

Landscape change detection of deep coal mining areas based on aerial photographs

Detekce změn krajiny ovlivněné hlubinnou těžbou uhlí na Základě leteckých snímků

Monika MULKOVÁ, Renata POPELKOVÁ

Ostravská univerzita v Ostravě, monika.mulkova@osu.cz, renata.popelkova@osu.cz

Abstract

Aerial photos are the suitable data source for monitoring landscape changes. The black coal deep mining shows specific way in the landscape. During the coal extraction there is an anthropogenic transformation of surface. The anthropogenic forms of relief rise: waste banks, tailings ponds, handling areas, etc. A large influence on the relief changes has also undermining, which the images show in particular the emergence of the submerged ground subsidences and decrease buildings. As a result, there is a significant change in the land cover of the area.

The study deals with the symptoms of the black coal deep mining on the aerial photos. Changes in the landscape due to underground black coal mining are presented on the example of the central part of the Ostrava-Karviná Mining District (Czech Republic). As the data sources were used archival black and white aerial photos and contemporary color aerial photos from the period from the year 1947 to the year 2003.

Keywords: aerial photography, land cover, landscape changes, Ostrava-Karviná Mining District, deep coal mining

Klíčová slova: letecký snímek, krajinný pokryv, změny v krajině, ostravsko-karvinský revír, hlubinná těžba uhlí

1. Úvod

Od poloviny 19. století se stává Ostravsko a Karvinsko se svými ložisky kvalitního černého uhlí rychle se industrializující oblastí. Někdejší agrární region získává podobu průmyslové oblasti s dominancí báňského, hutního a chemického průmyslu. Všechny tyto hospodářské aktivity, zvláště těžba uhlí, přitom výrazně mění krajinu Ostravska a Karvinska.

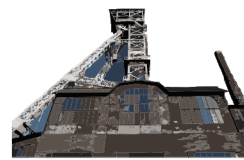
Hlubinná těžba černého uhlí se v krajině projevuje specifickým způsobem: primárně vznikem antropogenních tvarů reliéfu přímo spojených s hornickou činností a sekundárně změnou krajinného pokryvu přímo nesouvisějícího s těžbou. Většinu těchto změn lze z leteckých snímků interpretovat a při využití multitemporálních dat analyzovat jejich vývoj.

Pro prezentaci projevů hlubinné těžby na leteckých snímcích byly zvoleny centrální části ostravsko-karvinského revíru (dobývací prostory Karviná-Doly I, Karviná-Doly II a Lazy). Ostravsko-karvinský revír (OKR) zabírá zhruba 50 % okresu Karviná, který se nachází v severovýchodní části České republiky v Moravskoslezském kraji (obr. 1). Severní a východní hranice okresu je zároveň státní hranicí s Polskem. OKR tvoří jižní část hornoslezské pánve, která z větší části leží na území sousedního Polska (čítá přibližně 7000 km², z čehož na Českou republiku připadá jen asi 1500 km²). Nacházejí se zde uhlonosné vrstvy karbonského stáří (OKD, 2010). V OKR probíhá od poloviny 19. století hlubinná těžba kamenného uhlí. OKR se dělí na tři části:

Ostravská část, Karvinská část a Jižní část. Karvinská část revíru je oblastí se stále probíhající těžbou černého uhlí.



Obrázek 1: Lokalizace ostravsko-karvinského revíru (OKR) a okresu Karviná v České republice

