

Návrh zabezpečení objektů plynárny a podzemních zásobníků plynu

Jiří Hromada

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří Hromada**
Osobní číslo: **A12092**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh zabezpečení objektů plynárny a podzemních zásobníků plynu**

Téma anglicky: **A Draft Design for the Security of Gasworks and Underground Gas Storage Facilities**

Zásady pro vypracování:

1. Vysvětlete důvody zabezpečení objektů plynáren.
2. Vyhledejte bezpečnostní rizika v objektech plynáren.
3. Zpracujte legislativní požadavky na objekty plynáren.
4. Analyzujte současný stav objektů a popište stávající ochranu objektů.
5. Navrhněte komplexní ochranu objektu.
6. Vyhodnoťte přínos řešení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. VALOUCH, Jan. Projektování bezpečnostních systémů [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2012 [cit. 2015-02-02]. ISBN 978-80-7454-230-5. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/18663>.
2. IVANKA, Ján. Systemizace bezpečnostního průmyslu [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2014 [cit. 2015-02-02]. ISBN 978-80-7454-410-1. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/27488>.
3. LAUCKÝ, Vladimír a Rudolf DRGA. Speciální technologie komerční bezpečnosti [online]. 2012 [cit. 2015-02-02]. ISBN 978-80-7454-146-9. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/18585>.
4. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management: [teorie a praxe ochrany majetku a fyzické bezpečnosti]. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011-, sv. ISBN 978-80-87500-05-71.
5. UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-7251-189-0.
6. BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 191 s. ISBN 978-80-7385-005-0.
7. KRATOCHVÍL, Michal a Václav KRATOCHVÍL. Technické prostředky požární ochrany. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009, 270 s. ISBN 978-80-7385-064-7.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rudolf Drga, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

6. února 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. června 2015

Ve Zlíně dne 6. února 2015



L.S.

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

Ing. Jan Valouch, Ph.D.


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá preventivní ochranou v případě ohrožení majetku a osob u specifických objektů podzemních zásobníků plynu. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá důležitostí podzemních zásobníků plynu z hlediska pokrytí celkové spotřeby zemního plynu. Je zde nastíněn způsob skladování zemního plynu a známé typy podzemních zásobníků plynu. Dále následuje pojednání o bezpečnostních rizicích a legislativních požadavcích na objekty plynáren.

Praktická část se zabývá charakteristickými vlastnostmi objektů podzemních zásobníků plynu z hlediska jejich zabezpečení. Dále je v praktické části nastíněna stávající ochrana těchto objektů. Stěžejním výstupem práce je posouzení konkrétního objektu a návrh jeho zabezpečení. Závěrem je zde vyhodnocen přínos navrhaného řešení.

Klíčová slova: podzemní zásobníky plynu, návrh zabezpečení, PZTS, CCTV, obvodová ochrana.

ABSTRACT

Bachelor theses focus on preventative protection in case of threat to persons and property in specific objects underground gas storage facilities. Work is divided into theoretical and practical part. The theoretical part deals with the importance of underground gas storage facilities in terms of overall consumption of natural gas. There is also outlined method of gas storage and known types of underground gas storage facilities. Followed by a discussion about security risks and legislative requirements on objects gasworks.

The practical part deals with the characteristics of the underground gas storage facilities in terms of their security. Further, the practical part outlines the existing protection of these objects. A key outcome of this work is to assess the specific object and draft design for the security. In conclusion was evaluated the benefits of the proposed solution.

Keywords: underground gas storage, draft design, PZTS, CCTV, perimeter protection.

Rád bych chtěl tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a pomoc poskytnutou při zpracování této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Lubošovi Hermanovi, který mi poskytl cenné rady a podkladové materiály při tvorbě této bakalářské práce. Mé poděkování patří také společnosti RWE Gas Storage s.r.o. V neposlední řadě bych rád poděkoval mé rodině a blízkým, kteří mě po dobu mého studia podporovali.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY ZABEZPEČENÍ OBJEKTŮ PLYNÁREN.....	11
1.1 VLASTNOSTI ZEMNÍHO PLYNU	11
1.2 ZÁSOBOVÁNÍ ČESKÉ REPUBLIKY ZEMNÍM PLYNEM	13
1.3 DŮVODY SKLADOVÁNÍ ZEMNÍHO PLYNU	14
1.4 DRUHY PODZEMNÍCH ZÁSObNÍKŮ	16
1.5 ZPŮSOB SKLADOVÁNÍ ZEMNÍHO PLYNU	16
1.6 PODZEMNÍ ZÁSObNÍKY V ČR.....	17
1.6.1 Plánované rozšiřování podzemních zásobníků plynu	19
2 BEZPEČNOSTNÍ RIZIKA	21
2.1 PŘÍRODNÍ POHROMY	21
2.2 TECHNOLOGICKÉ HAVÁRIE.....	22
2.3 TERORISMUS	23
2.4 SCÉNÁŘ MOŽNÝCH DŮSLEDKŮ VÝPADKU PZP	23
2.5 HISTORIE HAVÁRIÍ V PODZEMNÍCH ZÁSObNÍCÍCH PLYNU	24
3 LEGISLATIVA V PLYNÁRENSTVÍ.....	25
3.1 ZÁKLADNÍ LEGISLATIVA PRO PROVOZ PODZEMNÍCH ZÁSObNÍKŮ	25
3.2 PROVÁDĚNÍ HORNICKÉ ČINNOSTI A SKLADOVÁNÍ ZEMNÍHO PLYNU	27
3.3 HAVARIJNÍ PLÁNY	28
3.3.1 Účel havarijního plánu PZP	28
3.3.2 Havarijní plán pro organizace provozující hornickou činnost	28
3.4 BEZPEČNOSTNÍ PÁSMA	30
3.5 BĀNSKĀ ZĀCHRANNĀ SLUŽBA.....	30
3.6 VYHLĀŠENĪ STAVU NOUZE NA PLYNĀRENSKĒ SOUSTAVĒ V ČR.....	31
3.7 VYHLĀŠENĪ HAVARIJNĪHO STAVU NA SKLADOVACĪ SOUSTAVĒ.....	32
II PRAKTICKĀ ČĀST	33
4 CHARAKTERISTICKĒ VLASTNOSTI ZĀSObNĪKŮ PLYNU.....	34
4.1.1 Podzemní zásobník plynu Háj e.....	34
4.1.2 Podzemní zásobník plynu Lobodice	35
4.2 STRUKTURA OBJEKTŮ.....	36
4.3 STĀVAJĪCĪ OCHRANA OBJEKTŮ	37
4.3.1 Centrální areál	38
4.3.2 Sbĕrnĕ středisko	42
4.3.3 ProvoznĪ sondy.....	43
4.3.4 Monitorovací sondy	44
5 NĀVRH OCHRANY OBJEKTU.....	45
5.1 CENTRĀLNĪ AREĀL	45
5.1.1 ObvodovĀ ochrana objektu	46
5.1.2 KamerovĪ systĕm.....	47
5.1.3 PlĀšřovĀ ochrana	52

5.1.4	Prostorová ochrana.....	53
5.1.5	Tísňové hlásiče.....	57
5.1.6	Fyzická ostraha.....	57
5.2	SBĚRNÉ STŘEDISKO	58
5.2.1	Kamerový systém.....	59
5.2.2	Obvodová ochrana	59
5.2.3	Plášťová ochrana	60
5.2.4	Prostorová ochrana.....	61
5.3	PROVOZNÍ A MONITOROVACÍ SONDY	61
6	PŘÍNOS OPROTI STÁVAJÍCÍMU ŘEŠENÍ.....	63
6.1	BUDOUCÍ MOŽNOSTI ŘÍZENÍ PROVOZU	63
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	65
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	72

ÚVOD

Zemní plyn je jako komodita velmi důležitá a na jeho využití je závislá značná část obyvatelstva. Zemní plyn je využíván zejména pro vytápění, ale také jako palivo pro vozidla a v malé míře je využíván také k výrobě elektrické energie v paroplynových elektrárnách.

Jelikož se na českém území nenachází žádná významná ložiska plynu, je nutné převážnou většinu plynu ke spotřebě dovážet. Zemní plyn je do České republiky dovážen z několika států. Při dovozu tak velkého množství zemního plynu nastává již ale problém s jeho vyrovnanou spotřebou. Spotřeba zemního plynu se totiž dle ročního období může významně lišit, ale objem dováženého plynu je celoročně téměř totožný.

Proto zde hrají důležitou roli podzemní zásobníky plynu, díky kterým je spotřeba rovnoměrně pokryta v celém ročním období. A na jejich správném provozu může být v zimním období závislá velká část spotřebitelů. V případě dlouhodobě omezených, či zcela zastavených dodávkách zemního plynu z dálkové mezinárodní přepravy je možné čerpat z rezervních zásob podzemních zásobníků.

Vzhledem k důležitosti podzemních zásobníků plynu je pro splnění bezpečného provozu nutné tyto objekty patřičně zabezpečit. Zejména je třeba chránit provozní technologie a části areálu, které jsou potřebné k samotnému provozu podzemního zásobníku. Vzhledem k neustále vysokému množství kriminality jako je například vandalismus, krádeže a v neposlední řadě také terorismus je nutné přijmout bezpečnostní opatření, která by znesnadnila, či úplně vyvrátila výše jmenované hrozby. I z vlastností zemního plynu vyplývá možné nebezpečí při jeho úpravách a následném skladování pod vysokým tlakem.

V areálech podzemních zásobníků plynu je i přes jejich automatizaci na vysoké úrovni velký pohyb osob. Jedná se především o pracovníky areálu provádějící údržbové a kontrolní práce spojené s provozem objektu. Je zde i zvýšený pohyb osob z dodavatelských firem apod. Proto je nutné k bezpečnému provozu areálu provozovat na místě fyzickou ostrahu, která významně přispívá ke všem ostatním přijatým opatřením.

Cílem této bakalářské práce bude obeznámení čtenáře s důležitostí podzemních zásobníků plynu, tím budou nastíněny i důvody k jejich zabezpečení a na konkrétním areálu bude vypracován návrh zabezpečení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY ZABEZPEČENÍ OBJEKTŮ PLYNÁREN

Objekty plynáren jsou technologická zařízení určená k výrobě, či skladování především zemního plynu. Podzemními zásobníky můžeme rozumět veškerá povrchová a podpovrchová zařízení, která jsou nezbytná k uskladnění zemního plynu. Pro samotné skladování zemního plynu se využívají přírodní nebo uměle vytvořené prostory v podzemních strukturách. Několik těchto podpovrchových skladovacích horizontů nebo kaveren může být technologicky propojeno do jednoho společného skladovacího objektu, který bývá označen jako podzemní zásobník plynu.

1.1 Vlastnosti zemního plynu

Jedná se o bezbarvý, nezapáchající a vysoce hořlavý plyn. Zemní plyn neobsahuje žádné jedovaté složky, je nedýchatelný a díky svým vlastnostem je přibližně 2x lehčí než vzduch. Řadíme jej do skupiny topných plynů, které se v porovnání s ostatními plyny vyznačují nevyšší výhřevností. Topné plyny jsou využívány především pro ohřev vody, výrobu elektrické energie, vytápění v domácnostech, či teplárnách. [1]

Novou oblastí využití zemního plynu se stala doprava, kde je zemní plyn využíván jako náhrada za pohonné látky jako jsou benzín a nafta. Motory spalující zemní plyn jsou stále více rozšiřovány především kvůli nízkým provozním nákladům a ekologičnosti. O tomto palivu se mluví také jako o palivu budoucnosti, protože výroba zemního plynu je proces méně náročný, než je výroba běžně používaných paliv, která jsou získávána náročnou rafinací ropy. Emise vzniklé při spalování zemního plynu jsou také mnohem nižší, u emisí oxidu uhelnatého se hovoří o snížení asi o 90 procent, emise kysličníku uhličitého CO₂ poklesly o 30 procent oproti běžným palivům. Výhřevnost zemního plynu se odvíjí především od obsahu metanu.

Zemní plyn rozdělujeme na dvě formy: [1]

- CNG (Compressed Natural Gas)- jedná se o stlačený zemní plyn pod tlakem 200 barů.
- LNG (Liquified Natural Gas)- je to zkapalněný zemní plyn při teplotě -162°C.

Tab. 1. Vlastnosti zemního plynu [1]

Výhřevnost	34,08 MJ/m ³
Spalné teplo	37,82 MJ/m ³
Hustota	0,69 kg/m ³
Meze výbušnosti	5 – 15 %
Zápalná teplota	650 °C
Množství spalovacího vzduchu	9,56 m ³ vzduchu/ m ³ ZP
Teplota plamene	1 957 °C

Podle složení můžeme rozdělit zemní plyn na dvě kategorie: [2]

1. Zemní plyn typu H (high-vysoký) je plyn, jehož spalné teplo leží v rozmezí 40-46 MJ.m⁻³ a podíl ve složení nehořlavých složek je nižší než 5%.
2. Zemní plyn typu L (low-nízký) je plyn, jehož spalné teplo leží v rozmezí 33-38 MJ.m⁻³ a podíl ve složení nehořlavých látek je větší než 10%.

