

## POVRCHOVÉ DEPRESE NAD DOBÝVACÍM PROSTOREM VYTĚŽENÉHO LOŽISKA LIGNITU IVANKA V HOVORANECH, MORAVA, ČESKÁ REPUBLIKA

SURFACE DEPRESSIONS ABOVE THE EXPLORATION AREA OF THE MINED LIGNITE DEPOSIT  
IVANKA IN HOVORANY, MORAVIA, CZECH REPUBLIC

OLDŘICH KREJČÍ, VLADIMÍRA KREJČÍ, PAVLA TOMANOVÁ PETROVÁ

### *Abstract*

Krejčí, O., Krejčí, V., Tomanová Petrová, P., 2024: Povrchové deprese nad dobývacím prostorem vytěženého ložiska lignitu Ivanka v Hovoranech, Morava, Česká republika. – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 109, 2, 275-286 (with English summary).

*Surface depressions above the exploration area of the mined lignite deposit Ivanka in Hovorany, Moravia, Czech Republic*

Based on the analysis of the DMR5G digital model of relief and historical aerial orthophotos, a total of 157 depression structures were identified above the excavated mining area of the Ivanka lignite deposit in Hovorany (South Moravia, Czech Republic). Historical aerial orthophotos were used from the 1960s to identify these depressions on fields where their traces had already been obliterated. Depressions with a minimum dimension of approx. 2 to 3 m were identified, the maximum dimension found was 16 m. The studied depressions are approximately circular in shape and have a depth of up to 5 m. In some cases, multiple generations of these structures can be observed, when a smaller depression is located inside a larger depression. This is an anomalous phenomenon, because nowhere else in the Czech Republic can such a large number of depressed structures be found on mined areas of shallow lignite deposits. A number of individual inbreaks above wastes are known, but these are not open pits above concrete mine corridors. The origin of these depressions is primarily anthropogenic, when after the end of lignite mining at the end of 1959, the surface was connected to the collector in the underlying bed of the lignite bank. Rainwater and water from melting snow reached the originally dry deposit with an almost horizontally placed bank of lignite. The underground water was drained towards the former dry watercourses, where several rotational landslides occurred along the SW-NE fault due to irrigation. Most of the depressions are located at the boundary of the bearing area with a slightly decreasing slope of the relief, modeled by the main scarps of the landslides. We assume that, from the point of view of genesis, the process of formation of depressions was involved, in addition to anthropogenic mining activity, by piping processes, when fine clasts were washed out due to the influence of soaked waters and moved to mined areas. In the last about 40 years, new depressions have not occurred in this area. The process of their formation has been significantly slowed down and their occurrence is limited only to already existing depressions.

*Key words:* mining of lignite, depressions, inbreaks, Vienna Basin, South Moravia, Czech Republic

Oldřich Krejčí, Czech Geological Survey, Leitnerova 204/22, 602 00 Brno, Czech Republic; e-mail: oldrich.krejci@geology.cz

Vladimíra Krejčí, Czech Geological Survey, Leitnerova 204/22, 602 00 Brno, Czech Republic; e-mail: vladimira.krejci@geology.cz

Pavla Tomanová Petrová, Czech Geological Survey, Leitnerova 204/22, 602 00 Brno, Czech Republic; e-mail: pavla.petrova@geology.cz

## ÚVOD

V létech 2020 až 2026 probíhá v České geologické službě (ČGS) řešení podprojektu Rizikové geofaktory v rámci programu Prostředí pro život TAČR. Jedním z cílů projektu je dohledání a zaevidování svahových deformací z celého území České republiky (ČR). Během této činnosti byly při podrobném studiu digitálního modelu reliéfu 5. Generace (DMR5G) Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) zjištěny četné, přibližně kruhovitě struktury, připomínající pseudozávrtý. Z databázi ČGS (<https://cgs.gov.cz/mapy-a-data/aplikace>) bylo zjištěno, že tyto sníženiny se nacházejí v bývalém dobývacím prostoru ložiska Ivanka v k. ú. Hovorany.

Studované území se nachází z geomorfologického hlediska ve Středomoravských Karpatech při jv. okraji celku Kyjovské pahorkatiny, okrsku Šardické pahorkatiny (DEMEK a MACKOVČIN, eds. *et al.* 2014). Pестrost a prostorová diferencovanost reliéfu souvisí s dlouhodobým vývojem území a působením celého souboru vnějších reliéftvorných procesů v závislosti na mladých tektonických pohybech a změnách klimatu. Základní formy reliéfu, vzniklé koncem neogénu a počátkem pleistocénu, byly v průběhu kvartéru postupně modelovány souborem hlavně exogenních procesů (CZUDEK 1997). Poté počíná působení hospodářské činnosti člověka, jež se zde neustále zvyšuje v souvislosti s těžbou lignitu. Vznikají antropogenní tvary reliéfu typu zářezů, náspů, odvalů a teras z vytěžené hlusiny (HONĚK *et al.* 2001). Dochází dále k poklesům nad vyuhlenými prostory a jsou aktivovány nové sesuvy. V dnešní době je celá oblast výskytu drobných depresí silně zalesněná, pokud se tyto deprese vyskytovaly na zemědělsky obdělávané půdě, byly již zahlazeny.