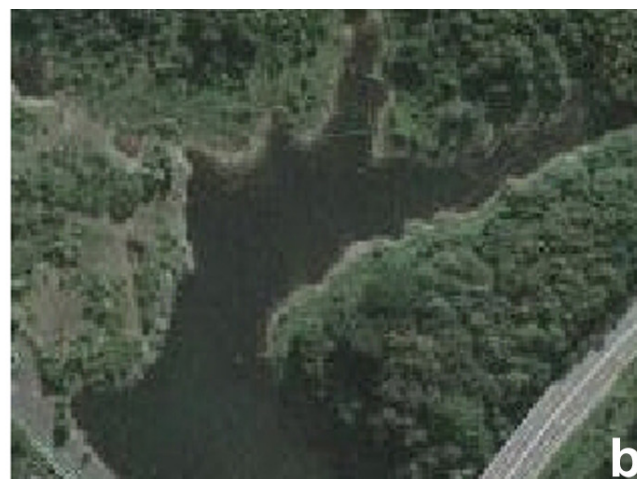
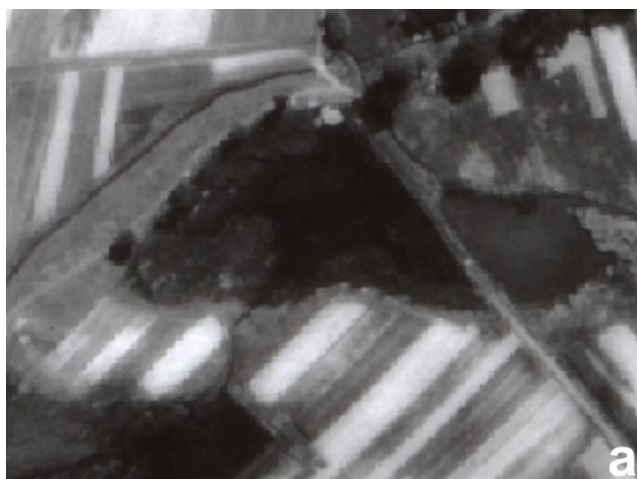


Vzhledem k relativně vysoké dynamice antropogenně podmíněných změn krajiny v oblastech s hlubinnou těžbou černého uhlí představují letecké snímky významný zdroj dat, zachycující probíhající transformace krajiny. Při studiu kvalitativní stránky projevů hornické činnosti v krajině se uplatňují principy vizuální fotointerpretace, jejímž cílem je zkoumáním snímků za účelem identifikace objektů a posouzení jejich významu (Philipson, 1997, McGlone, 2004 in Jensen, 2006). Základem fotointerpretace leteckých snímků je zraková percepce, založena na uvědomění si předmětů a jevů vnějšího světa (Ciolkosz, Miszalski, Oledzki, 1999).

Pro detekci projevů hlubinné těžby v krajině byly použity kontaktní kopie archivních černobílých leteckých snímků z období 1947 až 1995 (poskytnuté Vojenským geografickým a hydrometeorologickým úřadem v Dobrušce) a barevné ortofoto z roku 2003 (z mapových služeb Portálu veřejné správy České republiky).

Hlubinná těžba černého uhlí se na povrchu projevuje vznikem antropogenních tvarů reliéfu v přímé návaznosti na hornickou činnost (odvaly, poklesové kotliny, kalové nádrže, manipulační plochy atd.). Sekundárně podpovrchová těžba uhlí vede k procesu opuštění (např. změna ploch sídelní zástavby na polopřírodní areály), ke vzniku rekultivačních ploch pro účely zahlazení následků důlní činnosti nebo ke vzniku komunikačních tvarů reliéfu.

2. Projevy hlubinné těžby černého uhlí



Obrázek 2: Zatopené poklesové kotliny na leteckém snímku z roku 1947 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).
Zdroj: *Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)*

2.1.2 Odvaly

Odvaly jsou konvexní tvary reliéfu, jejichž rozloha může kolísat od několika arů po desítky hektarů (Havrlant, 1980). Vznikají ukládáním vytěžené karbonské hlušiny na povrch. V OKR se vyskytují např. tyto typy odvalů

