

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Kateřina Eliášová

KRAJINNĚ-EKOLOGICKÉ ZHODNOCENÍ VYTĚŽENÝCH PÍSKOVEN NA TŘEBOŇSKU

Assessment of disused sand and gravel pits in the Třeboň region
from the perspective of landscape ecology

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.

Praha, 2022

Zadání práce

Název práce:

Krajinně-ekologické zhodnocení vytěžených pískoven na Třeboňsku

Assessment of disused sand and gravel pits in the Třeboň region from the perspective of landscape ecology

Cíl práce: Cílem práce je provést inventarizaci a kategorizaci vytěžených pískoven na Třeboňsku a provést krajinně-ekologické zhodnocení těchto lokalit.

Použité metody: rešerše literatury, studium starých map a leteckých snímků, terénní průzkum pískoven, prezentace výsledků ve formě tabulek, grafů a map

Zájmové území: CHKO Třeboňsko

Datum zadání: 16. 12. 2019

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.

Podpis vedoucího práce:

Student: Bc. Kateřina Eliášová

Podpis studenta:

Abstrakt

Práce shrnuje poznatky získané o vytěžených pískovnách na území Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko. Pro zjištění informací o těžbě a pískovnách bylo využito studium písemných dokumentů, starých map, leteckých snímků a terénní průzkum vybraných lokalit. Při průzkumu byla v sektorech o rozloze přibližně 1 ha či délce břehu cca 500 m sledována eroze stěn těžeben, znečištění, využití, půdní kryt, dominantní a invazní druhy rostlin a vlhkost těžeben. Celkem byl vytvořen přehled 127 pískoven, z čehož 37 jich bylo prozkoumáno v terénu. Byla vytvořena klasifikace pískoven na základě stáří, velikosti, vlhkostních podmínek a současného využití. Sledovány byly i změny způsobené těžbou včetně změny půdního krytu a využití míst těžby před těžbou a po těžbě a interakce pískoven s Územním systémem ekologické stability (ÚSES).

Největší počet pískoven je menších rozměrů o rozloze do 1 ha, převažují suché těžebny a nejvíce lokalit bylo dotěženo v 70. až 90. letech. Zhruba v polovině případů byl obnoven půdní kryt či využití z období před těžbou. Hlavní změnou půdního krytu je vznik velkých štěrkopískových jezer a lesních porostů, nelesní povrch je po těžbě více diverzifikován. Pískoven přeměněných na ornou půdu či zastavěných je ve zkoumané oblasti minimum. Hrozby v podobě eroze či znečištění jsou běžné, ale žádnou nelze označit za vyloženě alarmující. Značná je přítomnost invazních druhů, zejména netýkavek (*Impatiens sp.*), které se z pískoven mohou šířit dále do krajiny. Především mladší pískovny jsou často rekultivovány s využitím ekologické obnovy a podporují geo- i biodiverzitu, některé z pískoven se dokonce staly důvodem pro vyhlášení chráněného území.

Byl vytvořen ucelený soupis a rozbor nevyužívaných těžeben štěrkopísku v zájmovém území. Těžební aktivity zanechaly na Třeboňsku trvalé následky, nicméně zejména v posledních dekadách je těžba v pískovnách a jejich rekultivace prováděna s ohledem na ochranu přírodního bohatství oblasti.

Klíčová slova: pískovny, krajinná ekologie, těžba, Třeboňsko, rekultivace, rostlinné invaze

Abstract

This thesis summarizes findings gained about abandoned sand and gravel pits located in the Třeboňsko Protected Landscape Area. A study of written documents, old maps, aerial images and a field survey of selected sites were used to find out information on mining and mining pits. In the survey, erosion of mining walls, pollution, land use, land cover, dominant and invasive plant species and moisture of mining pits were monitored in sectors of approx. 1 ha or the bank length of about 500 m. A total of 127 sites was included, 37 of which were surveyed in the field. A classification has been created based on age, size, moisture conditions and current land use. Changes caused by mining, including changes in land use and land cover before and after mining, as well as the interaction of mining sites with the Territorial System of Ecological Stability (ÚSES) were also monitored.

The majority of sand and gravel pits are small with an area less than 1 ha, dry pits predominate, and most sites were abandoned in the 1970s to 1990s. In about half of the cases, the land cover or land use from before mining have been restored. The main land cover change is the formation of large lakes and forests while the non-forest surface is more diversified after mining. Sites converted into arable land or built-up areas are sparse in the study area. Threats of erosion and pollution are both common, but none can be described as downright alarming. However, there is a significant presence of invasive species, mainly balsams (*Impatiens sp.*), which can spread from pits to the landscape. Especially younger sites are often reclaimed by means of ecological restoration and can promote the geo- and biodiversity. Some of the pits have even become a reason for declaring a protected area.

A comprehensive inventory and analysis of unused sand and gravel pits in the study area has been created. Mining activities have left a permanent imprint on the Třeboň region, but especially in recent decades, mining and reclamation of sand pits has been carried out with respect to protecting the area's nature richness.

Keywords: sand and gravel pits, landscape ecology, mining, the Třeboň region, restoration, plant invasions

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Bc. Kateřina Eliášová

V Praze, 21. 4. 2022

.....

Poděkování

V první řadě chci poděkovat svému školiteli RNDr. Tomáši Matějčkovi, Ph.D. za vedení práce a velmi vstřícný přístup, který mi dodával sílu ve chvílích, kdy se dokončení práce zdálo nemožné. Dále vřele děkuji konzultantovi RNDr. Michalu Poňavičovi, Ph.D. za pomoc s orientací v geologických aspektech tématu a navázání spolupráce i mimo rámec diplomové práce. Díky posílám také do Třeboně vedoucímu tamní Správy CHKO RNDr. Miroslavu Hátlemu, CSc. za poskytnuté informace a umožnění nahlédnout do publikací na pracovišti. V neposlední řadě musím zmínit své blízké, kteří mi byli oporou jak při samotném psaní práce, tak i při provádění terénního průzkumu.

OBSAH

Seznam příloh.....	11
Seznam tabulek	12
Seznam obrázků	13
Seznam použitých zkratk.....	14
1. Úvod.....	15
2. Těžba štěrkopísku	16
2.1 Těžba štěrkopísku v Evropě a ve světě.....	16
2.2 Těžba štěrkopísku v Česku	18
2.3 Ložiska štěrkopísku v Česku	21
2.4 Vliv těžby štěrkopísku na životní prostředí	23
3. Pískovny v krajině.....	25
3.1 Těžba jako příležitost pro oživení krajiny	25
3.2 Rizika pro vývoj pískoven.....	27
3.2.1 Eroze a svahové pohyby	27
3.2.2 Invazní druhy rostlin.....	28
3.2.3 Nelegální skládky odpadu.....	29
4. Rekultivace	30
4.1 Technické rekultivace.....	31
4.1.1 Lesnické rekultivace	31
4.1.2 Zemědělské rekultivace	32
4.1.3 Hydrické rekultivace.....	33
4.1.4 Ostatní rekultivace	34
4.2 Ekologická obnova	34
4.2.1 Spontánní sukcese.....	35
4.2.2 Usměrnovaná sukcese.....	37
4.2.3 Ekologická obnova v těžebních štěrkopísku	38
5. Fyzicko-geografická charakteristika území	41
5.1 Geologický a geomorfologický vývoj území	42
5.2 Klimatické a hydrologické poměry	43
5.3 Půdní poměry.....	44
5.4 Flóra a fauna Třebońska	45
5.4.1 Flóra a fauna písčin.....	46
5.5 Vývoj krajiny a ochrana území.....	47
6. Metodika	49
6.1 Vyhledání bývalých těžebních lokalit a informací o nich	49

6.2	Terénní mapování	50
6.3	Tvorba typologie, klasifikace	51
6.4	Další analýzy	51
7.	Výsledky	53
7.1	Rozmístění pískoven.....	53
7.2	Klasifikace	54
7.2.1	Dle rozlohy	54
7.2.2	Dle využití.....	55
7.2.3	Dle vlhkostních podmínek	56
7.2.4	Dle stáří.....	57
7.3	Vybrané charakteristiky a rizikové faktory	57
7.3.1	Nestabilita stěn a znečištění.....	57
7.3.2	Vegetace v pískovnách	58
7.3.3	Rostlinné invaze.....	59
7.4	Změny vyvolané těžbou.....	60
7.5	Interakce pískoven s ÚSES.....	64
7.6	Příklady dobré a špatné praxe.....	65
7.6.1	Příklady dobré praxe.....	65
7.6.2	Příklady špatné praxe.....	65
7.7	Výhled do budoucna	66
8.	Diskuze	68
8.1	Diskuze metodiky	68
8.2	Diskuze výsledků.....	69
9.	Závěr	74
	Seznam použité literatury.....	75

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Tabulky

Příloha 2 – Charakteristika navštívených pískoven

Příloha 3 – Mapy

Příloha 3 – Fotografie

SEZNAM TABULEK

Seznam tabulek v textu

Tab. 1: Vývoj těžby štěrkopísku v Česku v letech 2016–2020.	22
Tab. 2: Spontánní obnova míst narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi v posledních cca 50 letech na území dnešní České republiky.	39
Tab. 3: Současné využití půdy v CHKO Třeboňsko.	47
Tab. 4: Rozšíření invazních neofytů v navštívených pískovnách v CHKO Třeboňsko.	59
Tab. 5: Rozloha půdního krytu v prostoru pískoven na Třeboňsku před těžbou a po těžbě. ...	61

Seznam tabulek v příloze 1

Tab. 6: Seznam těžeben štěrkopísku s ukončenou těžbou v CHKO Třeboňsko.	
Tab. 7: Informace o navštívených pískovnách.	
Tab. 8: Zkratky dominantních rostlinných rodů.	
Tab. 9: Klasifikace navštívených pískoven.	
Tab. 10: Zastoupení invazních neofytů v jednotlivých sektorech navštívených pískoven.	

SEZNAM OBRÁZKŮ

Seznam obrázků v textu

Obr. 1: Počet a životnost ložisek štěrkopísku v krajích ČR v roce 2020.	20
Obr. 2: Těžba štěrkopísku v Česku v letech 1988–2020.....	20
Obr. 3: Vývoj dovozu a vývozu štěrkopísku v Česku v letech 1998–2020.	21
Obr. 4: Mapa ložisek štěrkopísku v Česku, stav k 31. 12. 2020.	22
Obr. 5: Vymezení geomorfologického (GM) celku Třeboňská pánev a CHKO Třeboňsko. ..	41
Obr. 6: Vývoj těžby v CHKO Třeboňsko a v Jihočeském kraji.....	48
Obr. 7: Mapa pískoven v CHKO Třeboňsko v roce 2020.....	53
Obr. 8: Využití navštívených pískoven na Třeboňsku.	56
Obr. 9: Riziko eroze a míra znečištění pískoven na Třeboňsku.	58
Obr. 10: Počet lokalit podle půdního krytu před těžbou a po těžbě.	61

Seznam obrázků v příloze 3

- Obr. 11: Dělení velkých pískoven – část 1.
Obr. 12: Dělení velkých pískoven – část 2.

Seznam obrázků v příloze 4

- Obr. 13 a 14: Lesnická rekultivace, pískovna č. 35 a invazní neofyt turan roční (*Erigeron annuus*), pískovna č. 5.
Obr. 15: Odpad z rekreační činnosti u pískovny č. 32.
Obr. 16: Kusy odpadu větších rozměrů, pískovna č. 11.
Obr. 17: Hustý porost netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) v břehové vegetaci pískovny č. 2.
Obr. 18: Porosty netýkavky malokvěté (*Impatiens parviflora*) na skládce organického materiálu, pískovna č. 26.
Obr. 19: Navezená písečná hráz zarůstající vegetací, pískovna č. 5.
Obr. 20: Vyvrácený dub na břehu pískovny č. 5.
Obr. 21: Stěny udržované pro hnízdění břehulí říčních (*Riparia riparia*), pískovna č. 7.
Obr. 22: Pískovna č. 24 využívaná jako airsoftové hřiště.
Obr. 23: Akáty (*Robinia pseudacacia*) v břehové vegetaci, pískovna č. 33.
Obr. 24: Lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*), pískovna č. 33.
Obr. 25: Mokřadní část pískovny u Dračice (č. 37).

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

DP – dobývací prostor

EVL – Evropsky významná lokalita

CHKO – Chráněná krajinná oblast

CHOPAV – Chráněná oblast přirozené akumulace vod

ILSNS – Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin

MZCHÚ – Maloplošná zvláště chráněná území

NBC – nadregionální biocentrum

NBK – nadregionální biokoridor

OP – orná půda

OS – obsazený sektor

PJ – počet jedinců

PP – Přírodní památka

PPV – potenciální přirozená vegetace

PT – počet taxonů

PUPFL – pozemek určený k plnění funkcí lesa

RBC – regionální biocentrum

RBK – regionální biokoridor

RSP JČK – Regionální surovinová politika Jihočeského kraje

SPSR – Souhrnný plán sanace a rekultivace

TTP – trvalý travní porost

ÚSES – Územní systém ekologické stability

ZCHÚ – Zvláště chráněné území

ZPF – zemědělský půdní fond

1. ÚVOD

Povrchová těžba štěrkopísku představuje výrazný zásah do zemského povrchu i života organismů. Dle objemu těžby jde o jednu z celosvětově nejdůležitějších nerostných surovin, která nachází využití zejména ve stavebnictví. Na štěrkopísku je doslova „postavena“ celá moderní civilizace, a to jak domy a celá města, tak i dopravní komunikace, jež je propojují. V místech nedostatku suroviny potom vznikají problémy politického a ekonomického, ale následně i sociálního charakteru.

Novodobá těžba písku se v Česku dotýká plochy o rozloze zhruba 100 km² (ČGS 2014). Dlouhodobě patří mezi hlavní oblasti těžby štěrkopísku (pro někoho možná trochu překvapivě) i jedno z našich chráněných území, CHKO Třeboňsko. Je zde proto zajímavé sledovat, jakým způsobem se daří sladit těžební činnost se zájmy ochrany přírody.

Důležitým aspektem těžby štěrkopísku je odstranění půdy i půdního krytu. Člověk zde navrácí území do iniciálních stadií sukcese, jejíž další průběh může do značné míry ovlivnit. V rekultivační fázi se do vytěžených prostorů v ideálním případě vrací život. Rekultivace po těžbě může mít podobu vyrovnání terénu a zalesnění, ale též například ponechání holého povrchu sukcesi. Bývalé těžebny potom v případě vhodně zvolených postupů mohou zpestřovat krajinu či zvyšovat biodiverzitu regionu.

Cílem práce je provést inventarizaci a kategorizaci vytěžených pískoven na Třeboňsku a vytvořit krajinně-ekologické zhodnocení těchto lokalit. Práce se zaměřuje na těžbu mimo koryto řeky, která má výrazný vliv na přetváření krajiny. Byl vytvořen seznam lokalit, z nichž část byla podrobněji zkoumána v rámci terénního průzkumu. Dále byly sledovány vlastnosti těžeben a změny v krajině způsobené těžbou.

Teoretická část práce se zabývá těžbou štěrkopísku v Česku i ve světě, nastiňuje vazby mezi pískovnamy a krajinou, představuje využívané způsoby rekultivací a uvádí studované území. V následující části je popsán postup práce a použité metody. Poslední část prezentuje výsledky, tedy seznam nalezených těžeben, klasifikaci a další získané poznatky ohledně působení pískoven v krajině a jejich diskuzi s pracemi na podobné téma.

2. TĚŽBA ŠTĚRKOPÍSKU

Zprvu je nutné definovat terminologii, se kterou bude dále pracováno. V textu bude využíván pojem „štěrkopísek“ v širším slova smyslu pro pojmenování primárně stavebních surovin s různým podílem štěrku a písku. Lomy, v nichž probíhá či probíhala těžba štěrkopísku, jsou nejčastěji v literatuře i v každodenním životě označovány jako „pískovny“, proto bude tento pojem používán i v této práci. Stejnou terminologii využívá ve své práci Matějček (2001). Další označení pro stejný fenomén představují „písečníky“, „štěrkoviště“ či zejména v případě jejich zatopení „písníky“, což je synonymum pro štěrkopísková jezera. Ačkoliv zde vzniká jistý nesoulad v pojmenování suroviny a vzniklého tvaru, jsou termíny v této podobě nejvíce vžité a využívané. V práci tedy budeme uvažovat, že v pískovně probíhá těžba štěrkopísku.

Štěrkopísek představuje jednu z nejdůležitějších stavebních nerostných surovin současnosti. Jedná se o nesoudržné sedimentární horniny s velikostí zrn převážně mezi 0,063 mm a 128 mm s příměsí prachu a jílu (ČGS 2010). Do kategorie písku se řadí zrnitostní frakce 0,063–2 mm, velikost zrna 2–8 mm náleží do kategorie jemnozrného štěrku, střednozrný štěrk má zrna o průměru 8–32 mm a do kategorie hrubý štěrk spadá materiál se zrnky o velikosti 32–128 mm. Materiál obsahující 5–95 % štěrku a zároveň 5–95 % písku s minimálním zastoupením prachové frakce se potom označuje jako štěrkopísek v užším slova smyslu (Kužvart, Čtyroký 1983). Využití nachází nejčastěji ve stavebnictví pro výstavbu a zpevňování komunikací, pro výrobu malty a betonu nebo jako filtrační vrstva. Štěrkopísky s výrazným zastoupením písčité frakce se využívají v omítkách nebo při broušení (Kužvart, Čtyroký 1983; Antoš et al. 2015).

2.1 Těžba štěrkopísku v Evropě a ve světě

Těžba štěrkopísku ve střední Evropě je doložena v menší míře od období Římské říše, lokálně probíhala pravděpodobně i dříve. Výrazný nárůst zájmu o štěrkopísek přišel v 19. století, kdy se rozšířilo využívání cementu, a potřeba tohoto stavebního materiálu dále narůstala během 20. století z důvodu budování rozsáhlých staveb a dopravních komunikací (Poschlod, Braun-Reichert 2017). V EU tvořila v roce 2006 těžba stavebních agregátů, mezi něž patří drcené kamenivo, štěrkopísek a písek, 67 % objemu a 23 % celkové hodnoty těžených surovin, jednalo se přibližně o 3 miliardy tun (Menegaki, Kaliampakos 2010). V roce 2018 samostatná produkce štěrkopísku v Evropské unii činila 1,2 miliardy tun materiálu (UEPG 2020).

Stavební suroviny jsou dle objemu materiálu nejvíce těženou surovinou ve světě, roční spotřeba písku ve světě je odhadována na 32–50 miliard tun (Peduzzi 2014). Kvůli růstu světové populace a hospodářskému rozvoji navíc stále dochází k navyšování poptávky po stavebním materiálu. Přírodní tempo obnovy štěrkopísku je však nižší než rychlost spotřeby a těžby, dochází tak postupně k vyčerpávání zásob této suroviny (Torres et al. 2017). Kvalitní zásoby v prozkoumaných ložiskách ubývají a objevování nových nepostupuje tak rychlým tempem (Sverdrup, Koca, Schlyter 2017). Krácení zásob štěrkopísků bylo zaznamenáno například ve Vietnamu (Jordan et al. 2019), Indii (Peduzzi 2014), Beneluxu či v Indonésii, kde kvůli nadměrné těžbě štěrkopísku mizí celé ostrovy (John 2021). Na importu je již nyní zcela závislý Singapur, který písek využívá pro rozšiřování svého území, ale též mnoho pouštních států, jelikož pouštní písek je příliš jemný a zrna příliš oblá, což ho činí nevhodným pro stavební účely (John 2021). Těžba stavebních agregátů po celém světě způsobuje výrazné změny vodních biotopů a pobřežních oblastí a činí je náchylnějšími vůči přírodním ohrožením (Torres et al. 2017). Na dobývání stavebních agregátů jsou navázány také nelegální aktivity tzv. „písečných mafií“, jejichž fungování je založeno na nedostatku štěrkopísku v některých oblastech světa, například v Indii (Peduzzi 2014).

Štěrkopísek je možno těžit buď přímo z koryta vodního toku, nebo mimo něj. V druhém případě se jedná o dobývání suroviny z fluvialních sedimentů v údolní nivě či v říčních terasách podél toku. Obě varianty těžby jsou v Evropě v současnosti běžné a ve většině suchozemských evropských států je pro produkci štěrkopísků využívána kombinace obou postupů. Přímořské státy navíc mohou využívat těžbu z pobřeží (Kondolf 1994). S postupem času a vývojem potřeb jednotlivých států dochází k pozvolné transformaci využívání jednotlivých těžebních způsobů. V minulosti bývaly stavební suroviny těženy převážně z povrchových pískoven a vodních toků. Kvůli docházejícím zásobám na souši a rostoucí poptávce se však nyní štěrkopísky v narůstající míře těží též na mořském pobřeží (Peduzzi 2014; Sverdrup, Koca, Schlyter 2017).

Při těžbě **z protékaného koryta** je zajištěno dobré vytrídění těženého materiálu, výhodou může být i jeho snadný transport po vodním toku, přičemž technologický proces těžby je v tomto případě jednodušší (Martín-Vide, Ferrer-Boix, Ollero 2010). Dobýváním štěrkopísku z koryta dochází k ovlivnění podélného profilu toku a v důsledku nevyrovnané křivky spádu toku i změny režimu sedimentů se vodní tok zařezává. Zároveň může být narušena stabilita břehů a docházet ke změnám charakteru proudění, tvaru koryta či výšky hladiny podzemní vody. Ve vodním toku po těžbě dochází též k ekologickým změnám (Martín-Vide, Ferrer-Boix, Ollero 2010). Zmíněné procesy mohou následně ohrozit stabilitu staveb podél toku, zejména

mostních konstrukcí. Avšak v případě agradujícího toku, kdy převládá sedimentace materiálu, může těžba štěrkopísku z koryta působit jako protipovodňové opatření (Kondolf 1994).

Způsob těžby **mimo koryto**, tedy z údolní nivy či z říčních teras, neovlivňuje přímo průběh vodního toku. Nicméně kvůli možnému ovlivnění hladiny podzemní vody či v případě pozdějšího provalení valu oddělujícího těžební jámu může být říční prostředí dotčeno tímto způsobem těžby v dlouhodobějším horizontu. Mimokorytová těžba představuje výraznější zásah do krajiny než těžba v rámci vodního toku (Kondolf 1994). Tato práce se bude zabývat způsobem těžby štěrkopísku mimo koryto.

2.2 Těžba štěrkopísku v Česku

Pro započetí těžby je třeba mít zpracovaný geologický průzkum a Souhrnný plán sanace a rekultivace (SPSR), jinak známý též jako rekultivační plán (ČGS 2019). Před začátkem těžby je prováděn biologický průzkum lokality, podle něhož se následně rekultivační plány vytváří. V průběhu těžby a neprodleně po jejím ukončení by měl být proveden průzkum identifikující vzácné či ohrožené druhy organismů, stejně jako zajímavé geologické a geomorfologické úkazy, které je třeba dodatečně v rekultivačních plánech i při samotné rekultivaci zohlednit (Weis et al. 2019).

Dle polohy hladiny podzemní vody se v těžební etapě rozlišuje **těžba suchou cestou** a **těžba z vody** (Muellegger et al. 2013). První zmíněná varianta je typická pro ložiska ve stěnách pokryvů vátých písků nebo v lokalitách, kde je hladina podzemní vody hluboko pod povrchem. Počátečním krokem je skrývka ornice, následuje odstranění říčních či nivních uloženin a poté je vytěžena část vrstvy štěrkopísku ležící nad hladinou podzemní vody (Costea 2018). Při této technice bývají ve stěnách těžebny tvořeny stupně pro udržení stability. Pro suchou těžbu jsou využívána lopatová a kolesová rypadla a kolové lopatové nakladače (Kozioł, Baic 2019). **Těžba z vody** je častěji využívanou variantou, v současnosti aplikovanou v cca 70 procentech případů (Antoš et al. 2015). Metoda umožňuje vytěžení té části ložiska, která se nachází pod hladinou podzemní vody (Costea 2018), a je tedy pro těžební společnost výhodnější, neboť dovoluje vytěžení ložiska beze zbytků. Výhodná je též proto, že povrchové zásoby štěrkopísku byly již v minulosti vytěženy a na mnoha místech zbývá zásoba suroviny právě pod vodní hladinou. Těžba z vody probíhá buď stroji umístěnými na břehu, nebo pomocí plovoucích rypadel (korečkových, drápkových, lopatových či sacích) (Antoš et al. 2015).

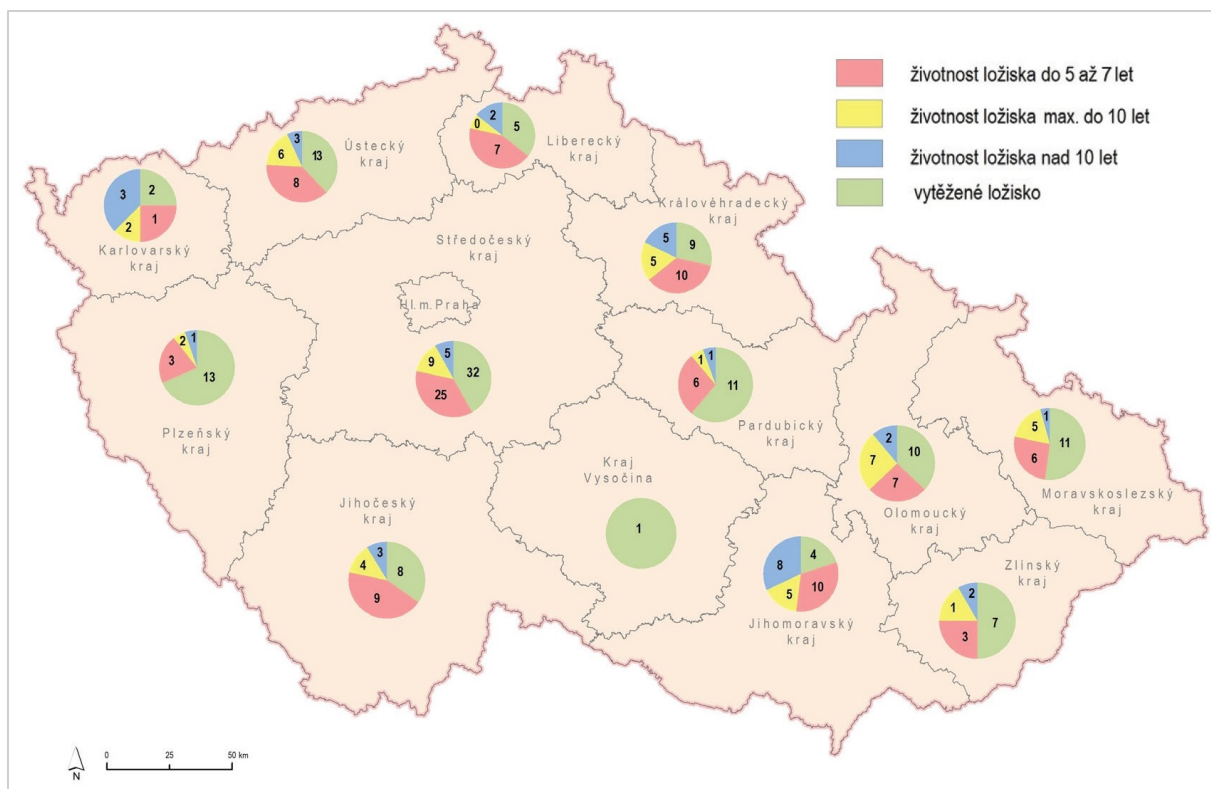
Na pomezí výše popsaných postupů je způsob těžby, kdy se ložisko těží k úrovni hladiny podzemní vody a vzniká tak systém tůní, mokřadů a suchých ploch. Tento postup Matějček

(2001) označuje jako tzv. bažinný typ těžby, lze jej nazývat též jako typ mokřadní. Technicky se jedná nejčastěji o suchý způsob těžby, kdy jsou postupně nejnížší polohy těžebny zaplaveny podzemní vodou. Tímto způsobem vznikají pískovny dále označované jako „mokřadní“.

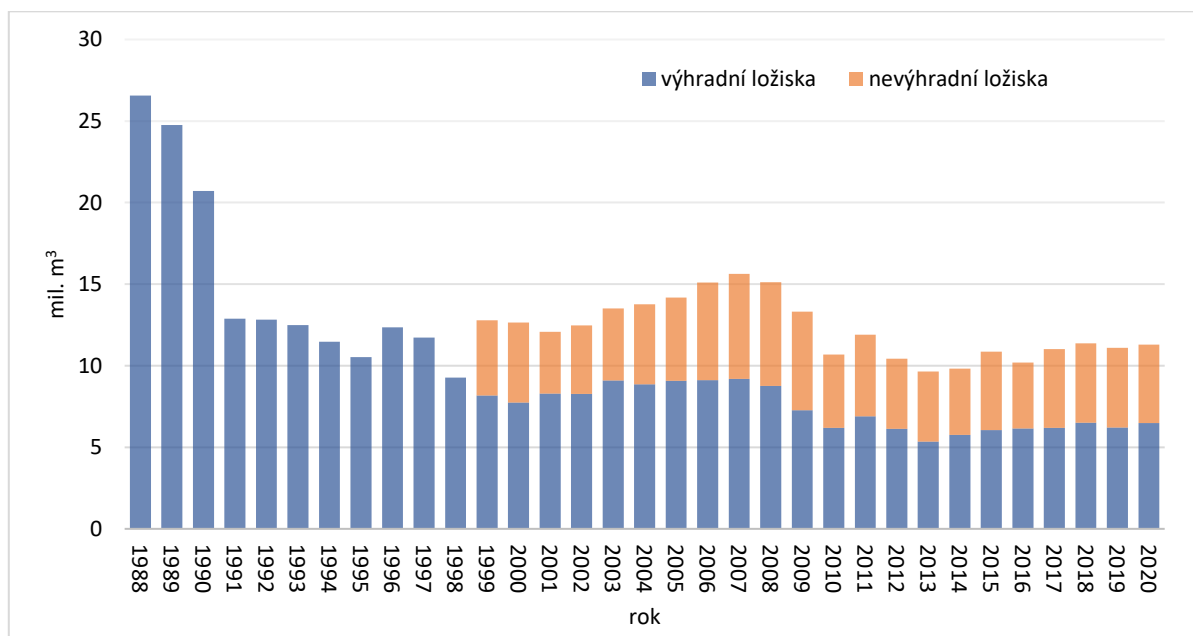
Vytěžená hornina je následně čištěna a tříděna, odděluje se především bahnitá, prachová ($< 0,063$ mm) a jílová složka (< 2 μ m) (Kozioł, Baic 2019). Finální fází je doprava na místo skladování, prodeje či využití (Antoš et al. 2015). Právě vysoké náklady na dopravu jsou významným faktorem ovlivňujícím těžbu stavebních surovin. Kaliampakos a Benardos (1999) odhadují, že dopravou do 15kilometrové vzdálenosti od těžebny stoupnou náklady o 30 % oproti využití přímo v místě těžby. Proto je výhodné dobývat šterkopísek co nejbližší místu spotřeby. Výsledkem této strategie je existence velkého množství plošně i objemově malých pískoven, které slouží pro stavební účely v dané obci nebo oblasti. Ceny suroviny se liší v závislosti na kvalitě, zrnitosti i regionu. Průměrná cena šterkopísku se v ČR v roce 2019 pohybovala okolo 200 Kč za tunu, v roce 2020 již byl celorepublikový průměr 225 Kč/t a i v následujících letech je možné předpokládat růst cen kvůli narušení dodávek stavebních surovin vlivem pandemie, rychle rostoucí inflace i utlumování těžby na některých významných ložiskách (ČGS 2021a).

Ačkoliv se dlouhodobě jedná o jednu z hlavních surovin těžených v Česku, je těžba šterkopísku v posledních desetiletích postupně utlumována (ČGS 2010; 2019). Částečný podíl na této skutečnosti má střet zájmů mezi těžaři a vlastníky půdy, často vzniká konflikt také se zájmy ochrany přírody. Další překážkou těžby je úbytek kvalitní suroviny či nepříznivá poloha ložiska, jež generuje vysoké dopravní náklady. Otvírání nových ložisek je administrativně i časově náročný proces vyžadující předchozí geologický průzkum, a proto se v posledních desítkách let preferuje spíše dotěžování již existujících ložisek či jejich rozšiřování (Kužvart 1992). Střety zájmů vznikají často z důvodu umístění ložisek v nivách a na říčních terasách. Údolní nivy jsou dlouhodobě osídlenými oblastmi se zemědělskou tradicí, kde bývá zpravidla úrodná zemědělská půda a kde může být z říčních sedimentů čerpána pitná voda (Weilhartner et al. 2012), a těžba v nich proto není žádoucí. Vzhledem k nízké životnosti ložisek lze předvídat problémy s pokrýváním potřeby stavebních surovin v blízké budoucnosti. Většina ložisek, která jsou v provozu, disponuje životností menší než 10 let (obr. 1).

Objem těžby šterkopísku v Česku výrazně poklesl po změně politického režimu (obr. 2). Od roku 1990 snižování objemu těžby pozvolna pokračovalo a zhruba od roku 2015 se drží na stálé úrovni. Podíl nevýhradních ložisek na celkovém objemu těžby roste, především kvůli utlumování těžby na výhradních ložiskách.

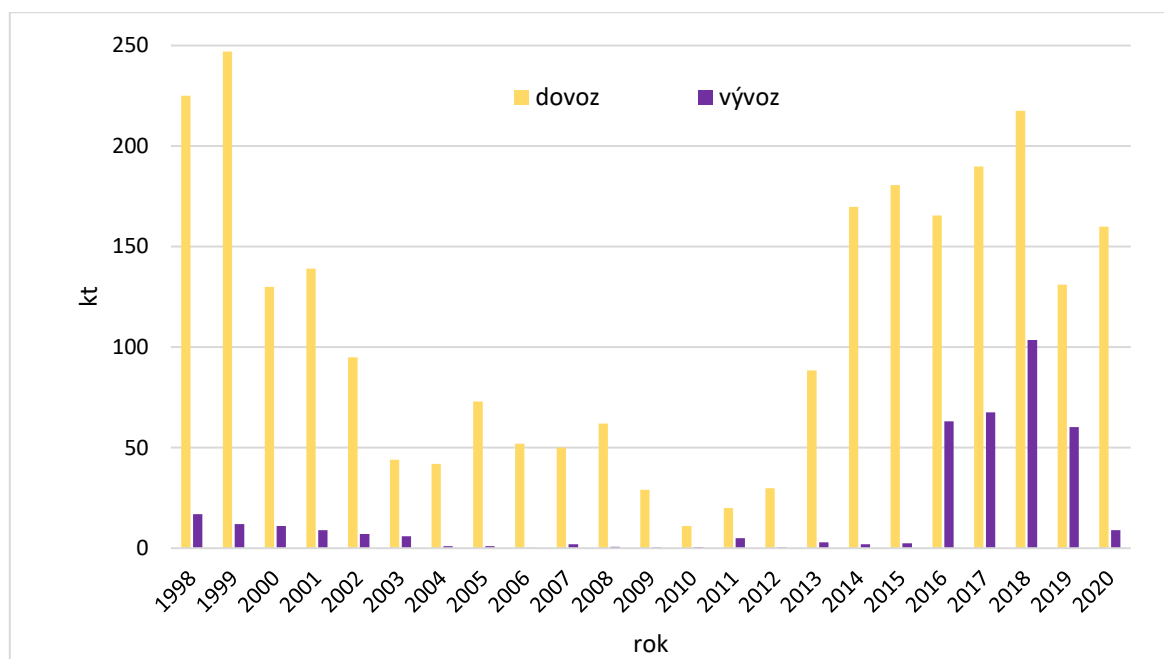


Obr. 1: Počet a životnost ložisek štěrkopísku v krajích ČR v roce 2020.
 Převzato z: ČGS (2021a).



