního klimatu a mají také významnou roli jako protipovodňová opatření. Na druhou stranu, ale vzniká nežádoucí okolnost, a to je zánik většiny malých tůní, které vznikly v těžebních jamách a jejich okolí, při rozsáhlých terénních úpravách. Nedostatkem tvorby velkých rekultivačních jezer je nedostatek přírodních a přírodě blízkých ekosystémů a také nízká ekologická stabilita nové kulturní krajiny v prostředí jezera, která má především sloužit k rekreaci. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

## **5.6 Ostatní rekultivace**

Ostatní rekultivace se především zaměřují na utváření krajinotvorných prvků zeleně rostoucí mimo les se zejména rekreační, estetickou a sportovní funkcí. Pro převážnou většinu ostatních rekultivací je charakteristická absence přírodních a přírodně blízkých ekosystémů a díky tomu velmi nízká ekologická stabilita nově utvořené kulturní krajiny. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

Návrhy krajiny ekologické obnovy velkoplošných území při využívání obvyklých druhů rekultivací vede k nežádoucímu výsledku. Žádoucím výsledkem je pestrá mozaikovitá krajina se značně vysokou ekologickou stabilitou, kterou rekultivace velkoplošných území ve velkém měřítku nesplňují. Ekologickou stabilitu krajiny podstatným způsobem ovlivňuje nedostatek přírodních a přírodě blízkých ekosystémů, které se utvářejí v územích narušených dobýváním nerostných surovin, přirozenou nebo usměrňovanou ekologickou sukcesí. (Mgr. Gremlica et al., 2011)



## 5.7 Nové způsoby rekultivací

V nových způsobech rekultivací, které se vyznačují vysokou ekologickou a ekonomickou efektivitou, je záměrem sanací a rekultivací, které aplikují přirozenou nebo usměrňovanou ekologickou sukcesi, bezprostřední ochrana ohrožených, a zvláště chráněných druhů hub, planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů. Druhým záměrem je zachovat již existující, z ohledu ochrany přírody, krajiny a biodiverzity, značně cenné přírodní nebo přírodě blízké ekosystémy s přírodovědně hodnotnými společenstvy organismů. Dalším záměrem je zajistit v místech narušených, zdevastovaných a degradovaných územích, s vyhovující morfologií terénu, vytvoření přírodních a přírodně blízkých ekosystémů. Nejpriznivější způsob je, s ohledem na podmínky dané rozlohou a rázem poškozeného území, příslušně zkombinovat klasické technické a biologické rekultivace s přírodě blízkými způsoby obnovy. Převážná část klasické rekultivace, jako například technická, lesnická, zemědělská a také ostatní rekultivace, v dnešní době je konána na základě starých a nezaktualizovaných Plánů sanací a rekultivací, které jsou staré až několik desítek let. Tyto plány pro území dotčených dobýváním i Souhrnné plány sanací a rekultivací schválené před začátkem těžby nerostných surovin nemohou být neměnné. Postup rekultivací se musí uzpůsobit aktuální situaci lokalit, zvláště jejich úsekům, kde se nacházejí cenné nově utvořené biotopy, v nichž najdeme ohrožené či zvláště chráněné druhy hub, planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů. Cílovým stavem sanací a rekultivací, které aplikují přirozenou nebo usměrňovanou ekologickou sukcesi, jsou trvalé travní porosty, ve kterých se nachází řídké rostoucí dřeviny mimo les, použitelné k odpovídajícímu dlouhodobě udržitelnému zemědělskému obhospodařování nebo také k přírodě podobné cenné různověké lesní porosty, přiměřené k zeměpisným polohám, nadmořským výškám, lokální morfologii krajiny i k určitým okolnostem rekultivovaných lokalit, jsou použitelné také k hospodářským účelům, založeným na udržitelném lesnickém hospodaření. Tyto lokality se mohou užívat také ke krátkodobé rekreaci, relaxaci či ke sportovnímu užívání. (Mgr. Gremlica et al., 2011)

## **6. Bonitace zemědělských půd ČR a mapování BPEJ**

Dle usnesení vlády ČSR č. 101 z 11. 5. 1971 byl vykonáván bonitační průzkum a vymezení (mapování) bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) na veškerých katastrálních územích ČSR. BPEJ bylo logické vyústění dohotoveného Komplexního průzkumu půd ČR. (Vopravil et al., 2021)

Výzkumné ústavy a instituce, které se účastnily průzkumu:

- Výzkumný ústav ekonomiky zemědělství a výživy (nyní Ústav zemědělské ekonomiky a informací)
- Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby – Ústav půdoznalecký (nyní Výzkumný ústav rostlinné výroby)
- Ústav pro zemědělský průzkum půd (expediční skupina pro průzkum půd)
- Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd (nyní Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy)

Po roce 1989 docházelo k podstatným změnám v majetkoprávních vztazích k zemědělskému majetku a k obnovení vlastnických práv k půdě, tím vzešlo najevo, že užitá přesnost vymezení BPEJ byla nepostačující. Zároveň také vznikla nezbytnost v některých situacích zmapovat a doplnit případy související s degradací půd antropogenního, ale i přírodního původu. Od roku 1998 bylo aktualizování vymezení a mapování BPEJ vzato jako stálá aktivita o kterou se staral Ústřední pozemkový úřad MZe. Tento úřad se v roce 2012 přeměnil na Státní pozemkový úřad. (Vopravil et al., 2021)

### **6.1 Bonitační informační systém (BIS)**

Bonitační informační systém je složitá, souhrnná aplikace, která funguje převážně jako evidence procesu aktualizace BPEJ a ostatních souvisejících činností. Od roku 1994, až do přítomnosti, centrálně ukládá informace o uskutečněných aktualizacích BPEJ na všech katastrálních územích.

BIS se sestává z numerické bonitační databáze a z půdně kartografického informačního systému, základem je databáze popisných informací, která je sdružena s geografickou databází (GIS). (Vopravil et al., 2021)

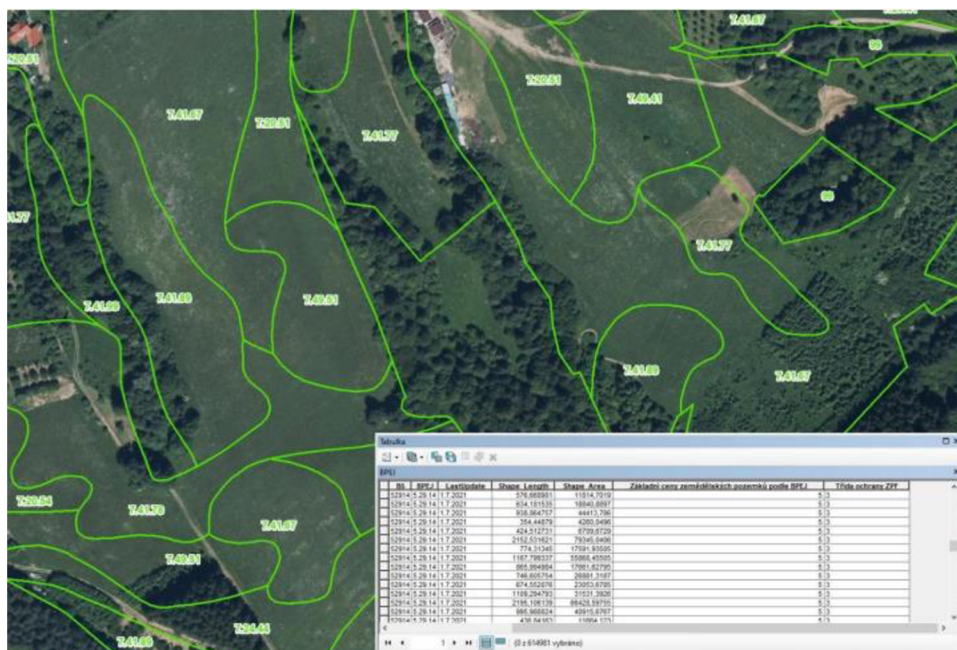
BIS byl utvořen:

- záznamy BPEJ podle katastrálních území (poté podklad pro numerickou databázi)
- výstup z terénu (pracovní mapy bonitace)
- údaje dle uživatelů, okresů a krajů
- sestavitelské originály – podklad pro tisk „A“ map
- analogové mapy „P“ paré (s údaji o sondách) a „A“ paré (aktualizační) viz obrázky 1 a 2
- geodatabáze aktualizací – zapsaná poloha všech měření (GPS) a veškeré popisné informace nutné k aktualizaci plošného rozmístění BPEJ
- numerická databáze vč. aktualizací (planimetrážní list, aktualizací karta a změnový list)
- grafická databáze
- evidence aktualizací

Přístroje GPS se užívají, v terénní oblasti, přímo při obstarávání dat, kdy se zapisují souřadnice všech měření a ostatní popisné informace, které jsou zapotřebí k aktualizaci plošného rozložení BPEJ. Neoddělitelnou a vzácnou složkou BIS je lokalizace půdních sond a jejich popis, který je důležitý při aktualizaci BPEJ. (Vopravil et al., 2021)