## GEOLOGICKÁ STAVBA A VÝVOJ OBLASTI

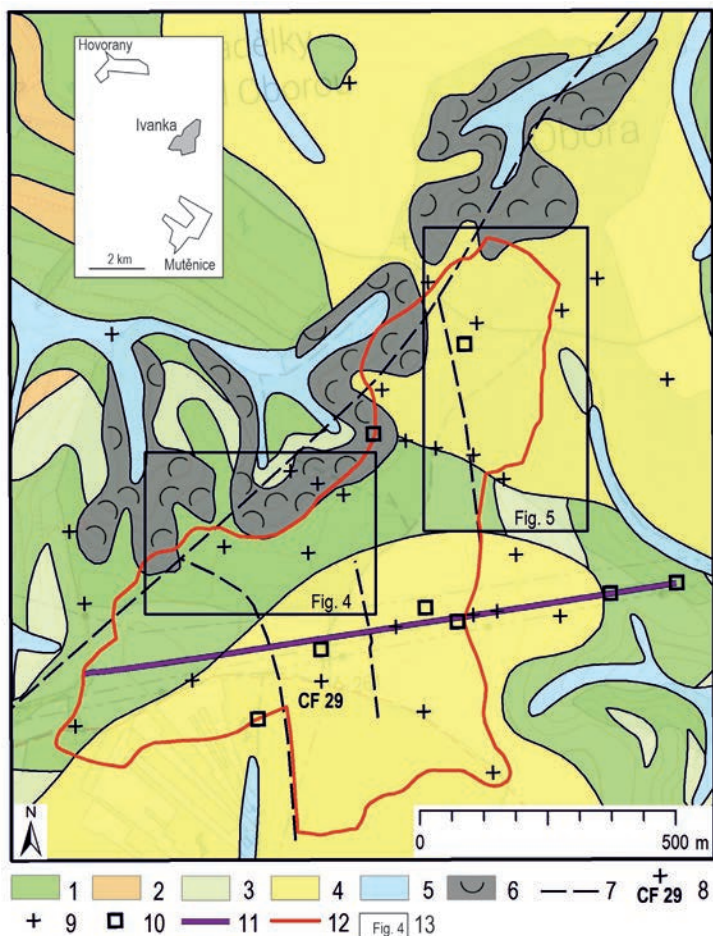
Geologicky oblast spadá do vídeňské pánve Západních Karpat, která představuje nejrozsáhlejší pánevní strukturu na styku Východních Alp a Západních Karpat. Vídeňská pánev vznikla v pozdním stádiu nealpínského tektonogenetického cyklu. Ve spodním miocénu měla charakter naložené pánve nesené na příkrovech (piggy-back basin). Na horizontálních posunech sv.-jz. směru se během štýrské orogeneze vytvořila typická pull-apartová struktura vídeňské pánve (ROYDEN 1985). Ve středním miocénu se změnila v extenzní zaobloukovou pánev, ve svrchním miocénu po tektonické inverzi v intramontánní depresi (KOVÁČ *et al.* 1997). Je vyplněna neogenními a kvarténními sedimenty o celkové mocnosti 6 až 8 km (BUCHTA 1993). Zlomová aktivita a její vliv na dílčí sedimentační prostory a formování reliéfu je doložená ve vídeňské pánvi během pleistocénu (KREJČÍ *et al.* 2023).

Území bývalého ložiska lignitu Ivanka se nachází na rozhraní 2 mapových listů, geologicky zmapovaných v měřítku 1 : 25 000 - Hodonín (TOMANOVÁ PETROVÁ, ed., *et al.* 2008) a Kyjov (BUBÍK, ed., *et al.* 1998). Zájmová oblast bývalého dobývacího prostoru ložiska Ivanka a jeho okolí je vyplněna sedimenty bzeneckého souvrství (obr. 1, tab. 1), což dle ČTYROKÉHO (1999 a 2000) odpovídá spodnímu a střednímu pannonu, resp. biostratigrafickým zónám Pappa (1951) A-E. V této době již došlo k definitivnímu přerušení spojení vídeňské pánve s Paratethydou. Na bázi se uložily zejména pisky, směrem do nadloží jily s místy bohatou makrofaunou měkkýšů a mikrofaunou ostrakodů, kteří obývali laguny, marše a vody brakického zálivu pannonské pánve lemované pobřežními písčnými valy.

Lignitová sloj na ložisku Ivanka byla z hlediska litostratigrafické příslušnosti řazena ložiskovými geology k dubňanskému souvrství (HONĚK *et al.* 2001; HONĚK *et al.* 2010). Dubňanské souvrství představuje komplex sedimentů na bázi s lignitovou slojí (tab. 1). Jeho celková mocnost dosahuje 50–80 m (ILČÍK a ONDRA 1975). Mocnost dubňanské sloje se nejčastěji pohybuje od 4,15 m do 6,75 m (KREJČÍ 1984). Paleontologicky se souvrství jeví značně ochuzené, hojněji se objevují pouze schránky druhu *Congeria zahalkai* ŠPALEK. Uhelná sedimentace začíná uhelnými jily (maximální mocnosti 1,6 m), které jako jediný člen uhelného komplexu byly na povrchu mapovaného území pozorovány. Samotný lignit

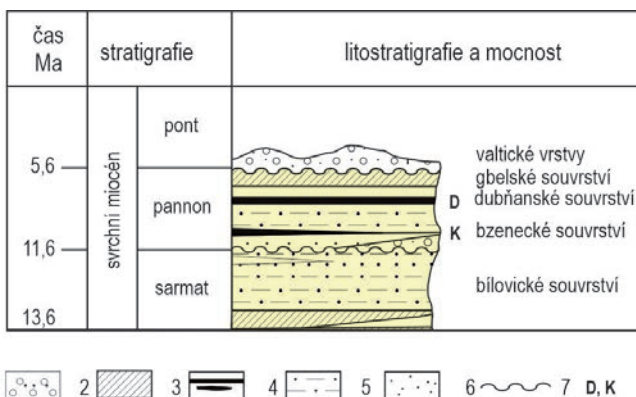
uhelné sloje je klasifikován jako xylodetritické uhlí až xyilitické uhlí, popsány byly také polohy semidetritického až detroxyilitického uhlí (HONĚK *et al.* 2001).

