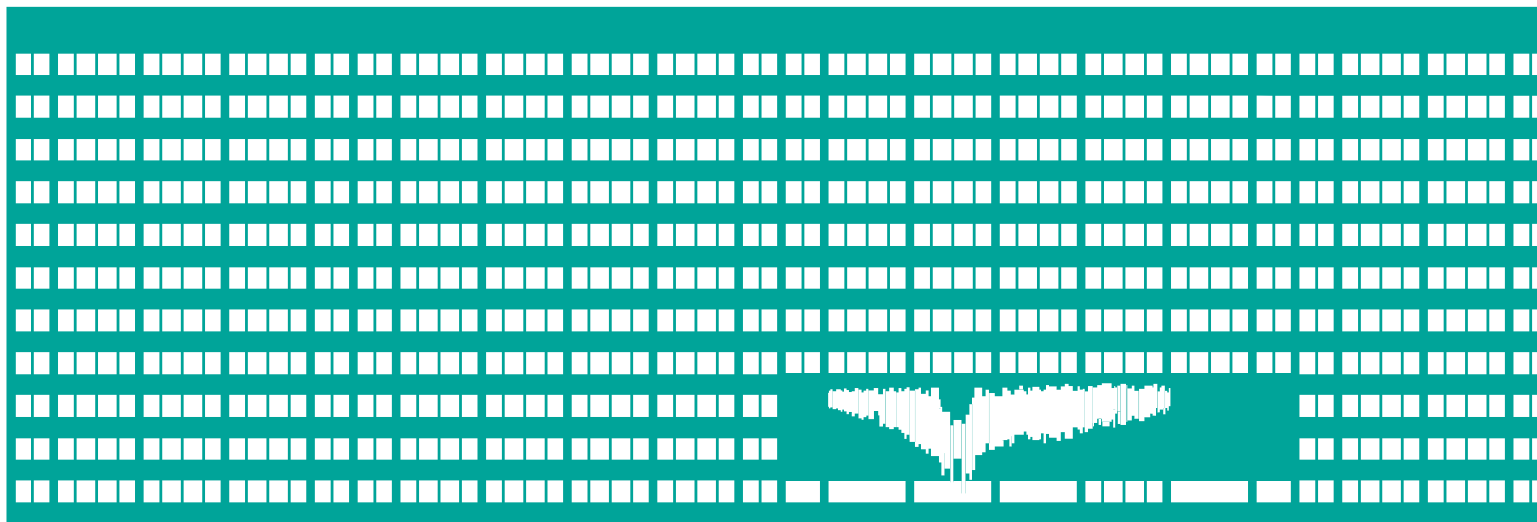


VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



Národní
plán
obnovy

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

[WWW.VSB.CZ](http://www.vsb.cz)

Transformace formy a obsahu vysokoškolského vzdělávání na VŠB-TUO
NPO_VŠB-TUO_MSMT-16605/2022



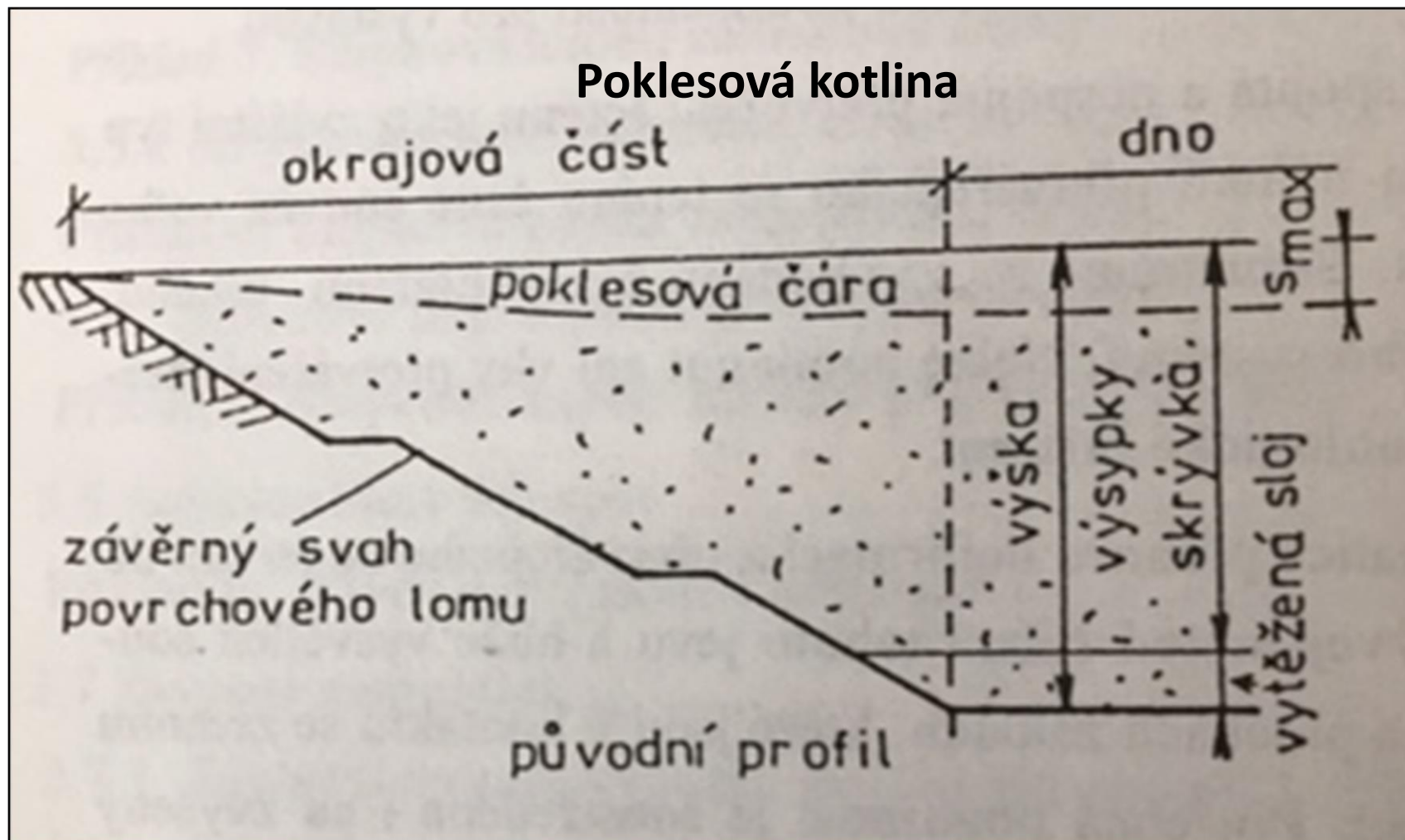
Poddolované území, základní charakteristika

Prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.