Složení zemního plynu se může mírně lišit dle jeho původu, viz tabulka č. 2.

Tab. 2. Složení zemního plynu dle původu [2]

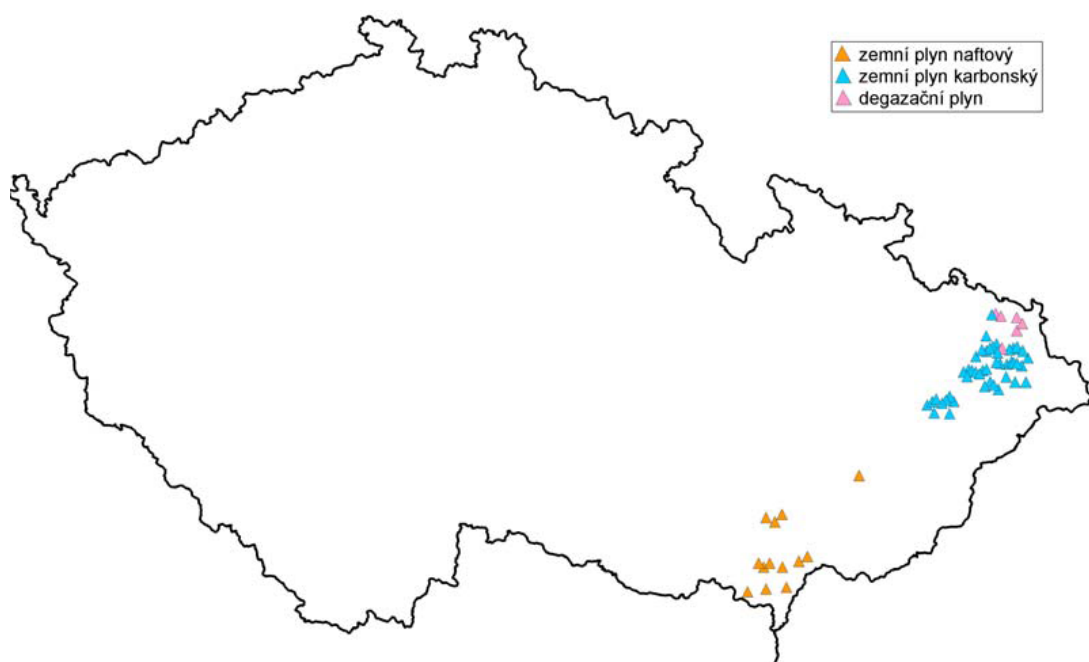
Složky zemního plynu	Tranzitní zemní plyn [%]	Norský zemní plyn [%]	Alžírský zemní plyn [%]	Jihomoravský zemní plyn [%]	Holandský zemní plyn [%]
Metan	98,39	85,80	86,90	97,70	81,31
Etan	0,44	8,49	9,0	1,20	2,85
Propan	0,16	2,30	2,60	0,50	0,37
Butan	0,07	0,70	1,20	-	0,14
Pentan	0,03	0,25	-	-	0,09
Dusík	0,84	0,96	0,30	0,60	14,35
CO2	0,07	1,50	-	-	0,89

Do plynu určeného k veřejnému využití musí být přidán odorant, který je silně zapáchající a při úniku plynu se projeví alarmujícím zápachem mnohem dříve, než dojde k navýšení koncentrace plynu potřebné k výbuchu. Při koncentraci zemního plynu do 5% zemní plyn hoří, ale při koncentraci od 5% do 15% ve směsi se vzduchem je vysoce výbušný.

1.2 Zásobování České republiky zemním plynem

V České republice se na jižní Moravě nachází pouze malá a vzhledem k těžebním kapacitám málo významná ložiska zemního plynu. Na celkové spotřebě zemního plynu v ČR se podílí asi jedním procentem. Tento vytěžený plyn řadíme mezi plyny typu H. Provozovatelé těchto ložisek jsou Moravské naftové doly a.s. a Česká naftařská společnost. [3]

Konkrétní rozmístění ložisek plynu v ČR vyobrazuje obrázek č. 1.



Obr. 1. Ložiska plynu v ČR [4]

Proto je nutno absolutní většinu zemního plynu do Česka dovážet. Mezi hlavní dodavatele zemního plynu pro Českou republiku patří Rusko a Norsko. Dovoz ruského plynu je zastoupen asi 75 % oproti 25 % dovozu z Norska. Samotné dodávky plynu z Ruska vstupují na naše území ze Slovenska přes předávací stanici Lanžhot. Dodávky norského zemního plynu vstupují do ČR přes předávací stanici Sv. Kateřina. Rozmístění předávacích stanic je vyobrazeno na obrázku č. 2. níže.

Složení dodávaného plynu od těchto dodavatelů se v současné době téměř neliší. Z těchto předávacích stanic se dostává plyn z dálkové mezinárodní přepravy do vnitrostátní přepravní soustavy a dále do distribuční, kde se také mění tlak plynu na obvyklou hodnotu v těchto sítích. V distribuční síti je již plyn dodáván jednotlivým odběratelům ke spotřebě.[3]



Obr. 2. Přepravní soustava plynu pro Českou republiku [4]

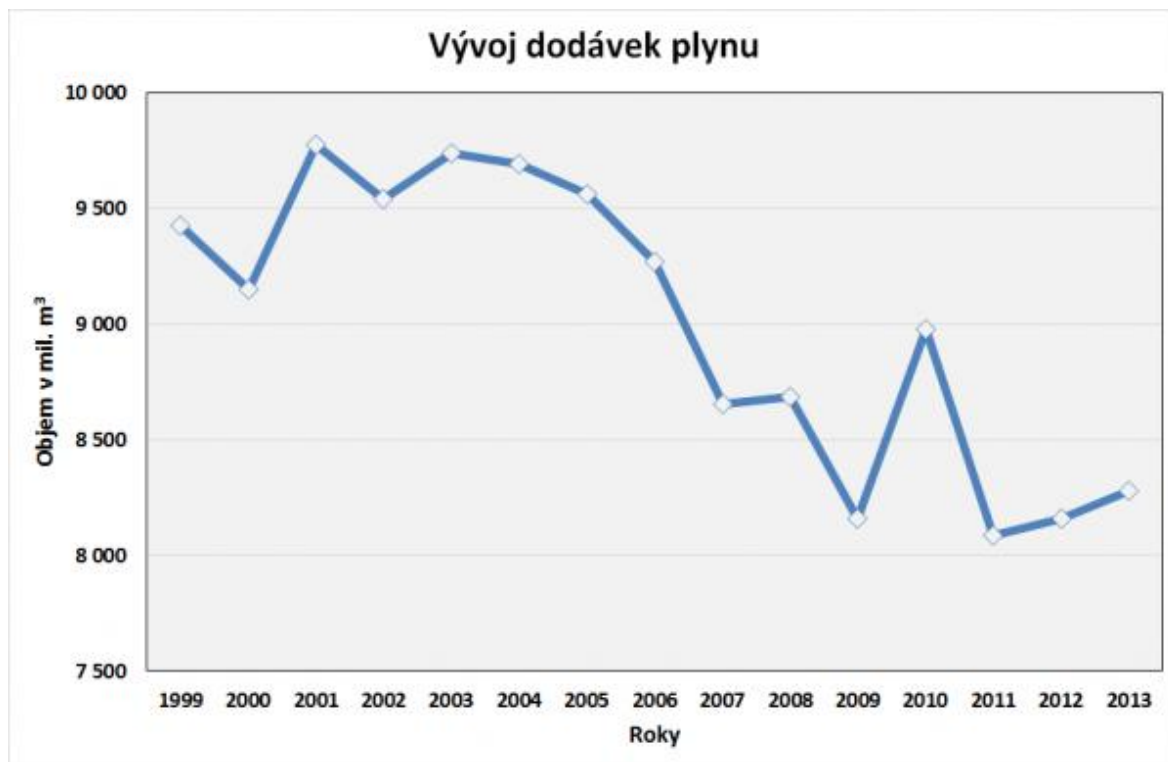
1.3 Důvody skladování zemního plynu

Zemní plyn je výhodné skladovat zejména kvůli nerovnoměrné spotřebě plynu závislé na ročním období. Skladování zemního plynu zajišťuje rovnovážný příjem a výdej zemního plynu v době kdy je jeho přebytek či nedostatek vzhledem ke smluvenému dennímu dovozu ze zahraničí. Neboť systém dálkové přepravy plynu je z ekonomických důvodů nastaven tak, aby byl vytížen rovnoměrně po celý rok. Česká republika odebírá přibližně 30 mil. m³ zemního plynu denně, spotřeba se ale liší dle ročního období. Tudíž v létě je denně spotřebováno asi 10 mil. m³, ale v zimním období je to až 60 mil. m³ plynu každý den.

Ekonomicky výhodnou variantou je skladování zemního plynu v podzemních zásobnících plynu. Kde většinou nákup a ukládání plynu v podzemních zásobnících probíhá v letních měsících, kdy je jeho přebytek a těžba tohoto uskladněného plynu probíhá v zimním období, kdy může být plynu nedostatek. Tím je zajištěna bezpečnost dodávek plynu. Díky funkci podzemních zásobníků jsou také pokryty spotřební špičky a jsou využívány pro krátkodobé obchody na organizovaných trzích.

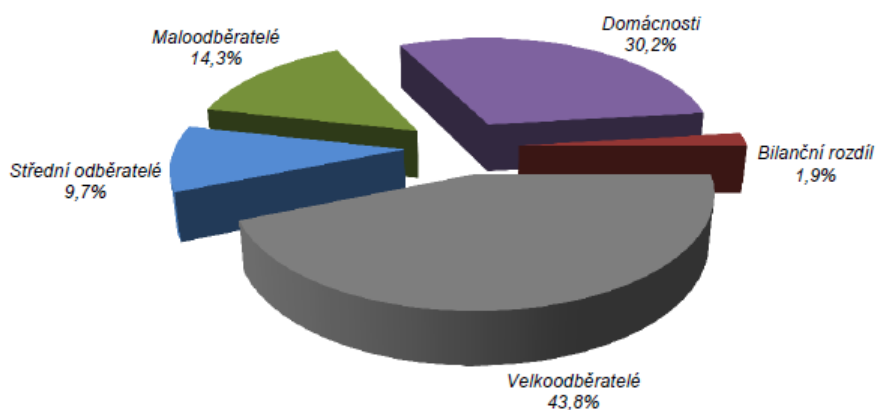
Spotřeba zemního plynu v ČR

Spotřeba zemního plynu v ČR se za posledních 10 let příliš neliší. Od roku 2001 je zaznamenán mírný pokles v celkové spotřebě. Ta klesala od roku 2001, kdy se roční spotřeba pohybovala okolo 10 000 mil. m³ s mírnými výkyvy až do roku 2011, kde roční spotřeba přesahovala 8000 mil. m³. Od tohoto roku spotřeba zemního plynu opět mírně roste.



Obr. 3. Vývoj dodávek plynu pro Českou republiku v letech 1999-2013[5]

Nejvýznamnější typy odběratelů zemního plynu jsou: velkoodběratelé a domácnosti. Celkem je v České republice spotřebováno každoročně asi 8000-9500 mil. m³ zemního plynu. Největší podíl na množství odebíraného plynu mají právě velkoodběratelé s ročním množstvím odebíraného plynu přibližně 3500-4000 mil. m³. Dalším významným odběratelem jsou domácnosti s roční spotřebou plynu pohybující se při 2500 mil. m³. Zbylé množství zemního plynu každoročně spotřebují zákazníci v kategorii středního odběru a malooběru. [5]



Obr. 4. Podíl zákazníků na spotřebě zemního plynu.[4]

1.4 Druhy podzemních zásobníků

Podzemní zásobníky dělíme do dvou základních typů:

1. **Porézní zásobníky**- Jsou to zásobníky, využívající především již vytěžená plynová či ropná ložiska. Vždy se jedná o horninové vrstvy tvořené nejčastěji pískovcem a různě zpevněnými písky s dostatečnou propustností, které mohly být původně zaplněny ropou či plynem a po jejichž vytěžení je možné je nadále využít k uskladnění zemního plynu. Těsnící vrstvou celé struktury ložiska jsou tzv. nepropustné horniny. Výhodou těchto zásobníků je velký pracovní objem, vyznačují se středním těžebním výkonem.

Mezi porézní zásobníky patří také tzv. aquifery, které jsou méně často využívaným typem pro ukládání plynu. Jedná se o přírodní rezervoáry původně vyplněné vodou, která je vytlačena plynem do spodních vrstev a vzniklé prostory jsou využity k ukládání plynu. Výhodou je jejich velký pracovní objem a nevýhody jsou v menším těžebním výkonu, ten je omezen geologickou strukturou prostor. Jeden zásobník tohoto typu se nachází v ČR u obce Lobodice.