Obr. 2: Těžba štěrkopísku v Česku v letech 1988–2020.
 Pozn: těžba v nevýhradních ložiskách před rokem 1999 nebyla sledována.
 Zdroj dat: ČGS (1996; 2001; 2006; 2011; 2016; 2021a).

Zahraniční obchod se šterkopískem má proměnlivější chování než samotná těžba (obr. 3). Od 90. let výrazně převažuje import nad exportem, který byl až do roku 2016 minimální. V letech 2016–2019 došlo ke zvýšení objemu exportu, nicméně v roce 2020 opět nastal útlum. Je možné, že tento útlum byl ovlivněn také nastupující pandemií v témže roce.



Obr. 3: Vývoj dovozu a vývozu šterkopísku v Česku v letech 1998–2020.

Zdroj dat: ČGS (1996; 2001; 2006; 2011; 2016; 2021a).

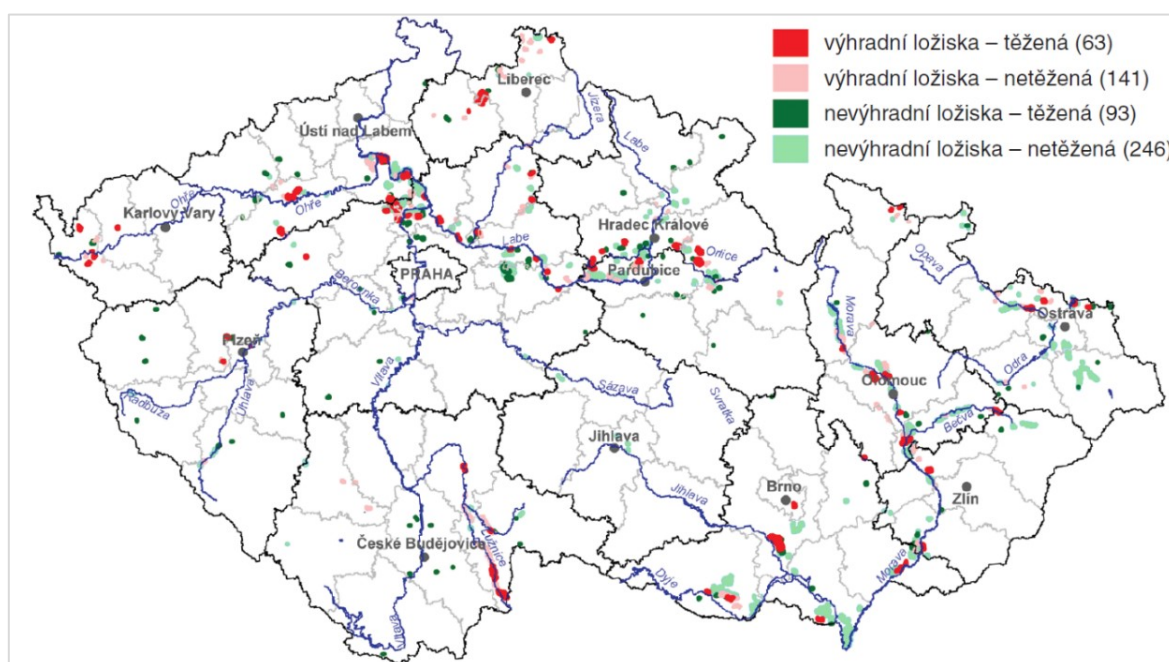
2.3 Ložiska šterkopísku v Česku

Ložiska nerostných surovin dělíme na dva základní druhy. Prvním z nich jsou ložiska **výhradní** (u vyhrazených nerostů, nebo u takto označených významných ložisek nevyhrazených nerostů). Nacházejí se ve vlastnictví státu a jedná se většinou o větší ložiska. U výhradních ložisek je prvním krokem k budoucí těžbě stanovení dobývacího prostoru, podmíněné souhlasem Ministerstva životního prostředí a dotčených orgánů státní správy. Dále je nutné na základě plánů otvírky, přípravy a dobývání ložiska získat také povolení hornické činnosti vydávané báňským úřadem. Součástí schvalovaných dokumentů jsou také plány sanace a rekultivace po skončení těžby (Antoš et al. 2015). Druhý typ, ložiska **nevýhradní** (u nevyhrazených nerostů), jsou majetkem vlastníka pozemku. Základním dokumentem řídícím využívání nerostných surovin je zákon č. 44/1988 Sb. (tzv. horní zákon). Dobývání nevýhradních ložisek je prováděno hornickým způsobem a řídí se zákonem č. 61/1988 Sb. Význam těžby na nevýhradních ložiscích je dle objemu těžby šterkopísku menší než u výhradních ložisek (tab. 1).

Výhradní ložiska štěrkopísku					
	2016	2017	2018	2019	2020
Počet ložisek celkem	203	203	203	205	204
z toho těžených	69	69	67	65	63
Zásoby celkem, mil. m ³	2 114	2 107	2 101	2 118	2 109
vytěžitelné	445	375	744	398	400
Těžba výhradních ložisek, tis. m ³	6 143	6 198	6 499	6 204	6 476
Nevýhradní ložiska štěrkopísku					
	2016	2017	2018	2019	2020
Počet ložisek celkem	355	357	359	343	339
z toho těžených	95	94	93	92	93
Zásoby celkem, mil. m ³	2 100	2 097	2 096	2 071	2 080
vytěžitelné	50	63	57	55	60
Těžba nevýhradních ložisek, tis. m ³ *	4 045	4 829	4 875	4 897	4 821

Tab. 1: Vývoj těžby štěrkopísku v Česku v letech 2016–2020.

Pozn: * – přibližný údaj. Upraveno dle: ČGS (2021a)



Obr. 4: Mapa ložisek štěrkopísku v Česku, stav k 31. 12. 2020.

Převzato z: ČGS (2021a).

Ložiska štěrkopísku se v Česku nachází zejména v rámci fluvialních teras podél větších vodních toků (obr. 4). V povodí Labe jsou největší zásoby koncentrovány na pravém břehu českého středního a dolního Labe. Významná ložiska se vyskytují také podél přítoků Labe, jedná se především o Ohři, Orlici či dolní tok Cidliny a Jizery. Podél Labe jsou důležitou těžební surovinou také písky eolického původu (Antoš et al. 2015). Významné akumulace štěrkopísku se rozkládají v údolní nivě na horním a středním toku řeky Moravy, dále pak podél Bečvy a také

v Dyjsko-svrateckém úvalu na řekách Dyji, Svatce a Svitavě. V severovýchodní části republiky jsou největší zásoby na středním a dolním toku řeky Opavy, kromě fluvialních akumulací zde nacházíme i štěrkopísky glacigenní, a to na Opavsku a Ostravsku. V povodí Vltavy se štěrkopísky koncentrují jednak na dolním toku Berounky a Vltavy, například v okolí Kralup nad Vltavou. Dominantní těžařskou oblastí je však horní a střední tok řeky Lužnice, důležitá ložiska najdeme i podél jejího přítoku Nežárky, která představuje pro těžbu štěrkopísku do budoucna perspektivní oblast (Kužvart 1987; Antoš et al. 2015).

2.4 Vliv těžby štěrkopísku na životní prostředí

Těžba štěrkopísku má vliv na mnoho složek životního prostředí, a to v negativním i pozitivním smyslu. Mezi okamžité důsledky těžebních aktivit patří ztráta půdy (Bradshaw 2000). S těžební činností se pojí též nárůst hladiny hlukového znečištění a zvýšená prašnost v okolí místa těžby (Ladson, Judd 2014). Dochází k narušení či odstranění vegetačního krytu, pro některé živočichy vzniká migrační bariéra a celkově nastává ztráta biotopů (Chuman 2015; Růžicková, Hykel 2019). Dalšími, často dlouhodobými důsledky těžebních aktivit jsou též přeměna reliéfu a krajinného rázu. Trvale může být pozměněno také místní mikroklima a hydrologické poměry v okolí těžby (Lönnerberg, Jonsell 2012; Muellegger et al. 2013).

Právě hydrosféra je jednou ze složek životního prostředí, které těžba významně ovlivňuje (Sobczyk, Kowalska, Sobczyk 2016). V důsledku těžby štěrkopísku se často mění hydrologické poměry, jako jsou například teplotní vlastnosti vody a způsob proudění, dobývání může negativně ovlivňovat také množství a kvalitu podzemních vod v okolí (Muellegger et al. 2013). Může dojít ke kontaminaci podzemních vod v důsledku odstranění povrchového substrátu, který protékající vodu filtruje, a k vystavení vod přímému kontaktu s atmosférou (Apaydin 2012; Muellegger et al. 2013). Též výpar z hladiny v případě vzniku jezera je vyšší než ze zemědělsky využívaných ploch (Mollema, Antonellini 2016). Při zvýšených vodních stavech v přilehlém vodním toku může docházet k proniknutí říční vody do pískoven v údolní nivě, ke zvýšení intenzity eroze a k následné změně morfologie toku (Ladson, Judd 2014). Případná eutrofizace vod ve štěrkopískovém jezeře může způsobovat růst sinic, které mohou následně ohrozit i lidské zdraví (Mollema, Antonellini 2016).

Nicméně důsledky vzniku pískoven nemusí být ve vztahu k vodám pouze negativní. Volná hladina zatopených pískoven umožňuje primárním producentům (např. řasám) vázat uhlík z atmosféry a položit tím základ potravního řetězce (Mollema, Antonellini 2016). Zaplavené těžebny mohou také v zemědělské krajině pomáhat regulovat koncentraci nitrátů

a fosfátů (Weilhartner et al. 2012). Z pohledu dnes aktuálního tématu retence vody v krajině je též podstatné, že se v prohlubních odhaleného písku lépe zachytí a vsákne dešťová voda, která následně snáze obohatí zásoby podzemní vody (Apaydın 2012). Nově vzniklá jezera mohou mít také pozitivní biologický význam a hostit stále populace některých druhů živočichů či sloužit jako tzv. nášlapné kameny při jejich šíření (Vad et al. 2012; Søndergaard et al. 2018).

Ačkoliv má samotná těžba mnoho negativních následků a kompletní odstranění následků dobývání surovin je velmi problematické, určení dalšího vývoje a prospěšnosti opuštěných pískoven je převážně v rukou člověka při plánování způsobu rekultivace.

3. PÍSKOVNY V KRAJINĚ

3.1 Těžba jako příležitost pro oživení krajiny

Česká krajina prošla v posledních staletích významnými proměnami, z nichž těžba je pouze jednou z mnoha dlouhodobě probíhajících aktivit měnících ráz krajiny. Na konci 19. století byl ze zaznamenané historie největší rozsah orné půdy, a to přes 50 % území (Bičík, Jeleček, Štěpánek 2001), částečně byla tato půda získávána masivním rušením rybníků (Skaloš et al. 2011). V první polovině 20. století probíhalo malovýrobní zemědělství v pestré krajině, které bylo od 50. let nahrazováno kolektivním hospodařením. Během druhé poloviny 20. století docházelo ke scelování půdních bloků a rozorávání mezí, čímž se významně proměnila krajinná mikrostruktura (Václavík, Rogan 2009). Spolu s intenzivním hnojením, aplikací pesticidů a herbicidů a melioracemi půd za účelem dosažení maximální produkce bylo narušeno fungování krajiny, došlo k omezení její prostupnosti pro živočichy a snížení biodiverzity (Sklenicka et al. 2009). Tento stav se začal měnit až po změně politického režimu, od 90. let 20. století je omezována aplikace hnojiv i prostředků na ochranu plodin, došlo k útlumu odvodňovacích meliorací a obecně je kladen větší důraz na ochranu životního prostředí (Lipský 2000; Langhammer 2007). Důsledkem dlouhodobých změn ve využívání krajiny je mimo jiné skutečnost, že dříve běžně se vyskytující otevřené, nezalesněné, živinami chudé a často disturbované habitaty jsou v dnešní krajině vzácné (Řehounek et al. 2015). Současná krajina je tedy komplexním souborem složeným ze zbytků relativně přírodních a lidskou činností přeměněných nebo zcela vytvořených ekosystémů, a právě těžba je jedním z prostředků, jakými vznikají ekosystémy nové.

Těžba štěrkopísku je veřejností obecně chápána spíše jako činnost poškozující krajinu (Chuman 2015). Těžební činností skutečně dochází k výrazným změnám, které v mnoha případech nejsou žádoucí. Přímý negativní důsledek těžby štěrkopísku nastává, pokud těžba naruší hodnotný ekosystém, strukturu krajiny či její obyvatelnost a prostupnost pro organismy. V takovém případě nastává kolize s ochranou přírody (Costea 2018; Søndergaard et al. 2018). Je proto nutná obezřetnost při vymezování dobývacích prostorů, při samotné těžbě, ale též při dalším nakládání s územím.

Ačkoliv lokality, ve kterých probíhá či probíhala těžba, často nesou známky degradace životního prostředí, vhodné rekultivační strategie mohou pomoci vytvořit hodnotnější ekosystémy, než jaké se v daném místě nacházely před započatím těžby (Klimaszewski, Pacholik, Snopek 2016). Jelikož je přežití rostlin a živočichů závislé buď na zachování jejich

přírozeného prostředí, nebo na jejich adaptaci na pozměněné podmínky pro život, jsou místa dotčená těžbou v případě použití vhodných rekultivačních postupů chápána současnými autory spíše jako příležitost pro obohacení a diverzifikaci krajiny než jako její degradace (Tischew, Kirmer 2007; Řehounková, Prach 2008; Tropek et al. 2010; Řehounek et al. 2015). V zemědělských oblastech, v nichž těžba štěrkopísku často probíhá, dochází touto činností ke vzniku různorodých habitatů, které napomáhají zvyšovat místní biodiverzitu, slouží jako refugia a napomáhají migraci živočichů krajinou (Santoul, Figuerola, Green 2004; Mollema, Antonellini 2016). Zejména pískovny vzniklé do konce 19. století jsou místy vysoké biodiverzity, neboť pochází z dob, kdy se ve střední Evropě stále vyskytovaly polopřírodní habitaty a intenzita hospodaření teprve začínala narůstat (Poschlod, Braun-Reichert 2017). Ochrana biodiverzity je však již hlavním cílem i některých rekultivací těžeben štěrkopísku uskutečňovaných v nedávné době (Šebelíková, Řehounková, Prach 2016).

Bývalé těžebny štěrkopísku představují imitaci přírozeného prostředí pro biotu vázanou na živinami chudé písčiny a díky svým specifickým podmínkám mohou v dnešní krajině sloužit jako refugia pro pionýrské a méně konkurenčně zdatné druhy rostlin i živočichů, jež by nebyly schopné přežít v okolní krajině (Kirmer et al. 2008; Poschlod, Braun-Reichert 2017). Z živočišné říše objevili Trnka a Rada (2016) v pískovně na jižní Moravě škvora velkého (*Labidura riparian*), který je dle Červeného seznamu ohrožených druhů České republiky klasifikován jako zranitelný, téměř ohroženou marši písečnou (*Tetrix ceperoi*) či vzácného pacvrčka písečného (*Xya variegata*). Pískovny obsahující vodní plochy jsou domovem mnoha vzácných druhů pavouků, z nichž některé jsou v okolní krajině považované za vyhynulé (Heneberg, Řezáč 2018). Na sekundární mokřadní písčité biotopy, v mnoha případech představované právě pískovnami, je dnes odkázána také kuňka žlutobřichá (*Bombina variegata*), silně ohrožený druh žáby (Poschlod, Braun-Reichert 2017). Vad et al. (2012) též zmiňují poměrně vysoké druhové bohatství zooplanktonu v zatopených pískovnách, z nehojných druhů bezobratlých se jedná především o potápníky (Kehl, Dettner 2003). Z rostlin byl v třeboňských pískovnách nalezen nehtovec přeslenitý (*Illecebrum verticillatum*) a plavuňka zaplavovaná (*Lycopodiella inundata*), oba druhy vedené v Červeném seznamu jako kriticky ohrožené (Grulich 2012). Dále se zde vyskytují silně ohrožená rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*) či vrbina kytkokvětá (*Lysimachia thyrsiflora*), jež je zákonem chráněna jako silně ohrožená a dle Červeného seznamu patří mezi zranitelné druhy (Křiváčková, Pecharová, Čížková 2006). Výskyt dalších rostlinných druhů Červeného seznamu v pískovnách byl potvrzen i Müllerovou (2017).

O pozitivních vlivech těžby na krajinu do jisté míry svědčí také fakt, že je na českém území 217 (tj. cca 9 % celkového počtu) zvláště chráněných území, v nichž předmět ochrany vznikl těžbou (ČGS 2019); nutno však zmínit skutečnost, že některé lokality byly před těžbou ochránářsky cennější a současný stav je pouze částečnou náhradou za předchozí podobu lokality (Sádlo, Tichý 2002).

3.2 Rizika pro vývoj pískoven

Při vývoji míst, na nichž byla prováděna těžba šterkopísku, se běžně setkáváme s procesy, které negativně ovlivňují bývalé těžebny a případně též okolní krajinu. Jedná se především o nestabilitu terénu a vznik svahových pochodů, které jsou důsledkem hloubení těžebních jam či hromadění získaného materiálu (Baasch, Kirmer, Tischew 2012; Ladson, Judd 2014). Další riziko představuje výskyt, případně šíření nepůvodních a invazních druhů rostlin, což může například ovlivnit druhové složení či podmínky na stanovišti a v důsledku ohrozit činnost a existenci ekosystémů (Pimentel et al. 2001; Pyšek, Richardson 2010). V neposlední řadě je u bývalých těžeben, stejně jako u dalších prohlubní vyskytujících se v krajině, problematickým faktorem antropogenní znečištění (Navarro, Carbonell 2008).

3.2.1 Eroze a svahové pohyby

Výsledkem těžebních aktivit je vznik především prohlubní s plochým dnem a příkrými svahy (Blanchette, Lund 2016), které mohou být vyplněny vodou v případě těžby pod hladinu podzemních vod. Lokálně mohou vznikat rovněž terénní elevace, tvořené skrývaným materiálem (výsypky) nebo přímo nakupeným vytěženým materiálem.

Stabilita povrchových tvarů vzniklých těžbou šterkopísku je ohrožena hned z několika důvodů. Prvním z nich je častý výskyt kolmých stěn či nezpevněných výsypek v těžebnách, gravitačním působením proto může docházet k destrukci vzniklých tvarů (Costea 2018). Přítomnost výrazných lomů spádu či kolmých svahů představuje potenciální nebezpečí zejména pro lidi pohybující se v jejich blízkosti. Dalším faktorem, jenž usnadňuje borcení stěn, je nestejná velikost klastů i vrstev materiálu a jejich velká porozita, které zvláště v kombinaci s pohybem vody činí materiál více náchylným k erozi (Ladson, Judd 2014). Nezanedbatelné je abrazní působení vodní hladiny u hydricky rekultivovaných pískoven většího rozsahu. Vliv na hroucení tvarů vzniklých těžbou má i kolísání hladiny podzemní vody a podstatným činitelem jsou také otřesy, buď způsobené těžkou technikou při těžbě a dopravě materiálu, nebo doléhající z okolních dopravních komunikací (Costea 2018). U těžby v údolní nivě je navíc riziko, že dojde k proniknutí vodního toku do těžebny, čímž se výrazně zvýší eroze břehů

i riziko pro okolní infrastrukturu; provalení břehu hrozí především u pískoven, které se nacházejí v těsné blízkosti aktivního toku a jsou těženy do větších hloubek, než ve kterých leží říční koryto (Ladson, Judd 2014).

3.2.2 Invazní druhy rostlin

Problém představuje také obsazení vytěžených ploch nežádoucími (ruderálními či nepůvodními) druhy organismů (Řehouňková, Prach 2006). Pro takové druhy mohou být opuštěné pískovny tzv. nášlapnými kameny či přímo zdroji šíření do okolní krajiny (Vad et al. 2012), negativně působí i samotná jejich přítomnost v bývalé těžebně (Řehouňková, Prach 2008). Z nepůvodních druhů jsou nežádoucí především invazní rostliny, které se v novém areálu rychle šíří, dokážou vytlačovat původní druhy a ovlivňují ekosystémy změnou zakrytí povrchu nebo narušením koloběhu živin či vodního režimu (Van Kleunen, Dawson, Maurel 2015; Weidlich et al. 2020)

Významným invazním druhem je trnovník akát (*Robinia pseudacacia*), který je schopen především v suchých a teplých podmínkách rychle zarůstat obnažené pískové podloží a vychylovat průběh sukcese (Prach et al. 2011). Akát brání vzniku (polo)přirozených trávníků s příměsí dřevin, a je proto vhodné jej likvidovat v blízkosti pískovny i uvnitř těžebny (Řehouňková, Prach 2008). Nebezpečí pro vývoj druhového složení v pískovně představuje též dub červený (*Quercus rubra*), u něhož je taktéž doporučena likvidace v dotěžených pískovných (Šebelíková, Řehouňková, Prach 2016). Z dalších invazních druhů rostlin, které mají potenciál působit problémy v pískovných, lze jmenovat netýkavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*). Její výskyt je vázán na vlhká stanoviště, často je proto k nalezení obecně u pískoven těžených pod hladinu podzemní vody či u hydricky rekultivovaných pískoven (Zelník 2012). Neméně významné jsou křídlatky (*Reynoutria sp.*), které jsou schopny vytvářet husté neprostupné porosty a výrazně měnit světlené podmínky na stanovišti (Zelník 2012).

Disturbovaná stanoviště, jež pískovny představují, jsou pro šíření invazních druhů příhodné z důvodu neexistující nebo jen slabé konkurence původních druhů rostlin (Vardarman, Berchová-Bímová, Pěkníková 2018). Nežádoucí druhy se vyskytují v disturbovaných lokalitách především v raných sukcesních stádiích (Kompała-Bąba, Bąba 2013), v pozdějších fázích je popisován jejich ústup (Řehouňková, Prach 2006; Baasch, Kirmer, Tischew 2012; Horáčková, Řehouňková, Prach 2019), vymizení se nicméně nemusí týkat všech druhů – příkladem rezistentního druhu je trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) (Řehouňková, Prach 2006).

3.2.3 Nelegální skládky odpadu

S opuštěnými těžebními plochami se pojí také fenomén nelegálních, tzv. černých, skládek. Terénní prohlubně vzniklé těžbou jsou často využívány pro odkládání odpadu, a to jak v mezích zákona, tak i nezákonným způsobem. Ilegální skládky odpadu jsou nebezpečné tím, že mohou do životního prostředí uvolňovat cizorodé, či přímo toxické látky (Vaverková et al. 2019). Tyto škodliviny se následně mohou dostat až do podzemní vody a způsobit její kontaminaci (Navarro, Carbonell 2008), kontaminována může být též půda (Vaverková et al. 2019). Další problém spojený s nelegálním skládkováním spočívá v samotné přítomnosti cizorodého materiálu, jenž je často neorganický a těžko rozložitelný. Skládky také narušují druhové složení na stanovišti a umožňují prosazování synantropních a invazních druhů (Vaverková et al. 2019). V neposlední řadě ilegální skládky odpadu narušují krajinnou estetiku a vnímání daného místa člověkem.

4. REKULTIVACE

Po ukončení těžby je v Česku dle zákona 44/1988 Sb. povinné provést sanaci a rekultivaci těžební lokality. Hlavním cílem těchto činností je především odstranění negativních důsledků těžby v krajině, tedy zejména zajištění stability svahů a případně umožnění dalšího ekonomického využívání dané plochy. Rekultivační postupy lze rozdělit na dvě hlavní kategorie:

- **technické rekultivace**
 - lesnické
 - zemědělské
 - hydrické
 - ostatní
- **ekologická obnova**
 - spontánní sukcese
 - usměrňovaná sukcese

Existuje též dělení rekultivací na aktivní a pasivní, nicméně zařazení jednotlivých strategií do těchto kategorií není mezi autory jednotné (Atkinson, Bonser 2020). Například Gann et al. (2019) chápou jako pasivní rekultivaci samovolný proces vývoje bioty se zásahy pouze sanačního charakteru či úpravu využívání území. Jako aktivní pak označují všechny ostatní rekultivace, se zásahy do biotických či abiotických podmínek lokality, jako jsou například remodelace terénu, úprava vodních toků nebo výsadba vegetace. Kvůli nekonzistenci v používání zmíněných termínů dalšími autory bude v práci používáno pouze dělení na technické rekultivace a ekologickou obnovu. Dle způsobu následného využití území se rekultivace tradičně dělí do čtyř následujících skupin: vodní, zemědělské, lesnické a ostatní, dle Chumana (2015) jinak též účelové rekultivace, při kterých dochází k přeměně těžeben především na sportovní či rekreační plochy. Zemědělský a lesnický typ rekultivací je možno označit také jako produkční (Chuman 2015). Většina těžeben střední Evropy bývá rekultivována na lesní porosty nebo vodní plochy (Klimaszewski, Pacholik, Snopek 2016), v Česku jsou nejběžnější zemědělské a lesnické rekultivace (Gremlica et al. 2011).

Zvolený typ rekultivace je zásadní pro následný vývoj těžebny (Kirmer et al. 2008). Zatímco pro rychlou obnovu velkoplošné zemědělské či lesnické produkce je důležité vyrovnaní povrchu, navezení ornice a výsadba cílových plodin, pro vznik druhově bohatého a ekologicky hodnotného stanoviště v místě bývalé těžby je naopak třeba vytvořit bohatou

mozaiku různě hlubokých tůní a pahorků s rozmanitými podmínkami. Pro mnohé organismy, například obojživelníky, je také zásadní přítomnost mělkých litorálních zón (Klimaszewski, Pacholik, Snopek 2016; Heneberg, Řezáč 2018).

4.1 Technické rekultivace

Nejběžněji využívaná skupina rekultivací zahrnuje lesnické, zemědělské, hydrické a ostatní rekultivace. Hlavním cílem je v těchto případech rychlé umožnění dalšího využití území, ale dílčí úkoly představuje také prevence sesuvů a borcení těžebních stěn či zabránění úniku toxických látek (Prach et al. 2020). Technické rekultivace jsou hlavním využívaným způsobem přeměny post-těžebních ploch v Česku i střední Evropě (Baasch, Kirmer, Tischew 2012). Zpravidla se skládají ze tří hlavních fází. Zaprvé se jedná o přípravné a plánovací práce, druhá část představuje důlně-technickou etapu, tj. skrývku ornice, úpravu terénu a vyrovnaní nerovností. Třetí, biotechnická, etapa je prováděna u lesnických a zemědělských rekultivací a obnáší navezení vrstvy ornice a výsev či výsadbu za účelem hospodářské produkce (Tropek et al. 2010; Gremlica et al. 2011; Chuman 2015). Výrazným rysem technických rekultivací je jejich finanční náročnost, ceny se pohybují mezi statisíci až miliony korun za hektar (Gremlica et al. 2011).

Z biologického pohledu technické rekultivace v mnoha případech poškozují přirozený obnovní potenciál těžeben (Mudrák, Frouz, Velichová 2010). Nevýhodou technických rekultivací je likvidace často hodnotných sukcesních společenstev, která mohou vzniknout od ukončení těžebních zásahů v daném místě, při důlně-technické etapě rekultivace. Obecně technické rekultivace vedou spíše k homogenizaci podmínek i porostů a šíření nežádoucích konkurenčně silných ruderálních druhů (Baasch, Kirmer, Tischew 2012; Prach et al. 2016), v krajních případech se v substrátu navezeném v rámci biotechnické etapy mohou objevit i semena invazních druhů (Horáčková, Řehounková, Prach 2019). Tento typ rekultivace je proto z biologického hlediska spíše nežádoucí a alespoň určitá část dotěžených ploch by měla být v zájmu kvality a rozmanitosti ekosystémů ponechána samovolnému vývoji či dokonce udržována v počátečních sukcesních fázích (Trnka, Rada 2016).

4.1.1 Lesnické rekultivace

Lesnické rekultivace pískoven ve střední Evropě nejčastěji využívají výsadbu borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a vytvářejí zpravidla stejnověké a druhově chudé porosty (Pietrzykowski, Socha 2011). Tyto monokultury mohou být náchylné k disturbancím, jakými jsou polomy či šíření škůdců. Při lesnické rekultivaci je proto z ekologického hlediska

vhodnější využívat vícedruhové a věkově různorodé porosty; tento postup je ale často v rozporu s ekonomickými zájmy. Dle Šebelíkové, Řehounkové a Pracha (2020) je z biologického hlediska vhodné alespoň část lesnický rekultivované plochy vyčlenit pro sukcesí, Pietrzykowski (2008) tvrdí, že se tím zvýší ekologická hodnota vznikajících ekosystémů.

V lesnický rekultivovaných pískovných obvykle chybí vzácné a specializované druhy, kvůli husté výsadbě stromů a velkému zastínění je zastoupení podrostu minimální (Pietrzykowski 2008; Tropek et al. 2010). Lesnická rekultivace sice urychluje počáteční nárůst biomasy i pedogenezi, v pozdějších stadiích vývoje se však nachází více biomasy v samovolně vzniklém lese, kde bývá vyšší zastoupení fytocenologické třídy *Vaccinio-Piceetea* (Br.-Bl. 1939), tedy boreokontinentálních jehličnatých lesů (Pietrzykowski 2008).

Význam tradičních lesnických rekultivací se vytrácí ve světle skutečnosti, že lesy v temperátní zóně většinou kvůli poměrně příznivým klimatickým podmínkám vzniknou samovolným vývojem, a není tedy nutné lesnickou rekultivaci provádět (Walker, del Moral 2003; Horáčková, Řehounková, Prach 2019). Podle Pracha et al. (2013) se les zformuje přibližně po 20 letech sukcesního vývoje. Výjimku představují extrémně suchá a extrémně vlhká stanoviště, kde je růst stromů limitován, a proto se v takových místech samovolně vyvine spíše otevřený porost.

4.1.2 Zemědělské rekultivace

V rámci zemědělské rekultivace vzniká orná půda, sady, louky, pastviny, chmelnice či vinice, tedy kategorie využití půd spadající do zemědělského půdního fondu (ČGS 2019). Zemědělská rekultivace je nejběžnější v úrodných nížinách Česka s rovinným reliéfem, jakými jsou jižní Morava či Polabí (Kryl, Fröhlich, Sixta 2002).

Jedním z hlavních kroků zemědělských rekultivací je převrstvení neúrodného substrátu orníci (Gremlica et al. 2011). To skýtá rizika pro vývoj vegetace jak kvůli dodání živin, které následně ovlivňuje druhovou skladbu a upřednostňuje rychle rostoucí, konkurenčně silné ruderalní druhy, tak kvůli možnému nežádoucímu transportu diaspor (Tropek et al. 2010). Další problém představuje aplikace osevních směsí, které mohou obsahovat nepůvodní či jiné nežádoucí rostlinné druhy. Nevýhodou zemědělských rekultivací jsou též vysoké náklady. Stávající substrát bez navážky úrodné vrstvy bývá využit pouze ve výjimečných případech, kdy se na povrchu odvalu či výsypky nachází úrodný substrát typu spraše, nebo když je v plánu mimoprodukční využití území (pastva, louka) (Kryl, Fröhlich, Sixta 2002). Tito autoři také dělí

zemědělské rekultivace na přímé a nepřímé, přičemž rozdíl je v navezení ornice u nepřímých zemědělských rekultivací, zatímco u přímých k navezení nedochází.

4.1.3 Hydrické rekultivace

Na pomezí mezi aktivní a pasivní rekultivací se nachází hydrická rekultivace (jinde též vodohospodářská), jež vzniká buď přirozeně při těžbě pod hladinu podzemní vody, nebo případně při cílené konstrukci jezer v těžebních prohlubních. Velikost takto vzniklých vodních ploch se může pohybovat až v rámci stovek hektarů, vznikat mohou ale i systémy menších tůní o rozměrech několika desítek metrů čtverečních (Gremlica et al. 2011).

U hydricky rekultivovaných pískoven je kvalita vody silně ovlivněna využitím okolní krajiny; lesní porosty v okolí přitékající vodu filtrují, oproti tomu intenzivně hnojená pole slouží jako zdroj živinami bohatých vod, které působí eutrofizaci vodních ploch (Křiváčková, Čížková 2008; Mollema, Antonellini 2016). Jezera vzniklá těžbou šterkopísku mají nižší hodnoty obsažených živin i chlorofylu α oproti přírodním jezerům, a zejména v mělkých post-těžebních jezerech se vytváří značné zastoupení vodních makrofyt (Søndergaard et al. 2018). Důsledkem hydrické rekultivace může být kvůli změně vodního režimu ovlivnění kvality půd vedoucí ke změně druhového složení v místě bývalé těžby, například v podobě šíření invazních druhů (Søndergaard et al. 2018).

Pokud jsou však jezera vhodně vytvořena a udržována, mohou být obohacením pro přírodu i společnost (Søndergaard et al. 2018). Přínos pro společnost spočívá v možnostech rekreačního využití (Blanchette, Lund 2016), v některých případech mohou zatopené pískovny sloužit také jako zdroj pitné vody (Dulias 2010). Pro ekosystémy mají hydrické rekultivace význam díky vytvoření habitatů pro vodní či na vodu vázané organismy, kdy jezera slouží například jako refugia vodním ptákům (Santoul, Figuerola, Green 2004)

Jezera vzniklá hydrickou rekultivací mohou být v blízké budoucnosti ovlivněna oteplováním, způsobeným globální klimatickou změnou. Výpar z volné hladiny se úměrně zvyšuje s rostoucí teplotou vzduchu, a proto by tímto mechanismem mohlo docházet ještě k výraznějším ztrátám vody z krajiny než v současnosti (Grimaldi 2009). Phillips (2016) zdůrazňuje též možný vliv změněných klimatických podmínek na zvýšení míry znečištění a výskyt nových nebezpečí pro životní prostředí. Není proto jisté, zda do budoucna převáží spíše výhody či nevýhody tohoto způsobu obnovy krajiny po těžbě (Mollema, Antonellini 2016).