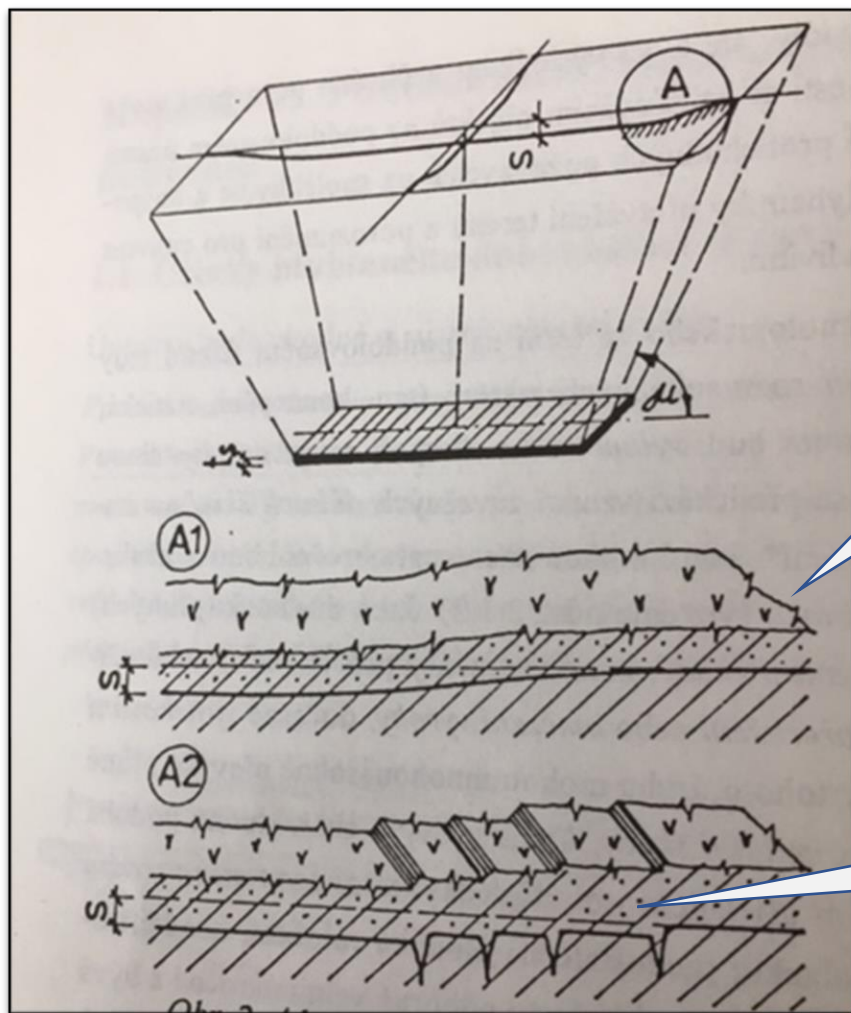
Účinky hlubinného dobývání na povrch

Poddolované území charakterizujeme jako území v dosahu účinků důlní hlubinné těžby užitkových nerostů. Povrchové objekty jsou v době své životnosti vystaveny vlivu deformací terénu.

Zajištění stavebního objektu nebo technologického zařízení na poddolovaném území chápeme jako souhrn účinných opatření různého charakteru, která vyloučí nebo alespoň omezí na přijatelnou míru očekávané vlivy poddolování.



Zdroj: Bradáč, J.: Stavby na poddolovaném území I.