2. **Kavernové zásobníky**- Nejčastěji jsou zřizovány v solných dutinách vzniklých vy-loužením části solného ložiska vodou. Dále jsou k těmto potřebám využívány také opuštěné uhelné nebo rudné doly či uměle vytvořené kaverny. Rozdílné oproti porézním zásobníkům jsou v tom, že je možné je i v zimním období opět doplnit na maximální kapacitu. Jsou schopny do sítě dodat velké množství zemního plynu za krátkou dobu díky snadnému řízení i toku plynu a jejich výkon je omezen pouze povrchovou technologií. V České republice se nachází jeden podzemní zásobník tohoto typu a to u obce Háje. [3]

1.5 Způsob skladování zemního plynu

Základním principem skladování zemního plynu spočívá v přivedení plynu přepravním plynovodem do objektu PZP, kde se plyn dále upravuje a pomocí vyššího tlaku v soustavě je dále odeslán do provozní sondy, pomocí níž putuje do skladovacích prostor v podzemí. V případě, že nastane sjednocení tlaků distribuční soustavy s tlakem v PZP je uveden do provozu výkonný turbokompresor. Samotný technologický proces skladování zemního plynu je ale velmi složitý. Obvykle jsou podzemní zásobníky složeny z areálu, kde se nachází přípoj k přepravní v některých případech i k distribuční soustavě, kompresorovna, různé filtry apod. Dále se v něm nachází i technologické zařízení pro separaci a sušení ply-

nu. Velké množství sond je také velmi často rozmístěno mimo tento areál. Jedná se především o provozní sondy, které slouží k přímému spojení plynové části zásobníku a povrchovou technologií PZP. Dále jsou to sondy monitorovací, které jsou nezbytnou součástí monitorovacího systému PZP a slouží ke sledování ložiskových tlaků, jak ve vlastním skladovacím prostoru, tak v nadloží a podloží kolem něj. Monitorovací sondy slouží rovněž ke sledování těsnosti podzemního zásobníku plynu a sleduje se zde případný výskyt zemního plynu v půdě. Zemní plyn dopravený přepravní soustavou až k hraniční předávací stanici a poté mimo jiné i do podzemního zásobníku plynu je třeba před samotným vtlačení do skladovacích prostor upravit do potřebného stavu. Nejdříve veškerý ukládaný plyn prochází filtrací, následně kompresí, pokud je tlak v soustavě nižší než v přepravní soustavě, po které je ochlazen a poté odeslán do provozní sondy, pomocí které je již filnálně uložen do skladovacích prostor.

Při opačné potřebě, tedy při těžbě zemního plynu je postup jiný. Zemní plyn po opuštění úložných prostor projde tzv. separací volné vody a částic. Kde se odstraní volná kapalina a mechanické nečistoty. Následně je plyn předehřát, poté se reguluje jeho tlak a po sušení plynu opouští PZP dále do distribuční soustavy. Pro celý proces vtlačení nebo těžby zemního plynu v zásobníku se využívá diference ložiskových a přípojných plynovodních tlaků. Po dosažení stejného tlaku v ložisku a tlaku přírodního plynovodu se jak při vtlačení i těžbě využívá výkonné turbokompresory, které pohání plynová turbína, popř. elektromotory.[6]

Celková kapacita PZP se skládá: [6]

1. **Aktivní náplň** – jedná se o provozní zásoby plynu, které se skládají z provozní kapacity. Ta se může měnit prakticky od nulové úrovně až po maximální zaplnění skladovacích kapacit.
2. **Pasivní náplň** – je složena tzv. poduškovým plynem, který je nositelem potřebného tlaku po celou dobu jeho provozu a umožňuje vtlačení a těžby aktivní náplně zásobníku. Pro provoz zásobníku je nutné, aby obsahoval alespoň minimální množství pasivní náplně.

1.6 Podzemní zásobníky v ČR

V České republice se nachází celkem 8 podzemních zásobníků plynu o celkové skladovací kapacitě 3457 mil. m³. Kromě podzemního zásobníku Háje jsou všechny zásobníky situo-

vány ve východní části České republiky. RWE Gas Storage s.r.o. je provozovatelem šesti z nich s celkovou skladovací kapacitou přesahující 2600 mil. m³, což představuje přibližně dvou měsíční spotřebu pro Českou republiku. Čtyři z těchto zásobníků se nacházejí na Moravě a patří mezi tzv. porézní zásobníky. Konkrétně se jedná o PZP Štamberk, Dolní Dunajovice, Tvrdonice, Třanovice. RWE Gas Storage s.r.o. je také provozovatelem jediného zásobníku aquiferového typu a zároveň prvního zásobníku na území České republiky situovaného poblíž obce Lobodice.

Šestý PZP Háje se nachází poblíž Čech u Příbrami a jedná se o unikátní kavernový zásobník plynu, který byl vytvořen hornickou činností v žulovém masivu. Všechny tyto zásobníky jsou provozovány jako jeden virtuální podzemní zásobník plynu. Dalšími provozovateli PZP v České republice je MND Gas Storage a.s a SPP Storage s.r.o., kteří provozují zásobníky Uhřice a Dolní Bojanovice. Podzemní zásobník plynu Dolní Bojanovice je propojen pouze s plynárenskou soustavou Slovenské republiky a dodává tak plyn pouze na Slovensko. [6]

Konkrétní rozmístění včetně rozdělení typů PZP v České republice je vyobrazeno níže v obrázku č. 5.



Obr. 5. Podzemní zásobníky plynu v ČR [4]

Každý podzemní zásobník plynu se vyznačuje jiným množstvím skladovací kapacity, vtláčecím, či těžebním výkonem. Tyto hodnoty jsou závislé buď na geologické struktuře PZP nebo na možnostech nadzemních technologických částí systému. Konkrétní hodnoty pro všechny PZP v České republice vyobrazuje tabulka níže.

Tab. 3. Skladovací kapacita jednotlivých PZP, maximální denní těžební výkon a maximální denní vtláčecí výkon [4]

Podzemní zásobník plynu / vlastník	Skladovací kapacita (mil. m ³)	Maximální denní těžební výkon (mil.m ³ /den)	Maximální denní vtláčecí výkon (mil.m ³ /den)
PZP Háje/ RWE	64	6	6
Dolní Dunajovice/ RWE	900	16	12
Tvrdonice/ RWE	510	7,77	7,5
Lobodice/ RWE	177	3,6	2,5
Štramberk/ RWE	480	7	7
Třanovice/ RWE	530	8	6,5
Virtuální zásobník	Celkem 2 601	Celkem 39,9	Celkem 29,9
Uhřice/ MND	280	6 (12 od 2017)	2,6
Dolní Bojanovice/ SPP	576	9	2,5

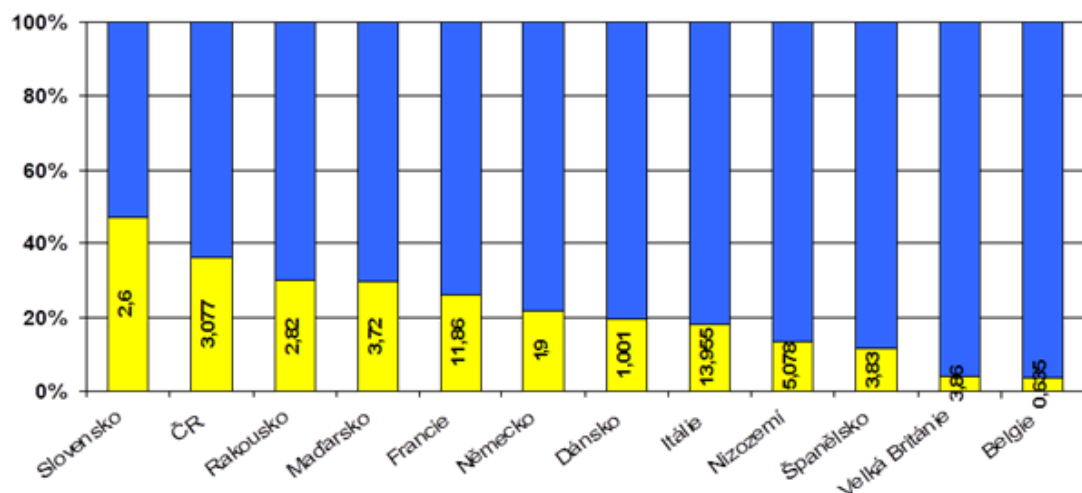
1.6.1 Plánované rozšiřování podzemních zásobníků plynu

Skladování plynu, které v ČR představuje 30% celkové roční spotřeby, výrazně pomáhá k zajištění smluvních dodávek ke koncovým zákazníkům v případě omezení nebo přerušení dodávek plynu. Skladovací kapacita je dále rozšiřována a po plánovaném dokončení by měla kapacita odpovídat až 40% roční spotřeby zemního plynu. Vzhledem k tendenci České republiky udržet si co největší nezávislost na možném přerušení přímých dodávek, ke kterému došlo například v lednu roku 2009. Kdy byly přerušeny transitní dodávky plynu z

Ukrajiny a tím byly výrazně sníženy dodávky plynu pro některé členské země EU. Srovnáním s ostatními státy Evropské unie se Česká republika svou skladovací kapacitou zemního plynu řadí mezi přední státy. Společnost RWE Gas Storage s.r.o. investuje do rozšíření PZP částku 7 mld. Kč. V roce 2012 již rozšířila skladovací kapacitu PZP v Třanovicích o 290 mil. m³ na aktuálních 530 mil. m³. Také u zásobníku v Tvrdonicích je ve spolupráci s EU zahájen projekt na rozšíření skladovací kapacity. RWE Gas Storage s.r.o. plánuje navýšení o více, než 30% kapacity. Moravské naftové doly spolu s Gazprom Germania uzavřely smlouvu na výstavbu PZP v Dambořicích na Hodonínsku, která bude stát celkem asi 5 mld. korun. Zásobník bude mít kapacitu 448 mil. m³ a měl by se tak řadit mezi nejmodernější zásobníky v Česku. Jeho plánované dokončení je v roce 2016. Další výstavby se v současné době plánují. Lama Investments plánuje výstavbu PZP s kapacitou 100 mil. m³, také Česká plynárenská plánuje výstavbu PZP s kapacitou asi 200 mil. m³. Pokud budou realizovány všechny projekty, poté bude ČR disponovat celkovou kapacitou zásobníků plynu převyšující 3 miliardy m³ plynu. [3]

Dalším pozitivním vlivem nové skladovací kapacity je i další rozvoj tuzemského trhu se zemním plynem. Nově vybudované kapacity totiž RWE Gas Storage s.r.o. nabídlo prostřednictvím aukce obchodníkům s plynem, kteří působí na českém trhu. [3]

Česká republika nemá přímý technický přístup pro skladování plynu v zahraničí, ale výše zmiňovaní obchodníci s plynem mohou skladovat plyn i v PZP okolních států EU, za předpokladu, že mají smluvně zajištěnou přepravu plynu do ČR.



Obr. 6. Hodnota zemního plynu v mld. m³ uloženého v PZP vzhledem k celkové procentuální hodnotě spotřeby zemního plynu ve vybraných zemích EU. [7]

2 BEZPEČNOSTNÍ RIZIKA

Vzhledem k množství zemního plynu uloženého v podzemních zásobnících a závislosti odběratelů na zemním plynu se v této oblasti vyskytují určitá bezpečnostní rizika. V případě dlouhodobé nefunkčnosti jednoho nebo více podzemních zásobníků a vysoké poptávce po plynu, která je zejména v zimním období, může být ovlivněna celá distribuční síť nedostatkem zemního plynu. Pokud také přepočteme celkové množství zemního plynu, které je do budoucna plánováno skladovat (3 miliardy m³) a potenciální tržní cenu tohoto plynu pro odběratele. Je možné, že v PZP bude uložen zemní plyn o potenciální tržní hodnotě několik desítek miliard Kč. Zároveň množství skladovaného plynu bude tvořit 30% celkové roční spotřeby.

Další bezpečnostní rizika se vyskytují při samotném skladování plynu a jsou spojena s nekontrolovaným únikem plynu (havárií) z PZP. A proto je nutné zajistit veškeré technologické části systému skladování plynu před případným poškozením a následným úniku plynu. Stav kdy mohou být ovlivněny samotné dodávky zemního plynu odběratelům, nazýváme stav nouze. Ten by mohl nastat díky působení přírodních sil na PZP, také při vzniku rozličných antropogenních havárií a technologických poruch, či při vykonání teroristického útoku, který by způsobil poškození technologického zařízení za účelem vyřazení podzemního zásobníku plynu.