4.1.4 Ostatní rekultivace

Kromě výše uvedených možností dochází též k přeměně pískoven dalšími způsoby. Často se jedná o objekty sloužící rekreaci či sportu, například sportovní hřiště. Prohlubeň vzniklá těžbou bývá též využívána pro založení skládky odpadu. V jiných případech dochází k zarovnání povrchu a na území, kde se nacházela pískovna, je postavena rezidenční či komerční zástavba. V takovém případě jsou stopy po bývalé těžbě navždy zcela zahlazeny.

4.2 Ekologická obnova

Ekologická obnova představuje proces, kdy je „*napomáháno zotavení narušeného degradovaného či zničeného ekosystému*“ (Gann et al. 2019, s. 7). Zde budou pod tímto pojmem představeny způsoby rekultivací, které nespádají do kategorie rekultivací technických. Ekologická obnova využívá procesy samovolné (či spontánní) a usměrňované (též asistované, řízené) sukcese (Řehounek et al. 2015). Pojem sukcese definují (Drury, Nisbet 1973, s. 362) jako „*sled druhového složení společenstva, který je spojen se sérií změn jeho stavby a funkčních vlastností.*“ Sukcesi dělíme dle počátečních podmínek na primární a sekundární.

Primární sukcesí rozumíme změnu ekosystémů na substrátech, ve kterých není vůbec, anebo pouze v nepatrné míře, zachován život v podobě rostlin, diaspor, živočichů či půdních mikrobů. Primární sukcese je závislá na vlastnostech stanoviště, především na obsahu fosfátů a organického uhlíku v půdě a jejím pH či vlhkostních poměrech. Vývoj druhového složení významně ovlivňuje také stáří stanoviště, zásadní roli pak hraje existence zdrojových populací pro jeho kolonizaci, klíčivost či schopnost uchycení (Wiegleb, Felinks 2001). O **sekundární sukcesí** se jedná v případech, kdy disturbance výrazně změnila podmínky ekosystému, ale zůstanou v něm zbytky života – může se jednat o celé rostliny a živočichy či jen semennou banku anebo organické zbytky (Walker, del Moral 2003). V důsledku příhodnějších počátečních podmínek a přítomnosti určitých forem života bývá sekundární sukcese rychlejší procesem. Hranice mezi oběma typy sukcesního vývoje není vždy snadno definovatelná, nicméně při studiu vývoje míst poznamenaných těžbou jde nejčastěji o primární sukcesí, uplatňuje se především u pasivně rekultivovaných těžeben (Borgegård 1990). Naopak u technicky rekultivovaných pískoven probíhá v důsledku navezení ornice a případného vysetí či vysazení vegetace sekundární sukcese (Golos, Dixon, Erickson 2016).

Z biologického hlediska je ekologická obnova v mnoha případech optimálním řešením (Tischew, Kirmer 2007). Takto rekultivované těžebny hostí zpravidla více vzácných druhů než plochy technicky rekultivované (Tropek et al. 2010) a mohou sloužit jako centra biodiverzity

(Heneberg, Řezáč 2018). Dalším zajímavým aspektem ekologické obnovy je její vztah k okolní krajině. Takřka bez vynaložení úsilí či finančních prostředků je možné získat esteticky hodnotnou krajinu (Tischew, Kirmer 2007).

V některých případech však využití sukcese nemusí být vhodné. Tato rekultivační strategie není preferována, pokud v blízkosti vytěženého místa není dostatek zdrojového materiálu pro kolonizaci lokality či hrozí výrazné a nebezpečné řícení nebo sesouvání lomových stěn (Baasch, Kirmer, Tischew 2012). I přesto může být sukcese v určitých specifických případech plánována právě za účelem zabránění erozi (Tischew, Kirmer 2007).

Rychlost zarůstání těžební ploch je závislá na dostupnosti diaspor, abiotických podmínkách a vztazích mezi organismy. Proces kolonizace je pomalejší u rozsáhlých těžebních děl (Chuman 2015), a proto je v případech rozsáhlých lomů často nezbytné využít technickou rekultivaci (Sádlo, Tichý 2002). Spontánní či usměrňovaná sukcese obecně vede k vytvoření porostů často podobných potenciální přirozené vegetaci. Prach a Pyšek (2001) i Chuman (2015) potvrdili, že kromě stanovišť s nejextrémnějšími podmínkami (nedostatek živin, nízké pH, přemokření či sucho) do 15. roku po lidském zásahu do krajiny bývá samovolně vytvořen souvislý vegetační porost a do 25. roku bývá dosaženo cílové podoby vegetačního krytu (Řehouňková, Prach 2008). Též Wiegand a Felinks (2001) potvrzují, že po 25 letech již v některých případech není možné rozeznat les vzniklý spontánní sukcesí v místě bývalé těžby od lesů nenarušených těžbou. Sukcese těžebních ploch v českém prostředí prochází nejprve fází s převahou synantropních druhů, později dochází k rozrůznění vegetace především na základě vláhových podmínek, přičemž počet druhů postupně narůstá (Prach et al. 2013).

Úspěšnost obnovy ekosystémů se dá hodnotit na základě druhové diverzity rostlin a průběhu sukcese, hustoty porostu, tvorby půd a koloběhu živin, kolonizace živočišnými druhy či podle vhodnosti habitatů (Řehouňková, Prach 2006; 2008; Klimaszewski, Pacholik, Snopek 2016).

4.2.1 Spontánní sukcese

Nejjednodušším postupem při rekultivaci dotěžených míst je využití spontánní sukcese (Řehouňková, Prach 2008). Jedná se o ponechání disturbovaných ploch samovolnému vývoji bez dalších lidských zásahů. Výsledkem tohoto postupu může být v příhodných podmínkách vyšší diverzita společenstev, než jaká vzniká při technických rekultivacích (Kirmer et al. 2008; Mudrák, Frouz, Velichová 2010).

Při samovolném šíření druhů na nové stanoviště je nutné mít v okolí zdrojové populace, z nichž bude kolonizace místa probíhat (Sádlo, Tichý 2002), výsledek procesu je potom ovlivněn druhovou skladbou okolní bioty (Borgegård 1990; Řehounková, Vítovcová, Prach 2020). Dále je třeba, aby se organismy byly schopny v novém prostředí uchytit a přežít (Prach et al. 2015). Na vegetaci v opuštěných těžebních mají výrazný vliv lokální podmínky jako jsou světlo, obsah dusíku či reakce půdy a též vlhkost půdy ve velké míře podmiňuje růst a variabilitu vegetace (Kompała-Bąba, Bąba 2013). Významnou roli v průběhu sukcese hraje také vnitrodruhová i mezidruhová kompetice (Kraft et al. 2015).

Pozitivními důsledky ponechání těžebních ploch samovolnému sukcesnímu vývoji mohou být obohacení území o plochy „divočiny“, zabránění erozi i ekonomické úspory (Prach, Pyšek 2001; Wiegler, Felinks 2001). Spontánní sukcese dokáže poskytnout příhodné podmínky pro výskyt bohaté škály běžných i vzácných druhů organismů (Wiegler, Felinks 2001; Trnka, Rada 2016), jako jsou například druhy Červeného seznamu (Müllerová 2017), a je pro druhovou diverzitu přínosnějším způsobem začlenění do krajiny než technické rekultivace (Vojar et al. 2016; Heneberg, Řezáč 2018). Též Kirmer et al. (2008) zdůrazňují, že spontánní sukcese je v mnoha ohledech výhodná a měla by být využívána v lokalitách, kde není nutné rychle nechat obnovit vegetační kryt či v chráněných územích, pokud se nejedná o místa, která by byla výrazně ohrožena erozí. Prach et al. (2011) a Řehounek et al. (2015) tvrdí, že je možné využít spontánní sukcesi až na 95–100 % ploch poznamenaných těžbou.

Nevýhody spontánní sukcese představují její relativně pomalý průběh a pohledově neupravený stav lokalit, který se nemusí zamlouvat laické veřejnosti či může narazit na nepochopení záměru (Zahawi, Reid, Holl 2014). Dále je nutno zmínit, že při omezení lidských zásahů v rámci rekultivace narušených ploch také klesá předvídatelnost vývoje vegetačního krytu na daném místě (Bradshaw 2000). Vychýlení či pozastavení sukcesního vývoje není výjimkou a dosažení druhového i věkového složení odpovídajícího potenciální přirozené vegetaci trvá minimálně 200 let (Prach et al. 2016). Wiegler a Felinks (2001) potvrzují, že zhruba na 1 % z těžebních ploch, a to zpravidla na těch s extrémními podmínkami, se nemusí vyvinout porost ani po 70 letech od proběhlých lidských zásahů.

I přes možný výskyt některých ze zmíněných problémů se většina autorů shoduje na tom, že je spontánní sukcese plnohodnotným a mnohdy žádoucím způsobem rekultivace nejen bývalých těžebních ploch, ze kterého může profitovat jak environmentální výzkum, tak zájmy ochrany přírody i společnost (Wiegler, Felinks 2001; Řehounková, Prach 2008; Kirmer et al. 2008; Mudrák, Frouz, Velichová 2010; Holl, Aide 2011).

4.2.2 Usměrněvaná sukcese

Zvláštním mezistupněm mezi spontánní sukcesí a technickými rekultivacemi je využití tzv. usměrněvané sukcese. Jedná se o ponechání post-těžebního území především samovolnému působení přírodních procesů, v případě potřeby jsou však prováděny managementové zásahy, které mají napomoci dosáhnout plánovaného cílového stavu a zabránit nežádoucím scénářům vývoje (Atkinson, Bonser 2020).

K usměrněvané sukcesi je možno přistoupit dvěma způsoby (Chuman 2015). V prvním převažuje snaha o vytvoření přírodě blízkých stanovišť, v rámci čehož probíhá pouze případné odstraňování nepůvodních druhů. Druhý způsob klade důraz na biodiverzitu, a proto je jeho hlavním cílem vytváření stanovišť pro cílové vzácnější druhy, může se jednat též o reintrodukci druhů, které mají omezené schopnosti šíření (Baasch, Kirmer, Tischew 2012). Příkladem managementových zásahů, které jsou prováděny za účelem ochrany vzácnějších druhů bioty, jsou kosení, udržování raných sukcesních stadií na xerothermních písčinách či tvorba a obnova tůní (Chuman 2015). Nezbytnou součástí usměrněvané sukcese je vždy průběžný monitoring lokality a vyhodnocování úspěšnosti prováděných zásahů (Gann et al. 2019).

Managementové zásahy jsou různého charakteru, liší se dle konkrétních rekultivačních záměrů. Jednou z možností je introdukce žádoucích druhů rostlin (Bradshaw 2000). Metoda vysazení původní vegetace byla úspěšně použita například v pískovně Sitno v Polsku (Klimaszewski, Pacholik, Snopek 2016). Osazení disturbovaných ploch rostlinami lze použít též v případě snahy o stabilizaci terénu a prevenci eroze, přičemž pro rychlé uchycení vegetace může být provedena plošná či místní úprava substrátu, a to za dodání organické či anorganické složky dle potřeby (Bradshaw 2000). Navážený materiál je v takovém případě vhodné brát z okolí rekultivovaného místa, aby obsahoval diaspory místní vegetace (Chuman 2015). Běžnou činností je vedle introdukce chtěných rostlin též likvidace druhů nechtěných. Jedná se často o nepůvodní – invazní či expanzivní – druhy, nebo případně další druhy vychylující průběh přirozené sukcese (Weidlich et al. 2020).

Další z možných managementových zásahů představuje realizace dodatečných disturbancí v daném místě. Samotná spontánní sukcese často vytváří druhově bohaté porosty, nicméně bez dalších disturbancí postupně způsobuje zanikání otevřených ploch vhodných pro konkurenčně slabé druhy rostlin i živočichů (Lönnerberg, Jonsell 2012; Řehounková, Vítovcová, Prach 2020). Nezřídka bývají kvůli obnově a udržování raných sukcesních stadií též likvidovány náletové dřeviny či je prováděno kosení vytvořených porostů, ke stejnému účelu

je ale možné využít i rekreační aktivity v podobě pěší turistiky, rekreace u vody či ježdění motorek, čtyřkolek nebo koní (Řehounek et al. 2015). Lidské zásahy v rámci usměrňované sukcese mohou zahrnovat také remodelaci terénu za účelem vytvoření vhodných stanovišť pro cílové rostlinstvo a živočišstvo (Atkinson, Bonser 2020). Takové zásahy bývají menšího rozsahu než ty prováděné při technických rekultivacích, dalším rozdílem je, že se spíše snaží povrch rozčlenit a diverzifikovat namísto jeho zarovnání do stejné úrovně (Tropek et al. 2010; Prach et al. 2013).

Zásadní vliv na vývoj rekultivovaného místa má okolní krajina, a není proto žádoucí zaměřovat rekultivační snahy čistě na bývalou těžební plochu; je nutné věnovat pozornost i okolí narušeného místa (Kerbiriou, Parisot-Laprun 2020). V určitém okruhu od těžebny by měla být prováděna likvidace nežádoucích druhů, v podmínkách středoevropské krajiny je dle Pracha et al. (2015) vhodné pracovat se vzdáleností do 100 m od těžebny. V případě snahy o zabránění vstupu veřejnosti je možné také oplotit rekultivovaný pozemek (Zahawi, Reid, Holl 2014).

Usměrnovaná sukcese je tedy postupem, který může nalézt využití v různých podmínkách a za rozličnými účely. Klíčová je správná volba a provádění zásahů, stejně jako jejich monitoring a vyhodnocování. Obecně lze asistovanou sukcesí doporučit na většině vytěžených lokalit, jelikož má přínosy pro vývoj bioty i pro společnost (Baasch, Kirmer, Tischew 2012; Šebelíková, Řehouňková, Prach 2016).

4.2.3 Ekologická obnova v těžebnách štěrkopísku

Využitím konceptů spontánní či usměrňované sukcese v pískovných vznikají zejména vysychavá oligotrofní stanoviště s nízkým pH (Borgegård 1990), což jsou poměrně extrémní podmínky, které nevyhovují běžným druhům české fauny a flóry (Řehouňková, Prach 2008). Pískovny dotěžené nad hladinu podzemní vody proto slouží jako náhradní útočiště pro mnohé skupiny organismů vázaných na živinově chudá stanoviště (Prach, Pyšek 2001; Řehouňková, Prach 2008), suché trávníky vytvořené na kyselých písčínách jsou domovem ohrožených druhů české flóry (Grulich 2012). Také pískovny těžené pod úroveň hladiny podzemní vody mohou sloužit díky ekologické obnově jako refugia pro mokřadní druhy rostlin z okolních oblastí (Křiváčková, Pecharová, Čížková 2006). Oproti jiným typům těžebních lokalit dochází u pískoven k samovolnému vývoji vegetace poměrně rychle a potenciál pro obnovu je vysoký (tab. 2). Méně příznivou vlastností je u nich oproti tomu zvýšené riziko výskytu nepůvodních organismů, které je ale možné zmírnit usměrňováním sukcese.

<i>Typ těžbou narušených míst</i>	<i>Plocha [km²]</i>	<i>Průměrná doba vytvoření souvislého krytu [roky]</i>	<i>Průměrná doba vytvoření pozdních, většinou lesních sukcesních stadií [roky]</i>	<i>Přítomnost nepůvodních organismů</i>	<i>Potenciál pro obnovu spontánní sukcesí [% celkové plochy]</i>
Výsypky a další plochy narušené těžbou uhlí	270	15	20	nepříliš významná	95
Kamenolomy	62	20	30	lokálně akát, borovice černá	100
Pískovny a štěrkopískovny	42	10	20	lokálně akát, dub červený	100
Těžebny jílu (kaolínu)	12	10	20	lokálně akát	100
Rašeliniště	10	10	25 / 60 (suchá / vlhká místa)	nevýznamná	100
Odkaliště	?	variabilní	variabilní	nevýznamná, lokálně různé druhy	20 (po stabilizaci povrchu až 100)

Tab. 2: Spontánní obnova míst narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi v posledních cca 50 letech na území dnešní České republiky.

Upraveno dle: Řehounek et al. (2015).

Proces kolonizace vytěžených pískoven v rámci spontánní sukcese ovlivňuje především přísun diaspor z okolí a jejich životnost, množství a způsob šíření, roli hrají též stanovištní podmínky (Kirmer et al. 2008). Dle Řehounekové a Pracha (2010) se v prvních fázích sukcese pískoven uplatňují z životních forem především chamefyty. V následném vývoji postupně dominují dvouděložné rostliny, oddenkaté geofyty a vytrvalé hemikryptofyty, konečným stadiem sukcese bývají v podmínkách mírného pásu porosty s převahou fanerofytů (Grime 1979). V pískovných těžebných nad hladinu podzemní vody, ač se jedná o stanoviště často s extrémními podmínkami, která jsou suchá a živinami chudá, se již po 5 letech od opuštění může vytvořit dřevinný kryt na 50 % plochy (Prach, Pyšek 2001). Na nezaplavovaných mokřadních plochách dle Müllerové (2017) sukcese spěje k vytvoření porostů olšin a vrbin, na periodicky zaplavovaných místech vznikají porosty rákosu a vysokých ostřic.

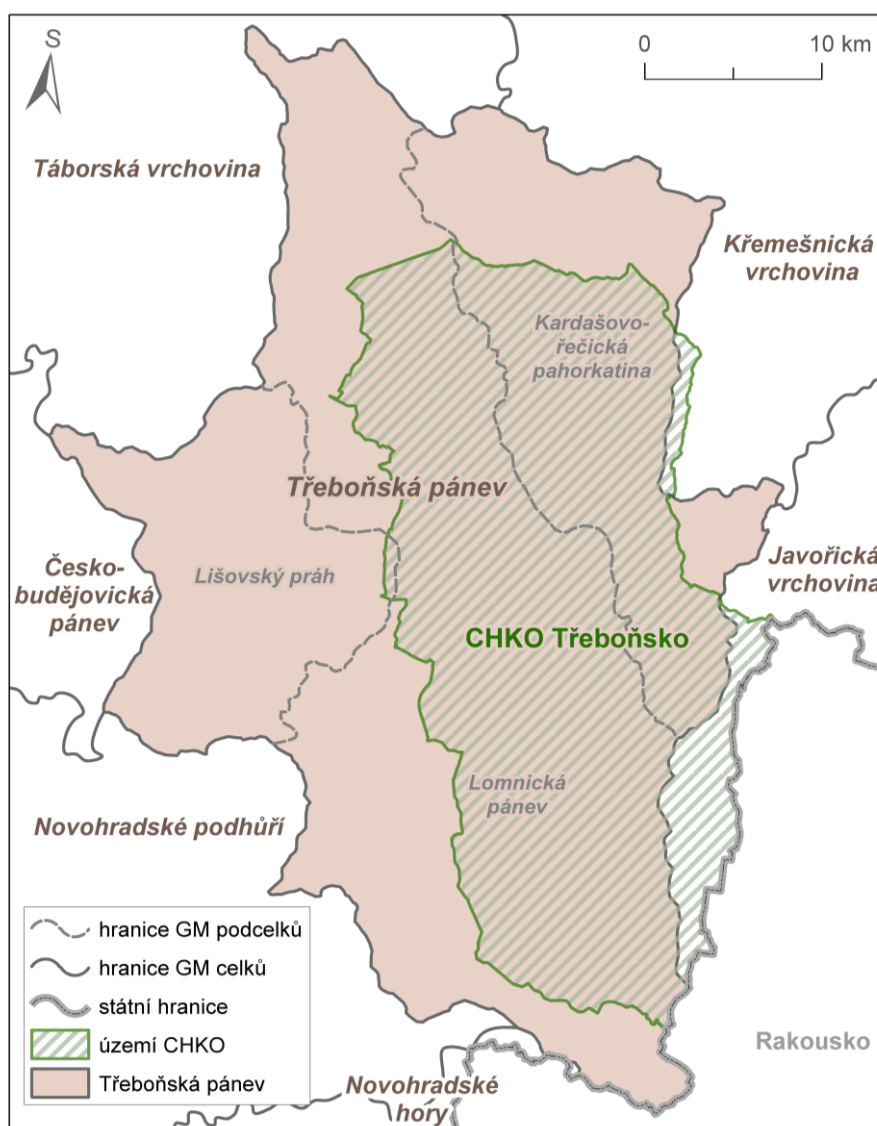
V bývalých těžebných štěrkopísku je též často žádoucí udržet raná sukcesní stadia, která v dnešní antropogenizované krajině poskytují útočiště oligotrofním a konkurenčně slabým druhům původní české fauny a flóry, jež jsou v mnoha případech méně běžné až vzácné (Šebelíková, Řehouneková, Prach 2016, Růžicková, Hykel 2019). Proto je v rámci usměrňované

sukcese prováděno blokování sukcesního vývoje či obnova počátečních sukcesních stadií (Trnka, Rada 2016). Běžně prováděným managementovým zásahem je také prořezávání dřevin za účelem tvorby otevřených stanovišť s malým vegetačním krytem, jež vyhledává například marše písečná (*Tetrix ceperoi*), z rostlin potom kostřava písečná (*Festuca psamophila*) či kolenec Morisonův (*Spergula morisonii*) (Sádlo, Chytrý, Pyšek 2007; Trnka, Rada 2016). Nezbytnou součástí ekologické obnovy pískoven je boj s invazními a dalšími nežádoucími druhy rostlin, v českých pískovnách je pozornost soustředěna především na trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) (Řehouňková, Prach 2008; Gann et al. 2019). Může jít jak o přímou likvidaci, tak o zabránění šíření těchto druhů osetím povrchu jinou vegetací (Baasch, Kirmer, Tischew 2012).

Dalším z prováděných opatření je přizpůsobení terénu bývalé těžebny, jež je realizováno za účelem změny stanovištních podmínek. Zahrnuje například vytváření a udržování mělkých tůní s velkou plochou litorálu, které jsou příhodné pro život bezobratlých či pro v Česku kriticky ohroženou ropuchu krátkonohou (*Epidalea calamita*) (Řehounek et al. 2015). Tůně, ideálně o rozloze kolem čtvrt hektaru, jsou dle Lönnberga a Jonsella (2012) vhodné také pro výskyt brouků žijících v písku. Úprava terénu ale může mít též podobu tvorby a obnovy kolmých písečných stěn, které využívá ke hnízdění břehule říční (*Riparia riparia*). Tento dnes již vzácný a ze zákona chráněný ptačí druh býval v Česku poměrně běžný, k tvorbě hnízd využíval odhalené písčité břehy řek. S postupnou úpravou vodních toků, které vyvrcholily v minulém století, břehulím ubývala vhodná stanoviště, jejich počty výrazně poklesly. Druh však začal využívat jako náhradní hnízdiště právě kolmé stěny pískoven, na Třeboňsku pravidelně hnízdí v například v pískovně Lesů ČR – Cep (Řehounek et al. 2015). Dle Heneberga (2009) hnízdí více než polovina jihočeské populace břehulí právě v upravovaných stěnách pískoven. V obdobné situaci jsou na americkém kontinentu kulík hvízdavý (*Charadrius melodus*) a rybák nejmenší (*Sternula antillarum*) na území Velkých severoamerických plání; většina populace obou zmíněných druhů hnízdí v písečných stěnách vytvořených lidskou činností (Sidle, Kirsch 1993). Provádění těchto zásahů napomáhá dlouhodobému udržení populací zmíněných živočichů a tím zvyšování místní biodiverzity (Heneberg, Řezáč 2018).

5. FYZICKO-GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Zájmové území CHKO Třeboňsko se nalézá v jižních Čechách mezi Veselím nad Lužnicí na severu a státní hranicí s Rakouskem na jihu. Zajišťuje ochranu centrální části geomorfologického celku Třeboňské pánve (obr. 5). Prostorové vymezení obou celků je do značné míry podobné, pouze na východě CHKO zasahuje malou částí území mimo Třeboňskou pánev na území Javořické a Křemešnické vrchoviny, naopak nejsevernější (severně od Veselí nad Lužnicí) a nejzápadnější části pánve (Lišovský práh a okolí Borovan) již území CHKO nepokrývá. Pro zjednodušení však bude pro charakteristiku zájmového území z větší části využíváno popisu Třeboňské pánve.



Obr. 5: Vymezení geomorfologického (GM) celku Třeboňská pánev a CHKO Třeboňsko.

Zdroje dat: ARCDATA Praha, ZÚ, ČSÚ (2016), ČÚZK (2016).

5.1 Geologický a geomorfologický vývoj území

Jedná se o tektonicky podmíněnou pánev protaženou v SSZ-JJV směru, kterou protéká od jihu k severu řeka Lužnice. Pánev má tvar ploché sníženiny s mírně zvlněným reliéfem při okrajích, jejíž délka v osním směru dosahuje 60 km a maximální šířka pánve se pohybuje kolem 25 km. Průměrná nadmořská výška je 455 m (Albrecht 2003). Geneticky se jedná o příkopovou propadlinu ohraničenou podélnými zlomy, jejíž dno je mírně ukloněno k severu. Skalní podklad pánve je tvořen krystalinikem moldanubické oblasti, který se skládá z předprvohorních metamorfovaných hornin (pararuly a migmatity) a prvohorních hlubinných vyvřelin (převážně žuly a granodiority) moldanubického plutonu (Chábera 1998).

Tektonická sníženina pánve se vytvořila v prvních fázích alpinského vrásnění v období křídý (Chábera 1985). Výplň pánve tvoří na většině plochy sedimentární materiál, který má v tektonických příkopech mocnost až 300 m, výchozy podložních krystalinických hornin nacházíme zejména při východním okraji pánve (Albrecht 2003). Sedimentace v pánvi probíhala od svrchní křídý, konkrétně od období senonu, odkud pochází **klikovské souvrství**, prostorově i hloubkově nejrozsáhlejší sedimentární jednotka Třeboňské pánve, tvořená u báze hrubozrnnými písčitými sedimenty, které směrem k povrchu přecházejí v jíly a kaolinické pískovce (Chábera 1985).

Druhá významná fáze akumulace sedimentu, podmíněná výzdvihem jižní části Českého masivu, probíhala během terciéru v oligocénu a jejím výsledkem je **lipnické souvrství**. Podobně jako v senonském období šlo o mělkovodní sedimentaci v teplém podnebí (Chábera 1985). Sedimentace pokračovala též během miocénu. Během spodního miocénu vzniklo **zlivské souvrství**, sedimentace byla několikrát oživena záplavami vzniklými v důsledku mladších fází alpinského vrásnění nebo ingresí z jižního směru. V tektonicky podmíněných údolích probíhala ve středním miocénu jezerní sedimentace, opět s občasným průnikem vod z moře alpské předhlubně. Během středního miocénu vzniklo **mydlovarské souvrství**, které dnes nacházíme v mocnostech až 60 m (Albrecht 2003). Tato sedimentární fáze byla ukončena dalším výzdvihem českého masivu. Zlivské a mydlovarské souvrství mají psefiticko-psamitický charakter, tedy jsou tvořeny šterky a písky. Na mydlovarské souvrství místy nasedá **domanínské souvrství** vytvořené ve svrchním miocénu, podobného stáří jsou i jíly **ledenického souvrství**. Z pozdního miocénu až pliocénu pochází pravděpodobně též vrstva jílovopísčitých sedimentů obsahující vltavíny, kterou nalézáme v pásu probíhajícím jižně od Třeboně (Chábera 1985; Albrecht 2003).

Nejmladší sedimenty Třeboňské pánve pocházejí z kvartéru. Během pleistocénu probíhala sedimentační fáze, jež byla podpořena poklesem dna pánve a která byla přesušována také kratšími epizodami výzdvihu. Toto chování způsobilo výrazné zahlubování vodních toků a intenzivní sedimentaci. Kvartérní sedimenty se skládají jak z fluviálních uloženin, tedy štěrkopísků v podobě teras a nivních hlín uložených Lužnicí a jejími přítoky Nežárkou a Dračicí s mocností až 30 m, tak z vátých písků, jezerních, svahových či organických sedimentů (Chábera 1985). Štěrkopískové říční sedimenty kvartérního stáří nacházíme zejména v blízkosti současných vodních toků. U Lužnice jde především o střední tok, kde tvoří několik terasových stupňů, které ale nejsou morfologicky výrazné a v terénu příliš patrné. Z kvartérních štěrkopískových fluviálních sedimentů je nejrozsáhlejší risský terasový stupeň, poloha této terasy se nachází ve výšce až 8–10 m nad údolní nivou. Nejmladší würmský stupeň má mocnost 1–5 metrů (Prach, Jeník, Large 1996).

Starší sedimenty byly místy narušeny mladšími procesy. V několika lokalitách byly v sedimentech nalezeny mrazové klíny, tedy relikty periglaciálního přetváření reliéfu, pravděpodobně pleistocenního stáří. V důsledku působení člověka potom došlo v posledních tisících let k urychlení především svahových a fluviálních pochodů a remodelaci rozsáhlých částí pánve (Chábera 1985).

5.2 Klimatické a hydrologické poměry

Klima pánve je mírné, dle Quitta (1971) se jedná o mírně teplou oblast s průměrnou roční teplotou až 8 °C. Roční srážkové úhrny se pohybují od 600 do 700 mm a s nadmořskou výškou rostou. Souvislá sněhová pokrývka leží průměrně 55 dní. Převládá zde západní a jihovýchodní proudění. Klima oblasti je ovlivněno velkým rozsahem vodních ploch, které zde pomáhají zmírňovat teplotní extrémy. Nad vodou se také tvoří vertikální vzduchové víry a brzdí tak horizontální proudění, kvůli vysokému výparu jsou v této oblasti oproti okolí častější letní vydatné srážky (Chábera 1985). Nad oblastí Třeboňska se často tvoří teplotní inverze, nezřídka doprovázené mlhou (Albrecht 2003).

Celé Třeboňsko spadá do povodí Vltavy, dominantní řekou pánve je Lužnice s hlavním přítokem Nežárkou a dalšími menšími přítoky, jako je Dračice nebo Koštěnický potok. Délka toku Lužnice na území CHKO je necelých 75 km, především v horní části toku řeka výrazně meandruje a v jejím okolí se nachází velké množství slepých či odškrcených ramen v různé fázi zazemňování. Pravostranné přítoky Lužnice jsou významnější než levostranné. Přírodní hydrologická síť je doplněna o početné umělé kanály, z nichž jsou nejvýznamnější Zlatá stoka,

kteřá přivádí vodu k rybníkům na levém břehu Lužnice, a Nová řeka, převádějící vodu z Lužnice do Nežárky a sloužící jako ochrana proti povodním i pro napájení okolních rybníků (Chábera 1998; AOPK ČR 2016).

Na Třeboňsku je značné zastoupení vodních ploch, tvoří zhruba 15 % rozlohy CHKO. Nejstarší generaci vodních ploch představují nepočtená přírodní slatinná jezera a rašeliniště, většinou prostorově nevýrazná. Novějším prvkem jsou rybníky budované intenzivně od středověku s vrcholem výstavby v 16. století. Z největších lze zmínit Rožmberk, Dvořiště, Velký Tisý, Horusický či Staňkovský rybník (Albrecht 2003). Nejmladší generaci vodních ploch v krajině Třeboňska představují zatopené těžebny, nejčastěji se jedná o pískovny. Různého stáří jsou mokřady v okolí řek s početnými fluviálními jezery v různých fázích vývoje. Největší koncentrace těžebních jezer je v lokalitách jižně od Veselí nad Lužnicí, u Nové Vsi nad Lužnicí a v okolí Suchdola nad Lužnicí.

V pánvi se vyskytují jak puklinové, tak průlinové podzemní vody. Pánevní sedimenty jsou významnou oblastí akumulace podzemní vod, odkud jsou zásobovány pitnou vodou okolní obce. Západní část území CHKO je chráněna jako Chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV) (Albrecht 2003).

Kvalita povrchových vod se značně zhoršila v druhé polovině 20. století, a to především kvůli nešetrnému zacházení s hnojivy a překračováním únosné kapacity rybníků. Ve značné části rybníků došlo k nadměrné eutrofizaci vod. V posledních desetiletích se díky snahám o úpravu způsobu hospodaření ukazatele kvality vod nezhoršují a probíhají snahy o nápravu nepříznivého stavu (AOPK ČR 2016).

5.3 Půdní poměry

Z půd jsou na Třeboňsku kvůli relativně vysoké hladině podzemní vody na velké části území zastoupeny hydromorfní a semihydromorfní půdy, tedy pseudogleje (spíše v západní části pánve) a gleje, v menší míře jsou k nalezení stagnogleje. Jihozápadně od Třeboně začíná široký pás organozemí, směřující jižním směrem. Nechybí zde ani kambizemě modální, arenické (v údolní nivě) a dystrické (značně zastoupené ve východní části území). Podél vodních toků se nacházejí fluvizemě, místy jsou zastoupeny také luvizemě a antropozemě (Albrecht 2003).

5.4 Flóra a fauna Třeboňska

Z botanického hlediska náleží Třeboňská pánev Českomoravskému mezofyziku se zastoupením dubohabřin a teplomilných a acidofilních doubrav. Z lužních lesů je přítomen tvrdý i měkký luh. V nivě Lužnice je zachována mozaika rákosin, vysokých ostřic a mokřadních až vodních rostlin, podobná společenstva se nacházejí také ve výtopách některých rybníků (Albrecht 2003; Chytrý et al. 2010).

Běžná jsou zde též rašelinná stanoviště. Ze vzácných druhů se na rašeliništích Třeboňské pánve vyskytuje v rámci blatkových borů borovice blatka (*Pinus rotundata*), v borech nacházíme například černýš český (*Melampyrum bohemicum*). Také se spíše ve vyšších nadmořských výškách mohou vyskytovat rašelinné smrčiny (Chytrý et al. 2010). Na oligotrofních, často písčitých stanovištích se nacházejí keříčkové bory s podrostem tvořeným borůvkou černou (*Vaccinium myrtillus*), vřesem obecným (*Calluna vulgaris*) a brusinkou obecnou (*Vaccinium vitis-idaea*).