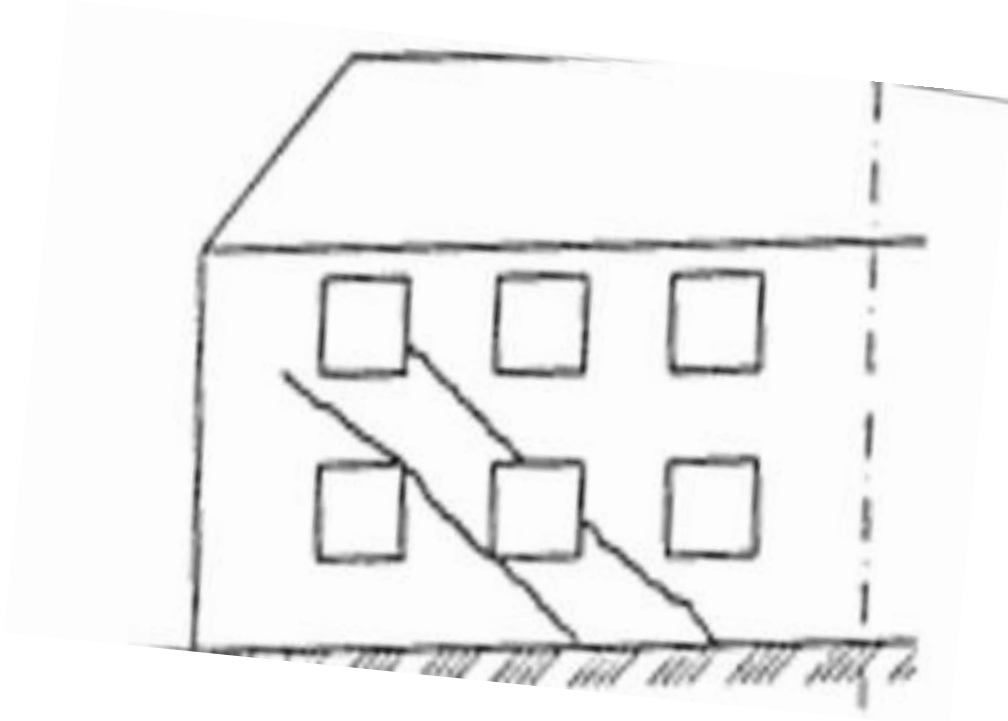
Spojité okraj
poklesové kotliny

Nespojitý okraj
poklesové
kotliny

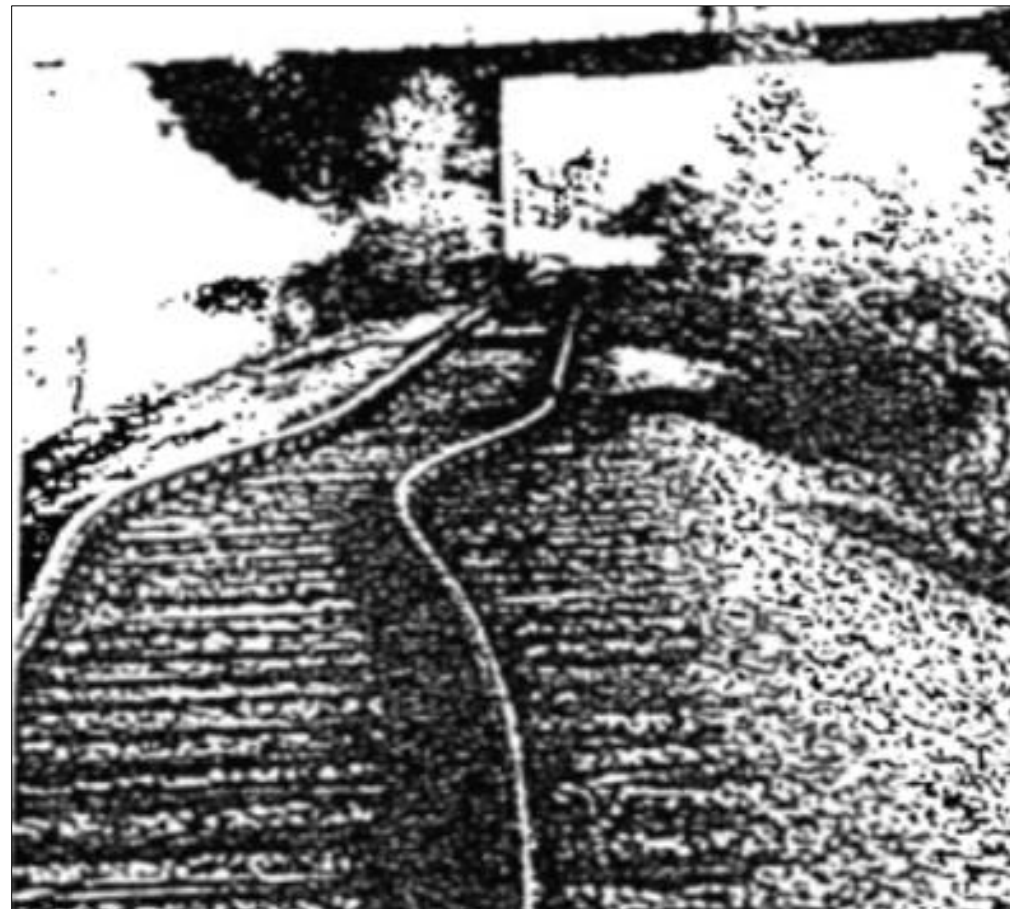
μ

Mezní úhel vlivu nabývá hodnot:

- pokryvné horniny mokré 40-45°
- pokryvné horniny suché 50°
- karbonové horniny málo pevné 65°
- karbonové horniny středně pevné 70-75°
- karbonové horniny pevné 70-75°
- karbon (OKR) 65°
- terciér (OKR) 55°



Trhliny ve stěnách zděného objektu od účinku protažení terénu



Deformace koleje na Karvinsku s výraznými vodorovnými posuvy

Přetvoření terénu a parametry poklesové kotliny

- Dobývání porubem: v okolním horninovém masívu se mění původní geostatický nebo tektonický stav napjatosti, který je přetvářen posuvem hornin z nadloží do vyrubaného prostoru.
- Dlouhé báňské dílo: (typ štola nebo chodba) vlivem klenbového působení hornin se účinky na povrchu území projevují již od nevelké hloubky.
- Souvislé plošné báňské dílo: v závislosti na hloubce dobývání, geologické stavbě nadloží, mocnosti sloje a způsobu dobývání se s časovým odstupem vytváří **poklesová kotlina**.

Hloubka a půdorysné rozměry poklesové kotliny

Hloubka a půdorysné rozměry poklesové kotliny jsou závislé především na:

- Hloubce dobývání,
- Mocnosti dobývané sloje,
- Mezním úhlu vlivu dobývání na povrch.

Hloubka poklesové kotliny poroste s mocností dobývané sloje a bude klesat s její hloubkou pod povrchem území, a to až do hloubky, kdy se na povrchu vytvoří tzv. plná účinná plocha.

V poklesové kotlině lze vymežit vnitřní tzv. **uklidněnou část**, která má prakticky stejnou hloubku poklesu a dále **okrajová pásma**, která jsou rozhodující pro návrh zajištění povrchového objektu.

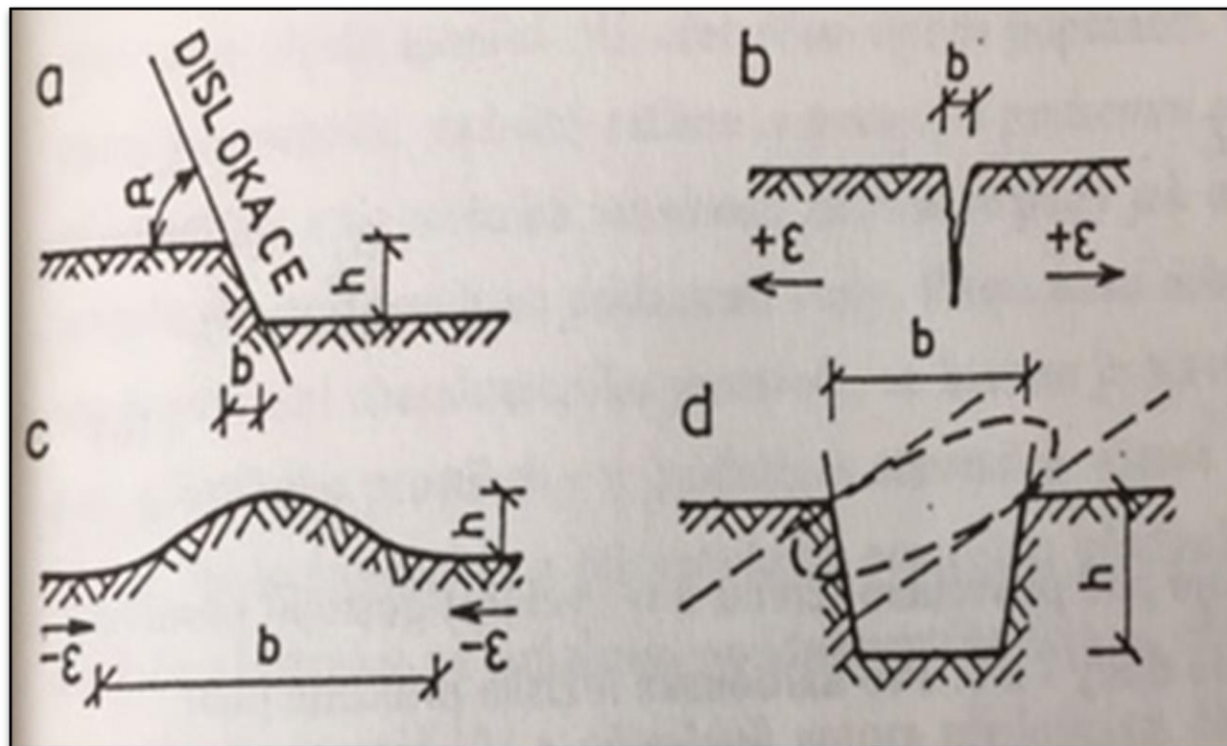
Při menších poklesech terénu a příznivé geologické stavbě nadloží je tvar krajové části poklesové kotliny **spojitý** (plynulý), typický pro dobývání slojí z větší hloubky pod terénem a při velkých poklesech terénu a nepříznivých geologických a tektonických podmínkách v nadloží dobývané sloje je tvar poklesové kotliny **nespojitý** (projevy: trhliny, propady, propadliny, terénní vlny).

