

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie
Studijní obor: Geotechnologie



Petr Kupa

Antropogenní změny reliéfu v inženýrskogeologickém průzkumu

Anthropogenic changes of relief in engineering geological survey

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Rout

Praha 2016

PROHLÁŠENÍ:

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

V Praze, 06.08.2016

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu Mgr. Jiřímu Routovi za jeho cenné rady, konzultace a trpělivost. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za jejich podporu během mého studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá antropogenními změnami reliéfu a jejich významem v inženýrskogeologickém průzkumu. V práci byl nejprve popsán historický vývoj geologického vlivu lidstva, spojený s novým uvažovaným stratigrafickým termínem antropocén. Dnes je lidmi přemístováno a ukládáno obrovské množství horninových hmot, nezřídka jsou pak na těchto materiálech projektovány nové stavby a konstrukce. Chybná identifikace antropogenních forem pak může mít za následek někdy až fatální důsledky v průběhu či po dokončení stavby. Práce se proto zaměřuje na klasifikaci významných antropogenních forem reliéfu a na specifika inženýrskogeologického průzkumu v prostředí výrazně ovlivněném lidskou činností. V práci je zdůrazněn význam rešerše geologických a historických podkladů a údajů o území, které často přinášejí cenné informace o historickém využití zájmového území. Dále byly popsány způsoby identifikace antropogenních jevů, jelikož zejména kvalitní mapová díla mohou tuto identifikaci značně zjednodušit, či mohou být přímo klíčovými podklady pro následné navržení inženýrskogeologického průzkumu a řešení aktuálního problému. Na závěr byla práce doplněna několika příklady praktické identifikace antropogenních změn.

Abstract

This bachelor thesis describes anthropogenic changes of relief and their significance in engineering geological survey. First, historical evolution of geological influence of humans was described, connected with the new prospective stratigraphical term – Anthropocene. Today are lifted and stored enormous amounts of rocks and soils by human, often new buildings and constructions are projected on this material. False identification of the anthropogenic forms can lead to fatal results in progress of construction. Hence is this thesis focused on classification of important anthropogenic forms of relief and attributes of engineering geological survey in area of human influence was described. In thesis is emphasized significance of research geological and historical materials and data about area, that can bring often important information about historical land use. The thesis also describes prospect of identification of anthropogenic forms, because especially maps can simplify this process or can be key informations for engineering geology survey. In conclusion the thesis was described a few examples of identification of anthropogenic changes.

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Historický vývoj antropogenních změn reliéfu	2
2.1.	Člověk jako geologický činitel	2
2.2.	Pojem antropocén.....	2
2.2.1.	Počátek antropocénu	3
3.	Činnosti člověka a jejich projevy	7
3.1.	Genetická klasifikace reliéfu podle účelu a původu lidských činností	7
3.1.1.	Hornické činnosti a tvary reliéfu	7
3.1.2.	Průmyslové činnosti a tvary reliéfu	9
3.1.3.	Zemědělské činnosti a tvary reliéfu	10
3.1.4.	Sídelní činnosti a tvary reliéfu	11
3.1.5.	Dopravní činnosti a tvary reliéfu	12
3.1.6.	Vodohospodářské činnosti a tvary reliéfu	13
3.1.7.	Vojenské činnosti a tvary reliéfu	14
3.1.8.	Sportovní a rekreační činnosti a tvary reliéfu	14
3.1.9.	Pohřební a oslavné činnosti a tvary reliéfu	15
3.1.10.	Ostatní antropogenní činnosti a tvary reliéfu	15
3.2.	Klasifikace podle výsledných forem reliéfu zemského povrchu	15
3.2.1.	Made ground (navážky)	15
3.2.2.	Worked ground (opracovaný zemský povrch)	16
3.2.3.	Infilled ground (vyplněný zemský povrch)	16
3.2.4.	Landscaped ground (upravený zemský povrch).....	16
3.2.5.	Disturbed ground (narušený zemský povrch)	16
4.	Inženýrskogeologický průzkum v prostředí ovlivněném člověkem	18
4.1.	Etapy IG průzkumu	18
4.1.1.	Orientační průzkum.....	19
4.1.2.	Předběžný průzkum	19
4.1.3.	Podrobný průzkum.....	20
4.1.4.	Doplňkový průzkum	20
5.	Identifikace jevů antropogenní činnosti	21
5.1.	Mapové podklady.....	21
5.1.1.	Müllerova mapa Čech a Moravy	22
5.1.2.	1. vojenské mapování.....	22
5.1.3.	2. vojenské mapování.....	23

5.1.4.	Stabilní katastr	23
5.1.5.	3. vojenské mapování.....	23
5.1.6.	Upravená mapová díla 3. vojenského mapování	24
5.1.7.	Mapové podklady 20. století po 2. světové válce	24
5.1.8.	Současné mapové podklady.....	25
5.2.	Letecké laserové skenování a digitální model reliéfu (DMR).....	25
5.3.	Letecké snímkování (ortofoto).....	25
6.	Příklady identifikace antropogenních forem.....	26
6.1.	Identifikace forem <i>made ground</i>	26
6.2.	Identifikace forem <i>worked ground</i>	27
6.3.	Identifikace forem <i>infilled ground</i>	29
6.4.	Identifikace forem <i>landscaped ground</i>	30
6.5.	Identifikace forem <i>disturbed ground</i>	32
7.	Závěr.....	33
8.	Literatura a zdroje.....	34
9.	Přílohy	38

1. Úvod

Bakalářská práce, vypracovaná formou rešerše, má za cíl zhodnotit vliv lidských činností a význam antropogenních změn reliéfu v inženýrskogeologickém průzkumu. Role člověka na planetě v průběhu času neustále vzrůstá a dnes je člověk, co do objemu přemístěných zemních a horninových hmot, nejvýznamnějším geologickým činitelem (Price et al., 2011).

Na většině území ČR byl za posledních cca sto let proveden a zdokumentován natolik dostatečný počet geologických prací, že dnes je možné téměř v každé lokalitě zpracovat obecnou (nezřídka však i velmi podrobnou) představu o inženýrskogeologických poměrech (Pašek et al., 1995a). K dotvoření této představy je však nutné zohlednit již výše zmíněný vliv člověka a je nutné zpracovat informace nejen o geologické stavbě, ale i o historickém využití daného území (Záruba et Mencl, 1974).

V práci byl podrobně popsán postupně zvyšující se vliv člověka spolu se souvisejícím tématem možného zavedení termínu antropocén jako stratigrafické jednotky, určující úsek s dominantním vlivem člověka na planetě. Následně byly popsány 2 odlišné klasifikace antropogenních forem reliéfu a v jejich rámci byly uvedeny příklady, jejichž význam je z inženýrskogeologického hlediska nezanedbatelný. Byly popsány specifika a možné postupy inženýrskogeologického průzkumu v území ovlivněném člověkem a zdůrazněna důležitost rešeršních prací v počátečních fázích průzkumu. Dále byly popsány některé možnosti identifikace antropogenních změn reliéfu a nakonec uvedeno několik praktických příkladů této identifikace na některých významných antropogenních formách.

2. Historický vývoj antropogenních změn reliéfu

2.1. Člověk jako geologický činitel

Zatímco působení přírodních geologických činitelů na Zemi trvá prakticky od jejího vzniku (Kettner, 1955), člověk se jako geologický činitel začal projevovat od dob Homo habilis (člověka zručného) na území Afriky před zhruba 2 miliony lety, tj. až v průběhu pleistocénu. Člověk zručný začal jako první používat primitivní nástroje, určené primárně k lovu (Zalasiewicz et al., 2011). Pro výrobu nástrojů začal v této době také dobývat první ložiska kamene a společně s těžbou a využitím ostatních přírodních materiálů, produkcí odpadu a vytvářením umělého povrchu země tak začal přetvářet krajinu (Price et al., 2011). Počátkem holocénu (11 500 BP) se významně mění způsob obživy člověka, přechází od lovu k zemědělství. Důkazem této změny, nazývané jako Neolitická revoluce, jsou pylová zrna v sedimentárním záznamu (Zalasiewicz et al., 2011). Během času dochází k rozvoji měst a vesnic, ty se stávají producenty stavební suti a odpadu, jež jsou pak v okolí nebo dokonce uvnitř sídel ukládány. Nezřídka bývají ve vrstvách těchto navážek pohřbena celá obydlí. Na těchto vrstvách poté probíhá další zakládání a rozšiřování sídel a u velmi dlouho zřízených měst pak mají tyto vrstvy zákonitě značnou mocnost (Price et al., 2011).

Znaky lidské činnosti jsou však v geologickém záznamu průběhu pleistocénu a počátku holocénu ojedinělé. Důvodem je řídké osídlení Země, relativně nízký počet obyvatel a nízké ovlivnění zemského povrchu (Zalasiewicz et al., 2011). V průběhu holocénu se lidské aktivity staly významnými geologickými a morfologickými silami (Crutzen et Stoermer, 2000) a dnes je člověk významným geologickým činitelem – ročně je jím transportováno více než 57 000 Mt materiálu, což je 2,6 krát více než objem materiálu přemísťovaný řekami a oceány. Je také dominantním geomorfologickým činitelem a rozsah jeho činnosti roste spolu se zvyšujícím se počtem obyvatel (Price et al., 2011).

2.2. Pojem antropocén

Člověk a jeho aktivity, zejména v posledních 200 letech, mají velmi silný vliv na životní prostředí. Vzhledem ke globálnímu rozsahu antropogenních změn se nabízí možnost definovat nový termín, jenž by popisoval recentní působení člověka ne v rámci holocénu,

ale v rámci nové, mladší epochy. Takováto epocha je dnes nazývána antropocén. Je to období stále ještě diskutované, ale jeho definování se stále zpřesňuje.