V kvartéru měla oblast akumulační charakter. V tocích a jejich okolí se ukládaly říční sedimenty, ve svrchním pleistocénu se uložily spraše a sprašové hlíny a naváté písky (TOMANOVÁ PETROVÁ, *ed., et al.* 2008) v mocnosti až 30 m.



Obr. 1. Geologická mapa s průzkumnými vrti a hlavní důlní chodbou. Upraveno podle <https://mapy.geology.cz/geocr25/>. Legenda: 1 - bzenecké souvrství, písky; 2 - bzenecké souvrství, prachy; 3 - bzenecké souvrství, jíly; 4 - spraše a sprašové hlíny; 5 - splachové písčitohlinité sedimenty; 6 - sesuv; 7 - zlom; 8 - nálezoý vrt; 9 - průzkumný vrt; 10 - ústí důlního díla; 11 - hlavní důlní štola; 12 - hranice dobývaciho prostoru; 13 - pozice obrázků 4 a 5.

Fig. 1. Geological map with exploratory boreholes and main mine corridor. Modified according to <https://mapy.geology.cz/geocr25/>. Legend: 1 - the Bzenec Formation, sands; 2 - the Bzenec Formation, silts; 3 - the Bzenec Formation, clays; 4 - loess and secondary loess; 5 - wash sandy loam; 6 - landslide; 7 - fault; 8 - discovery borehole; 9 - exploratory borehole; 10 - mining work; 11 - former mining corridor; 12 - boundary of the mining area; 13 - position of the figures 4 and 5.



Tab. 1. Litostratigrafická tabulka svrchního miocénu vídeňské pánve (upraveno podle STRÁNÍKA *et al.* 2021).  
Legenda: 1 - písčité štěrky; 2 - pestré jíly; 3 - uhelná sloj; 4 - písčité jíly; 5 - jemně až středně zrnité pisky; 6 - transgrese; 7 - D - dubňanská lignitová sloj, K - kyjovská lignitová sloj.

Tab. 1. Litostratigraphic tab of the Upper Miocene of the Vienna Basin (modified by STRÁNÍK *et al.* 2021).  
Legenda: 1 - sandy gravels; 2 - variegated clays; 3 - coal seam; 4 - sandy clays; 5 - fine and medium-grained sands; 6 - transgression; 7 - D - Dubňany lignite seam, K - Kyjov lignite seam.

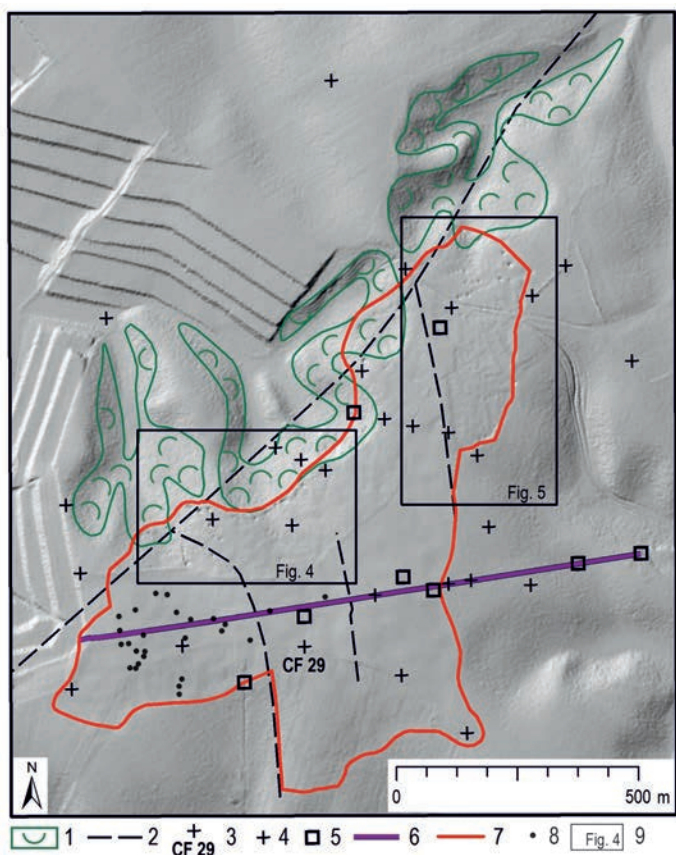
Ložisko Ivanka bylo malé izolované území o rozloze 1,5 × 1 km mezi Mutěnicemi a Hovorany a přímo nenavazuje ani na oblast bzeneckého souvrství s kyjovskou slojí, ani na oblast dubňanského souvrství s dubňanskou slojí. Toto území bylo v letech 1948–1959 zcela vytěženo Dolem Ivanka (HONĚK *et al.* 2001; obr 1 a 2). O geologické stavbě a kvalitě sloje se zachovalo jen minimální množství informací. V názevovém vrtu firmy ARTESIA Praha, hlubokém 234,5 m, byla lignitová sloj zastížena v intervalu 29,7 m až 33,6 m (BUDAY a DLABAČ 1942). Výpočet zásob provedli FALTÝN a KYLIÁNEK (1952). Celkové průmyslové zásoby v těžitelné kategorii zde činily v roce 1952 pouze 556 147 tun. Do roku 1952 včetně se vytěžilo 410 000 tun. Těžba zde probíhala velmi mělce v hloubkách do 40 m. Sloj byla uložena pod úhlem 2° až 3°, její maximální mocnost činila 4,4 m a během těžby nebyla v ložisku zjištěna žádná důlní voda (HONĚK *et al.* 2001).

