

Ložisková hydrogeologie

An aerial photograph of a large, irregularly shaped reservoir with clear blue water. The reservoir is surrounded by a mix of green fields, some brown plowed fields, and clusters of trees. In the background, there are rolling hills under a clear blue sky with a few wispy clouds. The overall scene is a rural landscape.

VI. Topografická hydrogeologie ČR

Ložiska štěrků a písků

Hydrogeologická pozice ložisek štěrků a písků:

- Nad hladinou podzemní vody
- V úrovni a pod hladinou podzemní vod

Těžba štěrků a písků nad hladinou podzemní vody:

- Vyšší terasy velkých řek
- Slabě stmelené pískovce (např. sklářské nebo slévárenské písky)
- Rozvětralé krystalické horniny (např. v Brně granodiority)
- Váté písky (Bzenec)

Ložiska písků a štěrků nad hladinou podzemní vody zpravidla nemají problémy s podzemní vodou. Určité problémy mohou vznikat při těžbě jámové, pokud v podloží je nepropustná hornina, která zadržuje srážkové vody.



Ložiska štěrků a písků

Těžba štěrků a písků pod hladinou podzemní vody:

Ložiska štěrků a písků pod hladinou podzemní vody se zpravidla neodvodňují a těží se pod vodou (bagry se spodní lžící, drapákové bagry, korečkové bagry)

Hlavní hydrogeologické problémy při těžbě štěrkopísků pod hladinou podzemní vody jsou:

- Změna úrovně hladiny podzemní vody v okolí vytěženého prostoru a změny směrů proudění podzemní vody
- Vliv těžby na kvalitu podzemních vod
- Vztahy mezi jímacími územími a štěrkovišti v údolích řek
- Vliv změn výparu a infiltrace srážek na tvorbu podzemních vod
- Způsob rekultivace území štěrkoviště
- Změny mikroklimatu v okolí velkých štěrkovišť

Největší štěrkoviště jsou na Moravě v údolích řek Moravy a Bečvy (Mohelnice, Přerov, Hulín, Ostrožská Nová Ves) a uvažuje se o otevření dalších, vzhledem k vysoké poptávce po stavebních hmotách.

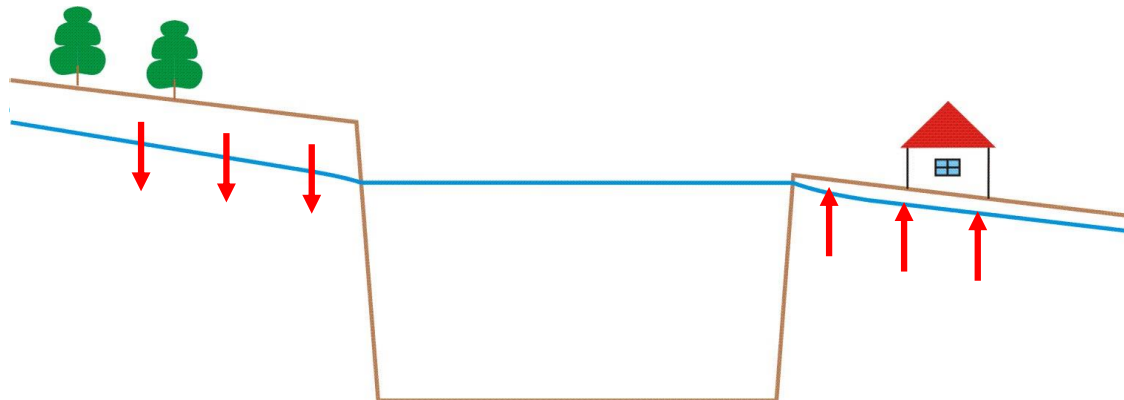
Ložiska štěrků a písků

VLIV TĚŽBY ŠTĚRKŮ A PÍSKŮ NA PODZEMNÍ VODY

Těžba štěrků a písků může ovlivnit podzemní vody:

- Změnou režimu podzemních vod v okolí ložiska
- Změnou kvality podzemních vod
- Změnou tvorby podzemních vod

Změny vyvolané těžbou štěrků nebo písků mohou být pozitivní i negativní. Změna režimu podzemních vod je způsobena nejčastěji tím, že se při těžbě pod hladinou podzemních vod ve vytěženém prostoru vytváří prakticky vodorovná hladina, což způsobuje, že v horní části těžby (proti směru proudění podzemní vody) se hladina podzemní vody snižuje a naopak v dolní části se zvyšuje. Může dojít i k tomu, že voda začne území podmáčet a pak je nutné vodu odvádět. Tento vliv je tím větší čím je prostor těžby delší ve směru přírodního sklonu hladiny.



Ložiska štěrků a písků

VLIV TĚŽBY ŠTĚRKŮ A PÍSKŮ NA PODZEMNÍ VODY

Kvalitu podzemní vody mohou negativně ovlivnit především:

- Ropné látky z vozidel a těžebních strojů
- Nevhodné materiály při rekultivaci vytěžených prostor
- Zaústění povrchových vod do štěrkoviště
- Odtěžením nadložních vrstev se zvyšuje zranitelnost podzemních vod

Kvalita podzemní vody se zvyšuje intenzivním prokysličením na styku se vzduchem a zvýšením samočisticích procesů. Ke změně tvorby podzemních vod dochází tím, že výpar z volné hladiny je vyšší než výpar z půdy. Tento vliv je mírněn tím, že veškeré dešťové srážky, které spadnou na hladinu přímo doplňují podzemní vody.