## **6.2 Celostátní databáze BPEJ**

Celostátní databáze BPEJ je řízena v souborové geodatabázi ESRI. V bežešvé polygonové třídě prvků je stanovena geometrický segment popisu jednotlivých BPEJ, v databázových tabulkách jsou k nim zadány popisné údaje, i s informacemi o základních cenách zemědělských pozemků podle BPEJ a třídách ochrany zemědělského půdního fondu. Relační třídy zabezpečují spojení mezi popisem objektů a geometrií. (Vopravil et al., 2021)



Obrázek 2: Příklad celostátní databáze BPEJ (Vopravil et al., 2021)

### 6.2.1 Skladba BPEJ

Bonitovaná půdně ekologická jednotka je stanovena pětímístným kódem (viz Obrázek 4). První místo zobrazuje příslušnost ke klimatickému regionu. Druhé a třetí místo stanovuje přidělení půdy do hlavní půdní jednotky klasifikační soustavy (HPJ). Čtvrté místo určuje stupeň sklonitosti, příslušnou expozici ke světovým stranám a jejich společnou kombinaci. Páté místo určuje skeletovitost půdního profilu, hloubku půdy a jejich kombinaci. Systém v současné době vymezuje 2409 kódů BPEJ. (Vopravil et al., 2021)

Klimatický region obsahuje území se zhruba jednotnými klimatickými podmínkami pro růst a rozvoj zemědělských plodin. HPJ je syntetická agronomizovaná jednotka vyznačovaná účelovým seskupením genetických půdních typů, subtypů, zrnitosti, reliéfem území, hloubky půdy, půdotvorných substrátů, typem a stupněm hydromorfizmu. Systém tvoří celkem 78 HPJ, které utváří z geneticko-agronomického hlediska 13 základních soustav.

V dnešní době probíhá zvažování o zvýšení počtu HPJ o půdy vytvořené či jinak ovlivněné člověkem (kultizemě a antropozemě) a půdy vytvořené následkem dopadu procesu vodní eroze (koluvizemě). Návrh na rozšiřování systému BPEJ je již zhotoven, avšak systém BPEJ je značně používán v rámci legislativních a jiných podpůrných nástrojů, na které by toto rozšiřování mohlo

mít vliv, a proto je v první řadě potřebné zjistit a určit dopady tohoto rozšiřování v praxi. (Vopravil et al., 2021)

## **7. Ochrana a hodnocení antropogenních půd v ČR**

Antropogenní půdy neboli antroposoly, můžeme dělit na půdy výrazně upravené lidským působením, jako je například hloubkové kypření, rigolování, vpravení organických látek či melioračních hmot. Jako další jsou kultizemě a půdy plně uměle vytvořené kupříkladu při rekultivacích, aneb antropozemě. Půdy jenž, jsou takto zřetelně antropogenně ovlivněny mohou mít charakteristiku a vlastnosti plně rozdílné od půd vytvořených přirozeně. V nynější době jsou antropogenní půdy stále více rozšířené. (Vopravil et al., 2010; Vopravil et al., 2020)

### **7.1 Vznik antropogenní půdy**

Rozvoj antropogenních půd začal již neolitický zemědělec, který odlesňoval krajinu a začal pěstovat kulturní rostliny. Množství půd, jež si udržely některé rysy a vlastnosti „přirozeného“ rozvoje, je i tak antropicky ovlivňován. Příkladem tohoto ovlivňování jsou území na bývalých vojenských cvičištích, kolem komunikací, v intravilánech obcí a půdy zčásti ovlivněny poddolováním. Půdy erodované a koluvizemě nejsou, v české půdní klasifikaci, řazeny mezi antroposoly, ačkoliv se na jejich vývoji častokrát účastní i nepatřičnou metodu obhospodařování půdy člověkem. (Vopravil et al., 2020) Rozšíření antropozemě je azonální, což znamená, že je nezávislé na nadmořské výšce, klimatu a je zpravidla dána přítomností nerostných surovin, skládek odpadů a zastavěného území. (Vopravil et al., 2020)

V České republice můžeme naleznout rozlehlé povrchy antropozemí, hlavně v rekultivovaných územích po povrchové těžbě uhlí, jako příklad tohoto území můžeme uvést Mosteckou pánev. Mezi antropozemě řadíme i území s poklesy a zamokřením, které vznikají po hlubinné těžbě a ty můžeme nalézt například na Hornoslezské pánvi. Další vznik nastává při rekultivacích po vyčerpání šterkopískoven a pískoven, či po těžbě kaolinu a rud. Při rekultivaci skládek postranních energetických produktů, které vznikají z odsíření tepelných elektráren a při následujících modifikacích popílku produkovaného při

spalování uhlí. Speciálním druhem antropozemí jsou půdy utvořené na různorodých typech skládek. Jedná se například o rekultivace klasických „oficiálních“ skládek, nebo o „zahrazení“ či „zamaskování“ tzv. černých nelegálních skládek. V dnešní době je možné očekávat větší reprezentaci a rozdílné kvality antropozemí ve spojení se zvětšující se výstavbou, v okruhu velkých měst. Toto území je velmi ovlivňováno povahou lidské aktivity, kterou bylo utvořeno, či povahou materiálu, kterým je utvořeno. U těchto půd nastává větší šance kontaminace a intoxikace než u jiných typů půd, kvůli tomu je nutné věnovat pozornost zvětšené obezřetnosti při jejich užívání. (Vopravil et al., 2010; Vopravil et al., 2020)

## **7.2 Klasifikace a hodnocení antropogenních půd**

### **7.2.1 Komplexní průzkum půd**

Mezi lety 1960 až 1972 byl na veškerém území bývalého Československa, uskutečněn Komplexní průzkum půd. Antropogenní půdy se v Komplexním průzkumu půd řadily podle dané klasifikace elementární stratigrafií, a to na ornici, eventuálně hlubší humusový horizont a přemístěný substrát. Toto seskupení půd obsahovalo půdy rozdílných atributů dle povahy substrátu a postupu rekultivace, které výstižnými kultivačními zásahy ztratily zcela charakter originálního půdního profilu. Půdy, silně upraveny aktivitou člověka, byly přiřazeny jako subtypy k určitému půdnímu typu s pojmenováním vysoké úrovně ovlivnění úrodnosti půdy. V elementární půdní mapě Komplexního průzkumu půd byly antropogenní půdy na stupni genetického půdního představitele značeny velkými písmeny AN, na stupni subtypu malými písmeny an za odpovídajícím půdním typem. (Němeček et al., 1961; Vopravil et al., 2020)

### **7.2.2 Taxonomický klasifikační systém**

Dle validního Taxonomického klasifikačního systému půd České republiky se antropogenní půdy klasifikují do referenční skupiny antroposoly, která obsahuje dva půdní typy, a to kultizem a antropozem. Kultizemě je dělena na subtypy hortickou, která má zřetelně ovlivněnou vrchní část profilu zapravenými organickými látkami, kypřenou, ta zahrnuje hlubinné kypření

těžkých, semihydromorfních a hydromorfních půd, a rigolovanou, u které jde o hlubinné zanášení organických a minerálních hnojiv. Antropozem obsahuje subtypy humózní, hlubokohumózní, spolické, terasované, překryté, pelické, urbické, arenické, sulfidické, redukované, intoxikované, kontaminované, skeletovité, glejové a oglejené. Antropogenní půdy, u nichž není porušena zcela stavba půdního profilu, jsou přiřazeny k určitým půdním typům s přiděleným subtypem antropická a v určitých okolnostech urbická, či hortická. (Němeček et al., 2011; Vopravil et al., 2020)

### **7.2.3 Zahraniční klasifikační systémy půd**

World Reference Base řadí antropogenní půdy do dvou výchozích půdních tříd, a to do Anthrosols a do Technosols. Třída Anthrosols obsahuje půdy s intenzivním obhospodařováním s četností s těmito diagnostickými horizonty do 0,5 m od povrchu: irrigic, hortie, terric, plaggic, pretic, anthraquic. Další třída Technosols má následující podmínku/y, které se musí pro zařazení dodržet. Jako první je 20 % (objemových) a více artefaktů do 1 m od povrchu (nebo do hloubky výskytu pevné horniny, nebo zpevněné/cementované vrstvy). Dále jsou zde řazeny také půdy se stavební geomembránou v profilu (nepropustnou), kterékoliv mocnosti s četností do 1 m od povrchu. Poslední jsou půdy s technickým materiálem, který začíná do 0,05 m od povrchu půdy. (IUSS Working Group WRB, 2015; Vopravil et al., 2020)

Soil Taxonomy je americký klasifikační systém půd vycházející z geologického podloží, na němž se půda utváří, a z přírodních podmínek území. Tato klasifikace neoznačuje antropozem jako separátní půdní typ a z praktického hlediska ji není možné ani pojmenovat. Antropozem se v tomto systému označuje předponou Anthrepts. Pokud chceme půdy označovat touto předponou, musí zahrnovat „Anthropic epipedon“, což je povrchový horizont ovlivněn člověkem, jenž plní jisté podmínky. Podmínkami jsou například odpovědnost barevné škály, zahrnovat určitý podíl organické hmoty a určitou velikost strukturních jednotek. (USDA ©2016; Vopravil et al., 2020)