V rámci pozdějšího geologického mapování ČGS již samotné ložisko neexistovalo a vzhledem k ojedinělým výchozům písků a jílu byla oblast přiřazena k bzeneckému souvrství, jak je zobrazeno v geologických mapách 1 : 25 000 (<https://mapy.geology.cz/geocr25/>). Vzniká tak rozdíl ve stratigrafií ohledně příslušnosti lignitové sloje na bývalém ložisku Ivanka, který nelze dnes bez nových vrtných průzkumných prací vyřešit.

## METODIKA PRACÍ A TERMINOLOGIE

Jako základní metodu pro inventarizaci jednotlivých depresních struktur jsme využili digitální model reliéfu DMR5G. DMR 5G je základní zdrojovou databází pro tvorbu vrstevnic určených pro mapy velkých měřítek a počítačově vizualizace výskopisu v územně orientovaných informačních systémech vysoké úrovně podrobnosti. Použitá data byla poskytnutá v rámci nevýhradní licenční smlouvy mezi ČÚZK a Ministerstvem životního prostředí z roku 2015, která je průběžně prodlužována s probíhající aktualizací dat. Dále jsme využili historické ortofotosnímky ČÚZK z let 1953, 1963 a 1968 (<https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap>).

Vzhledem k v této oblasti ukončenému geologickému mapování v měřítku 1 : 25 000 jsme použili geologickou mapu z veřejného zdroje ČGS (<https://mapy.geology.cz/geocr25/>). Další etapa prací spočívala v terénní revizi, evidenci a zjištění počtu depresních struktur. Byly vymezeny deprese s alespoň jedním rozměrem nad 10 m a pod 10 m. V případě nejmenších objektů lze v lesním prostředí považovat za průkazné objekty o rozměrech alespoň 2 až 3 m, menší mohou vznikat po vývratech, norách zvěře apod. Situace rozmístění hlavních důlních děl a vrtů v dobývacím prostoru v zobrazení DMR 5G je na obr. 2. Zjištěné depresní útvary byly porovnány s detailní mapou důlních děl za účelem ověření jejich výskytu nad důlními chodbami (HONĚK *et al.* 2001). Dále jsme porovnali lokalizaci těchto depresí s průběhem zlomů a odlučných hran sesuvů.



Obr. 2. Digitální model reliéfu oblasti DMR5G se zlomy, sesuvy, vrtů a důlními díly. Podle <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>. Legenda: 1 - sesuv; 2 - zlom; 3 - nálezový vrt; 4 - průzkumný vrt; 5 - ústí důlního díla; 6 - hlavní důlní štola; 7 - hranice dobývacího prostoru; 8 - sanované deprese v polích; 9 - pozice obrázků 4 a 5.

Fig. 2. Digital relief model of the area (DMR5G) with faults, landslides, boreholes and former mining works. Modified according to <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>. Legend: 1 - landslide; 2 - fault; 3 - discovery borehole; 4 - exploratory borehole; 5 - mining work; 6 - former mining corridor; 7 - boundary of the mining area; 8 - stabilized depression in the fields; 9 - position of the figures 4 and 5.



Z hlediska terminologie předpokládáme, že popisované depresní struktury vznikaly sufozi v širším slova smyslu (GOUDIE *et al.* 2003), kdy dochází k vyplavování jemnozrnných částic zeminy a vzniku kolapsů, ale i v případě, že se jedná jenom o podzemní erozi. Pro překlad do angličtiny je v nekrasových poměrech využíván termín piping, jak si všimá v české odborné literatuře Král (1975). Proces může být urychlen přítomností puklin či přítomností umělých odvodňovacích prvků v okolí staveb. Výsledkem jsou depresní tvary, připomínající pseudozávrty v pískovcových skalních městech nebo menší povrchové projevy, jako jsou otevřené trubice mnohdy široké pouze několik decimetrů. Větší prostory se mohou nacházet pod ústím těchto trubíc (CÍLEK 1997).

V oblasti sedimentů Vnějších Západních Karpat jsou tyto jevy velmi málo rozšířené a nejvíce jsou popisovány z prostoru Pavlovských vrchů jako pseudokrasové jevy či sprašové jeskyně (KOS a RAŠOVSKÝ 2001; BRUTHANS a BRUTHANS 2021). Autoři upozorňují, že v této oblasti mohou mít tyto objekty zčásti i antropogenní původ, jako jsou drenáže a propustky podél silnice (BRUTHANS a BRUTHANS 2021) nebo je jejich vznik usnadněn přítomností sesuvů ve spraších v kombinaci s vysokými úhrny srážek (Netopýří dóm u Dolních Věstonic; KOS a RAŠOVSKÝ 2001). Podle našeho názoru v případě těchto tvarů v okolí Netopýřího dómu může být jejich vznik i urychlován odtokem do zhroutených vinných sklepů po německém osídlení. Během vysokých úhrnů srážek v roce 2014, jejichž následky dokumentovali pracovníci ČGS, byla zde část těchto útvarů odkryta a odplavena a došlo ke změnám v jejich tvaru a především přístupnosti.

V oblasti flyšových sedimentů Vnějších Západních Karpat jsou tyto tvary velmi ojedinělé a jsou popsány jako tvary sufozní na Vsetínsku (KIRCHNER 1987), i jako piping na Zlínsku (BÍL *et al.* 2012). V případě Halenkovic na Zlínsku (BÍL *et al.* 2012) bylo zjištěno, že se tyto zde četné tvary vyskytují především na rozhraní obdělávané půdy na spraších s flyšovým podložím v místech, kde se lomí svah do lesního prostředí (strže) nebo podél zářezů místních cest.

Pokud pomíneme Netopýří dóm u Dolních Věstonic, největší objekty tohoto typu byly zjištěny a prozkoumány v oblasti NPP Větrníky na Vyškovsku. Největší propad zde měl rozměry 2 × 3 m a hloubku 3,5 až 4,5 m. Celkem bylo zjištěno 7 propadů v sedimentech spodního badenu karpatské předhlubně (KREJČÍ *et al.* 2014).