HYDROGEOLOGIE UHELNÝCH LOŽISEK

Hlavní ložiska černého uhlí

Svrchně-paleozoické limnické pánve

- Plzeňská pánev
- Kladensko - Rakovnická pánev
- Slánská deprese
- Česká část vnitrosudetské deprese (Žacléřsko - svatoňovická pánev)
- Rosicko - oslavanská pánev
- Ostravsko - karvinská pánev

Hlavní ložiska hnědého uhlí

Neogenní limnické pánve

- Mostecká pánev (Mostecko - duchcovská)
- Sokolovská pánev
- Chebská pánev
- Budějovicko - třeboňská pánev
- Hodonínská pánev



HYDROGEOLOGIE UHELNÝCH LOŽISEK

Česká ložiska černého uhlí jsou **převážně zvodněna druhotně**, tj. zálomovými trhlinami v puklinově propustných horninách.

Plzeňská pánev

nositelem zvodnění arkózy a pískovce se základní propustností průlinovou. Pukliny mají drenážní účinek. První otvírka ložiska měla odvodnění štolou, později se voda čerpala. Průvalové přítoky vod v Plzeňské pánvi, při těžbě uhlí, dosahovaly krátkodobě až 200 l.s^{-1} . Přítoky do dolů značně kolísají v závislosti na atmosférických srážkách. Vzhledem k relativně dobré kvalitě vod jsou z části využívány pro zásobování.

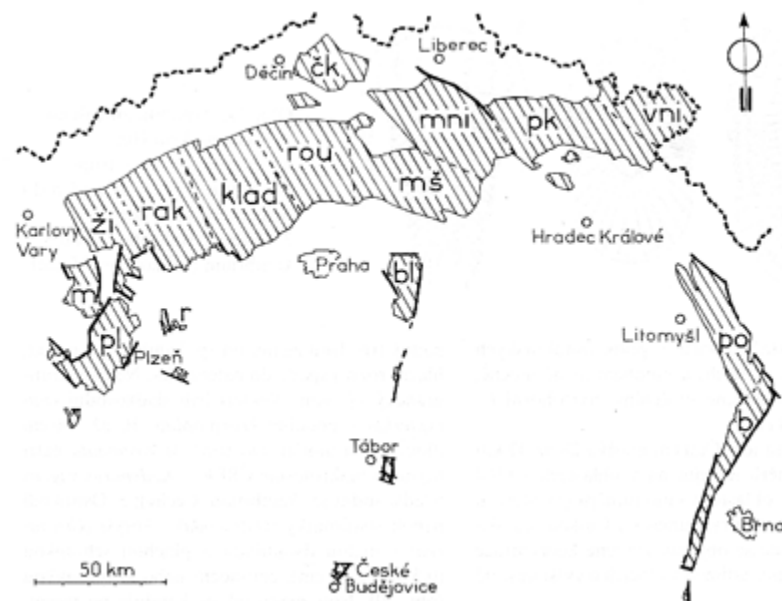
Plocha podrubanych území je asi 37 km^2 . V letech 1969-1970 se zde odčerpávalo celkem asi 200 l.s^{-1} , z čehož se vodárensky využívalo 28 l.s^{-1} .



HYDROGEOLOGIE UHELNÝCH LOŽISEK

Kladensko - rakovnická pánev

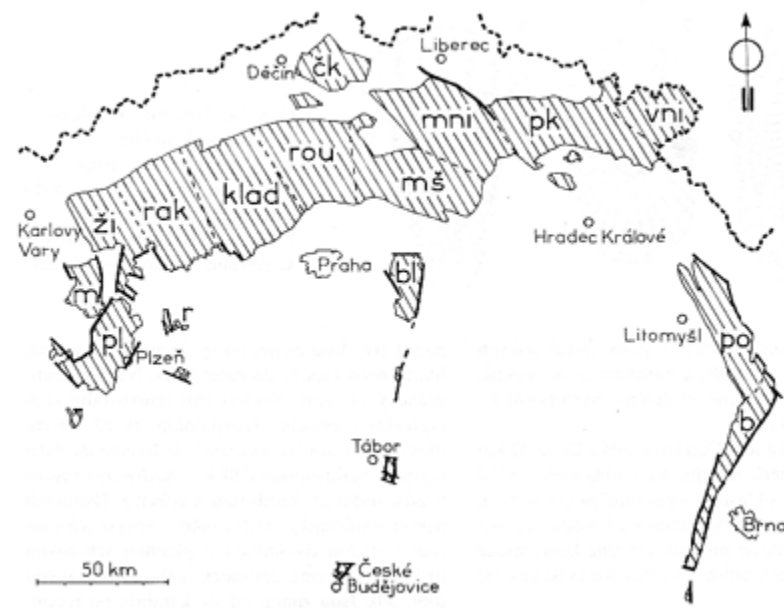
těžba do hloubky až 400 m, přítoky do jednotlivých dolů nepřesahují 100 l.s⁻¹. Vody komunikující s povrchem mají mineralizaci 500 - 600 mg.l⁻¹, vody z hlubších horizontů mají mineralizaci 1200–1400 mg.l⁻¹. Jedná se především o vody natrium-hydrokarbonátové. Místně se vyskytují vody s mineralizací i přes 2000 mg.l⁻¹.



HYDROGEOLOGIE UHELNÝCH LOŽISEK

Slánská deprese

je ještě počítána ke Kladensko-rakovnické pánvi, ale je od ní oddělena hřbetem. Karbonské souvrství v depresi upadá rychle k S, takže báze karbonu je až v hloubce 1400 m pod povrchem. Specifickým jevem ve Slánské depresi je výskyt oxidu uhličitého, který způsobuje „průtrže“. Průzkum ložiska pro velmi obtížné podmínky byl ukončen a ložisko zatopeno.