2.1 Přírodní pohromy

Vzhledem k povaze a rozsahu přírodních pohrom mohou být narušeny dodávky plynu mezi provozovateli zásobníků plynu a provozovateli přepravní a distribuční soustavy i koncovými uživateli. Ohroženy jsou především nadzemní technologické části, které musí odolávat těmto nepříznivým přírodním vlivům. Ochrana těchto kritických částí výrazně snižuje riziko. Přírodní pohromy mohou společnosti způsobit škody, jak poškozením nebo zničením zařízení, tak i škody v následné neschopnosti těžby, či vtláčení plynu. [8]

V České republice se vyskytuje pouze několik živelných pohrom, které by mohly mít negativní vliv na provozování PZP. Mezi tyto patří bouřky, povodně, bleskové povodně a požáry.

- **Bouřky** mohou v krajních případech nepříznivě ovlivnit fungování zásobníků plynu. Jejich výskyt doprovází většinou velké množství srážek, kroupy, výboje mezi oblakem a zemí a silné poryvy větru. V minulosti se již stalo, že blesk při silné

bouřce zasáhl strom nedaleko provozní sondy, jehož část se následně zřítily na technologické zařízení a způsobila jeho poškození a tím i následně nekontrolovatelný únik plynu. Viz. Historie havárií níže.

- **Povodně** jsou přírodním jevem, který je způsoben rozlitím nadměrného množství vody v krajině mimo koryta toků. Jejich následky mohou ovlivnit provoz zásobníků plynu, které se nacházejí v záplavových územích. Zejména v nedostupnosti částí PZP. Zaplavení technologických částí a možné zničení, či poškození elektroinstalace spojené s provozem těchto systémů. V nynější době byla přijata opatření, která by měla zamezit těmto vlivům.
- **Požáry** zejména lesního typu mohou být nebezpečné pro provoz PZP zejména pro tzv. sondy umístěné v lesní části. Lesní požár je označován jako oheň, který vypukne a šíří se v lese. Jeho příčinou může být přírodní jev, ale nejčastěji se jedná o lidskou nedbalost. I přesto, že lesní požáry nejsou v ČR příliš časté, je třeba pro maximální snížení tohoto rizika prostory kolem sond zbavit přírodních hořlavých částí lesa jako jsou stromy, keře apod.

2.2 Technologické havárie

„Vznik poruchy nebo havárie technologického zařízení a podstatné změny provozního režimu plynárenské soustavy, který může vést k ohrožení, omezení nebo přerušení dodávky a přepravy zemního plynu, dále události ohrožující zdraví nebo život zaměstnanců, obyvatel a majetek se nazývají mimořádnými událostmi.“ [8]

V objektech podzemních zásobníků se jedná především o: [8]

- Havarijní stav kompresoru a tím způsobené odstavení kompresní stanice v objektu.
- Požár jakékoliv technologické části zásobníku plynu, která je potřebná pro provoz PZP.
- Poruchy protipožárního systému, které znemožní uvést systém do provozu.
- Ohrožení kvality plynu zjištěním přítomnosti jiných plynů, než zemního plynu.
- Přerušování dodávky elektrické energie potřebné k provozu zařízení spolu s poruchou v systému zajišťující náhradní dodávky energie.
- Havarijní porušení jakékoliv části plynárenského zařízení vylučující další provoz.
- Porucha na řídicím systému PZP.

Při běžném provozu lze míru těchto rizik eliminovat důsledným dodržováním bezpečnostních předpisů, technologických postupů, preventivními kontrolami zařízení a pravidelným školením obsluhujícího personálu.

2.3 Terorismus

Pokud si uvedeme stručnou definici terorismu, kde lze ve stručnosti říci, že terorismus lze definovat jako užití násilí nebo hrozby násilím za účelem vyvolání strachu ve společnosti, s cílem dosažení určitých cílů. Nejčastěji však jde o politické cíle. V současnosti, kdy je terorismus především mezinárodním jevem, před kterým je v ohrožení každá země je třeba jej brát jako závažnou hrozbu i v oblasti plynárenství, mimo jiné také v areálech podzemních zásobníků plynu. V této oblasti lze považovat za nejvíce nebezpečný tzv. konvenční terorismus, který je nejvíce rozšířený bombovými útoky proti osobám, či významným cílům. Jelikož aktéři terorismu hledají stále nové formy a cíle útoků, protože musí překonávat stále účinnější prvky a systémy zabezpečení je možné že jako významný cíl by se ve specifické situaci mohl považovat i podzemní zásobník plynu.

Možná teroristická výhružka, či již dokonaný teroristický čin mohou mít dopad na spolehlivost zásobování ČR zemním plynem. Destrukce jakéhokoliv objektu plynárenské soustavy může mít dopad na zásobování, zejména pak vyřazení podzemních zásobníků bude mít vliv na zásobování plynem v zimním období. [8]

2.4 Scénář možných důsledků výpadku PZP

Vzhledem k rozmístění podzemních zásobníků v republice je vysoce nepravděpodobné, že by bylo negativně ovlivněno více zásobníků plynu při přírodních pohromách. U technologické havárie je směrodatný charakter závady, abychom mohli určit, zda je možné, aby bylo ovlivněno více PZP, ale i tato možnost je velice malá. V případě konvenčního terorismu je možno počítat se scénářem, kdy mohou být omezeny nebo zastaveny dodávky plynu z více PZP najednou.

Vyřazení jakéhokoliv podzemního zásobníku na území ČR nebude mít vliv na celkové zásobování plynem a to jak v letním, tak v zimním období. Jediný možný scénář kombinovaných výpadků PZP, který by měl značný vliv na dodávky plynu je současný výpadek:

- PZP Lobodice+ PZP Štramberk+ PZP Třanovice

V případě této kombinace výpadků PZP by nebylo možné pokrýt poptávku po plynu v oblasti celé Severní Moravy. V případě zvýšené poptávky v zimních měsících by v tomto regionu mohlo chybět až 38% celkové denní spotřeby. [8]

2.5 Historie havárií v podzemních zásobnících plynu

Se vzestupem hornické činnosti v 50. a 70. letech, kdy byla velká intenzita vrtných prací zaměřených na hledání plynných uhlovodíků a zároveň tehdejší méně vyspělá technika přispěla k tomu, že docházelo k častým haváriím, konkrétně se jednalo o podzemní erupce, které vznikly především špatným technologickým postupem hloubení vrtu. Celkem bylo zaznamenáno 32 havárií v průběhu let 1949-2010, které si vyžádaly celkem 4 lidské životy. Část z nich se odehrála na podzemních zásobnících plynu. Například na slovenském podzemním zásobníku Láb v roce 1982 vznikla erupce s požárem na vrtu. Plamen zde zlikvidoval až upravený tryskový motor, který dokázal oddělit přísun plynu k ohnivé části. Na místě dnes významného zásobníku plynu Dolní Dunajovice došlo při počátečním hloubení průzkumného vrtu k havárii. Z vrtu eruptoval plyn o vysoké intenzitě, který následně explodoval se vznikem rozsáhlého požáru. Vysokým žářem došlo ke zborcení vrtné soustavy. Po odtěžení plynu bylo ložisko v Dolních Dunajovicích přebudováno na podzemní zásobník plynu. [9]



Obr. 7. Zásah na sondě v Lobodicích, 2010 [10]

Na podzemním zásobníku Lobodice byly zaznamenány dvě havárie. První se odehrála v roce 1969, kdy se zde ještě skladoval svítiplyn, který obsahuje nebezpečný oxid uhelnatý. Při erupci sondy došlo k otravě několika zúčastněných zaměstnanců a záchranářů. Další havárie se zde stala roku 2010, kdy se při bouři po zásahu blesku odlomila část stromu, která následně zasáhla nadzemní technologii sondy a způsobila nekontrolovatelný výron zemního plynu.

3 LEGISLATIVA V PLYNÁRENSTVÍ

I přesto, že se podzemní zásobníky plynu nenacházejí na seznamu prvků evropské a národní kritické infrastruktury, je jejich provozu věnována velká legislativní pozornost. Celé této záležitosti se věnuje legislativa České republiky, zejména v Energetickém zákoně, dále také v Horním zákoně, zákoně o geologických pracích a v neposlední řadě zákon a požární ochraně. Zákonů, kterými se musí řídit provozovatelé PZP je velké množství.

3.1 Základní legislativa pro provoz podzemních zásobníků

Podle Horního zákona a báňských předpisů se provozování podzemního uskladňování plynu vztahuje k hornické činnosti. Dle terminologie zákona se jedná o „zvláštní zásahy do zemské kůry“. Státní odborný dozor nad dodržováním předpisů při této hornické činnosti vykonává státní báňská správa místně příslušnými obvodními báňskými úřady. [11]

Mezi základní legislativu vztahující se k provozu podzemních zásobníků plynu patří: [11]

- a) Horní zákon **č.44/1988Sb.** Ve znění pozdějších změn
- b) Zákon **č.61/1988 Sb.** O hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě
- c) Zákon **č.62/1988 Sb.** O geologických pracích
- d) Energetický zákon **č.458/2000 Sb.** O podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů. Jedná se především o udělování licencí provozovateli.
- e) Zákon **č.133/1985 Sb.** O požární ochraně- k provozu PZP se vztahují mimo jiné veškeré všeobecné požadavky o požární ochraně.
- f) Prováděcí předpisy k výše uvedeným zákonům.

Dále se k této problematice vztahují i plynárenská pravidla tzv. TPG, konkrétně se jedná o:

- a) **TPG 905 01-** základní požadavky na bezpečnost provozu plynárenských zařízení. Kde se podzemních zásobníků týká část X, která ustanovuje všeobecné zásady pro provoz, údržbu zařízení PZP, technickou i provozní dokumentaci. Stanovuje také bezpečnostní vzdálenosti a pásma. [11]
- b) **TPG 201 01-** slouží k vytvoření optimálních podmínek pro projektování, montáž, údržbu, kontroly, zkoušky a revize plynových zařízení a provozních sond a sond s tlakem plynu na ústí na podzemních zásobnicích zemního plynu s omezením jmenovitého tlaku do 35 MPa. Pravidla se týkají také zařízení

umístěných v podzemí jako podzemní vstrojení sond podzemních zásobníků plynu. [11]

Dále se firmy zabývající skladováním zemního plynu řídí interními předpisy vymezující technické podmínky pro práce a činnosti, jejich vlastní směrnice, metodické pokyny. Mezi interní předpisy patří také provozní dokumentace zabývající se provozním řádem, plánem údržby apod.

Níže budou uvedeny vybraná práva a povinnosti pro provozovatele zásobníků plynu, které ukládá energetický zákon č.458/2000 Sb. dle paragrafu 60.

Provozovatel zásobníku plynu má právo: [4]

- a) *„zřizovat a provozovat vlastní telekomunikační síť k řízení, měření, zabezpečování a automatizaci provozu zásobníku plynu a k přenosu informací pro činnost výpočetní techniky a informačních systémů,*
- b) *odstraňovat a oklešťovat stromoví a jiné porosty, provádět likvidaci odstraněného a okleštěného stromoví a jiných porostů ohrožujících bezpečný a spolehlivý provoz zásobníku plynu v případech, kdy tak po předchozím upozornění a stanovení rozsahu ne učinil sám vlastník či uživatel,*
- c) *omezit nebo přerušit v nezbytném rozsahu činnosti spojené s uskladňováním plynu v těchto případech:*
 - *při bezprostředním ohrožení života, zdraví nebo majetku osob a při likvidaci těchto stavů,*
 - *při stavech nouze nebo při činnostech bezprostředně zamezujících jejich vzniku,*
 - *při provádění plánovaných rekonstrukcí a plánovaných oprav na zařízení pro uskladňování plynu,*
 - *při vzniku a odstraňování poruch na zařízeních pro uskladňování plynu,*
 - *při neoprávněném odběru nebo neoprávněném uskladnění plynu,“*

Provozovatel zásobníku plynu je dále povinen: [4]

- a) *„zajistit bezpečný, spolehlivý a hospodárny provoz, údržbu, obnovu a rozvoj zásobníku plynu,*
- b) *vypracovat do 6 měsíců po udělení licence na uskladňování plynu havarijní plán zásobníku plynu podle tohoto zákona, zaslat jej ministerstvu a každoročně upřesňovat,*

- c) *zveřejňovat rozsah a termíny odstávek zařízení pro uskladňování plynu a upozorňovat na předpokládané snížení uskladňovací kapacity,*
- d) *zřídit a provozovat technický dispečink, který odpovídá za dispečerské řízení zásobníku plynu,*
- e) *vyhlášovat stav nouze v rámci zásobníku plynu,“*

Legislativa využívaná provozovateli PZP při přípravě havarijní a krizové dokumentace:

Provozovatelé po vzájemné domluvě při přípravě havarijní a krizové dokumentace dobrovolně přijímají vybrané požadavky legislativy, která pro ně není právně závazná. Při návrhu havarijní a krizové dokumentace se provozovatelé řídí převážně zákony: [11],[8]

- Zákon č. 239/200 Sb. o integrovaném záchranném systému
- Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení
- Zákon č. 241/2000 Sb. o hospodářských opatření pro krizové stavy
- Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií – (tento zákon místo novelizace bude v květnu roku 2015 zrušen a nahrazen jiným zákonem.)
- Vyhláška MŽP č. 256/2006 Sb. o podrobnostech systému prevence závažných havárií.
- Vyhláška MV č. 103/2006 Sb. o stanovení zásad pro vymezení zóny havarijního plánování a o rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu.

