

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA**

**Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**Důlní degazace jako forma zajištění bezpečnosti důlního  
provozu plynujících dolů v OKR**

**Gas drainage as the means of securing of safety measures  
during mining operation in gassy mines of the Ostrava –  
Karvina Coal Basin**

**bakalářská práce**

Autor:

Miroslav Pivko

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Urban, Ph.D.

**OSTRAVA 2011**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

## Zadání bakalářské práce

Student: **Miroslav Pivko**  
Studijní program: B2111 Hornictví  
Studijní obor: 2101R008 Hornické inženýrství  
Téma: **Důlní degazace jako forma zajištění bezpečnosti důlního provozu  
plynujících dolů v OKR**  
**Gas drainage as the means of securing of safety measures during mining  
operation in gassy mines of the Ostrava – Karvina Coal Basin**

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Historický vývoj degazace v OKR
  2. Formy degazace a popis degazačního systému dolu
  3. Degazační zdroje
  4. Bezpečnostní kritéria důlní degazace
  5. Využití degazovaného plynu v OKR
- Závěr

Rozsah práce: 25 - 30 stran textu, 3 - 5 grafických příloh

Seznam doporučené odborné literatury:

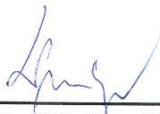
Grygárek, J., Hudeček, V.: *Základy hornictví*. Skripta VŠB TU - Ostrava, 2003.  
Prokop, P.: *Plynodajnost a degazace*. Skripta VŠB TU - Ostrava, 1990.  
Šiška, F., Otáhal, A., Prokop, P., Sedlatý, V.: *Báňské vetranie*. Alfa Bratislava, 1993.  
Vavro, M.: *Mechanika hornin a uhelného masívu*. VŠB Ostrava, 1984.  
Technické podmínky degazačních zařízení.  
Zákon č. 44/1998 Sb. ve znění jeho novel.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Urban, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011

  
prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.  
vedoucí institutu

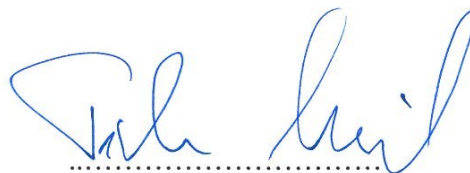


  
prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

## ***Prohlášení***

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 28. 04. 2011



Miroslav Pivko

## ANOTACE

Obsahem bakalářské práce je popis degazace ve vazbě na českou část hornoslezské pánve se zaměřením na důlní degazaci realizovanou na současně činných dolech ostravsko-karvinského revíru.

V úvodu práce se zabývám geologickou stavbou české části hornoslezské pánve, její stratigrafií, litologickým vývojem a tektonickou stavbou s přihlédnutím k možnosti akumulací přírodních plynných uhlovodíků. Dále pak formami degazace, popisem jednotlivých degazačních systémů, vlivy důlní degazace na bezpečnost provozu dolů OKR a legislativními předpisy upravujícími činnost důlní degazace. V bakalářské práci rovněž uvádím některé poznatky z těžby důlního plynu ve zvláštních dobývacích prostorech, které se začaly vymezovat s počátky útlumu hornické činnosti v OKR. Závěrečnou část jsem věnoval současným možnostem hospodářského využití degazované plynové směsi jako významného energetického zdroje v našem regionu.

**Klíčová slova:** důl, důlní bezpečnost, bezpečnostní předpis, důlní větrání, odsávání plynu, důlní degazace, metan, OKR

## SUMMARY

The bachelor's work deals with the description of the drainage in a relationship to the Czech part of Hornoslezsky coal basin focused on the gas drainage which is in progress in the productive mines of Ostrava- Karvina coal basin.

The introduction of the work contains the geological structure of Czech part of Hornoslezsky coal basin, its stratigraphy, lithologic development and tectonic structure with the possibility of natural gaseous hydrocarbons accumulation. Then I deal with the forms of gas drainage, the description of individual gas drainage systems, the influence of the mine drainage on the safety operations of mines and legislative regulations governing the activity of mine gas drainage. In the bachelor's work I also mention some findings from mining the firedamps in special allotments which started to be limited at the beginning of the mining inhibition in Ostrava-Karvina coal basin. The conclusion is devoted to the contemporary possibilities of the economic drainage gaseous mixture utilization as the important energetical resources in our region.

**Key words:** underground mine, mining safety, safety regulation, underground ventilation, gas exhaustion, gas drainage, methane, Ostrava - Karvina coal basin.

# OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	DEGAZACE V OKR.....	2
2.1	Geologický vývoj české části hornoslezské pánve.....	2
2.2	Stratigrafie a tektonická stavba pánve.....	2
2.3	Akumulace přírodních plyných uhlovodíků.....	5
2.4	Historický vývoj degazace v OKR.....	5
3	FORMY DEGAZACE A POPIS DEGAZAČNÍHO SYSTÉMU DOLU.....	7
3.1	Degazace z povrchu.....	7
3.2	Důlní degazace.....	8
3.2.1	Důlní část degazačního systému.....	8
3.2.2	Degazační systém na povrchu.....	12
4	DEGAZAČNÍ ZDROJE.....	17
4.1	Plynonosnost.....	17
4.2	Plynodajnost.....	18
4.3	Degazační metody a zdroje.....	18
4.3.1	Degazační vrty.....	18
4.3.2	Degazace stařin.....	19
4.3.3	Degazační manžety.....	19
4.3.4	Degazační poklopy.....	19
4.3.5	Degazace z mimoslojových důlních děl.....	20
4.3.6	Metoda ztraceného plynovodu.....	20
5	BEZPEČNOSTNÍ KRITÉRIA DŮLNÍ DEGAZACE.....	21
5.1	Vyhláška ČBÚ č. 72/2002 Sb., o důlní degazaci.....	21
5.2	Projekt důlní degazace.....	23
5.3	Výpočet plynovodní sítě.....	23
5.4	Charakteristika důlní degazace na dolech OKR.....	24
6	VYUŽITÍ DEGAZOVANÉHO PLYNU V OKR.....	26
6.1	Způsoby využití plynu z důlní degazace.....	27
6.1.1	Vlastní spotřeba degazovaného plynu na důlních závodech.....	27
6.1.2	Využití plynu z důlní degazace v ostravsko – karvinské aglomeraci.....	28
6.1.3	Podíl plynu z důlní degazace na rozvoji malých energetických zdrojů.....	29
6.2	LDS pro přepravu degazačního plynu.....	30
7	ZÁVĚR.....	30

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>ČHP</b>	česká část hornoslezské pánve
<b>OKR</b>	ostravsko-karvinský revír
<b>LDS</b>	lokální distribuční soustava
<b>SMP</b>	Severomoravská plynárenská, a.s.
<b>ČBÚ</b>	Český báňský úřad
<b>DPB</b>	Důlní průzkum a bezpečnost
<b>HDD</b>	hlavní důlní dílo
<b>SDD</b>	staré důlní dílo
<b>ZDP</b>	zvláštní dobývací prostor
<b>FTZÚ</b>	Fyzikálně technický zkušební ústav, s. p.
<b>SVO</b>	samostatné větrní oddělení
<b>VO</b>	větrní oblast
<b>HDV</b>	hlavní důlní ventilátor

## 1 ÚVOD

Černouhelné hornictví, se kterým je spjat náš region prodělalo zejména v poválečném období bouřlivý vývoj v důsledku zvyšujících se potřeb průmyslu na kvalitní černé uhlí. V této souvislosti dochází s uplatněním mechanizace těžby uhlí k intenzifikaci rozvoje těžby a s tím i spojené koncentraci dobývacích a razicích činností ve větších hloubkách a ve slojích se zvýšenou plynonosností. To pak mělo za následek zvýšení plynodajnosti a jednou z cest, jak dodržet bezpečnostní parametry stanovené pro hornické činnosti, se stalo zavedení důlní degazace.

Téma mé bakalářské práce hodnotí vybrané parametry důlní degazace, která je dnes nedílnou součástí každého uhelného dolu v ostravsko-karvinském revíru.

## 2 DEGAZACE V OKR

### 2.1 Geologický vývoj české části hornoslezské pánve

Hornoslezská pánev představuje jednu z nejvýznamnějších evropských černouhelných pánví smíšeného paralicko-limnického typu. Její celková plocha je asi 7000 km<sup>2</sup>, z čehož asi 1550 km<sup>2</sup> zaujímá plocha dnes známého uhlonosného karbonu na území České republiky. Na základě vrtného a geofyzikálního průzkumu lze usuzovat, že celkový plošný rozsah je však nepochybně podstatně větší. Výskyty denudačních reliktů uhlonosného karbonu lze však předpokládat i v zakleslých krách situovaných daleko pod příkrovy vnějších Karpat jižně od zlomového pásma beskydského stupně.

Hornoslezská černouhelná pánev se postupně vyvinula v pozdněvariském stádiu rozlehlé pánevní struktury - moravskoslezská paleozoická pánev a je součástí vnějšího pásma evropského variského orogenu - subvariscika. Charakteristickým rysem karbonských černouhelných pánví subvariscika je jejich pozice na vnějším okraji vnitřních zón variscid. Podloží je reprezentováno prevariskými platformními jednotkami v předpolí variského orogenu. Specifickým rysem hornoslezské pánve je její ovlivnění alpínskými pohyby. Hornoslezská pánev je na českém území z velké části zakryta karpatskými příkrovy. Alpínské pohyby také zdůraznily kerný rozpad epivariské platformy, rozdílnou hloubku zaklesnutí ker a intenzitu denudace karbonských sledů.

Pro českou část hornoslezské pánve, která zaujímá jižní část hornoslezské pánve, se v současnosti užívá provozní označení ostravsko-karvinský revír. Z regionálního pohledu ji lze rozčlenit na dílčí části:

- ostravsko-karvinskou vymezenou polskou hranicí a osou bludovického výmolu
- podbeskydskou situovanou jižně od osy bludovického výmolu

Ostravsko-karvinská část se dělí na oblast ostravskou, která odpovídá oblasti západně od poruchového pásma orlovské struktury a oblast karvinskou směrem východně od poruchového pásma orlovské struktury až po česko-polskou hranici. Ostravská oblast se dále dělí na ostravskou část a část petřvaldskou, hranice je dána do zóny michálkovické poruchy SSV-JJZ směru.

V podbeskydské části jsou strukturně - tektonickými prvky vymezeny oblasti: příborská, těšínská, mořkovská, frenštátská a jablunkovská.

### 2.2 Stratigrafie a tektonická stavba pánve

Geologická stavba pánve a její dnešní obraz jsou výsledkem vývoje kontinentální kůry v moravskoslezské oblasti Českého masivu a v přilehlé části Západních Karpat. Zde lze definovat tři zřetelně odlišná strukturní patra.

#### *Kadomské strukturní patro*

Kadomské patro je v moravskoslezské oblasti zastoupeno krystalickými břidlicemi prostoupenými intruzemi brunovistulika. Stáří vyvřelin lze datovat do konce svrchního proterozoika až nejspodnějšího kambria. Hloubka uložení krystalinického fundamentu se pod povrchem v jižním úseku ČHP pohybuje v rozmezí 1 až 2 km, přičemž jižně od podbeskydských zlomů upadá do hloubek 6 až 12 km. V oblasti ostravsko-karvinské části se hloubky odhadují na 3 až 4 km pod povrchem.



### ***Variské strukturní patro***

Bazální klastika byla uložena na erozní povrch krystalinika jako první člen nadložního paleozoického sedimentárního sledu. V nadloží bazálních klastik vyvinutý převážně karbonátový sled, zahrnuje macošské a líšeňské souvrství. Karbonáty jsou na celé ploše původní sedimentace vystřídány klasickým vývojem spodního karbonu – kulmský flyšový vývoj. Mocnost kulmu dosahuje až 1200 – 1300 m v oblasti předhlubně (západní část pánve), v oblasti platformy (hornoslezský blok) je mocnost redukována až na několik desítek metrů. Litologickou povahou se tento sled nejvíce blíží kyjovickým vrstvám, známým z rozsáhlých výchozů Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů. Během spodního namuru se postupně stabilizoval rytmus variských tektonických pohybů. Mořská neuhlonosná molasa postupně přešla do nadloží i laterálně do uhlonosné molasy paralické (ostravské souvrství) a ve středním namuru do uhlonosné molasy limnické (karvinské souvrství).

#### *Ostravské souvrství (namur A)*

Na Ostravsku dosahuje ostravské souvrství mocnosti až 2880 m, přičemž východním směrem se tato mocnost redukuje přibližně na polovinu a rovněž směrem na jih do podbeskydské části pánve se mocnost souvrství redukuje více než o polovinu. Jižním směrem narůstá písčitost v jednotlivých vrstevních celcích, což nasvědčuje tomu, že přínos klastického materiálu byl z jihu. Uhlí slojí ostravského souvrství jsou středně až silně prouhelněná. Nejvíce prouhelněné sloje se nacházejí na západním okraji pánve, směrem k východu a do nadloží stupeň prouhelnění klesá. Mocnost a počet slojí se snižuje jak východním, tak jižním směrem. Ostravské souvrství se dělí na vrstvy petřkovické, hrušovské, jaklovecké a porubské.