Na Třeboňsku nalezneme vzácně příklady tvrdého luhu nížinných řek s jilmy, topolovými doubravami či jasany (Chytrý et al. 2010). Více zastoupený je měkký luh s vrbami (*Salix sp.*) a topolem černým (*Populus nigra*). V lužních lesech jsou typické střemchové doubravy a střemchové olšiny složené z dubu letního (*Quercus robur*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), často s příměsí vrby křehké (*Salix fragilis*). Podrost lužních lesů bývá tvořen například kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*), hluchavkou skvrnitou (*Lamium maculatum*), a zmlazujícími dřevinami stromového patra, běžně s výskytem liány chmelu otáčivého (*Humulus lupulus*) (Albrecht 2003; Chytrý et al. 2010).

Na podmačených stanovištích bývají přítomny bažinné olšiny či ostřicové porosty, ve kterých dominuje olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), méně zastoupené jsou bříza pýřitá (*Betula pubescens*) či borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Podrost na zamokřených stanovištích bývá tvořen ostřicemi, kapraděmi a liánami. Značné zastoupení mají na Třeboňsku louky a pastviny, jedná se o následek předchozího odlesnění krajiny a jejího zemědělského využívání, které ale místy ustupuje. Mezofilní louky v nivě jsou dominovány psárkou luční (*Alopecurus pratensis*) či ovsíkem vyvýšeným (*Arrhenatherum elatius*) (Albrecht 2003).

Také zastoupení živočichů je na Třeboňsku bohaté. Jak přírodní mokřady, tak sekundárně vytvořené vodní plochy poskytují útočiště početným populacím vodních ptáků, jedná se například o racky chechtavé (*Chroicocephalus ridibundus*), potápky (*Podicipediformes*), kachnu divokou (*Anas platyrhynchos*) nebo poláky (*Aythya sp.*).

Ze vzácných druhů se zde vyskytují volavka stříbřitá (*Egretta garzetta*), zrzohlávka rudozobá (*Netta rufina*), bukač velký (*Botaurus stellaris*) či kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*). Třeboňsko je také jedním z českých hnízdišť orla mořského (*Haliaeetus albicilla*) (Albrecht 2003). Na tůňě je vázán výskyt kriticky ohrožené ropuchy krátkonohé (*Epidalea calamita*) (Řehounek et al. 2015). Mokřady jsou bohaté též na výskyt bezobratlých živočichů, a to jak běžných, tak méně běžných druhů měkkýšů, korýšů, vážek, pavouků či pošvatek (Albrecht 2003).

5.4.1 Flóra a fauna písčín

Na písčitém a štěrkovém substrátu na Třeboňsku, který se nachází v blízkosti řeky či v prostorech ovlivněných těžbou, představují potenciální přirozenou vegetaci brusinkové borové doubravy a jedlové doubravy, v údolních nivách by přirozeně bez lidských zásahů rostly střemchové doubravy (Albrecht 2003). Dle Clementsova dělení sukcesních řad (Clements 1916) v Třeboňských pískovných převažuje psammosérie a sladkovodní hydrosérie eutrofních vod (Křiváčková, Čížková 2008).

V současnosti na písčitých stanovištích ze stromů dominují břízy (*Betula pendula*) či topol osika (*Populus tremula*) za hojného výskytu borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a vrb (*Salix sp.*) (Křiváčková, Pecharová, Čížková 2006). Často jsou vytvořeny borové doubravy, v nichž tvoří podrost brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Na oligotrofních písčínách jsou často k nalezení suché sekundární trávníky a vřesoviště s výskytem paličkovce šedavého (*Corynephorus canescens*) (Chytrý et al. 2010). Z bylinných druhů jsou běžnými dále třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), na osluněných plochách jsou k nalezení ostružiníky (*Rubus sp.*), zatímco pro stinná stanoviště je typický psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*). Na písčitých okrajích vodních ploch jsou z rostlinné říše typické chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), rákos obecný (*Phragmites australis*) či ostřice obecná (*Carex acuta*), pískovny především v jižní části CHKO mají zastoupení sítin (*Juncus sp.*) (Křiváčková, Pecharová, Čížková 2006).

Písčiny na Třeboňsku hostí xerothermní druhy obratlovců i bezobratlých. Na suchých písčínách žije mnoho druhů blanokřídlého hmyzu, jako jsou kutilky nebo hrabalky. V příkrých písčitých stěnách hnízdí ohrožené břehule říční (*Riparia riparia*) či ledňáček říční (*Alcedo atthis*) (Krupauer 1990; Řehounek et al. 2015). Pro písčité okraje vodních ploch jsou typičtí střevlíci (*Nebria livida*) (Křiváčková, Pecharová, Čížková 2006).

5.5 Vývoj krajiny a ochrana území

V území je chráněna rozmanitá a harmonická krajina, ve které se i přes staletí lidské kultivace místy zachovaly přírodní a přírodě blízké ekosystémy, jednou z dominant jsou také rozsáhlé rybníční soustavy. Harmonický charakter třeboňské krajiny, jenž byl dlouhá staletí utvářen interakcemi mezi přírodním prostředím a člověkem, je jednou z ceněných předností tohoto území. První doklady o lidském působení v oblasti pocházejí ze střední doby kamenné, od středověku je krajina Třeboňska intenzivně ovlivňována lidskou činností. Od 12. století docházelo k odvodňování mokřadů, stavbě rybníků a systému napájecích kanálů, největší rozkvět rybníkářství zaznamenalo na přelomu 15. a 16. století, naopak od 17. století docházelo spíše k zániku rybníků (Albrecht 2003). Hlavní změny v krajině představuje odlesnění půdy a hospodářské využívání. Území Třeboňska bylo původně značně oligotrofní, s intenzifikací zemědělské výroby ve druhé polovině 20. století a chovu ryb však narostlo množství živin v půdním i vodním prostředí. Rozloha lesa se z původních téměř 100 % rozlohy území před začátkem lidského působení do současnosti zmenšila na necelou polovinu, přesto lze les označit za krajinnou matici Třeboňska (tab. 3). Vliv na ráz krajiny měly i regulace vodních toků či těžební činnost a meliorace zemědělské půdy ve druhé polovině 20. století. I přes všechny tyto zásahy si tamní krajina dokázala zachovat některé své části v relativně málo pozměněné podobě (Albrecht 2003).

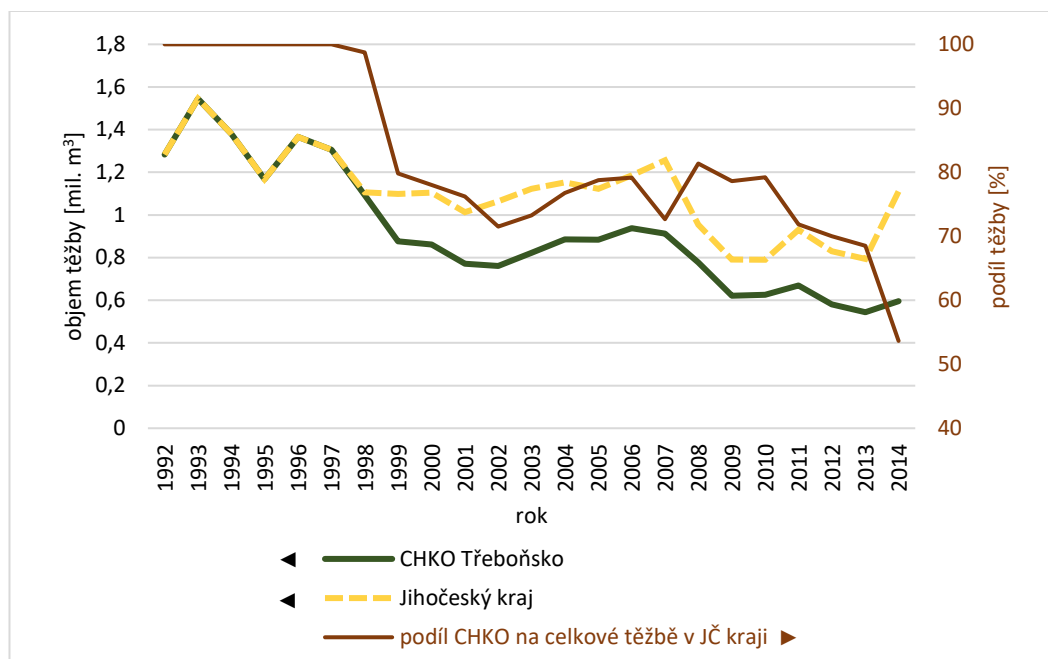
využití půdy	rozloha (ha)	% rozlohy CHKO
PUPFL	30 065	43,0
ZPF	21 259	30,4
rybníky	7 272	10,4
ostatní	11 404	16,3
celkem	70 000	100

Tab. 3: Současné využití půdy v CHKO Třeboňsko.

Zdroj: AOPK ČR (2016).

Ačkoliv jde o chráněné území, nezanedbatelnou roli ve zdejší krajině hraje těžba. Hlavní těženou surovinou jsou štěrkopísky. Území CHKO je hlavním zdrojem této stavební suroviny z celého Jihočeského kraje (obr. 6). Jejich těžba v CHKO Třeboňsko vrcholila v 70. a 80. letech, kdy byla zvýšená spotřeba kvůli výstavbě Jaderné elektrárny Temelín a budování rozsáhlých sídlišť. V současnosti je těžen zhruba třetinový objem štěrkopísku oproti období maximální těžby (Albrecht 2003). Na 687 km² území CHKO Třeboňsko bylo v roce 2018 na výhradních a nevýhradních ložiscích vytěženo 1 235 kt nerostných surovin, z čehož

štěrkopísky tvoří převážnou většinu (ČGS 2019). Dále jsou v území těženy jíly a jílovce, živcová surovina, kaolín, bentonit, cihlářské suroviny, kámen, křemen, vltavíny a pro lázeňské účely se dodnes v malém objemu těží rašelina (ČGS 2019).



Obr. 6: Vývoj těžby v CHKO Třeboňsko a v Jihočeském kraji.

Zdroj dat: AOPK ČR (2016).

Lidské osídlení je dodnes na území CHKO poměrně řídké. Města a vesnice na Třeboňsku mají často také architektonickou a památkovou hodnotu. Od roku 1979 je Třeboňsko chráněno jako chráněná krajinná oblast, na jejím území se navíc nachází několik maloplošných zvláště chráněných území.

Nejcennější zachované biotopy z pohledu ochrany přírody jsou blatkové bory na rašeliništích, lužní lesy podél řeky Lužnice a údolní niva této řeky. Významné jsou také extrémně suché lokality výskytu vátých písků (Chábera 1985).

6. METODIKA

6.1 Vyhledání bývalých těžebních lokalit a informací o nich

Nejprve byly vyhledány lokality těžby štěrkopísku na území CHKO Třeboňsko. Pískovny pro zkoumání byly vybrány na základě Surovinového informačního systému (ČGS 2021b), Regionální surovinové politiky Jihočeského kraje (ČGS 2003) a Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin (ILSNS) (Růžicková 1968; 1970; Středa 1970; Tichý 1970; Vilímek 1970). Do výběru byla zahrnuta místa těžby suroviny „písek stavební“, „štěrk“, „písek“ a „štěrkopísek“, která se povedlo přesně lokalizovat.

Na základě digitálního modelu reliéfu (DMR) (ČÚZK 2017), geologické mapy (ČGS 2020) a ortofota různého stáří (Mapy.cz 2021, ČÚZK 2021a) byly následně dohledány další lokality. Objekty byly vyhledávány jak podle umístění v sedimentárních horninách či v blízkosti řek, tak dle charakteristických tvarových znaků těžeben štěrkopísku, jakými jsou podoba sníženiny, příkré stěny a ploché dno. V případech, kdy to bylo možné, bylo dále dle leteckých map pohledem ověřeno, zda se v místě těžil štěrkopísek. Jako samostatná těžebna byla chápána místa, ve kterých se spojitě projevovaly důsledky těžby (skupina sousedících jam, souvislá sníženina apod.) a která byla případně viditelně oddělena od okolních těžeben. Tímto postupem byl získán seznam 127 lokalit, v nichž v minulosti probíhala těžba štěrkopísku v zájmovém území. Nalezené těžebny byly zakresleny do mapy v programu ArcMap a byla zjištěna jejich rozloha a souřadnice středu pískovny (tab. 6 v příloze 1).

Pro všechny pískovny, pro které bylo možno tento údaj dohledat, byly v tabulce 6 v příloze 1 uvedeny roky začátku a konce těžby. Část informací pochází z ILSNS, část z díla Brože et al. (2002) či od Křiváčkové a Čížkové (2008). Pro osobně navštívené pískovny, u kterých tento údaj chyběl, bylo dle archivních ortofoto snímků dohledáno přibližné **období ukončení těžby**. V případě časově nesouvislé, občasné těžby byla doba počítána od posledních patrných zásahů na archivních leteckých snímcích. Zjištěné údaje jsou v tabulce 9 v příloze 1 zaznamenány v podobě kategorií: po roce 2000, v 70.–90. letech, v 50.–60. letech, ve 40. letech a dříve. Z Císařských otisků (ČÚZK 2021b) či z archivních ortofot z 50. let (ČÚZK 2021a) byl následně určen **půdní kryt** všech pískoven před začátkem těžby štěrkopísku a terénním průzkumem doplněným o analýzu aktuálních leteckých snímků (pro nenavštívené lokality) byl stanoven současný stav. Graf na obr. 10 byl potom vytvořen na základě převládající kategorie v každé pískovně, pokud šlo u jedné pískovny o více různých typů.

6.2 Terénní mapování

Dalším krokem byl terénní průzkum vybraných lokalit z vytvořeného seznamu. Výběr míst pro průzkum probíhal především na základě dostupnosti, nicméně cílem bylo navštívit co nejvíce různorodých těžeben, lišících se at' již velikostí, tvarem, způsobem těžby, způsobem rekultivace či prostorovou lokalizací, a získat tak ukázky různých typů těžeben. Mapování probíhalo v létě roku 2020, v měsících červenci a srpnu. Celkem se podařilo navštívit 37 z 127 vytipovaných objektů. Stručná charakteristika každé navštívené pískovny je zpracována v příloze 2.

Větší pískovny určené pro terénní průzkum byly rozděleny na menší části (obr. 11 a 12 v příloze 3), z nichž každý díl dosahoval velikosti přibližně 1 ha. Případně u zatopených částí pískoven, kde nebylo možno sledovat situaci pod hladinou, byl mapován pouze břeh a šlo o úseky dlouhé cca 500 m (tab. 7 v příloze 1). Hranice mezi částmi větších pískoven byly zároveň vedeny tak, aby vytvářely vnitřně homogenní celky. Rozdělení pískoven tak odděluje například lesnický rekultivovanou část pískovny od holých písčin. Mapované plochy, a to jak nedělené menší pískovny, tak jednotlivé části dělených pískoven, budou dále označovány jako **sektory**.

U navštívených pískoven byly pro každý sektor zaznamenávány následující informace (tab. 7 a 10 v příloze 1): **výskyt invazních rostlin**, **stabilita** svahů či břehů pískovny, míra **znečištění** odpadem, **vlhkost** lokality (pískovna suchá, zatopená či mokřadní), **půdní kryt**, **dominantní taxony** ve vegetačním krytu a současné **využití** pískovny. U využití pískovny se prakticky jedná o využití půdy (land use) v prostoru bývalé těžebny, a tedy o určení funkce, kterou půda plní (Duhamel 2012). Bylo rozlišováno 6 skupin využití, a to lesnické, ekologické (ochrana přírody), zemědělské (louka, pastva či orná půda), skládka odpadu (řízená), rekreace a ostatní (zahrada, hřiště, tábořiště).

V rámci hodnocení přítomnosti **invazních rostlin** bylo sledováno 17 taxonů invazních neofytů, jejichž výskyt je na území Česka běžný. Jedná se o javor jasanolistý (*Acer negundo*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), turanku kanadskou (*Conyza canadensis*), turan roční (*Erigeron annuus*), různé druhy pětouru (*Galinsoga* sp.), slunečnici hlíznatou (*Helianthus tuberosus*), bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), netýkavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*) a n. malokvětou (*I. parviflora*), lupinu mnoholistou (*Lupinus polyphyllus*), kustovnici cizí (*Lycium barbarum*), různé druhy loubince (*Parthenocissus* sp.), dub červený (*Quercus rubra*), různé druhy křídlatek (*Reynoutria* sp.), trnovník akát (*Robinia*

pseudacacia), třapatku dřípatou (*Rudbeckia laciniata*) a různé druhy zlatobýlu (*Solidago sp.*). Odhadovaný počet jedinců každého taxonu byl v jednotlivých sektorech zaznamenán v tabulce 10 (příloha 1) dle logaritmické stupnice (kategorie 1: 1–9 jedinců, kategorie 2: 10–99 jedinců, kategorie 3: 100–999 jedinců atd.). Výběr taxonů pro sledování, jakož i metoda zaznamenávání počtu jedinců, byly převzaty z práce Matějčka (2009).

Jako kritérium **stability** svahů bylo hodnoceno riziko eroze břehů či stěn těžebny na stupnici od 0 do 3 (tab. 7 v příloze 1). Stupeň 0 znamená, že jsou jakékoliv pohyby velmi nepravděpodobné, naopak stupeň 3 značí velmi vysoké riziko. Hodnoty 1 a 2 představují mezistupně. Podobným způsobem byla zaznamenána též míra **znečištění** zkoumaných míst odpadem. Kategorie 0 až 3 náleží lokalitám s různým stupněm antropogenního znečištění, od nezasazených až po silně znečištěné.

6.3 Tvorba typologie, klasifikace

Byly vytvořeny 4 způsoby klasifikace pískoven, a to na základě:

- **vlhkostních podmínek**
- **stáří**
- **využití**
- **rozlohy** (3 kategorie: menší než 1 ha, 1 až 10 ha a větší než 10 ha)

Dělení na základě rozlohy bylo možné vytvořit pro všech 127 identifikovaných těžeben, klasifikace dle zbylých parametrů byla vytvořena pro 37 navštívených pískoven.

6.4 Další analýzy

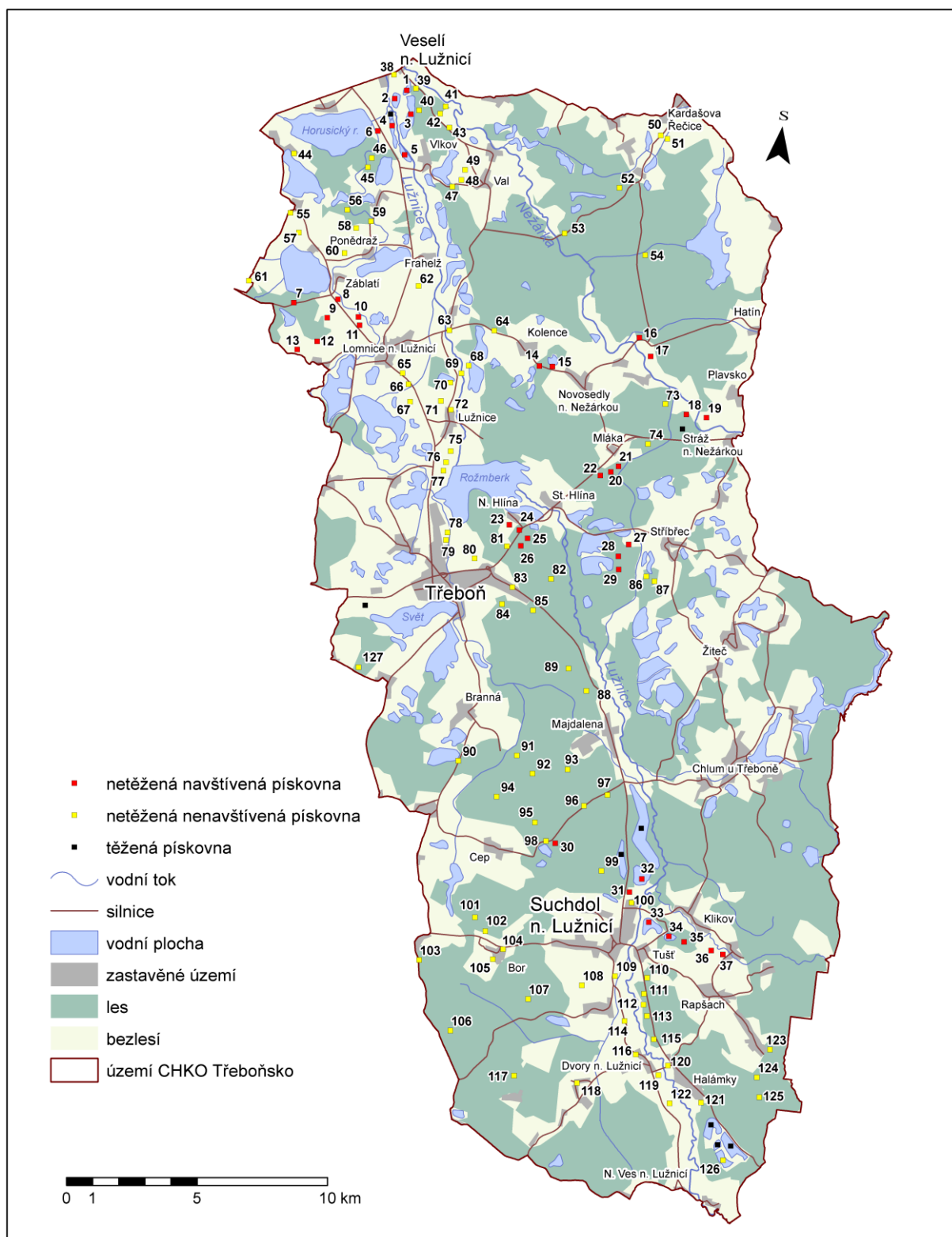
Dále bylo popsáno rozmístění pískoven a byl vytvořen stručný popis každé navštívené lokality (příloha 2). Ze souboru dat ze 37 navštívených lokalit byly v programu Excel vytvořeny analýzy míry znečištění a ohrožení erozí (obr. 9). Následně byl vypočítán i celkový počet nalezených invazních taxonů pro velké pískovny rozdělené na sektory (tab. 10 v příloze 1). Pro každý nalezený druh je v tabulce 4 uveden přibližný celkový počet jedinců a průměrný počet jedinců v obsazeném sektoru. Také byl pro každý taxon zjištěn počet a podíl obsazených sektorů.

V následující části byly popsány změny, které těžba vyvolala, s důrazem na změny krajinného rázu, reliéfu, hydrických podmínek a půdního krytu a využití ploch. V tabulce 5 a v grafu na obr. 10 byla popsána změna půdního krytu, jak ho chápe Duhamel (2012), tedy

pozorovaného fyzického krytu zemského povrchu. V následující části byly popsány konkrétní případy změn půdního krytu či využití půdy. Vliv těžby štěrkopísku na krajinu byl vyhodnocen též pomocí porovnání se sítí Územního systému ekologické stability (ÚSES). Poté byly na základě vybraných parametrů vybrány příklady dobré a špatné praxe, bylo popsáno, jak je možno naložit s pískovnou po ukončení těžby, a byly shrnuty hlavní principy, které by měly být dodržovány při nakládání s těžebnami v budoucnu.

7. VÝSLEDKY

7.1 Rozmístění pískoven



Obr. 7: Mapa pískoven v CHKO Třeboňsko v roce 2020.

Zdroj podkladových dat: ARCDATA Praha, ZÚ, ČSÚ (2016).

Ložiska se nacházejí v říčních sedimentech a terasách, proto je největší počet pískoven koncentrován v okolí vodních toků (obr. 7). První velmi hustě těžený úsek je podél Lužnice mezi Halámkami a Suchdolem nad Lužnicí, kde je v bezprostřední blízkosti řeky kromě v současnosti těžených objektů (Halámecké pískovny) zhruba 12 netěžených pískoven po obou stranách toku. Další pás pěti pískoven se táhne podél levého břehu řeky Dračice až k soutoku s Lužnicí. Specifickou skupinou těžeben jsou tři rozsáhlá levobřežní štěrkopísková jezera podél Lužnice severně od Suchdolu nad Lužnicí (Cepské pískovny), z nichž dvě jsou v současnosti stále těžena. Čtvrtá výrazná koncentrace těžeben štěrkopísku se nachází po obou březích Lužnice na úrovni Třeboně v okolí Nové Hlíny a Stříbrce, zde se nachází cca 15 lokalit. Další větší skupina zhruba dvanácti pískoven se nachází převážně na levém břehu řeky u obce Lužnice. Šest pískoven, z nich jedna stále těžená, se nachází podél Nežárky pod Stráží nad Nežárkou. Významná těžební oblast se šesti velkými jezery, z nichž na jednom dosud probíhá těžba, se nachází před soutokem Lužnice s Nežárkou nad Veselím nad Lužnicí. Kromě velkých jezer označovaných veřejností jako Veselské pískovny se zde nachází roztroušené i menší nezatopené bývalé těžebny.

Z početnějších seskupení pískoven ve větší vzdálenosti od vodních toků lze zmínit okolí obcí Ponědraž a Záblatí, kde je v pětikilometrovém okruhu zhruba 15 těžebních lokalit. Další koncentraci těžeben lze lokalizovat mezi obcemi Cep a Majdalena. Ostatní lokality se nacházejí buď zcela samostatně či v méně významných skupinách.

Nejvíce z identifikovaných pískoven najdeme ve třetí zóně CHKO, která zahrnuje ochrannářsky nejméně významné území celé oblasti, přes padesát pískoven je soustředěno do druhé zóny a jen 7 bývalých pískoven se nachází na území nejvýznamnější první zóny CHKO.

7.2 Klasifikace

7.2.1 Dle rozlohy

Malé pískovny (menší než 1 ha): nejvíce lokalit, 96 z celkových 127, spadá do kategorie malých pískoven (tab. 6 v příloze 1). Jedná se o pískovny č. 6, 8–17, 20–29, 31, 40–56, 58–62, 64, 65, 67–72, 74, 78–89, 91–109, 111, 114, 116–121, 123–125 a 127. Nejmenší lokality dosahují rozlohy pouze kolem 100 m².

Středně velké pískovny (1 až 10 ha): do prostřední kategorie náleží 16 lokalit (č. 7, 18, 30, 37–39, 57, 63, 66, 75–77, 90, 110, 112 a 122).

Velké pískovny (větší než 10 ha): zbylých 15 lokalit (č. 1–5, 19, 32–36, 73, 113, 115 a 126) patří do kategorie velkých pískoven. Část tvoří štěrkopísková jezera, část je nezatopená. Největší pískovnou na Třeboňsku je Tušť (č. 33) s rozlohou téměř 73 ha, kde většinu těžebny tvoří štěrkopískové jezero. Následuje pískovna s jezerem Cep I. (č. 32) o rozloze 70 ha. Největší z nezatopených pískoven je s rozlohou 28 ha pískovna Paříž (č. 36), dnes pastvina.

7.2.2 Dle využití

Dělení pískoven dle současného využití (tab. 9 v příloze 1) pro 37 navštívených lokalit obsahuje následující kategorie:

Lesnické využití: Nejvíce, více než třetina z navštívených pískoven v současnosti slouží pro lesnické účely (obr. 8). Míra technických zásahů při rekultivaci se liší a často je těžké ji určit. Některé lesní pískovny mají vyrovnaný povrch a pravidelně vysázenou monokulturu borovice (č. 35 a severní část č. 34) (obr. 13 v příloze 4), tudíž je patrná technická rekultivace, zatímco v jiných zůstal v různém rozsahu zvlněný nepravidelný reliéf po těžbě, druhové složení i vláhové podmínky se v různých místech těžebny liší a les pravděpodobně vznikl spíše spontánní sukcesí (např. č. 6, 22, 29). Lesní porosty lze dále rozdělit do podskupin *smíšený les* (č. 6, 10, 12, 16 a 27–29, převážná část č. 8 a menší část č. 19 a 37) a *jehličnatý les* (č. 15, 21, 22, 25, 35, J část č. 7, SV část č. 32 a S část č. 34).

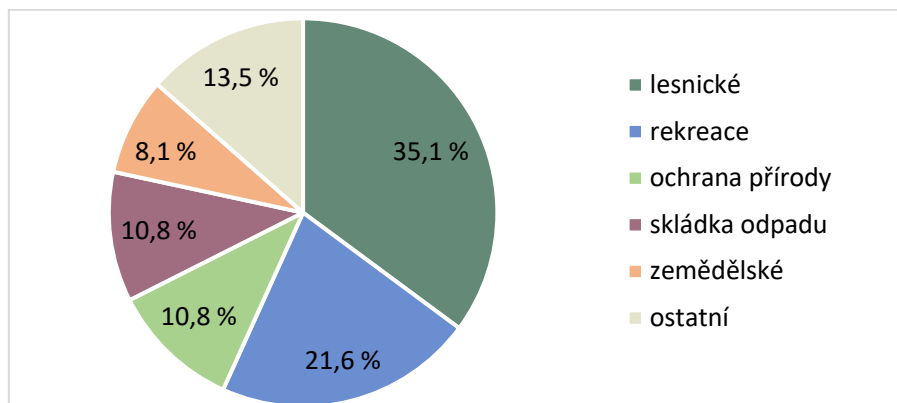
Rekreační využití: Druhé největší zastoupení (21,6 %) mají pískovny s rekreačním využitím, kam byly zařazeny všechny velké zatopené pískovny (č. 1–5 a 32–34). Rekreační je myšleno koupání, slunění a rybaření.

Skládka odpadu: 11 % pískoven je využíváno jako legální skládka odpadu (č. 13, 14, 18 a 26). U lokality č. 14 nebylo potvrzeno, že je skládka legální, žádná oficiální zmínka o ní nebyla nalezena.

Ekologické využití: Stejný podíl (11 %) má též ekologické využití. Do kategorie byly zařazeny pískovny, jejichž primárním účelem je zvyšování a ochrana biodiverzity či rozmanitosti krajiny (č. 19, 30, 37, převážná část č. 7 a náspy v č. 5), ve dvou případech se dokonce jedná o samostatná chráněná území (EVL Cepská pískovna v soustavě Natura 2000 (č. 30) a PP Pískovna u Dračice (č. 37)). Nejčastěji jde o místa s méně vyvinutou vegetací, která byla ponechána do určité míry samovolnému vývoji, či o úplně holé písčiny.

Zemědělské využití: Pouhé 3 lokality slouží zemědělským účelům (č. 9, 17, 36), v případě pískoven č. 17 a 36 jako pastva, č. 9 je potom částečně zastavěný zemědělský areál. Žádná z navštívených pískoven nebyla po ukončení těžby přeměněna na ornou půdu.

Ostatní využití: Do kategorie ostatního využití, kam byly zařazeny zahrady u obytné zástavby, hřiště či tábořiště, spadá pět navštívených lokalit (č. 11, 20, 23, 24, 31).



Obr. 8: Využití navštívených pískoven na Třebonьsku.

7.2.3 Dle vlhkostních podmínek

Další ze způsobů rozdělení pískoven je dle vlhkostních podmínek (tab. 9 v příloze 1). Tento způsob dělení bylo možné zpracovat pouze pro 37 osobně navštívených pískoven. První kategorie, **zatopené těžebny**, jsou v krajině nejvýraznější a jednotlivá šterkopísková jezera vzniklá těžbou pod úroveň podzemní vody jsou nepřehlédnutelná. Primárním využitím zatopených pískoven je v současnosti rekreace (koupání, rybolov). Jedná se o osm lokalit, a to č. 1–5 a 32–34.

Jako **mokřadní typ**, vzniklý těžbou šterkopísku přibližně k úrovni hladiny podzemní vody, lze označit 12 pískoven (č. 7, 8, 11, 13, 19, 21, 23, 24, 28–30 a 37). Do kategorie byly zařazeny těžebny podmačené či s výskytem menších tůní a jezírek. Využití této skupiny lokalit je různorodější než v předchozím případě. Nejčastěji se jedná o využití pro ochrannářské (č. 7, 19, 30, 37) a pro lesnické účely (č. 8, 21, 28, 29).

Suché pískovny (č. 6, 9, 10, 12, 14–18, 20, 22, 25–27, 31, 35 a 36) tvoří největší kategorii se 17 zástupci. Pískovny jsou až na výjimky malé a převažuje na nich lesnické využití s dominantními dřevinami borovicí, dubem či smrkem.

S vlhkostními poměry v těžebnách souvisí také způsob těžby. Zatopené těžebny byly ve všech případech po odtěžení svrchních vrstev materiálu těženy z vody, tudíž pod hladinu

podzemní vody, oproti tomu u suchých pískoven probíhala zpravidla suchá těžba, tj. nad hladinu podzemní vody. Z navštívených suchých pískoven, o kterých máme tuto informaci, byla z vody těžena pouze pískovna č. 6. U mokřadního typu pískoven byla pro svrchní vrstvy materiálu použita suchá těžba, v některých případech následně doplněna i těžbou z vody. Jelikož jsou početně nejzastoupenější suché a mokřadní pískovny, převládá tedy ve zkoumané oblasti suchá těžba šterkopísku.

7.2.4 Dle stáří

Navštívené pískovny byly též roztríděny do kategorií dle doby uplynulé od ukončení těžebních prací (tab. 9 v příloze 1).

Nejmladší skupinu tvoří pískovny opuštěné **po roce 2000**. Spadají sem pískovny č. 7, 17, 19, 30, 32, 33 a 37. Nižší počet lokalit (7) v této skupině lze částečně vysvětlit postupným utlumováním těžby v posledních dekáдах (obr. 2). Žádná z těchto pískoven nebyla rekultivována lesnický (kromě již dříve dotěžené jižní části č. 7), převažuje ekologická obnova.

Druhou nejmladší je kategorie těžeben opuštěných **od počátku 70. do konce 90. let** 20. století. Sem se řadí všechny Veselské pískovny (č. 1–5), jež byly dotěženy v průběhu 80. let, a dále pískovny č. 6, 12–14, 18, 23, 24, 26 a 34–36. Tato kategorie je nejpočetnější se 16 zástupci z celkových 37, jedná se však také o delší časový interval než u první a třetí kategorie a má lépe zdokumentovanou historii než starší kategorie.

Třetí skupinu představují pískovny, v nichž těžba skončila v **50. či 60. letech** minulého století (č. 9–11, 16, 20–22, 25, 27 a 31). Na většině z 10 lokalit dnes roste les, který se u lokalit 16, 21, 22 a 27 již zcela začlenil do okolních lesů a těžebnu lze poznat jen podle prohlubně.

Do poslední, **nejstarší** kategorie pískoven opuštěných **ve 40. letech či dříve** byla zařazena jen čtveřice lokalit (č. 8, 15, 28 a 29). Ve všech případech se jedná o drobné pískovny, ve kterých se zachovala těžební jáma. U lesů (č. 15, 28, 29), podobně jako u předchozí věkové kategorie, porost zcela splynul s okolím.