### 7.3 Antroposoly v soustavě BPEJ

V prvních dvou vydáních metodik BPEJ antroposoly v soustavě nenajdeme, v pracovních mapách byly pouze vyznačeny navážky, haldy, těžba zemin a lomy. (Vopravil et al., 2020)

V práci Metodika vymezení a mapování bonitovaných půdně ekologických jednotek, z roku 2002, od Mašáta, K., Němečka, J. a Tomiška, Z. bylo dodáno 6. místo kódu BPEJ pro balvanitost a antropozem. V mapě se antropozemě označovaly pomocí přerušované čáry, s indexem AP a šestimístním kódem BPEJ pro vnitřní potřeby. Kultizemě, půdy ovlivňované důlní činností, půdy vojenských cvičišť a újezdů, urbánní a polourbánní půdy nebyly pokládány za antropogenní pro sledovaný účel. V pozdější době se zachycovala pouze balvanitost u samostatných BPEJ. (Mašát et al., 2002; Vopravil et al., 2020) Spojený kód pro antropozem a balvanitost již nebyl zmíněn v posledních metodikách BPEJ a antropogenní půdy byly přirovnány k daným HPJ a bez jakékoliv značky jsou zařazeny do všech 13 skupin půd soustavy BPEJ. (Vopravil et al., 2020)

### 7.4 Vývoj přístupu k hodnocení antroposolů

V roce 1994 bylo zaznamenáno první úsilí o zapojení antropogenních půd do systému BPEJ, a to v práci „*Nástin začlenění antropogenních půd do bonitačního systému zemědělských půd ČR*“. Předložilo se několik návrhů o začlenění, jedním z nich byl index přiřazený ke kódu BPEJ, dodání dalšího čísla ke kódu BPEJ, nová stavba posledního dvojčíslí kódu BPEJ a, nebo také pro nově utvořené půdy dodání dalších HPJ, což byl již v tehdejší době nejpřístupnější návrh, jelikož by šlo o nižší ovlivnění systému a také o nižší přírůstek počtu kódů. (Šefrna et Vaňková, 1994; Vopravil et al., 2020)

Poslední návrh pro začlenění antropogenních půd byl zpracován v roce 2010, v němž byl upřednostněn postup rekultivací, které se začínaly praktikovat v 50. letech 20. století v České republice. Návrh obsahoval celkem 4 HPJ pro kultizemě, z toho 2 HPJ pro půdy širokých zemních teras s antropogenní turbací původních a 2 HPJ pro hluboko kypřené půdy. Dále návrh také obsahoval 12 HPJ pro antropozemě utvořené:



- zemědělskou rekultivací bez překryvné zeminy,
  - překryvem humózními středně těžkými zeminami mocnosti do 0,3 m od lehkých až středně těžkých materiálů,
  - překryvem humózními středně těžkými zeminami mocnosti do 0,3 m těžkými materiály,
  - překrytím zrnitostně různých materiálů středně těžkými zeminami o mocnosti do 0,3 m (nejčastější utvořených díky lesnické rekultivaci),
  - překrytím deponií městských odpadů humózními zeminami o mocnosti do 0,5 m s rizikem kontaminace a intoxikace,
  - překrytím lehkých materiálů humózními zeminami do 0,5 m,
  - třívrstevnou rekultivací – překrytím středně těžkých materiálů nánosem nehumózní zeminy o mocnosti 0,2-0,4 m a následujícím překrytím nánosem humózní zeminy o mocnosti do 0,3 m,
  - třívrstevnou rekultivací překrytím silně skeletovitých nebo těžkých materiálů,
  - překrytím rozličně intoxikovaných nebo kontaminovaných materiálů průmyslových odkališť či městských kalů humusovou zeminou o mocnosti do 0,3-0,6 m,
  - pro degradované a destruované půdy vojenských cvičišť a újezdů,
  - pro půdy degradované hlubinnou těžbou,
  - pro rozličné urbánní a polourbánní půdy obsahující antropogenní skelet a jiné antropogenní pozůstatky s eventuální intoxikací či kontaminací.
- (Vopravil et al.,2010; Vopravil et al., 2020)

## **7.5 Postup při začlenění antroposolů do soustavy BPEJ**

Vopravil a spol (2020) ve svém návrhu o zapojení antropozemí do systému BPEJ, respektive nových návrzích HPJ, uvádí, že neupřednostňuje postup rekultivací kvůli heterogenitě jejich provedení a při zapojení není rozhodující ani důvod vzniku antropogenní půdy. Hlavním ukazatelem zařazení do nové HPJ by se stal zrnitostní ráz profilu, stupeň hydromorfismu a mocnost humózních horizontů. Předností těchto ukazatelů je, že konkrétní přiřazení k HPJ může vykonat zkušený pracovník přímo v terénu, aniž by znal minulost

lokality a prováděl komplikovanou půdní analýzu. Způsob by odpovídal určení jako při mapování klasicky se vyvíjených zemědělských půd. (Vopravil et al., 2020)

Při zapojování antroposolů do soustavy se snaží uchovat systém soustavy se zvážením jejich třídění v rámci TKSP ČR a vytváření kódů BPEJ. Různě přistupuje ke kultizemím, které jsou pozitivně ovlivněny a ke kultizemím zřetelně negativně ovlivněným a k antropozemím. Kultizemě, které jsou pozitivně ovlivněny a lze u nich dle zachovalých profilových znaků a reziduí původních horizontů přidělit jejich původní půdní typy a subtypy, jsou dle návrhu, přiděleny do již existujících HPJ bonitační soustavy. Antropozemě společně s kultizeměmi, které jsou ovlivněny negativně navrhuje zařadit do nových HPJ. (Němeček et al., 2011; Vopravil et al., 2020)

## **7.6 Návrh HPJ pro antropozemě**

Při návrhu přihlíželi k faktu, že postup uskutečněných rekultivací výsypkových substrátů záleží na předpokládaném záměru použití utvořené půdy a na technologických a ekonomických možnostech rekultivace, dále také na přístupnosti vyhovujících melioračních zemin. (Knob et al., 1990; Novotná J. 2005; Vopravil et al., 2020) U antropogenních půd tedy nastává narušení originálních půd a jejich genetických a morfologických znaků, které vystihují přirozený půdní profil. (Lhotský, 1994; Vopravil et al., 2020)

Proces zařazení tedy začíná nejdříve určením genetického půdního představitele, jedná-li se o nově utvořenou nebo silně ovlivněnou půdu. Dalším krokem je popsání charakteru substrátu, ten může být zcela nepůvodní antropogenní, původní nebo převrstvený. Kvůli vrstevnatosti profilu a s těžší zrnitostí nastává možnost oglejení a pseudoglejení, proto v novém návrhu uvádí také možnost popsání hydromorfismu u všech nových HPJ na stupni subtypu „oglejená“. Samostatnou HPJ vytvořili pro půdy vysoce hydromorfnní, právě kvůli vysokému stupni hydromorfismu, který má velký vliv na průběh pedogeneze a mnohdy ovlivňuje produkční schopnost půdy. Dalším významným parametrem uvedli obsah humusu v půdě, jež působí přímo či

nepřímo na rozsáhlou škálu funkcí půdy v krajinném ekosystému, a proto ji v návrhu nových HPJ také berou v úvahu. (Vašků, 2008; Vopravil et al., 2020) Po stanovení HPJ následuje klasické určení BPEJ, stejné jako u mapování jiných zemědělských půd. (Vopravil et al., 2020)

Musí také proběhnout diskuze angažovaných výzkumných pracovišť v rámci organizací státní správy, jako je například Státní pozemkový úřad, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo financí, poněvadž soustava BPEJ se v dnešní době nepoužívá jen na výpočet daní či charakteristiku produkčního materiálu, ale je použita i v rámci několika nástrojů a aplikací, které jsou zakotveny v rozmanitých legislativních nástrojích (třídy ochrany ZPF, mapy mimoprodukčních funkcí půd, nitrátová směrnice, stanovení méně příznivých území, podpora zatravnění či zalesnění ZPF, atd.). (Vopravil et al., 2020)

Obnova systému BPEJ, která by reflektovala realitu a umožňovala aktualizaci či doplňování údajů, je pro nás nezbytná. (Vopravil et al., 2020)