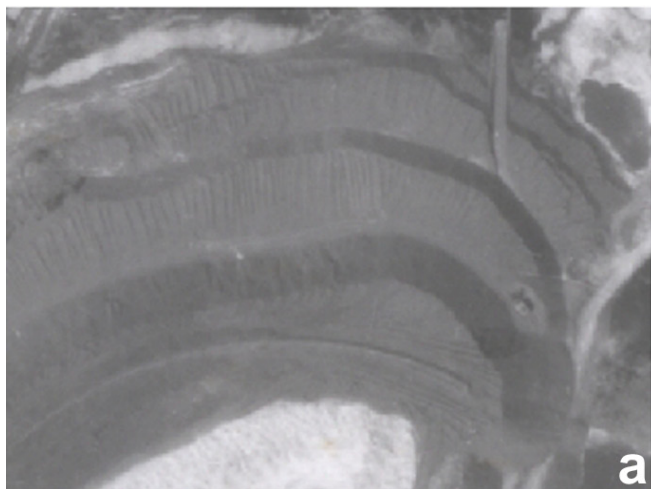
2.1 Primární projevy

Primárně se hlubinná těžba černého uhlí projevuje vznikem antropogenních tvarů reliéfu přímo spojených s hornickou činností. Patří zde montánní tvary reliéfu (poklesové kotliny, odvaly) a industriální tvary reliéfu (kalové nádrže, manipulační plochy).

2.1.1 Zatopené poklesové kotliny

Poklesové kotliny vznikají poklesem povrchu nad vytěženým prostorem. Jedná se o ploché sníženiny, jejichž velikost závisí na geologických úložných poměrech, tektonice, rozloze těžených uhelných slojí a jejich mocnosti (Havrlant, 1980). Poklesové kotliny mohou být vyplněny vodou. Zatopené poklesové kotliny jsou projevem nepříznivého narušení režimu povrchových i podzemních vod, jejichž hladina pronikla nad úroveň dna pokleslého terénu (Zapletal, 1969).

Vznik poklesových kotlin je tedy primárním projevem důlní činnosti. Na leteckých snímcích lze interpretovat zejména zatopené poklesové kotliny, které jsou sekundárním projevem poddolování a velkou měrou se také podílejí na procesu zavodnění (obr. 2). Na rozdíl od ostatních vodních ploch mají obvykle nepravidelný a členitý tvar. Zatopené poklesové kotliny kladně ovlivňují ekologickou hodnotu krajiny, protože zvyšují druhovou diversitu v území. Na březích zatopených poklesových kotlin se objevují mokřadní druhy rostlin, vzácní bezobratlí (např. zvláště chráněné vážky, raci, škeble) a další významné živočišné druhy.



Obrázek 3: Odvaly na leteckém snímku z roku 1947 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)

Po ukončení nasypávání hlušiny jsou odvaly zpravidla rekultivovány (obr. 4).



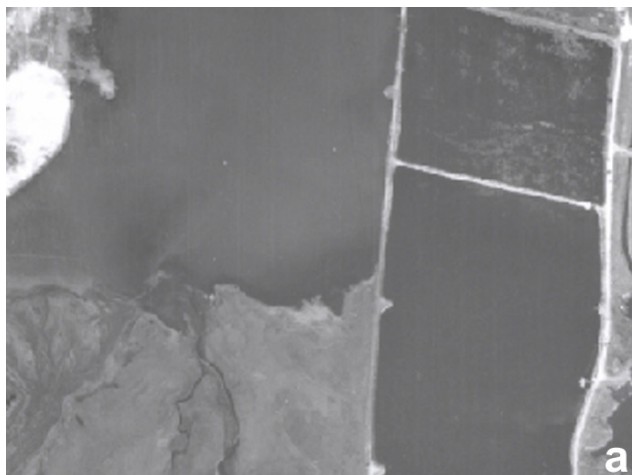
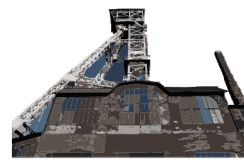
Obrázek 4: Část rekultivovaného odvalu na leteckém snímku z roku 2003.

Zdroj: Letecký snímek poskytl © GEODIS BRNO, spol. s r.o.

2.1.3 Kalové nádrže

V území s hlubinnou těžbou černého uhlí se objevuje několik druhů kalových nádrží: nádrže flotační hlušiny,

nádrže popílku, nádrže s uhelnými kaly, nádrže dočišťování vod. Jde zpravidla o vodní plochy pravidelného, často geometrického tvaru, nacházející se v blízkosti povrchových staveb dolu (obr. 5).