HYDROGEOLOGIE UHELNÝCH LOŽISEK

Rosicko-oslavanská pánev

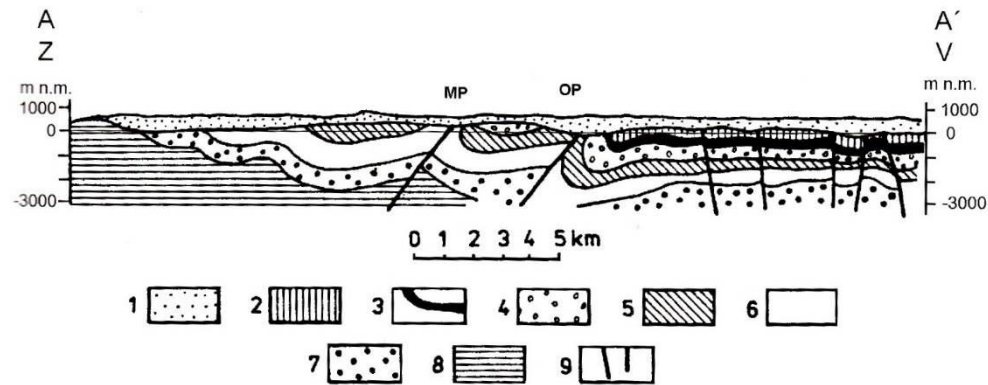
se nachází v Boskovické brázdě. Obdobně jako v Plzeňské pánvi i zde se voda do důlních děl dostává především z povrchu. Proto již na počátku těžby v minulém století byla vyhloubena dědičná štola do údolí Oslavy o délce 3084 m. Přítoky do důlních děl se pohybovaly v rozmezí desítek $l \cdot s^{-1}$.



HYDROGEOLOGIE UHELNÝCH LOŽISEK

Ostravsko-karvinská pánev

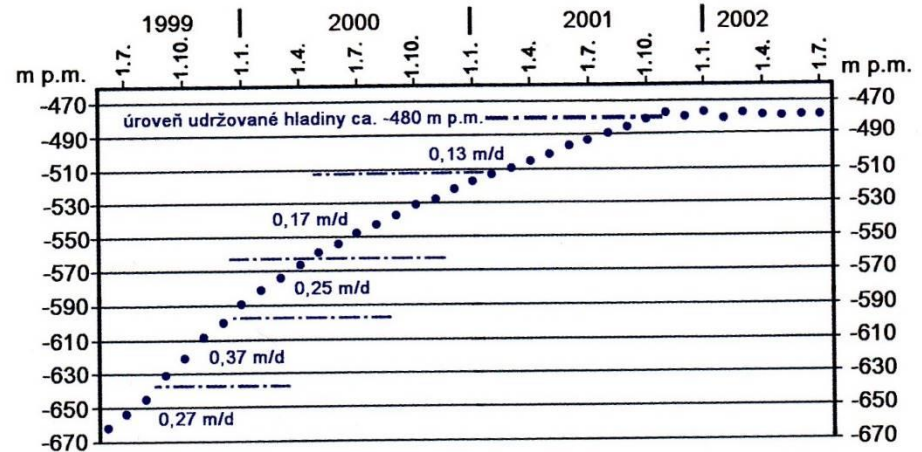
Všechny horniny v ostravsko-karvinské pánvi jsou diageneticky zpevněné s velmi *omezenou průlinovou propustností*. Puklinová propustnost se vyskytuje podél poruch. Největším hydrogeologickým problémem pro těžbu uhlí jsou tzv. vymítiny vyplněné třetihorními sedimenty. Přímo na sloje mohou nasedat bazální klastika. Jejich odvodnění bylo věnováno mnoho výzkumných prací hlavně v souvislosti s jodobromovými vodami. Mocnost spodnobádenských bazálních klastik (detrit) je proměnlivá a může v tzv. výmolech (bludovický a dětmarovický) dosahovat až 1000 m. Koncem pleistocénu se zde ukládají glacifluviální a glacialakustrinní sedimenty s propustností okolo $10^{-4} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



Obr. 135. Schematický geologický řez českou částí hornoslezské pánve (podle Misaře et al. 1983).

Linie řezu je vyznačena v obr. 134.

1 – sedimenty neogénu; 2–3 – **karvinské souvrství**: 2 – doubravské a sušské vrstvy, 3 – sedlové sloje; 4–7 – **ostravské souvrství**: 4 – porubské vrstvy (ve v. části spolu s vrstvami sloje Prokop), 5 – jaklovecké vrstvy, 6 – hrušovské vrstvy, 7 – petřkovické vrstvy; 8 – kulm; 9 – významné poruchy: MP – michálkovicá, OP – opatowitz.



Obr. 140. Průběh zatápení petřvaldské dílčí pánve v období 1999–2002 (podle podkladů P. Jelínka, DIAMO, a. s., o. z. Odra, upraveno).