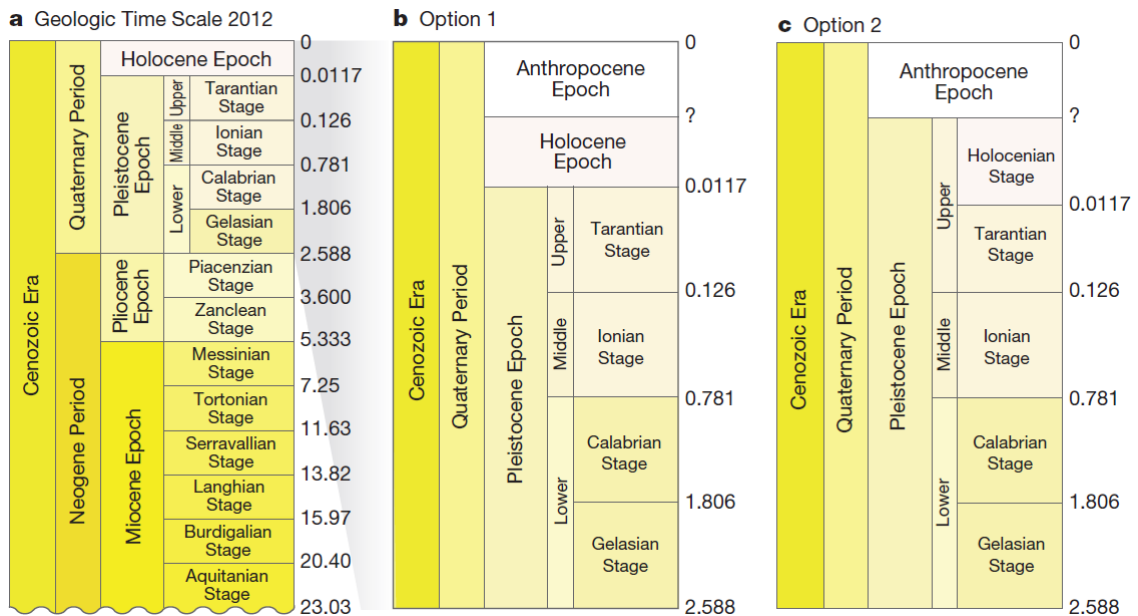
Termín, který by popisoval doslova lidskou časovou geologickou jednotku se začal vyvíjet již v 18. století. V roce 1854 pak velšský geolog a profesor teologie Thomas Jenkyn jako první popsal současnost jako „lidskou epochu“ a použil termínu Antropozoikum (Lewis et Maslin, 2015), následně v roce 1873 se italský geolog A. Stoppani zmiňuje o termínu „Anthropozoic era“, v němž srovnává velké přírodní síly a sílu novou, lidskou, jíž nazývá silou telurickou (Crutzen, 2002). Pojem antropocén poprvé použil r. 1922 ruský geolog Aleksei Pavlov, který současné období zařadil jako součást „antropogenního systému či antropocénu“ (Lewis et Maslin, 2015). Následně v r. 1924 vytvořili ruský geolog V.I. Vernadsky, francouzský jezuita a filosof P. Teilhard de Chardin a E. Le Roy termín Noösphere, který měl popisovat rostoucí vliv lidské inteligence a technického růstu na budoucnost lidstva a životního prostředí (Crutzen et Stoermer, 2000). Paralelně s tímto vývojem začali ve 20. století západní geologové používat termín holocén pro současnou geologickou epochu, a ten se z důvodu odlišných politických ideologií stal oficiálním termínem GTS (geologic time scale) (Lewis et Maslin, 2015).

Charakteristickými znaky antropocénu jsou zejména růst měst, výrazný vzrůst počtu obyvatel na Zemi a lidská transformace zemského povrchu. Jen za posledních 200 let vzrostla populace na Zemi více než šestkrát (Zalasiewicz et al., 2011).

2.2.1. Počátek antropocénu

Globální vliv člověka dnes již umožňuje definovat antropocén stejným způsobem, jako mnohé jiné časové periody. Pro konečné uznání antropocénu, ať už jako stupně, epochy (oddělení) či dokonce periody (útvary) je však nutné zřetelné označení jeho počátku jasným a datovatelným znakem ve stratigrafickém záznamu, který popisuje globální environmentální změnu způsobenou lidskou činností. Tímto znakem by se mohl stát nějaký nový GSSP (Global Stratotype Section and Point), což by měl být jasný znak globální události, datovatelný ve stratigrafickém záznamu, např. v sedimentech či ledovcovém záznamu (Lewis et Maslin, 2015).

Lewis et Maslin (2015) navrhují změnu v chronostratigrafickém sledu tak, aby v rámci kvartéru antropocén jako epocha přímo následoval po pleistocénu (tzn. aby byla prodloužena doba trvání pleistocénu) a holocén se stal jeho posledním stupněm.



Obr. 1: Srovnání současné stratigrafické tabulky s možnými alternativami (Lewis et Maslin, 2015)

Zalasiewicz et al. (2011) předpokládají spodní hranici antropocénu v posledních 200 letech, taktéž většina ostatních autorů zasazuje počátek antropocénu do této doby, v jejich příspěvcích však lze pozorovat několik zčásti či zcela odlišných určujících prvků. Vybrané možnosti definování počátku antropocénu jsou níže detailněji popsány. Někteří autoři však pokládají počátek již mnohem dříve, nezřídka s koncem posledního glaciálu (Steffen et al., 2007).

2.2.1.1. Vynález parního stroje

Parní stroj, vynalezený ve druhé polovině 18. století, započal spolu s velmi rychle vzrůstajícím využitím uhlí průmyslovou revoluci, což představuje významný dopad ve vývoji lidstva. Crutzen et Stoermer (2000) proto navrhují pro označení počátku antropocénu konec 18. století. Od tohoto období jsou zaznamenány rostoucí hodnoty koncentrace CO₂ v ledovcových vrtech a činnost lidstva na Zemi se stává významnou a nezanedbatelnou (Crutzen et Stoermer, 2000).

2.2.1.2. Koncentrace CO₂ v atmosféře

Jedním z nejvýznamnějších znaků působení lidstva na Zemi jsou koncentrace CO₂ v atmosféře. Již dlouho před průmyslovou revolucí, 6000–8000 BP, díky přechodu k zemědělství a pastevectví a souvisejícímu rozšiřování zemědělské půdy vypalováním, bylo zaznamenáno zvýšení koncentrací CO₂ v atmosféře (Zalasiewicz et al., 2011). Avšak v poměru k současnému ovlivnění Země lidstvem je toto zvýšení velmi malé a nemá požadovaný efekt označení počátku antropocénu (Steffen et al., 2007).

Během let 1850 až 1945 se koncentrace atmosférického CO₂ zvýšily z původní hodnoty 285 ppm na hodnotu cca 310 ppm. Steffen et al. (2007) tento vzrůst považují za první globální důkaz lidského vlivu na Zemi a navrhují, aby počátek antropocénu koreloval s počátkem období industrializace, mezi roky 1800 a 1850. Období industrializace je také označováno jako první fáze antropocénu, která je charakteristická významným rozvojem průmyslu a použitím fosilních paliv, podstatným zvýšením počtu obyvatel na Zemi a obrovským vzrůstem celosvětové ekonomiky.

Za posledních cca 265 let došlo vlivem lidských aktivit k uvolnění 555 mld. tun uhlíku do atmosféry a současné koncentrace atmosférického CO₂ jsou na úrovni 800 000 letého maxima a mohou být příčinou opoždění následujícího glaciálu. Hladký vzrůst těchto koncentrací CO₂ bez zjevného náhlého zvýšení však znemožňuje označení počátku antropocénu pouze na základě těchto koncentrací (Lewis et Maslin, 2015).

Zvýšení kyselosti oceánů je též dáno rozpouštěním uvolněného CO₂. Současné hodnoty oceánského uhlíku jsou nejvyšší za posledních 300 mil. let a v minulosti byl již zaznamenán výrazný vzrůst pH, který by se tak mohl stát příslušným znakem počátku antropocénu (Zalasiewicz et al., 2011).

2.2.1.3. Koncentrace ¹⁴C v atmosféře

Zvýšené atmosférické koncentrace radioaktivního izotopu uhlíku ¹⁴C, zachycené mimo jiné v jádrech ledovcových vrtů a letokruzích stromů, jsou dokladem jaderného spadu ze svržených a testovaných atomových bomb. Tato událost je v historii lidstva v časovém měřítku opravdovým předělem, neboť po prvním svržení atomové bomby v r. 1945 a následných testech v 50. a 60. letech 20. století je zaznamenán výrazný vzestup

koncentrací ^{14}C , který je následně utnut díky *Smlouvě o zákazu jaderných zkoušek v ovzduší, vesmíru a pod vodou* a dalším dohodám. Výsledný peak je tak dostatečnou globální změnou v mnoha stratigrafických záznamech s roční (!) přesností a je tak možné jím v budoucnu označit počátek antropocénu (Lewis et Maslin, 2015).

2.2.1.4. Další možná označení počátku antropocénu

Mezi jinými jsou pro označení počátku antropocénu diskutovány některé skleníkové plyny (C_2F_6 , CF_4 , SF_6) vázané na průmyslovou výrobu, kolize mezi Starým a Novým světem, započatá objevem amerického kontinentu evropskými mořeplavci r. 1492 (Lewis et Maslin, 2015), dále pak první významné použití uhlí v Číně během vlády dynastie Song v 10. – 13. století, koncentrace dusíku a metanu v atmosféře a další (Steffen et al., 2007).

3. Činnosti člověka a jejich projevy

Činnosti člověka, které přímo ovlivňují reliéf zemského povrchu, lze obecně rozdělit na dvě základní formy – rušivé činnosti a činnosti tvořivé. V rámci rušivých lze ještě definovat činnosti přenosné, avšak tyto nelze zcela jasně oddělit (Kettner, 1955). V souběhu pak těmito činnostmi člověk přemísťuje více horninových mas než přírodní geologické síly (Price et al., 2011). Zemský povrch, na jehož reliéfu se podílí lidská činnost, pak lze klasifikovat několika způsoby. Níže budou popsány 2 klasifikace. Jednou z nich je **klasifikace genetická**, kterou poprvé zavedl Zapletal (1969), rozlišující antropogenní tvary podle účelu a původu činností člověkem prováděných. Podle Kirchnera a Smolové (2010) je pak tato klasifikace upravena do dnešní podoby. Druhou jest pak **klasifikace podle výsledných forem daného reliéfu zemského povrchu**, kterou na půdě Britské geologické služby vytvořili McMillan et Powel (1999) pro účely mapování území Velké Británie.

3.1. Genetická klasifikace reliéfu podle účelu a původu lidských činností

Antropogenní procesy a tvary lze podle této klasifikace rozdělit do 11 základních skupin. Jsou to: hornické, průmyslové, zemědělské, sídelní, dopravní, vodohospodářské, vojenské, sportovní a rekreační, pohřební, oslavné, a ostatní (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.1. Hornické činnosti a tvary reliéfu

Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů, uvádí v § 3 a 4 druhy hornických činností a činností prováděných hornickým způsobem, z nichž činnosti spojené s vývojem antropogenních změn jsou zejména tyto:

- a) vyhledávání a průzkum ložisek vyhrazených a nevyhrazených nerostů
- b) otvírka, příprava a dobývání výhradních ložisek
- c) zřizování, zajišťování a likvidace důlních děl a lomů
- d) úprava a zušlechťování nerostů prováděné v souvislosti s jejich dobýváním

- e) zřizování a provozování odvalů, výsypek a odkališť při činnostech uvedených v písmenech a) až d)
- f) zvláštní zásahy do zemské kůry
- g) zajišťování a likvidace starých důlních děl
- h) zemní práce prováděné za použití strojů a výbušnin, pokud se na jedné lokalitě přemísťuje více než 100 000 m³ horniny, s výjimkou zakládání staveb
- i) práce na zpřístupnění starých nebo trvale opuštěných důlních děl a práce na jejich udržování v bezpečném stavu
- j) podzemní práce spočívající v hloubení důlních jam a studní, v ražení štol a tunelů, jakož i ve vytváření podzemních prostorů o objemu větším než 300 m krychlových horniny.