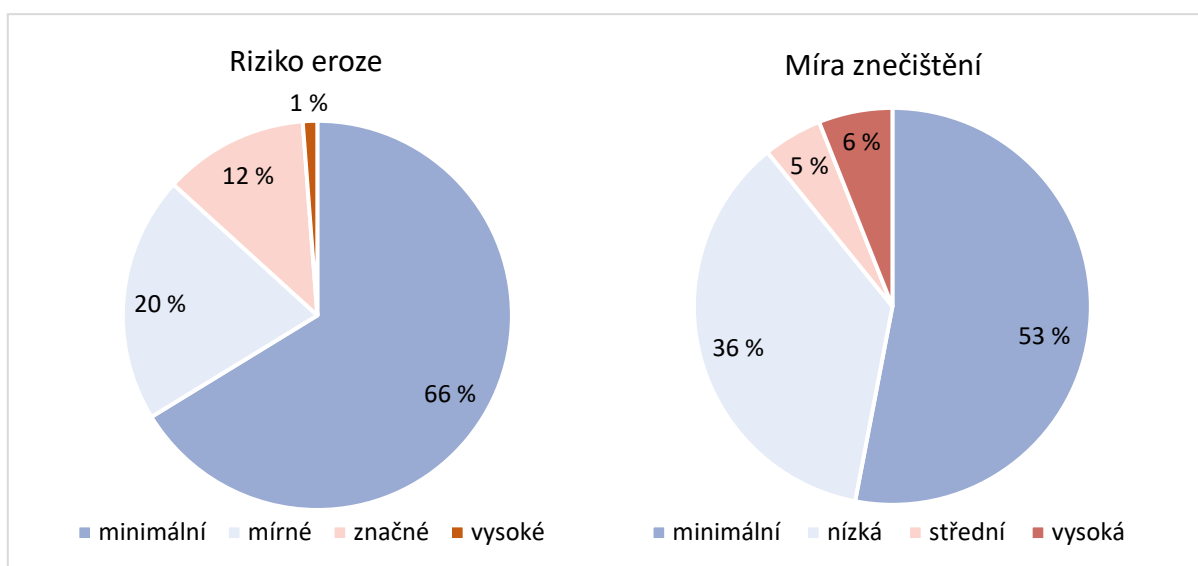
7.3 Vybrané charakteristiky a rizikové faktory

7.3.1 Nestabilita stěn a znečištění

Riziko eroze u většiny navštívených pískoven není příliš významné. Pro dvě třetiny lokalit je pouze minimální a 20 % spadá do kategorie mírného rizika (obr. 9). Nicméně na 12 % míst bylo přesto zaznamenáno značné riziko eroze. Pouhé jedno procento lokalit spadá

do kategorie vysokého rizika. Riziko eroze se příliš nelišilo u sektorů bez vegetace a s vegetací, ani nebylo výrazně vyšší u některé z kategorií stárí pískoven (tab. 7 v příloze 1). Hlavní vliv na stabilitu stěn má výška stěn pískovny a přítomnost vodní hladiny, která na břeh působí abrazivně. Větší příkrost a výška stěn může spolu s jejich borcením narušovat konektivitu krajiny a způsobovat její fragmentaci.

Takřka či zcela bez znečištění byla zhruba polovina lokalit (53 %) a další třetina celkového počtu (36 %) byla znečištěna pouze mírně (obr. 9). Podíl znečištěnějších kategorií je podobný jako u ohrožení erozí, nicméně výrazně vyšší je podíl kategorie vysoké míry znečištění. Toto zjištění je nicméně ovlivněno započtením legálních skládek odpadu, které nepředstavují pro životní prostředí velké riziko kvůli ze zákona povinnému zabezpečení proti průsakům do podzemních vod a dalším ochranným opatřením. Ve většině případů se vyšší hodnoty znečištění nacházely v rekreačně využívaných sektorech a jednalo se o drobný odpad (obr. 15 v příloze 4). V případě nálezu znečištění v lese se častěji jednalo o vyhozené předměty větší velikosti, například pneumatiky, kusy nábytku či stavební odpad (obr. 16 v příloze 4), které mohou přerůst ve větší nelegální skládku odpadu. Ohrožení erozí ani znečištění nelze u navštívených pískoven na Třeboňsku označit jako vysoce rizikový faktor.



Obr. 9: Riziko eroze a míra znečištění pískoven na Třeboňsku.

7.3.2 Vegetace v pískovnách

Mírně vyšší druhová pestrost (více dominantních druhů) byla nalezena v zatopených a mokřadních částech těžeben než v suchých místech (tab. 7 v příloze 1). U většiny zatopených částí pískoven byly dominantními dřevinami různé druhy vrb (*Salix sp.*) a dubu (*Quercus sp.*), značné bylo též zastoupení olše (*Alnus sp.*). Pro mokřadní pískovny je typický výskyt borovic

(*Pinus sp.*) a travin. Na vlhkých stanovištích a na březích jezer jsou běžné též březové porosty (*Betula sp.*), které se vyskytovaly zhruba na třetině sektorů, a menší, ale nezanedbatelný podíl pak zde měly topoly (*Populus sp.*) Obecně je nejběžnějším dominantním druhem na netěžených písčivých Třeboňská borovice (*Pinus sp.*), kterou najdeme ve značném zastoupení ve všech vlhkostních typech stanovišť, jako běžné taxony písčoven lze označit také duby (*Quercus sp.*), břízy (*Betula sp.*), vrby (*Salix sp.*) a traviny (*Poaceae*). V některých sektorech dominovaly i invazní druhy rostlin, například trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) či turan roční (*Erigeron annuus*) (obr. 14 v příloze 4).

7.3.3 Rostlinné invaze

Nejběžnějším invazním druhem s největším počtem jedinců, nalezeným na 42 % zkoumaných ploch, je jednoznačně netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) (tab. 4). Nejčastěji se vyskytovala v lesních a rozvolněných stromových porostech, nicméně v několika případech byla objevena též na písčinech, v křovinách, v travnatém porostu či na skládce (tab. 10 v příloze 1). Na zhruba pětina ploch byly nalezeny turanka kanadská (*Conyza canadensis*), turan roční (*Erigeron annuus*), dub červený (*Quercus rubra*) a trnovník akát (*Robinia pseudacacia*). Dub červený (*Quercus rubra*) se vyskytuje zejména na březích velkých zatopených písčoven, kam byl vysazen při rekultivaci (Krupauer 1990), jeho přítomnost přitom negativně ovlivňuje podrost, který pod tímto druhem často až chybí. Turanka kanadská (*Conyza canadensis*) byla nalezena pouze u písčoven, jež ukončily těžbu v 70. letech či později, a trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) se nacházel v nelesních písčivých, nejčastěji v rozvolněných lesních porostech. Netýkavka žláznatá (*I. glandulifera*) byla zdokumentována pouze na 12 % zkoumaných ploch, nicméně často ve velkém množství (stovky až tisíce jedinců v sektoru) (obr. 17 v příloze 4), nezávisle na typu půdního krytu či využití.

Ukazatel	<i>Acer negundo</i>	<i>Conyza canadensis</i>	<i>Erigeron annuus</i>	<i>Galinosa sp.</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>	<i>Impatiens parviflora</i>	<i>Lupinus polyphyllus</i>	<i>Parthenocissus sp.</i>	<i>Quercus rubra</i>	<i>Reynoutria sp.</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Solidago sp.</i>
PJ*	100	23 310	12 065	605	11 660	32 710	205	105	1 445	2 055	3 305	255
OS	2	18	19	4	10	35	5	3	19	6	13	6
OS [%]	2,4	22,7	22,9	4,8	12,0	42,2	6,0	3,6	22,9	7,2	15,6	7,2
PJ/OS*	50	1 295	635	151	1 166	935	41	35	76	343	254	43

Tab. 4: Rozšíření invazních neofytů v navštívených písčivých v CHKO Třeboňsko.

Pozn.: * – přibližný údaj, PJ – počet jedinců, OS – obsazený sektor.

Výjimečně, na méně než desetině ploch, rostou různé druhy křídlatek (*Reynoutria sp.*) (nalezeny pouze v severní části CHKO), zlatobýlu (*Solidago sp.*), pětouru (*Galinsoga sp.*) a loubince (*Parthenocissus sp.*), lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*) a javor jasanolistý (*Acer negundo*). Invazní taxony byly nalezeny jak v lokalitách, kde je aplikována ekologická obnova, tak v technicky rekultivovaných sektorech těžeben.

7.4 Změny vyvolané těžbou

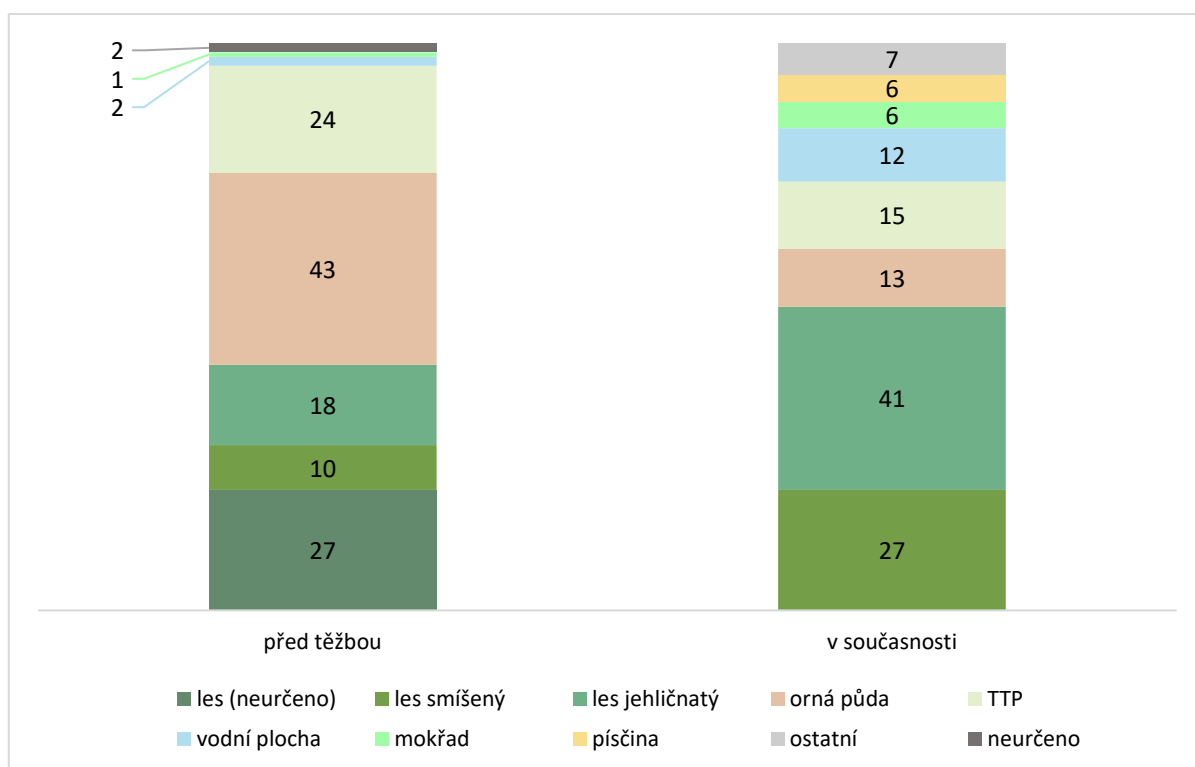
V CHKO Třeboňsko dochází ke změně **krajinného rázu** těžbou šterkopísku zejména dočasně v průběhu těžby, kdy vznikají odhalené písčiny. Po ukončení těžební činnosti se většina pískoven mění zpět na pole, louky či lesní porosty, pouze malá část je ponechána sukcesi, či přímo udržována bez vegetačního krytu. Zvláštním případem jsou rozlehlé hladiny velkých šterkopískových jezer, které představují velkou a trvalou změnu v kontextu mikrostruktury krajiny, nicméně v rybniční oblasti, jakou je Třeboňsko, nejsou ničím ojedinělým, a nedochází tedy k výrazné změně krajinného rázu oblasti.

Většina navštívených pískoven představuje určité ozvláštnění **reliéfu**, v naprosté většině případů vznikem prohlubní odtěžením šterkopísku. Pískovny je díky tomu dodnes možné snadno identifikovat v terénu. Dna těžebních jam byla objevena jak zcela rovná, tak do různé míry zvlněná, což je patrně způsobeno následkem různých způsobů těžby. Pouze v několika jednotkách případů z navštívených pískoven bylo v rámci rekultivace provedeno zavezení dřa a úplné vyrovnaní povrchu po těžbě. Zejména u zatopených pískoven a také u těch, v nichž probíhá ekologická obnova, pozorujeme strmé, někdy až kolmé, písečné stěny.

Těžbou nastaly též významné změny **hydrických podmínek**. Na Třeboňsku se v současnosti nachází 15 velkých jezer vzniklých těžbou šterkopísku, jejichž rozloha přesahuje 5 ha. Šest z nich se nachází mezi Vlkovem a Veselím nad Lužnicí, čtyři u Halámk, tři mezi Majdalenou a Suchdolem nad Lužnicí a poslední dvě mezi Tuští a Františkovem. Devět jezer (č. 1–5, 32–34 a 126) není v současnosti těženo, nejmladší vznikla v letech 2018–2019 rozdělením pískovny Horusice na severní a jižní část (č. 4). Několik pískoven těžených z vody bylo v rámci rekultivace po ukončení těžby zavezeno a v současnosti se jedná o suché lokality (např. č. 6, 35, 36). Menších jezer a tůní vzniklých těžbou šterkopísku se na území CHKO Třeboňska nachází větší množství, zejména kolem toku Nežárky a Lužnice, kde jsou napájeny podzemní vodou z přilehlé řeky. Některé z nich v sušších obdobích vysychají. Určitá část pískoven potom zůstala suchá i po ukončení těžebních zásahů. V tomto případě se nejčastěji jedná o pískovny menších rozměrů, na nevýhradních či zcela neevidovaných ložiskách.

Půdní kryt	rozloha před těžbou		současná rozloha	
	ha	%	ha	%
vodní plocha	1,5	0,3	292,0	59,5
les	204,1	41,6	113,0	23,1
<i>z toho: les jehličnatý</i>	17,8	3,6	84,6	17,3
<i>les smíšený</i>	4,2	0,9	28,4	5,8
<i>neurčeno</i>	182,1	37,1	0,0	0,0
TTP	61,2	12,5	51,1	10,4
píščina	0,0	0,0	10,6	2,2
orná půda	221,7	45,2	10,3	2,1
ostatní a neurčeno	0,4	0,1	7,2	1,5
mokřad	1,5	0,3	6,2	1,3
<i>celkem</i>	490,4	100,0	490,4	100,0

Tab. 5: Rozloha půdního krytu v prostoru pískoven na Třeboňsku před těžbou a po těžbě.



Obr. 10: Počet lokalit podle půdního krytu před těžbou a po těžbě.

Hlavní změnou v **půdním krytu** na místech těžby na Třeboňsku je vznik nových vodních ploch, které nyní tvoří téměř 60 % rozlohy těžných ploch (tab. 5), nicméně jedná se pouze o malý počet pískoven (obr. 10). Naopak největší pokles zaznamenala rozloha orné půdy (ze 45 % na pouhých 2 %). Plocha lesních porostů na místech těžby klesla zhruba na polovinu, ze 41 % na 23 %, nicméně les se nyní nachází na větším počtu lokalit než v minulosti. Poměrně novodobým trendem je vznik holých písčin na nerektivovaných pískovnách, ke kterému došlo v 6 případech, nicméně se jedná pouze o malé plochy, jejichž celková rozloha je jen 10 ha

z 490 ha identifikovaných pískoven. Rozloha i počet trvalých travních porostů se lehce snížil, na druhou stranu lehce přibýlo mokřadů následkem odtěžení materiálu a přiblížením k hladině podzemních vod. Nelesní nezatopené plochy jsou v současnosti více diferencovány, ale tvoří pouze necelou pětinu celkové rozlohy pískoven.

Lokality s **odlišným půdním krytem či využitím** po těžbě:

1. Vznik velkých jezer: Území s různým poměrem polí, lesů a luk přeměněná v těžební jezera. Jedná se o pískovny č. 1–5, 32, 33, 112, 126 a jižní část č. 34. Co se týká mikrostruktury krajiny, několik menších krajinných plošek různého typu se zde sdružuje v jednu velkou, méně diverzifikovanou plošku.
2. Přeměna orné půdy na trvalý travní porost: Tento způsob vývoje byl zaznamenán u pískoven č. 59, 66, 68, 71, 80 a 114 a na většině rozlohy č. 36. Často se jedná o ponechání disturbanční enklávy vzniklé těžbou v nadále obdělávaném poli.
3. Přeměna trvalých travních porostů na ornou půdu: Tato přeměna nastala v případech č. 48, 51, 65, 78. Součástí rekultivace bylo vyrovnaní terénu a navezení ornice.
4. Zástavba těžené plochy: Ve všech případech (č. 9, 72 a 83) se jedná o plošně malé objekty, nicméně i tak mohou jako celek ve spojení s okolními stavbami (u lokalit č. 72 a 83) působit jako bariéra pro pohyb organismů krajiny.
5. Vznik malých vodních ploch: Na pískovnách, kde těžba dosáhla hladiny podzemní vody, se vytvořily různě velké i různě hluboké tůně či jezera (č. 8, 119 a 127, na většině rozlohy č. 90, v malé míře též u lokalit č. 19, 24 a 42). Vznik malých vodních ploch vytváří zajímavé prostředí pro mnoho vzácnějších druhů české fauny a flóry a slouží k celkovému ozvláštnění krajiny.
6. Lesnický rekultivované dříve nelesní plochy: Zalesnění se dotklo převážné části zhruba 25 pískoven. Poměrně rozmanitý lesní porost se značným zastoupením původních **listnatých** druhů stromů vznikl jednak na místě dřívějších polí (pískovny č. 6, 10, 12, 19, 23, 24, 27, 42, 60, 61, 64, 69, 77, 100 a část č. 34), jednak namísto luk a pastvin (č. 45, 70, 75, 110, 118). V některých případech šlo o ponechání podstatné části těžebny spontánnímu vývoji, jindy byl les vysázen, nicméně s důrazem na druhovou i věkovou diverzitu lesa. Pravidelný **borový** les byl v rámci rekultivace vysázen na pískovnách č. 18, 35, 62, 109 a 111. U pískoven č. 116 a 123 nebylo možné dohledat půdní kryt před těžbou, dnes se zde rozkládá smíšený, respektive jehličnatý les.
7. Zemědělsky rekultivované dříve lesní plochy: Pouze v případě pískovny č. 47 byla původně lesní plocha přeměněna v pole.

8. Specifické využití dříve různých typů ploch: Některé lesy, louky či pole byly přeměněny ve skládky odpadu (č. 13, 14 a 26), zahradu rodinného domu (č. 31) či základnu dětského tábora s celoročně přítomným nemobilním zázemím (č. 20).
9. Nerekultivované těžebny: U pískoven č. 7, 30, 37, 44, 86, 102 a severozápadního sektoru pískovny č. 31, jež původně sloužily jako pole, louky či lesy, zůstává od ukončení těžby povrch bez výrazných rekultivačních zásahů. Nutno zmínit, že se často jedná o nedávno dotěžené lokality nebo pískovny s občasnou nárazovou těžbou materiálu. Postupně se vytvářející rostlinný kryt je v některých případech odstraňován, jelikož se však jedná o živinami chudý a vysychavý substrát, není spontánní kolonizace rostlinami příliš rychlá. V lokalitách č. 7, 30, 37 a 102 jsou občas prováděny managementové zásahy v zájmu ohrožených druhů bioty.

Lokality, u nichž byla po ukončení těžby **obnovena původní funkce či půdní kryt**:

1. Trvalé travní porosty: Travní porost byl obnoven na lokalitách č. 17, 38, 63, 67, 104, 105, 120, 121 a na části pískovny č. 36.
2. Orná půda: Zpět na ornou půdu byly zrekultivovány lokality č. 43, 49, 50, 57, 58, 76, 79 a 108. U tohoto typu došlo zpravidla k vyrovnání prohlubní vzniklých těžbou a navezení úrodného substrátu pro následnou produkci.
3. Lesy: Největší podskupinu původně lesních pozemků, které tuto funkci po ukončení těžby obnovily, zde tvoří jehličnaté lesy rekultivované zpět na jehličnaté, převážně borové, lesy (č. 15, 21, 22, 25, 52–54, 56, 73, 74, 81, 82, 84, 85, 87–89, 101, 103, 106, 107, 113, 115, 117, 124, 125 a část č. 30 a 90). V několika málo případech došlo k přeměně jehličnatého lesa ve smíšený (č. 16, 39–41, 46 a 127), tyto lokality mají často zvlhčené dno a vyšší vertikální členitost než okolní reliéf, tudíž u nich pravděpodobně neproběhla technická rekultivace. Na místě původně smíšeného lesa vznikl jehličnatý les u pískoven č. 91–99. U dvou lokalit (č. 28 a 29) byl po těžbě obnoven smíšený les.
4. Malé vodní plochy či mokřady: Zatopené či mokřadní lokality č. 11, 55 a 122 byly vodními plochami či mokřady již před těžbou. U této skupiny pískoven nelze určit, zda již vodní plochy na mapách Stabílního katastru nebyly pozůstatky dřívější těžby.

Především u velkých pískoven bylo vytvořeno také zázemí pro těžbu. K větším těžebnám a jejich komplexům byly navezeny příjezdové cesty ze zbytkového materiálu z těžby, nejčastěji se jedná o šterk, písek či cihlovou drť, výjimečně se vyskytují betonové panely. Těmito cestami tudíž kvůli jejich propustnosti pro vodu není příliš ovlivněn vsak dešťové vody a z důvodu jejich malých rozměrů ani konektivita území. U některých pískoven přeměněných

v rekreační jezera postupně vznikají objekty parkovišť, občerstvení, kempů či toalet, čímž dochází k jistému rušení estetiky a *genia loci* přírodního prostředí.

7.5 Interakce pískoven s ÚSES

Pískovny mohou být schopny trvale hostit populace některých organismů, ale též mohou působit jako překážka jejich přežití či migraci. Proto je nutné sledovat, jestli nekolidují s Územním systémem ekologické stability (ÚSES), který by měl pomáhat zajišťovat a zachovávat funkčnost krajiny, její prostupnost pro biotu a umožňovat zachování životaschopných populací.

V mnoha případech dochází k překryvu území bývalých pískoven se sítí ÚSES nadregionální, regionální i lokální úrovně (Löw & spol. 2019). Pískovny č. 6, 45 a 46 jsou součástí nadregionálního biocentra (NBC) Rašeliniště Ruda – Horusický rybník. Největší počet pískoven, ač spíše menší rozlohy (č. 25–29, 67, 77, 81, 82, 88 a 89), leží na území NBC Stará řeka. Tyto pískovny spíše ozvlášťují krajinu a nepůsobí fragmentaci krajiny. S národním biokoridorem (NBK) Stará řeka – hranice ČR sousedí pískovny č. 123–125. Velká jezera č. 2, 4 a 5 tvoří základ regionálního biocentra (RBC) U Blažků. Do RBC Halámky přímo náleží lokality č. 109, 112, 119, 120 a 122, v těsném sousedství nalezneme dalších několik pískoven; převážně jde o mokřady a mělké tůně v nivě Lužnice. RBC Lužnice pod Suchdolem zasahuje na území pískovny č. 32. Do severní části pískovny č. 73 zasahuje RBC U Lopiců. Pískovna č. 19 tvoří významnou část RBC Na Planinkách. V regionálním biokoridoru (RBK) Stará řeka se nachází lokality č. 63 a 66. Na lokální úrovni potom ÚSES zahrnuje na území vícero pískoven, nicméně pouze u lokality č. 30 se jedná přesně o území těžebny.

Ze skladebních prvků ÚSES byly pravděpodobně kvůli vlastnostem opuštěných těžeben zařazeny do sítě Veselské pískovny (č. 2, 4, 5), pískovna Na Planinkách (č. 19), Cepská lesní pískovna (č. 30) a severozápadní sektor pískovny č. 32. Ostatní pískovny, které jsou součástí ÚSES, patrně nebyly důvodem pro zařazení a pro funkci systému nemají velký význam. Nicméně se systémem nekolidují ani nenarušují biokoridory. Do ÚSES by bylo možné dále zařadit Pískovnu u Dračice (č. 37), která by mohla být napojena na síť od východu z RBC Dračice. Ze západu přes další bývalé pískovny napojení není možné, protože se zde nachází ohrazená pastva. Jako biocentrum by mohla být zařazena i Cepská lesní pískovna (č. 30) s okolními rybníky a lesy za předpokladu napojení na biokoridor.

7.6 Příklady dobré a špatné praxe

7.6.1 Příklady dobré praxe

Jako dobrý příklad lesnické rekultivace můžeme označit pískovnu nacházející se na SZ okraji vesnice Jemčina (č. 16). Těžba zde byla ukončena již před více než 60 lety a od té doby na místě vznikl poměrně bohatý lesní porost s dominancí dubu či javoru. Pískovna nejeví známky ohrožení erozí, ani v ní nebyla doložena přítomnost invazních druhů rostlin. Ve srovnání s okolním lesem je na ploše pískovny větší podíl podrostu, například mladších stromů i keřů, a naopak nižší podíl jehličnanů ve stromovém patře.

Kladně lze také hodnotit vývoj pískoven č. 7 (Záblatí I.), 19 (Plavsko – Na planinkách), 30 (Cepská lesní pískovna) či 37 (Rapšach, jinak též pískovna u Dračice). Všechny tyto pískovny mají obdobný způsob rekultivace, a to pomocí do různé míry usměrňované sukcese. Ve všech těchto pískovnách tak probíhají občasné managementové zásahy. Byly zde vytvořeny tůňe a ponechán či vymodelován členitý povrch a čas od času bývá místy odstraňován organický materiál včetně náletových dřevin. V pískovně Rapšach a Záblatské pískovně jsou udržovány kolmé písečné stěny pro hnízdění břehulí (Řehounek et al. 2015). Všechna tato místa aplikace přírodě blízké obnovy mají také nespornou estetickou hodnotu díky reprezentaci odhalených písčin, které jsou v současné české krajině takřka k nenalezení, a proto nabízejí na české poměry velmi netypický, nicméně pozoruhodný pohled.

I v těchto dobře se vyvíjejících příkladech pískoven však najdeme číhající hrozby. V pískovně Plavsko se na velké části plochy vyskytují pohozené odpadky, či v některých případech dokonce navezený odpad a existuje zde riziko vzniku nelegální skládky větších rozměrů. V okolí jezera a mokřadů v této pískovně je též značné zastoupení invazních rostlin, především netýkavek (*Impatiens sp.*). Situaci v pískovně je proto třeba důkladně sledovat a při pokračujícím nežádoucím vývoji zasáhnout. Znečištění se v menší míře nevyhýbá ani pískovně u Záblatí. Zde je doplněno hrozbou eroze stěn těžebny, které jsou vysoké a příkré a na mnoha místech již sesunuté. Tato pískovna částečně narušuje konektivitu okolních lesních porostů, jelikož je ale ze všech stran obklopena větší plochou lesa, neměla by pro případné migrující živočichy představovat zásadní překážku.

7.6.2 Příklady špatné praxe

Jako nepřilíš vydařený se dá hodnotit vývoj pískovny Cep I. (č. 32). Tato již více než 10 let netěžená pískovna má na několika místech nestabilní či přímo bortící se břehy. Na březích jezera bylo identifikováno 6 různých taxonů invazních rostlin, z nichž jsou nejvíce zastoupené

turan roční (*Erigeron annuus*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) a dub červený (*Quercus rubra*). Nejméně invazních taxonů najdeme v plošně mapované části s borovým lesem. Druhové složení porostu na většině obvodu jezera je poměrně chudé, výrazně dominují borové porosty vysázené v rámci rekultivace, které jsou pouze místy doplněny břízou, a podrost je chudý až zcela chybí. Rekreační využití pískovny během letních měsíců je intenzivní, bohužel však způsobuje kumulaci odpadu jak plošně u pláží, tak u přístupové cesty k pískovně (obr. 15 v příloze 4). Určitou výjimkou je sukcesní plocha s oligotrofním mokřadem ponechaná v severozápadní části těžebny, nicméně i v této části je velmi významné zastoupení invazních neofytů a znečištění odpadky. Hlavním přínosem této pískovny je dnes možnost bohatého rekreačního využití v letní sezóně.

Jako další lokalitu s nepříznivým vývojem lze označit pískovnu č. 26 u Nové Hlíny. Jedná se o pískovnu obklopenou lesem, jež je v současnosti využívána jako skládka organického odpadu. Pískovna je zarostlá a pohledově neupravená a velký problém zde představují také invazní rostliny. Turanka roční (*Conyza canadensis*) a netýkavka malokvětá (*I. parviflora*) tvoří bujné houštiny na značné ploše těžebny (obr. 18 v příloze 4), ale početné zastoupení zde mají též turan roční (*Erigeron annuus*), různé druhy pětouru (*Galinsoga sp.*) a n. žláznatá (*I. glandulifera*). Ze dřevin dominují vrby a borovice. Kvůli vysokému výskytu invazních taxonů zde existuje reálné riziko jejich šíření do okolí, vzhledem k charakteru okolního porostu zejména u druhů rostoucích v lese či na jeho okrajích, tj. obou druhů netýkavek

7.7 Výhled do budoucna

Třeboňsko je vyhlášeno jako chráněná krajinná oblast, ve které by měl být kladen ještě větší důraz na ochranu přírody než ve zbytku území republiky. Přesto se zdá, že kvůli bohatým zásobám stavebních surovin a stálé poptávce po nich bude těžba pokračovat i v dalších desetiletích, možná pouze v menší míře než dříve. Je proto nutné zvolit způsoby těžby a rekultivace, které v této bohaté přírodní oblasti nezpůsobí škody. Pravděpodobně bude větší roli hrát dotěžování již dříve využívaných ložisek, tudíž například prohlubování či rozšiřování existujících štěrkopískových jezer. Do budoucna krajina Třeboňska nepotřebuje větší množství rozsáhlých vodních ploch, než v ní již nyní najdeme, nicméně pokud některá další v rámci těžby vzniknou, nemělo by to výrazně narušovat krajinný ráz ani fungování. Je nezbytné se při plánování těžby vyhnout cennějším územím, jako jsou první či druhá zóna CHKO nebo místa s doloženým výskytem vzácných druhů organismů. Též je třeba dbát na udržení konektivity

krajiny pro zachování všech jejích funkcí, například sledováním ÚSES, ale i migračních koridorů různých druhů živočichů.

Určitý přínos mohou představovat spíše pískovny menších rozměrů, pokud po ukončení těžby dojde k citlivé rekultivaci, která nějakým způsobem krajinu obohatí. Také je nutné provádět průběžný monitoring, který bude sledovat, zda rekultivace probíhá dle plánu a pískovna se například nestala místem nekontrolovaného ukládání odpadu. Nevhodné je při rekultivacích vysazovat invazní druhy dřevin, které se pak v místě vysazení dále samovolně šíří a představují hrozbu pro okolí. Pozornost je třeba věnovat netýkavkám, které jsou na Třeboňsku bohatě rozšířené a kolonizují velkou část pískoven. Nicméně zdá se, že malé pískovny s nezarovnaným povrchem, které například nahradí ornou půdu a po skončení těžby se nechají samovolně zarůst za vzniku smíšeného travního, keřového i stromového porostu, spíše navracejí do krajiny diverzitu a mnohdy i původní druhy rostlin. Pro zachování populací břehulí říčních (*Riparia riparia*) či ropuch krátkonohých (*Epidalea calamita*) je třeba pokračovat v aktivitách prováděnými organizací Calla či Správou CHKO, které těmto druhům pomáhají v třeboňské oblasti dlouhodobě přežívat, jelikož stanoviště vhodná pro tyto druhy časem mizí, a také vyhledávat mezi novými pískovnami další potenciální lokality pro podobné managementové zásahy.

8. DISKUZE

8.1 Diskuze metodiky

Práce si neklade za cíl zdokumentovat a popsat všechna kdy těžená místa na Třeboňsku, jelikož to je zcela nemožné. Čím starší pískovna a čím menší objem těžby, tím je hůře dohledatelná. Rozpoznání těžeben dle tvaru povrchu také není vždy spolehlivé, zvláště při důsledném provedení technických rekultivací v krajině často nezbyde po těžbě žádná stopa. Těžba štěrkopísku je též časově i prostorově velmi proměnlivá činnost a získané informace jsou proto zcela platné pouze pro danou dobu. Zejména těžba na nevýhradních ložiskách je chabě dokumentována a občasný odběr menšího množství suroviny je prakticky nepostižitelný, ale existují i zcela neevidovaná ložiska.

Při lokalizaci bývalých těžeben v terénu lze kromě písemných pramenů, starých map či DMR využít satelitních a LiDAR dat pro detekci mokřadů a vodních ploch, které jsou jedním z nejčastějších důsledků těžby (Prošek et al. 2020). Otázkou je v takovém případě správné rozlišení těžené suroviny či odlišení od přirozených mokřadů v oblastech s vyšší hladinou podzemní vody.

Z literatury vyplývá, že jsou nejčastěji zkoumány velké zatopené pískovny (např. Krupauer 1990; Křiváčková, Čížková 2008; Dulias 2010), proto byla v této práci snaha o obsáhnutí i nejmenších pískoven, aby byl poskytnut ucelený vhled do problematiky těžby štěrkopísku.

Pro popis půdního krytu před těžbou a po těžbě (tab. 5, obr. 10 a tabulka 6 v příloze 1) byla mimo jiné využita kategorie orná půda, která označuje spíše způsob využití půdy. Je to způsobeno získáváním těchto dat převážně ze satelitních snímků a starých map, kde na polích není možné určit typ plodin či charakter vegetace, což by více odpovídalo konceptu land cover, jak ho chápe Duhamel (2012), tedy jako fyzický kryt zemského povrchu. Kategorie orná půda ale někdy bývá využívána i pro popis půdního krytu a je například součástí klasifikace půdního krytu CORINE Land Cover (Kosztra et al. 2019). Ačkoliv bylo u 37 navštívených pískoven možno ověřit přímo současný půdní kryt, kvůli konzistenci dat byla i zde využita kategorie orná půda. V následném popisu zaznamenaných změn (kap. 7.4) je pracováno primárně se změnami půdního krytu, nicméně místy je zmíněno i využití půdy.

Hodnocení vývoje těžeben po ukončení těžby lze založit na různých parametrech. Kromě běžně využívaného sledování ekonomického výsledku, jehož hlavním cílem je obnova

produkční schopnosti krajiny, lze hledět též na mimoprodukční aspekty rekultivací. Zvláště při umístění studované lokality v ZCHÚ je na místě zohlednit i ekologickou stránku vývoje pískoven, jako jsou důsledky pro biodiverzitu, na fungování krajiny či na estetiku.