Obrázek 5: Kalové nádrže na leteckém snímku z roku 1947 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)



Dočišťovací nádrže mohou mít charakter přirozených vodních ploch, což stěžuje jejich interpretaci na leteckých snímcích (obr. 6).

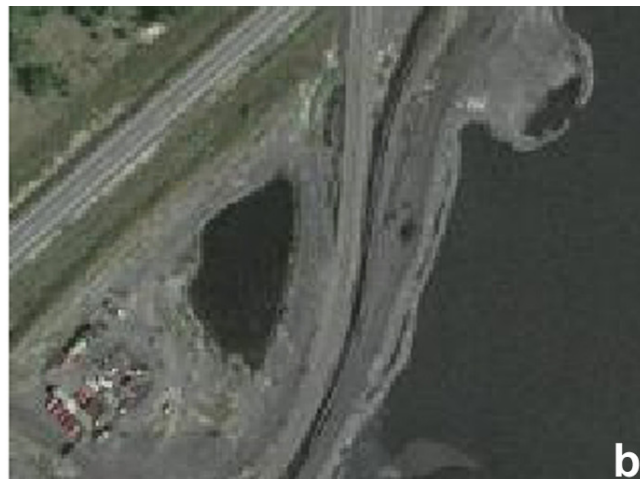
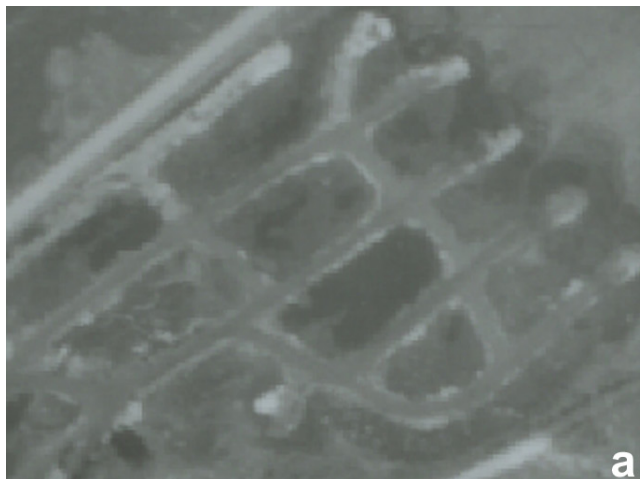
Obrázek 6: Dočišťovací kalová nádrž na snímku z roku 2003.

Zdroj: Letecký snímek poskytl © GEODIS BRNO, spol. s r.o.

2.1.4 Manipulační plochy

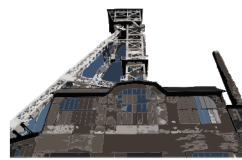
Manipulační plochy se zpravidla nacházejí v blízkosti povrchových staveb dolů, kalových nádrží, odvalů aj.

Jedná se o holé povrchy, konvexní nebo konkávní, sloužící jako manipulační areály např. pro dopravu (obr. 7).