Jejich prováděním je v současné době po celém světě vytěženo cca 6 km³ surovin a hlušiny a vznikají těžební antropogenní tvary, které lze dále rozdělit na vlastní těžební tvary, tj. např. samotná důlní díla či lomy, a tvary průvodní, jejich vznik je podmíněn důsledkem těžby (např. haldy, poklesy půdy v důsledku poddolování) (Kirchner et Smolová, 2010).

Povrchové a podpovrchové dobývací činnosti, jejichž rozsah může být od lokálních, často již zaniklých provozů až po velkoobjemové lomy a doly, naprosto měnící tvář krajiny, zanechávají za sebou typické antropogenní tvary reliéfu (Kukal et al., 2014).

3.1.1.1. Haldy

Nejčastějším doprovodným projevem hornické činnosti na povrchu terénu jsou haldy. Představují většinou kužele nebo komolé jehlany vršené do výšky, nasypané na relativně malé ploše. Materiálem je tzv. hlušina, nevyužitá část dobývaného ložiska či skrývka povrchového materiálu lomu (ornice, zvětralinový plášť aj.) (Kettner, 1955). Kirchner et Smolová (2010) v rámci haldy dále rozlišili odval, jako haldu vytvořenou z materiálu hlubinného, tj. forma povrchu vzniklá důsledkem podpovrchové těžby, a výsypku, která je tvořena materiálem vytěženým z povrchových lomů. Rozloha hald je velmi proměnná a jejich rozsah činí od několika desítek m² až přes stovky ha (Havrlant, 1980). Příkladem velice rozsáhlé výsypky na našem území je Radovesická výsypka v okrese Teplice, na níž

byla ukládána skrývka Velkolomu Bílina (dříve Maxim Gorkij). Její rozloha je 1653 ha a průměrná mocnost činí 50 – 70 m, místy však až 120 m. (Rout, ústní sdělení 2016)

Specifickým případem haldy jsou rýžovnické sejpy, vzniklé při rýžování zlata či jiných minerálů z náplavů vodních toků. Většinou jde o 1 – 2 m vysoké akumulaciční pahorky, vyskytující se na území bývalých rýžovišť podél vodních toků. Pokud jsou sejpy sdruženy na rozsáhlejších plochách, označují se tyto plochy jako sejpová pole (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.1.2. Propady a poklesy povrchu

Při hlubinném dobývání vznikají propadem nadložních hornin do prázdných vyrubaných prostor (tzv. závalem) často rozsáhlé poklesy a propady zemského povrchu (Kettner, 1955). Jsou závislé nejen na objemu těžby a její hloubce, ale také na geologických a tektonických poměrech (Havrlant, 1980). Příkladem mohou být rozsáhlá poklesová území v ostravsko-karvinské pánvi o rozloze mnoha 10 ha a poklesech až 40 m. (Rout, ústní sdělení 2016)

Projevy poklesů a propadů lze zmírnit tak, že se ihned po vytěžení ložiska vydobyté prostory zasypou tzv. zakládkou, tj. povětšinou hlušinou, zbylou z dobývání ložiska, obecně však jakýmkoliv materiálem vhodným pro toto ukládání. Zemský povrch ve většině případů i přes tato opatření sedá, avšak ne s tak velkým účinkem (Kettner, 1955). Při dobývání povrchovém jsou poklesy povrchu v širším okolí způsobeny zejména snížením hladiny podzemní vody v důsledku jejího odtoku do dobývaných prostor. Obecně změna vodního režimu způsobená hlubinným i povrchovým dobýváním vyvolává v širší oblasti poklesy půdy, způsobuje poruchy na stavbách a v některých místech může zvyšovat i riziko (re)aktivace sesuvů. (Tarolli et Sofia, 2016).

3.1.2. Průmyslové činnosti a tvary reliéfu

Průmyslové tvary je možné rozdělit na povrchové a podpovrchové. Mezi povrchové lze zařadit např. průmyslové plošiny, vznikající planací terénu při výstavbě veškerých průmyslových závodů. Provoz některých průmyslových závodů je pak doprovázen produkcí odpadu, který podle své formy může být akumulován na průmyslové haldy nebo (např. v případě kalů) naplavován do odkališť. Mezi podpovrchové tvary pak patří

mimo jiné skladovací prostory (nazývané jako průmyslový suterén), podzemní průmyslová úložiště či podzemní zásobníky (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.2.1. Průmyslová plošina

Průmyslové plošiny vznikají při výstavbě veškerých průmyslových závodů. Jelikož většina závodů je plošně rozsáhlá, je nutné hledat plochy pro jejich výstavbu tak, aby docházelo k co nejmenším úpravám terénu. V rámci těchto úprav je rovinný terén zajištěn odtěžením povrchu a/nebo zvýšením navážkou. Příkladem průmyslové plošiny je průmyslová zóna Triangle mezi městy Žatec a Louny, kde na území bývalého letiště došlo k terénním úpravám na ploše 360 ha (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.2.2. Průmyslová halda

Průmyslová halda, nejvýraznější antropogenní průmyslový tvar, je tvořena odpadním materiálem z průmyslových provozů. Nejčastěji to bývá struska, škvára či popílek. Tento materiál se od materiálu hald těžebních odlišuje tím, že prošel průmyslovým procesem a je tak doslova metamorfován. Za určitých okolností lze tento materiál dále zpracovávat a využít, např. jako struskové kamenivo či izolace. Průmyslové haldy se vyskytují v těsné blízkosti závodů produkujících haldový materiál, v ČR jsou typické pro oblasti Kladenska či Ostravska (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.3. Zemědělské činnosti a tvary reliéfu

Již první zemědělci mýcením lesa a jeho přetvářením v úrodnou půdu dávali vzniknout zemědělským formám reliéfu. Dnešní zemědělská činnost ovlivňuje reliéf zejména orbou a terénními úpravami. Těmito procesy pak vznikají takové antropogenní formy reliéfu, jako jsou zemědělské haldy, valy, terasy či plošiny (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.3.1. Zemědělské haldy a valy

Haldy a valy zemědělského původu vznikly vršením kamenů sesbíraných z polí a luk. Jsou až několik metrů vysoké, haldy mývají v průměru 10 až 20 m, valy mohou být až několik set metrů dlouhé. Jsou dokladem historického zemědělského obhospodařování, a jelikož vznikaly zejména na krajích polí a luk, plnily též funkci hraniční (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.3.2. Zemědělská plošina

Zemědělské plošiny mohou vznikat buď samovolně, tj. pouhým obděláváním půdy, nebo zarovnáním terénu navážkou či odvezením zeminy. V ČR jsou hojně rozšířené, vznikly především rozoráním mezí mezi jednotlivými pozemky a vyrovnáním terénních nerovností (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.3.3. Zemědělské terasy

Zemědělské terasy jsou stupňovitá území tvořená vodorovnými plošinami ve svahu, oddělenými stupni orientovanými podél vrstevnic. Lze je rozdělit na budované (např. vinohrady) a vznikající samovolně. Zemědělské terasy mají mimo jiné protierozní funkci, jelikož zpomalují odtok a zvyšují rozptyl srážkové vody a zabraňují tak erozi půdy (Kirchner et Smolová, 2010). Důvodem ke zbudování takovýchto teras bývá nedostatek zemědělské půdy v členitých oblastech (Kukal et al., 2014).

3.1.4. Sídelní činnosti a tvary reliéfu

Při výstavbě a rozšiřování sídel je antropogenní degradací a agradací (tj. odejmutím či navýšením materiálu) přemístěno velké množství hornin a zemin a vzniká tak hojný počet sídelních forem reliéfu (Kirchner et Smolová, 2010). V sídelních oblastech jako důsledek neustálé stavební činnosti vznikají navážky. Jsou složeny z úlomků a zvětralin horninového podkladu, stavební suti a mnoha jiných antropogenních zbytků (např. popel, sklo, porcelán, keramika, ocel, aj.). Tyto zbytky lidské činnosti poskytují neocenitelný stratigrafický záznam pro datování lidských kultur. Neustálá výstavba, rozšiřování měst a přeměna terénu dávají vzniknout velkým objemům a mocnostem navážek – jsou jimi zasypávány a vyrovnávány deprese, lomy (ať již staré či nové – v rámci rekultivace vydobytých částí), ostré terénní hrany, často také dochází k navýšování břehů vodních toků. Takto jsou také sídelní oblasti vyzdvihovány do výšky – na starých konstrukcích se po úpravách, navezení či vyrovnání budují konstrukce nové (Kettner, 1955) a vzniká tak tzv. kulturní pahorek (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.4.1. Kulturní pahorek

Kulturní pahorek je vrstva antropogenních sedimentů plošně narůstající pod městem. Budování sídel probíhá po staletí na zbytcích starších staveb, tím je postupně zvyšována úroveň terénu. Tento soubor jednotlivých vrstev je následně archeologicky velmi významný (Kirchner et Smolová, 2010). V mnoha městech s dlouhotrvajícím osídlením lze pozorovat takto několik vrstev, často velmi mocných (Price et al., 2011).

3.1.4.2. Sídelní terasa

Sídelní terasy vznikají rozšiřováním sídel v členitém terénu zařezáváním do svahů. Podobně jako terasy zemědělské mají protierozní účinek (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.4.3. Sídelní rovina

Sídelní rovina vzniká vyrovnáním terénu (odtěžením a/nebo zvýšením navážkou) k výstavbě a rozšiřování sídel. Zejména v údolních nivách jsou sídelní roviny budovány mocnými vrstvami navážek z důvodu zvýšení úrovně plošiny nad inundační a záplavová území (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.4.4. Skládka

Řízenou akumulací pevných komunálních odpadů souvisejících s provozem sídel vzniká skládka. Často jsou tímto odpadem vyrovnávány přirozené i antropogenní terénní nerovnosti. Objem skládkového materiálu bývá nezdědk v řádu stovek až tisíců m³ (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.5. Dopravní činnosti a tvary reliéfu

Výstavba povrchových a podpovrchových komunikací generuje jedny z nejpodstatnějších forem reliéfu vytvořených člověkem. Již v minulosti byla dopravní síť významným komunikačním prvkem spojujícím jednotlivé oblasti. Výstavba nových nebo úprava stávajících komunikací probíhá neustále a je tak stále ovlivňován reliéf krajiny (Kirchner et Smolová, 2010). Trasa povrchových komunikací by měla být volena tak, aby v zářezech byl získán materiál vhodný do násypů, avšak ne vždy je vhodné tuto zásadu přibližné rovnosti mezi nasypaným a vytěženým materiálem dodržovat, neboť v určitých

oblastech je téměř nemožné vytěžený materiál do násypů použít (Záruba et Mencl, 1974).