Nespojitá přetvoření terénu

Nespojitá přetvoření terénu vyvolaná překročením pevnosti zeminy v tahu nebo smyku. Jsou nebezpečnější pro povrchové objekty

Charakter:

- Terénní stupeň (a)
- Trhliny (b)
- Terénní vlny (c)
- Propadliny (nálevkové, příkopové), (d)



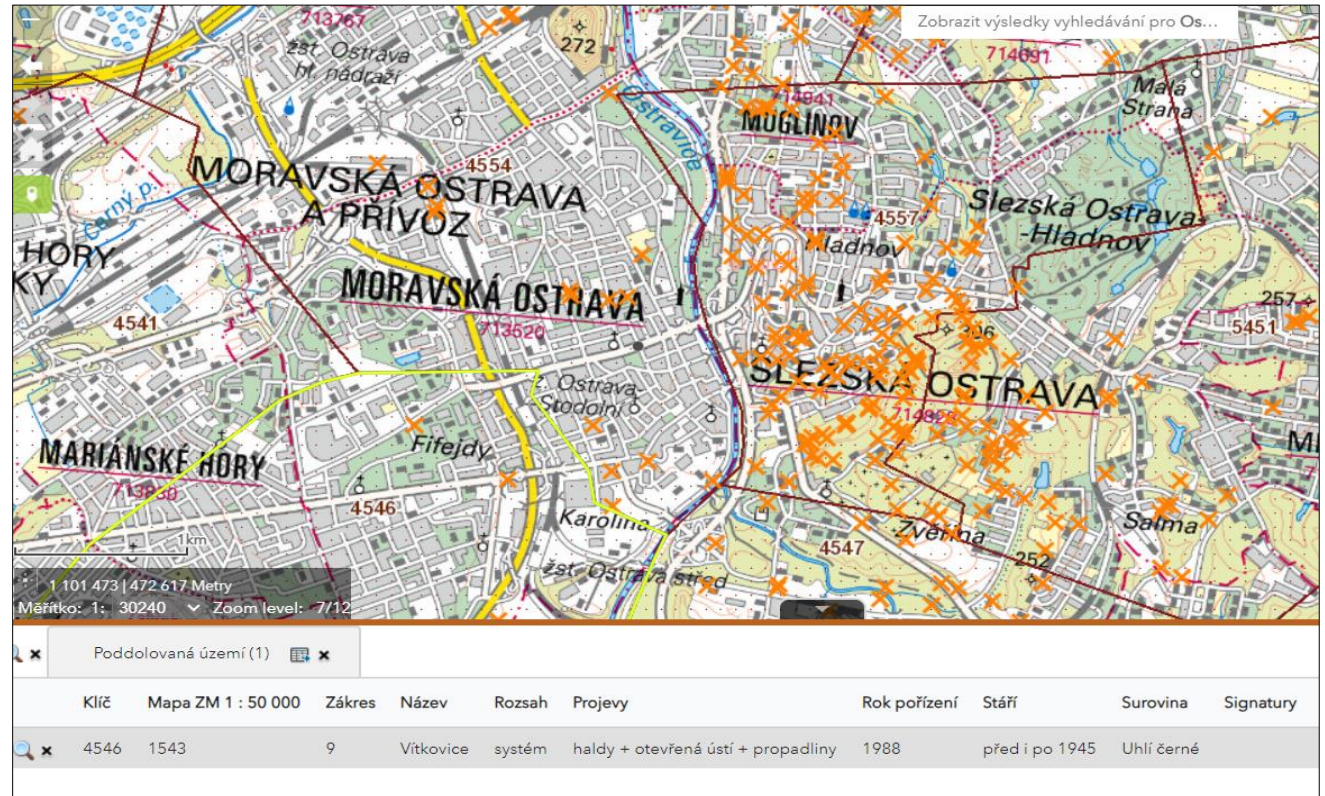
Zdroj: Bradáč, J.: Stavby na poddolaném území I.

Časový faktor spojitých přetvoření terénu

Časový faktor povrchových projevů poddolování (pro podmínky OKR), průběh poklesů terénu jako funkce času.

Důlní díla a poddolování
Česká geologická služba

Příklad zákresu – Ostrava,
mapový podklad



Zdroj: Důlní díla a poddolování (geology.cz)

Požadavky na inženýrskogeologický průzkum

- IGP je výchozím podkladem pro návrh zajištění objektu proti důlním vlivům.
- Sledujeme změny vodního režimu, změny v proudění vody.
- Základové poměry na poddolovaném území se považují vždy za složité.
 - a) Zásady pro 2.geotechnickou kategorii (konstrukce nenáročné).
 - b) Zásady pro 3.geotechnickou kategorii (konstrukce náročné).
- IGP sledujeme aktuální stav území a předpokládané dopady.

Kategorizace stavenišť na poddolovaném území

Pro posouzení použitelnosti staveniště na poddolovaném území je rozhodující:

- Druh a intenzita přetvoření terénu (skupina stavenišť).
- Základové poměry, hydrogeologické, hydrologické podmínky.
- Druh a význam zajišťovaných objektů.