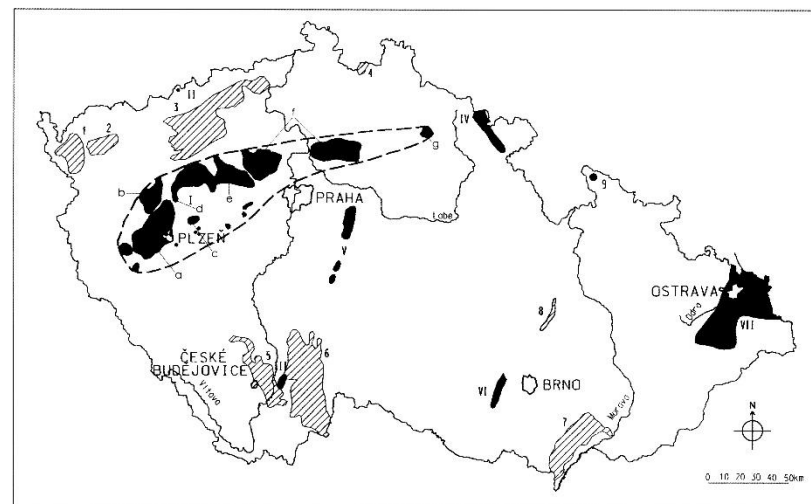
Úroveň hladin důlních vod (v m p. m.) byla měřena ve Vodní jámě Žofie. Denní vzestup hladin se pohyboval mezi 0,13 a 0,37 m.

HYDROGEOLOGIE UHELNÝCH LOŽISEK

Přítoky do důlních děl jsou převážně z okolních hornin, nebo pronikají po *zálomových puklinách*.

Vody v třetihorních horninách jsou silně mineralizované (až 50 mg.l^{-1} a obsahují význačná množství jodu a brómu (až 50 mg.l^{-1}).

Při hloubení jam jsou *nebezpečné vložky jemnozrnných a prachových písků*. Odvodnění předem je prakticky nemožné pro jejich velmi malou propustnost. Pro zajištění bezpečnosti ražby je nutno hloubit *předvrty*, které včas upozorní na výskyt jemnozrnných hornin s obsahem vody, případně i plynu. *Průvalová množství vody dosahovala až 500 l.s^{-1}* . Trvání těchto průvalů však bylo vždy jen po několik hodin a přitékající množství se rychle snižovalo. S výrony vody se objevují i plyny (CO_2 a metan).



▲ Obr. 2. Uhelné pánve v České republice

Černé uhlí a antracit:

I - středočeská oblast: pánve plzeňská, radnická, manětínská, kladensko-rakovnická (kladenský revír), roudnická, mšenská, II - brandovská pánve, III - českobudějovická pánve, IV - dolnoslezská pánve, V - pánve u Vlašimi a Českého Brodu, VI - pánve rosicko - oslavanská, VII - pánve hornoslezská (ostravsko-karvinský revír)

Hnědé uhlí včetně lignitu:

1 - chebská pánve, 2 - sokolovská pánve, 3 - pánve chomutovsko - mostecko - teplická, 4 - žitavská pánve, 5 - pánve českobudějovická, 6 - pánve třeboňská, 7 - jihomoravská lignitová pánve (jihomoravský lignitový revír), 8 - pánve u Moravské Třebové, 9 - Vidnava-Uhelná

VÁPENCE, DOLOMITY

VÁPENCE, DOLOMITY

Ložiska vápenců a dolomitů mají jednak puklinovou, jednak krasovou propustnost. Tyto suroviny se těží převážně v povrchových lomech a to buď nad úrovní místní erozní báze, případně nehluboko pod ní (některé jámové lomy). Při odvodňování mají zpravidla malé hydrogeologické problémy. Vyskytují se občas až při projekci velkolomů, v nichž se má těžit i desítky metrů hluboko pod místní erozní bází (např. Čertovy schody u Koněprus, Mokrá v Moravském krasu, Skalka u Hranic aj.). Na četných lokalitách však došlo ke střetu zájmů těžebních organizací se zájmem ochrany zdrojů podzemních vod nebo obecněji se zájmy ochrany přírody. *Omezení hloubky těžby vápenců pouze nad úroveň místní erozní báze je nejčastějším způsobem ochrany podzemních vod.* Při těžbě vápenců a dolomitů je nutno také dbát na ochranu přírody všeobecně, protože na vápencovém podloží se vyskytuje mnoho chráněných rostlin a živočichů.



HYDROGEOLOGIE LOŽISEK ROPY

Těžba ropy probíhá prostřednictvím vrtů. Samostatný hydrogeologický průzkum ložisek ropy se zpravidla nerealizuje protože je velmi nákladný a je možné získat potřebné informace při hloubení ložiskových vrtů.

Zvláštnosti hydrogeologie ropných ložisek:

- V důsledku hlubokého uložení ložisek ropy se vždy vyskytují kapaliny ve vrtech pod vysokým tlakem
- Ve vrtech bývá vysoká teplota, která může překračovat i 100°C
- Musí se vždy počítat s výskytem plynů (metanu)
- Více-fázové proudění

Hermetizace vrtů - utěsnění mezikruží proti únikům vody, plynu a ropy

Při průzkumu nesmí docházet k propojení jednotlivých obzorů, kterých bývá často větší počet. Rozdělujeme je na:

- Produktivní
- Neproduktivní

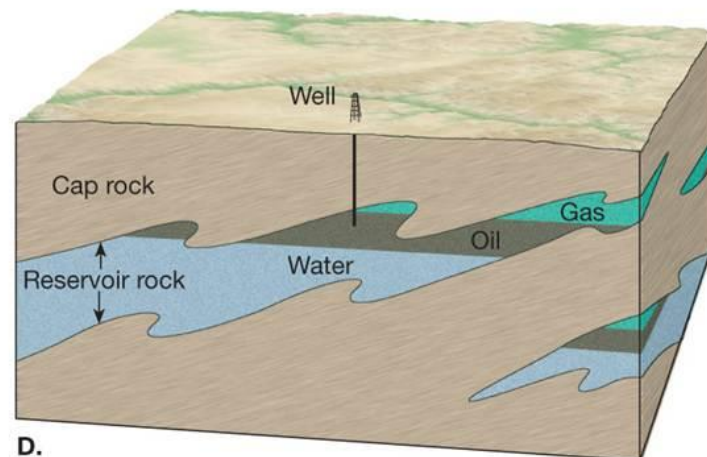
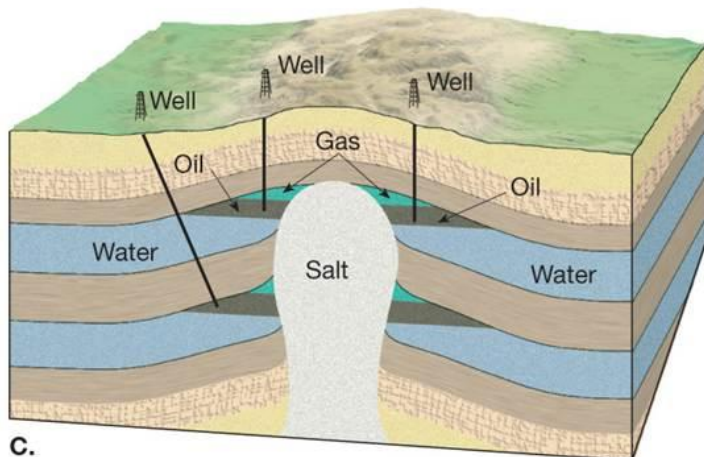
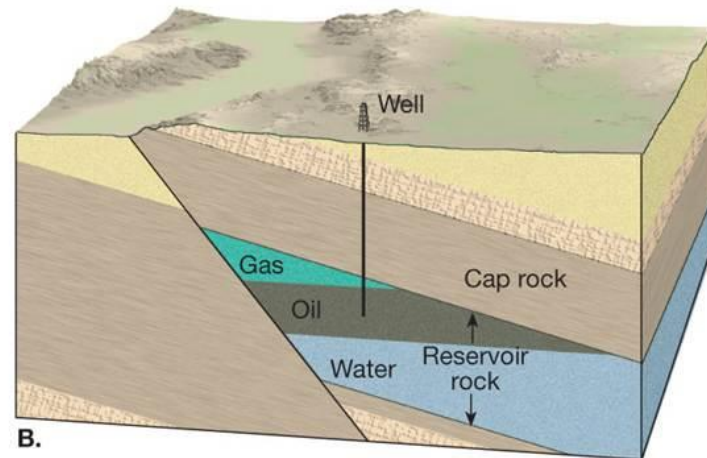
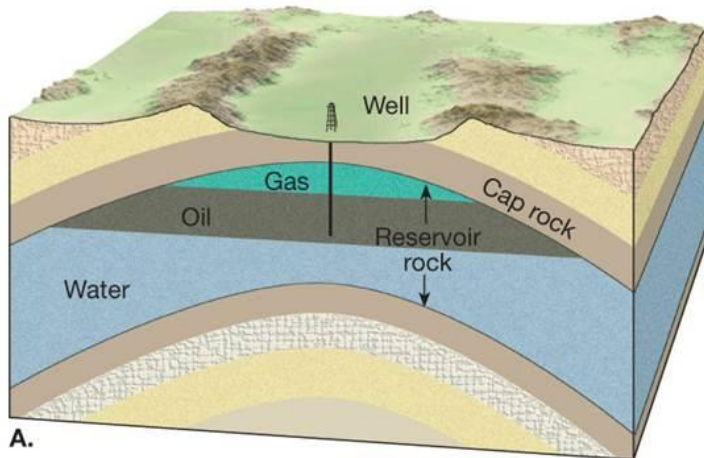
Produktivní obzory obsahují ropu nebo plyn. V jedné, zpravidla zvrásněné nebo ukloněné vrstvě, se mohou vyskytovat všechny tři složky - plyn - voda - ropa. Při těžbě ropy nebo plynu, je vhodné udržovat tlak ve vrstvě doplňováním vody (často se vtláčí zpět voda vytěžená spolu s ropou nebo kapalné odpady).

Při těžbě ropy rozeznáváme několik režimů při kterých dochází k přítoku ropy z ložiskové vrstvy do vrtu:

- Režim postupující tlakové vody
- Režim rozpínajícího se plynu (plyn se uvolňuje z vody a ropy při její těžbě)
- Režim gravitační

Výskyt ropy a plynu

- **Geologicky vhodné pasti** – sedimentární souvrství, propustné vrstvy omezené nepropustnými hranicemi



HYDROGEOLOGIE LOŽISEK ROPY

Ochrana podzemních vod v ropných polích

Při těžbě ropy může dojít k následujícím ohrožením podzemních vod:

- Úniky ropy a silně mineralizovaných vod nedostatečně utěsněnými vrty (poškození pažnic při hloubení, koroze pažnic při těžbě)
- Neutěsněné průzkumné vrty
- Úniky ropy při havarijních erupcích
- Úniky ropy při těžbě
- Úniky při transportu a skladování vytěžené ropy



Těžba ropy a plynu v České republice

Zásoby ropy především Jihomoravský kraj: Karpatská předhlubeň, Vídeňská pánve, méně svahy Českého masívu.