HPJ	Půdní představitel – TKSP 2011	Půdotvorný substrát	Zrnitost do 60 cm	Skeletovitst	Vláhové poměry	Výskyt v KR	Poznámky
AN1	a. humózní a. spolická	překryv humózní zeminou do 0,3 m nad různým mat.	lehčí středně těžká až středně těžká	příměs až středně skeletovitá	vcelku příznivé	0–9	hum. překryv i hlubší, pokud není z Ac horizontu
AN2	a. humózní a. oglejená a. pelická a. spolická	překryv hum. zeminou do 0,3 m nad různým mat.	těžká až velmi těžká	příměs až středně skeletovitá	možnost lokálního převlhčení	0–9	hum. překryv i hlubší, pokud není z Ac h.
AN3	a. humózní a. překrytá	překryv hum. zeminou do 0,3 m nad lehkým mat.	lehčí středně těžká / lehká	příměs až středně skeletovitá	výsušné	0–9	př. rekultivace po těžbě šterku a písku
AN4	a. hlubokohum.	překryv humózní zeminou ≥ 0,4 m nad různým mat.	lehčí středně těžká až středně těžká/ lehká	bez skeletu až slabě skeletovitá	příznivé	0–9	př. rekultivace složišť a odkališť popela, uhlí
AN5	a. hlubokohum.	překryv hum. zeminou ≥ 0,4 m nad různým mat.	těžká až velmi těžká	bez skeletu až slabě skeletovitá	periodicky převlhčené	0–9	př. rekultivace po těžbě uhlí
AN6	„katéna“ a. spolická a. glejová a. oglejovaná a. humózní	různý podle lokality	lehčí středně těžká – těžká	bez skeletu až středně skeletovitá	na ploše variabilní, v poklesu podmáčení a stagnace vody	0–7	pokles půdy př. hlubinná těžba uhlí (Ostravsko, Karvinsko)
AN7	a. humózní hlubokohum. překrytá redukovaná sulfidická kontaminovaná intoxikovaná	p. hum. i nehum. zemi. deponí městských odpadů, skládek, kontam., intoxik. mat. odkališť, městských kalů, odpady po těžbě rud	lehčí středně těžká – těžká	bez skeletu až silně skeletovitá, překryv bez skeletu až slabě skeletovitý	variabilní	0–9	možnost kont., intox., obsahuje ≥ 20 % objemových antropo. mat. – do 1 m, př. rekultivace skládky, městské odpady
AN8	a. urbická a. překrytá a. humózní kontaminovaná intoxikovaná a. skeletovitá	překryv hum. i nehum. zeminou silně skeletovitých mat. ze stavební činnosti, popř. bez překryvu	lehká – těžká	příměs až silně skeletovitá, překryv příměs až slabě skeletovitý	variabilní	0–9	možnost kont., intox., obsahuje ≥ 20 % objemových antropo. mat. – do 1 m
AN9	a. glejová „stagnoglejová“	různé dle lokality	lehká – těžká l + t	bez skeletu až silně skeletovitá	velmi nepříznivé	0–9	snížené, rovinné a nívné polohy

Tabulka 1: Návrh nových kódů HPJ a jejich popis (Vopravil et al., 2020)

## 8. Metodika

Součástí této práce je i terénní sondáž, která proběhla v obci Líbeznice, ve Středočeském kraji. Zájmová lokalita (znázorněna níže na obrázku) je pozemek, který se řadí mezi ornou půdu a nachází se na jihozápadě obce, na konci ulice Zdibská, hned vedle hranic s Pakoměřicemi, u silnice, která vede na Zdiby. Hranice obce Líbeznice jsou na obrázku znázorněny modrou barvou.



Obrázek 3: Lokace terénní sondáže (eKatalog BPEJ©2024)

V zájmové lokalitě, která je na obrázku vyznačena červenou barvou, se nachází celkem dva kódy BPEJ.

### 8.1 Jednotlivé kódy BPEJ na zájmové lokalitě

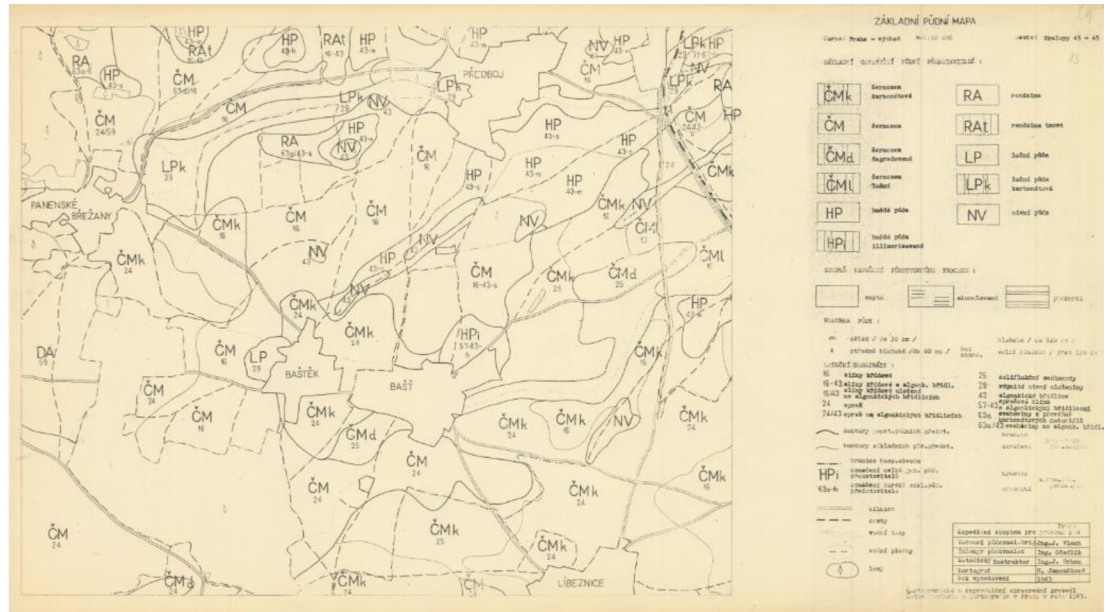
Prvním kódem nacházejícím se na zájmové lokalitě je 2.01.00. Klimatický region 2 se nachází především ve středních Čechách, kde můžeme najít i naši zájmovou lokalitu, také v severozápadních Čechách a na Moravě od Znojma po Brno, jižní část Vyškovské brány a severní a západní část Dyjskosvrateckého úvalu. Klima je zde teplé až mírně suché, průměrná roční teplota se nachází mezi 8 – 9 °C, průměrný úhrn srážek je mezi 500 až 600 mm, pravděpodobnost suchých vegetačních období je 20 až 30 %, vláhová jistota ve vegetačním období 2 – 4 a suma teplot nad 10 °C je 2600 až 2800. Hlavní půdní jednotka označuje tuto půdu jako černozem (modální, modální karbonátová, luvická) s hydrologickou skupinou B, tedy půdy se střední rychlostí infiltrace. Retenční vodní kapacita a využitelná vodní kapacita je u této půdy vysoká. Nejedná se o trvale zamokřenou, periodicky zamokřenou, ale ani vysychavou půdu. Je nevhodná k zalesnění, zatravnění nebo ke stavbě nádrží. Ohroženost acidifikací se nachází mezi hodnotami 25 až 27, tedy ohroženost je nízká. Ohroženost utužením je zde zanedbatelná a je mírně ohrožena potenciální

větrnou erozí. Sklonitost expozice je zde 0, tudíž úplná rovina se všesměrnou expozicí. Tato půda je bezskeletovitá, či s příměsí skeletu do 10 % a hloubka je od 60 cm. Patří do I. třídy ochrany ZPF, tudíž se jedná o nejcennější půdy a ze ZPF se dají vyjmout pouze ve výjimečných situacích. Bodová výnosnost je zde 87, tudíž se jedná o velmi produkční půdu. Základní cena pozemků s tímto kódem je 17,22 Kč za m<sup>2</sup>. Výměra v České republice této půdy je 286,2 km<sup>2</sup>. (VÚMOP©2022)