Petřkovické vrstvy reprezentují nejstarší litostratigrafickou jednotku, dosahující mocnosti až 700 m. Hranice mezi petřkovickými a hrušovskými vrstvami je dána hlavním ostravským brouskem.

Hrušovské vrstvy jsou až přes 1000 m mocné a jsou rozděleny bezeslojovým pásmem do dvou dílčích jednotek (spodní a svrchní hrušovské vrstvy). Hrušovské vrstvy vykazují analytické zákonitosti jako vrstvy petřkovické, především výrazným zastoupením pískovců. Rovněž se projevuje výrazná redukce směrem k východu a jihu.

Jaklovecké vrstvy jsou na Ostravsku mocné až 450 m. V průběhu jejich sedimentace dochází ke zjemňování materiálu. Jsou zde vyvinuty četné sladkovodní horizonty a tonsteiny.

Porubské vrstvy se vyznačují mírnou redukcí mocnosti k východu. Porubské vrstvy a tím i celé ostravské souvrství jsou ukončeny nejvyšší skupinou mořských horizontů v OKR – skupinou mořských horizontů Gaeblera.

Sedimenty ostravského souvrství se vyznačují převahou jemnozrnných až středně zrnných pískovců, jejichž podíl činí 40 až 60 %. Hrubozrnné pískovce a slepence jsou vzácné. Pro korelaci a identifikaci slojí jsou využívány faunistické horizonty (mořská, lingulová a sladkovodní patra) a litostratigrafické horizonty, reprezentované brouskovými polohami a uhelnými tonsteiny. Průměrná mocnost uhelných slojí (nad hranici 60 cm) činí cca 73 cm. Sloje se vyznačují značnou nestálostí, proměnlivou mocností, štěpením, vyklíňováním, špatnými stropními podmínkami.

Karvinské souvrství (namur B - vestfál A)

Karvinské souvrství vznikalo po intranamurském hiátu. Největší mocností (asi 1200 m) dosahuje karvinské souvrství na Karvinsku, odkud je znám i úplný profil toho souvrství. V ostravské a petřvaldské dílčí pánvi se sedimenty této jednotky nedochovaly. Sloje se vyznačují převahou středně prouhelněných uhlí. Karvinské souvrství se dělí na vrstvy sedlové, sušské a doubravské.

Sedlové vrstvy dosahují na Karvinsku mocnosti až 300 m, na Frenštátsku je jejich mocnost redukována o více než 100 m. Sedlové vrstvy se vyznačují nejvyšší uhlonosností ze všech jednotek OKR a jsou v nich významně zastoupeny pískovce a slepence nestálé mocnosti a proměnného charakteru. Charakteristické je pro ně náhlé vykliňování na krátkou vzdálenost a eroze, jimiž jsou často erodovány části nebo i celé mocnosti slojí.

Sušské vrstvy se dělí provozně na spodní a vrchní. Ve svrchních sušských vrstvách dochází ke zjemňování zrnitosti hornin. Na Karvinsku dosahují sušské vrstvy mocnosti až 400 m. Sušské vrstvy se vyznačují vysokou uhlonosností zejména ve spodní části.

Doubravské vrstvy jsou nejvyšším členem karvinského souvrství. Maximálních mocností, včetně nejvyšších horizontů doubravských vrstev, dosahují v důlním poli Darkov. V horninovém zastoupení převládají jemnozrné sedimenty.

Ve srovnání s ostravským souvrstvím má karvinské souvrství vyšší zastoupení hrubozrnných psamitů a slepenců, jejichž převaha je vázaná na spodní část souvrství.

V karvinském souvrství bylo zjištěno až 88 slojí s průměrnou mocností 228 cm. Výjimečné postavení má sloj č. 504 – Prokop, která dosahuje mocnosti až přes 12 m. Větší mocnosti slojí jsou koncentrovány zejména v sedlových a spodních sušských vrstvách.

Strukturně tektonická stavba hornoslezské pánve je výsledkem jejího složitého tektonického vývoje. Pánev je rozdělena podélnou tektonickou strukturou orlovské vrásky. Na západ od linie orlovské struktury se nachází severnější ostravská a jižnější příborská a mořkovská oblast. Na východ od orlovské struktury je oblast karvinská, jižněji těšínská, frenštátská a jablunkovská. Západně od orlovské struktury se tektonika vyznačuje úzkými antiklinálami, nakloněnými až překoceny k východu. Synklinály jsou na západě úzké, směrem k východu jsou širší a nepřekocené. Sedimenty jsou porušeny četnými přesmyky a poklesy. Východně od orlovské struktury jsou sedimenty nezvrásněny, jsou však rozčleněny četnými poklesy.

Směrem Z-V lze v ostravsko-karvinské části vyčlenit pásmo západních brachystruktur (ostravská dílčí pánev), pásmo východních brachystruktur (petřvaldská dílčí pánev) a oblast s tafrogenní stavbou - hornoslezský blok (karvinská dílčí pánev).

Ostravská dílčí pánev je intenzivně tektonicky porušena vráso - zlomovou tektonikou. Nejzrůslehlejší a nejdominantnější strukturou oblasti je ostravská brachysynklinála. Jedná se o plochou brachysynklinálu s poměrně malou amplitudou a velkou vlnovou délkou. Osa brachysynklinály má obloukovitý průběh směru SSV-JJZ v centrální části, v SV uzávěru je zřetelné stočení do směru VSV. Na východě dochází k vyvlečení slojí k michálkovické vráse, která je zde nejvýraznější přesmykovou strukturou.

Petřvaldská dílčí pánev je méně intenzivně porušena než předešlá. Větší porušení je v severní části pánve, směrem k jihu intenzita porušení slábne. Na západě je omezena

strukturou michálkovickou, na východě strukturou orlovskou. Úložní poměry jsou obdobné jako v ostravské části. Základem petřvaldské dílčí pánve je brachysynklinála protažená ve směru SSV - JJZ. Vrstvy v této brachysynklinále náležejí rovněž ostravskému souvrství.

Karvinská dílčí pánve je porušena zlomy poklesového charakteru. Nejdůležitější jsou zlomy paralelní s hlavními podélnými strukturami. Uložení vrstev je prakticky subhorizontální. Karvinská dílčí pánve je omezena na západě orlovskou strukturou a na východě hranicí s Polskem. Vrstvy v této dílčí pánvi náležejí ostravskému a karvinskému souvrství.

### 2.3 Akumulace přírodních plyných uhlovodíků

V oblasti české části hornoslezské pánve byly zjištěny indicie a ložiska plyných uhlovodíků různého stáří v odlišných stratigrafických jednotkách. Na devonské a na ně nasedající karbonátové komplexy spodního karbonu jsou vázány menší akumulace plyných uhlovodíků. Nejvýznamnější akumulace přírodních uhlovodíků jsou spjaté s rozsáhlými komplexy uhlonosného karbonu. Zde se jedná o vazbu přímo na primární kolektory tvořené uhelnými slojemi a jejich průvodními karbonskými horninami, nebo o přirozené pasti migrujícího metanu a doprovodných slojových plynů, které lze označit za sekundární kolektory vázané na zvětralinový plášť karbonu [6].

Z pohledu distribuce plynů rozlišujeme zonalitu rozmístění slojového metanu:

- zóna I – zóna primární generace a akumulace metanu je situována do hloubek cca 1250 m, objem vázaného plynu je v relaci se stupněm prouhelnění,
- zóna II – zóna odplynění je vyvinuta až k povrchu reliéfu karbonu v případě jeho překrytí propustným nadložím, nebo navazuje na zónu III, je-li povrch karbonu překryt nepropustnými horninami,
- zóna III – zóna sekundárních akumulací terigenního metanu je vyvinuta ve zvětralinovém plášti karbonu, nebo mimo vlastní karbonský masiv v případě jeho překrytí vhodným miocenním kolektorem.

### 2.4 Historický vývoj degazace v OKR

S rozvojem mechanizace těžby uhlí v OKR počátkem 50. let 20. století docházelo k jejímu zintenzivnění, což potom následně způsobovalo nárůst plynodajnosti. Pro plynulý postup dobývacích a přípravných prací bylo nutné zajistit složení důlních větrů odpovídající platným bezpečnostním předpisům. Z tohoto pohledu byl limitující především procentuální obsah metanu v důlních větrech. Tento problém byl tehdy řešen ve dvou směrech [1]:

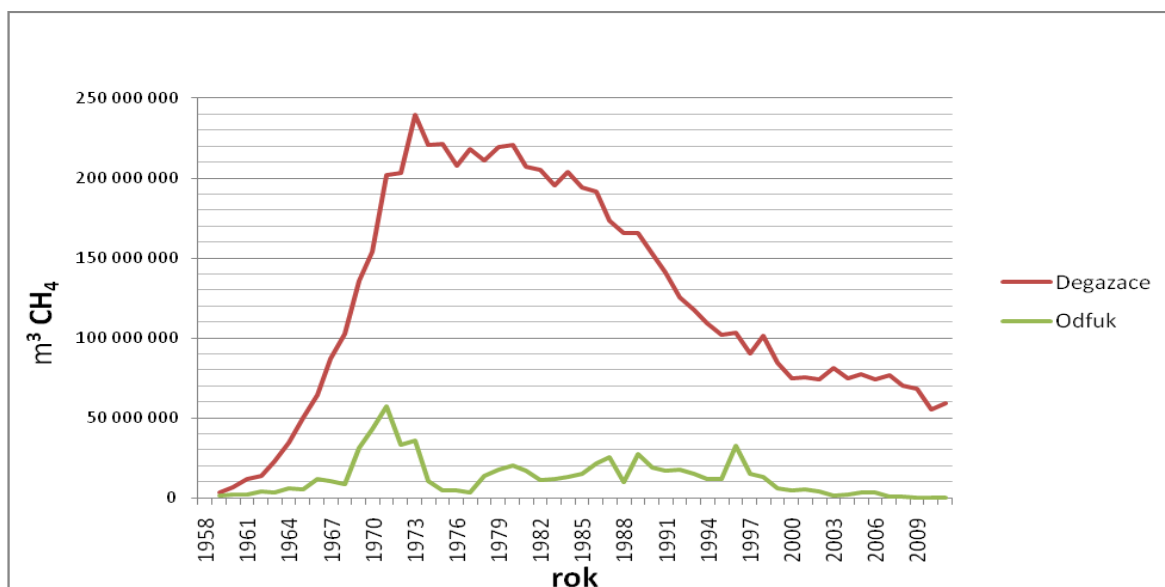
- a) intenzifikací větrání důlních pracovišť s cílem zamezit možnosti vzniku výbušné plyné směsi,
- b) zaváděním zařízení a prostředků prevence vzniku možného zapálení výbušné směsi.

První řešení problému boje s metanem vyvolalo rozvoj důlní aerodynamiky spolu s výrobou a instalací výkonnějších větracích technologií, jejichž přispěním došlo ke zvýšení objemového průtoku důlních větrů. Avšak i v případě nově vybudovaných hlavních důlních děl, jejichž dimenze umožňovaly další navyšování objemového průtoku větrů, nebyla tato koncepce vhodná z ekonomického hlediska. Proto dalším řešením, jak

zabezpečit parametry bezpečnosti při optimálních ekonomických nákladech, se stala důlní degazace.

Za první degazační systém v OKR je možné považovat přetlakový způsob odvádění metanu z důlního pole nynějšího závodu 9. květen Dolu Darkov již od července roku 1957. Vzhledem k tomu, že tento způsob degazace se jevil jako málo účinný, byl v tomto poli v březnu roku 1958 zahájen provoz povrchové degazační stanice. Tato stanice situovaná u výdušné jámy Barbora 5 již byla vybavena vývěvami, které vyvozovaly podtlak v degazačním systému a tak počátky vývoje důlní degazace jsou datovány k termínu uvedení této degazační stanice do provozu. V průběhu dalšího období byly, vyjma Dolu Jan Šverma, zřizovány degazační stanice na zbývajících dolech OKR. V roce 1985 provozovaly důlní závody 24 degazačních stanic (z toho dvě podzemní) avšak s postupným uzavíráním dolů v rámci programu útlumu počátkem 90. let 20. stol. dochází k postupnému snižování těžby degazovaného plynu. Ještě v roce 1995 bylo v provozu celkem 23 povrchových degazačních stanic, z nichž některé byly určeny pro ochranu města Ostravy. V současnosti je v OKR provozováno celkem 9 povrchových degazačních stanic, z nichž tři (Důl Karviná - závod Jan - Karel, Důl ČSM - závod Sever a závod Jih) jsou provozovány bez stálé přítomnosti strojníka ve smyslu § 219 Vyhlášky ČBÚ č. 22/1989 Sb.

Z obrázku č. 1 je zřejmé, že po dosažení maximální těžby degazovaného plynu v průběhu 70. let 20. stol. dochází počínaje rokem 1980 k postupnému poklesu celkové těžby, který byl zapříčiněn především nižšími odběry SMP z titulu snížení kvalitativních parametrů plynu. Důsledkem pak bylo zvýšení množství odfukovaného plynu.