Skupiny stavenišť na poddolovaném území podle zadaných parametrů přetvoření terénu



Skupina stavenišť	Parametr přetvoření terénu		
	Vodorovné poměrné přetvoření ε	Poloměr zakřivení R [km]	Naklonění i [rad] ²⁾
I ¹⁾	$\varepsilon > 7 \cdot 10^{-3}$	$R < 3$	$i > 10 \cdot 10^{-3}$
II	$7 \cdot 10^{-3} \geq \varepsilon > 5 \cdot 10^{-3}$	$3 \leq R < 7$	$10 \cdot 10^{-3} \geq i > 8 \cdot 10^{-3}$
III	$5 \cdot 10^{-3} \geq \varepsilon > 3 \cdot 10^{-3}$	$7 \leq R < 12$	$8 \cdot 10^{-3} \geq i > 5 \cdot 10^{-3}$
IV	$3 \cdot 10^{-3} \geq \varepsilon > 1 \cdot 10^{-3}$	$12 \leq R < 20$	$5 \cdot 10^{-3} \geq i > 2 \cdot 10^{-3}$
V	$1 \cdot 10^{-3}$ a méně	20 a více	$2 \cdot 10^{-3}$ a méně

¹⁾ Do skupiny I patří i staveniště s předpokládaným výskytem nespojitých přetvoření terénu. Terénní stupně a vlny o výšce menší než 100 mm a trhliny o šířce menší než 100 mm se zařadí do skupiny stavenišť II. O zařazení stavenišť podle této tabulky rozhoduje nejméně příznivá hodnota zadaného parametru přetvoření terénu.

²⁾ V oboru praktických hodnot se využívá relace $\sin i \approx \operatorname{tg} i \approx i$

Zdroj: Bradáč, J.: Stavby na poddolovaném území I.

Výběr staveniště

Staveniště

- Účinky dozněly.
- Účinky se projeví až po vyčerpání předpokládané doby životnosti objektu.

Z hlediska základových, hydrogeologických a hydrologických podmínek mohou být staveniště na poddolovaném území:

- Nevhodná,
- Nepříznivá,
- S nepříznivými podmínkami při vysoké hladině podzemní vody.

Zásady pro navrhování objektů na poddolovaném území

Zásady pro navrhování objektů na poddolovaném území chápeme jako soubor opatření ke stavebním objektům, zajištění jejich spolehlivosti v době působení účinků hlubinné těžby.

Způsob zajištění závisí na:

- a) Zadaném druhu a intenzitě účinků poddolování,
- b) Zadané době působení a časovém průběhu důlních vlivů,
- c) Významu, stáří a předpokládané době životnosti objektu,
- d) Konstrukčním uspořádání objektu,
- e) Požadavcích, které plynou z funkce technologického zařízení.

Zajištění objektů provádíme: předem (výstavba) a dodatečně, po etapách.

Zatížení důlními otřesy

DŮLNÍ OTŘESY = TECHNICKÁ SEIZMICITA

Indukovaná seizmicita: zatížení vyvolané pohybem základové půdy, které se projevuje pohybem objektů.

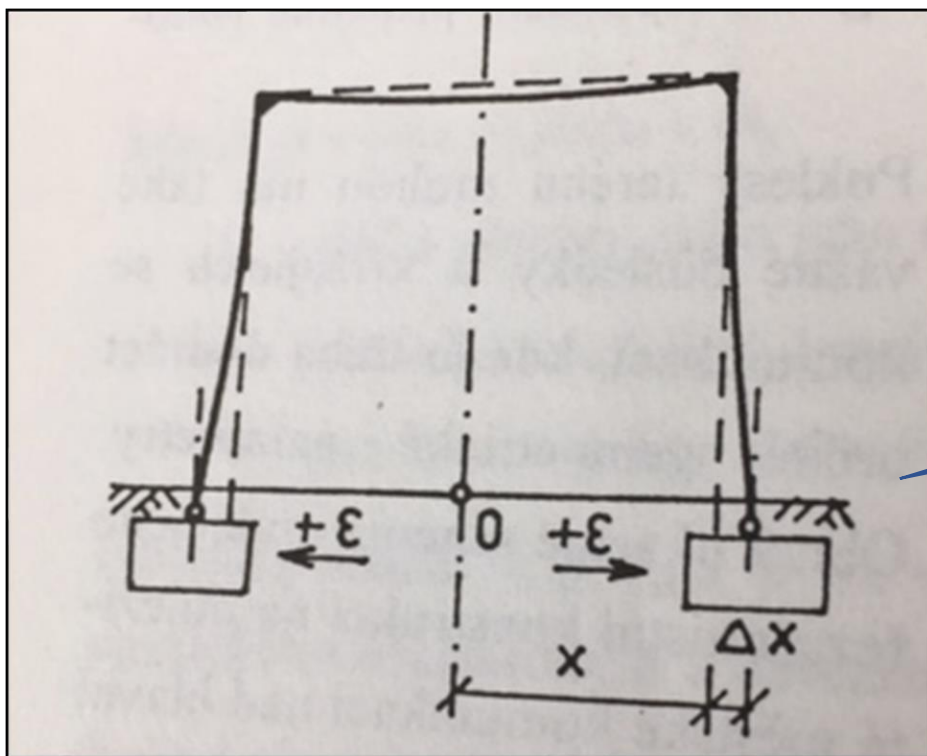
- a) Nahodilé krátkodobé zatížení (častý výskyt)
- b) Mimořádná zatížení (výjimečný výskyt)

Rozdělení objektů z hlediska citlivosti vůči důlním otřesům:

- Odolné objekty, které nevyžadují žádné zajištění (prostorově velmi tuhé objekty).
- Částečně odolné objekty (uvažuje se vznik odstranitelných důlních škod), objekty se nezajišťují.
- Objekty, které vyžadují protiseizmické zajištění.