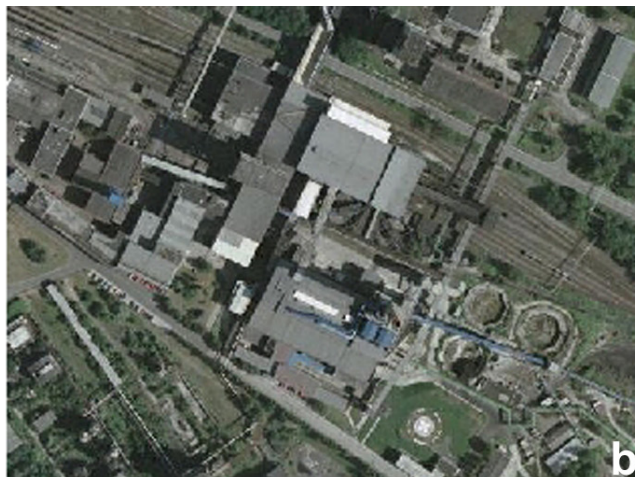
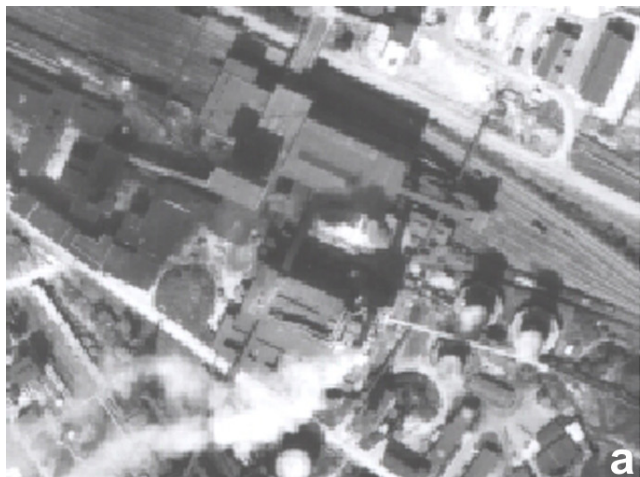
Obrázek 7: Manipulační plochy na leteckém snímku z roku 1947 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)



2.1.5 Povrchové stavby dolu

Na leteckých snímcích lze identifikovat jednotlivé povrchové stavby dolu včetně těžní věže a dalších staveb souvisejících s těžbou (obr. 8).

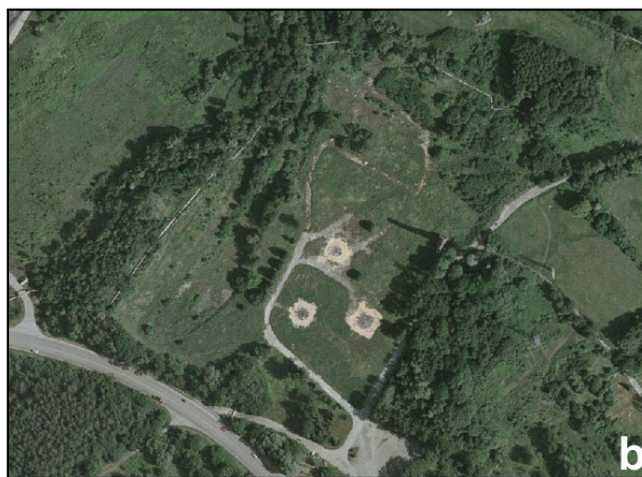


Obrázek 8: Povrchové stavby dolu na leteckém snímku z roku 1947 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)

Může se jednat o dočasné objekty, které jsou po ukončení těžby asanovány. Např. areál Dolu ČSA 3 (jáma Jindřich), který je patrný na leteckých snímcích z roku 1971 v západní části dobývacího prostoru Karviná-Doly I, byl po demolici budov překryt zeminou

a zatravněn (obr. 9). Na současném ortofotu je v těchto místech travní areál s rozptýlenými stromy a křovinami. Těžební činnost v této oblasti připomínají jen základy starých důlních objektů, které jsou na ortofotu patrné.



Obrázek 9: Areál dolu ČSA na leteckém snímku z roku 1971 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

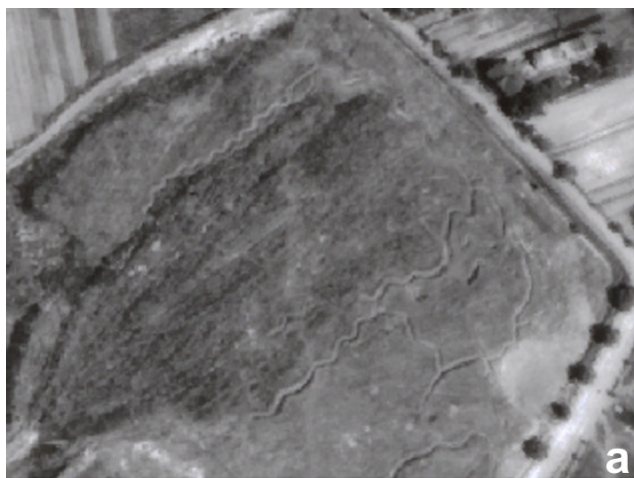
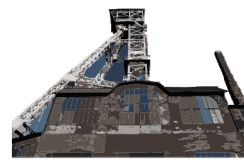
Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)