3.1.5.1. Dopravní násep

Dopravní násep je forma povrchu vzniklá nasypáním a následným zhutněním materiálu pro zvýšení nivelety dopravní trasy. Podle účelu je lze rozdělit na silniční a železniční, podle použitého materiálu na kamenné a zemní. Složení použitého materiálu násypu může být velmi různorodé. Účelem násypu je pak plynulé vedení komunikace terénem či vyvýšení komunikace nad zvýšenou úroveň hladiny povrchových i podzemních vod. Součástí násypu je vždy jeho odvodnění ve formě propustku (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.5.2. Dopravní odřez (odkop) a dopravní zářez (průkop)

Dopravním odřezem je komunikační těleso vedoucí přibližně ve směru vrstevnic. Při jeho budování dochází na jedné straně komunikace k odtěžení materiálu, na druhé k vytvoření násypu. Dopravním zářez je naproti tomu těleso vytvořené odtěžením materiálu v celém průřezu vedené komunikace. Obě tyto formy jsou realizovány zejména ve svazích, je tedy nutné eliminovat rizika svahových deformací, jelikož zásahem do svahu může být porušena jeho stabilita (Kirchner et Smolová, 2010). Pro účely stabilizace svahů je používáno kotev, opěrných zdí apod. (Záruba et Mencl, 1974).

3.1.6. Vodohospodářské činnosti a tvary reliéfu

Vodohospodářské antropogenní procesy jsou definovány jako činnosti, při nichž dochází k ovlivnění hydrologického režimu vod. Největšími vodohospodářskými tvary reliéfu jsou vodní nádrže a jejich hráze, dalšími jsou pak např. ochranné hráze či umělé zátoky a ostrovy (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.6.1. Vodní nádrže a jejich hráze

Vodní nádrž spolu s hrází vodní nádrže a s dalšími tvary tvoří vodní dílo, stavbu vzdouvající vodní tok. Vodní nádrže lze rozdělit na přehradu a malé vodní nádrže. Představují významný geomorfologický dopad v krajině a významně ovlivňují některé

přírodní procesy, zejména pak abrazi břehů či zvýšení hladiny podzemních vod. (Kirchner et Smolová, 2010)

Hráze vodních nádrží jsou děleny na zemní a na betonové a zděné. Zemní hráze (jinak též sypané) mají lichoběžníkový profil a jsou budovány soudržnými či nesoudržnými zeminami a kamennou sypaninou. Dnes již často představují zonální sofistikovanou stavbu s umělými těsnícími prvky. Hráze betonové a zděné jsou podle konstrukce děleny na tížné, pilířové a klenbové (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.6.2. Úprava koryt vodních toků

Úprava koryt vodních toků souvisí zejména s ochranou pozemků přilehlých k vodnímu toku, budováním průmyslu na vodním toku, protierozními opatřeními, se splavněním nebo zkrácením toku či se změnou vodního režimu v určitém místě daného toku (Zapletal, 1969). Příkladem na našem území mohou být rozsáhlé úpravy koryta středního Labe provedené ve 20. století a spojené s průkopy meandrů i úpravami břehů pro zajištění jeho splavnosti. (Rout, ústní sdělení 2016)

3.1.7. Vojenské činnosti a tvary reliéfu

Činnostmi armády a vojsk vznikají specifické vojenské antropogenní tvary. Jedná se zejména o valy, obranné příkopy či zákopy. (Kirchner et Smolová, 2010). Zřizováním vojenských újezdů jsou vytvářeny poměrně rozsáhlá území cílových ploch, cvičišť, tankodromů a dalších tvarů. Avšak i v krajině mimo vojenská území lze vojenské tvary nalézt. Jedná se zejména o stará opevnění z různých dob, obranné valy a příkopy, které jsou na mnoha místech v krajině ještě dnes dobře rozeznatelné (Kukal et al., 2014).

3.1.8. Sportovní a rekreační činnosti a tvary reliéfu

V poslední době stále se rozšiřující sportovní a rekreační procesy a tvary umožňují provoz všech druhů sportovních aktivit a to i na místech, která pro tyto aktivity nejsou prvořadě vhodná (Kukal et al., 2014). Významné krajinné tvary reliéfu představují především sportoviště, golfové hřiště, sjezdové dráhy a další sportovní areály (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.9. Pohřební a oslavné činnosti a tvary reliéfu

Tyto procesy jsou spojené s pohřbíváním mrtvých a s oslavnými účely. Z pohřebních útvarů jsou v ČR rozšířené nejvíce hřbitovy a mohyly (Kirchner et Smolová, 2010). Kukul et al. (2014) uvádějí, že jen v jižních a jihozápadních Čechách je více než 980 mohyl. Útvary oslavné jsou spíše raritní a jejich výskyt je ojedinělý, jako příklad lze uvést oslavný pahorek či pyramidu (Kirchner et Smolová, 2010).

3.1.10. Ostatní antropogenní činnosti a tvary reliéfu

Do této skupiny patří ty procesy a tvary, které nelze zařadit do skupin předchozích a ty, které se těmito skupinami prolínají. Příkladem mohou být archeologické vykopávky či umělé geologické odkryvy (Kirchner et Smolová, 2010).

3.2. Klasifikace podle výsledných forem reliéfu zemského povrchu

Klasifikace antropogenních vlivů podle výsledných forem reliéfu představuje čistě geologickou klasifikaci vytvořenou britskou geologickou službou pro účely zobrazení umělého zemského povrchu v geologických mapách Velké Británie (McMillan et Powel, 1999). Je založena na identifikaci lidské činnosti projevující se změnou reliéfu a jeho morfologie. (Ford et al., 2014). Obsahuje pět základních rozdělení umělého zemského povrchu, které budou níže detailněji rozvedeny.

Později byla tato základní klasifikace rozšířena rozdělením na třídu, typ a jednotku, do kterých byly v nejvyšším stupni (tj. jednotce) zařazeny jednotlivé formy povrchu podle jejich účelu využití, činností, kterými vznikly nebo složení. Tato rozšířená klasifikace byla primárně vytvořena pro průmyslové odvětví k doplnění litologického popisu založeného na reliéfu povrchu a jeho původu (Ford et al., 2010).

3.2.1. Made ground (navážky)

Navážky představují formu povrchu, ve které je materiál přepracovaný člověkem přímo umístěn na přírodní povrch (McMillan et Powel, 1999). Přepracovaný materiál je možno ukládat několika způsoby, s funkcí sobě vlastní – jako tvořivý prvek (skládky odpadu, výsypky či haldy), inženýrský prvek (násypy liniových a jiných staveb, budování přehrad) nebo jako prvek, který je souborem rozptýlených uloženin. Na území Velké Británie

zaujímá tato forma více než 50 % celkové plochy antropogenních uloženin zmapovaných Britskou geologickou službou (Price et al., 2011). Dále je nutné rozlišit tento typ povrchu od výplní, které jsou definovány jako soubor uloženin řízeně umístěných do antropogenně vzniklých depresí (Ford et al., 2010).

3.2.2. Worked ground (opracovaný zemský povrch)

Do skupiny *worked ground* jsou zařazeny oblasti, ze kterých člověk přírodní materiál nějakým způsobem odtěžil či vyjmul, a zanechal tak převážně depresní reliéfní prvky (McMillan et Powel, 1999). Jde většinou o (velko)lomy, šachty či jámy.

3.2.3. Infilled ground (vyplněný zemský povrch)

Tato forma povrchu vzniká průnikem *made* a *worked ground*. Oblasti, ze kterých byl skryt nebo odtěžen přírodní materiál, následně vyplněné navážkami či přímo odpadem různého složení (McMillan et Powel, 1999). V rozšířené klasifikaci (Ford et al., 2010) tato forma není odlišena od *made ground*, jelikož obě tyto formy jsou tvořeny stejnými oblastmi (pouze s rozdílně vytvořenou úrovní podloží), jsou plošně shodné, a tudíž se v geologické mapě překrývají (Ford et al., 2010).

Příkladem této formy povrchu mohou být vnitřní výsypky, vznikající při povrchové těžbě, během které jsou dříve vytěžené partie vyplněny odvalovým materiálem (hlušinou či skrývkou).