Obr. č. 1 - Graf objemu degazovaného metanu a odfuků do atmosféry

Další pokles těžby plynu, který lze zaznamenat od počátku 90. let souvisí s uzavíráním dolů v ostravské oblasti. Následné snížení těžby na sklonku 90. let je způsobeno postupným ukončením těžby na dolech Paskov a František. V tomto období jsou výrazným způsobem redukovány odfuky, což souvisí se zprovozněním autonomní plynovodní LDS propojující v té době, kromě degazační stanice na důlním závodě

9. květen, všechny ostatní degazační stanice činných dolů a která je dodnes nejdůležitějším prvkem pro dosažení vyrovnaných, kontinuálních dodavatelsko – odběratelských režimů. Degazační systém na důlním závodě 9. květen, který zajišťoval dodávky plynu pouze pro místní kotelnu, byl propojen s uvedenou distribuční sítí až v roce 2007. Příčinou mírného poklesu těžby degazovaného plynu po roce 2008 bylo uzavření dolu Dukla. V posledních dvou letech se stává pojem odfuk degazovaného plynu téměř neznámým pojmem a jeho využití tak dosahuje téměř sta procent. V roce 2010 činil odfuk necelých 80 tis. m<sup>3</sup> metanu, přitom hlavními příčinami tohoto stavu byly rekonstrukce důlních systémů nebo opravy technologií.

Za celé období provozu důlní degazace v OKR bylo od roku 1958 do roku 2010 vytěženo 6 545 mil. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Je zřejmé, že důlní degazace má a bude mít sestupný trend, který koresponduje s vývojem plynodajnosti. Všechny dnes činné doly dosáhly již maximální výše těžby uhlí i maximální plynodajnosti. Činné doly mohou v příštích letech produkovat ročně okolo 60 mil. m<sup>3</sup> metanu, který by mohl být následně hospodářsky využit.

### **3 FORMY DEGAZACE A POPIS DEGAZAČNÍHO SYSTÉMU DOLU**

#### **3.1 Degazace z povrchu**

Degazací z povrchu rozumíme samotokovou degazací horninového masivu pomocí povrchových vrtů, které je dosaženo vlivem vyššího ložiskového přetlaku v kolektoru. Takto získaný plyn je zpravidla přímo nebo přes kompresní stanici napojen na plynárenská zařízení odběratelů. Těžba plynu ve stanovených dobývacích prostorech tímto zajistí v dlouhodobém předstihu odplynění dolového pole a přitom je tento plyn jako kvalitní energetická komodita racionálně průmyslově využíván. Průměrné zastoupení plyných složek v něm obsažených je následující:

CH<sub>4</sub> 94,00 – 98,00 % obj.    C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 0,16-2,60 % obj.    H<sub>2</sub> 1,50-5,75 % obj.

V závislosti na obsahu vyšších uhlovodíků se hodnota spalného tepla pohybuje od 38 do 41 MJ. m<sup>-3</sup>.

Drobná těžba zemního plynu započala v roce 1945 napojením několika plynujících průzkumných vrtů na uhlí na kompresorové stanice Mitrovce a Příbor. K rozmachu dochází od roku 1949, kdy bylo napojeno na těžbu ložisko Žukov. Další podstatné rozšíření produkce nastává od roku 1957 využitím těžebních sond na ložiscích Staříč a Stonava. Od 60. let minulého století, po napojení ložisek Příbor-jih a Bruzovice, dochází k intenzifikaci těžby plynu a rozsáhlé výstavbě plynovodních přípojek navazujících na plynovou distribuční síť SMP, což umožnilo propojit příborskou oblast s ložisky Stonava a Žukov a tím zajistit dodávky plynu pro významné odběratele jakými byly Třinecké železárny a Válcovny plechu v Lískovci.

Nejvyšší těžba byla zaznamenána v roce 1960, kdy bylo vytěženo 188 mil. m<sup>3</sup> zemního plynu. Po tomto roce kulminace těžby dochází postupně k jejímu snižování. Ještě v roce 1970 činila produkce 113 mil. m<sup>3</sup> plynu. Prudký pokles těžby v 70. letech 20. století je způsoben ukončením těžby ložiska Příbor-jih v souvislosti s jeho konverzí na podzemní plynový zásobník. Těžba zemního plynu z uvedených plynových ložisek je dnes

realizována ve stanovených dobývacích prostorech pro těžbu zemního hořlavého plynu jako vyhrazeného nerostu [7] a dosahuje roční výše okolo 22 mil. m<sup>3</sup>.

Ložiskové tlaky v počátcích těžby se pohybovaly na jednotlivých sondách v rozmezí 3,5 až 4,5 MPa. V průběhu těžby tento tlak klesá na hodnoty okolo 0,15 MPa. Vytěžená ložiska v důlních polích, kde se neuvažuje dále o těžbě uhlí, se mohou využívat jako podzemní zásobníky zemního plynu. Pro konverzi vytěženého plynového ložiska na podzemní plynový zásobník byla takto určena ložiska Příbor – jih a Žukov. Tyto zásobníky, jejichž roční uskladňovací kapacita každého z nich činí řádově asi 400 mil. m<sup>3</sup> plynu, slouží k sezonnímu uskladnění letních přebytků importovaného zemního plynu.

## 3.2 Důlní degazace

Pojem důlní degazace je třeba chápat jako soubor činností a zařízení sloužících k záměrnému a řízenému odčerpávání metanu z uhelné sloje, okolních hornin nebo volných prostorů a následnému izolovanému odvádění plynové směsi z degazačních zdrojů v dole plynovody, včetně degazační stanice. Nuceného způsobu odsávání plynové směsi z pohoří nebo důlních děl je dosaženo vývěvami. V dolech OKR nesmí být vykonávána hornická činnost bez degazačního systému vybudovaného podle projektu. Prioritním úkolem důlní degazace je podílet se na zajišťování složení důlního ovzduší, které odpovídá platným báňským předpisům [9]. Izolovaným odváděním metanovzdušné směsi z důlních pracovišť je zamezováno možnosti jejího výbuchu v důlních prostorech. Nesporný je i ekonomický přínos důlní degazace jako významného producenta energetické komodity. Efektivní a účinná důlní degazace je především závislá jak na odborné interpretaci geologické stavby degazované části důlního pole, tak i na technologickém zázemí degazačního úseku. Tato práce je svým pojetím zaměřena pouze na technologickou část důlní degazace.

### 3.2.1 Důlní část degazačního systému

Degazační systém je soubor tvořený degazačními zdroji, plynovody a zařízeními používanými při důlní degazaci.

**Plynovod** je rozhodujícím článkem celého systému důlní degazace a jeho úkolem je přenést podtlak vyvolaný vodokružnými vývěvami umístěnými v degazační stanici s co nejmenšími tlakovými ztrátami až k degazačním zdrojům a zpětně přepravit degazovaný plyn do degazační stanice. Plynovod musí být těsný a v dimenzi, která zajistí přepravu požadovaného množství plynové směsi bez výrazných tlakových ztrát. Efektivnost degazace je závislá na depresi, která je využita zejména v degazačních vrtech, přičemž podtlak v okrajových částech důlní části degazačního systému nemá klesnout pod hodnotu 5 kPa. Tlaková ztráta způsobená odporem proudění plynové směsi v plynovodu se má pohybovat v rozmezí od 3 do 5 kPa na jeden kilometr. Pokud pomineme skutečnost, že v průběhu času dochází ke zmenšování světlého průřezu potrubí vlivem postupné sedimentace nečistot obsažených v plynu, pak nejvýznamnějšími činiteli tlakových ztrát jsou uzavírací armatury, potrubní oblouky a T-kusy instalované do plynovodu. Případné netěsnosti plynovodu mají za následek přisávání důlních větrů, čímž dochází k ředění a následnému zvyšování měrné hmotnosti metanovzdušné směsi, což vede ke zvyšování spotřeby energie potřebné k její přepravě a současně dochází ke snižování kvalitativních parametrů, které znemožňují její další hospodárné využití. Plynovody musí spolehlivě odolávat mechanickému poškození ze strany dopravních zařízení nebo vlivu tlaku

horninového masivu a musejí být dimenzovány na tlak 0,6 MPa. Důlní plynovody dělíme na hlavní a dílčí.

**Hlavní plynovod** je potrubí umístěné v hlavním důlním díle a na povrchu až k degazační stanici.

**Dílčím plynovodem** rozumíme potrubí, které slouží k odvádění plynové směsi od degazačního zdroje do hlavního plynovodu.

Plynovody jsou tvořeny potrubím (trubky, tvarovky, uzavírací armatury, odvodňovače a odlučovače vody, měřicí clony a kompenzátory) a příslušenstvím (kotvicí a závěsná zařízení, ochranné kryty).

Kladení plynovodu se provádí podle technologického postupu, který vychází ze schváleného projektu. Jednou z důležitých podmínek kladení plynovodu je jeho spádování tak, aby v nejnižších místech mohly být montovány odlučovače vody s odvodňovači. Pro spojování plynovodů se používají tyto typy přírubových spojů:

- přivařovací příruby s krkem určené pro spojování plynovodů ve svislých důlních dílech,
- točivé příruby s přivařovacími kroužky vhodné pro montáž plynovodů v horizontálních a úklonných důlních dílech.

**Plynovod** musí být veden od rozvodu elektřiny ve vzdálenosti větší než 10 cm. Každá větev dílčího plynovodu má být vystrojena před jeho zaústěním odvodňovačem s odlučovačem, měřicí clonou a uzavírací armaturou. Při upevnění potrubí pomocí řetězu musí být splněna podmínka, aby na každou trubku připadl jeden závěsný řetěz. Dle § 222 Vyhlášky ČBÚ č. 22/1989 Sb. musí být potrubí bezpečně uloženo, zavěšeno nebo jiným způsobem zajištěno proti uvolnění nebo pádu a označeno žlutými (žluť chromová střední) pruhy o šíři 20 cm ve vzdálenostech po 30 m a zároveň u každé odbočky a armatury. Po montáži plynovodu je nutné provést jeho tlakovou zkoušku tím způsobem, že se zkoušený úsek nejprve naplní stlačeným vzduchem a pak se po uzavření přívodu vzduchu zjišťuje pomocí manometru pokles tlaku v potrubí.

**Zkoušený úsek** by neměl být delší než 500 m, přičemž doba trvání zkoušky u potrubních úseků do délky 200 m je minimálně 1 hodina a pro plynovodní tahy o délce více než 200 m platí doba nejméně 2 hodiny. O každé tlakové zkoušce je proveden zápis, který obsahuje datum zkoušky, označení důlního díla, staničení a zkoušenou délku plynovodu včetně jeho průměru, dobu zkoušky, dovolenou a skutečnou ztrátu tlaku a poznámku k tlakové zkoušce. Během zkoušky je nutné zamezit zdržování se nepovolaných osob v úseku, kde se provádí tlaková zkouška plynovodu. V případě zjištění netěsností se musí tyto závady odstranit a následně se provede opakování zkoušky.

Dovolená tlaková ztráta se vypočte z níže uvedeného vztahu:

$$\Delta p = \frac{0,010896}{d} \cdot t \quad (1),$$

kde:  $\Delta p$  - pokles tlaku /Pa/  
d - průměr potrubí /m/  
t - doba trvání zkoušky /s/

V úsecích, kde plynovodní potrubí podléhá větším tepelným změnám, musí být účinky vyvolané tepelnou roztažností eliminovány vhodným způsobem. Největší délkové změny vykazují hlavní plynovody umístěné ve svislých hlavních důlních dílech, proto se opatřují dostatečným počtem kompenzátorů, které se zpravidla umísťují na každé druhé pevné uchycení plynovodu. V horizontálních důlních dílech, kde se menší délkové změny potrubí vyrovnají v ohybech, není třeba používat technická zařízení určená pro vyrovnání délkových změn plynovodů.

**Odlučovač vody** je zařízení sloužící k oddělení vodní frakce obsažené v degazovaném plynu. Konstrukčně se jedná zpravidla o nádobu válcového tvaru, která má značně větší průměr než plynovod, mezi jehož příruby je namontována. Princip činnosti je založen na snížení rychlosti proudění plynu v důsledku čehož dochází k separaci vody, která pak gravitací stéká do odvodňovače.

**Odvodňovač** slouží k akumulaci vody odloučené z degazovaného plynu a zároveň umožňuje její následné vypuštění do důlního díla. Zařízení jsou konstruována tak, aby nedošlo v průběhu vypouštění vody k nasátí důlní atmosféry. Podle způsobu vypouštění rozdělujeme odvodňovače na:

- ruční – manipulací s ventily se nejprve zruší podtlak v tělese odvodňovače a následně vypustí voda,
- automatické – pracují na různých principech (nejběžnější je využití zákonitosti spojených nádob).