8.2 Diskuze výsledků

Zatopené pískovny u Veselí nad Lužnicí či u Tuště s rozlohou vyšších desítek hektarů patří k největším českým antropogenním jezerům (Hrdinka 2007). Přesto jsou rozměry pískoven ve studovaném regionu ve srovnání s jinými těžebními oblastmi spíše malé, v polském Horním Slezsku dosahuje rozloha největší pískovny 710 ha (Dulias 2010). Zajímavé je i porovnání využití těžného šterkopísku. Zatímco jihočeské šterkopísky jsou primárně určené pro výstavbu, hornoslezské pískovny produkují materiál na zasypávání černouhelných dolů a skryvkový materiál z dobývání uhlí je využíván pro výplň jam po těžbě písku.

Nízký počet zástupců náležících do nejstarší kategorie pískoven má pravděpodobně dvě hlavní příčiny. Jednak je možné, že před nástupem komunistického režimu byla nižší intenzita výstavby a nebylo třeba těžít takové množství stavebních materiálů, částečně ale bude na vině horší kvalita starších záznamů o těžbě. Nejstarší pískovny též měly všechny malé rozměry, pravděpodobně kvůli méně vyspělým těžebním technologiím v době dobývání.

Malý podíl pískoven, v nichž byla zcela zavezena těžební jáma, může být důsledkem postupné změny přístupu k rekultivacím a zvyšující se preference přírodě blízké obnovy i umístění na území CHKO. Vzniklá zvýšená vertikální členitost povrchu by neměla mít příliš negativní vliv na fungování krajiny vzhledem k faktu, že je současný vývoj české krajiny známý svými nepříznivými homogenizačními tendencemi. Naopak může dojít k určitému napravení škod způsobených velkoobjemovým hospodařením za minulého režimu a vytvoření různorodějších stanovišť pro organismy.

Ve světě se setkáváme s různými pohledy na ideální využití těžeben po ukončení těžby. Primárním cílem může být městská výstavba (Tang et al. 2011) či zemědělská produkce (Ronquim et al. 2017). V rámci střední Evropy jsou však způsoby využití pískoven rámcově podobné pozorovanému, nejčastěji jde o přeměnu na les či jezero (Dulias 2010). Nejběžnějším typem rekultivace ve sledovaných pískovnách je lesnická, což odpovídá výzkumu Křiváčkové a Čížkové (2008), nicméně na rozlohu výrazně dominuje hydrická rekultivace a u nejmladších pískoven též roste podíl pasivní rekultivace.

Pozorovaný vznik vodních ploch je ve světě běžným vedlejším důsledkem těžby (Santo, Sánchez 2002; Dulias 2010; Pěchotová 2012; Ronquim et al. 2017). Důsledky vzniku jezer se odvíjejí nejen od vlastností vzniklých vodních nádrží, ale též od místních podmínek. Mollema a Antonellini (2016) vidí přínos velkých jezer v tom, že stabilizují hydrologické poměry a obnovují vodní cyklus, mohou také sloužit jako nádrž přečerpávací elektrárny. Podle Křiváčkové a Čížkové (2008) nabízejí velká jezera útočiště pro mokřadní rostliny, nicméně ve studovaném území příliš mokřadů kolem velkých jezer není, často se jedná o suché a strmé břehy. S pozitivním přínosem jezer souhlasí též Pěchotová (2012), která zmiňuje, že před vznikem těžebního jezera byl na území DP Cep I. ještě rozsáhlejší uměle vysazený lesní porost. Oproti tomu na jižním okraji Veselí nad Lužnicí či u Tuště se původně rozkládala mozaika luk, polí a lesů a zde lze chápat vznik rozsáhlých jezer méně pozitivně, jelikož došlo k zániku mnoha různých menších plošek. S omezenými přínosy těžebních jezer souhlasí i Matějček (2001). Je ale nutné zohlednit též klimatickou změnu a pozitivní vliv vodních ploch na stabilizaci mikroklimatu a možné zásobování vodou, stejně jako na růst počtu míst vhodných ke koupání.

Jinde v Evropě jsou jezera častěji využívána jako místa konání velkých sportovních akcí či pro vodohospodářské účely, které mají za následek výraznější kolísání hladiny těchto jezer (až o 2–3 m) (Dulias 2010). Vodárenské využití pískoven v Čechách není tak běžné a zůstává zde potenciál pro jeho rozvoj. Na Třeboňsku pro odběr vody slouží pouze Halámky, na Nymbursku žádná z pískoven (Matějček 2001), častěji se s ním setkáváme spíše na Moravě (Mezera 1979). Primárním způsobem využití třeboňských šterkopískových jezer je rekreace v podobě koupání či rybolovu. Rekreční aktivity jako významná disturbance ovlivňují charakter břehu. Zatímco dle Řehounkové et al. (2016) se mají na disturbovaných lokalitách nalézat nejhodnotnější rostlinné druhy, na plážích sledovaného souboru pískoven vegetace většinou úplně chybí. Na druhou stranu starší pískovny při absenci disturbancí zarůstají běžnými druhy vegetace a jejich význam pro vzácné druhy může být taktéž omezen. Kolem Cepu I. bylo taktéž patrné, že lesnická rekultivace začínala dále od břehu vodní plochy, jak radí Krupauer (1990), aby byl ponechán prostor pro spontánní kolonizaci. Okolo jezera se nachází druhy, jež tam byly vysázeny při rekultivaci, a to převážně borovice, místy doplněné vrbou, olší či břízou (Křiváčková, Pecharová, Čížková 2006).

Je patrné, že dochází k vývoji přístupu k rekultivacím. Štýs (1981) popisoval jako ideální způsob lesnickou rekultivaci s důslednou technickou etapou, SPSR z roku 1988 popisovaný Pěchotovou (2012) počítal jen s čistě borovým porostem a též Krupauer (1990) doporučuje před biologickou etapou zarovnání povrchu, navezení substrátu a vysazení lesa

tvořeného borovicí (*Pinus sylvestris*), případně doplněnou o dub červený (*Quercus rubra*), douglasku (*Pseudotsuga taxifolia*) či modřín (*Larix decidua*). V podobném období probíhala rekultivace Veselských i Tušských pískoven. Moderní rekultivační plány by však měly zohledňovat přirozenou schopnost obnovy, aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání prostředků, a snažit se zohlednit i biologické, kulturní a estetické aspekty (Řehounek et al. 2015).

Zejména u nejnovějších pískoven je viditelný zvýšený důraz na ponechání aspoň části těžebny přírodě blízké obnově. Pískovny č. 7, 19, 30, 37 a nově i severní část č. 5 následují zásady ekologické obnovy definované Řehounkem et al. (2015). Jedná se například o snahu o navrácení místa do co nejpřirozenější podoby, důslednou ochranu vzácných druhů, vyhlásování nejcennějších lokalit jako maloplošná zvláště chráněná území (MZCHÚ) či zohlednění rozmanitosti krajiny. Takto rekultivované lokality mají znatelně členitější povrch a vytvářejí různorodější habitaty než technicky rekultivované pískovny. Oproti tomu studované lokality č. 25 a 35 jsou v naprostém rozporu s popsányými zásadami kvůli zarovnání terénu a téměř jednodruhové skladbě lesa vytvořeného v rámci lesnické rekultivace, včetně chudého bylinného a keřového patra, což bylo potvrzeno Hendrychovou, Svobodovou a Kabrnou (2020). Lze částečně souhlasit se Schmidtmayerovou (2013), že se na spontánně rekultivovaných místech nacházejí rozvolněnější porosty než na technicky rekultivovaných plochách, nicméně často na tom má podíl i kratší doba od ukončení těžby.

Na vývoj vegetace mají zásadní vliv úroveň podzemní vody a reliéf. Podobně jako u Šebelíkové, Řehounkové a Pracha (2020) byly mezi prvními kolonizátory na suchých stanovištích ruderní druhy jako turan roční (*Erigeron annuus*) a turanka kanadská (*Conyza canadensis*) či šťovík (*Rumex sp.*), což je patrné zejména na nově navezených náspech v pískovně Horusice I. či na hrázi v těžebně Horusice. Co se týká vegetace na starších pískovnách, na suchých stanovištích převládají křovinaté trávníky či les, na mokřích stanovištích rostou vrbiny a olšiny a na mokřadních stanovištích se nachází ostricové a rákosové porosty, jak uvádí též Řehounek et al. (2015). Lesy v pískovnách starších než 50 let už převážně splynuly s okolím.

Na území CHKO je nejběžnější dřevinou borovice lesní (*P. sylvestris*), nacházející se na 55 % plochy lesa, následovaná smrkem ztepilým (*Picea abies*) (31 %), duby (*Quercus sp.*) a břízami (*Betula sp.*). Na pískovnách jsou oproti tomu mnohem více zastoupené listnaté stromy, jako jsou duby včetně dubu červeného (*Quercus rubra*), jehož expanze byla potvrzena v pískovně č. 3, akát (*Robinia pseudacacia*), olše (*Alnus sp.*), topoly (*Populus sp.*) či břízy

(*Betula sp.*). Tím se vegetace pískoven blíží skladbě potenciální přirozené vegetace (PPV). V ní borovice lesní (*P. sylvestris*) tvoří jen 32 %, smrk ztepilý (*Picea abies*), na pískovných téměř chybějící, 20 procent a duby (*Quercus sp.*) by v PPV měly zastoupení celých 14 %. Jen vzácně se na pískovných vyskytuje buk lesní (*Fagus sylvatica*), který v PPV tvoří 13 % (AOPK ČR 2016). Vlhkomilné rody typu olše (*Alnus sp.*) či vrby (*Salix sp.*) jsou na pískovných zastoupeny častěji než v PPV, kde mají marginální zastoupení.

Druhové složení invazních rostlin nalezených na pískovných je podobné tomu sledovanému podél dopravních komunikací Lachmanem (2019), až na výrazně vyšší zastoupení netýkavky žláznaté (*I. glandulifera*) a nižší zastoupení loubince (*Parthenocissus sp.*) v případě pískoven. Pozoruhodné je minimální zastoupení trnovníku akátu (*Robinia pseudacacia*) oproti pískovným na Nymbursku, kde je masivně rozšířen a často se jedná o dominantní dřevinu v pískovně (Matějček 2001). Na rozdíl od Šebelíkové, Řehounkové a Pracha (2016) nebyl pozorován výrazný rozdíl mezi zastoupením invazních rostlin na technicky a spíše pasivně rekultivovaných těžebních, využití ekologické obnovy by proto nemělo být hrozbou. Při terénním průzkumu nebyl nalezen bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) v příkopu u silnice u Záblatské pískovny (č. 7), jehož výskyt zde uvádí AOPK ČR (2016). Je tedy možné, že došlo k úspěšné likvidaci druhu na tomto stanovišti. Naopak byla potvrzena probíhající expanze netýkavky žláznaté (*I. glandulifera*) (AOPK ČR 2016), jež se vyskytuje i na čerstvě vytěžených lokalitách, do kterých se tudíž musela rozšířit v posledních letech.

Změny půdního krytu odpovídají obecným trendům vývoje české krajiny v posledních desetiletích, jako je úbytek rozlohy orné půdy běžný v méně úrodných regionech, růst zástavby a šíření lesa (Lipský 2000; Bičík, Jeleček, Štěpánek 2001; Jeleček, Kabrda 2015). Na Třeboňsku má pravděpodobně na úbytek polí větší vliv konflikt s ochranou přírody než malá úrodnost půdy a využití půdy by se patrně do jisté míry změnilo i bez těžby. Těžba říčních teras podél Lužnice a Nežárky nepředstavuje tak výraznou degradaci úrodné zemědělské půdy jako na Nymbursku (Matějček 2001), především kvůli menšímu podílu orné půdy v CHKO Třeboňsko (30 %) oproti okresu Nymburk, kde zaujímala v roce 2002 celých 65 % rozlohy.

Pískovny na Nymbursku (Matějček 2001) byly často zakládány uprostřed pole a pak přeměněny na les, čímž došlo ke vzniku antropogenních malých přírodních prvků. Ty mají větší význam v silně člověkem přeměněné krajině (Poschlod, Braun-Reichert 2017) než na Třeboňsku, jež si stále zachovává částečně přírodní charakter. Přesto tento nárůst počtu krajinných plošek a délky okrajů a zvyšování diverzity krajiny (Antwi, Krawczynski, Wiegand 2008) částečně probíhá i na Třeboňsku. S délkou okrajů často též narůstá délka

ekotonu. V souladu s prací Pěchotové (2012) bylo sledováno snížení počtu i rozlohy travních porostů. Zatravnění těžebních míst hodnotí Sklenička a Lhota (2002) jako dobrý krok, oproti tomu přeměna na ornou půdu, k níž ale na Třeboňsku docházelo minimálně, je dle jejich závěrů nevhodná.

Příliš se nepotvrdila zvýšená míra eroze u pískoven bez vegetačního krytu, již zmiňuje např. Matějček (2001) a kterou chápou Tang et al. (2011) jako jednu z hlavních hrozeb v těžebních lokalitách. Eroze stěn nebyla výrazně vyšší ani u nejmladších pískoven, jak pozorovali Blanchette a Lund (2016). Ve většině případů odhaleného substrátu se ve zkoumaných pískovnách jedná o pláže s mírným sklonem a zásadní pro vznik eroze byla spíše příkrost a výška stěn pískoven. U pískoven na Třeboňsku byla sledována celkově nižší intenzita eroze než na Nymbursku (Matějček 2001). Ani nelegální skládky nelze dle průzkumu hodnotit jako častý jev. Podle rozboru CHKO Třeboňsko (AOPK ČR 2016) se další nacházejí též na několika nenavštívených lokalitách, a to například na pískovnách č. 108, 109, 124 a 127. V dalších případech, jako např. u č. 30, již došlo k sanaci bývalé skládky a dnes je lokalita zcela čistá.

Skutečnost, že se jedná o chráněné území, se u pískoven Třeboňska projevila pravděpodobně hned v několika ohledech. Ani v jednom případě nenastala přeměna pískovny na plochu určenou například primárně pro „tvrdé“ formy rekreace, jako například golfové hřiště u Brandýsa nad Labem (Braunová 2013), podíl zastavěných pískoven je zanedbatelný a u jezer chybí větší stavební úpravy typu stavby betonových hrází či umělé vyztužení břehů. Převládá rekultivace na přírodně působící prvky, jako jsou lesy, jezera bez rekreačního zázemí nebo na ekologické plochy.

9. ZÁVĚR

V práci byla provedena inventarizace a klasifikace těžeben štěrkopísku na území CHKO Třeboňsko a zhodnoceno jejich působení v krajině. Byl vytvořen seznam 127 lokalit bývalé těžby štěrkopísku na Třeboňsku s informacemi o těžbě a o pískovnách. Pro necelou třetinu z nich byly v terénu získány podrobnější informace o podmínkách v těžebně, vegetačním krytu, míře eroze či antropogenním znečištění.

Pískovny na Třeboňsku se nacházejí zejména, nikoliv však výhradně, v blízkosti současných řek. Těžba diverzifikuje reliéf i využití krajiny, mění hydrické podmínky a u velkých pískoven také krajinný ráz. Jako nejvýraznější změna půdního krytu a využití půdy byl vyhodnocen vznik jezer, nicméně nejběžnější je přeměna těžebny na les či neproduktivní plochy. V necelé polovině případů, zejména u lesních porostů, byl obnoven půdní kryt před těžbou. Nebyla pozorována významná kolize se sítí ÚSES, naopak některé z pískoven se zařadily mezi její skladební prvky či mezi zákonem chráněná území. Nakládání s vytěženými pískovnami podléhá soudobému myšlení, v současnosti dochází na Třeboňsku k upořádání technických rekultivací ve prospěch ekologické obnovy. Působení pískoven v krajině Třeboňska nelze hodnotit zcela negativně. I přes dočasnou degradaci těžených ploch se v mnoha případech podařilo navrátit po těžbě místo do obdobné, či dokonce příznivější podoby z pohledu krajinné ekologie.

Míra znečištění ani eroze v pískovnách není vysoká, ale proti nelegálnímu skládkování je třeba průběžně bojovat. Invazní druhy rostlin jsou běžnou součástí vegetace pískoven. Nejběžnější jsou netýkavky (*Impatiens sp.*). Zejména n. malokvětá (*I. parviflora*) kolonizuje celé území CHKO a její šíření na pískovny je takřka nemožné zastavit. Na břehy štěrkopískových jezer se invazní druhy stromů dostaly spontánním šířením, ale i cílenou výsadbou.

Těžba v CHKO již způsobila nevratné změny v krajině, a i přes postupný útlum v nejbližších letech nebude ukončena. Při další těžbě i budoucích rekultivacích je proto třeba minimalizovat škody na životním prostředí. Je vhodné těžební dědictví citlivě využít a přeměnit v prostředek péče o přírodu. Především s využitím spontánní sukcese lze vytvořit krajinu podobně hodnotnou či ještě hodnotnější, než byla před těžbou. Diplomová práce poskytuje obsáhlý přehled a rozbor pískoven různého stáří i využití ve zkoumané oblasti. Přínosem by byly podobné výzkumy i v dalších oblastech Česka, aby bylo možné porovnat zjištěné poznatky a určit, jak se liší působení či vývoj pískoven v odlišných přírodních i kulturních podmínkách.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALBRECHT, J. (2003): Českobudějovicko. In: Mackovčín, P., Sedláček, M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek VIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 808.

ANTOŠ, P., ANTOŠOVÁ, B., KOUTNÍK, P., RYŠÁNEK, P., ČMELÍK, J., HÁJKOVÁ, P., PACINA, J., BRŮNA, V. (2015): Vápence a písky Čech, Moravy a Slezska. Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem.

ANTWI, E. K., KRAWCZYNSKI, R., WIEGLEB, G. (2008): Detecting the effect of disturbance on habitat diversity and land cover change in a post-mining area using GIS. *Landscape and Urban Planning*, 1, 87, 22–32.

AOPK ČR (2016): Rozbory Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko k 30. 6. 2016. Správa CHKO Třeboňsko, Třeboň.

APAYDIN, A. (2012): Dual impact on the groundwater aquifer in the Kazan Plain (Ankara, Turkey): Sand-gravel mining and over-abstraction. *Environmental Earth Sciences*, 1, 65, 241–255.

ATKINSON, J., BONSER, S. P. (2020): “Active” and “passive” ecological restoration strategies in meta-analysis. *Restoration Ecology*, 5, 28, 1032–1035.

BAASCH, A., KIRMER, A., TISCHEW, S. (2012): Nine years of vegetation development in a postmining site: effects of spontaneous and assisted site recovery. *Journal of Applied Ecology*, 1, 49, 251–260.

BIČÍK, I., JELEČEK, L., ŠTĚPÁNEK, V. (2001): Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*, 1, 18, 65–73.

BLANCHETTE, M. L., LUND, M. A. (2016): Pit lakes are a global legacy of mining: an integrated approach to achieving sustainable ecosystems and value for communities. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 23, 28–34.

BORGEGÅRD, S.-O. (1990): Vegetation development in abandoned gravel pits: effects of surrounding vegetation, substrate and regionality. *Journal of Vegetation Science*, 5, 1, 675–682.

BRADSHAW, A. (2000): The use of natural processes in reclamation – Advantages and difficulties. *Landscape and Urban Planning*, 2–4, 51, 89–100.

BRAUNOVÁ, M. (2013): Vybrané aspekty těžby šterkopísků v Polabí. Diplomová práce. Katedra geografie PřF, Univerzita Palackého, Olomouc.

BROŽ, B., ČERMÁK, J., DŘEVÍKOVSKÝ, J., HANZLÍK, P. (2002): Nerostný surovinový potenciál chráněných krajinných oblastí a limity jeho využití – CHKO Třeboňsko. Gekon, Praha.

ČGS (1996): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 1995). ČGS, Praha.

ČGS (2001): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2000). ČGS, Praha.

ČGS (2003): Regionální surovinová politika Jihočeského kraje. ČGS, Praha.

ČGS (2006): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2005). ČGS, Praha.

ČGS (2010): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2009). ČGS, Praha.

- ČGS (2011): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2010). ČGS, Praha.
- ČGS (2014): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2013). ČGS, Praha.
- ČGS (2016): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2015). ČGS, Praha.
- ČGS (2019): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2018). ČGS, Praha.
- ČGS (2021a): Surovinové zdroje České republiky – nerostné suroviny (stav 2020). ČGS, Praha.
- CHÁBERA, S. (1985): Jihočeská vlastivěda – neživá příroda. Jihočeské nakladatelství, České Budějovice.
- CHÁBERA, S. (1998): Fyzický zeměpis jižních Čech. Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- CHUMAN, T. (2015): Restoration Practices Used on Post Mining Sites and Industrial Deposits in the Czech Republic with an Example of Natural Restoration of Granodiorite Quarries and Spoil Heaps. *Journal of Landscape Ecology (Czech Republic)*, 2, 8, 29–46.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V., LUSTYK, P. (2010): Katalog biotopů České republiky. Druhé vydání. AOPK ČR, Praha.
- CLEMENTS, F. E. (1916): *Plant Succession: Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution of Washington, Washington.
- COSTEA, M. (2018): Impact of floodplain gravel mining on landforms and processes: a study case in Orlat gravel pit (Romania). *Environmental Earth Sciences*, 4, 77, 1–14.
- DRURY, W. H., NISBET, C. T. (1973): Succession. *Journal of Arnold arboretum*, 3, 54, 331–368.
- DUHAMEL, C. (2012): Land Use and Land Cover, Including Their Classification. *Encyclopedia of life support system*, 1, 1–9.
- DULIAS, R. (2010): Landscape planning in areas of sand extraction in the Silesian Upland, Poland. *Landscape and Urban Planning*, 3, 95, 91–104.
- GANN, G. D., MCDONALD, T., WALDER, B., ARONSON, J., NELSON, C. R., JONSON, J., HALLETT, J. G., EISENBERG, C., GUARIGUATA, M. R., LIU, J., HUA, F., ECHEVERRÍA, C., GONZALES, E., SHAW, N., DECLEER, K., DIXON, K. W. (2019): International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, 1, 27, 1–46.
- GOLOS, P. J., DIXON, K. W., ERICKSON, T. E. (2016): Plant recruitment from the soil seed bank depends on topsoil stockpile age, height, and storage history in an arid environment. *Restoration Ecology*, 2, 24, 53–61.
- 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, Praha.
- GRIMALDI, R. (2009): Climatologic characteristics. In: Castendyk, D. N., Eary, L. E. (eds.): *Mine Pit Lakes: Characteristics, Predictive Modeling, and Sustainability*. Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc., Littleton, 19–31.
- GRIME, J. P. (1979): *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, Chichester.

GRULICH, V. (2012): Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. Preslia, 3, 84, 631–645.

HENDRYCHOVÁ, M., SVOBODOVA, K., KABRNA, M. (2020): Mine reclamation planning and management: Integrating natural habitats into post-mining land use. Resources Policy, 69.

HENEBERG, P. (2009): Soil penetrability as a key factor affecting the nesting of burrowing birds. Ecological Research, 2, 24, 453–459.

HENEBERG, P., ŘEZÁČ, M. (2018): First evidence of the formation of secondary strongholds of threatened epigeic spiders (*Araneae*) in oligotrophic anthropogenic wetlands that form in sand pits and gravel-sand pits. Ecological Engineering, 119, 84–96.

HOLL, K. D., AIDE, T. M. (2011): When and where to actively restore ecosystems? Forest Ecology and Management, 10, 261, 1558–1563.

HORÁČKOVÁ, M., ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K. (2019): Relationships between vegetation and seed bank in sand pits: Effects of different restoration approaches and successional age. Applied Vegetation Science, 2, 22, 282–291.

HRDINKA, T. (2007): Typology and potential utilization of anthropogenic lakes in mining pits in the Czech Republic. Limnological Review, 1, 7, 47–53.

JELEČEK, L., KABRDA, J. (2015): Změny ve využití ploch Česka 1990–2010 a jejich společenské hybné síly. Geografické informace, 2, 19, 38–61.

JOHN, R. (2021): Sand geographies: Disentangling the material foundations of the built environment. Geography Compass, 5, 15, 1–13.

JORDAN, C., TIEDE, J., LOJEK, O., VISSCHER, J., APEL, H., NGUYEN, H. Q., QUANG, C. N. X., SCHLURMANN, T. (2019): Sand mining in the Mekong Delta revisited – current scales of local sediment deficits. Scientific Reports, 1, 9, 1–14.

KALIAMPAKOS, D., BENARDOS, A. (1999): Sustainable aggregate quarrying in Athens (Greece): problems and solutions. Proceedings of the Global Conference on Environmental Control in Mining and Metallurgy, GME.

KEHL, S., DETTNER, K. (2003): Predation by pioneer water beetles (*Coleoptera*, *Dytiscidae*) from sandpit ponds, based on crop-content analysis and laboratory experiments. Archiv für Hydrobiologie, 1, 158, 109–126.

KERBIRIOU, C., PARISOT-LAPRUN, M. (2020): Disentangling effects of local and landscape variables on attractiveness of restored gravel-sand pits for bat foraging activities. Land Degradation and Development, 31, 2329–2339.

KIRMER, A., TISCHEW, S., OZINGA, W. A., VON LAMPE, M., BAASCH, A., VAN GROENENDAEL, J. M. (2008): Importance of regional species pools and functional traits in colonization processes: Predicting re-colonization after large-scale destruction of ecosystems. Journal of Applied Ecology, 5, 45, 1523–1530.

KLIMASZEWSKI, K., PACHOLIK, E., SNOPEK, A. (2016): Can we enhance amphibians' habitat restoration in the post-mining areas? Environmental Science and Pollution Research, 17, 23, 16941–16945.

KOMPAŁA-BĄBA, A., BĄBA, W. (2013): The spontaneous succession in a sand-pit – the role of life history traits and species habitat preferences. Polish Journal of Ecology, 1, 61, 13–22.

- KONDOLF, M. G. (1994): Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining. *Landscape and Urban Planning*, 2–3, 28, 225–243.
- KOSZTRA, B., BÜTTNER, G., HAZEU, G., ARNOLD, S. (2019): Updated CLC illustrated nomenclature guidelines. ETC/ULS, EEA, Vídeň.
- KOZIOŁ, W., BAIC, I. (2019): Extraction, Production and Consumption of Gravel and Sand Aggregates in Poland: An Attempt to Assess National and Regional Balances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 641.
- KRAFT, N. J. B., ADLER, P. B., GODOY, O., JAMES, E. C., FULLER, S., LEVINE, J. M. (2015): Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. *Functional Ecology*, 5, 29, 592–599.
- KŘIVÁČKOVÁ, O., ČÍŽKOVÁ, H. (2008): Sandpit Lakes in the Trebon Basin Biosphere Reserve (Czech Republic). In: Rapantova, N., Hrkal, Z. (eds.): *Mine Water and the Environment*. Hornicko-geologická fakulta, VŠB – TUO, Ostrava, 583–586.
- KŘIVÁČKOVÁ, O., PECHAROVÁ, E., ČÍŽKOVÁ, H. (2006): Sandpit lakes vegetation in the Třeboň biosphere reserve: Effect of anthropogenic activities. *Ekológia*, 3, 25, 270–281.
- KRUPAUER, V. (1990): Extracted sand pits: Man-made ecosystem of Třeboň Biosphere Reserve. Academia, Praha.
- KRYL, V., FRÖHLICH, E., SIXTA, J. (2002): Zahlázení hornické činnosti a rekultivace. Vysoká škola báňská, Ostrava.
- KUŽVART, M. (1987): Ložiska nerud. SNTL, Bratislava.
- KUŽVART, M. (1992): Ložiska nerudných surovin ČR II. Karolinum, Praha.
- KUŽVART, M., ČTYROKÝ, V. (1983): Ložiska nerudných surovin ČSR. Univerzita Karlova, Praha.
- LACHMAN, L. (2019): Mapování invazních druhů rostlin podél liniových prvků v krajině (případová studie v CHKO Třeboňsko). Diplomová práce. Katedra krajinné ekologie, PrF, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava.
- LADSON, A. R., JUDD, D. A. (2014): A review of the effect of floodplain gravel mining on river stability. In: Vietz, G., Rutherford, I. D., Hughes, R. (eds.): *Proceedings of the 7th Australian Stream Management Conference*. Townsville, Queensland, 349–359.
- LANGHAMMER, J. (2007): Změny v krajině a povodňové riziko. PrF UK, Praha.
- LIPSKÝ, Z. (2000): Sledování změn v kulturní krajině. ÚAE LF ČZU, Kostelec nad Černými lesy.
- LÖNNBERG, L., JONSELL, M. (2012): Sand pits as habitats for beetles (*Coleoptera*): Does area affect species number and composition? *Biodiversity and Conservation*, 3, 21, 853–874.
- MARTÍN-VIDE, J. P., FERRER-BOIX, C., OLLERO, A. (2010): Incision due to gravel mining: Modeling a case study from the Gállego River, Spain. *Geomorphology*, 117, 261–271.
- MATĚJČEK, T. (2001): Krajinně-ekologické zhodnocení vytěžených pískoven v okrese Nymburk. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PrF UK, Praha.
- MATĚJČEK, T. (2009): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci vodních toků. Dizertační práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PrF UK, Praha.

- MENEGAKI, M. E., KALIAMPAKOS, D. C. (2010): European aggregates production: Drivers, correlations and trends. *Resources Policy*, 3, 35, 235–244.
- MEZERA, A. (1979): *Tvorba a ochrana krajiny*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- MOLLEMA, P. N., ANTONELLINI, M. (2016): Water and (bio)chemical cycling in gravel pit lakes: A review and outlook. *Earth-Science Reviews*, 159, 247–270.
- MUDRÁK, O., FROUZ, J., VELICHOVÁ, V. (2010): Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering*, 6, 36, 783–790.
- MUELLEGGGER, C., WEILHARTNER, A., BATTIN, T. J., HOFMANN, T. (2013): Positive and negative impacts of five Austrian gravel pit lakes on groundwater quality. *Science of the Total Environment*, 443, 14–23.
- MÜLLEROVÁ, A. (2017): Sukcese vodní a mokřadní vegetace na pískovnách. Diplomová práce. PřF JU, České Budějovice.
- NAVARRO, A., CARBONELL, M. (2008): Assessment of groundwater contamination caused by uncontrolled dumping in old gravel quarries in the Besòs aquifers (Barcelona, Spain). *Environmental Geochemistry and Health*, 3, 30, 273–289.
- PĚCHOTOVÁ, K. (2012): Vývoj a predikce krajinných změn třeboňských pískoven. Diplomová práce, PřF JU, České Budějovice.
- PEDUZZI, P. (2014): Sand, rarer than one thinks. *Environmental Development*, 11, 208–218.
- PHILLIPS, J. (2016): Climate change and surface mining: A review of environment-human interactions & their spatial dynamics. *Applied Geography*, 74, 95–108.
- PIETRZYKOWSKI, M. (2008): Soil and plant communities development and ecological effectiveness of reclamation on a sand mine cast. *Journal of Forest Science*, 12, 54, 554–565.
- PIETRZYKOWSKI, M., SOCHA, J. (2011): An estimation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) ecosystem productivity on reclaimed post-mining sites in Poland (central Europe) using of allometric equations. *Ecological Engineering*, 2, 37, 381–386.
- PIMENTEL, D., MCNAIR, S., JANECKA, J., WIGHTMAN, J., SIMMONDS, C., O'CONNELL, C., WONG, E., RUSSEL, L., ZERN, J., AQUINO, T., TSOMONDO, T. (2001): Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1, 84, 1–20.
- POSCHLOD, P., BRAUN-REICHERT, R. (2017): Small natural features with large ecological roles in ancient agricultural landscapes of Central Europe – history, value, status, and conservation. *Biological Conservation*, 211, 60–68.
- PRACH, K., JENÍK, J., LARGE, A. R. G. (1996): *Floodplain ecology and management: the Lužnice River in the Třeboň Biosphere Reserve, Central Europe*. SPB Academic Publ., Amsterdam.
- PRACH, K., KAREŠOVÁ, P., JÍROVÁ, A., DVOŘÁKOVÁ, H., KONVALINKOVÁ, P., ŘEHOUNKOVÁ, K. (2015): Do not neglect surroundings in restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology*, 3, 23, 310–314.
- PRACH, K., LENCOVÁ, K., ŘEHOUNKOVÁ, K., DVOŘÁKOVÁ, H., JÍROVÁ, A., KONVALINKOVÁ, P., MUDRÁK, O., NOVÁK, J., TRNKOVÁ, R. (2013): Spontaneous vegetation

succession at different central European mining sites: A comparison across seres. *Environmental Science and Pollution Research*, 11, 20, 7680–7685.

PRACH, K., PYŠEK, P. (2001): Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological Engineering*, 1, 17, 55–62.

PRACH, K., ŘEHOUNKOVÁ, K., ŘEHOUNEK, J., KONVALINKOVÁ, P. (2011): Ecological Restoration of Central European Mining Sites: A Summary of a Multi-site Analysis. *Landscape Research*, 2, 36, 263–268.

PRACH, K., ŠEBELÍKOVÁ, L., ŘEHOUNKOVÁ, K., DEL MORAL, R. (2020): Possibilities and limitations of passive restoration of heavily disturbed sites. *Landscape Research*, 2, 45, 247–253.

PRACH, K., TICHÝ, L., LENCOVÁ, K., ADÁMEK, M., KOUTECKÝ, T., SÁDLO, J., BARTOŠOVÁ, A., NOVÁK, J., KOVÁŘ, P., JÍROVÁ, A., ŠMILAUER, P., ŘEHOUNKOVÁ, K. (2016): Does succession run towards potential natural vegetation? An analysis across seres. *Journal of Vegetation Science*, 3, 27, 515–523.

PROŠEK, J., GDULOVÁ, K., BARTÁK, V., VOJAR, J., SOLSKÝ, M., ROCCHINI, D., MOUDRÝ, V. (2020): Integration of hyperspectral and LiDAR data for mapping small water bodies. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 92.

PYŠEK, P., RICHARDSON, D. M. (2010): Invasive species, environmental change and management, and health. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 25–55.

QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno.

ŘEHOUNEK, J., ŘEHOUNKOVÁ, K., TROPEK, R., PRACH, K. (eds.) (2015): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.

ŘEHOUNKOVÁ, K., ČÍŽEK, L., ŘEHOUNEK, J., ŠEBELÍKOVÁ, L., TROPEK, R., LENCOVÁ, K., BOGUSCH, P., MARHOUL, P., MÁCA, J. (2016): Additional disturbances as a beneficial tool for restoration of post-mining sites: a multi-taxa approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 14, 23, 13745–13753.

ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K. (2006): Spontaneous vegetation succession in disused gravel-sand pits: Role of local site and landscape factors. *Journal of Vegetation Science*, 5, 17, 583–590.

ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K. (2008): Spontaneous vegetation succession in gravel-sand pits: A potential for restoration. *Restoration Ecology*, 2, 16, 305–312.

ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K. (2010): Life-history traits and habitat preferences of colonizing plant species in long-term spontaneous succession in abandoned gravel-sand pits. *Basic and Applied Ecology*, 1, 11, 45–53.

ŘEHOUNKOVÁ, K., VÍTOVCOVÁ, K., PRACH, K. (2020): Threatened vascular plant species in spontaneously revegetated post-mining sites. *Restoration Ecology*, 3, 28, 679–686.

RONQUIM, C. C., CORDEIRO, G., AMORIM, M., DE CASTRO TEIXEIRA, A. H. C., LEIVAS, J. F., GALDINO, S. (2017): Competition between agricultural, urban, and sand-mining areas at the Paraíba do Sul basin in southeastern Brazil. *Proceedings of SPIE, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIX* (2. 11. 2017), Varšava.

RŮŽIČKOVÁ, B. (1968): Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin. List mapy 1:50 000 M-33-102-B (Kardašova Řečice). Geoindustria, Jihlava.

RŮŽIČKOVÁ, B. (1970): Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin. List mapy 1:50 000 M-33-102-D (Třeboň). Geoindustria, Jihlava.

RŮŽIČKOVÁ, J., HYKEL, M. (2019): Habitat mosaic of gravel pit as a potential refuge for carabids: a case study from Central Europe. *Community Ecology*, 3, 20, 215–222.

SÁDLO, J., CHYTRÝ, M., PYŠEK, P. (2007): Regional species pools of vascular plants in habitats of the Czech Republic. *Preslia*, 4, 79, 303–321.

SÁDLO, J., TICHÝ, L. (2002): Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě. ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády, Brno.

SANTO, E. L., SÁNCHEZ, L. E. (2002): GIS applied to determine environmental impact indicators made by sand mining in a floodplain in southeastern Brazil. *Environmental Geology*, 6, 41, 628–637.

SANTOUL, F., FIGUEROLA, J., GREEN, A. J. (2004): Importance of gravel pits for the conservation of waterbirds in the Garonne river floodplain (southwest France). *Biodiversity and Conservation*, 6, 13, 1231–1243.

SCHMIDTMAYEROVÁ, L. (2013): Spontánní sukcese vs. technická rekultivace na třeboňských pískovnách. Diplomová práce. PřF JU, České Budějovice.

ŠEBELÍKOVÁ, L., ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K. (2016): Spontaneous revegetation vs. forestry reclamation in post-mining sand pits. *Environmental Science and Pollution Research*, 14, 23, 13598–13605.

ŠEBELÍKOVÁ, L., ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K. (2020): Vegetation development of forestry reclaimed sand and sand-gravel pits: is it on a way towards more natural species composition? *Restoration Ecology*, 4, 28, 979–987.

SIDLE, J. G., KIRSCH, E. M. (1993): Least tern and piping plover nesting at sand pits in Nebraska. *Colonial Waterbirds*, 2, 16, 139–148.

SKALOŠ, J., WEBER, M., LIPSKÝ, Z., TRPÁKOVÁ, I., ŠANTRÁČKOVÁ, M., UHLÍŘOVÁ, L., KUKLA, P. (2011): Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes – Case study (Czech Republic). *Applied Geography*, 2, 31, 426–438.

SKLENIČKA, P., LHOTA, T. (2002): Landscape heterogeneity – a quantitative criterion for landscape reconstruction. *Landscape and Urban Planning*, 58, 147–156.

SKLENICKA, P., MOLNAROVA, K., BRABEC, E., KUMBLE, P., PITTNEROVA, B., PIXOVA, K., SALEK, M. (2009): Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: Analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 4, 129, 465–473.

SOBCZYK, W., KOWALSKA, A., SOBCZYK, E. J. (2016): Impact assessment of sand and gravel deposits mining in Klaj on the natural environment of the Raba river valley. *Inżynieria Mineralna*, 1, 17, 241–248.

SØNDERGAARD, M., LAURIDSEN, T. L., JOHANSSON, L. S., JEPPESEN, E. (2018): Gravel pit lakes in Denmark: Chemical and biological state. *Science of the Total Environment*, 612, 9–17.

STŘEDA, J. (1970): Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin. List mapy 1:50 000 M-33-114-B (Suchdol nad Lužnicí). Geoindustria, Jihlava.

ŠTÝS, S. (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.

- SVERDRUP, H. U., KOCA, D., SCHLYTER, P. (2017): A Simple System Dynamics Model for the Global Production Rate of Sand, Gravel, Crushed Rock and Stone, Market Prices and Long-Term Supply Embedded into the WORLD6 Model. *BioPhysical Economics and Resource Quality*, 2, 2, 1–20.
- TANG, Y., JIA, H., JIANG, Q., WANG, J. (2011): Comprehensive rehabilitation planning of deserted pits and the case study in plain area of Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, 2, 99, 123–132.
- TICHÝ, L. (1970): Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin. List mapy 1:50 000 M-33-102-A (Soběslav). Geoindustria, Praha.
- TISCHEW, S., KIRMER, A. (2007): Implementation of basic studies in the ecological restoration of surface-mined land. *Restoration Ecology*, 2, 15, 321–325.
- TORRES, A., BRANDT, J., LEAR, K., LIU, J. (2017): A looming tragedy of the sand commons. *Science*, 355, 357, 970–971.
- TRNKA, F., RADA, S. (2016): Grasshoppers, crickets (*Orthoptera*) and earwigs (*Dermaptera*) of Tovačov gravel pit (central Moravia, Czech Republic): New locality for several thermophilous species in anthropogenic secondary habitat. *Acta Musei Silesiae, Scientiae Naturales*, 3, 64, 199–205.
- TROPEK, R., KADLEC, T., KARESOVA, P., SPITZER, L., KOCAREK, P., MALENOVSKY, I., BANAR, P., TUF, I. H., HEJDA, M., KONVICKA, M. (2010): Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology*, 1, 47, 139–147.
- UEPG (2020): Annual Review 2019–2020. UEPG, Brusel.
- VÁCLAVÍK, T., ROGAN, J. (2009): Identifying trends in land use/land cover changes in the context of post-socialist transformation in Central Europe: A case study of the greater Olomouc region, Czech Republic. *GIScience and Remote Sensing*, 1, 46, 54–76.
- VAD, C. F., HORVÁTH, Z., KISS, K. T., ACS, É. (2012): Microcrustacean (*Cladocera*, *Copepoda*) communities in artificial lakes in the region of the North Hungarian Mountains, with special reference to the adventive species. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 1, 58, 47–61.
- VAN KLEUNEN, M., DAWSON, W., MAUREL, N. (2015): Characteristics of successful alien plants. *Molecular Ecology*, 9, 24, 1954–1968.
- VARDARMAN, J., BERCHOVÁ-BÍMOVÁ, K., PĚKNICOVÁ, J. (2018): The role of protected area zoning in invasive plant management. *Biodiversity and Conservation*, 8, 27, 1811–1829.
- VAVERKOVÁ, M. D., MAXIANOVÁ, A., WINKLER, J., ADAMCOVÁ, D., PODLASEK, A. (2019): Environmental consequences and the role of illegal waste dumps and their impact on land degradation. *Land Use Policy*, 89, 1–7.
- VILÍMEK, M. (1970): Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin. List mapy 1:50 000 M-33-102-C (Lišov). Geoindustria, Praha.
- WALKER, L., DEL MORAL, R. (2003): Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation. Cambridge University Press, Cambridge.
- WEIDLICH, E. W. A., FLÓRIDO, F. G., SORRINI, T. B., BRANCALION, P. H. S. (2020): Controlling invasive plant species in ecological restoration: A global review. *Journal of Applied Ecology*, 9, 57, 1806–1817.

WEILHARTNER, A., MUELLEGGGER, C., KAINZ, M., MATHIEU, F., HOFMANN, T., BATTIN, T. J. (2012): Gravel pit lake ecosystems reduce nitrate and phosphate concentrations in the outflowing groundwater. *Science of the Total Environment*, 420, 222–228.

WEIS, V., MIKOLAS, M., KRENZEL, V., SEBOR, J. (2019): Rehabilitation and Reclamation of the Ločenice Sand Pit. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, WMESS 2018.

WIEGLEB, G., FELINKS, B. (2001): Primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia – chance or necessity. *Ecological Engineering*, 17, 199–217.

ZAHAWI, R. A., REID, J. L., HOLL, K. D. (2014): Hidden Costs of Passive Restoration. *Restoration Ecology*, 3, 22, 284–287.

ZELNIK, I. (2012): The presence of invasive alien plant species in different habitats: case study from Slovenia. *Acta Biologica Slovenica*, 2, 55, 25–38.

Další využité podklady:

ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ (2016): ArcČR 500 – digitální geografická databáze, verze 3.3. www.arcdata.cz (cit. 8. 9. 2020).

ČGS (2020): Geologická mapa. In: Geovědní mapy 1:50 000. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50> (cit. 19. 3. 2020).

ČGS (2021b): Surovinový informační systém. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/suris> (cit. 23. 4. 2021).

ČÚZK (2016): Geomorfologické jednotky ČR – 1998. Dostupné z: www.cuzk.cz (cit. 2. 4. 2021).

ČÚZK (2017): ZABAGED® – Výškopis – DMR 5G. Digitální model reliéfu České republiky 5. generace. Dostupné z: www.cuzk.cz (cit. 19. 3. 2020).

ČÚZK (2021a): Archiv: Ortofoto. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv> (cit. 20. 12. 2021).

ČÚZK (2021b): Archiv: Císařské otisky (1825–1843). Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv> (cit. 20. 12. 2021).

LÖW&SPOL. (2019): Aktualizace plánu Územního systému ekologické stability Jihočeského kraje. Brno, dostupné z: <https://zp.kraj-jihocesky.cz/plan-uses-jihoceskeho-kraje.html> (cit. 8. 3. 2022)

MAPY.CZ (2021): Letecké snímky (2001–2021). Dostupné z: www.mapy.cz (cit. 2. 4. 2021).

Zákon č. 44/1988 Sb.: Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon).

Zákon č. 61/1988 Sb.: Zákon České národní rady o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě.

PŘÍLOHA 1 – TABULKY

Tab. 6: Seznam těžeben šterkopisku s ukončenou těžbou v CHKO Třeboňsko.

číslo lokality	název	rozloha [ha]	souřadnice středu [°]		začátek těžby	ukončení těžby	stav 1968-70*	výška stěn*	způsob těžby*	stav 2003 ^a	těžená surovina*	typ sedimentů*	půdní kryt před těžbou ^b	současný půdní kryt
			N	E										
1	Veselí	>10	49,1740	14,7107	1963 [†]	1986 [†]	P	6	V	X	ŠP	pleistocén (terasy)	pole	vodní plocha
2	Veselí I.	>10	49,1702	14,7052	1981 [†]	1986 [†]	-	-	V**	X	ŠP**	-	TTP (60 %), pole (40 %)	vodní plocha
3	Vlkov	>10	49,1644	14,7137	1963 [†]	1986 [†]	P	3	V	X	ŠP	pliocén	les (60 %), pole (40 %)	vodní plocha
4	Horusice	>10	49,1568	14,7076	1972 [†]	1983 [†]	-	-	V**	X	ŠP**	-	pole (60 %), TTP (40 %)	vodní plocha
5	Horusice I.	>10	49,1511	14,7134	1977 [†]	1986 [†]	-	-	V**	X	ŠP**	-	les (60 %), pole (40 %)	vodní plocha
6	Horusice, les u silnice	<1	49,1585	14,6981	-	-	OT	2	V	-	ŠP	pleistocén (terasy)	pole ^{††}	les smíšený
7	Záblatí I.	1-10	49,0960	14,6664	-	-	OT	5	S	OT	P, Š	neogén	les ^{††}	píščina (60 %), les jehličnatý (40 %)
8	Záblatí, Močidla	<1	49,0992	14,6891	-	-	-	-	-	-	-	-	TTP ^{††}	mokřad (70 %), les smíšený (30 %)
9	Záblatí, u Námětku	<1	49,0924	14,6849	-	-	OT	3	S	-	P	neogén	pole ^{††}	ostatní
10	Lomnice n. L., Skalice	<1	49,0941	14,7010	-	-	-	-	-	-	-	-	pole ^{††}	les smíšený
11	Lomnice n. L., u silnice	<1	49,0914	14,7021	-	-	-	-	-	-	-	-	vodní plocha ^{††}	mokřad
12	Záblatí, Za Humny	<1	49,0839	14,6812	-	-	X	2	S	-	P	neogén	pole ^{††}	les smíšený
13	Smržov, skládka	<1	49,0802	14,6714	-	-	-	-	-	-	-	-	pole	ostatní
14	Kolence, les	<1	49,0856	14,7984	1940*	-	OT	6	S	-	ŠP	-	pole ^{††}	ostatní
15	Kolence, silnice	<1	49,0860	14,8052	-	-	X	1	S	-	PS	-	les	les jehličnatý
16	Jemčina	<1	49,0998	14,8485	-	-	OT	3	S	X	P, ŠP	pleistocén (terasy)	les jehličnatý ^{††}	les smíšený
17	Hatín	<1	49,0939	14,8556	-	-	-	-	-	P	ŠP**	-	TTP	TTP
18	Stráž n. Nežárkou	1-10	49,0757	14,8781	1990**	1997**	P	10	S	X	ŠP	neogén, pleistocén (terasy)	pole	ostatní
19	Plavsko-Na Planinkách	>10	49,0754	14,8889	1999**	2004**	-	-	S**	P	ŠP**	pleistocén (terasy)**	pole	les smíšený (80 %), mokřad (20 %)
20	Mláka-Krávovna I.	<1	49,0526	14,8429	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	TTP
21	Mláka-Krávovna II.	<1	49,0533	14,8440	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	les jehličnatý
22	Mláka-Krávovna III.	<1	49,0509	14,8376	-	-	X	1	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	les jehličnatý
23	Nová Hlína I.	<1	49,0297	14,7958	1930*	-	OT	5	S	-	PS	neogén	pole ^{††}	les smíšený
24	Nová Hlína II.	<1	49,0293	14,7968	-	-	OT	3	S	-	PS	neogén	pole	les smíšený (90 %), mokřad (10 %)
25	Nová Hlína, les	<1	49,0271	14,8022	-	-	X	3	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
26	Nová Hlína, Vlčí luka	<1	49,0250	14,8012	-	-	OT	3	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	ostatní
27	Stará Hlína, Leština	<1	49,0287	14,8571	-	-	X	3	S	-	PS	neogén	pole	les smíšený
28	Stará Hlína, les sever	<1	49,0241	14,8525	-	-	X	2	S	-	PS	oligocén	les smíšený ^{††}	les smíšený
29	Stará Hlína, les jih	<1	49,0197	14,8536	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les smíšený ^{††}	les smíšený
30	Cep, les	1-10	48,9234	14,8394	-	-	OT	2	S	OT	PS	neogén	les smíšený ^{††}	píščina

číslo lokality	název	rozloha [ha]	souřadnice středu [°]		začátek těžby	ukončení těžby	stav 1968-70*	výška stěn*	způsob těžby*	stav 2003 ^a	těžená surovina*	typ sedimentů*	půdní kryt před těžbou ⁸	současný půdní kryt
			N	E										
31	Suchdol n. L., zahrada	<1	48,9100	14,8812	-	-	X	2	S	-	PS	pleistocén (terasy)	pole (60 %), TTP (40 %) ⁺⁺	ostatní
32	Cep I.	>10	48,9146	14,8860	1983 ⁺	2007 ⁺	-	-	-	P	ŠP ^a	-	les	vodní plocha (90 %), les jehličnatý (10 %)
33	Tušť, velká pískovna	>10	48,8994	14,8948	1955 ⁺	2000 ⁺	P	6	S + V	X	ŠP	pleistocén (terasy)	pole (80 %), TTP (20 %) ⁺⁺	vodní plocha (80 %), TTP (20 %)
34	Tušť, malá pískovna	>10	48,8967	14,9046	1970 ⁺	1977 ⁺	P	9	S + V	X	ŠP	pleistocén (terasy)	pole	vodní plocha (60 %), les jehličnatý (40 %)
35	Suchdol n. L., les	>10	48,8957	14,9117	-	-	P	9	S + V	X	ŠP	pleistocén (terasy)	pole (70 %), les (30 %)	les jehličnatý
36	Paříž	>10	48,8937	14,9275	-	-	P	9	S + V	X	ŠP	pleistocén (terasy)	pole (80 %), TTP (20 %)	TTP
37	Rapšach	1-10	48,8928	14,9338	-	-	-	-	-	X	ŠP ^a	-	pole ⁺⁺	píščina
38	Veselí n. Lužnicí, železnice	1-10	49,1787	14,7026	1951*	1958*	OT	2	S	X	PS	pleistocén (terasy)	TTP	TTP
39	Veselí n. Lužnicí, Pískovny	1-10	49,1747	14,7150	1927*	1966*	OT	5	S	-	PS	neogén	les	les smíšený
40	Vlkov, v lese	<1	49,1667	14,7167	-	-	-	-	-	-	-	-	les	les smíšený
41	Veselí n. Lužnicí, kemp	<1	49,1699	14,7317	-	-	X	1	S	-	PS	pleistocén (terasy)	les	les smíšený
42	Vlkov, Dehetník	<1	49,1673	14,7294	-	-	-	-	-	-	-	-	pole ⁺⁺	mokřad (70 %), les smíšený (30 %)
43	Vlkov, Na Prvním klíně	<1	49,1629	14,7351	-	-	-	-	-	-	-	-	pole ⁺⁺	pole
44	Bošilec	<1	49,1469	14,6561	-	-	OT	5	S	-	P	neogén	TTP ⁺⁺	píščina (80 %), TTP (20 %)
45	Horusice, les jih	<1	49,1471	14,6958	-	-	X	2	-	X	P	neogén	TTP ⁺⁺	les smíšený
46	Horusice, les sever	<1	49,1490	14,6968	-	-	OT	3	S	X	P	neogén	les	les smíšený
47	Val, les	<1	49,1429	14,7408	-	-	X	2	S	-	P	-	les	pole
48	Val, Bašta	<1	49,1439	14,7445	-	-	OT	2	S	-	P	-	TTP	pole
49	Val, v poli	<1	49,1458	14,7461	-	-	-	-	-	-	-	-	pole	pole
50	Kardaš. Řečice, západ	<1	49,1717	14,8464	1928*	-	OT	5	S	OT	P	neogén	pole ⁺⁺	pole
51	Kardaš. Řečice, východ	<1	49,1689	14,8494	1932*	-	P	5	S	OT	P	neogén	TTP ⁺⁺	pole
52	Kardaš. Řečice-Cikar	<1	49,1500	14,8278	-	-	X	2	S	-	PS	-	les jehličnatý ⁺⁺	les jehličnatý
53	Kardaš. Řečice-Karštejn	<1	49,1320	14,8024	-	-	OT	5	S	-	ŠP	pleistocén (terasy)	les	les jehličnatý
54	Kardaš. Řečice-Evžen. Údolí	<1	49,1282	14,8458	-	-	X	2	S	-	PS	-	les	les jehličnatý
55	Lhota, rybník	<1	49,1265	14,6583	-	-	X	2	V	-	P	-	vodní plocha	vodní plocha
56	Ponědražka	<1	49,1301	14,6877	-	-	OT	2	S	X	P	neogén	les	les jehličnatý
57	Lhota, Darebný	1-10	49,1202	14,6641	-	-	X	2	S	-	P	-	pole ⁺⁺	pole
58	Ponědraž, okraj lesa	<1	49,1243	14,6936	-	-	X	4	S	-	P	pleistocén (terasy)	pole	pole
59	Ponědraž, Rašelina	<1	49,1273	14,7009	-	-	OT	2	S	-	P	neogén	pole ⁺⁺	TTP
60	Dvorský lesík	<1	49,1153	14,6893	-	-	OT	3	S	X	ŠP, P	neogén	pole ⁺⁺	les smíšený
61	Mazelov, V Podmáslí	<1	49,1015	14,6415	-	-	X	2	S	-	P	-	pole ⁺⁺	les smíšený
62	Frahelž, Na Obcích	<1	49,1074	14,7301	-	-	OT	2	S	-	P	neogén	pole ⁺⁺	les jehličnatý
63	Klec	1-10	49,0937	14,7492	-	-	X	3	S	-	ŠP	křída, neogén, pleistocén (terasy)	TTP ⁺⁺	les smíšený (60 %), TTP (40 %)
64	Kolence, Pohodnice	<1	49,0956	14,7726	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	pole ⁺⁺	les smíšený (70 %), TTP (30 %)
65	Lomnice n. L., přejezd	<1	49,0770	14,7278	-	-	X	2	S	-	P	pleistocén (terasy)	TTP	pole

číslo lokality	název	rozloha [ha]	souřadnice středu [°]		začátek těžby	ukončení těžby	stav 1968-70*	výška stěn*	způsob těžby*	stav 2003 ^a	těžená surovina*	typ sedimentů*	půdní kryt před těžbou ⁸	současný půdní kryt
			N	E										
66	Lomnice n. L., v trianglu	1-10	49,0735	14,7316	-	-	X	3	S	-	P	pleistocén (terasy)	pole	TTP
67	Lužnice, Panenský rybník	<1	49,0676	14,7337	-	-	X	2	S	-	P	pleistocén (terasy)	TTP	TTP
68	Lužnice, za řekou	<1	49,0802	14,7591	-	-	X	1	S	-	ŠP	neogén	pole	TTP
69	Lužnice, U Zahradníků I.	<1	49,0796	14,7584	-	-	OT	2	S	-	ŠP	neogén	pole	les smíšený
70	Lužnice, U Zahradníků II.	<1	49,0788	14,7571	-	-	OT	3	S	-	ŠP	neogén	TTP	les smíšený
71	Lužnice, JZD	<1	49,0674	14,7538	-	-	X	2	S	-	H, P	neogén	pole ⁺⁺	TTP
72	Lužnice, u lesa	<1	49,0666	14,7555	-	-	X	1	S	-	H, P	neogén	TTP ⁺⁺	ostatní
73	Novosedly n. N., U Šestáků	>10	49,0782	14,8665	1988**	-	-	-	S**	P	P, ŠP**	pleistocén (terasy)**	les	les jehličnatý
74	Mláka, Na Haldách	<1	49,0639	14,8603	-	-	OT	3	S	-	P	neogén	les jehličnatý ⁺⁺	les jehličnatý
75	Lužnice, U Harazíma	1-10	49,0525	14,7583	-	-	OT	2	S	-	ŠP	neogén	TTP ⁺⁺	les smíšený
76	Lužnice, Rožmberská Bašta	1-10	49,0485	14,7566	-	-	X	4	S	-	PS	neogén	pole ⁺⁺	pole
77	Lužnice, Jasanka	1-10	49,0455	14,7558	-	-	X	1	S	-	PS	neogén	pole	les smíšený
78	Břilice, sever	<1	49,0230	14,7624	-	-	OT	2	S	-	PS	neogén	TTP	pole
79	Břilice, jih	<1	49,0219	14,7620	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	pole ⁺⁺	pole
80	Třeboň, Obecní Mlýn	<1	49,0170	14,7780	1934*	-	X	2	S	-	PS	neogén	pole	TTP
81	Nová Hlína, u hřbitova	<1	49,0226	14,7940	1934*	-	X	3	S	-	PS	neogén	les jehličnatý	les jehličnatý
82	Holičky, v lese	<1	49,0134	14,8191	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
83	Holičky, sv. Petr a Pavel	<1	49,0089	14,7996	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	TTP	ostatní
84	Holičky, Na Hrádečku	<1	49,0026	14,7954	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ⁺⁺	les jehličnatý
85	Holičky, Pod Hrádečkem	<1	49,0019	14,8120	-	-	X	2	S	-	PS	oligocén	les	les jehličnatý
86	Stříbřec, západ	<1	49,0186	14,8685	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les	píščina (70 %), les jehličnatý (30 %)
87	Stříbřec, východ	<1	49,0184	14,8691	-	-	X	1	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
88	Majdalena, V Americe	<1	48,9768	14,8451	-	-	X	2	-	-	PS	-	les jehličnatý ⁺⁺	les jehličnatý
89	Majdalena, U Jana	<1	48,9836	14,8343	-	-	-	-	-	-	-	-	les jehličnatý ⁺⁺	les jehličnatý
90	Branná, u Rudy	1-10	48,9471	14,7835	-	-	OT	2	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ⁺⁺	mokřad (80 %), les jehličnatý (20 %)
91	Majdalena, U Rašeliny	<1	48,9516	14,8135	-	-	OT	3	S	-	PS	neogén	les smíšený ⁺⁺	les jehličnatý
92	Cep, revír	<1	48,9461	14,8228	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les smíšený ⁺⁺	les jehličnatý
93	Cep, u paseky	<1	48,9491	14,8408	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les smíšený ⁺⁺	les jehličnatý
94	Cep, u Střední stoky	<1	48,9366	14,8058	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les smíšený ⁺⁺	les jehličnatý
95	Cep, Terezínka	<1	48,9295	14,8275	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les smíšený ⁺⁺	les jehličnatý
96	Cep, u pomníku	<1	48,9374	14,8517	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les smíšený ⁺⁺	les jehličnatý
97	Cep, U Modrého kříže	<1	48,9422	14,8631	-	-	OT	4	S	-	PS	neogén	les smíšený ⁺⁺	les jehličnatý
98	Cep, hráz	<1	48,9237	14,8345	-	-	X	-	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
99	Cep, Mšálská cesta	<1	48,9160	14,8652	-	-	X	3	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
100	Suchdol n. L., Na Huti	<1	48,9065	14,8830	1936*	1939*	X	8	S	-	PS	pleistocén (terasy)	pole ⁺⁺	les smíšený

číslo lokality	název	rozloha [ha]	souřadnice středu [°]		začátek těžby	ukončení těžby	stav 1968-70*	výška stěn*	způsob těžby*	stav 2003 ^a	těžená surovina*	typ sedimentů*	půdní kryt před těžbou ⁸	současný půdní kryt
			N	E										
101	Bor, Ochoz	<1	48,8944	14,8028	-	-	X	8	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	les jehličnatý
102	Bor, Bůrky	<1	48,8902	14,8092	-	-	OT	6	S	OT	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	píščina
103	Šalmanovice	<1	48,8773	14,7770	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	les jehličnatý
104	Bor, náves	<1	48,8832	14,8174	-	-	-	-	-	-	-	-	TTP	TTP
105	Bor, JZD	<1	48,8819	14,8166	-	-	OT	1	S	-	PS	neogén	TTP	TTP
106	Byňov, Jiříkovo Údolí	<1	48,8547	14,7979	-	-	X	-	S	-	PS	neogén	les jehličnatý ^{††}	les jehličnatý
107	Hrdlořezy, U Čarostřelce	<1	48,8690	14,8360	-	-	X	3	V	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
108	Suchdol n. L., Tři facky	<1	48,8760	14,8629	-	-	X	-	V	-	PS	neogén	pole ^{††}	pole
109	Suchdol n. L., u silnice	<1	48,8807	14,8794	-	-	X	6	S	X	PS	-	pole ^{††}	les jehličnatý
110	Tušť, u silnice	1-10	48,8816	14,8961	-	-	OT	7	S	X	PS	neogén	TTP	les smíšený
111	Tušť, Na Okrouhlici	<1	48,8735	14,8957	-	-	-	-	S**	X	-	-	pole	les jehličnatý
112	Tušť, jezero	1-10	48,8722	14,8961	-	-	-	-	V**	X	-	-	TTP	vodní plocha
113	Tušť, střed	>10	48,8685	14,8987	-	1996**	-	-	S**	X	-	-	les	les jehličnatý
114	Dvory nad Lužnicí, sever	<1	48,8658	14,8874	-	-	X	4	S + V	X	PS	pleistocén (terasy)	pole ^{††}	TTP
115	Tušť, jih	>10	48,8609	14,9038	-	1996**	-	-	S**	X	-	-	les jehličnatý ^{††}	les jehličnatý
116	Dvory nad Lužnicí, zastávka	<1	48,8549	14,8955	-	-	X	8	S	X	PS	pleistocén (terasy)	-	les smíšený
117	Byňov, Klín	<1	48,8421	14,8340	-	-	X	2	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
118	Hranice	<1	48,8425	14,8670	-	-	X	1	S	-	PS	neogén	TTP	les smíšený
119	Dvory nad Lužnicí, niva	<1	48,8488	14,9086	-	-	-	-	-	-	-	-	TTP	vodní plocha
120	Halámky, u návsi	<1	48,8525	14,9129	-	-	OT	4	S	-	PS	pleistocén (terasy)	TTP	TTP
121	Halámky, U Harnerů	<1	48,8413	14,9325	-	-	P	4	S + V	-	ŽS, ŽP, ŠP	-	TTP	TTP
122	Dvory nad Lužnicí, u silnice	1-10	48,8397	14,9163	-	-	OT	4	S	-	PS	pleistocén (terasy)	mokřad	mokřad
123	Halámky, Spáleníště	<1	48,8625	14,9646	-	-	X	2	S	-	PS	moldanubický pluton	-	les jehličnatý
124	Halámky, Na Floriánce	<1	48,8524	14,9596	-	-	OT	2	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
125	Kunšach	<1	48,8457	14,9623	-	-	X	1	S	-	PS	neogén	les	les jehličnatý
126	Krabonoš, jižní jezero	>10	48,8226	14,9478	1976 [†]	1985 [†]	-	-	-	-	ŽS, ŠP**	-	les	vodní plocha
127	Spolí	<1	48,9734	14,7249	-	-	-	-	-	X	ŠP**	-	les jehličnatý ^{††}	mokřad (80 %), les smíšený (20 %)

Poznámky: **Stav:** P – v provozu, OT – občasná těžba, X – netěženo. **Způsob těžby:** V – těžba z vody, S – suchá těžba.

Těžená surovina: P – písek, PS – písek stavební, ŠP – šterkopísek, ŽS – živcová surovina, ŽP – živcové písky, H – hlína.

Zdroje informací: * – ILSNS (Růžičková 1968; 1970; Sředa 1970; Tichý 1970; Vilínek 1970),

** – Brož et al. (2002) [†] – Křiváčková a Čížková (2008) ^{††} – Stabilní katastr, α – ČGS (2003), β – ČÚZK (2021a).

Tab. 7: Informace o navštívených pískovnách.

číslo lokality	název	břeh/plocha	vlhkostní podmínky	půdní kryt	současné (převažující) využití půdy	stabilita povrchu	znečištění odpadem	dominantní druhy rostlin
1	Veselí		Z		rekreace			
1-1		B	Z	křoviny	rekreace	0	0	D, OL, V
1-2		B	Z	les smíšený	rekreace	2	0	D, BR, B, OL
1-3		B	Z	křoviny	rekreace	0	0	OL, BR, V, sit
2	Veselí I.		Z		rekreace			
2-1		B	Z	les smíšený	rekreace	0	0	V, JA, OL, oro
2-2		B	Z	les smíšený	rekreace	0	0	V, D
2-3		B	Z	křoviny	rekreace	0	0	OL, V, D
2-4		B	Z	křoviny	rekreace	0	0	D, V, OL
2-5		B	Z	les smíšený	rekreace	0	0	V, JA, OL, D, sit
3	Vlkov		Z		rekreace			
3-1		B	Z	les jeh, písčina	rekreace	1	0	B, V, BR, TO
3-2		B	Z	les jeh, písčina	rekreace	1	1	OL, B, V, D
3-3		B	Z	les smíšený	rekreace	1	0	B, D
3-4		B	Z	les smíšený	rekreace	0	0	V, D, OL
3-5		B	Z	les smíšený	rekreace	0	0	V, D
3-6		B	Z	les smíšený	rekreace	0	0	V, OL, B
3-7		B	Z	křoviny	rekreace	0	0	D, B
3-8		B	Z	křoviny	rekreace	1	1	V, OL
3-9		B	Z	les smíšený	rekreace	1	0	B, OL
4	Horusice		Z		rekreace			
4-1		B	Z	les smíšený	rekreace	2	1	D, V, B
4-2		B	Z	les smíšený	rekreace	2	1	B, D
4-3		B	Z	křoviny	rekreace	2	0	D, sit, oro
4-4		B	Z	les smíšený, písčina	rekreace	1	0	V, D, B
5	Horusice I.		Z		rekreace			
5-1		B	Z	les smíšený	rekreace	0	0	B, BR
5-2		B	Z	les smíšený	rekreace	2	1	D, V, BR
5-3		B	Z	les smíšený, písčina	ekologické	1	0	V, BR, sto, oro, tur
5-4		B	Z	les smíšený, písčina	ekologické	0	0	BR, tur, sto, jet
6	Horusice, les u silnice	P	S	les smíšený	lesnické	0	1	JE, B, pit
7	Záblatí I.		M		ekologické			
7-1		P	S	písčina	ekologické	2	1	B, tra
7-2		P	S	les smíšený	lesnické	1	0	B, ost
7-3		P	M	mokřad	ekologické	1	1	B, TO, tra
7-4		P	S	les jehličnatý	lesnické	1	1	B, bru
8	Záblatí, Močidla	P	M	mokřad, les smíšený	lesnické	1	0	JS, D, OL
9	Záblatí, u Námětku	B	S	zpevněný povrch	zemědělské	0	0	tra, kop
10	Lomnice n. L., Skalice	P	S	les smíšený	lesnické	0	1	D, BR, LI, JS, tra
11	Lomnice n. L., u silnice	P	M	mokřad	ostatní	1	1	LI, JS, B
12	Záblatí, Za Humny	P	S	les smíšený	lesnické	0	2	B, D, kop
13	Smržov, skládka	P	M	skládka	skládka	0	1	V, kop, tra

číslo lokality	název	břeh/plocha	vlhkostní podmínky	půdní kryt	současné (převažující) využití půdy	stabilita povrchu	znečištění odpadem	dominantní druhy rostlin
14	Kolence, les	P	S	skládky	skládky	3	3	D, B
15	Kolence, silnice	P	S	les jehličnatý	lesnické	0	0	B, V, JA, bre, pit
16	Jemčina	P	S	les smíšený	lesnické	0	0	D, JA
17	Hatín	P	S	TTP	zemědělské	0	0	tra
18	Stráž n. Nežárkou		S		skládky			
18-1		P	S	TTP	skládky	1	3	pel, tra
18-2		P	S	TTP	skládky	0	3	pel, tra
19	Plavsko-Na Planinkách		M		ekologické			
19-1		P	M	les smíšený	ekologické	0	2	V, BR, B, OS, tra
19-2		P	M	les smíšený	ekologické	0	1	V, BR, B, OS, tra
19-3		P	M	mokřad	ekologické	0	1	OL, TO, BR, tra, oro
19-4		P	M	les smíšený	ekologické	0	0	BU, BR, B, D, JE
19-5		P	S	les smíšený	lesnické	0	1	S, B, D
20	Mláka-Krávovna I.	P	S	TTP	ostatní	2	0	B, S, tra
21	Mláka-Krávovna II.	P	M	les jehličnatý	lesnické	0	0	S, tra
22	Mláka-Krávovna III.	P	S	les jehličnatý	lesnické	0	1	B, S, bru
23	Nová Hlína I.	P	M	les smíšený	ostatní	1	1	BR, D, B
24	Nová Hlína II.	P	M	les smíšený, mokřad	ostatní	1	0	B, BR
25	Nová Hlína, les	P	S	les jehličnatý	lesnické	0	0	B, BR, bru, ost
26	Nová Hlína, Vlčí luka	P	S	skládky	skládky	0	3	V, B, tra
27	Stará Hlína, Leština	P	S	les smíšený	lesnické	0	1	LI, D, kop
28	Stará Hlína, les sever	P	M	les smíšený	lesnické	0	0	B, tra
29	Stará Hlína, les jih	P	M	les smíšený	lesnické	0	0	D, S, B
30	Cep, les	P	M	mokřad, písčiny	ekologické	0	1	OL, V, B, BR
31	Suchdol n. L., zahrada	P	S	zahrada	ostatní	0	0	JA, V, kop
32	Cep I.		Z		rekreace			
32-1		B	M	písčina, les smíšený	rekreace	0	2	B
32-2		B	Z	les smíšený	rekreace	2	1	B, BR
32-3		B	Z	les smíšený	rekreace	0	1	B, BR
32-4		B	Z	les smíšený	rekreace	1	1	B, BR, OS
32-5		B	Z	písčina, les smíšený	rekreace	2	3	B, vre
32-6		P	S	les jehličnatý	lesnické	0	0	B, JA
33	Tušť, velká pískovna		Z		rekreace			
33-1		B	Z	les smíšený, písčina	rekreace	0	1	D, BR, JA
33-2		B	Z	les smíšený	rekreace	0	1	OS
33-3		B	Z	les smíšený	rekreace	0	1	OS
33-4		B	Z	písčina, les smíšený	rekreace	0	1	V, OS, tra
33-5		B	Z	TTP	rekreace	1	1	BR, B, V, OS, tra, jan, vra
33-6		B	Z	les smíšený, TTP	rekreace	0	1	D, JA
33-7		B	Z	písčina, TTP	rekreace	0	0	D, JA
33-8		P	S	TTP	zemědělské	0	0	AK, B, tra

číslo lokality	název	břeh/plocha	vlhkostní podmínky	půdní kryt	současné (převažující) využití půdy	stabilita povrchu	znečištění odpadem	dominantní druhy rostlin
34	Tušť, malá pískovna		Z		rekreace			
34-1		B	Z	píščina	rekreace	0	1	BR, B, D
34-2		B	Z	les smíšený	rekreace	0	2	BR, B, D, V
34-3		P	S	les jehličnatý	lesnické	0	0	B, tra
35	Tušť, les		S		lesnické			
35-1		P	S	les jehličnatý	lesnické	0	0	B, jan, tra
35-2		P	S	les jehličnatý	lesnické	0	0	B, bru
36	Paříž		S		zemědělské			
36-1		P	S	TTP, les smíšený	zemědělské	0	0	tra, zvo
37	Rapšach		M		ekologické			
37-1		P	S	mokřad	ekologické	2	0	BR, vra
37-2		P	S	les smíšený	ekologické	0	0	BR, B, vra, jan
37-3		P	M	les smíšený	ekologické	0	0	jan
37-4		P	S	píščina	ekologické	0	1	B, TO, vre, tra

Pozn.: tmavě zelená – dělené „velké“ pískovny, bílá – jejich sektory, světle zelená – nedělené „malé“ pískovny, * – těžba ukončena v období: 1 – po roce 2000, 2 – 70.–90. léta, 3 – 50.–60. léta, 4 – 40. léta a dříve, zkratky dominantních rostlinných druhů jsou vysvětleny v tabulce 8.