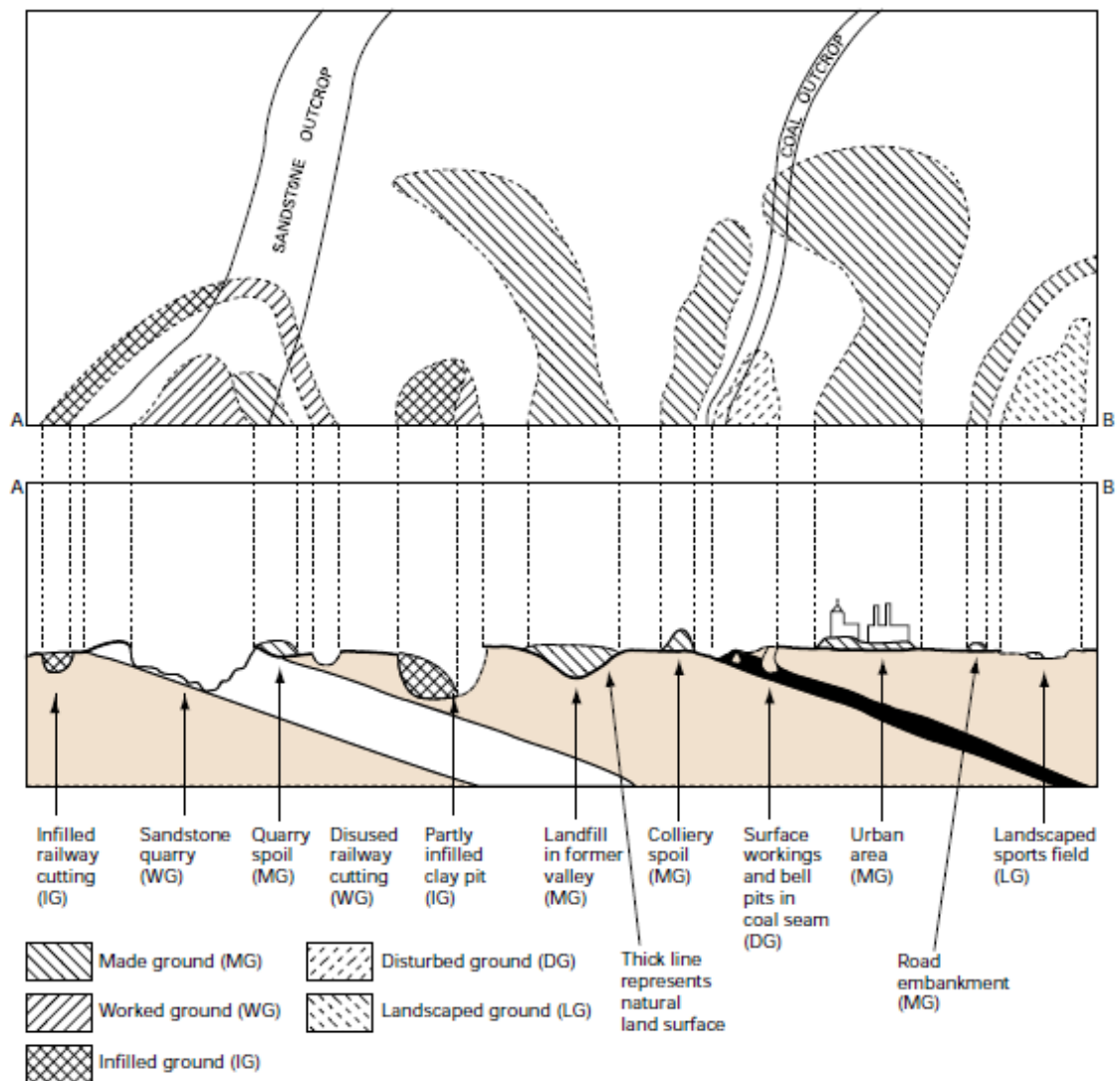
3.2.4. Landscaped ground (upravený zemský povrch)

Oblasti, u kterých došlo k značné remodelaci přírodního povrchu a u kterých je nepraktické či dokonce nemožné definovat a odlišit *made* nebo *worked ground*. Jako příklad je možné uvést místa archeologických výzkumů, úprav stavebních ploch nebo sportoviště (např. golfové hřiště) (McMillan et Powel, 1999).

3.2.5. Disturbed ground (narušený zemský povrch)

Oblasti ovlivněné současnou či minulou povrchovou či podpovrchovou těžbou nerostných surovin. Tento povrch se vyznačuje především poklesy a propady povrchu

způsobenými těžbou, vzájemně spojenými s odvaly hlušiny a se špatně definovatelnými dobývkami (McMillan et Powel, 1999).



Obr. 2: Příklad některých antropogenních forem reliéfu podle klasifikace BGS a jejich zobrazení v mapě (McMillan et Powel, 1999)

4. Inženýrskogeologický průzkum v prostředí ovlivněném člověkem

Inženýrská geologie je věda zabývající se geologickými procesy jak přírodního, tak antropogenního charakteru a jako taková zkoumá pouze nejsvrchnější část zemské kůry. Též studuje vzájemný vztah mezi budovanými stavbami a geologickým podložím. Poskytuje geologické podklady pro budování a provoz všech stavebních děl, využití území a ochranu a rozvoj životního prostředí. Díky těmto podkladům je možné zvolit nejvhodnější konstrukce staveb, postupy výstavby a eliminovat rizika související s bezpečností těchto staveb, jakožto i obyvatel (Pašek et al., 1995a).

Cílem inženýrskogeologického (dále jen IG) průzkumu je definovat a zhodnotit základní inženýrskogeologické poměry v určitém území pro realizaci stavebních a jiných děl. Podávané informace by měly být přesné a zcela jasně charakterizovat základové poměry území. (Pašek et al., 1995a) Součástí IG průzkumu by měl být i průzkum hydrogeologických poměrů daného území (Záruba et Mencl, 1974).

Na území ČR je provedeno, a díky útvaru Geofond České geologické služby také archivováno, obrovské množství geologických prací, které spolu s celou řadou geologických map poskytují neocenitelné informace o geologické stavbě. V antropogenně významně ovlivněných oblastech je však třeba studium geologických poměrů rozšířit o studium antropogenních změn reliéfu, resp. historické činnosti člověka v zájmovém území. Nezřídka má rozpoznání antropogenních vlivů a stop v zájmovém území zcela zásadní význam pro připravované stavby a jejich studiu je pak nutno věnovat větší pozornost, než vlastním geologické stavbě neporušeného horninového masivu in-situ (Pašek et al., 1995a). Vyhledáváním a studiem archivních informací, historických i současných mapových podkladů, leteckých snímků a ostatních záznamů, jakožto i rekognoskací dané lokality, je žádoucí zmapovat veškeré lidské aktivity v daném území. (Pašek et al., 1995b).

4.1. Etapy IG průzkumu

Provádění IG průzkumu je možné, v závislosti na stupni přípravy projektu a jemu odpovídající podrobnosti zkoumání poměrů, rozdělit do několika etap. Záruba et Mencl

(1954, 1974) jej rozdělili na 3 etapy – předběžný, podrobný a provozní, Pašek et al. (1995a) v souvislosti s legislativními úpravami pak IG průzkum rozdělil na etapy 4. – orientační, předběžný, podrobný a doplňkový. Podrobnost etap souvisí s postupným průběhem přípravy stavby, význam a rozsah se složitostí geologických poměrů a interakcí plánované stavby s horninovým prostředím. Etapy mohou být z různých důvodů (např. pro urychlení projekčních prací) spojovány (Pašek et al., 1995a).

4.1.1. Orientační průzkum

Základní etapou IG průzkumu je průzkum orientační, spočívající zejména v rešerši archivních dat a využití výsledků předchozích geologických průzkumů a prací. Dále je součástí této etapy terénní rekognoskace lokality za účelem poznání geologických, hydrogeologických a geomorfologických poměrů, inženýrskogeologické zmapování lokality ve vhodném rozsahu a měřítku a orientační průzkumné práce, prováděné zejména nepřímými metodami. Orientační průzkum je zpravidla realizován pro zpracování investičních záměrů a studií souboru staveb. Jeho cílem je definovat základní inženýrskogeologické poměry lokality. Právě rešeršní práce a pečlivá rekognoskace území mohou odhalit výsledky dřívějších lidských činností. Je nutné sledovat projevy těžebních aktivit, úpravy koryt vodních toků, poruchy patrné na budovách, které mohou souviset s dynamickými jevy, veškeré zemní úpravy povrchu či způsoby nakládání s veškerými odpady (Pašek et al., 1995a). Je také vhodné dotázání se místních obyvatel na historické využití daného území, zakládání okolních staveb, informace o podzemních vodách apod. (Záruba et Mencl, 1974).

4.1.2. Předběžný průzkum

Předběžný IG průzkum by měl specifikovat podstatné inženýrskogeologické poměry lokality a odhadnout, zda je možné navržený projekt realizovat v závislosti na geologických podmínkách. Je využíváno výsledků orientačního IG průzkumu, jsou prováděny dokumentační práce přirozených výchozů, odkryvných prací, je studován reliéf území a geodynamické jevy, jsou odebírány typické vzorky hornin, zemin a podzemních vod, a prováděny jejich laboratorní zkoušky. Na místě je též aplikace geofyzikálních metod a polních zkoušek (Pašek et al., 1995a).

4.1.3. Podrobný průzkum

Účelem podrobného IG průzkumu je popsání kompletních inženýrskogeologických poměrů lokality. Je prováděn v souvislosti s úvodním či prováděcím projektem a měl by popisovat IG situaci pro budování jednotlivých objektů projektu. Je využíváno výsledků předchozích etap, odkryvných prací, systematického vzorkování, geofyzikálních metod, laboratorních a terénních zkoušek. Měla by být sestavena IG mapa ve vhodném měřítku (1:10 000 a větším) (Pašek et al., 1995a).

4.1.4. Doplnkový průzkum

Jak již z názvu vyplývá, doplňuje tato etapa IG průzkumu závěry průzkumů předcházejících a řeší dílčí záležitosti, ať již vyvstaly ještě před zahájením výstavby, tak i vzniklé při provádění stavebních prací. Důvodem provedení doplňkového IG průzkumu může být změna v projektu stavby, náhlá změna geologických podmínek nebo vznik geodynamických procesů. Někdy je nutné dodání detailních informací například pro případ speciálního zakládání apod. (Pašek et al., 1995a).

5. Identifikace jevů antropogenní činnosti

Úvodním procesem charakterizace IG poměrů zkoumaného území je rozlišení tvarů zemského povrchu a určení jejich geneze. Rozlišení geomorfologie je v úvodní fázi projektu důležitým faktorem pro následné posouzení vhodnosti území pro výstavbu a projektování budov. Do forem reliéfu náleží i tvary antropogenní, jež vznikly činností člověka (Pašek et al., 1995a). Tyto tvary lze v úvodních fázích IG průzkumu identifikovat, např. v rámci rekognoskace terénu a terénního mapování, rešeršních prací, studia historických mapových podkladů a jejich srovnáním s podklady současnými, studiem a porovnáním leteckých snímků (v časové ose lze takto vysledovat postupné změny), použitím výsledků leteckého laserového skenování a v neposlední řadě pak také studiem archivních historických podkladů. Některé z těchto podkladů budou níže podrobněji rozvinuty.

Zejména historické topografické a geologické podklady jsou cenným zdrojem důležitých informací o využití území, zobrazují poměry geologické a geomorfologické a lze pomocí nich identifikovat lidské zásahy do krajiny (Kukal et al., 2014).

5.1. Mapové podklady

Mapové podklady pro území ČR je možné poprvé datovat do počátku 16. století, kdy byla r. 1518 vytištěna mapa Klaudyánova, zobrazující 280 měst na území Čech v měřítku 1:637 000. Následována je Fabriciovou mapou Moravy z r. 1569 v měřítku cca 1:288 888 (Konečný et al., nedatováno). Pro svou malou podrobnost nejsou tyto historické mapy při průzkumu prakticky využitelné.

Za relativně kvalitní topografické podklady pro použití v geologii, geomorfologii a dalších disciplínách jsou považovány mapy od počátku 18. století, jelikož v této době se na tvorbě map začala podílet také novodobá geodézie a vznikaly mapy větších, podrobnějších měřítek (Kukal et al., 2014). V následujících podkapitolách je uveden přehled nejdůležitějších historických i novodobých mapových děl využitelných při IG průzkumu.