2.2 Sekundární projevy hlubinné těžby černého uhlí

Hlubinná těžba černého uhlí způsobuje také sekundární projevy v krajině, které jsou charakteristické vznikem antropogenních tvarů reliéfu nepřímou souvislostí s těžbou (rekultivační plochy, suché kalové nádrže, komunikační tvary reliéfu) nebo se změnou krajinného pokryvu (povrchy bez vegetace).

2.2.1 Suché kalové nádrže

Jedná se o mělké konkávní tvary reliéfu bez vegetace na povrchu. V krajině se objevují po ukončení činnosti kalového hospodářství. Zaplněné kalové nádrže vysychají (obr. 10). Pokud není provedena rekultivace, začínají postupně zarůstat náletovou vegetací.



Obrázek 10: Suché kalové nádrže na leteckém snímku z roku 1947 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)

2.2.2 Rekultivační plochy

Rekultivační plochy představují dočasné konvexní tvary reliéfu, které mají zpravidla podobu nízkých tabulových odvalů (obr. 11). Po dokončení rekultivačních prací by měly splýnout s okolní krajinou. Vznikají sekundárně za účelem zahlazování negativních vlivů hlubinné těžby černého uhlí. Na snímcích lze jednoznačně interpretovat nové rekultivační plochy ve formě holých povrchů.



Obrázek 11: Rekultivační plocha na leteckém snímku z roku 2003.

Zdroj: Letecký snímek poskytl © GEODIS BRNO, spol. s r.o.

2.2.3 Komunikační tvary reliéfu

V případě poddolovaného území slouží komunikační násypy k vyrovnávání deformací povrchu, které poškozují komunikace, jež je nutné následně výškově upravovat.

Výsledkem rekonstrukcí jsou násypy dosahující i několik metrů výšky. Vznikají výrazné liniové tvary, dobře identifikovatelné na leteckých snímcích (obr. 12).



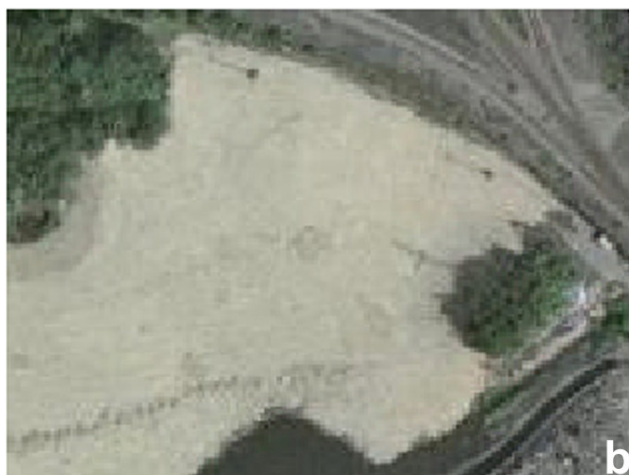
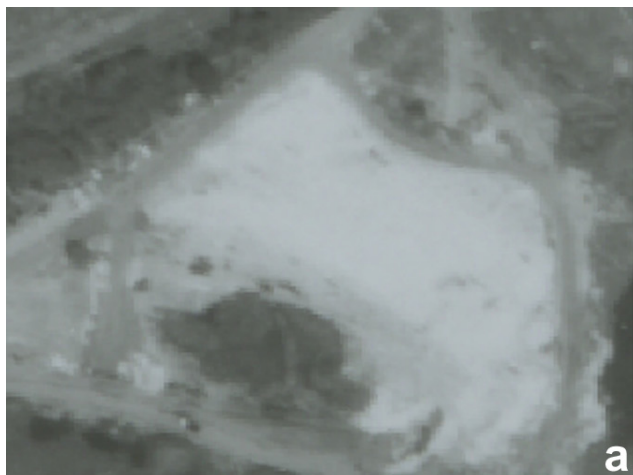
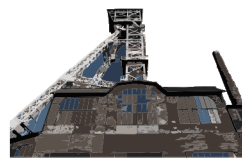
Obrázek 12: Železniční násyp na snímku z roku 2003.