**Úvodní kolona** degazačního vrtu je jedním z nejdůležitějších prvků zaručujících úspěšnost degazace realizovaného vrtu. Kvalita provedení úvodní kolony přímo ovlivňuje složení odsávané plynové směsi a zajišťuje bezpečnost prostředí v okolí degazačního vrtu. Je tvořena ocelovými pažnicemi o celkové délce alespoň 6 metrů. Konstrukce úvodní kolony a způsob jejího ukotvení do horninového masivu musí zaručit, že nebude docházet k úniku plynu z vrtu do důlního díla, dále že bude zabráněno přisávání důlního ovzduší do plynovodu a zároveň umožní montáž regulačních armatur, prvků pro odběr plynu a měření koncentrace a tlaku. V případě likvidace vrtu musí úvodní kolona umožnit zaslepení ústí vrtu.

**Délka úvodní kolony** je stanovena projektem a její vnitřní průměr je volen tak, aby umožnil průchod vrtného nástroje určeného pro vrtání pokračujícího vrtu. Dno předvrtu musí končit v pevné a tektonicky neporušené hornině. Pro upevnění a ukotvení úvodní kolony, které je stanoveno technologickým postupem, je možno využít dvou následujících způsobů:

- cementace mezikruží mezi úvodní kolonou a stěnou vrtu se používá při očekávaných tlacích plynu větších než 1 MPa,
- utěsnění mezikruží mezi úvodní kolonou a stěnou vrtu manžetami z tvrdé pryže je využíváno, pokud predikovaný tlak nepřesáhne hodnotu 1 MPa.

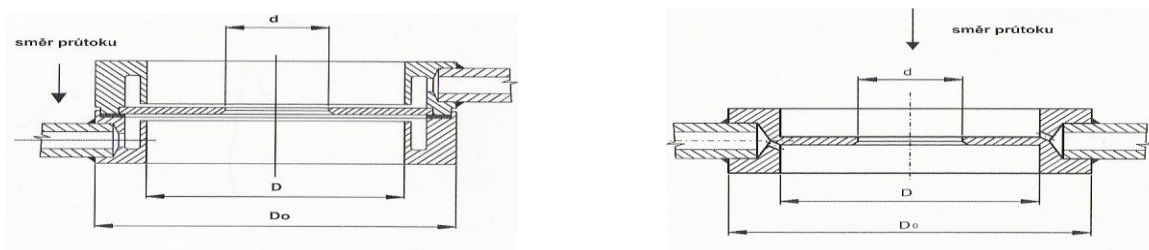
Při způsobu cementace úvodní kolony je cementová směs obsahující urychlovače tvrdnutí (vodní sklo) vtlačena do mezikruží pomocí čerpadla přes výplachovou hlavu vrtného stroje a zapuštěné vrtné soutyčí. Při použití těsnících pryžových manžet je úvodní kolona opatřena na vnějším obvodu kroužky, které zachytí manžety v průběhu zatlačování kolony do vrtu vrtným strojem.



Dle § 6, odst. 2 Vyhlášky ČBÚ č.72/2002 Sb. se zkouška pevnosti úvodní kolony provede před jejím nasazením, a to zkušebním tlakem rovným dvojnásobku jmenovitého tlaku a zkouška těsnosti se vykoná po ukončení montáže úvodní kolony zkušebním tlakem rovným očekávanému provoznímu tlaku. Úvodní kolony upevněné cementováním nemusí být po době cementačního klidu zkoušeny na pevnost. O každé zkoušce musí být proveden zápis obsahující datum zkoušky, označení vrtu, hodnoty zkušebního tahu a tlaku, výsledek zkoušky a jméno toho kdo zkoušku prováděl.

**Měřicí armatury** pro měření objemového průtoku degazovaného plynu v dole jsou, vzhledem k mechanickým a fyzikálně-chemickým vlastnostem plynové směsi, tvořeny výlučně škrťicími orgány, tzv. měřicími clonami. Clona je tenký nerezový kotouč obvykle s kruhovým otvorem a je-li, jeho střed v ose potrubí nazývá se taková clona centrickou. Největší předností centrických clon je jejich konstrukční jednoduchost a jednoznačné definování normou ISO 5167-1, kterými jsou předurčeny k nejširšímu využití ve všech oblastech měření průtoku. Pro účely důlní degazace se používají tyto typy centrických clon:

- *clony s komorovým odběrem* určené pro nižší tlaky s vyměnitelným clonovým kotoučem jsou vhodné pro nasazení v důlní části degazačního systému a slouží zpravidla jako orientační pracovní měřidla,
- *clony s bodovým odběrem* mají obrubu z jednoho kusu (nevyměnitelný clonový kotouč je opracován přímo v tělese clony) a z důvodů malé pravděpodobnosti vzniku netěsností jsou předurčeny jako součásti stanovených měřidel pro fakturační účely instalovaných v degazačních stanicích.



Obr. č. 2 - Řez clonou s komorovým a bodovým odběrem

**Princip měření objemového průtoku plynu** je založen na tom, že clonový kotouč instalovaný do potrubí, který má průměr otvoru menší než je vnitřní průměr potrubí, způsobuje zvýšení rychlosti proudění plynu, což má za následek snížení tlaku plynu za clonou. Tlaková diference před a za clonou, kterou jsme schopni změřit je plně závislá na rychlosti proudění plynu a tím i na objemovém průtoku plynu. Pro orientační určení průtoku na clonách v dole používáme zjednodušeného vzorce:

$$Q = k \cdot \frac{\sqrt{\Delta p}}{\rho} \quad (2),$$

- kde:  $Q$  - průtočný objem plynové směsi /  $\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$  /  
 $\Delta p$  - rozdíl tlaku plynu před a za clonou /Pa/  
 $\rho$  - měrná hmotnost plynové směsi / $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  /  
 $k$  - koeficient pro daný rozměr clony je uveden v tabulkách

Měření tlakové diference se provádí pomocí „U“ trubic plněných vodou nebo rtuť, případně digitálními tlakoměry v nevybušném provedení. Pro měření centrickými clonami je důležitá správná volba vnitřního průměru clonového kotouče tak, aby tlakový rozdíl před a za clonou byl v rozmezí 250 – 500 Pa a současně aby primární prvek clony nezpůsobil příliš velkou tlakovou ztrátu. Pro přesnost měření je důležité dodržet uklidňující přímé úseky plynovodu před a za clonou. Pro praktické účely se považuje za minimální délku přímého úseku plynovodu před clonou 15 násobek jeho vnitřního průměru a 5 násobek vnitřního průměru potrubí musí odpovídat minimální délce přímého plynovodu za clonou. To neplatí při použití měřicí clony jako stanoveného měřidla v degazační stanici, kde přímé délky jsou dány jejím výrobcem s ohledem na různé tvarovky, armatury, odbočky apod. vložené do plynovodu. Vzhledem k tomu, že se clony snadno zanášejí nečistotami a vodou, je potřebné provádět jejich pročištění alespoň jednou ročně. U clon instalovaných v degazační stanici je také nutné provést rozměrovou kontrolu autorizovaným metrologickým střediskem, které následně zajišťuje jejich metrologické ověření. Měřicí clona má umožnit současně odběr plynové směsi pro účely zjištění okamžité koncentrace metanu, nebo pro chromatografický rozbor.

V současné době se připravuje zkušební nasazení vyhodnocovacích jednotek firmy Emerson určených ke kontinuálnímu měření objemového průtoku a procentuálního obsahu  $\text{CH}_4$  v degazované plynové směsi, které by také umožňovaly dálkový přenos dat měřených veličin na řídicí stanoviště. V případě zjištění jakýchkoli anomálií v degazačním systému by tato zařízení, umístěná v dílčích plynovodech před jejich zaústěním do hlavního plynovodu, usnadňovala správnou interpretaci těchto stavů.

### 3.2.2 Degazační systém na povrchu

Povrchová část degazačního systému je tvořena hlavním plynovodem, do kterého jsou před jeho vstupem do degazační stanice instalovány bezpečnostní uzávěry proti prošlehnutí plamene, dále degazační stanice a výtlačným plynovodním potrubím, které je vymezeno zpravidla tzv. dělicím místem tvořeným uzavírací armaturou oddělující degazační systém od jiného plynárenského nebo plynového zařízení. V případě, že degazovaný plyn je dodáván k plynovému spotřebiči vzdálenému méně než 1000 m od degazační stanice, musí být plynovod, kterým je tento plyn dodáván opatřen na výstupu z degazační stanice kuličkovým bezpečnostním uzávěrem.

**Degazační stanice** je možné z pohledu jejich umístění rozdělit na:

- *degazační stanice centrální důlní degazace*, kdy stanice jsou umístěny v blízkosti výdušné jámy a ústí do ní veškeré hlavní plynovody,
- *lokální degazační stanice* situované v dole na výdušném patře poblíž jámy a určené pro degazaci pouze části důlního pole,
- *mobilní důlní degazační stanice* určené pro degazaci důlních pracovišť, na kterých nebyla ještě degazace zavedena,
- *mobilní povrchové degazační stanice* zpravidla zajišťující odplyňování počvy a okolí jámového stvolu při hloubení jam.

Ve smyslu Vyhlášky ČBÚ č. 72/2002 Sb. o důlní degazaci je degazační stanice chápána jako samostatný oplocený objekt z nehořlavého materiálu, ve kterém je instalováno zařízení k vyvolání podtlaku potřebného k degazaci a přístroje zajišťující kontrolu provozu důlní degazace a jeho bezpečnost.

Degazační stanice plní obdobné funkce v systému důlní degazace jako hlavní ventilátor v systému větrání dolu. Jejím úkolem je zajistit prostřednictvím vývěv dostatečnou depresi na degazačních zdrojích a zabezpečit v plynovodu na sací straně absolutní tlak plynu, který bude vždy nižší než okolní atmosférický tlak. Budova degazační stanice z nehořlavého materiálu je zpravidla jednopodlažní s podsklepením a je rozdělena na dvě části – strojní část a dozornu, které jsou vzájemně odděleny plynotěsnou přepážkou. Tyto prostory musí být z hlediska nebezpečí výbuchu metanu zařazeny ve smyslu § 232 Vyhlášky ČBÚ č.22/1989 Sb. V podlaží strojní části jsou umístěny vývěvy, pod nimiž jsou ve sklepních prostorech instalovány plynovodní rozvody. Pod dozornou jsou zpravidla umístěna čerpadla, která zajišťují cirkulaci provozní vody mezi akumulacími jímkami, chladicí věží a vodokružnými vývěvami. Degazační stanice může být používána pouze k degazačním účelům a vstup je dovolen pouze osobám pověřeným vedením závodu a kontrolním orgánům. Provoz degazační stanice je na činném dole nepřetržitý, avšak je možné jej přerušit a to pouze výjimečně na základě příkazu závodního dolu na dobu nezbytně nutnou, přičemž opětovný provoz stanice musí být zahájen nejméně 8 hodin před zahájením dobývacích nebo razicích prací v dole. Příkaz závodního dolu musí obsahovat především dobu, po kterou bude degazační stanice mimo provoz, důvod jejího odstavení a technicko-organizační opatření, která je nutné realizovat.

Degazační stanici je možné provozovat bez stálé přítomnosti strojníka, avšak za předpokladu, že její zařízení splňuje podmínky pro provoz automaticky nebo dálkově ovládaných strojních zařízení ve smyslu § 219 Vyhlášky ČBÚ č. 22/1989 Sb. Tuto podmínku splňují v současnosti tři, již zmiňované degazační stanice provozované v OKR. Degazační stanice na důlním závodě Jan-Karel byla vybavena technologií umožňující tzv. bezobslužný provoz v roce 2007 a v následujícím roce byly rekonstruovány obě degazační stanice Dolu ČSM situované na důlním závodě Sever a důlním závodě Jih. Všechny potřebné provozní údaje jsou přenášeny pomocí systémů dálkového přenosu dat na řídicí stanoviště.

**Vodokružné vývěvy** jsou zařízení potřebná pro vyvození podtlaku v důlní degazační síti a v současné době jsou využívány především vodokružné vývěvy typu 200-SZO-500-500 od slovenského výrobce SLOVPUMP - TRADE, s.r.o. se sídlem v Závadce nad Hronom, které nahrazují starší typy vývěv řady RLP – 01 a RLP – 03.

Vývěvy řady SZO jsou horizontální rotační stroje, které přepravují plyn pomocí rotujícího vodního prstence. Rotace vodního kroužku je vyvolána oběžným kolem s lopatkami excentricky usazeným v tělese vývěvy. V místě, kde dochází ke zvětšování objemu prostoru mezi lopatkami, vzniká sací účinek a nacházejí se zde ve ventilových rozváděcích deskách sací otvory. Na protilehlé straně dochází naopak ke zmenšování objemu prostoru mezi lopatkami, tedy ke kompresi a zde je rozváděcí deska vybavena výtlačnými otvory. Podle toho, zda je nebo není pracovní prostor kolmý na osu otáčení, dělíme vývěvy na jednostranné a dvoustranné [11].