3.2 Provádění hornické činnosti a skladování zemního plynu

Na základě vyhlášky ministerstva životního prostředí České republiky o chráněných ložiskových územích č. 364/1992 Sb., je pro ložisko stanoveno chráněné území pro zvláštní zásahy do zemské kůry, kde je vždy stanovena plocha a hloubkový rozsah PZP. [11]

Je nutno také získat oprávnění k provádění hornické činnosti zákona č.61/1988 Sb. Účelem tohoto zákona je stanovení podmínek provádění hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, zejména z hlediska racionálního využívání ložisek nerostů, bezpečnosti práce a provozu. Konkrétně se jedná o § 2 písmena f), týkající se zvláštních zásahů do zemské kůry. [11]

Dále je nutné získat povolení hornické činnosti obvodního báňského úřadu ve správním řízení dle vyhlášky ČBÚ č.104/1988. Provozovateli musí být udělena licence k uskladňování zemního plynu dle §4 energetického zákona č.458/2000 Sb. Tato licence bývá udělo-

vána nejvýše na 25let. Udělení licencí je podmíněné „autorizovanou“ osobou provozovatele. Musí být také provedena kolaudace všech povrchových staveb dle stavebního zákona.[11]

3.3 Havarijní plány

Každá energetická společnost je povinna si vytvořit svůj vlastní havarijní plán, který popisuje samotné řízení havárií dle zákona 458/2000 Sb. Obsah havarijního plánu je daný vyhláškou 344/2012 Sb. Kromě jiného havarijní plán obsahuje: [11]

1. opatření a postupy vykonávané při předcházení stavu nouze ve fázi včasného varování a ve fázi výstrahy, při stavu nouze a odstraňování následků stavu nouze.
2. organizační schéma s popisem základních vztahů a odpovědností.
3. přehled spojení na subjekty podílející se na řešení předcházení stavu nouze a stavu nouze, včetně spojení na subjekty podílející se na likvidaci havárií provozovaného plynárenského zařízení.
4. zásady postupu při likvidaci havárií provozovaného plynárenského zařízení.
5. postup při oznamování předcházení stavu nouze a vyhlásování stavu nouze.

3.3.1 Účel havarijního plánu PZP

Havarijní plán podzemního zásobníku plynu je řídicí akt, který stanoví požadavky na havarijní prevenci a plány zdolávání závažných provozních nehod na PZP. A dále opatření směřující k záchraně životů lidí a omezení škod při vzniku a zdolávání závažných provozních nehod.

3.3.2 Havarijní plán pro organizace provozující hornickou činnost

Obsah havarijního plánu pro organizaci provozující hornickou činnost je dán vyhláškou ČBÚ 71/2002 Sb. o zdolávání havárií v dolech a při těžbě ropy a zemního plynu.

Organizace dle této vyhlášky je povinna vypracovat havarijní plán pro všechny předvídatelné druhy havárií. Tento havarijní plán musí být stručný, srozumitelný a přehledný. Musí být také vypracován pro každé pracoviště.

Havarijní plán obsahuje část pohotovostní, operativní a mapovou a je závazný pro všechny osoby zdržující se v objektech, pro které byl tento havarijní plán vypracován. [11]

Pohotovostní část havarijního plánu obsahuje: [11]

1. seznam zaměstnanců, organizací, právnických a fyzických osob a orgánů, které je nutno v případě určitého druhu havárie povolát
2. seznam zaměstnanců, organizací, právnických a fyzických osob a orgánů, které je nutno vyrozumět o určitém druhu havárie
3. úkoly vybraných zaměstnanců při havárii
4. stanoviště vedoucího likvidace havárie

Operativní část představuje obecné řešení všech předvídatelných druhů havárií, které se mohou vyskytnout v dole nebo středisku pro který je havarijní plán vypracován. Dále také havárií nesouvisející s výše jmenovaným dolem, či střediskem, které mohou svými důsledky ohrozit zaměstnance.

Operativní část havarijního plánu obsahuje: [11]

1. připravenost materiálů a zařízení - jedná se především o seznam speciálních materiálů určených ke zdolávání havárie
2. způsob rychlého a spolehlivého vyrozumění zaměstnanců a dalších osob ohrožených havárií a jejich odvolání z ohroženého prostoru
3. způsoby záchrany zaměstnanců a dalších osob nacházející se v postižené a ohrožené oblasti a určení záchranných cest a nouzových východů
4. způsob a prostředky pro rychlé a účinné zdolávání havárie

V operativní části havarijního plánu se nacházejí i konkrétní havarijní postupy s detailním postupem pro řešení likvidace předvídatelných havárií na PZP. Konkrétně se jedná o havarijní postupy pro případ:

- Volné erupce plynu na provozní sondě
- Havárie plynovodní přípojky k sondám
- Havárie v centrálním areálu PZP

Mapová část havarijního plánu obsahuje: [11]

1. základní mapu závodu
2. mapu zdolávání havárií
3. schémata technologie, mapy rozvodů telekomunikace a silové elektřiny.
4. havarijní připravenost pro případ ekologické havárie (dle 254/2001 Sb.)
5. povodňový plán.

3.4 Bezpečnostní pásma

Bezpečnostní pásma vztahující se k provozům podzemních zásobníků plynu jsou určena z Energetického zákona 458/2000 Sb. a ve vyhlášce ČBÚ 239/1998 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při těžbě a úpravě ropy a zemního plynu a při vrtných a geofyzikálních pracích a o změně některých předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, ve znění pozdějších předpisů. Bezpečnostní pásmo je prostor vymezený vodorovnou vzdáleností od půdorysu plynového zařízení. Bezpečnostní pásma jsou určena k zamezení nebo k zmírnění účinků případných havárií plynových zařízení a k ochraně života, zdraví a majetku osob. Konkrétní velikosti pásem jsou vyobrazeny v tabulce č. 4. [11]

Tab. 4. Bezpečnostní pásma plynových zařízení [11]

Druh zařízení:	Velikost pásma:
Zásobníky (od oplocení)	250m
Sondy podzemního zásobníku plynu (od jejich ústí) S tlakem do 100 Bar	80m
Sondy podzemního zásobníku plynu (od jejich ústí) S tlakem nad 100 Bar	150m

3.5 Báňská záchranná služba

Zákon č. 61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě a vyhláška ČBÚ č.447/2001 Sb. o BZS organizacím provozujícím tuto hornickou činnost ukládá zajištění báňské záchranné služby. Detailní činnosti a povinnosti BZS řeší vyhláška Českého báňského úřadu č. 447/2001 Sb., o báňské záchranné službě a služební řád báňské záchranné stanice. [11]

Hlavním úkolem BZS je:

- Záchrana lidských životů a majetku při haváriích.
- Zdolávání havárií.
- Odstraňování následků havárií.

Báňská záchranná stanice však plní i další úkoly, mezi něž patří například práce v nedýchatelném nebo zdraví škodlivém prostředí a další speciální a rizikové činnosti tj. práce se zvýšeným nebezpečím úrazu. Významná je i její spoluúčast při organizování preventivních opatření, školení a výcviku zaměstnanců. V rámci svých povinností se báňští záchranáři musejí rovněž pravidelně aktivně zúčastňovat cvičných poplachů dle havarijních plánů v provozech PZP, nebo cvičných zásahů pro likvidaci havárií provozních sond zaměřené na zmáhání otevřených erupcí s požárem nebo tlakovým projevem na vrtu.

3.6 Vyhlášení stavu nouze na plynárenské soustavě v ČR

Stav nouze je stav, který vznikl na plynárenské soustavě nebo v její části v důsledku mimořádných situací. Cílem vyhlášení stavu nouze je zajištění rovnováhy mezi zdroji a spotřebou zemního plynu při mimořádných situacích, při kterých by mohlo dojít k omezení dodávek zemního plynu. Vymezení činnosti dílčích účastníků na trhu s plynem při vyhlášení stavu nouze udává energetický zákon č.458/200Sb., především také zákon č. 344/2012 sb., o stavu nouze v plynárenství a o způsobu zajištění bezpečnostního standardu. [8]

Rozdělení stavu nouze dle rozsahu včetně pověřených osob k vyhlášení tohoto stavu:

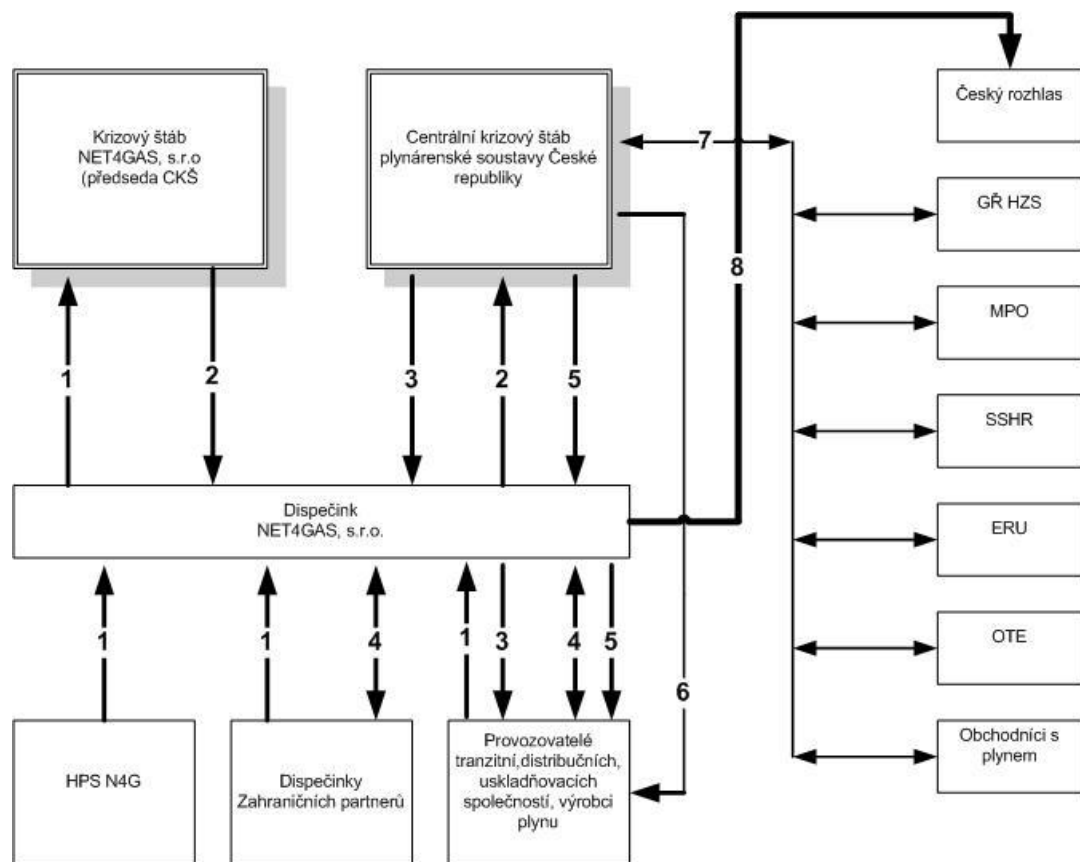
1. **Regionální stav nouze** - provozovatel distribuční soustavy.
2. **Celostátní stav nouze** - provozovatel přepravní soustavy.
3. **Stav nouze na skladovací soustavě** - provozovatel PZP .
4. **Stav nouze v rámci výroby plynu a těžebních plynovodů** - výrobce plynu.