Zdroj: Letecký snímek poskytl © GEODIS BRNO, spol. s r.o.

Zastoupeny jsou komunikační násypy železniční, silniční a násypy inženýrských sítí (produktovodů).

2.2.4 Povrchy bez vegetace

Povrchy bez vegetace (obr. 13), které představují sekundární projev hlubinné těžby, jsou nejčastěji vázány na holé povrchy vzniklé zejména po demolici staveb. Jejich trvání je relativně krátkodobé, jelikož dochází k postupnému zarůstání náletovou vegetací.



Obrázek 13: Povrchy bez vegetace na leteckém snímku z roku 1947 (a) a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)

3. Procesy související s hlubinnou těžbou

Časové řady leteckých snímků umožňují sledovat změny krajiny na základě probíhajících procesů, které můžeme vizuálně interpretovat nepřímo ze změny krajinného pokryvu. Nejčastěji se vyskytujícími procesy, vázanými na hornickou činnost, jsou: zavodnění a opuštění, které může následně vést k procesu zalesnění.

3.1 Opuštění

Proces opuštění lze z multitemporálních leteckých snímků identifikovat na místech, kde dochází ke změně urbanizovaných a technizovaných areálů, zemědělských areálů, lesů nebo vod na polopřírodní areály stromů, křovin nebo travních porostů.

Poddolování, způsobující deformaci zemského povrchu, vede zpravidla k poškození statiky objektů a jejich následné demolici. Na snímcích je zřetelně viditelný úbytek zástavby v místech původních sídel a postupné zarůstání opuštěných ploch náletovou vegetací (obr. 14).

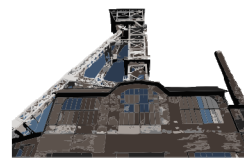


Obrázek 14. Proces opuštění v původně zastavených oblastech (a) na leteckém snímku z roku 1947 a na leteckém snímku z roku 2003 (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)

Výjimečně jsou některé vzácné stavby zachovány i přes výrazné poklesy. Příkladem je kostel sv. Petra z Alkantary v severní části dobývacího prostoru Karviná-

Doly II (obr. 15). Kostel vlivem důlní činnosti poklesl o 36 metrů.



Obrázek 15: Současný pohled na kostel sv. Petra z Alkantar

Zdroj: Foto: R. Popelková, 2008.



Obrázek 16: Kostel sv. Petra z Alkantary a okolí na výřezu ortofota z roku 2003.

Zdroj: Letecký snímek poskytl © GEODIS BRNO, spol. s r.o.

Všechny budovy v okolí kostela byly zdemolovány. Na východ od kostela vznikla zatopená poklesová kotlina (obr. 16).

Proces opuštění lze z leteckých snímků sledovat rovněž na původních zemědělských plochách, kde z důvodu jejich nevyužívání dochází k postupné změně zemědělských areálů na areály polopřírodní.

3.2 Zalesnění

Zalesnění nejčastěji nastupuje po procesu opuštění, kdy opuštěné plochy zpravidla v první fázi zarůstají náletovou vegetací s postupným přechodem k lesním porostům.

3.3 Zavodnění

Zavodnění představuje proces změny urbanizovaných a technizovaných areálů, zemědělských areálů, lesních a polopřírodních areálů na vodní plochy. Nové vodní plochy vznikají primárně v návaznosti na těžbu (kalové nádrže), nebo sekundárně v důsledku poddolování (zatopené poklesové kotliny). Z časových řad leteckých snímků lze tento proces identifikovat z prostorového a časového hlediska (obr. 17).