Těžba

MND, Česká naftařská společnost:

cca 250 tis. m³/rok

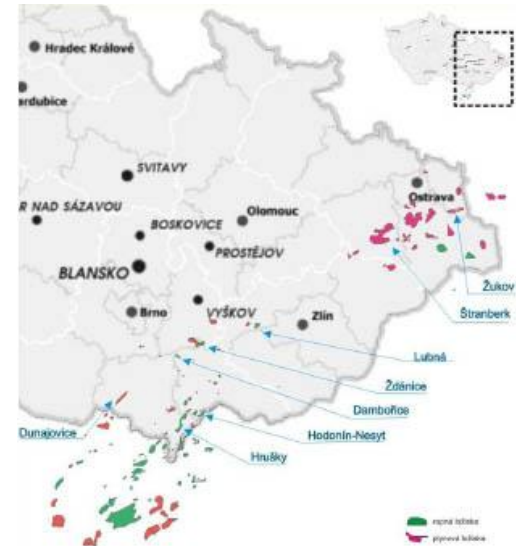
cca 100 tis. m³/rok

Uskladňování

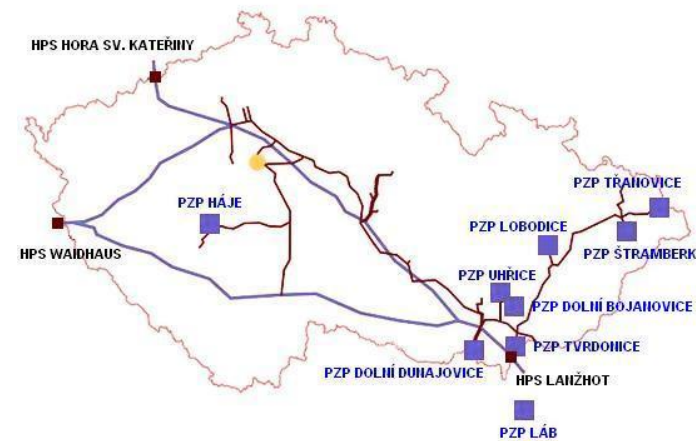
Většina bývalých primárních ložisek plynu nyní slouží jako *podzemní zásobníky plynu*. Uskladňovací kapacita je cca **3 mld. sm³**, to odpovídá 35 % roční spotřeby ČR. PZP slouží k vykrývání špiček ve spotřebě plynu (zimní období). Strategický význam (rok 2006 – zastavení přívodu plynu v průběhu zimy)

RWE (2,32 mld. sm³) : Dolní Dunajovice (prim. ložisko), Tvrdonice (prim. ložisko + „akvifer“), Lobodice („akvifer“), Štramberk (prim. ložisko), Třanovice (prim. ložisko), Háje (kavernový)

MND: Uhřice, Dolní Bojanovice



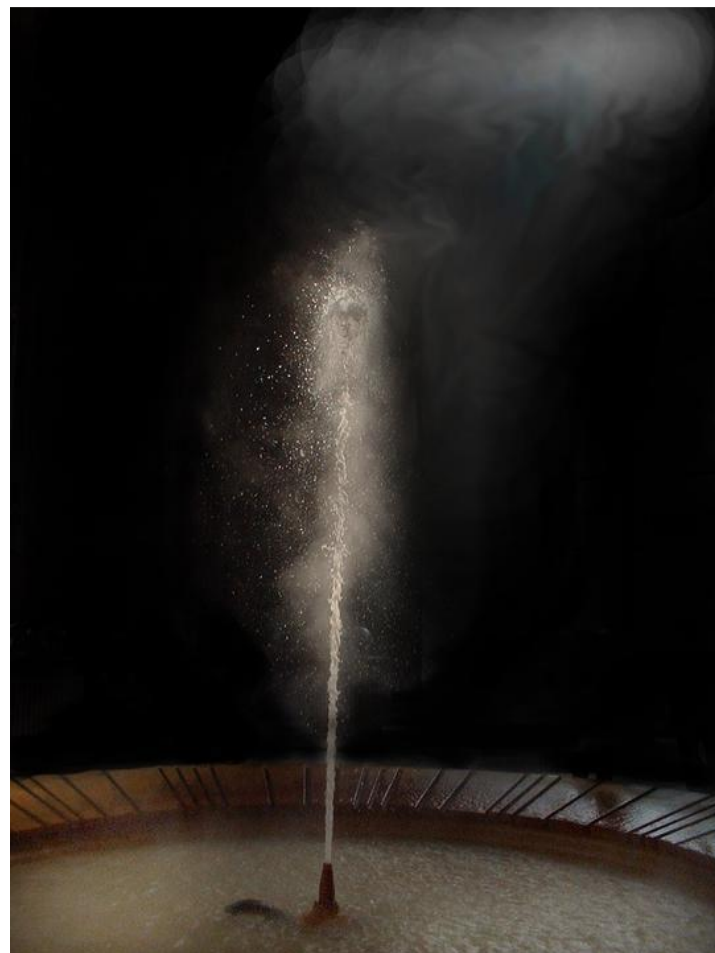
www.petroleum.cz



www.petroleum.cz

OHROŽENÍ MINERÁLNÍCH VOD TĚŽBOU NEROSTNÝCH SUROVIN

Ze všech druhů lidské činnosti ohrožuje minerální body nejvíce těžba nerostných surovin. V České republice je to řada nejvýznamnějších lázní, kde byly zdroje minerálních vod ohroženy a bylo nutno je velmi nákladnými pracemi reparovat. Existují však také minerální vody, které byly objeveny v důsledku hornické těžby ložisek.