Tab. 8: Zkratky dominantních rostlinných rodů.

stromové patro		bylinné a keřové patro	
AK	akát	bre	břečťan
B	borovice	bru	brusnice
BR	bříza	jan	janovec
BU	buk	jet	jetel
D	dub	kop	kopřiva
JA	javor	ost	ostružiník
JS	jasan	oro	orobinec
JE	jeřáb	pel	pelyněk
LI	lípa	pit	pitulník
OL	olše	sit	sítina
OS	osika	sto	šťovík
S	smrk	tra	ostatní traviny
TO	topol	tur	turan
VR	vrba	vra	vratič
		vre	vřes
		zvo	zvonek

Tab. 9: Klasifikace navštívených pískoven.

číslo lokality	ukončení těžby	vlhkostní podmínky	využití
1	70.-90. léta	zatopená	rekreace
2	70.-90. léta	zatopená	rekreace
3	70.-90. léta	zatopená	rekreace
4	70.-90. léta	zatopená	rekreace
5	70.-90. léta	zatopená	rekreace
6	70.-90. léta	suchá	les
7	po r. 2000	mokřadní	ochrana přírody
8	40. léta a dříve	mokřadní	les
9	50.-60. léta	suchá	zemědělské
10	50.-60. léta	suchá	les
11	50.-60. léta	mokřadní	ostatní
12	70.-90. léta	suchá	les
13	70.-90. léta	mokřadní	skládka
14	70.-90. léta	suchá	skládka
15	40. léta a dříve	suchá	les
16	50.-60. léta	suchá	les
17	po r. 2000	suchá	zemědělské
18	70.-90. léta	suchá	skládka
19	po r. 2000	mokřadní	ochrana přírody
20	50.-60. léta	suchá	ostatní
21	50.-60. léta	mokřadní	les
22	50.-60. léta	suchá	les
23	70.-90. léta	mokřadní	ostatní
24	70.-90. léta	suchá	ostatní
25	50.-60. léta	suchá	les
26	70.-90. léta	suchá	skládka
27	50.-60. léta	suchá	les
28	40. léta a dříve	mokřadní	les
29	40. léta a dříve	mokřadní	les
30	po r. 2000	mokřadní	ochrana přírody
31	50.-60. léta	suchá	ostatní
32	po r. 2000	zatopená	rekreace
33	po r. 2000	zatopená	rekreace
34	70.-90. léta	zatopená	rekreace
35	70.-90. léta	suchá	les
36	70.-90. léta	suchá	zemědělské
37	po r. 2000	mokřadní	ochrana přírody

Tab. 10: Zastoupení invazních neofytů v jednotlivých sektorech navštívených pískoven.

číslo lokality	název	<i>Acer negundo</i>	<i>Allanthus altissima</i>	<i>Conyza canadensis</i>	<i>Erigeron annuus</i>	<i>Galinsoga sp.</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Heracleum mantegazzianum</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>	<i>Impatiens parviflora</i>	<i>Lupinus polyphyllus</i>	<i>Lycium barbarum</i>	<i>Parthenocissus sp.</i>	<i>Quercus rubra</i>	<i>Reynoutria sp.</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Rudbeckia laciniata</i>	<i>Solidago sp.</i>	počet taxonů invazních druhů roslin (PT)
1	Veselí																		3
1-1									2							3			2
1-2									2					1		3			3
1-3														1					1
2	Veselí I.																		2
2-1									2										1
2-2										3									1
2-3																			0
2-4									1	2									2
2-5																			0
3	Vlkov																		3
3-1														2					1
3-2														3					1
3-3										2				3					2
3-4										2									1
3-5										3									1
3-6																2			1
3-7														2					1
3-8														2					1
3-9										2				1					2
4	Horusice																		6
4-1																			0
4-2										3									1
4-3				2						3									2
4-4				3	2					2	1				3	3			6
5	Horusice I.																		7
5-1				4						4						2			3
5-2									1	3									2
5-3		2		3	3					3					2	3			6
5-4				4	4										3	2			4
6	Horusice, les u silnice									2									1
7	Záblatí I.																		3
7-1																			0
7-2										3					3				2
7-3											2								1
7-4																			0
8	Záblatí, Močidla								3						1				2
9	Záblatí, u Námětku																		0
10	Lomnice n. L., Skalice								4										1
11	Lomnice n. L., u silnice														3	1		2	3

[illegible]

[illegible]

PŘÍLOHA 2 – CHARAKTERISTIKA NAVŠTÍVENÝCH PÍSKOVEN

Veselí (č. 1) – V tomto jezeře byly mezi lety 1963 a 1986 těženy šterkopísky pleistocenní říční terasy. Původně bylo propojeno s jezerem Vlkov (č. 3), s nímž na jihu sousedí, v roce 1978 byly odděleny hrází. Jedenáctihektarové jezero s příkrým východním břehem a pozvolným západním břehem nyní slouží k rekreaci a pro rybolov, na břehu se také nachází kemp se zázemím. Břehový porost je dominován běžnými českými druhy stromů (dub, olše, bříza, vrba) a keři, ale vyskytují se i invazní netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) či dub červený (*Quercus rubra*), oba zmíněné stromy byly vysazeny v rámci rekultivace.

Veselí I. (č. 2) – Těžba DP probíhala šest let, od roku 1981 do roku 1986. Původně bylo jezero propojeno s pískovnou č. 1, později mezi nimi vznikla trvalá hráz. Velikost těžebny je necelých 24 ha a její mírně svažité stabilní břehy jsou bohatě porostlé křovinami i stromy, které místy přecházejí v drobné mokřady. Jezero působí v krajině Třeboňska přirozeně a stabilně.

Vlkov (č. 3) – Jezero těžené v letech 1963 až 1986 a roku 1978 oddělené od jezera Veselí (č. 1). Těžba pliocenních sedimentů začínala na severovýchodním okraji a postupně se posouvala jižním až jihozápadním směrem až po pravý břeh řeky Lužnice. Výsledné jezero má silně protáhlý tvar v severojižním směru, délka dosahuje 1,8 km. S rozlohou 48 ha se jedná o největší pískovnu z celého komplexu Veselských pískoven. V těsné blízkosti se nachází PR Písečný přesyp u Vlkova. Bývalá těžebna je hojně využívána k rekreačním účelům (koupání a rybaření) a na mnoha místech se nachází písečné pláže obklopené lesy a křovinami. Břehový porost je tvořen běžnými českými druhy stromů a keřů, nicméně při rekultivaci břehů pískovny byly vysazeny též duby červené (*Quercus rubra*), které se na několika místech, především na východním břehu, hojně množí. Na plážích i v lese se nezdá vyskytují pohozené odpadky.

Horusice (č. 4) – Nejsevernější těžební jezero z Veselských pískoven na levém břehu Lužnice vzniklo těžbou v letech 1972 až 1983. V letech 2018–2019 bylo předěleno navezenou hrází na severní a jižní část a v severní byla následně obnovena těžba. Netěžená jižní část má rozlohu přibližně 28 ha a je též hojně využívána k rekreaci. Západní břeh porostlý lesem je příkřejší a dochází na něm k sesouvání břehů, tento les je také místy znečištěn odpadky. Východní pozvolnější břeh s hlavními plážemi byl v době sledování bez znečištění, naopak na něm bylo významné zastoupení invazních rostlin.

Horusice I. (č. 5) – Těžbou v období 1977–1986 vznikla nejjižnější z Veselských zatopených pískoven. V posledních dvou desetiletích v ní byly postupně vytvořeny násypy (obr. 19

v příloze 4) pro zvýšení plochy mělkého litorálu, čímž by mělo dojít k podpoření biodiverzity. Násypy vedou od severního cípu pískovny podél obou břehů zhruba do poloviny těžebny. Na březích pískovny roste mnoho druhů invazních rostlin (obr. 14 v příloze 4), kromě běžně nalézáných druhů i méně častý javor jasanolistý (*Acer negundo*) či křídlatky (*Reynoutria sp.*). Břehy pískovny jsou v některých úsecích nestabilní, v jižní části pískovny ležel v době průzkumu z břehu vyvrácený rozložitý dub (obr. 20 v příloze 4).

Horusice, les u silnice (č. 6) – Lesní těžebna opuštěná v období mezi 70. a 90. lety minulého století. Byla zde prováděna těžba z vody a v roce 1970 bylo zatopeno dno, dnes je zarostlá smíšeným lesem bez známek podmáčení. Oproti předchozím lokalitám má minimální rozlohu, pouhých 0,12 ha.

Záblatí I. (č. 7) – Dosud občasně těžená pískovna neogenních sedimentů. Jižní část je lesnický rekultivovaná s borovou monokulturou, v severní části se rozkládají smíšený les, močál a holé písčiny. Je zde prováděna pravidelná úprava stěn pro hnízdění břehule říční (*Riparia riparia*) (obr. 21 v příloze 4) a obnova tůň.

Záblatí, Močidla (č. 8) – Těžebna se strmými svahy dotěžená ve 40. letech či dříve. Je tvořena dvěma navazujícími podlouhlými prohlubněmi, které mají ve dně menší vodní plochy a jejichž okraje jsou porostlé lesem. Hojně zastoupena netýkavka žláznatá (*I. glandulifera*).

Záblatí, u Námětku (č. 9) – Menší lokalita na okraji nezpevněné komunikace dotěžená v 50. až 60. letech minulého století. Většina rozlohy pískovny je přeměněna na zemědělský objekt se zpevněným dnem, který obsahuje znečištěnou vodu. Po obvodu stavby jsou porosty dominované kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*) a travinami.

Lomnice nad Lužnicí, Skalice (č. 10) – Malá těžebna, v níž se přestalo těžit v padesátých či šedesátých letech, obklopená ze všech stran polem. Po okrajích je lemovaná křovinami, zatímco ve středu roste smíšený les. V lesní části je podrost tvořen hlavně netýkavkou malokvětou (*I. parviflora*).

Lomnice nad Lužnicí, u silnice (č. 11) – Těžebna existující již v polovině 19. století, v níž byla ve druhé polovině 20. století obnovena těžba. Většinu plochy tvoří mokřad (několik menších vodních ploch), po okrajích roste smíšený les. Pozemek nyní slouží jako zahrada, ve které jsou roztroušené větší kusy odpadu (obr. 16 v příloze 4).

Záblatí, za humny (č. 12) – Těžebna neogenních písků situovaná na okraji lesa. V roce 1970 již opuštěna, dnes porostlá smíšeným lesem, dno prohlubně je znečištěno a mezi kopřivami vzniká nelegální skládka.

Smržov, skládka (č. 13) – Na této obdélníkové pískovně těžené v 70. až 90. letech v současnosti funguje oplocená skládka organického materiálu. V severní části býval mokřad, který je dnes již vysušený. Nachází se u silnice a je obklopena bloky orné půdy. Skládkou prorůstá ruderalní vegetace.

Kolence, les (č. 14) – Pískovna občasně těžená od roku 1940, výška stěn koncem 60. let byla 6 m. Lokalita je umístěna v lese, bez známek zamokření. Na povrchu těžebny jsou shluky odpadu, na místě funguje skládka. Příkré břehy na východní straně podléhají erozi.

Kolence, silnice (č. 15) – Malá těžebna stavebního písku ukrytá v lese u severního okraje silnice Kolence – Stráž nad Nežárkou, dotěžená do konce 40. let. Dnes roste v těžební jámě jehličnatý les, podrost tvořen pitulníkem (*Galeobdolon sp.*) a netýkavkou malokvětou (*I. parviflora*).

Jemčina (č. 16) – Drobná pískovna na kraji lesa a na severním okraji silnice mezi Jemčinou a Novosedly nad Nežárkou, v níž probíhala občasná těžba písku a štěrkopísku pleistocenní terasy Nežárky v 50. a 60. letech. V současnosti zde roste smíšený les s mnoha mladšími stromy v podrostu.

Hatín (č. 17) – Pískovna otevřená po roce 1970, jež byla pro potřeby zemědělského družstva těžena do roku 2003 až 2006. Dnes je plně zatravněná, je součástí oplocené pastvy a v terénu nerozpoznatelná.

Stráž nad Nežárkou (č. 18) – Přibližně čtyřhektarová těžebna neogenního a pleistocenního štěrkopísku, která byla těžena v 60. i v 90. letech. Ložisko pokračuje jižním směrem až k silnici a na malé ploše je stále těženo. Pískovna dnes funguje jako skládka komunálního odpadu. Její východní část je již na povrchu zatravněná a ukládání odpadu zde skončilo, zatímco západní polovina se stále zaváží odpadem a místy zarůstá ruderalními druhy bylin, jako jsou pelyněk (*Artemisia sp.*) či turan roční (*Erigeron annuus*).

Plavsko – Na Planinkách (č. 19) – Zde se jedná o velkou a poměrně odlehlou těžebnu s celkovou rozlohou přibližně 12 ha. Suchá těžba pleistocenní terasy Nežárky probíhala intenzivně v letech 1999 až 2004 a pak byla postupně utlumována, nicméně severozápadní část byla opuštěna ještě dříve. Nyní lokalita postupně zarůstá věkově různorodým smíšeným lesem, ve střední části pískovny se nachází mokřad a jedno větší jezero vytvořené v rámci

ochranářského managementu (Calla 2022). Na několika místech je patrná začínající skládka a zastoupení invazních neofytů není zejména v nelesních částech zanedbatelné.

Mláka – Krávovna I. (č. 20) – Těžebna stavebního písku u vesnice Mláka, jež ukončila provoz do konce 60. let minulého století. Dno je pokryto travním porostem a v letní sezóně je využíváno jako tábořiště, na stěnách prohlubně jsou patrné známky eroze.

Mláka – Krávovna II. (č. 21) – Přibližně dva metry hluboká těžebna neogenního stavebního písku, jež byla uzavřena do konce 60. let. Dnes v terénu nepříliš výrazná, z vlhkého dna roste smrkový les.

Mláka – Krávovna III. (č. 22) – Těžebna podobná jako předchozí, ale ještě menších rozměrů (rozloha desetina hektaru). Těžbou vznikly paralelní protáhlé jámy o zhruba metrové hloubce. Již v roce 1969 zarostlá, dnes se porost skládá ze vzrostlého převážně smrkového lesa, bez výskytu invazních druhů.

Nová Hlína I. (č. 23) – První ze dvojice pískoven v poli jižně od Nové Hlíny byla občasně těžena od roku 1930, nejpozději do konce 90. let. Na dně vzniklé pětimetrové prohlubně jsou jezírka, okolní porost tvoří smíšený les složený z původních druhů dřevin.

Nová Hlína II. (č. 24) – Sousedící těžebna, která je až na nižší hloubku podobná předchozí lokalitě, je též po obvodu zarostlá smíšeným lesem, střed je tvořen travním porostem a ve východní části se nachází malý mokřad. Na místě byli nalezeni zástupci vícero druhů invazních rostlin. Plocha slouží jako hřiště na airsoft (obr. 22 v příloze 4).

Nová Hlína, les (č. 25) – Drobná, lesnicky rekultivovaná plocha byla dotěžena nejpozději do konce 60. let. Těžba nedosáhla hladiny podzemní vody. Pískovna je plochá a před návštěvou v roce 2020 v ní byl smýcen les. Mezi pařezy hojně roste turan roční (*Erigeron annuus*).

Nová Hlína, Vlčí luka (č. 26) – Občasně těžená pískovna opuštěná mezi 70. a 90. lety dnes slouží jako skládka organického odpadu. Plocha je hustě zarostlá, mezi běžným českým plevelem bujně roste také invazní turanka kanadská (*Conyza canadensis*), pětour (*Galinsoga sp.*) i netýkavka malokvětá (*I. parviflora*).

Stará Hlína, Leština (č. 27) – Konec těžby písku nastal do konce 60. let. Dnes malá ploška smíšeného lesa (lípy, duby) obklopená loukou. Stejně jako následující čtyři lokality bez výskytu invazních druhů rostlin.

Stará Hlína, les sever (č. 28) – Velmi dávno (nejpozději koncem 40. let) opuštěná malá těžebna oligocenních písčitých sedimentů s podmáčeným dnem. Dnes zde roste smíšený les se značným zastoupením borovic.

Stará Hlína, les jih (č. 29) – Tato těžebna neogenního písku o rozloze necelých 500 m² byla těžena v první polovině dvacátého století. V současnosti zde z vlhkého substrátu vyrůstá smíšený les. Pískovna se podobá předchozímu příkladu.

Cepská lesní pískovna (č. 30) – Středně velká pískovna o současné rozloze přibližně 2 hektary, jež je občasně těžena minimálně od 40. let. Těžba začala ve východní části a postupně se rozšiřovala západním směrem. Těženou surovinou je neogenní písek. Lokalita je dlouhodobě podmáčená a jedná se o oligotrofní mokřad s několika menšími jezírky a místy odhaleným písčným povrchem. Pískovna má ekologické využití, je součástí sítě Natura 2000 jako Evropsky významná lokalita (EVL) a těžba je řízena tak, aby vytvářela a zachovávala různorodost stanovišť. Těžebna je obklopena borovým lesem s podrostem tvořeným brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*).

Suchdol nad Lužnicí, zahrada (č. 31) – Jedna z nejmenších těžeben písků pleistocenních teras Lužnice, byla těžena nejpozději do konce 60. let. Těžba zasahovala do hloubky maximálně dva metry. V současnosti slouží jako zahrada a vegetační kryt je tvořen stromy a keři se zastoupením mnoha invazních druhů rostlin včetně poměrně vzácně nalezeného loubince (*Parthenocissus sp.*).

Cep I. (č. 32) – Jedna z největších neaktivních těžeben na Třeboňsku s rozlohou necelých 70 ha. Těžba štěrkopísku z vody zde probíhala v letech 1983 až 2007. Nyní je lokalita hydricky rekultivována na jezero lemované jehličnatým lesem tvořeným borovicí a břízou. V severozápadní části je ponechávána sukcesní plocha bez lesnické rekultivace a periodicky zde bývá obnovována hnízdní stěna pro břehule říční (*R. riparia*). Severovýchodní část oddělující tento dobývací prostor od sousedního Cepu byla rekultivována na borovou monokulturu protkanou několika krátkými řadami listnatých stromů podobně jako západní a východní břeh jezera. Okolí jezera v jižní části pískovny bylo ponecháno spontánní sukcesi (Polaufová 2006). Písčné pláže mezi hladinou a začátkem lesa jsou využívány pro rekreaci. Většina břehu je znečištěna odpady a v částech s vyšším břehem jsou patrné známky eroze.

Tušť, velká pískovna (č. 33) – Dobývání pleistocenních terasových akumulací štěrkopísku na celkové ploše přes 70 ha zde probíhalo v letech 1955 až 2000, s přestávkou mezi lety 1977 a 1982. V roce 1970 byla hloubka těžební jámy 6 m, dnes je zde rozsáhlé těžební jezero tvaru

bumerangu a na malé části trvalý travní porost. Hlavním využitím je v současnosti rekreace, zatravněná jižní část slouží jako pastva. Břeh ve vnitřním záhybu vodní plochy je porostlý trávou s roztroušenými keři. V jižní a severní části nalezneme podél vody písčiny, západní a východní břeh je porostlý lesem. Po celé délce břehu jezera je ze stromů hojný topol osika (*Populus tremula*), původní druhy dubů (*Quercus robur*, *Q. petraea*), javory (*Acer sp.*) a bříza (*Betula sp.*), na jihu jsou bujné porosty janovce (*Cytisus sp.*). V břehovém porostu byly též v rámci rekultivace vysazeny duby červené (*Quercus rubra*) či akát (*Robinia pseudacacia*) (obr. 23 v příl. 3). Místy bují lupina (*Lupinus polyphyllus*) (obr. 24 v příl. 4).

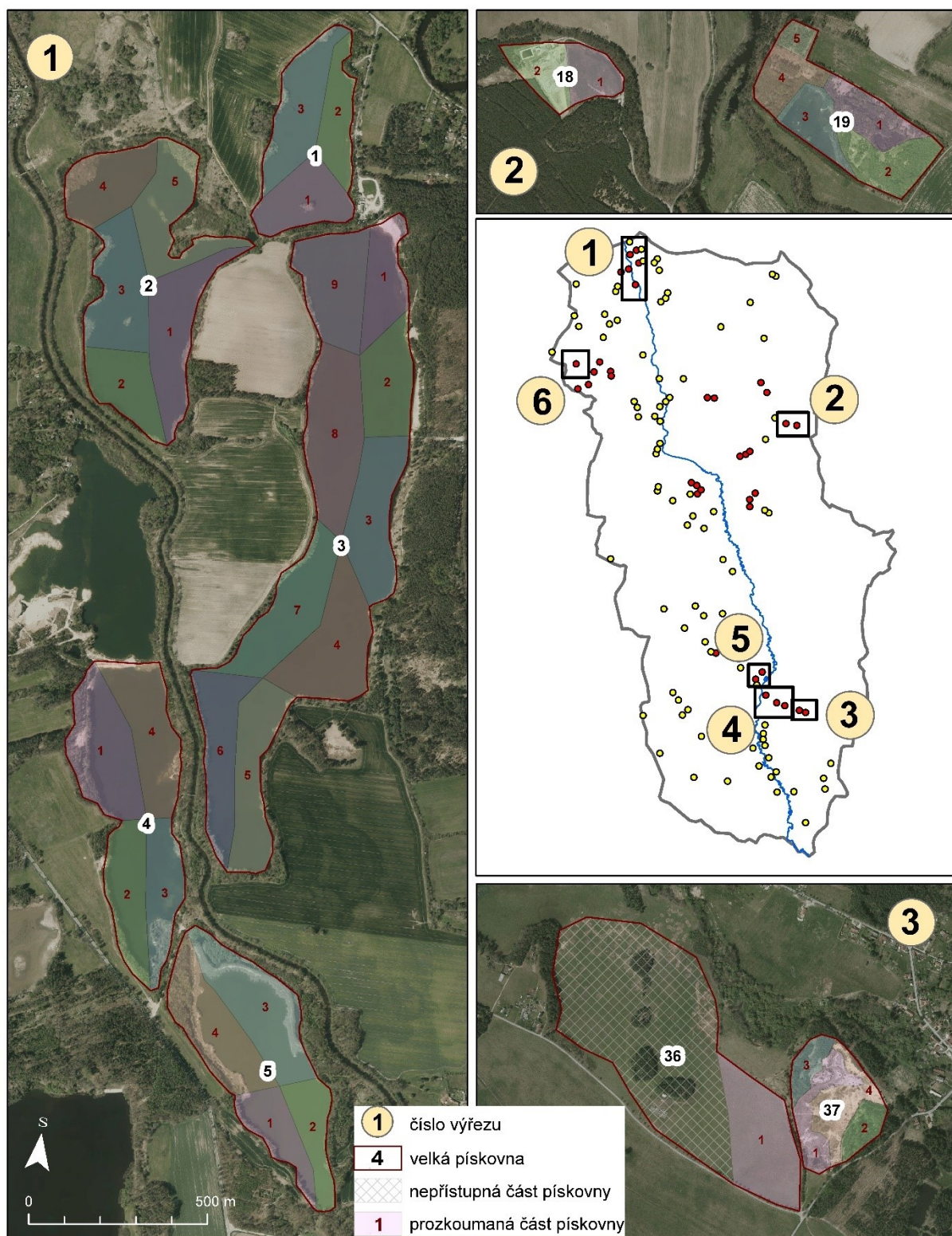
Tušť, malá pískovna (č. 34) – Východním směrem od předchozí lokality leží menší těžebna štěrkopísku, též zvaná Františkov, o rozloze 22 ha. Byla těžena od roku 1970 do roku 1977. Jižní část pískovny byla rekultivována na vodní plochu obklopenou smíšeným březovým a borovým lesem, severní část na borový les. Zejména na severním a východním břehu jezera se nachází písčité pláže využívané k rybaření a ke koupání. Ze sledovaných invazních druhů se vyskytoval dub červený (*Quercus rubra*) a netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*).

Tušť, les (č. 35) – Další v pásu pískoven mezi Tuští a Františkovem, dotěžená v 70. až 90. letech s rozlohou 15 ha. Má tvar symetrický dle osy silnice, která prochází jejím středem. V těžebně proběhla lesnická rekultivace na borový les.

Paříž (č. 36) – Také na sousední lokalitě byly v podobném období těženy pleistocenní štěrkopísky. Rozloha těžebny u Paříže je až 27 ha, většina je dnes přeměněna na pastvu, pouze místy jsou ponechány malé ostrůvky smíšeného lesa.

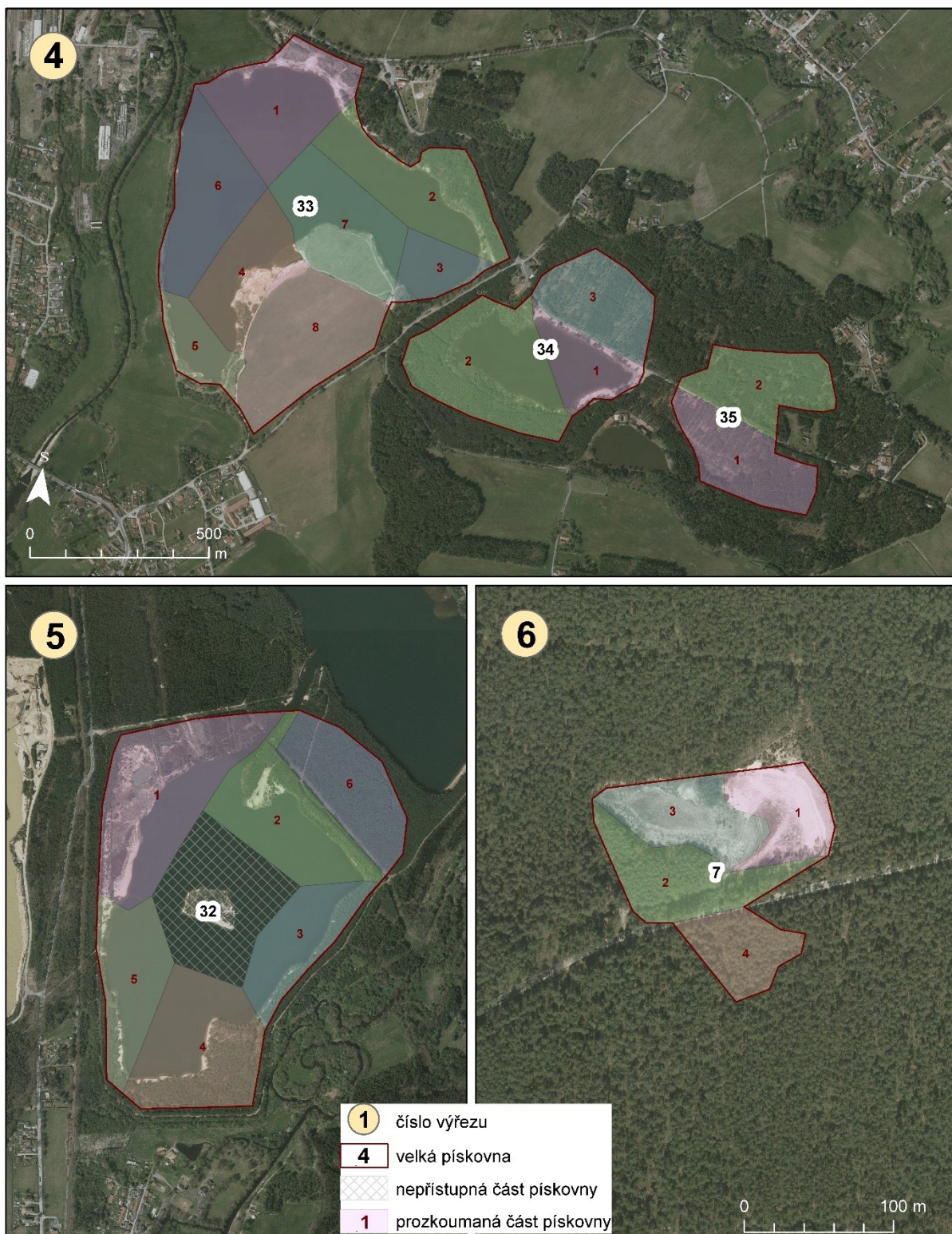
Rapšach (č. 37) – V případě poslední navštívené lokality se jedná o středně velkou těžebnu, v jejíž severní části těžba probíhala minimálně od 40. let a postupně se rozšiřovala jižním směrem. Je umístěna v katastrálním území obce Rapšach. Těžba zde vytvořila prostředí, které si zasloužilo zařazení do systému zvláštní územní ochrany pod názvem PP Pískovna u Dračice. V současnosti těžba probíhá jen v rámci managementových zásahů, například při údržbě písčných stěn pro hnízdění břehulí (*Riparia riparia*) či při obnově tůní vhodných pro rozmnožování ropuchy krátkonožé (*Epidalea calamita*) (obr. 25 v příloze 4). Část z více než šesti hektarů dříve těžené plochy je zarostlá smíšeným lesem, část je podmáčená a hostí nízkou mokřadní vegetací a na zbytku plochy je písčina, která je buď holá, či s řídkým porostem vřesů a travin.

PŘÍLOHA 3 – MAPY



Obr. 11: Dělení velkých pískoven – část 1.

Zdroj podkladového ortofota: ČÚZK (2021a).



Obr. 12: Dělení velkých pískoven – část 2.
 Zdroj podkladového ortofota: ČÚZK (2021a).

PŘÍLOHA 4 – FOTOGRAFIE

Zdroj všech fotografií: vlastní archiv



Obr. 13 a 14: Lesnická rekultivace, pískovna č. 35 a invazní neofyt turan roční (*Erigeron annuus*), pískovna č. 5.



Obr. 15: Odpad z rekreační činnosti u pískovny č. 32.



Obr. 16: Kusy odpadu větších rozměrů, pískovna č. 11.



Obr. 17: Hustý porost netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) v břehové vegetaci pískovny č. 2.



Obr. 18: Porosty netýkavky malokvěté (*Impatiens parviflora*) na skládce organického materiálu, pískovna č. 26.



Obr. 19: Navezená písčná hráz zarůstající vegetací, pískovna č. 5.



Obr. 20: Vyvrácený dub na břehu pískovny č. 5.



Obr. 21: Stěny udržované pro hnízdění břehulí říčních (*Riparia riparia*), pískovna č. 7.



Obr. 22: Pískovna č. 24 využívaná jako airsoftové hřiště.



Obr. 23: Akáty (*Robinia pseudacacia*) v břehové vegetaci, pískovna č. 33.



Obr. 24: Lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*), pískovna č. 33.



Obr. 25: Mokřadní část pískovny u Dračice (č. 37).