Účinky vodorovných přetvoření terénu

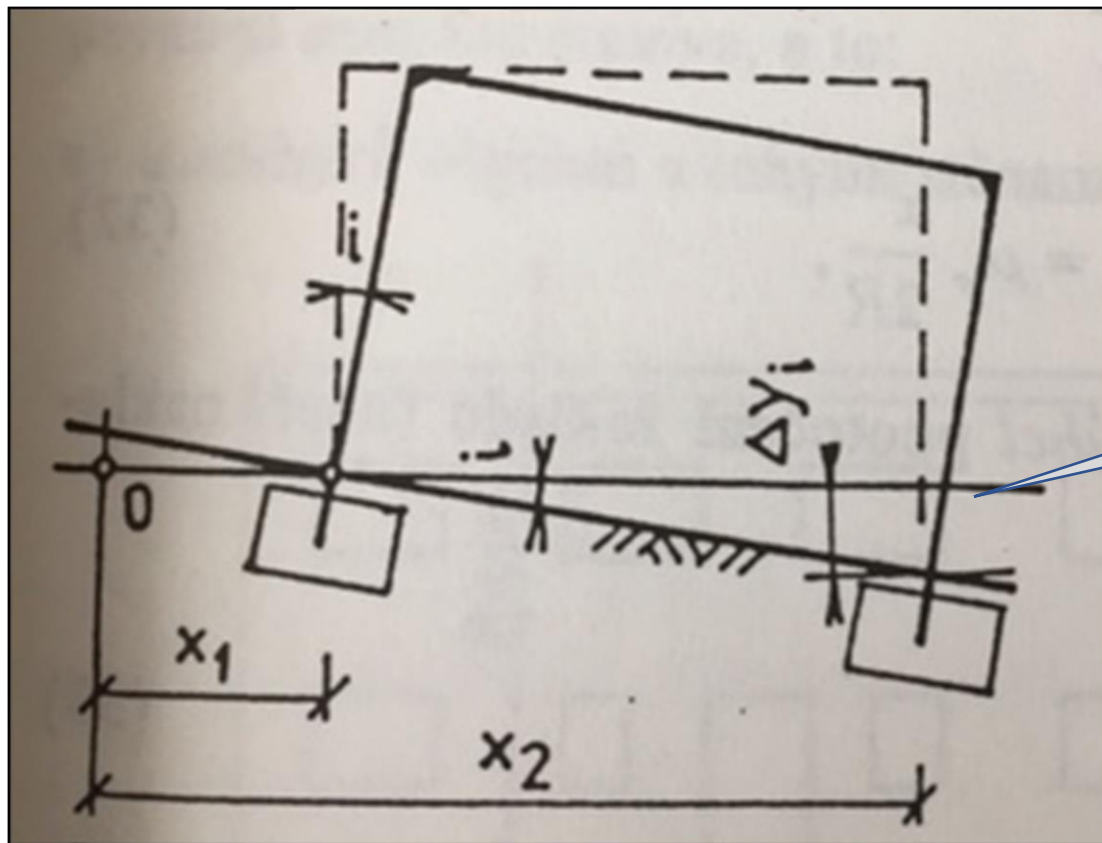
Vodorovná přetvoření terénu (tahová nebo tlaková) představují nejnebezpečnější účinek na povrchové objekty.



Zatížení rámové konstrukce
vodorovným přetvořením terénu

Zdroj: Bradáč, J.: Stavby na poddolaném území I.

Účinky naklonění terénu



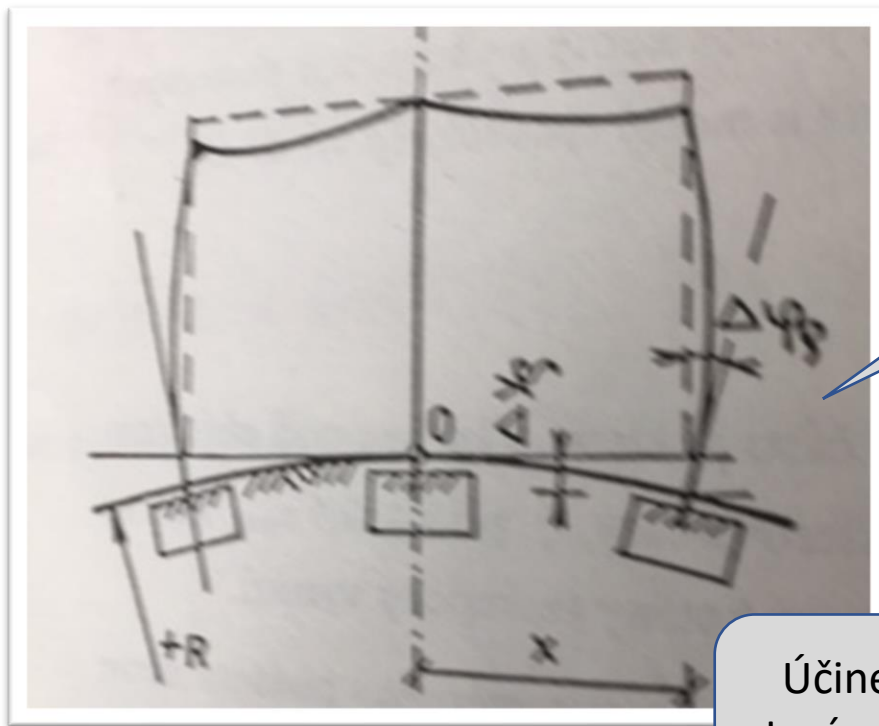
Nerovnoměrný pokles jako
důsledek naklonění terénu

Transformace formy a obsahu vysokoškolského vzdělávání na VŠB-TUO

NPO_VŠB-TUO_MSMT-16605/2022

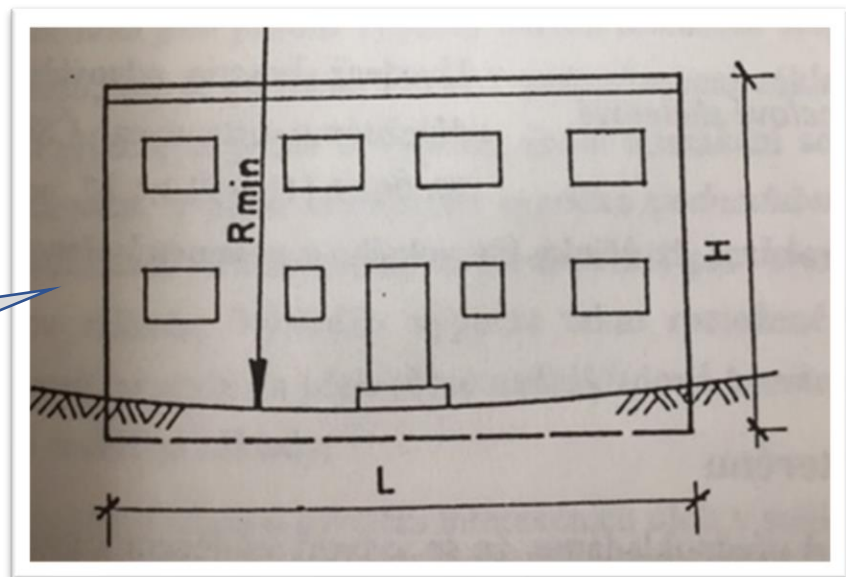
Zdroj: Bradáč, J.: Stavby na poddolovaném území I.