Stav nouze je vyhlášen prostřednictvím Českého rozsahu, případně dalšími hromadně sdělovacími prostředky. Provozovatel soustavy je povinen bezodkladně informovat mimo jiné také provozovatele podzemních zásobníků plynu, Energetický regulační úřad, ministerstvo vnitra a místně příslušný krajský úřad. [8]

Povinnosti pro provozovatele podzemního zásobníku plynu vyplývají z energetického zákona. Provozovatel zásobníku plynu má dle ustanovení § 60 EZ právo omezit nebo přerušit v nezbytném rozsahu činnosti spojené s uskladňováním plynu v těchto případech:[8]

- a) při bezprostředním ohrožení života, zdraví nebo majetku osob a při likvidaci těchto stavů,
- b) při stavech nouze nebo při činnostech bezprostředně zamezujících jejich vzniku,
- c) při provádění plánovaných rekonstrukcí a plánovaných oprav na zařízení pro uskladňování plynu,

- d) při vzniku a odstraňování poruch na zařízeních pro uskladňování plynu,
 e) při neoprávněném odběru nebo neoprávněném uskladnění plynu,



- 1 - vstupní informace
 2 - svolání centrálního krizového štábu plynárenské soustavy ČR
 3 - vyhlášení stavu nouze na plynárenské soustavě ČR
 4 - vzájemná komunikace - předávání informací
 5 - dispečerské pokyny pro manipulace
 6 - pokyny, příkazy, předávání informací
 7 - informace o vyhlášení stavu nouze a vzájemná komunikace
 8 - zajištění vyhlášení stavu nouze

Obr. 8. Informační toky při vyhlášení stavu nouze na plynárenské soustavě ČR [8]

3.7 Vyhlášení havarijního stavu na skladovací soustavě

Účelem vyhlášení havarijního stavu je snaha co nejefektivněji zmobilizovat zaměstnance, záchrannou službu a další organizace a následně co nejrychleji provést likvidaci havárie, pro zabránění vzniku větších škod a také pro co nejrychlejší obnovení chodu podzemních zásobníků. Havarijní stav na skladovací soustavě vyhláší předseda Decentralizovaného krizového štábu nebo jeho zástupce. Začátek a konec havárie na zásobníku plynu stanoví vždy vedoucí likvidace havárie dle vyhlášky ČBÚ č.71/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů. [8]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI ZÁSObNÍKŮ PLYNU

Pro porovnání rozdílů mezi zásobníky byly zvoleny dva podzemní zásobníky plynu, které se liší svou strukturou a způsobem skladování plynu. Nacházejí se na dvou charakteristicky rozdílných místech. Jedná se o podzemní zásobníky Háje a Lobodice. Společné mají všechny zásobníky to, že se nacházejí na neobydlených plochách, nejčastěji se nacházejí na území obklopeném poli, či lesy. Dalšími charakteristickými rysy se už zásobníky mohou lišit, především díky rozdílné struktuře konkrétního zásobníku.

4.1.1 Podzemní zásobník plynu Háje

Zásobník plynu se nachází poblíž obce Háje u Příbrami a vznikl hornickou činností, při které byl vytvořen systém chodeb v žulovém masivu, kde je zemní plyn skladován. Do provozu byl uveden v roce 1998. Jedná se o již zmiňovaný kavernový typ podzemního zásobníku plynu. Skladovací prostory se nacházejí několik set metrů pod zemským povrchem. Z toho plyne to, že kromě konkrétního areálu zásobníku, samotné technologie zásobníku nezasahují do dalších prostor.

Celý proces vtlačení i těžby probíhá pouze v tomto areálu. V okolí se nacházejí pouze měřicí stanice pro sledování množství půdního metanu a seismicity, které nemusíme řadit do provozně bezpodmínečně potřebných prvků. Do objektu vede pouze jedna aktivní příjezdová cesta, která se napojuje na okolní komunikaci.



Obr. 9. Podzemní zásobník plynu Háje[12]

4.1.2 Podzemní zásobník plynu Lobodice

Zásobník se nachází v blízkosti obce Lobodice u Přerova a svými prostory zasahuje do území kolem obou břehů řeky Moravy a Malé Bečvy v rozsáhlém lužním lese, jehož část je součástí národní přírodní rezervace Zástudánčí. Zásobník byl po ukončení skladování svítiplynu (1965-1990) dále přestavěn a modernizován, pro účely skladování zemního plynu. Celá stavba byla dokončena v roce 1995.

Struktura tohoto zásobníku se shoduje s klasickými porézními zásobníky. Konkrétně se celý areál zásobníku skládá z centrálního areálu zásobníku, který se nachází v blízkosti řeky Moravy, mezi střediskem a řekou je po zkušenostech z předchozích povodní vybudován protipovodňový val. Dále se skládá ze sběrného střediska „malá Bečva“ situovaného poblíže řeky Bečvy, které je propojeno potrubním přivaděčem s centrálním areálem.

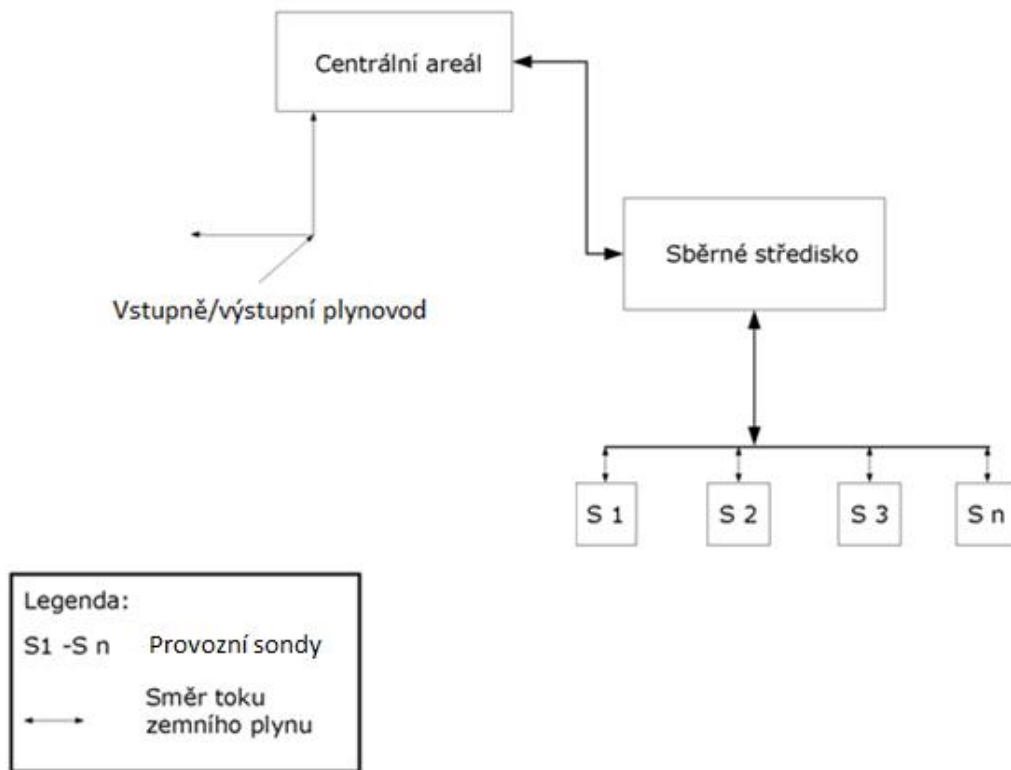
Dále z provozních a monitorovacích sond, které jsou rozmístěny v přilehlém lese za hranicí národní přírodní rezervace Zástudánčí. Prostřednictvím těchto dvaceti provozních sond je plyn vtlačěn do porézního horninového prostředí. Celková rozloha PZP je rovna 4,5 km². Kromě těchto technologických sond zásobník prakticky nijak dále nezasahuje do povrchové oblasti krajiny. Do centrálního areálu vede pouze jedna příjezdová cesta, která je využívána především pro potřeby PZP. K přilehlým sondám vede několik rozvětvených komunikací, které jsou i mimo jiné součástí cyklostezek.



Obr. 10. Podzemní zásobník plynu Lobodice [12]

4.2 Struktura objektů

Dále budou rozebrány základní prvky struktury poréznic zásobníků plynu. Na blokovém schématu níže je vyobrazena návaznost konkrétních částí PZP porézního typu.



Obr. 11. Zjednodušené blokové schéma struktury PZP Lobodice

Centrální areál

Centrální areály podzemních zásobníků jsou vždy objekty o větší rozloze, skládají se vždy z ohraničeného pozemku, na kterém se nachází několik technologických zařízení určených k různým úpravám zemního plynu. (filtrace apod.) Konkrétně jde o několik budov. Nachází se zde také tzv. kompresorovna, odkud je plyn vtlačěn speciálním kompresorem směrem k provozním sondám zásobníku, či naopak.

Centrální areál vždy obsahuje náhradní zdroj energie, který zajistí možnost nepřetržitého provozu při výpadku elektřiny. Dále se v areálu nachází prostory skladu materiálů, kotelna, garáže, dílny pro zaměstnance apod. Nachází se zde také administrativní budova s velínem, který obývají zaměstnanci, kteří jsou přímo zodpovědní za ovládání chodu zásobníku. Proces vtlačení či těžby je vždy řízen z centrálního velína. Jako přístupové body do centrální-

ho areálu slouží jedna nebo více vstupních bran, které jsou ovládány z vrátnice a velínu PZP. Na pozemku PZP se nachází i technologie, které nepatří provozovatelům zásobníku, nýbrž přepravní společnosti a distribuční společnosti plynu.

Sběrné středisko

Sběrné středisko je ve většině případů vzdáleno od CA a je s ním propojeno. Skládá se většinou z několika propojených budov. Celé sběrné středisko je ohraničeno oplocením. Celý objekt pracuje autonomně, tudíž se v jeho prostorách často nenachází žádní zaměstnanci. Nachází se zde další technologie určené k úpravě plynu při jeho těžbě z podzemních prostor. Po úpravě je plyn dále odeslán do CA. Zemní plyn tímto objektem prochází i při procesu vtláčení do zásobníku. Sběrného střediska není využíváno při všech typech zásobníků plynu, např. kavernový podzemní zásobník plynu Háje jej vzhledem ke své struktuře k provozu nepotřebuje.

Provozní / Monitorovací sondy

Jedná se o menší plochu situovanou kolem technologické části vyčnívající nad zem. Sondy jsou obvykle rozmístěny na území několika čtverečných kilometrů. Rozdíl je v tom, zda se jedná o sondu provozní, či monitorovací. Provozní sondy jsou místy, která jsou přímým spojením mezi sběrným střediskem a podzemními prostory zásobníku. Na provozní sondy jsou kladeny větší bezpečnostní požadavky. Monitorovací sondy slouží pouze ke kontrole tlaků, přítomnosti plynu v půdě a nejsou pro provoz zásobníku stěžejní. Ke všem výše jmenovaným sondám vede síť komunikací.

4.3 Stávající ochrana objektů

Vzhledem k tomu, že objekty podzemních zásobníků plynu byly zřizovány v průběhu desetiletí, je ochrana těchto objektů různorodého charakteru. Tudíž se na každém provozu využívají jiné prvky ochrany. Společnosti provozující podzemní zásobníky plynu mají snahu o efektivní obměňování zabezpečovacích prvků ochrany i přesto, že energetický zákon jim ukládá pouze povinnost zajistit bezpečný, spolehlivý provoz zásobníků. Jelikož PZP nejsou prvky kritické infrastruktury, dále již ani zákon nevymezuje jakým stupněm zabezpečení, či jakými prostředky toto musí provozovatel zajistit. I přesto provozovatelé zásobníků mají snahu o zajištění kvalitní ochrany objektů. Pro každý objekt PZP je vypracován Bezpečnostní řád objektu kde jsou stanoveny formy a způsoby zajištění fyzické ochrany objektů podzemního zásobníku plynu.

4.3.1 Centrální areál

Vzhledem k důležitosti centrálního areálu pro samotný provoz zásobníku je areál opatřen odpovídajícím opatřeními jak v oblasti technické ochrany, tak fyzické ostrahy.

Obvodová ochrana

Celý centrální areál je ohraničen sofistikovanými prvky oplocení, konkrétní typy oplocení se mohou lišit v závislosti na konkrétním zásobníku plynu. Oplocení obsahuje v závislosti na typu tenzometrické, či otřesové detektory. Nejčastěji jsou využívány ověřené typy oplocení, které jsou využívány například na letištích a jiných bezpečnostně citlivých objektech. Oplocení jsou obvykle doplněna podhrabovou ochranou.

Konkrétně jsou využívána oplocení firmy Magal typovým označením DTR-2000, toto oplocení je využíváno i v extrémně náročném prostředí, především pro velmi malý počet planých poplachů. I v extrémních rozdílech teplot je tento systém spolehlivý, jelikož se sám přizpůsobuje změnám teploty. Firma zaručuje maximálně jeden falešný poplach na délku jednoho kilometru oplocení za tři měsíce. Tento systém je odolný i proti průchodu malých zvířat, které do váhy 15kg nespustí poplašnou událost. Pro spolehlivý chod je třeba dvakrát ročně změnit citlivost tenzometrů pro různé roční období. Vyhlášený poplach je možné adresovat na jednotlivé zóny.

Dalším z využívaných oplocení je systém INNO-FENCE, jak už z názvu vyplývá, je to nenápadně vypadající bezpečnostní oplocení, které je opět využíváno na letištích a v oblastech s požadavkem špičkového zabezpečení. Obsahuje otřesové detektory pracující na principu přenosu světla a jeho zachycení optickým kabelem. Vzhledem k tomu, že systém se neskládá z žádných pohyblivých částí, je zde opět deklarováno minimum planých poplachů a jedná se o bezúdržbový systém.

Dalšími využívanými prvky perimetrické ochrany jsou žiletkové válce na oplocení od firmy Honeywell s typovým označením ElectroCoil. Tyto válce jsou opatřeny detekcí narušení a detekcí sabotáže pracující na principu odizolované smyčky uvnitř válce.