TĚŽBOU OHROŽENÉ ZŘÍDELNÍ STRUKTURY MINERÁLNÍCH VOD

ZŘÍDELNÍ OBLAST	TĚŽENÁ SUROVINA	VZNIKLÉ STŘETY ZÁJMŮ
Teplíce v Čechách	Hnědouhelná ložiska Mostecko-duchcovská pánev	Průvaly při hlubinné těžbě, trvalá destrukce teplického zřídla. Snižování teploty vodfy z 49,5 na 46°C. Omezení těžby uhlí a reparační opatření zastavila další destrukci a probíhá regenerace.
Františkovy Lázně	Hnědouhelná ložiska Chebské pánve	Dočasné ovlivnění zdrojů ve Františkových Lázních při erupci průzkumného vrtu vzdáleného 1,75 km od zdrojů
Karlovy Vary	Kaolin a hnědé uhlí v Sokolovské pánvi	Průvaly důlních vod na dole Marie Majerové ovlivnily karlovarské termy
Jáchymov	Těžba rud a radioaktivních surovin	Původně důlní vody byly později využívány k léčbě. Po ukončení těžby zůstalo lázeňské využití
Teplíce nad Bečvou	Těžba vápenců	Omezená úroveň těžby vápenců a střelných prací
Darkov	Kamenné uhlí-odvodňování detritů	Lázně měly být zlikvidovány. Byly vybudovány náhradní zdroje Karviná a Klimkovice (nové lázně) V současnosti je těžba omezena a lázně Darkov zůstávají.
Hodonín	Ropné ložisko	Minerální voda je využívána z naftových vrtů po ukončení těžby

Ohrožení minerálních vod těžbou nerostných surovin

Způsoby, kterými zabezpečujeme ochranu minerálních vod před nepříznivými účinky těžby nerostných surovin můžeme rozdělit do následujících skupin:

- Omezení těžby nerostných surovin jak plošně tak hloubkově, aby nepříznivé vlivy byly co nejvíce omezeny
- Jímání minerálních vod v hloubkách, kde již nemohou být těžbou a odvodňováním ložiska ovlivněny
- Vybudování náhradních zdrojů minerálních vod

Omezení těžby bylo např. použito při ochraně zdrojů teplé kyselky v Teplicích nad Bečvou, kde byla určena maximální úroveň dna lomu a intenzity odstřelů. Přechod na hlubinné jímání byl podle návrhu prof. Hynieho využit v Teplicích v Čechách, kde byl při přípravě těžby v důlním poli Barbora II vyhlouben nový jímací vrt TP28, hluboký 972,5 m. Vzhledem k omezování těžby hnědého uhlí však k těžbě v tomto poli nedošlo. Přesto bylo možno pozorovat již od konce předminulého století postupnou degradaci zřídelní struktury v souvislosti s průvaly na dolech a odčerpáváním důlních vod. V současnosti ještě probíhají reparační práce, které za posledních deset let dokázaly degradaci zastavit a dokonce dosáhnout určitého zlepšení.

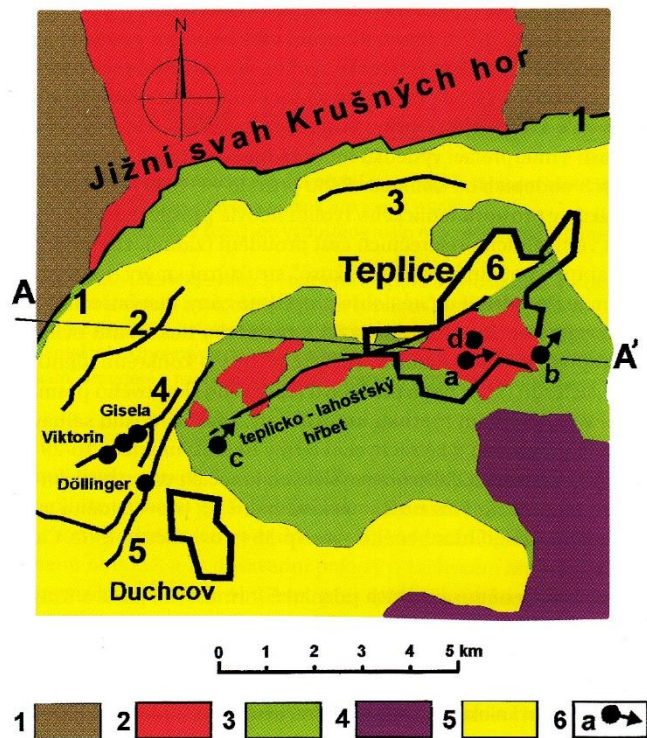
Příkladem vybudování náhradního zdroje mohou být lázně Darkov, ohrožené případnou těžbou uhlí pod detrity, které by musely být předem odvodněny. Nové zdroje jodobromových vod byly hlubinnými vrty zastiženy v Karviné a Klimkovicích a v těchto místech byly vybudovány nové léčebné objekty. V tomto případě lázně Darkov však nebyly zrušeny, protože k odvodňování detritů nedošlo.