Vývěva se skládá ze dvou základních funkčních částí: statoru a rotoru. Stator tvoří tenkostěnné těleso válcovitého tvaru, jehož vnitřek je mírně oválný. U dvoustranných vývěv je těleso uzavřené z obou stran ventilovou rozváděcí deskou, která je opatřena planžetovými ventily a víkem tělesa. Sací hrdla na víku tělesa jsou spojena T-kusem v jedno společné hrdlo, kde je umístěno zařízení pro měření podtlaku. Stejným způsobem je provedena výtlačná část, která obsahuje navíc cyklonový odlučovač. Ve víku tělesa jsou umístěna ložiska, ve kterých je uložen rotor na vlastních valivých ložiscích. Pracovní

prostor je oboustranně utěsněný mechanickými ucpávkami. Z důvodů bezpečnosti je nutné vývěvy elektrostaticky uzemnit.



Obr. č. 3 – Vývěva 200-SZO-500-500 a chladič věž pro tzv. bezobslužný provoz

Tab. č. 1 - Technické parametry vodokružných vývěv

Velikost		průtočný objem nasávaného plynu Q /m <sup>3</sup> *hod <sup>-1</sup> / příkon P /kW/				Otáčky Rotoru min <sup>-1</sup>	hmotnos vývěvy kg	Maximáln příkon kW	Výkon el.motor kW
		průtočný při 10	objem absolutním 20	objem vody q tlaku	plynu Q /m <sup>3</sup> *hod <sup>-1</sup> / /kPa/ 30				
50-SZO-224- 45	Q	41	59	65	67	1450	40	2,5	3
	P	2,15	2,4	2,47	2,35				
	q	0,48	0,48	0,46	0,43				
65-SZO-224- 80	Q	90	110	121	127	1450	53	3,5	4
	P	3	3,3	3,4	3,25				
	q	0,54	0,54	0,53	0,51				
80-SZO-244- 125	Q	180	235	260	270	1450	135	8,4	11
	P	6,7	7,4	7,5	7,6				
	q	1,1	1,1	1	0,8				
100-SZO-244- 245	Q	365	440	465	475	1450	210	14,2	15
	P	11,65	13,1	13,5	13,4				
	q	1,7	1,6	1,5	1,4				
150-SZO-384- 290	Q	740	890	935	950	970	505	25	30
	P	20,5	23,5	24,55	24,5				
	q	2,5	2,4	2,3	2				
200-SZO-500- 500	Q	1610	1920	2010	2100	735	1035	53,5	55
	P	42,15	48,45	50,2	50,25				
	q	4,9	4,8	4,6	4,3				

Parametry platí pro teploty plynu 20° C a vody 15° C, barometrický tlak 101,325 kPa.

Na výkony vývěv mají vliv především barometrický tlak, teplota plynu a teplota provozní vody. Z tohoto důvodu je pro dosažení optimálních výkonových parametrů vývěvy nutné věnovat pozornost oběhu provozní vody. Teplota vody by neměla přesáhnout 25° C protože se vzrůstající teplotou vody roste i napětí nasycených vodních par, což pak způsobuje pokles deprese vyvolané vývěvou [1]. V dnešní době se na degazačních stanicích využívají uzavřené oběhy provozní vody, ve kterých je chlazení vody zajišťováno pomocí chladicích mikrověží. Vodokružné vývěvy mají výhodu oproti jiným typům vývěv v tom, že jsou konstrukčně jednoduché a nezpůsobují znečištění degazovaného plynu, avšak způsobují vysokou relativní vlhkost plynu a tím výrazně snižují jeho kvalitativní parametry potřebné pro jeho další využití.

**Dozorna** jsou prostory degazační stanice, kde jsou umístěny měřicí a registrační přístroje, sociální a hygienické zařízení a místnost pro obsluhu. Tyto prostory jsou zařazeny, ve smyslu Vyhlášky ČBÚ č.22/1989 Sb, § 232, odst. 1, písm. a), jako prostory bez nebezpečí výbuchu metanu (BNM) a proto zde musí být instalováno nejméně jedno čidlo kontinuálního metanoměru v místě s nejvyšší pravděpodobností výskytu metanu, které akusticky a opticky signalizuje obsluze degazační stanice nebo inspekční službě překročení mezní hranice. Pro možnost sledování a vyhodnocování aktuálních dosahovaných parametrů v degazačním systému jsou v dozorně umístěny přístroje pro měření tlaku, teploty plynové směsi a pro kontrolu koncentrace metanu.

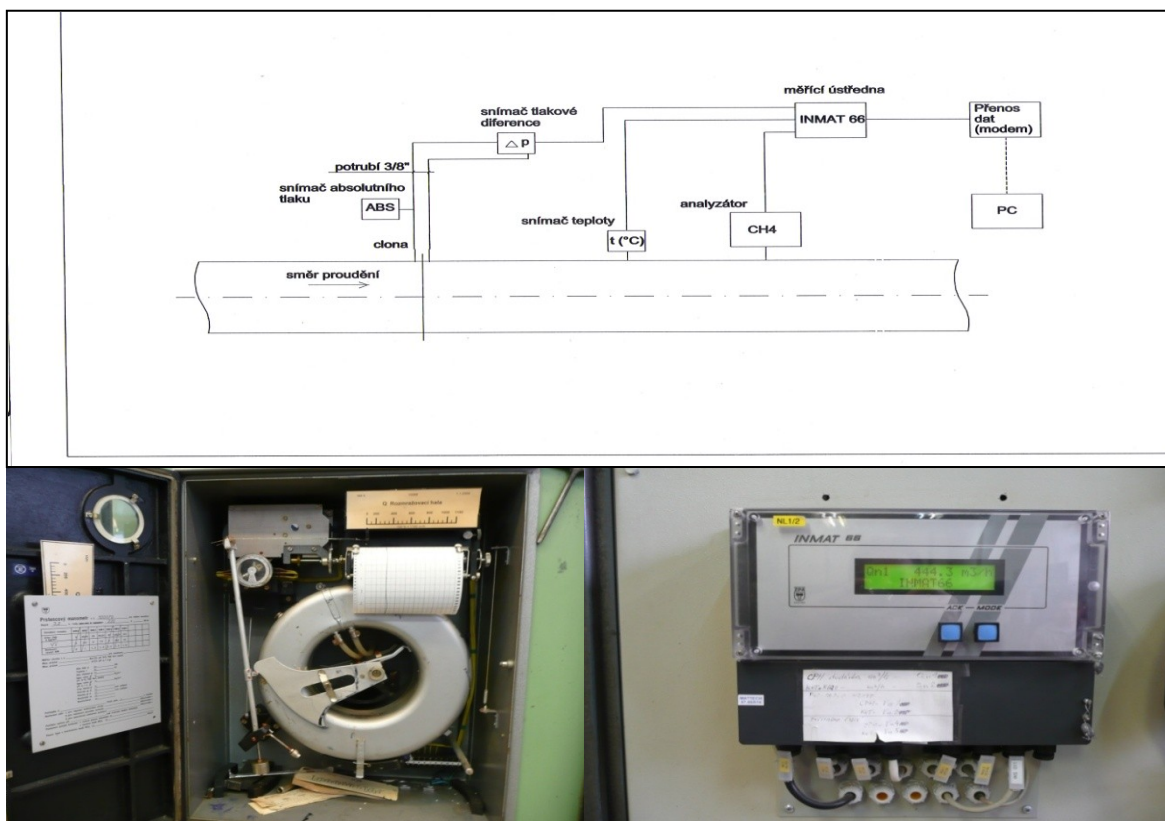
- **Analyzátoary metanu** jsou zařízení pro vyhodnocování objemového procenta CH<sub>4</sub> obsaženého v plynové směsi. Dnes jsou nejběžněji používané analyzátoary UNOR nebo FINOR od německého výrobce SICK – MAIHACK z nichž některé typové řady vyhodnocují i obsah kyslíku v plynové směsi. Analyzátoary metanu jsou propojeny se zařízením, které signalizuje náhlý pokles koncentrace metanu v degazované plynové směsi o více jak 10% a také snížení koncentrace metanu pod 40% a pod 30% [10].



Obr. č. 4 - Analyzátoar řady S 710

- **Měřicí okruhy** jsou soubory měřicích přístrojů vyhodnocujících tlak, teplotu a průtočný objem degazované plynové směsi. Pro měření tlaku jsou používány snímače s převodníkem signálu Rosemont, případně INDIF a INPRESS a pro vyhodnocování teploty plynu to jsou snímače teploty Pt 100 využívající principu změny elektrického odporu platiny v závislosti na změně teploty.





Obr. č. 5 - Schéma měřicího okruhu a prstencový manometr s přepočítávačem INMAT

Jako vyhodnocovací jednotky byly nasazovány počátkem 90. let na degazační stanice přístroje ruské provenience SUPER FLO II s napěťovým výstupem. V současnosti je nahradily stavové přepočítávače plynů INMAT s proudovým výstupem od tuzemského výrobce. Protože uvedené systémy měřicích okruhů umožňují archivaci a zpracování naměřených hodnot v počítačích, nahradily kdysi používané prstencové manometry „REGULA“ se zapisovači, kdy se požadované hodnoty musely zdlouhavě vyhodnocovat planimetrováním zapisovacích svitků.

Kromě těchto přístrojů jsou v dozorně umístěny další měřicí přístroje přímo v místě měření. Jsou to teploměry instalované na odlučovačích za vývěvami, v jímkách provozní vody a v místech kde je měřena teplota vody na vstupu do vývěv a před chladicí mikrověží. Pro zjišťování tlaku jsou montovány manometry na sacích a výtlačných hrdlech vývěv, před a za kuličkovými uzávěry, na výtlačku čerpadel provozní vody, na vstupu chladicí vody do vývěvy a na ucpávkách vývěv. Teploměry na odlučovačích a manometry na ucpávkách jsou navíc připojeny na signalizační zařízení, které zajistí v případě překročení mezních hodnot havarijní zastavení chodu vývěv. V případě provozování degazační stanice bez stálé přítomnosti obsluhy, kdy jsou všechny provozní údaje dálkově přenášeny na řídicí stanoviště, musí všechna strojní zařízení splňovat ustanovení § 219 Vyhlášky ČBÚ č. 22/1989 Sb. platné pro automaticky nebo dálkově ovládaná strojní zařízení.

**Zařízení proti prošlehnutí plamene** zabraňují možnému dalšímu přenosu plamene v případě zapálení plynové směsi.

- **Kuličkové uzávěry** jsou důležitým bezpečnostním prvkem v systému důlní degazace a je třeba jim věnovat náležitou pozornost, přičemž kontrolu tlakové ztráty, která může činit maximálně 5 kPa od výchozí hodnoty, je nutné provádět každodenně. Jsou umístěny vždy na přívodním potrubí do degazační stanice a v případě, že je degazovaný plyn dodáván do plynového spotřebiče vzdáleného méně než 1000 m od degazační stanice, musí být kuličkovými uzávěry vybaveno také výtlačné potrubí. Kuličkové uzávěry se instalují zpravidla v paralelních dvojicích umístěných v samostatných objektech. Jeden z dvojice uzávěrů slouží jako záložní a je využíván v případě čištění druhého kuličkového uzávěru. Kuličkový protišlehový uzávěr je montován mezi dva přírubové potrubní spoje a tvoří ho prstenec většího průměru než je přípojovací potrubí vyplněný skleněnými kuličkami uzavřenými z obou stran štěrbínovými síty.



Obr. č. 6 - Kuličkové uzávěry s trubicovými U-manometry a pohled na štěrbínové síto

- **Zhášecí zařízení plamene** je umístěno na svislém plynovodu, který odvádí plynovou směs mimo čerpadla do ovzduší. Vyústění tohoto plynovodu z nehořlavého a antistatického materiálu situované alespoň 10 m nad terénem musí být mimo to chráněno před bleskem, vzdáleno nejméně 20 m od výdušné jámy, difuzoru hlavního ventilátoru, a holého elektrického vedení a současně vyvedeno nejméně 3 m nad nejvyšší budovu ležící v okruhu 20 m od místa odfuku. Zhášecí zařízení tvoří trysky umístěné v odfukovém komíně, které jsou propojeny vysokotlakou hadicí s dvojicí 30 kg sněhových hasicích přístrojů.

## 4 DEGAZAČNÍ ZDROJE

### 4.1 Plynonosnost

Plynonosností se rozumí množství plynu, které v sobě obsahuje horský masív v okolí daného důlního díla. Uvádí se zpravidla v m<sup>3</sup> plynu na jednu tunu horniny. Hornickou činností dochází při ražení dlouhých důlních děl či při dobývání sloje k narušení rovnovážného stavu v masívu, a to jak z hlediska mechaniky hornin, tak z hlediska rovnováhy plynů v masívu obsažených. V důsledku porušení rovnovážného stavu dochází k tlakově deformačním projevům v důlním dílem ovlivněné části masívu a zároveň se uvolňují v něm obsažené plyny. Tyto plyny pak postupují z míst vyššího tlaku do míst nižšího tlaku, tj. z míst, v nichž se původně nacházely, do vyrubaných prostor důlních děl.