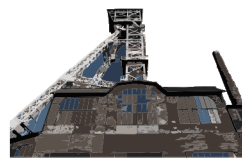


Obrázek 17. Oblast před vznikem před vznikem zatopené poklesové kotliny (rok 1947) (a) a po vzniku zatopené poklesové kotliny (rok 2003) (b).

Zdroj: Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2003 (rok 1947), © GEODIS BRNO, spol. s r.o. (rok 2003)



XXII SJEZD ČESKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI OSTRAVA 2010



4. Závěr

Analýza vlivu důlní činnosti na krajinu z leteckých snímků ukázala, že se během vizuální fotointerpretace uplatňují jak znaky přímé, tak znaky nepřímé. Při zjišťování primárních a sekundárních projevů hornické činnosti převažuje práce s přímými znaky, které jsou přímo ve snímku obsaženy: tvar, velikost, tón nebo barva, textura a struktura objektu. Tyto znaky je však potřeba doplnit o interpretaci znaků nepřímých, tj. znaků logických vyžadujících vysokou znalost zkoumaných jevů (Ciolkosz, Miszalski, Oledzki, 1999). Z nepřímých znaků se pro interpretaci antropogenních forem reliéfu využívá zejména poloha a vazby s ostatními objekty na snímku.

Procesy nejsou na rozdíl od primárních a sekundárních projevů hornické činnosti přímo ve snímku obsaženy, ale je možné je odvodit z multitemporální analýzy leteckých snímků. Na proběhlé procesy usuzujeme na základě znaků nepřímých s využitím podpůrných informací pro odlišení procesů souvisejících s těžbou od ostatních procesů v krajině.

Správná interpretace projevů hlubinné těžby závisí na přímých zkušenostech interpretátora s jevy probíhajícími v hornické krajině. Přesná vizuální fotointerpretace projevů hornické činnosti dovoluje v následném kroci kvantifikovat velikost změn, určovat jejich směr a analyzovat procesy probíhající v krajině se silným antropickým vlivem. Letecké snímky jsou důležitým zdrojem informací pro studium územní diferenciací změn, jejich intenzity, charakteru a příčin. Komplexní pochopení těchto procesů umožní

prognózovat vývoj krajiny a ekologické a sociální následky v krajině ovlivněné hlubinnou těžbou černého uhlí.

Použité zdroje:

- CIOLKOSZ, A., MISZALSKI, J., OLEDZKI, J. R. (1999): Interpretacja zdjęć lotniczych. PWN, Warszawa, 458 s.
- HAVRLANT, M. (1980): Antropogenní formy reliéfu a životní prostředí v ostravské průmyslové oblasti. Spisy pedagogické fakulty v Ostravě, svazek 41. Praha, SPN. 154 s.
- JENSEN, J. R. (2006): Remote Sensing of the Environment. An Earth Resource Perspective. Pearson Education, Upper Saddle River, 608 s.
- MULKOVÁ, M., POPELKA, P., POPELKOVÁ, R., 2010. The Impact of Industrialization on the Landscape of the Ostrava-Karviná Mining District. Landscape Ecology - methods, applications and interdisciplinary approach. (in press)
- OKD, a.s. [online] Dostupné z: <http://www.okd.cz/>
- Portál veřejné správy České republiky. Mapové služby [online] Dostupné z: <http://geoportal.cenia.cz/>
- ZAPLETAL, L. (1969): Úvod do antropogenní geomorfologie I. Skripta Univerzity Palackého, Olomouc. 280 s.

Adresa autorů:

RNDr. Monika Mulková, Ph.D.
RNDr. Renata Popelková, Ph.D.
Katedra fyzické geografie a geoekologie
Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity v Ostravě
Chittussiho 10
701 00 Ostrava
monika.mulkova@osu.cz, renata.popelkova@osu.cz