Účinky zakřivení terénu



Nerovnoměrný pokles a změna úhlu naklonění podzákladí účinkem zakřivení terénu

Účinek zakřivení terénu na zděné a panelové objekty



Požadavky na konstrukce

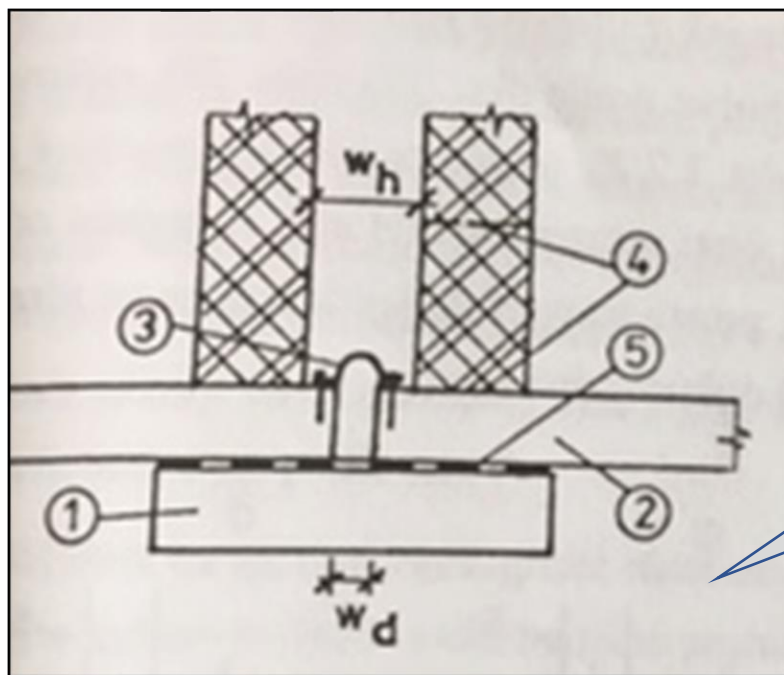
- Objekt má mít co nejmenší půdorysné rozměry.
- Půdorysně větší objekty se dělí na menší dilatační celky.
- Jednoduchý půdorysný tvar.
- Každý dilatační celek má být založen v jedné výškové úrovni.
- Překlady oken a dveří mají být spojeny ztužujícími věnci.
- Tuhé zděné nebo panelové objekty musí mít zajištěné svislé nosné konstrukce vodorovným ztužením po celém půdorysu dilatačního celku (základy, nad stropem suterénu, v úrovni nejvyššího podlaží).
- Výplňové konstrukce , fasádní prvky, apod. musí mít dilatační vůli (poddajnost). Nesmí dojít k drcení ani uvolnění.
- Schodiště ŽB monolitické, nebo ocelové prvky. Montované schodiště je potřeba zajistit proti posunu či jinému pohybu. Nesmí se používat konzolově vyložené schody nebo schodiště sestavené z malých dílců.

Zakládání a základové konstrukce

- Zakládání na málo stlačitelných zeminách nebo na skalních zeminách – zřizujeme hlinitý nebo hlinitopísečný polštář v tl. 300 mm, materiál dle výsledků IGP.
- Na staveništích s očekávaným vznikem nespojitých přetvoření terénu volíme zpravidla tuhé základy (základové bloky, vysoké základové rošty, pásy, základové desky).
- Materiál základů železobeton, předpjatý beton.

Dilatační a kluzná spára

Dilatační spáry mají být rovinné, nelomené a po celou dobu objektu mají zůstat nevyplněné, musí procházet celým objektem vč. střechy a základů.



- 1 – plovoucí základový pás
- 2 – základová deska
- 3 – kryt dilatační spáry
- 4 – otvory pro čištění
- 5 – kluzná spára

Zdroj: Bradáč, J.: Stavby na poddolovaném území I.

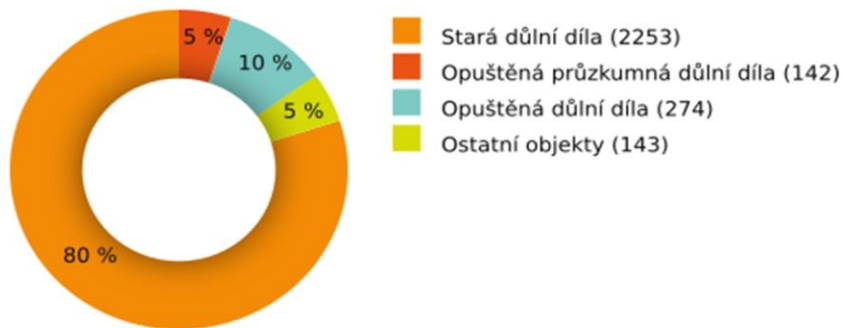
Důlní díla a jejich evidence

Rozlišují se:

- **stará důlní díla (SDD)** dle definice v § 35 horního zákona,
- **opuštěná průzkumná důlní díla (OPDD)**, provozovaná ze státních prostředků v rámci geologického průzkumu, která nebyla po ukončení prací předána těžbě,
- **opuštěná důlní díla (ODD)**, díla mimo provoz, která mají svého majitele nebo jeho právního nástupce,
- **ostatní objekty (jiné)**, většinou podzemní prostory, které byly vyraženy za jiným účelem než pro těžbu a průzkum nerostných surovin.

Zastoupení jednotlivých kategorií v registru SDD

Stav k 1. 1. 2018.



V případě, že jde o staré důlní dílo, které ohrožuje zákonem chráněný obecný zájem, přebírá odpovědnost za jeho sanaci v nezbytně nutném rozsahu stát prostřednictvím [Ministerstva životního prostředí](#).

Evidence důlních děl

příklad evidence s popisem důlního díla

Stará důlní díla

Činnost výkonu SGS, prováděná z pověření MŽP:

Vedení registru starých důlních děl ve smyslu § 35 zákona ČNR č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů a § 1, 2 vyhlášky MŽP ČR č. 363/1992 Sb., o zjišťování starých důlních děl a vedení jejich registru.

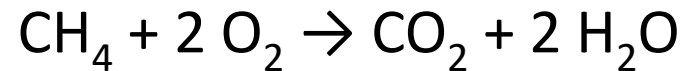


Starým důlním dílem se podle tohoto zákona rozumí důlní dílo v podzemí, které je opuštěno a jehož původní provozovatel ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám. Podle úpravy platné od roku 2002 je starým důlním dílem také opuštěný lom po těžbě vyhrazených nerostů, jehož původní provozovatel ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám. Oznamovací povinnost je **všeobecná**, což je uvedeno v odst. 5 tohoto zákona ("Kdo zjistí staré důlní dílo nebo jeho účinky na povrch, oznámí to bezodkladně ministerstvu životního prostředí České republiky."). V §1, odstavci 2 výše uvedené prováděcí vyhlášky se uvádí, že "v oznámení starého důlního díla nebo jeho účinků na povrch se uvede místo a čas zjištění a stav nebo rozsah poškození povrchu, například velikost propadliny".