## 4.2 Plynodajnost

Plynodajnost je množství plynu, které se z horninového masívu ovlivněného hornickou činností uvolní do důlních děl, přičemž rozlišujeme plynodajnost:

- absolutní
- relativní
- vztažená na některou z dalších veličin

**Absolutní plynodajnost** je množství plynu, které se za časovou jednotku uvolní do prostor důlního díla, udává se v  $\text{m}^3$  plynu za sekundu.

Tuto absolutní plynodajnost lze vztahovat na jednu tunu denní těžby, pak hovoříme o **plynodajnosti relativní** a vyjadřuje se  $\text{m}^3$  plynu na tunu uhlí a den.

Podle potřeb a různých metod stanovování plynodajnosti lze plynodajnost vztahovat např. na velikost porubem odrubané plochy nebo na veličinu "aktivní plocha", pak se jedná o tzv. **plošnou plynodajnost**.

## 4.3 Degazační metody a zdroje

### 4.3.1 Degazační vrty

Degazační vrty, jejichž ústí je vybaveno úvodní kolonou jsou po celé své délce až po své dno součástí degazačního plynovodu a proto musí splňovat podobné podmínky, jaké platí pro plynovod. Musí být těsné vůči okolním důlním dílům a v dimenzích, které zajistí odsátí maximálního množství plynové směsi bez výrazných tlakových ztrát tak, aby v celé délce vrtu byl zajištěn účinný podtlak.



Obr. č. 7 – V OKR nově nasazovaná vrtná souprava TURMAG

Pevnost hornin má vliv na projektovanou délku vrtů. Délka vrtu a jeho průměr jsou závislé na výkonu použitého vrtného stroje. Nejobvyklejší průměry degazačních vrtů jsou



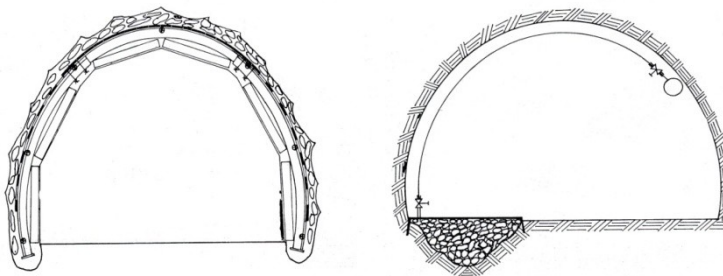
v rozmezí 59 mm až 75 mm a maximální délky mohou dosahovat až 250 m. Pro vrtání degazačních vrtů se v OKR používají osvědčené vrtné stroje WDP řady 1 a 2, RVS 3 a nověji také Turmag. Pevnou a těsnou úvodní kolonu je nutné před dalším vrtáním vybavit preventrem, který zabrání případnému zaplynování okolního důlního díla a zároveň umožňuje odvádět plynovou směs z vrtu do plynovodu po dobu vrtání. Degazační vrt je možné vrtat pouze pomocí vodního výplachu podle technologického postupu vycházejícího ze schváleného projektu, který současně řeší způsob napojení vrtu na plynovod a jeho likvidaci. Degazačními vrty lze úspěšně degazovat hloubené jámy a šibíky, dlouhá důlní díla, poruby dobývané metodou z pole i poruby vedené do pole.

#### 4.3.2 Degazace stařin

V tomto případě jako degazační zdroj slouží prostory stařin vytěženého porubu uzavřené hrázovým objektem. V těchto zahrázových prostorech se po dokopání porubu akumuluje značné množství metanu. Jeho vývin je o to větší pokud tyto prostory komunikují s oblastí, ve které je veden činný porub ve stejné nebo podložní sloji. Protože se stává, že hráz není absolutně těsná, je nutné zabránit možnému přisávání ovzduší z ovětrávaných důlních děl do degazačního systému tím, že plynovod vedeme co nejdále za hráz. Tyto zdroje jsou významným producentem metanu, avšak jsou do značné míry ovlivňovány vývojem atmosférického tlaku a z tohoto důvodu je třeba provádět jejich častější regulaci.

#### 4.3.3 Degazační manžety

Degazační manžety se zřizují v místech důlních děl, která jsou v kontaktu se zónami zvýšené plynodajnosti. Plynová komunikace je zpravidla způsobena tektonickými poruchami, či puklinovými systémy, což má následně negativní vliv na celkové plynové poměry v okolním důlním díle. Tyto plynující úseky je pak nutné izolovat od průchodního větrního proudu tak, že se po celé jejich délce vybuduje dřevěná výztuž po obvodu důlního díla, která se pokryje plátnem a následně se provede těsnicí nástřík latexem nebo sádkou. Konce takto vytvořené manžety musí těsně přiléhat k okolní hornině, aby po napojení tohoto degazačního zdroje k plynovodu nedocházelo k přisávání okolního důlního ovzduší.



Obr. č. 8 – Degazační manžeta a degazace pomocí poklopů

#### 4.3.4 Degazační poklopy

V případě, že je ražbou důlního díla zastižen fukač plynu nacházející se v počvě chodby, je možné toto místo degazovat pomocí degazačního poklopu. Ten se zřizuje tím způsobem, že se nejprve v místě výronu metanu vyhloubí prohlubeň, která se následně vyplní hrubým štěrkem tvořícím filtrační zónu. Takto připravený výkop se zakryje

plechovou deskou utěsněnou po svém obvodu cementovou maltou, a která je uzpůsobena pro napojení tohoto zdroje k degazačnímu systému.

#### 4.3.5 Degazace z mimoslojových důlních děl

V tomto případě se využívá přístupných důlních děl situovaných mimo dobývanou sloj, pro vrtání degačních vrtů, jimiž pak můžeme degazovat nejen sloj ve které je veden porub. Tato metoda je vhodná tam, kde jsou mezislojové vzdálenosti kratší a její výhoda spočívá v dlouhé životnosti realizovaných degazačních vrtů.

#### 4.3.6 Metoda ztraceného plynovodu

Tato metoda degazace se uplatňuje v porubech vedených z pole s cílem prodloužit životnost degačních vrtů ve fázi průchodu porubní fronty přes tyto vrty. Princip spočívá v tom, že se plynovod na úrovni porubní fronty rozpojí a jeho část za porubem se spustí na počvu.

**Ztracený plynovod** se pak propojí se zavěšeným plynovodem hadicemi opatřenými armaturami pro měření plynové směsi a odběr vzorků. Do ztraceného plynovodu jsou vrapovanými hadicemi napojeny produkující degazační vrty, které jsou po průchodu porubu chráněny před devastací ponecháním výztuže a budováním hrání. Ztracený plynovod je na svém konci perforovaný a po své délce je krytý proti poškození. Takto provedený plynovod může odsávat plynovou směs ze stařin a současně z vrtů za porubem. Ztracenému plynovodu je třeba věnovat zvýšenou pozornost, aby se nestal příčinou např. zaplynování horní úvratě porubu. Mimo stanovených měření na všech degazačních zdrojích, musí být ve ztraceném plynovodu alespoň jednou za týden odebrán vzorek plynové směsi k analýze na metan a oxid uhelnatý.

Metoda ztraceného plynovodu byla zvolena i v případě degazace zahrázových důlních prostor na 7. patře a degazačních vrtů situovaných na 9. patře v okolí likvidovaných hlavních důlních děl bývalého dolu Doubrava. V určité fázi dobývání 34. a 37. sloje 22. kry doubravského důlního pole dojde k uzavření překopu 9002 a je reálný předpoklad, že nebude možné účinně degazovat tuto oblast, protože degazační stanice na závodě Jan-Karel nebude schopna vytvořit potřebný podtlak v těchto vzdálených okrajových částech degazačního systému. Z tohoto důvodu byl přijat projekt založený na využití zlikvidované jámy Eleonora k odsávání již zmiňovaných degazačních zdrojů prostřednictvím potrubí ponechaného v této jámě. Tyto ztracené plynovody budou napojeny na povrchový hlavní plynovod ústící do mobilní degazační stanice, která pomocí kompresoru zabezpečí požadovaný podtlak v degazačním systému.

Pro tento účel vyvinula firma Kubíček se sídlem ve Velkých Losinách ve spolupráci s Green Gas DPB, a.s. mobilní degazační stanici, typ DS 60B-75, která je určena pro realizaci krátkodobých i dlouhodobých odsávacích zkoušek na odplyňovacích průzkumných vrtech, zlikvidovaných HDD a SDD a zdrojích důlního plynu ve vlastních ZDP (zařízení Ex II 3(1)G c IIA T3) a je zároveň schválena pro odsávání plynové směsi z degazačních zdrojů v rámci důlní degazace na činném dole (zařízení Ex I M2).

Základem stanice je strojní část se soustrojím dmyhadla (systém Roots) 3DBPA60B-200 s bočním přísáváním (chlazením) a dalším příslušenstvím. Dmyhadlo je poháněno elektromotorem o výkonu 75 kW. Na sání je instalována měřící trať se segmentovou clonou pro měření množství nasátého plynu. Chlazení soustrojí je kapalinové

se vzduchovým chladičem. Výtlak stanice je primárně komínem do atmosféry nebo alternativně do výtlačného potrubí pro případné další využití plynu. Druhou částí je tzv. elektročást. Tvoří ji především rozvaděče a veškerá elektroinstalace. Strojní část a rozvaděče elektročásti jsou umístěny v samostatných protihlukových krytech. Analyzátor  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$  a  $\text{CO}_2$  v nasávaném plynu je umístěn v samostatném rozvaděči, který je také umístěn v protihlukovém krytu rozvaděčů elektročásti.



Obr. č. 9 – Mobilní degazační stanice DS 60 B - 75

Stanice je schopna pracovat v bezobslužném provozu s dálkovým řízením a umožňuje datový přenos aktuálních hodnot vybraných veličin na řídicí stanoviště. Na základě stanoviska FTZÚ č. 10/0075 je vnitřní prostředí (dopravovaný plyn) zařazeno jako ZÓNA0, pro strojní část je stanovena ZÓNA 2 a část elektro a okolí stanice jsou definovány prostředím „bez nebezpečí výbuchu“.

***Vybrané technické parametry mobilní degazační stanice DS 60 B - 75:***

- tlak plynu na vstupu + 60 kPa abs. (- 40 kPa rel.),
- tlak plynu na výstupu + 100 kPa abs. (0 kPa rel.),
- tlaková diference  $\Delta p$  40 kPa,
- odsávané množství plynové směsi 200 – 1400 m<sup>3</sup>. hod<sup>-1</sup>,
- max. vstupní teplota plynu +35 °C,
- max. výstupní teplota plynu +130 °C.

## 5 BEZPEČNOSTNÍ KRITÉRIA DŮLNÍ DEGAZACE

### 5.1 Vyhláška ČBÚ č. 72/2002 Sb., o důlní degazaci

Podle zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě, ve znění zákona č. 542/1991 Sb. vydal Český báňský úřad dne 21. ledna 2002 Vyhlášku č. 72/2002 Sb., o důlní degazaci, kterou stanoví požadavky k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu, na zřizování, provoz a kontrolu zařízení důlní degazace a na kvalifikaci a odbornou způsobilost zaměstnanců při provozu zařízení důlní degazace v organizaci provádějící hornickou činnost v plynujících uhelných dolech II. třídy nebezpečí. Tato vyhláška nabyla účinnosti od 1. dubna 2002 a nahradila do té doby platný výnos ČBÚ č. 1/1988 o důlní degazaci.

Na výše uvedených dolech, pokud je prováděna hornická činnost, musí být zřízen na základě projektu degazační systém, do kterého může být zapojeno i několik degazačních stanic. Na základě příkazu závodního dolu je možné odstavit stanice z provozu, pokud ostatní stanice zajistí požadovaný účinek degazace v dole. Degazační systém se zakresluje do mapové dokumentace vedené ve smyslu vyhlášky ČBÚ č. 435/1992 Sb., o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem. Jakékoliv změny, které způsobily, nebo mohou způsobit zvýšení koncentrace metanu v důlním ovzduší nad 0,8% musí být ohlášeny inspekční službě.

**Kontroly a měření degazačního systému** jsou prováděny vždy zaměstnancem určeným vedoucím důlní degazace v uvedených intervalech:

- neprodleně
  - zjištění příčiny a učinění potřebných opatření při koncentraci CO vyšší než 100 ppm v dílčím plynovodu a 30 ppm v hlavním plynovodu
- 1 x směnu
  - porovnání hodnoty analyzátoru v degazační stanici s údajem odečteným z přístroje pro kontrolní měření koncentrace CH<sub>4</sub>, přičemž v případě, že rozdíl je větší než 1 % obj. se další postup řídí podle pokynů pro obsluhu a údržbu degazační stanice
- 1 x den
  - kontrola a zjištění koncentrace metanu na zdroji s koncentrací < 30% obj.
  - kontrola tlakové ztráty na kuličkových uzávěrech
- 1 x týden
  - kontrola ztraceného plynovodu a zjištění koncentrace CH<sub>4</sub> a CO
- 1 x 14 dnů
  - kontrola rozvodů plynové směsi v degazační stanici
- 1 x měsíc
  - kontrola plynovodů
  - měření objemového průtoku a tlaku plynové směsi v plynovodu
  - měření tlaku a koncentrace CH<sub>4</sub> na degazačních zdrojích
  - odběr vzorku plynu v plynovodu k analýze na CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>
  - odběr vzorku plynu v degazační stanici k analýze na CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>
  - kontrola vývěv, elektrického zařízení, registračních a bezpečnostních zařízení v degazační stanici
- 1 x 6 měsíců
  - kontrola regulačních, uzavíracích a měřicích armatur, včetně odvodňovačů

V případě poruchy registračních měřicích přístrojů je přípustné měřit přístroji pro kontrolní měření v těchto intervalech:

- 1 x 10 minut při poruše analyzátoru
- 1 x 30 minut při poruše měřidel tlaku a teploty

Četnost indikace metanu v objektu degazační stanice a opatření v případě překročení mezních stavů jsou obsaženy v pokynech pro obsluhu a údržbu degazační stanice. Výsledky kontrol a měření musí být písemně zaznamenány.