Průval na dole Döllinger

Světový primát katastrofálního střetu zájmů mezi těžbou a využíváním minerálních vod

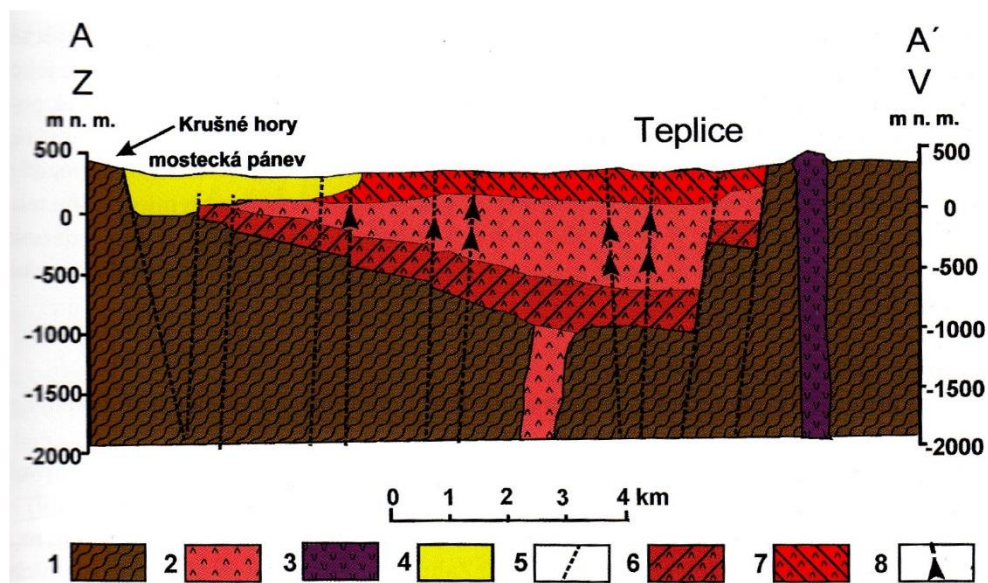
Teplické termy - Teplice v 19. století lázeňské centrum, přírodní prameny – nejvyšší vydatnost Pravěidlo (10 l/s)

Poškození terem - 1879 průval na Dole Döllinger:



Obr. 60. Geologické schéma okolí Teplic a situace hlavních výskytů termálních vod (podle Jakeše a Krásného 1998).

1 – krystalinikum Krušných hor (většinou ruly), 2 – teplický ryolit, 3 – sedimenty české křídové pánve, 4 – neogenní eruptiva a pyroklastika Českého středohoří, 5 – terciární sedimenty mostecké pánve, 6 – hlavní výskyt terem: a – Pravěidlo, b – Horský pramen, c – Obří pramen, d – hluboký vrt Tp-28 (pramen Hynie); plné kroužky v sz. okolí Duchcova: průvalová místa v dolech Döllinger, Viktorin a Gisela. Čísly 1–6 jsou označeny hlavní zlomy a zlomové zóny: 1 – krušnohorské poruchové pásmo, 2 – barbořská porucha, 3 – mstišovský zlom, 4 – viktorínsko-giselská porucha, 5 – döllingerský zlom, 6 – řetenická porucha; A–A' – linie řezu znázorněného v obr. 61.



Obr. 61. Konceptuální hydrogeologický model podél řezu napříč tělesem teplického ryolitu (podle Jakeše a Krásného 1998, geologie upravena podle Čadka et al. 1968).

Linie řezu je znázorněna v obr. 60. V řezu jsou vypuštěny málo mocné křídové sedimenty, místy překrývající ryolit.

1 – krystalinické horniny, 2 – teplický ryolit, 3 – terciární eruptiva a pyroklastika, 4 – terciární sedimenty mostecké pánve, 5 – schematické znázornění hlavních či dalších možných zlomů; 6–7 – předpokládané kolektory v ryolitovém tělese: 6 – kolektor při bázi lávových proudů ryolitového tělesa (bazální kolektor), 7 – přípoверхový kolektor rozpojených puklin a zvěralinové zóny; 8 – možné lineární preferenční cesty, umožňující vertikální proudění a hydraulické spojení podzemních vod bazálního a přípoверхového kolektoru.

Průval na dole Döllinger

Poškození terem - 1879 průval na Dole Döllinger:

- Dne 10. 2. 1879 průval na tektonickém kontaktu mostecké hnědouhelné pánve s teplickým ryolitem v hloubce 66 m
- Katastrofální následky pro těžbu i lázně vzdálené 7 km
- Počáteční přítok do dolu 17 m³/s se ustálil na ca 0,2 m³/s, zvýšení teploty důlních vod z 10 na 23 °C
- V dole zahynulo 25 horníků
- Teplické prameny se začaly ztrácet a již 4. den po průvalu zcela zapadly, následuje jímání šachtami (35 m hluboké, 1973 vyhlouben 975m. vrt, další hluboký vrt negativní)
- Během 18 let další 3 průvaly
- Zavedení „reparativní ochrany“ - čerpání minerálních vod v dole Döllinger a v Teplicích – udržování hladiny 20 až 30 m pod původní úrovní
- Nyní čerpána minerální voda z místa původního výskytu Obřího pramene (170 l/s) → zhoršování fyzikálně-chemických vlastností.
- Řešení
 - vyhloubení hlubokého vrtů (nejisté zastižení termy)
 - částečná reparace původních piezometrických poměrů – riziko poškození nyní hustě zastavěných Teplic
 - Nejvhodnějším řešením - omezení čerpaného množství

Průval na dole Döllinger

Schéma změn piezometrického povrchu mezi Teplicemi a průvalovými místy v různých obdobích (Krásný et al. 2012).

1. piezometrický povrch před průvalem
2. po průvalu na dole Döllinger
3. po zatopení dolu a naražení terem šachtou
4. v době udržování „reparativní ochrany“
5. zóna kolísání v současné době (čerpáno na ze šachet Obřího pramene a Pravřídla)