## VÝSLEDKY

Celkem bylo identifikováno 130 depresních objektů, z toho 18 s průměrem nad 10 m (maximálně 16 m) a 122 menších objektů s rozměry cca 3 m až 10 m. V některých případech byly zjištěny deprese 2 generací, kdy uvnitř staršího většího objektu byl zjištěn objekt menších rozměrů (obr. 3a, 3b). Tvarově je část objektů na povrchu oválná, většina z nich je přibližně kruhová (obr. 3c). Hloubka objektů nepřesahuje 5 m, obvykle se pohybuje v intervalu 2–3 m.

Celkem bylo z dřívější doby evidováno 16 důlních propadlin nad ložiskem lignitu Ivanka (HONĚK *et al.* 2001). Dnes není známo, kde se nacházely, protože vznikaly jednotlivě a byly ihned sanovány. Lze předpokládat, že se jedná o propady nad důlními chodbami i mimo ně na obdělávaných polích, kde se objekty tohoto typu dodnes nezachovaly. Předpokládáme, že všechny propady vznikly zasakováním povrchových vod a odváděním do bývalých důlních chodeb, v dnešní době zasucených a zavezených horninovým materiálem. Pro tento účel jsme prověřili veřejně dostupné historické letecké snímky ČÚZK. Analýzou těchto snímků byly zjištěny následující skutečnosti. Na snímku z roku 1953, kdy ještě nebyla zcela drobná pole do větších lánů, nebyly zjištěny žádné deprese. Na snímku z roku 1963 na zceleném láně a v přilehlém sadu bylo zjištěno celkem 27 depresí (obr. 2). Na snímku z roku 1968 již žádné deprese nebyly v polích patrné, došlo k jejich sanování. Na snímku ze stejného roku 1968, který zjevně pochází mimo vegetační období, je v lesním prostředí patrné již přibližně stejné množství depresí jako nyní, některé však do dnešní do-

by zanikly nebo byly zasypány, jiné vznikly nově po roce 1968. Snímky ukazují, že většina depresních struktur vznikla v období po ukončení těžby v roce 1959 a do roku 1968. Na mladších snímcích se už žádné deprese v polích nenacházejí, v lesním prostředí na snímcích z vegetačního období je nelze rozlišit. Ostatní kampaně snímkování nejsou veřejně přístupné na portálu ČÚZK a jsou v majetku organizací Ministerstva obrany ČR. Deprese tedy začaly vznikat pravděpodobně až po celkovém ukončení těžby lignitu v roce 1959. Skutečný počet depresních struktur s minimálním rozměrem 2–3 m bylo možné identifikovat po zveřejnění digitálního modelu reliéfu 4. generace ČÚZK. Snímkování bylo ukončeno v r. 2013 (<https://geoportal.cuzk.cz>). Celkem k datu 30. 6. 2024 bylo možné analýzou digitálního modelu reliéfu DMR5G a historických ortofotosnímků identifikovat zhruba 157 přibližně kruhových depresních objektů s minimální velikostí 2 až 3 m. Z tohoto počtu je dnes patrných 130 objektů, které se zachovaly v lesním prostředí.

Během našeho mapování jsme nově zaevidovali několik dočasně uklidněných rotačních sesuvů (obr. 1), které jsou v Registru svahových deformací evidovány pod čísly 1, 2 a 3 na listu mapy 34-22-11. Lze předpokládat, že tyto dosud neevidované svahové deformace svým původem souvisí, stejně jako popisované deprese, s obdobím po ukončení těžby lignitu.



Obr. 3. Fotografická dokumentace. A) malé deprese uvnitř starší větší deprese; B) malá deprese uvnitř starší deprese, průměr vnitřních depresí asi 5 m. C) typická jednotlivá deprese, průměr 8 m; D) odlučná a akumuláční část sesuvu. Foto O. Krejčí.

Fig. 3. Photographic documentation. A) small depressions inside the older bigger depression; B) small depression inside the older depression, diameter of internal depressions about 5 m; C) typical single depression, diameter 8 m; D) landslide rupture and accumulation zones. Photo O. Krejčí.

## DISKUSE

Z hlediska rozložení depresních struktur v ploše jsme provedli analýzu jejich rozmístění vzhledem ke geologickému prostředí i antropogenním faktorům. Po vytěžení lignitové sloje zjevně došlo k vážnému narušení hydrogeologických poměrů. Četná důlní díla, jako jsou větrací jámy, úpatní a dopravní štoly a desítky kilometrů těžebních štol, způsobila hydrogeologické propojení nadloží a podloží sloje s povrchovými srážkovými vodami. Samotné důlní poklesy povrchu po vytěžení sloje, která byla mocná maximálně 4,4 m, mohly činit, vzhledem k ruční nemechanizované těžbě se zachováním netěžených pilířů, kolem 1 m a v terénu i DMR5G nejsou téměř patrné (ověřeno v terénu). Těžba probíhala podle důlních map a dostupných údajů (HONĚK *et al.* 2001) zátinkováním a především pilířováním. Zatímco nadloží sloje nebylo zvodnělé, kolektor se nacházel obvykle v podloží sloje. Na kontaktu podloží a sloji tak vznikaly sufozní projevy, které byly v mladším období při více mechanizované těžbě v okolí geofyzikálně zkoumány (CHYBOVÁ *et al.* 1991). V rámci naší práce jsme provedli analýzu vazby depresních struktur vzhledem ke zlomům, odlučným hranám sesuvů a tvarům povrchového reliéfu, důlním dílům (především chodbám a okrajovým částem vyrubaného prostoru).