## 5.2 Projekt důlní degazace

Pro zajištění bezpečnosti dolu lze realizaci, rekonstrukci nebo likvidaci jakékoliv části degazačního systému uskutečnit na základě projektu důlní degazace schváleného závodním dolu na základě oponentního posouzení. Degazace ražených dlouhých důlních děl může být prováděna na základě typového projektu a v případě degazace porubů musí být projekt vypracován a následně schválen pro každý porub zvlášť a obsahuje:

- základní geologické údaje o oblasti, která bude degazována, zejména charakteristiku dobývané sloje a stratigrafii jejího nadloží a podloží,
- zařazení z hlediska nebezpečí vzniku důlních ořesů nebo průtrží uhlí a plynů,
- projektovaný stav větrání v případě, že se předpokládá koncentrace metanu v důlním ovzduší vyšší než 0,8 %,
- metodu dobývání, použité technologie v porubu a na přilehlých chodbách,
- výpočet plynodajnosti v etapě rozjezdu, dobývání a likvidace porubu,
- výpočet koncentrace metanu v porubu a přilehlých důlních dílech na základě předpokládané účinnosti degazace, stanovení čísla vrstvení a výpočet minimální potřebné rychlosti větrů pro srovnání s projektovanou rychlostí větrů,
- údaje o způsobu degazace a o technologických zařízeních pro odsávání plynu, předpokládanou účinnost degazace, degazované a exhalované množství metanu,
- určení potřebného průměru plynovodu, umístění uzavíracích a měřicích armatur a odvodňovačů a opatření pro případ použití ztraceného plynovodu,
- základní údaje o degazačních zdrojích, způsob jejich napojení a likvidace,
- mapovou a výkresovou dokumentaci,
- oponentní posouzení projektu.

## 5.3 Výpočet plynovodní sítě

Rozhodujícím kritériem pro efektivní stanovení parametrů degazačního systému je přesnost stanovení prognózované plynodajnosti horninového masívu. Na základě hodnot prognózované plynodajnosti a predikované účinnosti degazace určíme množství metanu, který budeme odsávat z pohoří.

$$Dg_m = Pd \cdot \frac{\mu}{100} \quad (3),$$

kde:  $Dg_m$  - množství degazovaného  $CH_4$  /  $m^3 \cdot CH_4 \cdot den^{-1}$  /  
 $Pd$  - prognózovaná plynodajnost /  $m^3 \cdot CH_4 \cdot den^{-1}$  /  
 $\mu$  - účinnost degazace / % /

Dalším důležitým faktorem je stanovit procentuální obsah metanu v odsávaném plynu, abychom tak mohli určit množství plynové směsi odsávané degazačním systémem.

$$Dg_s = Dg_m \cdot \frac{100}{c} \quad (4),$$

kde:  $Dg_s$  - množství degazované směsi /  $m^3 \cdot CH_4 \cdot den^{-1}$  /  
 $Dg_m$  - množství degazovaného  $CH_4$  /  $m^3 \cdot CH_4 \cdot den^{-1}$  /  
 $c$  - obsah metanu v degazovaném plynu / % /

Na základě těchto hodnot stanovíme kapacitu degazační stanice a vypočteme potřebné dimenze jednotlivých plynovodů tak, aby degazační systém byl co nejučinnější z pohledu bezpečnosti provozu dolu a zároveň také co nejefektivnější po ekonomické stránce.

$$d = 0,4788 \cdot \sqrt{\frac{Q^2 \cdot l \cdot \rho_p}{\Delta p}} \quad (5),$$

kde: d - průměr plynovodu / m . 10<sup>-3</sup>/  
 Q - průtokné množství degazované směsi / m<sup>3</sup> . s<sup>-1</sup> /  
 l - délka plynovodu / m /  
 ρ<sub>p</sub> - poměrná hustota směsi ke vzduchu  
 Δ<sub>p</sub> - tlaková ztráta v plynovodu (v délce l) / Pa/

Deprese vytvořená degazační stanicí by neměla převýšit hodnotu 50 kPa, přičemž hodnoty podtlaku v okrajových částech plynovodní sítě nemají být nižší než 5 kPa a tlaková ztráta v plynovodu by měla být v rozmezí 3-5 kPa na každých 1 000 metrů plynovodu.

#### 5.4 Charakteristika důlní degazace na dolech OKR

Důlní degazace je v současnosti provozována na 9 důlních závodech všech čtyř dolů OKD, a.s. Pro představu o současném stavu důlní degazace v OKR a pro možnost srovnání jednotlivých degazačních systémů uvádím dále jejich stručnou charakteristiku.

##### Důl ČSM

V současnosti je degazace provozována na závodech ČSM - Sever a ČSM - Jih.

- degazační zdroje: celkem je napojeno okolo 70 zdrojů
- dílčí plynovody: celková délka činí 29 165 m
- degazační stanice: - závod Sever je vybavena 5 ks vývěv  
 - závod Jih je vybavena 3 ks vývěv

Tab. č. 2 – Parametry důlní degazace na Dole ČSM

Rok	Absolutní exhalace	Degazace	Plynodajnost	Účinnost degazace
	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	%
2006	57 168	47 844	105 012	45,6
2007	52 380	45 542	97 922	46,5
2008	57 584	42 010	99 594	42,2
2009	50 461	27 858	78 319	35,6
2010	54 519	31 845	86 364	36,9

### ***Důl Darkov***

V současné době je degazace provozována na závodech Darkov a závodě 9. květen.

- degazační zdroje: celkem je napojeno asi 40 zdrojů
- dílčí plynovody: celková délka činí 16 049 m
- degazační stanice: - závod Darkov je vybavena 5 ks vývěv  
- závod 9. květen je vybavena 3 ks vývěv

*Tab. č. 3 – Parametry důlní degazace na Dole Darkov*

	Absolutní exhalace	Degazace	Plynodajnost	Účinnost degazace
	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	%
<b>2006</b>	63 106	42 520	105 626	40,3
<b>2007</b>	57 238	36 945	94 183	39,2
<b>2008</b>	69 978	38 196	108 174	35,3
<b>2009</b>	55 087	32 275	87 362	36,9
<b>2010</b>	50 018	34 462	84 480	40,8

### ***Důl Karviná***

Degazace je realizována v současnosti na závodech Jan-Karel a Lazy.

- degazační zdroje: celkem je napojeno přibližně 140 zdrojů
- dílčí plynovody: celková délka činí 38 887 m
- degazační stanice: - závod Jan-Karel je vybavena 4 ks vývěv  
- závod Lazy je vybavena 3 ks vývěv

*Tab. č. 4 – Parametry důlní degazace na Dole Karviná*

	Absolutní exhalace	Degazace	Plynodajnost	Účinnost degazace
	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	%
<b>2006</b>	79 666	37 846	117 512	32,2
<b>2007</b>	88 455	32 958	121 413	27,1
<b>2008</b>	100 745	35 543	136 288	26,1
<b>2009</b>	132 700	37 031	169 731	21,8
<b>2010</b>	93 078	35 045	119 444	29,3

### Důl Paskov

V současnosti je degazace provozována na závodech Sviadnov, Staříč a Chlebovice.

- degazační zdroje: celkem je napojeno okolo 134 zdrojů
- dílčí plynovody: celková délka činí 44 137 m
- degazační stanice: - závod Sviadnov je vybavena 7 ks vývěv  
- závod Staříč je vybavena 8 ks vývěv  
- závod Chlebovice je vybavena 4 ks vývěv

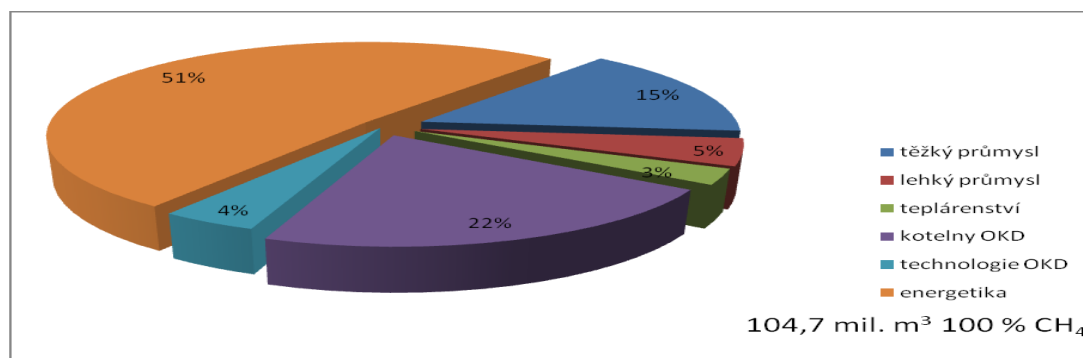
Tab. č. 5 – Parametry důlní degazace na Dole Paskov

Rok	Absolutní exhalace	Degazace	Plynodajnost	Účinnost degazace
	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> .d <sup>-1</sup>	%
2006	122 652	65 255	187 907	34,7
2007	129 189	80 411	209 600	38,4
2008	137 775	72 299	210 077	34,4
2009	129 460	56 808	186 266	30,5
2010	159 049	64 627	223 677	28,9

## 6 VYUŽITÍ DEGAZOVANÉHO PLYNU V OKR

Od počátku zahájení důlní degazace v OKR byla snaha využít degazovanou plynovou směs jako plynné palivo. Základní spalitelnou složkou degazovaného plynu je metan, jehož spalné teplo je 37,706 MJ. m<sup>-3</sup> při vztažných podmínkách (p = 101,325 kPa a t = 15° C). Kromě metanu obsahuje degazovaný plyn, především plyn z jižní části revíru, i vyšší uhlovodíky, zejména etan, avšak v hodnotách maximálně řádů tisíců ppm. Jako první odběrná plynová zařízení spalující degazované plyn byly kotelny situované na jednotlivých důlních závodech.

Degazovaná směs sloužila jako stabilizace hoření v uhelných kotlích, případně byla využívána plně v plynových kotlích a nahrazovala tak postupně energetické komodity (zemní plyn, koksárenský plyn), které bylo do té doby nutné nakupovat. Od roku 1979 byly na základě smluv realizovány dodávky degazovaného plynu do distribuční sítě SMP.



Obr. č. 10 - Graf způsobu využití degazovaného plynu v roce 2010



Současné způsoby využití degazačního plynu podle jednotlivých odvětví dokumentuje obrázek č. 10. Výkup tohoto plynu byl, a je i v současnosti, podmíněn dodržováním smluvních kvalitativních parametrů, z nichž nejdůležitější byl procentuální objem metanu v plynové směsi, obsah prachových částic a množství vody v plynu.

Praxí je ověřeno, že cyklonové odlučovače vody v degazačních stanicích nemohou spolehlivě odloučit veškerou vodu obsaženou v plynu, proto jsou v současnosti nasazována technologická zařízení využívající principu sušení plynu na základě jeho prudkého ochlazení.



Obr. č. 11 - Moderní technologické zařízení „SILOXA“ pro sušení plynu

Postupem času byla dobudována plynová LDS nezávislá na plynové síti SMP, která dnes propojuje všechny degazační systémy činných dolů a jejím provozovatelem je Green Gas DPB, a.s.

## 6.1 Způsoby využití plynu z důlní degazace

### 6.1.1 Vlastní spotřeba degazovaného plynu na důlních závodech

Vlastní spotřeba degazovaného plynu na důlních závodech byla až do roku 2008 realizována především formou dodávek do vlastních kotelen. Protože od tohoto roku jsou však kotelny dodávající teplo do důlních závodů zásobovány pouze degazačním plynem přiváděným z LDS, zůstává tak v současnosti zachována skutečná vlastní spotřeba degazovaného plynu pouze na Dole Darkov, kde se jedná o dodávku plynu na sušičku černouhelných kalů. Zde je plyn využíván jako vstupní palivo do hořáků rotační válcové pece určené pro sušení flotokoncentrátu a uhelných kalů, které jsou pak jako finální produkt sušení přidávány do exportovaného uhlí, nebo dodávány přímo do Elektrárny Dětmárovice. V roce 2010 bylo touto technologií vyprodukováno 208 tis. tun kvalitního paliva při celkové spotřebě 4,4 mil. m<sup>3</sup> metanu potřebného pro sušicí proces.