Využívány jsou také další plotové detekční systémy, jako jsou Triboelektrické kabely, nejčastěji systému Intelli-Flex, jedná se o autonomní systém s možností adresace poplachu na zóny.

Hlavní vjezd do areálů je nejčastěji realizován dálkově ovládanou posuvnou branou ocelové konstrukce s vrcholovou ochranou a elektrickým pohonem. Hlavní vstup do areálu bývá

realizován prostřednictvím branky s elektrickým otvíračem. Části obvodové ochrany, které nejsou chráněny výše jmenovanými systémy perimetrické detekce jsou zabezpečeny s využitím infračervených detektorů a mikrovlnných závor a bran. Často jsou využívány magnetické kontakty umístěné na vstupních prvcích do objektu.

Kamerový systém

V centrálních areálech je využíváno různých typů kamer, v závislosti na objektu. Jedná se především o využití analogových a digitálních kamerových systémů. Dle umístění se mohou lišit použitým typem kamer a rozdílnými výrobci. Jsou využívány jak statické kamery, tak otočné dome kamery. Otočné kamery s funkcemi PTZ jsou často využívány především pro velké pokrytí snímané scény, s možností ověřování poplachů obsluhou a kontrolou technologických prvků objektu zásobníku.

V centrálním areálu jsou často PTZ kamery propojeny s detekcí narušení perimetru, tudíž při narušení určité zóny v oplocení jsou vybrané kamery automaticky natočeny na příslušnou oblast pro verifikaci poplachu. Vzhledem k charakteru okolních technologií jsou i kamerové systémy použité v jejich okolí (kompresorovna apod.) výhradně v provedení Ex, tudíž vhodné do výbušného prostředí. Všechny kamerové okruhy vedou do zařízení DVR a monitoring všech dostupných kamer v areálu zajišťují zaměstnanci SBS v prostoru vrátnice, popřípadě k obrazovým datům má přístup i obsluha tzv. velínu.



Obr. 12. Kamera určená pro výbušná prostředí používaná na provozech PZP.

Fyzická ostraHa

Na každém provozu podzemního zásobníku plynu je realizována fyzická ostraHa i přesto, že žádný zákon provozovateli přímo nenařizuje zřízení fyzické ostraHy. OstraHa je zde zajišťována 24h denně smluvní SBS. Zaměstnanci SBS dohlíží na zajištění režimu vstupu a vjezdu, dohlíží na stav výstupu systému PZTS a reagují na poplachové stavy, mají přístup ke kamerovému systému a dále provádí i pochůzkovou činnost.

Přístupový systém (ACCES)

Přístupový systém je realizován snímači u vstupní branky do CA na straně příchodu i odchodu. Použity jsou snímače RFID karet, které vyhodnocují příchody i odchody autorizovaných osob do areálu díky systému TeViS na základě dat, které přijímá z nadřazeného systému C4. V případě neoprávněného pokusu o vstup je tato událost uložena a signalizována na stanovišti ostraHy.

Režimová opatření

Režimová opatření v centrálních areálech jsou rozdělena na vjezd vozidel a vstup osob.

V případě vjezdu vozidel platí, že do objektu PZP mohou vjíždět pouze vozidla provozovatele daného PZP, ostatní vozidla musí mít povolení k vjezdu od vedoucího provozu. Vjezd cizích vozidel je evidován pracovníkem SBS a případný doprovod těchto vozidel provádí pověřený zaměstnanec.

Vstup osob je rozdělen do kategorií dle osob vstupujících do objektu. Zaměstnanci daného PZP mají povolený vstup v pracovní době dle konkrétní směny, jinak musí mít povolení vedoucího zásobníku nebo mají povolen vstup v případě havárie. Vstup mají povolen také zaměstnanci dodavatelských organizací a jsou vystavovány i jednorázová povolení za účelem výkonu odborné činnosti. Posledním případem udělení povolení ke vstupu jsou hromadné návštěvy (exkurze). Všechny osoby nacházející se uvnitř provozu PZP jsou evidovány v souladu s požadavky báňské legislativy. Záznam provádí zaměstnanci SBS a data jsou k dispozici pracovníkům velínu PZP a vybraným zaměstnancům společnosti.

Klíčový režim

Na každém provozu jsou také pravidla pro klíčový režim. Každý zaměstnanec má přiděleny klíče dle svého pracovního zařazení. Na stanovišti ostraHy je umístěn generální klíč určený pro mimořádné události. Ten mohou vyzvednout pověření zaměstnanci a o použití generálního klíče musí být informován technik požární ochrany a bezpečnosti provozu.

Plášťová ochrana

Všechny důležité budovy jsou z hlediska plášťové ochrany uzavřené jak z hlediska okenních výplní, tak vstupních částí objektů. Mezi nejvýznamnější budovy můžeme považovat budovy velínu, kompresorovnu, administrativní budovu a vrátnici. Budovy velínu jsou nejčastěji klasickými zděnými budovami s několika okenními výplněmi a vstupními dveřmi či vraty. Z hlediska plášťové ochrany jsou vybaveny cylindrickou zámkovou vložkou a povrchovými magnetickými kontakty. Kompresorovna je většinou klasická velkoprostorová hala bez zbytečných okenních výplní a s přístupovými vraty s integrovanými dveřmi, které jsou opět vybaveny cylindrickou vložkou. Budova vrátnice často zasahuje jak do plášťové ochrany, tak do perimetrické, jelikož zároveň tvoří část perimetru. Z hlediska plášťové ochrany je to opět klasická zděná budova s několika okenními výplněmi a plastovými vstupními dveřmi, které jsou opatřeny cylindrickou vložkou a magnetickými kontakty. Části areálu, které zasahují i do obvodové ochrany jsou opatřeny dalšími bezpečnostními prvky, jako jsou MW bariéry, IR závory apod.

EPS, PDS a SHZ

V centrálních areálech je také využíváno několik typů elektronické plynové detekce a požární signalizace a místa s vysokým nebezpečím požáru jsou vybavena stabilními hasicími zařízeními. Ústředny EPS jsou nejčastěji umístěny do budov velínu. V administrativní budově a v budovách jí podobné jsou umístěny většinou automatické požární hlásiče tepelné a kouřové. Prostory s technologickými zařízeními jsou vybaveny plynovými detektory.



Obr. 13. Plynový detekční systém používaný v prostorách kompresoroven v PZP.

Důležité budovy jsou doplněny i manuálními požárními hlásiči. Veškeré hlásiče použité v areálu jsou adresné, takže je možné ihned vyhodnotit místo ze kterého byl vyhlášen poplach. O poplachu je možné informovat prostřednictvím požárních poplachových zařízení. V objektech je umístěno často i několik těchto zařízení, konkrétně se jedná o akustická a optická požární poplachová zařízení. Kompresorovny bývají vybaveny stabilními hasicími zařízeními, jako jedny z nověji instalovaných jsou aerosolové SHZ. Toto hasicí zařízení je možné aktivovat autonomně na základě EPS nebo je možné jej manuálně spustit spolu s manuálním požárním hlásičem. V oblasti výskytu hořlavých olejů se jako hasicí médium využívá těžká pěna. Všechny požární a plynové detekční systémy jsou propojeny s řídicím systémem a v případě poplachu dochází v rámci nastavených sekvencí k automatickému odstavení provozu.

Prostorová ochrana

Prostorové ochrany je v objektech PZP využito v již zmiňovaných nejdůležitějších částech areálu zásobníku. Typy použitých prvků se liší v jednotlivých areálech, nejčastěji se ale jedná o detektory pohybu umístěné v budovách velínu, administrativní budovy, kompresorovně, skladech apod. Poplachové události jsou směrovány do ústředny umístěné v jedné ze zabezpečených budov, odkud jsou jednotlivé stavy indikovány obsluze ať už velínu nebo pracovníkovi SBS na vrátnici, který na ně může okamžitě reagovat. Poplachové události nejsou odesílány na dohledové přijímací poplachové centrum smluvní SBS, vzhledem k podstatně delší reakční době na událost zejména kvůli dojezdu na místo.

4.3.2 Sběrné středisko

Pokud typ podzemního zásobníku vyžaduje k provozu sběrné středisko, tak je i na něj kladen vysoký důraz na zabezpečení.

Obvodová ochrana

Pro obvodovou ochranu na sběrných střediscích jsou využívány obdobné prvky jako pro centrální areál. Jsou zde instalovány různé typy oplocení (dřevěné, ocelové). Některé starší typy oplocení jsou z hlediska bezpečnosti absolutně nedostačující. Jejich překonání je možné bez jakékoliv nutnosti poškození. V jiných případech jsou zde využívány již zmiňované Triboelektrické kabely na oplocení. Dále jsou využívány IR bariéry a MW detektory na perimetru včetně magnetických kontaktů na příjezdových branách.

Kamerový systém

I tyto objekty jsou opatřeny kamerovými systémy, jak na perimetru, tak uvnitř objektů především pro vizuální kontrolu technologií. Snímaný obraz z kamer je přenášen do centrálního areálu k obsluze a zároveň je ukládán do digitálního záznamového zařízení umístěného v objektu sběrného střediska. Většinou jsou zde využívány statické analogové kamery pro dohled nad perimetrem. Kamerový systém reaguje na vyvolané poplachy z PZS.

Plášťová ochrana

Sběrná střediska jsou obvykle klasické zděné budovy, které nezaujímají tak velký prostor jako samotný centrální areál. Obsahují také okenní výplně a přístupové vrata a dveře. Pro jejich zabezpečení bývají použity pouze prvky MZS jako jsou cylindrické vložky a prvky TO, nejčastěji jde o magnetické kontakty.

Prostorová ochrana

Nachází se zde většinou totožná ústředna PZTS jako v centrálních areálech. Je zde často realizován tzv. záložní velín, z kterého by v určitých situacích bylo možné řídit některé provozní technologie.

EPS, PDS

Nachází se zde stejné systémy automatické požární a plynové detekce jako v centrálních areálech. Objekty sběrných středisek na rozdíl od CA nejsou vybaveny prvky SHZ a vzhledem k minimálnímu pohybu zaměstnanců často ani požárními poplachovými zařízeními.

4.3.3 Provozní sondy

Veškerá vyčnívající nadzemní technologie těchto sond je opatřena oplocením opět různého charakteru, většinou se jedná o pevnou celokovovou konstrukci nebo o konstrukci na základě několika vztyčných sloupů oplocených ostnatým drátem. Část této provozní sondy tzv. domek je uzavřena a opatřena zastřešením především pro ukrytí části systému pod napětím elektrického proudu.

Na vrcholu oplocení se hojně vyskytují žiletkové válce. Vstupní branka ke každé sondě je opatřena cylindrickou vložkou a na některých provozech jsou zde doplněny i magnetické kontakty na vstupu k sondě, ve vnitřních prostorech jsou instalovány detektory pohybu spolu s ústřednami.

Jednotlivé sondy jde na dálku zastřežit či odstřežit z centrálního areálu nebo je to možné provést přímo u sondy zaměstnancem za použití čtečky kontaktních čipů.



Obr. 14. Provozní sonda PZP

Kamerový systém

Na nověji instalovaných sondách jsou rozšířeny autodome otočné kamery s automatickým přísvitem reflektorem. Signál z těchto kamer je přenášen do centrálního areálu pomocí optických vláken. V provozech, kde ještě kamerové systémy neprošly modernizací, se nacházejí statické analogové kamery. V některých objektech se nachází i IP kamerové systémy. V provozech, kde je členitý terén a není zde položena optická síť, kamerové systémy nejsou nasazovány vůbec.

4.3.4 Monitorovací sondy

Jsou to celkově uzavřené plechové domky, které jsou opatřeny pouze vstupní bránou chráněnou cylindrickou vložkou a v některých případech jsou opatřeny kamerovými systémy.