### Vazba depresních struktur na zlomy

Drobné zlomy byly zjištěny ložiskové průzkumnými pracemi (FALTÝN a KYLIÁNEK 1952) a geologickým mapováním (TOMANOVÁ PETROVÁ *et al.* 2008). Pravděpodobně se jedná o dílčí okrajové větve schrattenberského zlomového systému (obr. 1 a 2; KRÖLL *et al.* 1993). Regionální zlom směru JZ–SV výrazně omezuje rozšíření výskytu lignitové sloje na SZ. Podle průzkumných prací je nejvyšší zlomový pokles 3,7 m, sklon sloje lignitu je 2° až 3° k S. Tento zlom dále predisponoval vznik 3 svahových deformací charakteru rotačních sesuvů. Vznik těchto sesuvů souvisí s ukončením těžby, kdy došlo ke zvodnění kolektoru podslojových vrstev povrchovými vodami a průniku vody do přilehlého svahu. Zlomový systém umožnil propojení sedimentů na svazích v několika dílčích údolích.

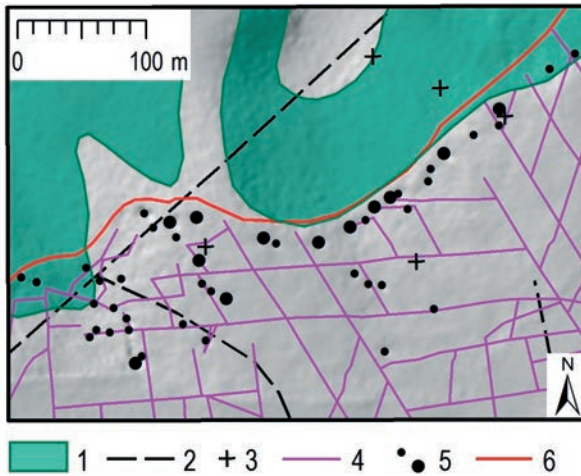
### Vazba depresních struktur na odlučné hrany sesuvů

Na obr. 4 a 5 lze vysledovat větší koncentraci depresí podél odlučných hran sesuvů. Předpokládáme, že odlučné hrany sesuvů (obr. 3d) vniklých po ukončení těžby, způsobily přednostní zasakování povrchových vod a její odvod podél rotační smykové plochy. Současně jsou tyto linie odlučných hran omezeny přibližně ukončením dobývacího prostoru s vyrubanou lignitovou slojí.

### Vazba depresních struktur na dobývací prostor a důlní díla

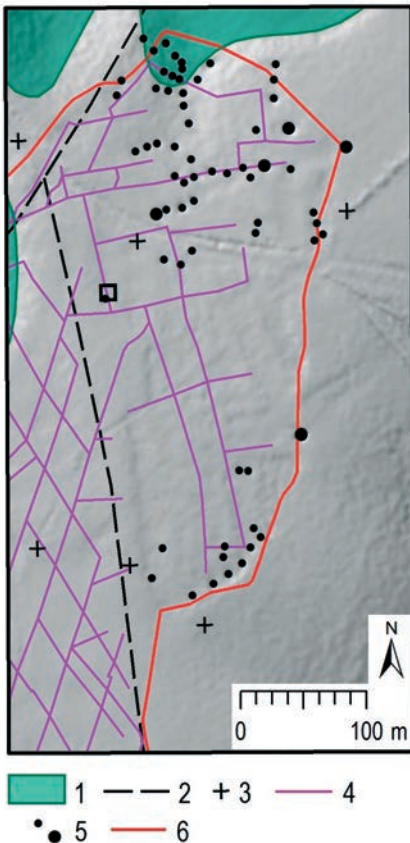
Prakticky všechny depresní struktury jsou vázány na plochu dobývacího prostoru s vytěženou lignitovou slojí. Pouze několik depresí vybíhá mimo okrajovou linii dobývacího prostoru (obr. 5). Do mapek na obrázcích 4 a 5 byly vyneseny všechny zaměřené důlní chodby a všechny zjištěné deprese (HONĚK *et al.* 2001). Nelze jednoznačně říci, že se jedná o propady nad opuštěnými důlními díly. Taková závislost je dobře patrná pouze v s. části dobývacího prostoru (obr. 5), případně podél hlavní chodby s důlní železnicí (obr. 4). Většinou jsou deprese koncentrovány k vnitřním okrajům dobývacího prostoru a většina z nich se nachází podél sz. okraje vydobyté části ložiska, kde se kombinují slepé konce důlních chodeb a okraje odlučných hran sesuvů.





Obr. 4. Digitální model reliéfu DMR5G vybrané oblasti se zvýrazněnými depresiemi a důlními díly. Podle <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>. Legenda: 1 - sesuv; 2 - zlom; 3 - průzkumný vrt; 4 - důlní chodba (podle HOŇKA *et al.* 2001); 5 - povrchová deprese; 6 - hranice dobývacího prostoru.

Fig. 4. Digital relief model of the selected area (DMR5G) with marked depressions and former mining works. Modified according to <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>. Legend: 1 - landslide; 2 - fault; 3 - exploratory borehole; 4 - mining corridor (after HONĚK *et al.* 2001); 5 - surface depression; 6 - boundary of the mining area.



Obr. 5. Digitální model reliéfu oblasti DMR5G se zvýrazněnými depresiemi a důlními díly. Podle <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>. Legenda: 1 - sesuv; 2 - zlom; 3 - průzkumný vrt; 4 - důlní chodba (podle HOŇKA *et al.* 2001); 5 - povrchová deprese; 6 - hranice dobývacího prostoru.

Fig. 5. Digital relief model of the selected area (DMR5G) with marked depressions and former mining works. Modified according to <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>. Legend: 1 - landslide; 2 - fault; 3 - exploratory borehole; 4 - mining corridor (after HONĚK *et al.* 2001); 5 - surface depression; 6 - boundary of the mining area.