Obr. č. 12 - Pohled na rotační pec Dolu Darkov pro sušení černouhelných kalů

### 6.1.2 Využití plynu z důlní degazace v ostravsko – karvinské aglomeraci

Plyn z důlní degazace splňující kvalitativní parametry je dodáván na základě smluvních vztahů mezi jednotlivými skupinovými doly OKD, a.s. a Green Gas DPB, a.s. do LDS, kde dochází k jeho mísení s důlním plynem ze ZDP a následné úpravě a stabilizaci fyzikálně - chemického složení. Takto získaný degazační plyn (ve smyslu zákona 458/2000 Sb., Energetický zákon) je následně distribuován jednotlivým zákazníkům, které z větší části představují významné průmyslové podniky v regionu. Největšími odběrateli jsou hutní společnosti ŽDB GROUP Bohumín, a.s. a Arcelor MITTAL Ostrava, a.s., teplotenské sdružení DALKIA a AWT Rekultivace, a.s. Mezi střední odběratele můžeme řadit DIAMO, s. p. a BIOCEL, a. s. Malé odběratele degazačního plynu, kteří nejsou uvedeni v tabulce č. 6, tvoří především malé domovní kotelny a drobní živnostníci.

Tab. č. 6 – Přehled významných odběratelů degazačního plynu

Odběratel degazačního plynu	2008	2009	2010
	( mil. m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> )	( mil. m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> )	( mil. m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> )
<b>Arcelor Mittal Ostrava, a.s.</b>	11,199	9,923	1,190
<b>Dalkia ČR, a. s. - závod TKV</b>	7,688	1,757	1,719
<b>Dalkia ČR, a. s. - závod TČA</b>	0,642	0,681	0,569
<b>BIOCEL, a.s.</b>	2,150	2,454	0,730
<b>Visteon Autopal, s. r. o.</b>	0,620	0,314	0,000
<b>ŽDB Group, a. s.</b>	18,947	13,033	15,072
<b>DIAMO, s. p.</b>	0,516	1,016	1,082
<b>AWT Rekultivace, a. s. - sušička kalů ČSM</b>	1,836	1,187	1,745
<b>AWT Rekultivace, a. s. - sušička kalů 9. květen</b>	1,481	0,900	1,114
<b>Dalkia Industry, a. s.</b>	3,017	20,495	23,728
<b>CELKEM</b>	<b>48,096</b>	<b>51,760</b>	<b>46,949</b>

### 6.1.3 Podíl plynu z důlní degazace na rozvoji malých energetických zdrojů

Od roku 2006 nastává bouřlivý rozvoj tzv. malých energetických zdrojů, mezi které se řadí i kogenerační jednotky spalující jak důlní plyn z otevřených dolů (degazovaný plyn) tak i důlní plyn pocházející ze ZDP, přičemž na oba tyto plyny je možné, při splnění podmínek daných zákonem, čerpat státní podporu při výrobě elektrické energie a tepla.

Nespornou výhodou kogeneračních jednotek je skutečnost, že mohou spalovat i méně kvalitní plyn, obsahující nižší objemové procento metanu, který by byl těžko uplatnitelný pro jiná plynová zařízení, kdy spodní hranice obsahu metanu v degazovaném plynu je obvykle 49 % obj.

Celková účinnost kogeneračních jednotek vybavených spalovacími motory výrobců Caterpillar, Deutz, či Jenbacher dosahuje při jmenovitém výkonu až 82 procent, přičemž z toho elektrická účinnost může činit až 42 %. Při takových parametrech je možné z 1 m<sup>3</sup> metanu obsaženého v degazovaném plynu získat 3,97 kWh elektrické energie a 13,5 MJ vyrobeného tepla.



Obr. č. 13 - Kogenerační jednotka na Dole Paskov, závod Chlebovice

Současný vývoj cen energií, možnost využít státní dotace při výrobě elektrické energie a tepla z kogenerace a příležitost obchodovat s emisními povolenkami činí tento způsob využití degazovaného plynu výhodný z ekonomického hlediska a má také pozitivní dopad na životní prostředí z pohledu environmentální politiky.

Tab. č. 7 - Roční spotřeby metanu z důlní degazace v kogeneračních jednotkách

DŮLNÍ ZÁVOD	2006	2007	2008	2009	2010
	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
CHLEBOVICE	480 376	1 333 349	1 493 423	1 619 296	1 486 034
SVIADNOV		806 527	1 587 158	1 633 305	1 672 084
STARĚČ		1 195 562	3 126 847	3 288 794	3 069 787
DARKOV			2 819 029	6 316 610	5 750 590
LAZY			2 100 305	6 436 434	6 215 000
JAN KAREL				1 548 438	3 115 980
<b>Celkem</b>	<b>480 376</b>	<b>3 335 438</b>	<b>11 126 762</b>	<b>20 842 877</b>	<b>21 309 475</b>

## 6.2 LDS pro přepravu degazačního plynu

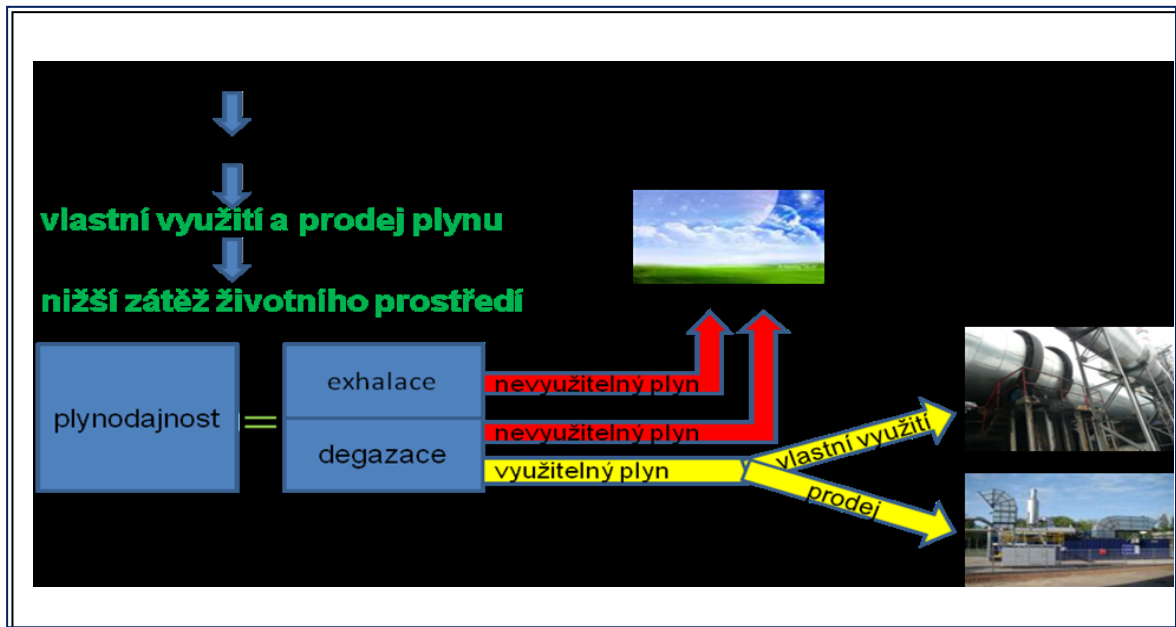
V průběhu 90. let minulého století byla budována plynová LDS, jejímž cílem bylo propojit degazační systémy činných dolů a zdroje důlního plynu situované ve zvláštních dobývacích prostorech na straně zdrojové se zákazníky v regionu na straně odběrů plynu. Toto koncepční řešení přineslo řadu výhod, z nichž nejdůležitější je možnost kontinuálních dodávek degazovaného plynu z činných dolů včetně stabilizace kvality plynu.

Bilanční rovnováhy v dodavatelsko-odběratelských vztazích je dosaženo centrálním dispečerským řízením ze strany provozovatele LDS Green Gas DPB, a.s. a tím je zaručeno plné využití plynu bez jeho odfuků do atmosféry. V současnosti činí délka plynovodů LDS 140,9 km a přepravní kapacita dosahuje hodnoty až 25 000 m<sup>3</sup>.hod<sup>-1</sup> plynové směsi [8].

## 7 ZÁVĚR

Přínos důlní degazace je nesporný z hlediska bezpečnosti při hornické činnosti, kdy ve značné míře snižuje množství exhalovaného metanu do důlního ovzduší a tím přispívá k zajišťování požadované koncentrace metanu v důlním prostředí stanovené bezpečnostním předpisem. Se snížením exhalace metanu se úměrně snižuje množství důlních větrů, které by jinak bylo nutné přivádět ve větším množství na důlní pracoviště s cílem dosáhnout stanovených koncentrací metanu, což představuje v konečném důsledku snížení množství energií potřebných pro provoz důlních ventilátorů.

Zásobování plynových odběrných zařízení vlastní degazovanou plynovou směsí představuje úsporu v nákladech, které by bylo jinak nutné vynaložit na nákup jiné energetické komodity. Mimo tyto interní finanční úspory je možné, v případě přebytků degazovaného plynu splňujícího stanovené kvalitativní parametry, prodávat tento plyn dále některému z držitelů licence na obchod s plynem, což může představovat další externí finanční tržby.



Obr. č. 14 - Schéma přínosu důlní degazaci

Ve své bakalářské práci jsem se především zabýval primárním posláním důlní degazace v podmínkách OKR, tedy jejím přímým vlivem na bezpečnost důlních pracovišť z pohledu složení důlního ovzduší stanoveného platnou báňskou legislativou a současně jsem se věnoval i ekonomickému přínosu důlní degazace. Při vypracování bakalářské práce jsem vycházel ze současných poznatků a trendů v oblasti důlní degazace.

Závěrem bakalářské práce bych chtěl poděkovat pedagogům Institutu hornického inženýrství a bezpečnosti za získané vědomosti během studia, dále vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Urbanovi, Ph.D., konzultantovi Ing. Otakaru Grezlovi a kolektivu odborných pracovníků Green Gas DPB, a.s.

## **SEZNAM PŘÍLOH:**

1. Vývoj plynodajnosti a degazace v OKR
2. Mapa plynovodní sítě s vyznačením degazačních systémů a zdrojů důlního plynu v OKR
3. Degazace zdrojů v oblasti uzavřené jámy Eleonora Dolu Karviná metodou ztraceného plynovodu
4. Tlakové ztráty plynovodů

## **SEZNAM TABULEK**

1. Technické parametry vodokružných vývěv
2. Parametry důlní degazace na Dole ČSM
3. Parametry důlní degazace na Dole Darkov
4. Parametry důlní degazace na Dole Karviná
5. Parametry důlní degazace na Dole Paskov
6. Přehled významných odběratelů degazačního plynu
7. Roční spotřeby metanu z důlní degazace v kogeneračních jednotkách

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

1. Graf objemu degazovaného metanu a odfuků do atmosféry
2. Řez clonou s komorovým a bodovým odběrem
3. Vývěva 200 – SZO-500-500 a chladicí věž pro tzv. bezobslužný provoz
4. Analyzátor řady S 710
5. Schéma měřicího okruhu a prstencový manometr s přepočítávačem INMAT
6. Kuličkové uzávěry s trubicovými U-manometry a pohled na štěrbinové síto
7. V OKR nově nasazovaná vrtná souprava TURMAG
8. Degazační manžeta a degazace pomocí poklopů
9. Mobilní degazační stanice DS 60 B - 75
10. Graf způsobu využití degazovaného plynu v roce 2010
11. Moderní technologické zařízení „SILOXA“ pro sušení plynu
12. Pohled na rotační pec Dolu Darkov pro sušení černouhelných kalů
13. Kogenerační jednotka na Dole Paskov, závod Chlebovice
14. Schéma přínosu důlní degazace



## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Prokop, P.: *Plynodajnost a degazace*. Skripta VŠB - TU Ostrava, 1990
- [2] Prokop, P.: *Důlní větrání a technika bezpečnosti*. Skripta VŠB - TU Ostrava, 1987
- [3] Grygárek, J., Hudeček, V.: *Základy hornictví*. Skripta VŠB - TU Ostrava, 2003
- [4] Šiška, F., Otáhal, A., Prokop, P., Sedlatý, V.: *Bánske vetranie*. Alfa Bratislava, 1993
- [5] Vavro, M.: *Mechanika hornin a uhelného masívu*. VŠB Ostrava, 1984
- [6] Dopita, M. a kol.: *Geologie české části hornoslezské pánve*. MŽP Praha, 1997
- [7] *Zákon č. 44/1988 Sb. ve znění jeho novel (Horní zákon)*
- [8] Interní materiály Green Gas DPB, a.s.
- [9] *Vyhláška ČBÚ č. 22/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při dobývání nevyhrazených nerostů v podzemí*
- [10] *Vyhláška ČBÚ č. 72/2002 Sb., o důlní degazaci*
- [11] Technické podmínky degazačních zařízení