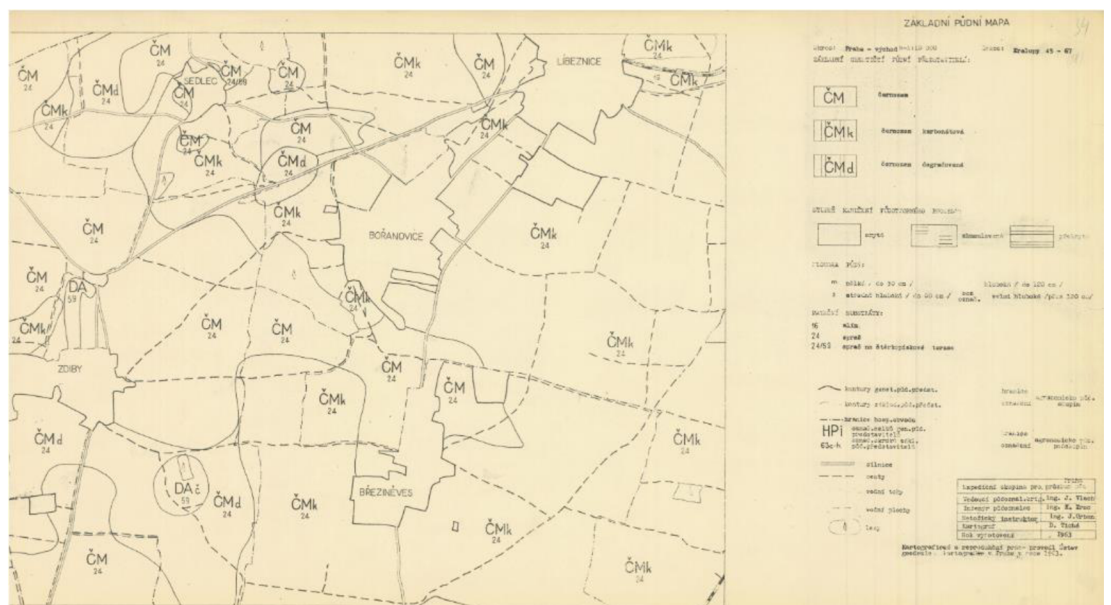
Druhým kódem v zájmové lokalitě je kód 2.26.04, který se nachází pouze jen na části zájmového území. Klimatický region je zde stejný jako u předchozího kódu, tedy teplý až mírně suchý. Hlavní půdní jednotka je však už jiná. Genetický půdní představitel je zde kambizem, která může být modální eubazická či modální mesobazická. Jedná se o půdy s rychlostí infiltrace střední i při kompletním nasycení, středně až dobře odvodněné a jsou hlinitopísčité až jílovitohlinité. Nejsou náchylné na zamokření či vysychání. Zatravnění, zalesnění či stavba nádrží by zde byla nevhodná. Ohroženost acidifikací je zde do 16, tudíž vysoká a ohroženost utužením je vyšší střední. Avšak potenciální ohrožení větrnou erozí zde nehrozí. Nachází se zde úplná rovina se všesměrnou expozicí. Jedná se o středně skeletovitou půdu s celkovým obsahem 25 až 50 % skeletu. Je zde půda hluboká až středně hluboká, tedy hloubka od 30 cm. Spadá do IV. třídy ochrany ZPF, což jsou podprůměrně produkční půdy s omezenou ochranou a není zde problém s využitím například pro výstavbu či jiné nezemědělské činnosti. Bodová výnosnost je 38, tudíž se jedná o velmi málo produkční půdu. Základní cena pozemků s tímto kódem je 5,91 Kč/m<sup>2</sup>, tudíž o více jak 10 Kč levnější než u prvního probíraného kódu. Výměra této půdy v České republice je pouhých 19,4 km<sup>2</sup>. (VÚMOP©2022)

## 8.2 Historický vývoj území

Obrázky 7 a 8 nám zobrazují základní půdní mapy z roku 1963, na kterých můžeme vidět, že na námi vybraném území již v té době byla přisuzována černozem, tedy velice úrodná půda a na některých místech můžeme vidět i černozem karbonátovou.



Obrázek 4: a. Základní půdní mapa z roku 1963 (Komplexní průzkum půd, VÚMOP©2024)



Obrázek 5: b. Základní půdní mapa z roku 1963 (Komplexní průzkum půd, VÚMOP©2024)

Na dané lokalitě díky černozemi bývalo úrodné pole, bohužel v průběhu let, se přestalo obhospodařovat a vznikla zde skládka odpadů, kterou se podařilo zrekultivovat, bohužel ne do původního stavu.



### 8.3 Výsledky práce terénní sondáže

Pro tuto práci bylo na vybrané lokaci zdokumentováno celkem 8 půdních sond (příloha 1 a 2). Z nichž jedna byla vykopána a vytvořil se k ní půdní záznam (příloha 3 a 4), konkrétně sonda L6.

Sondování proběhlo 13.10. 2022 na již zmíněné lokaci v Líbeznicích, při slunečném počasí. Druh pozemku je tedy orná půda, jedná se o malé políčko, které má z jedné strany silnici, z další strany halu a je obeháno strouhou se stromy a keři. Na povrchu se nachází obilovina, plevele a zbytky různých cihel a kamenů.

U první sondy, nazvané L1 můžeme vidět že horizonty A i B jsou antropické a jsou zde zřetelné zbytky popelu a drobného skeletu. Barva je do 18 cm hnědá, od 18 do 40 cm černá a dále se opět vrací do hnědé, na konci můžeme vidět až žlutooranžovou. Zrnitost je do 18 cm hlinitá, od 18 cm do 40 cm hlinitopísčité a od 40 cm hlinitopísčité až písčité.



Obrázek 6: Sonda L1



Druhá sonda L2 má opět horizont A i B antropický, nachází se zde směs zemin a spraš, můžeme vidět i příměs písku. Do 18 cm můžeme vidět hnědou barvu, od 18 do 42 cm tmavě hnědou barvu a od 42 cm světle hnědou barvu. Ke konci můžeme vidět až jílovitou strukturu. Zrnitost zde máme do 42 cm hlinitou a od 42 cm písčitohlinitou.



Obrázek 7: Sonda L2

Třetí sonda L3 má také horizont A i B antropický, je zrnitá a má v sobě kousky skeletu. Jsou zde opět zbytky popelu a lehká příměs písku. V sondě byly nalezeny i kousky skla. Do 27 cm můžeme vidět tmavě hnědou barvu, od 27 cm světle hnědou barvu, a i šedou barvu, díky příměsi popela. Zrnitost je do 27 cm hlinitá a od 27 cm můžeme vidět směs zrnitostí.



Obrázek 8: Sonda L3

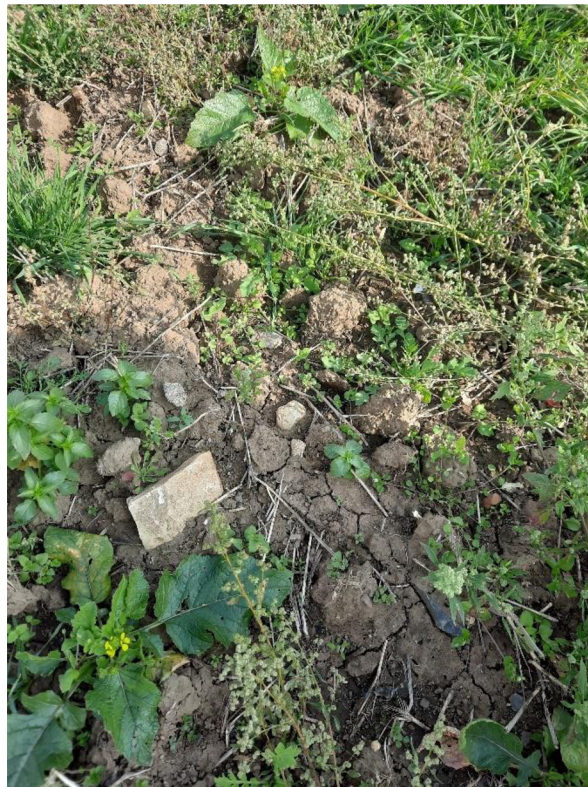
### 8.3.1 Půdní záznam Sondy L6

U sondy L6 můžeme zaznamenat rovinný reliéf s všestrannou expozicí. Na rostlinném krytu jsme mohli vidět klasickou trávu a plevel, ale především různé zbytky po skládkování a po rekultivaci, která neproběhla vcelku profesionálně. Konkrétně kusy skla, cihel, různých kamenů, ale i plastů, které rozhodně nepatří na ornou půdu (viz. Obrázky 12, 13, 14).

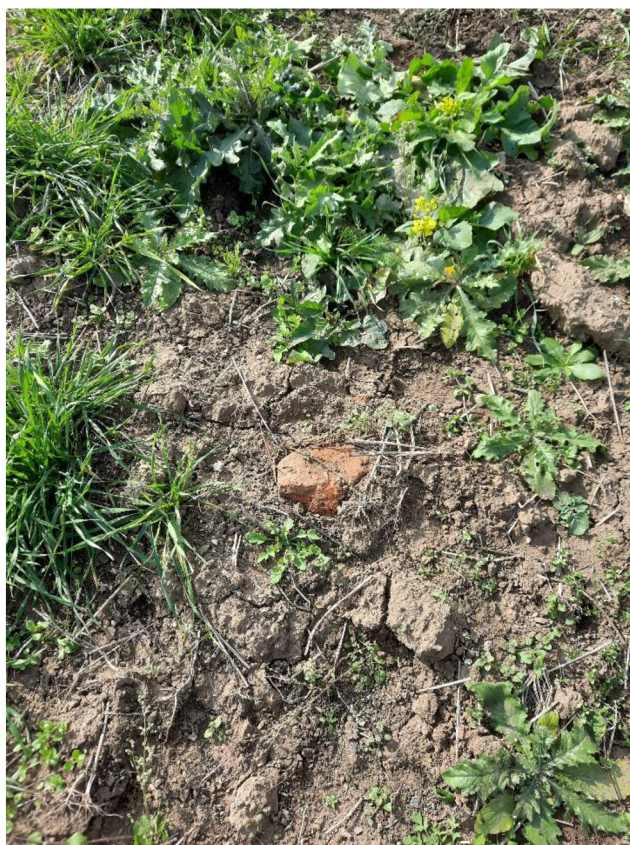




*Obrázek 9: a. rostlinný kryt a jeho stav dané lokality*



*Obrázek 10: b. rostlinný kryt a jeho stav dané lokality*



*Obrázek 11: c. rostlinný kryt a jeho stav dané lokality*

Klimatická oblast číslo 2 a půdotvorný substrát je v tomto případě navážka z pokusu o rekultivaci skládky (antropické zásahy). Podzemní voda zde není žádná a eroze také ne.