## ZÁVĚR

Na základě analýzy digitálního modelu reliéfu terénu DMR5G a historických leteckých ortofotosnímek bylo celkem identifikováno 157 depresních struktur nad vytěženým dobývacím prostorem ložiska lignitu Ivanka v Hovoranech. Historické letecké ortofotosnímky byly použity z 60. let minulého století pro identifikaci těchto depresí na pozemcích polí, kde již stopy po nich byly zahlazeny. Byly identifikovány deprese s minimálním rozměrem cca 2 až 3 m, maximální zjištěný rozměr byl 16 m. Studované deprese jsou přibližně kruhového tvaru a mají hloubku do 5 m. V některých případech lze pozorovat více generací těchto struktur, kdy se uvnitř větší deprese nachází deprese menší. Do celkového počtu zjištěných depresí nebyly vnitřní deprese započteny.

Jedná se o anomální jev, protože nikde jinde se na vydobytých prostorech mělce uložených ložisek lignitu v ČR takové množství depresních struktur nevyskytuje. Je známa sice řada jednotlivých propadů nad důlními díly (HONĚK *et al.* 2001), na Hovoransku se však nejedná o otevřené důlní propady nad konkrétními chodbami či jinými důlními díly. Původ těchto depresí je primárně antropogenní, kdy po ukončení těžby lignitu koncem roku 1959 došlo k propojení povrchu s kolektorem v těsném podloží lignitové slaje. Srážkové vody a vody z tajícího sněhu se tak dostávaly postupně do původně suchého ložiska s téměř vodorovně uloženou slají lignitu. Podzemní voda byla odváděna směrem k občasné protékavým údolím během vysokých úhrnů srážek, kde podél zlomu jz.-sv. směru došlo vlivem zvodnění ke vzniku několika rotačních sesuvů. Tento regionální zlom omezující ložisko na SZ a výchozy odlučných hran sesuvů pak umocnily odvod mělce podpovrchových vod z bývalého ložiska. Většina depresí je lokalizovaná právě na rozhraní ložiskové oblasti s mírně klesajícím sklonem reliéfu, modelovaným odlučnými hranami sesuvů.

Domníváme se, že z hlediska geneze se na procesu vzniku depresí podílely, vedle antropogenní těžební činností, procesy pipingu, kdy vlivem vsakovaných vod docházelo k vyplavení jemných částic a jejich přemístění do vyrubaných prostor těžebních bloků a důlních chodeb, zavalených řízeným závalem. Podle analýzy leteckých ortofotosnímek předpokládáme, že v posledních asi 40 letech ke vzniku nových depresí v této oblasti nedochází; proces jejich vzniku byl výrazně zpomalen a je omezený pouze na již stávající deprese, v nichž byla v některých případech zjištěná mladší generace menších sníženin.

## PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek byl vytvořen v rámci řešení projektu TAČR Program aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí: Prostředí pro život - Rizikové geofaktory, řešeného v letech 2020 až 2026. Autoři děkují recenzentům prof. RNDr. Slavomírovi Nehybovi, Dr., a doc. RNDr. Karlovi Kirchnerovi, CSc., za zajímavé podněty vedoucí ke zkvalitnění článku.

## LITERATURA

- BÍL, M., KUBEČEK, J., 2012: Piping in loess-like and loess derived soils: case study of Halenkovice site, Czech Republic. - *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 82, 45-50.
- BRUTHANS, J., BRUTHANS, V., 2021: Ponorná sprašová jeskyně ve sprašových hlínách u Dolních Věstonic. - *Speleofórum*, 40, 68-69.
- BUBÍK, M., ED., ČTYROKÝ, P., HAVLÍČEK, P., NOVÁK, Z., PETROVÁ, P., 1998: Účelová geologická mapa 1 : 25 000 Hodonínsko. List 34-221 Kyjov. - MS, Česká geologická služba Geofond. Praha.
- BUDAY, T., DLABAČ, M., 1942: Vrt na naftu M-29, Dubňany. - MS, Česká geologická služba Geofond Praha.
- BUCHTA, Š., 1993: Vídeňská pánev. - In: Přichystal, A., Obstová, E., Suk, M. (Eds.): *Geologie Moravy a Slezska*. - 129-132. Moravské zemské muzeum, Sekce geologických věd - Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. Brno.