5.1.1. Müllerova mapa Čech a Moravy

Roku 1716 byla vydána Müllerova mapa Moravy, následně pak r. 1720 Müllerova mapa Čech, obě v měřítku cca 1:132 000. Tato rozsáhlá kartografická díla Jana Kryštofa Müllera vznikla pro vojenské, správní a hospodářské potřeby Rakouské monarchie a zobrazují mimo všeobecné topografie (sídla, vodstvo, schematický reliéf ad.) také například doly na zlato, stříbro, měď a další nerostné suroviny, hutě nebo sklárny. Součástí je také podrobná legenda (Semotanová, nedatováno). Bohužel přesnost zobrazení polohopisných a výškopisných informací patrně nebyla dostačující, neboť velitelé vojsk Rakouské monarchie po slezských válkách a válce sedmileté spílali nedostatečným a nepřesným informacím zobrazeným v těchto mapách. Nespokojenost došla tak daleko, že po skončení sedmileté války byla v r. 1763 zřízena rakouská vojenská kartografie a bylo zahájeno vojenské mapování všech zemí Rakouské monarchie (Boguszak et Císař, 1961).

5.1.2. 1. vojenské mapování

V letech 1763 až 1787 bylo na území Rakouské monarchie realizováno 1. vojenské mapování, nazývané Josefské podle císaře Josefa II. Měřítko 1:28 800, na svou dobu velmi podrobné, bylo odvozeno od tehdejších platných měr, kdy 1 vídeňský palec (2,63 cm) na mapě představoval 400 vídeňských sáhů (1 vídeňský sáh = 758,6 m) ve skutečnosti. Zvláště významná území (velká města či vojenské tábory) byla zmapována dokonce v měřítku dvojnásobném. Původně nebyla tato mapová díla reprodukována, jako tajné dokumenty byla uchovávána v originálech pro vojenské účely. Na jejich základě však vznikla první veřejná mapa území Rakouské monarchie, Fallonova mapa v měřítku 1:864 000. Samotné mapování probíhalo na podkladu Müllerových map, zpravidla důstojníky na koních. (Boguszak et Císař, 1961) Vzdálenosti byly většinou krokovány či pouze odhadovány. Koncept map odpovídal vojenskému použití, v 8 barvách byly zaznamenány jevy vojensky významné – cesty, řeky, potoky, lesy, návrší, údolí apod. (Brůna et al., 2002). Mimo map byl pro jednotlivé sekce mapování též vytvořen slovní popis údajů v mapě nezaznamenaných, jako byla např. hloubka vodních toků, stav silnic, průchodnost lesů apod. (Boguszak et Císař, 1961).

5.1.3. 2. vojenské mapování

Vzhledem k nedokonalostem 1. vojenského mapování bylo v letech 1806 až 1869 provedeno 2. vojenské mapování, tzv. Františkovo. Určujícím faktorem bylo vybudování souvislé trigonometrické sítě, která se stala základem tohoto mapování a díky které získaly mapy výrazně zvýšenou přesnost. Měřítko map zůstalo stejné jako u mapování předchozího, tj. 1:28 800. Podkladem pro určitou část mapových sekcí (včetně českých zemí) se staly mapy stabilního katastru, vytvořené po r. 1816 v měřítku 1:2 880. Jejich zmenšením bylo mapování významně usnadněno. Mapy opět obsahovaly vojensky významné jevy, oproti 1. vojenskému mapování byly doplněné o zobrazení výšek trigonometrických bodů. Také zobrazení reliéfu bylo odlišné, byla použita šrafura zobrazující směr a velikost největšího spádu. Oproti jiným evropským zemím, kdy byla již standardem kombinace šrafování a zobrazení vrstevnic, znamenala pouhá šrafura jistý nedostatek (Boguszak et Císař, 1961).

5.1.4. Stabilní katastr

Myšlenku vytvoření podrobné katastrální evidence přinesla Marie Terezie, avšak plně rozvinuta mohla být až s vytvořením přesné a podrobné trigonometrické sítě. Počátkem roku 1817 tak začíná podrobné měření s využitím dostupných geodetických postupů a jsou vytvářeny mapy stabilního katastru v měřítkách 1:2 880, 1:1 440 a 1:720. Vytvoření katastrální evidence mělo primárně za úkol sjednotit a zefektivnit výběr daní, mapové podklady v měřítku 1:2 880 se však staly základním kamenem 2. a zejména 3. vojenského mapování (Boguszak et Císař, 1961). Stabilní katastr byl pravidelně revidován a po r. 1918 se stal pozemkovým katastrem nové Československé republiky (Kukal et al., 2014).

5.1.5. 3. vojenské mapování

Vzhledem k požadavkům zdokonalujícího se rakouského vojenského dělostřelectva rostla potřeba map s přesnými topografickými informacemi, zobrazením nadmořských výšek a vrstevnic. Roku 1870 proto započalo 3. vojenské mapování, již s dekadickým měřítkem 1:25 000. Okolí velkých měst či vojensky významné oblasti byly opět zmapovány ve dvojnásobném měřítku, podkladem se staly mapy Stabilního katastru.

Polohopis byl v tomto mapování zobrazen smluvními značkami, terén pak kombinací šrafury, kótování, vrstevnic a barevného odlišení. Rozsah vrstevnic byl zpravidla 100 m, u nízkých sklonů svahů 10 – 20 m. Od těchto map velkých měřítek poté byla odvozena další mapová díla – speciální mapa v měřítku 1:75 000 (určená zejména k civilnímu použití), generální mapa v měřítku 1:200 000 a přehledná mapa střední Evropy s měřítkem 1:750 000. Pozdější aplikace mapových děl 3. vojenského mapování a jejich úprav v civilních sektorech naprosto převážila původní účel mapování, tj. vojenské využití (Boguszak et Císař, 1961).

5.1.6. Upravená mapová díla 3. vojenského mapování

Po vzniku samostatné Československé republiky převzal Vojenský zeměpisný ústav v Praze originály mapových děl 3. vojenského mapování a vzhledem k nemožnosti provedení nového topografického mapování začal v r. 1920 s úpravou (reambulací) těchto map. Bylo třeba doplnit a zdetailizovat mapový obsah, opravit výškopisné a polohopisné informace, změnit mnohdy nevyhovující názvosloví a zejména zcelit jednotlivé mapy v jednotné mapové dílo pokrývající území nového státu. Tato úprava trvala až do poloviny 30. let 20. století (Boguszak et Císař, 1961). Upravené mapy 3. vojenského mapování následně posloužily jako podklad pro geologické mapování (Kukal et al., 2014).

5.1.7. Mapové podklady 20. století po 2. světové válce

Po 2. světové válce narůstá počet vydávaných mapových děl. Vydavatelem byl v té době zejména Vojenský zeměpisný ústav a Státní zeměměřičský a kartografický ústav. Mapy a topografické plány byly vydávány v nejrůznějších měřítkách, základem byl topografický plán v měřítku 1:25 000, vydávaný od roku 1946 (Záruba et Mencl, 1954). Později byly Ústřední správou geodézie a kartografie vydávány státní mapy v měřítku 1:5 000 poskytující velmi přesný topografický podklad. Na většině území byly taktéž dostupné státní mapy odvozené v měřítku 1:5 000, jež byly zmenšeninami starých katastrálních map. Informace zobrazované v těchto mapách však nebyly úplné (Záruba et Mencl, 1974).

5.1.8. Současné mapové podklady

Mimo Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního, který poskytuje mapy měřítek 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 a 1:200 000 (zdroj: geoportal.cuzk.cz) je v dnešní době mnoho dalších možných podkladů, souvisejících s rozvojem informačních technologií a růstem zájmu o mapová zobrazení ČR.

Současné geologické a zejména účelové geologické mapy již nezobrazují pouhou geologickou stavbu, ale též proměny životního prostředí či krajinné prvky (Kukal et al., 2014), také zobrazují některé jevy antropogenních činností a antropogenní uložení. Ne vždy tomu tak bylo, např. na mapách vydávaných britskou geologickou službou jsou antropogenní uložení zobrazovány až od 60. let 20. století a až od let 90. jsou mapovány v plném rozsahu (Price et al., 2011).

5.2. Letecké laserové skenování a digitální model reliéfu (DMR)

S postupným rozvojem technologií leteckého laserového skenování je kladen stále větší důraz na využití DMR při geologických průzkumech. Nižší cena průzkumu, která je dána snadným získáváním dat, umožňuje velký rozvoj těchto metod. DMR může v součinnosti s dalšími metodami umožnit určení historické i současné antropogenní činnosti a forem reliéfu v terénu (Tarolli et Sofia, 2016).

V ČR je nejnovějším dostupným modelem reliéfu DMR 5. generace (DMR 5G). Území ČR bylo pro tvorbu DMR 5G skenováno v období od března 2010 do listopadu 2013 z průměrné výšky 1200 – 1400 m. DMR 5G je zpracován v referenčním souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Průměrná hodnota úplné střední chyby činí 0,14 m a maximální chyby 0,49 m (Brázdil, 2012).