Horizont A je zde antropický, tedy označený Az. Barva je pod kódem 7,5 YR 2/2, neboli černo - tmavě hnědá. Strukturu má drobtovitou a jedná se zde o půdu hlinitou bez skeletu. Vláhá je zde soudržná. Jelikož je na lokalitě spousta plevelu je půda značně prokořeněná.

Horizont B je také antropický a značíme ho Bz. Barva je 10 YR 5/6 a 10 YR 2/3, tedy světle hnědá a černo – tmavě hnědá. Struktura je zde hrudkovitá a je to půda hlinitá až písčitohlinitá. Skeletovitost je zde okolo 10 %, najdeme zde valounky křemene, cihlu a úlomky pískovce. Vláhá je stále soudržná.





Obrázek 12: Sonda L6

## 9. Diskuze

Cílem této bakalářské práce bylo prozkoumat hodnocení a ochranu antropogenně vytvořených půd v České republice. Zda je současné hodnocení pro antropogenně vytvořené půdy vhodné nebo by se mělo změnit či doplnit.

Z výsledků můžeme vyhodnotit, že kód BPEJ, který jsme vyhledali díky eKatalogu BPEJ, nesedí s realitou naší zájmové lokality. Hlavním problémem zde bude vznik skládky a její neúplná a nedostatečná rekultivace.

Dle kódu 2.01.00 BPEJ by většinová část naší lokality, na které se dělalo sondážní šetření, měla patřit do I. třídy ochrany ZPF a díky tomu mají být tyto půdy nejcennější a vysoce produkční. Má se jednat o černozem a ohroženost utužení je zde zanedbatelná. Půda by měla být bezskelovitá či s malou příměsí skeletu do 10 %. (VÚMOP©2022)

Výsledky, z několika půdních sond, nám ale ukazují, že jsou zde určité nesrovnalosti. Dle půdních sond můžeme vidět, že půda je antropická, místy je zde hlinitopísčité, písčitohlinitá až písčité. Převážně v horizontu B nalézáme popel, písek, spraš, jílovité struktury, kousky skla, valounky křemene, cihly či úlomky pískovce. Tato skutečnost vznikla, kvůli již zmíněné skládce s nedostatečnou rekultivací. Velký odpad se z lokace sice odvezl, ale jak

můžeme vidět z obrázků, spousta malých nevhodných materiálů zde zůstalo a na ně se pouze navezla nová zemina (horizont A), která se rozprostřela po lokalitě. S tímto způsobem rekultivace můžeme říci, že se nejspíše jednalo o tzv. černou nelegální skládku. I když z historických map, konkrétně z roku 1963, můžeme rozeznat, že zde dříve byla úrodná černozem a na tu by kód 2.01.00 seděl. (Vopravil et al., 2020) Můžeme tedy říci, že kód 2.01.00 BPEJ je nevhodný pro tuto lokalitu, protože tato lokalita nesplňuje jeho požadavky. Tudíž přesně do této situace by se dali aplikovat nové kódy BPEJ pro antropogenní půdy. Tedy nové kódy BPEJ, konkrétněji tedy HPJ, by více seděly na danou antropogenní lokalitu a dokázali by nám předat mnohem přesnější a realističtější informace o půdě, což je pro nás nezbytné. (Vopravil et al., 2020)

V této terénní sondáži byl uveden pouze příklad malého rozměru území, avšak nové kódy BPEJ by se měly aplikovat na všechny antropogenní půdy v České republice, tudíž by přinesly více informací o mnohem více zasažených a narušených půdách, než je jen tato malá skládka, ale kupříkladu o místech, kde probíhala povrchová či hlubinná těžba, jako je například Mostecká pánev nebo Hornoslezská pánev. (Vopravil et al., 2020)

Ve srovnání se zahraničními klasifikačními systémy půd je návrh nových HPJ pro antropogenní půdy více rozvinutý a propracovaný. World Reference Base rozděluje antropogenní půdy do dvou půdních tříd, do Anthrosols a do Technosols. Anthrosols zahrnuje půdy s intenzivním obhospodařováním s četností s těmito diagnostickými horizonty do 0,5 m od povrchu – irrigric, hortie, terric, plaggic, pretic, anthraquic. Další třída určuje podmínku/y, které se musí pro zařazení dodržet, jako například 20 % a více artefaktů do 1 m od povrchu, půdy se stavební geomembránou v profilu (nepropustnou), jakékoliv mocnosti s četností do 1 m od povrchu a půdy s technickým materiálem. (IUSS Working Group WRB, 2015; Vopravil et al., 2020) Soil Taxonomy, americký klasifikační systém půd, vychází z geologického podloží, na kterém se půda utváří, a z přírodních podmínek území. Tento klasifikační systém půd neoznačuje antropozem jako samostatný půdní typ, je pouze označena předponou Anthrepts. Pokud chceme touto předponou označit půdu, musí zahrnovat „Anthropic epipedon“, povrchový horizont ovlivněn člověkem, jenž plní jisté podmínky. Jako například odpovědnost barevné škály, zahrnovat určitý podíl organické hmoty a určitou velikost strukturních jednotek. (USDA ©2016; Vopravil et al., 2020) Z výše popsaného textu můžeme tedy odvodit, že návrh na nové kódy BPEJ, spíše HPJ, je více propracovaný a rozvinutější,

než pokud by se například před už existující půdní typ dala předpona An. Z nových HPJ můžeme vyčíst spousty informací o dané půdě a dokáže nám poradit pochopit jaká půda je, co zde dříve bylo či stále je a na co se máme zaměřit, pokud s ní chceme dále pracovat. Přesný popis nových návrhů pro HPJ se nachází v tabulce číslo 1.

Systém BPEJ je však podstatně používán v rámci několika aplikací a nástrojů, které jsou zakotveny v různých legislativních odvětví, jako jsou například třídy ochrany ZPF, stanovení méně příznivých území, podpora zatravnění či zalesnění ZPF, výpočet daní, charakteristika produkčního materiálu atd. a tím pádem je nutná diskuze angažovaných výzkumných pracovišť v rámci organizací státní správy a zjištění a určení dopadu tohoto rozšiřování v praxi. (Vopravil et al., 2020; Vopravil et al., 2021)

## **10. Závěr**

Cílem této práce bylo zpracování literární rešerše na námět hodnocení a ochrany antropogenně vytvořených půd v České republice. Součástí je i terénní šetření neboli v tomto případě půdní sondáž na vybrané lokalitě v Líbeznicích, porovnání výsledků s kódy BPEJ, které jsou pro tuto lokalitu určeny, díky aktuálnímu nastavení hodnocení takto vytvořených půd a odůvodnění potřeby návrhu nových kódů BPEJ pro antropogenní půdy.

Dle zjištěných výsledků při půdní sondáži můžeme říct, že potřeba nových kódů BPEJ pro antropogenní půdy je odůvodnitelná. U půdních sond provedených při sondáži, můžeme vidět nesrovnalosti s přiřazeným kódem BPEJ. Jelikož BPEJ, které je přiřazené dle eKatalogu BPEJ k zájmové lokalitě, neseďí s realitou daného území, poněvadž dosavadní klasifikace antropozemí je do klasických hlavních půdních jednotek, u kterých se antropozem nebrala v potaz a vycházelo se pouze z půd vyvíjejících se a vznikajících přirozenou cestou, bez antropogenních vlivů. Tím pádem neseďí na antropogenní půdy, a tak skutečnost daných antropogenně ovlivněných půd může být zcela odlišná od dosavadního přiřazeného kódu BPEJ. Tudiž můžeme říci, že nové HPJ pro antropogenní půdy a obnova bonitačního informačního systému, ukazující realitu antropogenních půd, je pro nás nutná. Po diskuzi angažovaných pracovišť a určení dopadů nových HPJ v reálné praxi, by nový návrh o

rozšíření systému BPEJ o antropogenní půdy, konkrétně tedy rozšíření hlavních půdních jednotek, byl velkým krokem, a především velkým přínosem pro bonitaci půd v České republice.



## 11. Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace:

Abrahams P. W., 2002: Soils: their implications to human health. *Science of The Total Environment* Volume 291, Issues 1-3. P. 1 – 32.

Abreu M. M., Santos E. S., Ferreira M., Magalhães M. C. F., 2012: *Cistus salviifolius* a promising species for mine wastes remediation. *Journal of Geochemical Exploration* Volume 113. P. 86 – 93.