Do registru starých důlních děl jsou zařazována všechna došlá oznámení. V rámci jednotlivých oznámení může být uvedeno i více důlních děl (objektů). Vlastní registr je veden formou složek, obsahujících záznamový list, výřez mapy s lokalizací díla, vyjádření ČGS pro MŽP, veškerou korespondenci a další související materiály. K registru patří i tzv. dokladová část, zahrnující plány zabezpečení, závěrečné technické zprávy a další pomocné zprávy a posudky. Tyto materiály jsou uloženy pod samostatnými signaturami v [archivu Geofond](#). Následným setřením ČGS jsou oznámené objekty zařazeny do příslušných kategorií.

Důlní plyny - metan

- Methan může reagovat explozivně s kyslíkem



- Bod samozážehu je velmi vysoký.

595 °C, teplota vznícení při koncentraci 8,5 % je 537 °C

- Stačí např. elektrická jiskra nebo otevřený plamen a směs methanu se vzduchem může být přivedena k výbuchu.
- Proto je nezbytně nutné průběžně sledovat koncentraci methanu (důlního plynu) v uhelných dolech, aby se předešlo katastrofám. Podobně prudce může methan reagovat i s plynným chlorem, je-li reakce iniciována prudkým zahřátím. Za normální teploty probíhá pomalu čtyřstupňově za vzniku chlorovaných derivátů methanu



Území – Metan - Stavby

Stavební využívání území, kde je výskyt metanu, je možné za předpokladu, že budou pro výstavbu stanovena a provedena bezpečnostní opatření a zajišťovací protimetanová opatření.

- Zajištění bezpečného provádění stavby.
- Zajištění podmínek bezpečného užívání stavby.
- Zajištění ochrany zdraví při práci.
- Výstupy důlních plynů je považováno za trvale obecné ohrožení.



Zajištění místa výskytu metanu. foto: DIAMO

Ochrana

Návrh řešení:

- Omezení výstupů důlních plynů
- Zohlednění hustoty zástavby
- Typ stavebního objektu
- Způsob užívání objektu
- Míra ohrožení každé jednotlivé stavby

Prevence

Prevence: souvisí a navazuje na výsledky prognózy, zaměřuje se na provedení protimetanových opatření (k ochraně zdraví, života obyvatelstva a majetku a k zabránění vzniku krizového stavu ve stavbě).

- **Pasivní ochrana:** monitorovací systémy na bázi snímačů koncentrace metanu ve stavebních objektech.
- **Aktivní ochrana:** realizuje se formou stavebního řešení (těsnění, přirozené a nucené větrání, aj.).

Kontrolní činnost

Prognóza: odhad vývoje v daném prostředí a v daném období.

- a) Analytická část: popis problému, souvislosti a historické souvislosti, přehled zrealizovaných i nezrealizovaných opatření, řešení majetkoprávních vztahů, výsledky monitorování výstupu důlních plynů na povrch.

- a) Průzkumná část: geofyzikální a vrtný průzkum, přehled o ovlivněné zástavbě (průmyslové zóny, bytové zóny, inženýrské sítě (nadzemní i podzemní); měření a návrh preventivního opatření.

Vyhodnocení výstupů důlních plynů ve stavebních objektech, měření

- Výsledky měření jsou doloženy protokolem o zkoušce (měření provádí Akreditované zkušební laboratoře/AZL).
- Měření se provádí při poklesu barometrického tlaku a zaměřuje se na vyhledávání CH₄ v předpokládaných místech jeho hromadění, hledáme místo pronikání důlního plynu do stavebního objektu.
- Měření se provádí opakovaně – navrhujeme řešení, odplyňování v podloží stavby, ev. likvidace objektu (havarijní stav).

Preventivní protimetanová opatření

- Zvýšení výměny vzduchu v suterénních prostorech (přenos metanu do vyšších pater).
- Zabránění metanu ze suterénních prostor do vyšších podlaží zvýšením těsnosti kontaktních konstrukcí utěsněním trhlin, vstupů, apod.
- Odvětrání metanu z podlaží stavebního objektu a jeho nejbližšího okolí.

Pasivní prevence

- Monitorování ovzduší v prostoru možného zaplynování.
- Je-li koncentrace metanu v rozmezí 0,1-0,5% CH₄, instalujeme měřící zařízení, snímače koncentrace metanu.
- Snímáme:
 - a) Metan (CH₄)
 - b) Oxid uhličitý (CO₂)
 - c) Kyslík (O₂)
 - d) Barometrický tlak (hPa)
 - e) Teplota (°C)

Nevhodná místa pro snímače

- Uzavřený prostor se špatnou cirkulací (nábytek, záclony, závěsy).
- Prostor v blízkosti dveří, oken a větracích otvorů.
- Umístění na přeclady, nosníky.
- Místa, kde je klimatizační jednotka.
- Okolí ventilátorů.
- Prostor s proměnlivou teplotou (-10°C, + 40°C).
- Místa vlhká, mokrá, zaprášená.

Aktivní systém ochrany stavby

- a) Zabránění migrace metanu z podzemních prostor do vyšších podlaží staveb těsněním kontaktních konstrukcí.
- a) Zvýšením výměny vzduchu v podzemních prostorech.
- a) Odvětrání metanu z podloží a jeho nejbližšího okolí.

Metan a příroda

- Metan vzniká, kromě důlní hlubinné činnosti, také činností mikroorganismů při rozkladu organické hmoty v prostředí bez přítomnosti kyslíku. To je společné pro většinu jak antropogenních, tak přírodních zdrojů metanu.
- Podle současných dat emise metanu ze zdrojů spojených s lidskou činností převažují a tvoří zhruba 60 %. Zbylých 40 % vytváří příroda, zejména mokřady a vnitrozemské vody jako jezera, vodní nádrže a řeky.
- Lidské (antropogenní) zdroje emisí metanu jsou sice různorodé, ale kombinací již dobře známých a proveditelných opatření napříč sektory lze dosáhnout jejich snížení o desítky procent a zpomalit tak oteplování planety. U metanu, který vzniká v přírodě, něčeho takového docílíme jen těžko (zdroj: A. Bednařík: „Metan: kromě lidské činnosti jej produkuje i sama příroda. V čem je potenciál metanu při zmírňování změn klimatu?“, www.tzb-info.cz).

Děkuji za pozornost

Prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.

Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava
Katedra pozemního stavitelství

Kontakt:

e-mail: darja.kubeckova@vsb.cz

Tel.: +420 596 991 306