- CÍLEK, V., 1997: Sufozní systém ve sprašové roklí v Zeměchách u Kralup. – *Speleo*, 25, 19–23. Česká speleologická společnost.
- CZUDEK, T., 1997: Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. – *SURSUM* Tišnov, 213 p.
- ČTYROKÝ, P., 1999: Geologická mapa 1 : 500 000 moravské části vídeňské pánve. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1998*, 88–91.
- ČTYROKÝ, P., 2000: Nové litostratigrafické jednotky pannonu vídeňské pánve na Moravě. – *Věstník Českého geologického ústavu*, 75, 2, 159–170.
- DEMEK, J., MAC KOVČIN, P. (Eds.) a kol. 2014: Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 519 p.
- FALTÝN, KILÁNEK, 1952: Důl Ivanka – Dubňany, výpočet zásob lignitu, stav k 30. 9. 1952. MS, Česká geologická služba Geofond Praha.
- GOUDIE, A., 2003: Encyclopedia od Geomorphology. – Routledge Taylor&Francis Group. 1200 p.
- HONEK, J., HOŇKOVÁ, K., ČEPELOVÁ, L., SCHEJBAL, C., STANĚK, F., HOMOLA, V., JELÍNEK, J., CYROŠ, J., MACHALÍNEK, M., BEŇÁK, P., ELIÁŠ, M., JIŘÍČEK, R., POLICKÝ, J., HONEK, O., 2001: Jihomoravský lignitový revír. Komplexní studie. – *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava*. Rok 2001, ročník XLVII, řada hornicko-geologická, monografie 3. 277 p.
- HONĚK, J., FRANCŮ, J., DOLÁKOVÁ, N., KRÁSNÝ, J., MIKULÁŠ, R., PEŠEK, J. ED., PÍPÍK, R., SÝKOROVÁ, I., TOMANOVÁ PETROVÁ, P., 2010: Vídeňská pánev. – In: Pešek, J. (Ed.): Terciérní pánve a ložiska hnědého uhlí České republiky. 334–375. – Česká geologická služba. Praha.
- CHYBOVÁ, Z., HRUŠKA, J., PÍCHA, B., 1991: Mapování sufoze v podloží lignitové slaje geofyzikálními metodami, lokalita: Svatobořice – Místřín. – MS, Česká geologická služba Geofond Praha.
- ILČÍK, V., ONDRA, M., 1975: Dubňany – lignit (dubňanská loj). – JLD Hodonin. MS, Česká geologická služba Geofond Praha.
- KIRCHNER, K., 1987: Sledování vývoje sufozních tvarů v oblasti Vsetína. – *Československý kras*, 38, 129–132.
- KOS, P., RAŠOVSKÝ, V., 2001: Nové poznatky z průzkumu sprašového pseudokrasu pod Pavlovskými vrchy v roce 2000. – *Speleo fórum 2001.*, 20, 22–27. Česká speleologická společnost.
- KOVÁČ, M., BARÁTH, I., NAGYMAROSY, A., 1997: The Miocene collapse of the Alpine-Carpathian-Pannonian junction: an overview. – *Acta Geologica Hungarica*, 40, 3, 241–244.
- KRÁL, V., 1975: Sufoze a její podíl na současných geomorfologických procesech v Čechách. – *Acta Universitatis Carolinae*, 1–2, 23–30.
- KREJČÍ, B., 1984: Ratiškovice – důl Osvobození – jv. část, Závěrečná zpráva. – MS, Česká geologická služba Geofond Praha.
- KREJČÍ, O., BALDÍK, V., FRANCŮ, J., GILÍKOVÁ, H., JANDERKOVÁ, J., KREJČÍ, V., NOVOTNÝ, R., PALEČEK, M., SEDLÁČEK, J., SEDLÁČKOVÁ, I., SKÁČELOVÁ, Z. TOMANOVÁ PETROVÁ P., 2014: Činnosti v rámci aktualizace geofaktorů (zejména radon, svahové nestability, geochemie horninového prostředí a podzemních vod) v databázích a mapových dokumentech (etapa 2014) a identifikace oblastí postižených sufozi. – MS, Česká geologická služba Geofond Praha.
- KREJČÍ, O., KREJČÍ, V., BIL, M., 2023: The influence of the pull-apart origin of the Vienna basin on the high density of landslides in the adjacent Flysch sediments. – *Landslides*, 20, 2317–2326. DOI 10.1007/s10346-023-02102-x.
- KRÖLL, A. – GNOJEK, I. – HEINZ, H. – JIŘÍČEK, R. – MEURERS, B. – SEIBERL, W. – STEINHAUSER, P. – WESSELY, G. – ZYCH, G., 1993: Wiener Becken und angrenzende Gebiete. Geologische Themenkarten der Republik Österreich, Geologische Bundesanstalt Wien.
- PAPP, A., 1951: Das Pannon des Wiener Beckens. – *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, 47, 35–48.
- ROYDEN, L., 1985: The Vienna Basin: A thin-skinned pull-apart basin. – In: Biddle, K. T., Christie-Blick, N. (Eds.): Strike-slip formation and sedimentation, Special Publications. – The Society Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM), 37, 319–338.
- STRÁNÍK, Z., BUBÍK, M., GILÍKOVÁ, H., TOMANOVÁ PETROVÁ, P. (2021): Geologie Vnějších Západních Karpat a jihovýchodního okraje Západoevropské platformy v České republice. Praha: Česká geologická služba.
- TOMANOVÁ PETROVÁ, P. ED., ADAMOVÁ, M., BUBÍK, M., GNOJEK, I., HAVLÍČEK, P., HUBATKA, F., KYCL, P., NOVÁK, Z., HAVLÍN NOVÁKOVÁ, D., ŠIKULA, J., 2008: Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, list 34-223 Hodonin. – Česká geologická služba Geofond Praha.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

- Poddolovaná území. In: Důlní díla a poddolování [online]. Praha: Česká geologická služba. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/dulni\\_dila\\_poddolovani/](https://mapy.geology.cz/dulni_dila_poddolovani/). [cit. 2024-06-30]
- <https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap.html?typ=lms&i drastru=WMSA08.1963.KYJO86.02069&bz=-570844.39,-1192681.62>. [cit. 2024-06-30].
- ZABAGED® - Výškopis - DMR 5G. Digitální model reliéfu České republiky 5. generace. <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/> [cit. 2024-06-30].
- ASGI - Databáze archivu zpráv a posudků. [Http://www.geology.cz/app/asgi/](http://www.geology.cz/app/asgi/) (shlédnuto 30. 6. 2024).
- Geologická mapa 1 : 50 000, Klad listů ZM50. In: Geovědní mapy 1 : 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>. [cit. 2024-06-30]
- Přehled mapovacích oblastí. In: Geovědní mapy 1 : 25 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2024-07-29]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr25/>. [cit. 2024-06-30]
- Mapované svahové deformace, Oblasti mapování svahových deformací, Registrační záznamy. In: Svahové deformace [online]. Praha: Česká geologická služba. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/svahove\\_deformace/](https://mapy.geology.cz/svahove_deformace/). [cit. 2024-06-30]
- Rozcestník aplikací ČGS: <https://cgs.gov.cz/mapy-a-data/aplikace>