Adamo P., Dudka S., Wilson M. J., McHardy W. J., 2002: Distribution of trace elements in soils from the Sudbury smelting area (Ontario, Canada). *Water, Air, and Soil Pollution* Volume 137, Issue 1-4. P. 95 – 116.

Adriano D. C., 2001: *Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals*. Springer New York, New York, 867 s.

Bech J., Bini C., Pashkevich M. A., 2017: *Assessment, restoration and reclamation of mining influenced soils*. Academic Press, an imprint of Elsevier, London, 497 s.

Brevik E. C., 2013: *Soils and Human Health: an overview*. In: Brevik E. C., Burgess L. C. (eds): *Soils and human health*. CRC Press, Boca Raton. P. 29 – 56. ISBN 978-1-4398-4454-0.

Bini C., Wahsha M., 2014: *Potentially Harmful Elements and Human Health*. In: Bini C., Bech J. (eds): *PHEs, Environment and human health*. Springer, Dordrecht. P. 401 – 463. ISBN 978-94-017-8964-6.

Cidu R., Biddau R., Fanfani L., 2009: Impact of past mining activity on the quality of groundwater in SW Sardinia (Italy). *Journal of Geochemical Exploration* Volume 100, Issues 2-3. P. 125 – 132.

Costagliola P., Benvenuti M., Chiarantini L., Bianchi S., Di Benedetto F., Paolieri M., Rossato L., 2008: Impact of ancient metal smelting on arsenic pollution in the Pecora River Valley, Southern Tuscany, Italy. *Applied Geochemistry* Volume 23, Issue 5. P. 1241 – 1259.

Davies B. E., 1987: Consequences of environmental contamination by lead mining in Wales. *Hydrobiologia* Volume 149. P 213 – 220.

Dill H. G., 2009: Pyrometallurgical relics of Pb–Cu–Fe deposits in south-eastern Germany: An exploration tool and a record of mining history. *Journal of Geochemical Exploration* Volume 100, Issue 1. P. 37 – 50.

Fontana S., Wahsha M., Bini C., 2010: Preliminary observations on heavy metal contamination in soils and plants of an abandoned mine in Imperina Valley (Italy). *Agrochimica* Volume 54, Issue 4. P. 218 – 231.

Frau F., Ardaù C., Fanfani L., 2009: Environmental geochemistry and mineralogy of lead at the old mine area of Baccu Locci (south-east Sardinia, Italy). *Journal of Geochemical Exploration* Volume 100, Issues 2-3. P. 105 – 115.

Gemici Ü., Gültekin T., Somay M. A., Toygar A., 2009: Factors controlling the element distribution in farming soils and water around the abandoned Halıköy mercury mine (Beydağ, Turkey). *Applied Geochemistry* Volume 24, Issue 10. P. 1908 – 1917.

Ghorbel M., Munoz M, Courjault-Radé P., Destrigneville Ch., de Parseval P., Souissi R., Souissi F., Mammou A. B., Abdeljaouad S., 2010: Health risk assessment for human exposure by direct ingestion of Pb, Cd, Zn bearing dust in the former miners' village of Jebel Ressay (NE Tunisia). *European Journal of Mineralogy* Volume 22, Issue 5. P. 639 – 649.

Gonzales-Fernandez O., Jurado-Roldan A. M., Queralt I., 2011: Geochemical and mineralogical features of overbank and stream sediments in the Beal Wadi (Cartagena-La Union mine district, Spain). Relation to former lead-zinc mining activities and its environmental risk. *Water Air Soil Pollut* Volume 215. P. 55 – 65.

Gremlica T., Cílek V., Vrabec V., Zavadil V., Lepšová A., 2011: Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin. Ústav pro ekopolitiku, o. p. s., Praha, 108 s.

Hudson-Edwards K. A., Jamieson H. E., Lottermoser B. G., 2011: Mine Wastes: Past, Present, Future. *Elements* Volume 7, Issue 6. P. 375 – 380.

IUSS Working Group WRB, 2015: World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources* No. 106, FAO, Rome, 192 s.

Jakubick A., McKenna G., 2003: Stabilization of tailings deposits: international experience. *Mining and the Environment* Volume 3. P 1 – 9.

Knob J., Ďurišová A., Kostruch J., 1990: Návrh zkrácení biotechnických způsobů zemědělské rekultivace v Ostravsko-karvinském revíru. *Metodika* 4/1990. Výzkumný ústav pro zúrodnování zemědělských půd, Praha, 17 s.

Lapčík V., 1996: Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí. 1. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 128 s. ISBN 80-7078-316-8.

Lapčík V., 2009: Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 253 s.

Leistel J. M., Marcoux E., Thiéblemont D., Quesada C., Sánchez A., Almodóvar G. R., Pascual E., Sáez R., 1997: The volcanic-hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt Review and preface to the Thematic Issue. *Mineralium Deposita* Volume 33. P. 2 – 30.

Lhotský J., 1994: Kultivace a rekultivace půd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha 198 s.

Lottermoser B. G., 2010: *Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts*. Springer Berlin, Heidelberg, 404 s. ISBN 978-3-642-12418-1.

Mašát K., Němeček J., Tomiška Z., 2002: Metodika vymezení a mapování bonitovaných půdně ekologických jednotek, 3. přepracované vydání. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 113 s. ISBN 80-238-9095-6.

Němeček J., 1961: Komplexní průzkum půd ČSSR. Metodika terénního průzkumu půd, sestavování půdních map a doplňkových kartogramů a řešení návrhů na opatření ke zvýšení půdní úrodnosti. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Katedra půdoznalectví a agrochemie Vysoké školy zemědělské v Praze, Laboratoře půdoznalectví při Pobočce ČSAPV, Ústav vědeckotechnických informací ČSAZV, Praha, 202 s.

Němeček J., Mühlhanselová M., Macků J., Vokoun J., Vavříček D., Novák P., 2011: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, 2. upravené vydání. Česká zemědělská univerzita, Praha, 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7.

Nordstorm D. K., 2011: *Mine Waters: Acidic to Circumneutral*. *Elements* Volume 7, Issue 6. P. 393 – 398.

Novotná J., 2005: Fyzikální vlastnosti výsypkových zemin výsypky DAZ: „Z 8 U plynárny“. In: ZO ČSOP Veronica (ed.): Venkovská krajina 2005. Sborník příspěvků z konference. ZO ČSOP Veronica, Brno. P. 104 - 107. ISBN 80-239-4963-2.

Pérez-López R., Sáez R., Álvarez-Valero A. M., Nieto J. M., Pace G., 2009: Combination of sequential chemical extraction and modelling of dam-break wave propagation to aid assessment of risk related to the possible collapse of a roasted sulphide tailings dam. Science of The Total Environment Volume 407, Issue 21. P. 5761 – 5771.

Sánchez-España J., López Pamo E., Santofimia Pastor E., 2007: The oxidation of ferrous iron in acidic mine effluents from the Iberian Pyrite Belt (Odiel Basin, Huelva, Spain): Field and laboratory rates. Journal of Geochemical Exploration Volume 92, Issues 2 – 3. P. 120 – 132.

Sánchez-España J., López Pamo E., Santofimia Pastor E., Reyes Andrés J., Martín Rubí J. A., 2006: The impact of Acid Mine Drainage on the water quality of the Odiel river (Huelva, Spain): evolution of precipitate mineralogy and aqueous geochemistry along the Concepción-Tintillo segment. Water Air Soil Pollution Volume 173. P. 121 – 149.

Steinnes E., 2009: Soils and geomedicine. Environmental Geochemistry and Health Volume 31. P. 523 – 535.

Šarapatka B., Borůvka L., Konečná J., Ph.D., Podhrázská J., Pospíšilová L., Sánka M., Šantrůčková H., Vácha R., Žigová A., 2021: Půda – přehlížené bohatství. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 63 s. ISBN 978-80-244-6023-9.

Šefrna L., Vaňková L., 1994: Nástin začlenění antropogenních půd do bonitačního systému zemědělských půd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 26 s.

Thornton I., 1996: Sources and pathways of arsenic in the geochemical environment: health implications. Geological Society Volume 113. P. 153 – 161.

Van Geen A., Adkins J. F., Boyle E. A., Nelson C. H., Palanques A., 1997: A 120-yr record of widespread contamination from mining of the Iberian pyrite belt. Geology Volume 25, Issue 4. P. 291 – 294.

Vašků Z., 2008: Základní druhy průzkumů pro krajinné inženýrství, využití a ochrany krajiny. Česká zemědělská univerzita, Praha, 396 s. ISBN 978-80-213-1749-9.

Volaufová L., 2008: Hospodářství a životní prostředí v České republice po roce 1989. CENIA, Praha, 188 s. ISBN 978-80-85087-67-3

Vopravil J., Kohoutová L., Khel T., Mgr. Heřmanovská D., Papaj V., Čechura L., Slaboch J., Pavlík F., Poruba M., Czelish R., Soukup M., Blecha M., Sekanina A., Koutná R., Žigmund I., 2021: Bonitace zemědělského půdního fondu, Metodika mapování a aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 172 s.