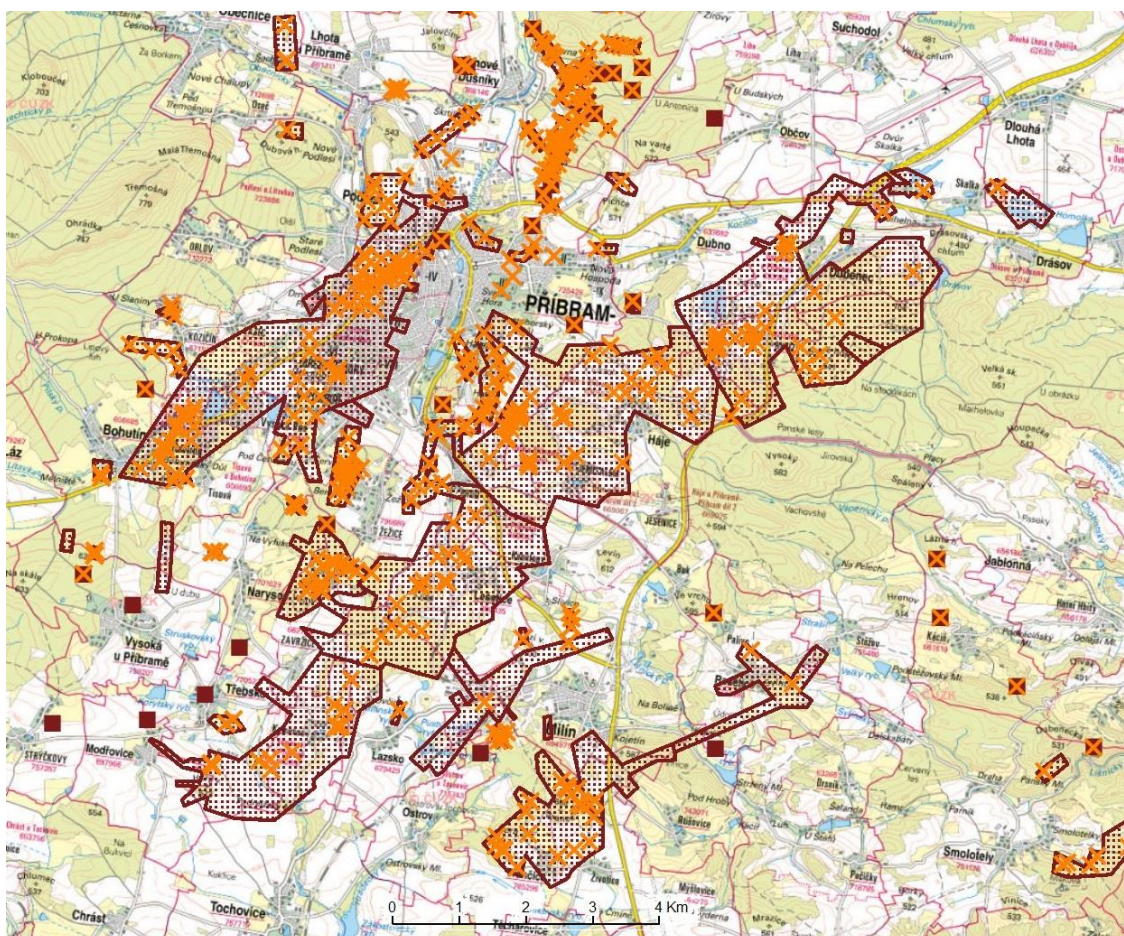
5.3. Letecké snímkování (ortofoto)

Využití leteckého snímkování v geologickém průzkumu je žádoucí zejména v obtížně dostupných a málo prozkoumaných oblastech. Pomocí rozpoznávacích znaků jsou geologické snímky interpretovány a následně je možné jevy zakreslovat např. do účelových geologických map (Záruba et Mencl, 1974). S využitím informačních technologií, snadné dostupnosti objemných dat leteckého snímkování a jejich časovým srovnáním lze v terénu rozlišit antropogenní změny a odhadnout jejich rozsah.

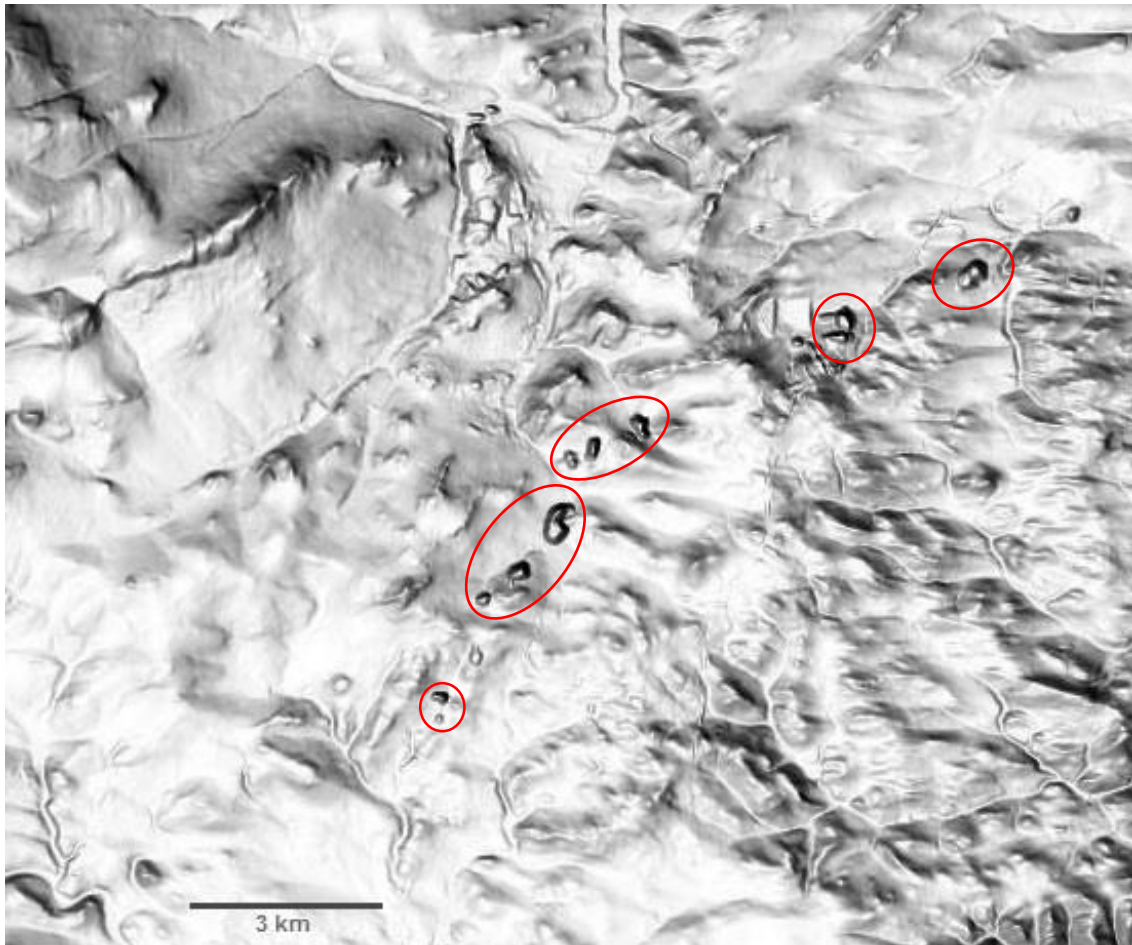
6. Příklady identifikace antropogenních forem

6.1. Identifikace forem *made ground*

Obrázek č. 3 zobrazuje výřez mapy s vlivy důlních činností v okolí města Příbrami, které bylo v minulosti těžebními procesy významně ovlivněno. Tyto procesy generují mnoho forem reliéfu (blíže popsanych v kapitole 3.1.1), z nichž nejvýraznější jsou haldy a odvaly, patrné a označené na obrázku č. 4. Jedná se o snímek digitálního modelu reliéfu 5. generace.



Obr. 3: Vlivy důlní činnosti v okolí města Příbram (zdroj: <http://mapy.geology.cz/GISViewer/?mapProjectId=1>).



Obr. 4: Snímek digitálního modelu reliéfu 5. generace s vyznačenými výraznými haldami
(zdroj: <http://ags.cuzk.cz/dmr/>).

6.2. Identifikace forem *worked ground*

Výřez mapy 3. vojenského mapování (konkrétně výtisku z r. 1913) (obrázek č. 5) zachycuje okolí Koněprus a je z něj patrna těžba vápence, v mapě označena značkami pro lomy a popiskem „Kalk Stb.“ (z německého Kalksteinbruch – vápencový lom). Z obrázku č. 6 (letecký snímek) je patrné, že jeden z lomů byl uzavřen a těžba se posunula Z-SZ směrem.



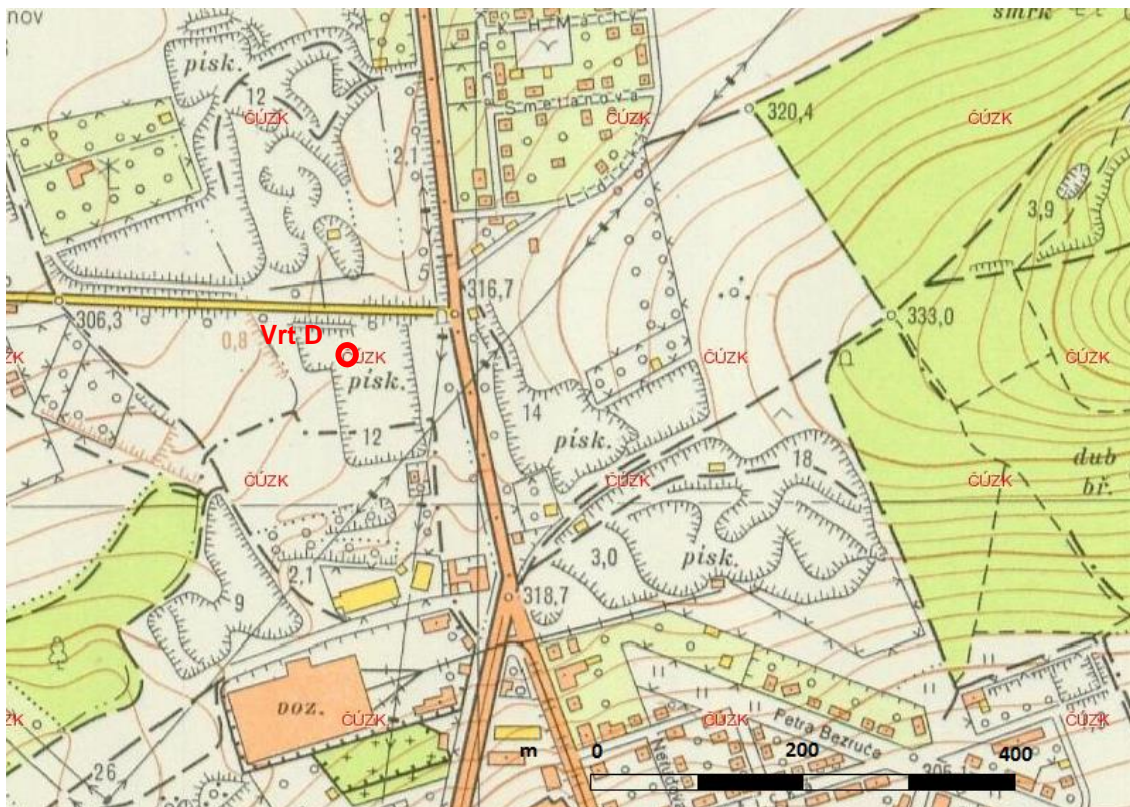
Obr. 5: Výřez mapy 3. vojenského mapování s vyznačeným místem těžby vápence
(zdroj: http://archivnimapy.cuzk.cz/topo3v75/4052/4052_01_index.html)



Obr. 6: Aktuální letecký snímek lomu Čertovy schody u Koněprus, s vyznačenou částí komunikace a již opuštěným lomem, který postupně zarůstá vegetací (zdroj: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>)

6.3. Identifikace forem *infilled ground*

Na obrázku č. 7 je výřez topografické mapy z r. 1963, zobrazující okolí křižovatky západně od pražského Ďáblického háje (k.ú. Kobylice). V ní je možné pozorovat poměrně rozsáhlá území pískoven. Pískovna v centrální části (SZ od kóty 316,7 – střed křižovatky) byla později zavezena a na jejím místě proběhla výstavba komplexu firmy Elektrolina a.s. V příloze č. 1 je uvedena dokumentace vrtu D, provedeného v dubnu r. 2016 firmou CHEMCOMEX Praha, a.s., který zastihl výplň pískovny v mocnosti přes 18 m (Beneda, 2016).