Vopravil J., Zárubová R., Khel T., Kohoutová L., 2020: Návrh rozšíření systému BPEJ o antropogenní půdy. Zpravodaj HNĚDÉ UHLÍ Volume 2. P. 26 – 32.

Wahsha M., Al-Rshaidat M. D., 2014: Potentially harmful elements in abandoned mine waste. In: Bini C., Bech J. (eds): PHEs, Environment and human health. Springer, Dordrecht. P. 199 – 220. ISBN 978-94-017-8964-6.

Wahsha M., Bini C., Fontana S., Wahsha A., Zilioli D., 2012: Toxicity assessment of contaminated soils from a mining area in Northeast Italy by using lipid peroxidation assay. Journal of Geochemical Exploration Volume 113. P. 112 – 117.

Zhao H., Xia B., Fan Ch., Zhao P, Shen S., 2012: Human health risk from soil heavy metal contamination under different land uses near Dabaoshan Mine, Southern China. Science of The Total Environment Volumes 417 – 418. P. 45 – 54.

Legislativní zdroje:

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fond, v platném znění.

Internetový zdroj:

USDA, ©2016: Soil Texture Calculator. Natural Resources Conservaton Service Soils (online) [cit.2024.03.02], dostupné z <<https://www.nrcs.usda.gov/resources/education-and-teaching-materials/soil-texture-calculator>>.

MŽP, ©2008-2023: Ochrana půdy (online) [cit.2024.03.21], dostupné z <[https://www.mzp.cz/cz/ochrana\\_pudy](https://www.mzp.cz/cz/ochrana_pudy)>.

VÚMOP, ©2022: eKatalog BPEJ (online) [cit.2024.03.21], dostupné z <<https://bpej.vumop.cz/>>.

Ostatní zdroje – uživatelské výstupy:

Matyášek J., Suk M., 2009: Antropogeneze v geologii. Dílo je součástí řešení výzkumného záměru PdF MU „Škola a zdraví pro 21. století“ – MSM0021622421, Masarykova univerzita, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky FRVŠ – projekt 472/2009.

Vopravil J., Rožnovský J., Kohout M., 2010: Uživatelský výstup V004 – Nové vymezení hlavních půdních jednotek (HPJ) v bonitační soustavě půd. Výzkumný projekt NAZV: QH 92030, VÚMOP, v.v.i., Praha.

Lokalita: <i>Lidovnice</i>		Okres:		Datum průzkumu:	
Počasí:		Sondoval:		Zazázka: list č.:	
od-do		vzorek		souřadnice (není-li GPS)	
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	X	Y
L-1	Ap	0-18	L	736968,73	7032627,037
	B <sub>1</sub>	18-40	L		
	B <sub>2</sub>	>40	L		
poznámky (skelet, novotvary...)				substrát	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):				označení půdy (TKSP, 2011)	
<i>profila kromě křídla</i>				ANL	
bonita půdy (BPEJ)					
od-do		vzorek		souřadnice (není-li GPS)	
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	X	Y
L2	Ap	0-18	L	736982,713	703264,518
	A <sub>2</sub>	18-42	L		
	B <sub>1</sub>	>42	L		
poznámky (skelet, novotvary...)				substrát	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):				označení půdy (TKSP, 2011)	
<i>ANL</i>				ANL	
bonita půdy (BPEJ)					
od-do		vzorek		souřadnice (není-li GPS)	
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	X	Y
L3	Ap	0-27	L		
	B <sub>1</sub>	>27	L		
poznámky (skelet, novotvary...)				substrát	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):				označení půdy (TKSP, 2011)	
<i>ANL, na kromě křídla, křídlo</i>				ANL	
bonita půdy (BPEJ)					
od-do		vzorek		souřadnice (není-li GPS)	
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	X	Y
L4	Ap	0-27	L		
	A <sub>1</sub> /C <sub>1</sub>	27-45	L		
	C <sub>2</sub>	>45	L		
poznámky (skelet, novotvary...)				substrát	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):				označení půdy (TKSP, 2011)	
<i>CEm, střední profil, katilové smíšené křídlo</i>				ANL	
bonita půdy (BPEJ)					

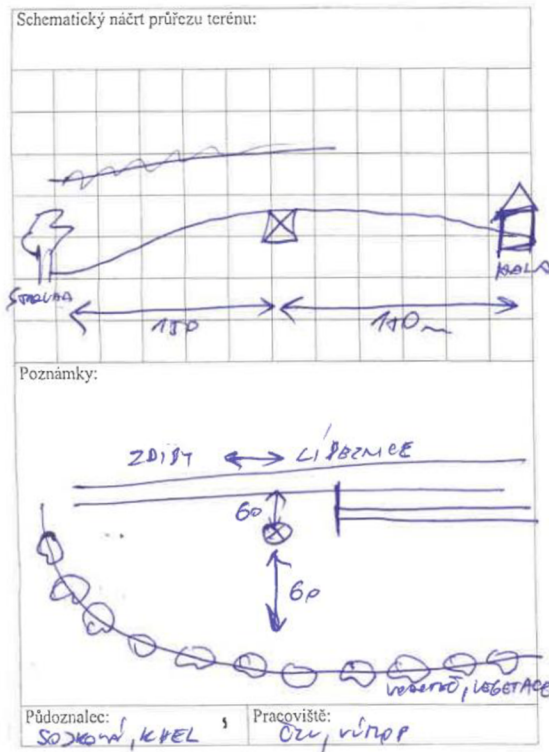
Príloha 1: Sondy 1 až 4



Lokalita:		Okres:		Datum průzkumu:		
Počasí:		Sondoval:		Zazázka: list č.:		
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	poznámky (skelet, novotvary...)	vzorek	
L5	Ap A/Ck Ck	0-27 27-50 >50	L L L	skot, psorodocidita	↓ Ck <sub>3</sub>	
					souřadnice (není-li GPS)	
					X	Y
					substrát	
					označení půdy (TKSP, 2011)	
					bonita půdy (BPEJ)	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):						
CEm						
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	poznámky (skelet, novotvary...)	vzorek	
L6	Ap Bk	0-18 728	L skot	zem. sol, manděky - drobní skot - hřídol vadny		
					souřadnice (není-li GPS)	
					X	Y
					substrát	
					označení půdy (TKSP, 2011)	
					bonita půdy (BPEJ)	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):						
ANk, na rovině - cílky, skot						
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	poznámky (skelet, novotvary...)	vzorek	
L7	Ap Bk1 Bk2	0-20 22-40 >40	L L/L L/skot	skot 3 manděky	↓ Ck <sub>3</sub>	
					souřadnice (není-li GPS)	
					X	Y
					substrát	
					označení půdy (TKSP, 2011)	
					bonita půdy (BPEJ)	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):						
ANk						
sonda	gen. hor.	0 cm	Novák	poznámky (skelet, novotvary...)	vzorek	
L8	Ap A1k Bk	0-18 23-45 45	L L-skot L	peřnat cílky, skot 90% L-skot, 10%, cílky skot + více. cílky	↓ Ck <sub>3</sub>	
					souřadnice (není-li GPS)	
					X	Y
					substrát	
					označení půdy (TKSP, 2011)	
					bonita půdy (BPEJ)	
poznámky (lokalizace, sklonitost, expozice, plodina, HPV, degradace):						
RAN (skot). AN Lk + skot						

Príloha 2: Sondy 5 až 8

Půdní záznam



Sonda č.: L6	Datum: 13.10.2022
Kraj:	Secke mapy:
Místo (ká, místní název, podnik): LÍPBEŇCE,	
Reliéf: ROVINA	
Rostlinný kryt a jeho stav: 10 stromů obilovin, úhorů, plevelů	
Klimatická oblast: 2	Nadmořská výška:
Zmitost: h/h-n	Skeletovitost: 0/10 15%
Sklonitost: 0	Expozice: vstředněna
Půdotvorný substrát: MAMÁŽKA	
Karbonáty a rozpustné soli: 0 →	
Antropické zásahy (meliorace, rekultivace aj.): KULTURNÍ ÚPRAVA SKLADY	
Podzemní voda: 0	Eroze: 0
Označení půdy: ANhLb	
BPEJ:	

Příloha 3: a. Půdní záznam sondy L6

Označení horizontů	Barva	Struktura	Druh	Skeletovitost (síťovitost, kamenitost)	Vlhkost + konzistence	Novotvary + povlaky	Číslo vzorků
10-20 Ap	7,5 YR 4/2 černá tmavá hnědá	pruhovaná	L	0	vlhká soudržná	0 živých pedokopřevládá	S 155 PE 286 PE 55 S 505
20-30 Bz	10 YR 5/6 10 YR 2/3 světlá hnědá černo hnědá hnědá	HRUDKOVITÁ	h/ph	malomnoho křemene 10% cihla, síťovky pískovce	vlhká soudržná	0	S 155 S 148 S 279
30-40							
40-50							
50-60							
60-70							
70-80							
80-90							
90-100							
100-110							
110-120							
120-130							
130-140							
140-150							

Příloha 4: b. Půdní záznam sondy L6