Obr. 7: Topografická mapa z r. 1963 znázorňující rozsáhlá území pískoven mezi Kobyličky a Dolními Chabry. Vyznačená poloha vrtu je pouze přibližná, neboť vrt nebyl zaměřen.
(zdroj: http://archivnimapy.cuzk.cz/topos52/010k/M_33_65_D_b_2_index.html)

6.4. Identifikace forem *landscaped ground*

Letecký snímek golfového resortu Karlštejn (obrázek č. 8) zobrazuje typickou oblast označovanou jako *landscaped ground*. Ze snímku digitálního modelu reliéfu 5. generace (obrázek č. 9) jsou patrné různorodé formy reliéfu, které nelze zcela jasně odlišit.



Obr. 8: Letecký snímek golfového resortu Karlštejn (zdroj: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>)



Obr. 9: Snímek digitálního modelu reliéfu 5. generace s neodlišitelnými formami reliéfu
(zdroj: <http://ags.cuzk.cz/dmr/>).

6.5. Identifikace forem *disturbed ground*

Identifikace oblasti silně postižené těžbou může být velmi složitá, s časem nebo po ukončení těžebních aktivit může tento povrch ztrácet charakteristické rysy a jednotlivé formy mohou být zhlazovány. Pro identifikaci takové oblasti je možné využít služeb báňských znalců, nebo specializovaných podniků jako např. v oblasti severočeské pánve Palivového kombinátu Ústí, s.p., (jeho působnost je však rozšířena do více oblastí ČR) jenž poskytuje tzv. Báňské posouzení staveniště, jehož součástí je mimo jiné také charakteristika povrchových projevů důlních vlivů. (zdroj: www.pku.cz) Jako příklad je v příloze č. 2 uvedeno Báňské posouzení a zatřídění staveniště pro stavbu domovní studny v k.ú. Motyčín (okres Kladno)

7. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnocení významu antropogenních změn v inženýrskogeologickém průzkumu. Antropogenní změny a formy reliéfu jsou nedílnou součástí dnešní krajiny a v některých případech mohou být i její dominantní složkou. Člověk se na Zemi stal jedním z největších geologických činitelů a je tedy nutné jeho roli uvažovat též při průzkumu geologického podloží, neboť antropogenní formy reliéfu jsou často výrazným prvkem a antropogenní uloženiny mohou být velmi heterogenním materiálem. V antropogenně významně ovlivněných oblastech je tak proto nutno věnovat studiu historickému využití území a ověřování stop činnosti člověka významnou pozornost.

V práci byla popsána úloha lidstva v geologické historii země a byl definován vyvíjející se termín antropocén, jakožto možná budoucí stratigrafická jednotka. Představeny byly jednotlivé druhy historické lidské činnosti. S ohledem na rostoucí význam i rozšíření antropogenních uloženin v krajině vzniká potřeba klasifikace jednotlivých projevů lidské činnosti, která následně umožňuje zpracování ve formě mapových výstupů. V práci jsou představeny 2 různé, v současnosti užívané klasifikace antropogenních změn reliéfu – klasifikace genetická, rozlišující antropogenní tvary podle účelu a původu činností, a klasifikace britské geologické služby využívající členění podle výsledných forem daného reliéfu zemského povrchu.

Zdůrazněna je potřeba zjištění existence antropogenních jevů v ranné fázi inženýrskogeologického průzkumu. K tomu slouží vedle terénní rekognoskace a mapování i důkladná rešerše historických zejména mapových podkladů. V práci je uveden výčet nejdůležitějších zdrojů těchto map využitelných pro identifikaci antropogenních změn reliéfu na našem území. V závěru je práce doplněna několika praktickými příklady identifikace antropogenních změn.

S ohledem na celosvětově rostoucí vliv činnosti člověka v krajině představuje studium antropogenních změn reliéfu neustále se rozvíjející obor, který se stává nedílnou součástí inženýrskogeologického průzkumu, a který může přinášet mnohem významnější informace pro přípravu a průběh projektů, než běžná geologická dokumentace.

8. Literatura a zdroje

Literatura

- Beneda, J. (2016): Závěrečná zpráva o odvrtní a dokumentaci průzkumných vrtů C, D na pozemku s parcel. č. 2352/1 v k. ú. Kobylisy. CHEMCOMEX Praha, a.s., Praha
- Boguszak, F. et Císař, J. (1961): Mapování a měření českých zemí od pol. 18. stol. Do počátku 20. stol.. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha
- Brázdil, K. (2012): Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G). Aktualizace 27.11.2015
Online: http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_5G.pdf.
- Brůna, V., Buchta, I. et Uhlířová, L. (2002): Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování. Fakulta životního prostředí UJEP, Ústí nad Labem.
Online: https://www.academia.edu/3021924/Identifikace_historicke_site_prvku_ekologicke_stability_krajiny_na_mapach_vojenskych_mapovani.
- Crutzen, P. J. et Stoermer, E. (2000): The Anthropocene. Global Change Newsletter, Vol. 41, 17–18.
- Crutzen, P. J. (2002): Geology of mankind. Nature, Vol. 415, Is. January, 23.
- Ford, J., Kessler, H., Cooper, A. H., Price, S. J. et Humpage, A. J. (2010): An Enhanced Classification For Artificial Ground. British Geological Survey Open Report OR/10/036
- Ford, J. R., Price, S. J., Cooper, A. H. et Waters, C. N. (2014): An assessment of lithostratigraphy for anthropogenic deposits. Geological Society, London, Special Publications, Vol. 395, Is. 1, 55–89.
- Havrlant, M. (1980): Antropogenní formy reliéfu a životní prostředí v ostravské průmyslové oblasti. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Kettner, R. (1955): Všeobecná geologie IV. Nakladatelství ČSAV, Praha.
- Kirchner, K. et Smolová, I. (2010): Základy antropogenní geomorfologie, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

- Konečný, M., Kaplan, V., Keprtová, K., Podhrázský, Z., Stachoň, Z., et Tajovská, K. (nedatováno): Multimediální učebnice Kartografie a informatiky. Online: <http://oldgeogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/index.php>.
- Kukal, Z., Němec, J. et Pošmourný, K. (2014): Geologická paměť krajiny, Česká geologická služba, Praha.
- Lewis, S. L. et Maslin, M. A. (2015): Defining the Anthropocene. *Nature*, vol 519, Is. 7542, 171–180.
- McMillan, A. A. et Powel, J. H. (1999): BGS Rock classification scheme, volume 4 Classification of artificial (man-made) ground and natural deposits - applications to geological maps and datasets in the UK. British Geological Survey Research Report, RR 99–04.
- Pašek, J., Matula, M., Drozd, K., Houska, J., Müller, K., Novosad, S., Roth, V., Verfel, J., Zajíc, J. et Zeman, M (1995a): Inženýrská geologie I. Česká matice technická, Praha.
- Pašek, J., Matula, M., Drozd, K., Houska, J., Müller, K., Novosad, S., Roth, V., Verfel, J., Zajíc, J. et Zeman, M (1995b): Inženýrská geologie II. Česká matice technická, Praha.
- Price, S. J., Ford, J. R., Cooper, A. H. et Neil, C. (2011): Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, Vol. 369, Is. 1938, 1056–1084.
- Semotanová, E. (nedatováno): Müllerova mapa Čech z roku 1720 a Müllerova mapa Moravy z roku 1716 ve vydání z roku 1790. Online: http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?z_height=70&lang=cs&z_width=0&z_newwin=0&map_root=mul.
- Steffen, W., Crutzen, P. J. et McNeill, J. R. (2007): The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio*, Vol. 36, Is. 8, 614–621.
- Tarolli, P. et Sofia, G. (2016): Human topographic signatures and derived geomorphic processes across landscapes. *Geomorphology*, Vol. 255, 140–161.

Zalasiewicz, J., Williams, M., Haywood, A. et Ellis, M. (2011): The Anthropocene: a new epoch of geological time? Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences. Vol. 369, Is.1938, 835–41

Zapletal, L. (1969): Úvod do antropogenní geomorfologie I. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc

Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, v platném znění.

Záruba, Q. et Mencl, V. (1954): Inženýrská geologie. Nakladatelství ČSAV, Praha.

Záruba, Q. et Mencl, V. (1974): Inženýrská geologie. 3. vydání. Academia, Praha

Internetové zdroje

Česká geologická služba: Vlivy důlní činnosti – mapová aplikace ČGS. [online]

[cit. 01-08-2016] Dostupné na:

<http://mapy.geology.cz/GISViewer/?mapProjectId=1>.

Český úřad zeměměřičský a katastrální: Analýza výškopisu – mapová aplikace ČÚZK

[online] [cit. 01-08-2016] Dostupné na: <http://ags.cuzk.cz/dmr/>.

Český úřad zeměměřičský a katastrální: Geoportál [online] [cit. 01-08-2016]

Dostupné na: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

Český úřad zeměměřičský a katastrální: Geoprohlížeč – mapová aplikace ČÚZK [online]

[cit. 01-08-2016] Dostupné na: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

Český úřad zeměměřičský a katastrální: Ústřední archiv zeměměřičství a katastru

[online] [cit. 01-08-2016] Dostupné na:

http://archivnimapy.cuzk.cz/topo3v75/4052/4052_01_index.html

Český úřad zeměměřičský a katastrální: Ústřední archiv zeměměřičství a katastru

[online] [cit. 01-08-2016] Dostupné na:

http://archivnimapy.cuzk.cz/topos52/010k/M_33_65_D_b_2_index.html

Palivový kombinát Ústí, státní podnik. [online] [cit. 01-08-2016] Dostupné na:

<http://www.pku.cz/>

Ústní sdělení

Rout, J. (2016): Informace o příkladech antropogenních forem reliéfu na území ČR. Ústní sdělení, Mgr. Jiří Rout, ARCADIS CZ a.s., divize geotechnologie, Geologická 988/4, 152 00 Praha 5.

9. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Dokumentace vrtu D provedeného firmou CHEMCOMEX Praha, a.s., v k.ú. Kobyličky.

Příloha č. 2: Báňské posouzení a zatřídění staveniště – stavba domovní vrtané studny na pozemku parc.č. 1047 v k.ú. Motyčín.