Obr. 15. Monitorovací sonda PZP

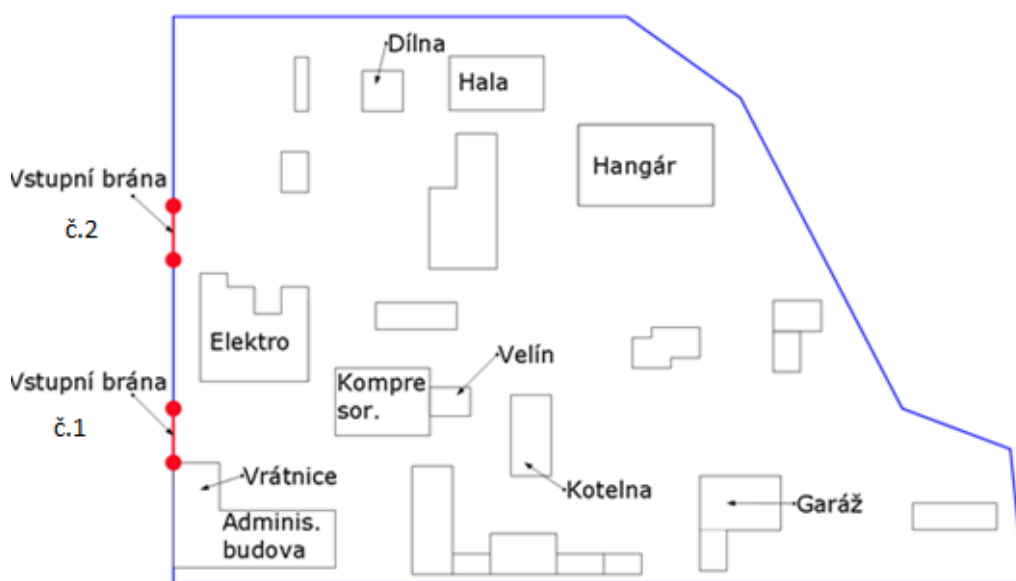
5 NÁVRH OCHRANY OBJEKTU

Pro konkrétní návrh komplexního zabezpečení podzemního zásobníku plynu byl vybrán areál PZP Lobodice, který provozuje firma RWE Gas Storage s.r.o.

Pro celkové zabezpečení bylo vybráno několik typů ochrany. Všechny vybrané prvky TO splňují minimálně stupeň zabezpečení č. 2, (nízké až střední riziko). Návrh vzhledem k charakteru objektů bude zpracován pouze ideově bez konečné cenové kalkulace a konkrétního rozmístění všech komponent. V návrhu budou obsaženy prvky obvodové, plášťové, prostorové, ochrany. Včetně tísňových hlásičů, fyzické ostrahy a kamerového systému.

5.1 Centrální areál

Rozmístění budov včetně struktury perimetru a vstupů do objektu je vyobrazeno na schématu v obrázku č. 16.



Obr. 16. Schéma areálu PZP Lobodice


Pro ochranu objektu budou zvoleny všechny výše jmenované prvky TO. Bude zde navržen mechanický zábranný systém s detekcí narušení pro perimetr, včetně kamerového systému vhodného pro ochranu perimetru i technologií, které se nachází ve výbušném prostředí. V oblasti plášťové ochrany budou zabezpečeny pláště strategicky důležitých budov, kde bude následovat zabezpečení prostor těchto důležitých budov. Všechny prvky ochrany budou doplněny fyzickou ostrahou.

5.1.1 Obvodová ochrana objektu

Vzhledem k dobrým zkušenostem s často využívaným perimetrickým detekčním systémem Magal DTR-2000 je vhodné tento systém použít i v zabezpečení perimetru v tomto objektu. Pokud vezmeme v úvahu spolehlivost a nízkou úroveň falešných poplachů jedná se o spolehlivou perimetrickou detekci. Nicméně jako prvek MZS je to systém snadno a rychle překonatelný. Zejména přestřížením obvodových drátů nebo proražením oplocení vozidlem.

Mnohem vhodnější alternativou z hlediska překonatelnosti se zachováním stejně spolehlivé detekce narušení by mohlo být bezpečnostní oplocení STALWART IS od americké firmy Ameristar. Toto řešení by bylo velkým přínosem k celkové bezpečnosti areálu. Jedná se o bezpečnostní oplocení z masivní oceli, které je z vnitřní strany spojeno silným propleteným ocelovým lanem, ve stejných místech může být vedena komunikace kamerových systémů, optické kabely apod.

Tab. 5. Bezpečnostní oplocení Stalwart IS[13]

STALWART IS		
Konstrukce:	Pozinkovaná ocel	
Výška:	1,8- 3,0 m	
Detekce narušení:	Ano	
Ochrana proti pro- ražení:	Ano	
Ochrana proti pře- zení:	Ano	

Obr. 17. Oplocení Stalwart Impassable[13]

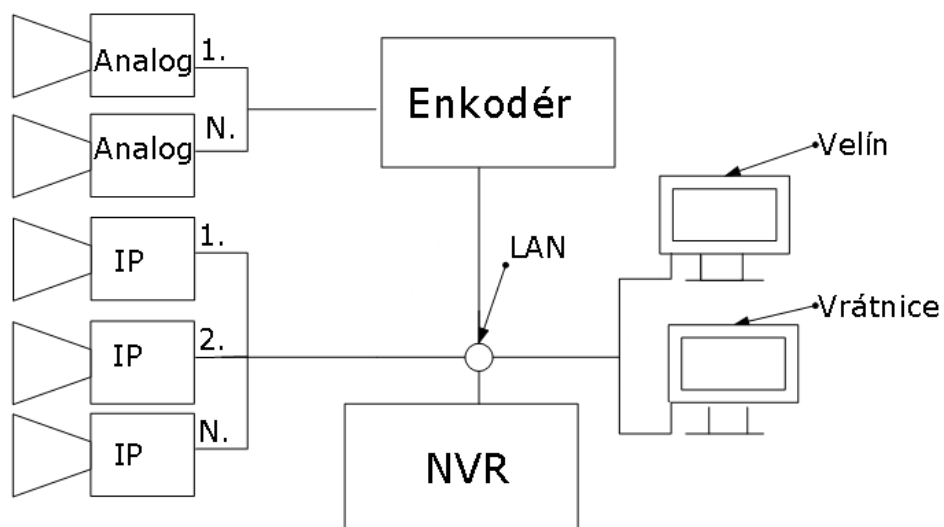
Tato firma nabízí také posuvné brány a vstupní branky, které splňují tento bezpečnostní standard. Vzhledem k možnému ovládnutí z jednoho místa (vrátnice) se jedná o nejefektivnější komplexní řešení vjezdu. Kolem celého oplocení areálu budou umístěny podhrabové desky, aby bylo zamezeno možnosti podhrabání pachatelem.



Obr. 18. Posuvná brána systému Stalwart [13]

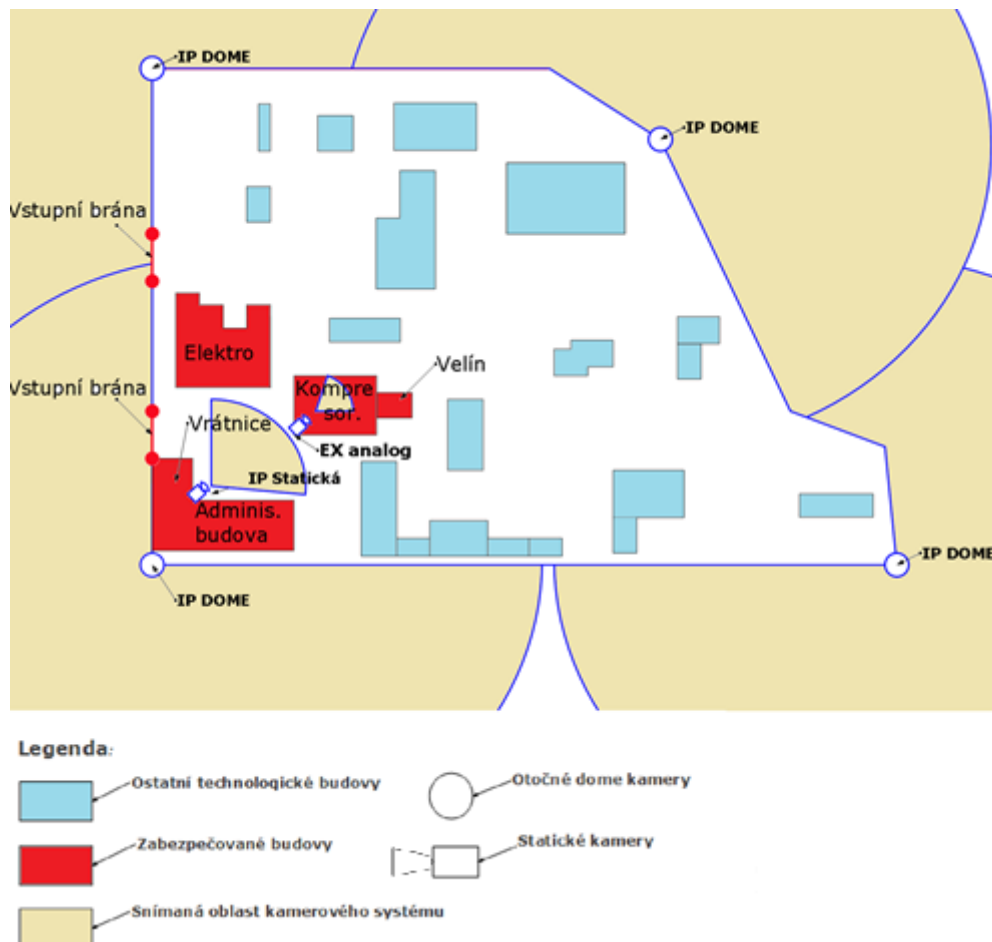
5.1.2 Kamerový systém

Struktura kamerového systému byla zvolena tak, aby bylo dosažení maximálního pokrytí snímaných scén za využití minimálního množství kamer. Vzhledem k výhodám IP kamerových systémů budou zvoleny tyto s kombinací analogových kamer, které je nutné použít v prostorách nacházejících se ve výbušném prostředí. Konkrétní bokové schéma použité struktury kamerového systému a konkrétní rozmístění kamer bude znázorněno na obrázcích č. 19 a 20.



Obr. 19. Blokové schéma kamerového systému pro centrální areál.

Z vybraných speciálních analogových kamer do výbušného prostředí bude signál odveden do enkodéru, který zajistí převod z analogového signálu na signál digitální a dále jej po síti LAN odešle do zařízení NVR, odkud bude obrazový signál dále rozeslán pracovníkům SBS na vrátnici a pracovní obsluze zásobníku nacházející se na velínu. Je zde také možnost uplatnění dálkového přístupu přes síť internet pro celý kamerový systém.



Obr. 20. Rozmístění CCTV v objektu PZP Lobodice.

Pro možnost ověření poplachu vyvolaného na perimetru, možnost vizuální kontroly libovolných objektů a také pro možnost kontroly prováděných prací a pohyb pracovníků v areálu byly zvoleny PTZ kamery, které budou umístěny na klíčových bodech perimetru.

Konkrétně byly zvoleny PTZ kamery firmy Samsung. Tato firma nabízí PTZ dome kameru, která disponuje IR přísvitem, který je přínosem zejména pro možnost monitorování oblasti kolem areálu, kde chybí jakékoliv osvětlení.

K dalšímu zabezpečení vnitřních prostor areálu, konkrétně budovy administrativní, vrátnice, velínu a kompresorovny byla vybrána statická IP kamera Samsung SNO-7084R. Kamera obsahuje IR přísvit, který by mohl být stěžejní v záznamu obrazu v případě výpadku i

náhradního zdroje pro osvětlení v areálu. Podrobnější popis kamer určených pro umístění na perimetr najdeme v tabulce č. 6. níže.

Tab. 6. Vybraná technická specifikace Samsung SCP-2370RH[14]

Samsung SCP-2370RH	
Zobrazovací čip:	1/4" Super HAD CCD II
Detekce pohybu:	Ano
Rozlišení:	811x 508p
Rozsah otáčení:	360°
Přiblížení:	Optické 37x Digitální 16x
Citlivost:	Až 0 lux
Stupeň krytí:	IP66
IR přísvit:	Ano, až na 100m
Provozní teplota:	-50°C ~ +55°C




Obr. 21. Samsung SCP-2370RH[14]

Podrobnější popis statické kamery umístěné uvnitř areálu najdeme v tabulce č. 7. níže.

Tab. 7. Vybraná technická specifikace Samsung SNO-7084R[15]

Samsung SNO-7084R	
Zobrazovací čip:	1/2.8" 3.2M CMOS
Rozlišení:	3M (2048 x 1536)
Přiblížení:	2,8x
Detekce pohybu:	Ano
Video analýza:	Ano
Stupeň krytí:	IP66



Obr. 22. Samsung SNO-7084R[15]

Pro vybraná důležitá místa, kde je žádoucí kamerový dohled nad technologií, jsou vybrány kamerové systémy do výbušného prostředí s typovým označením Ex.

Konkrétně byly zvoleny kamery firmy BOSCH typovým označením EX72, výrobce udává, že jsou přímo navrženy pro umístění do prostoru s výskytem výbušných plynů. S velkým rozsahem provozních teplot je možné tuto kameru nasadit i do budov v prostředí vnitřním všeobecném.

Podrobnější popis statické kamery určené do výbušného prostředí, umístěné v prostorách kompresorovny najdeme v tabulce č. 8. níže.

Tab. 8. Vybraná technická specifikace BOSCH EX 72 [16]

BOSCH EX 72	
Zobrazovací čip:	1/3 in Interline SuperHAD
Prostředí:	Výbušné (Ex)
Napájení:	12 VDC / 24 VAC
Rozlišení:	768 x 494 p
Provozní teplota:	-50°C až +40°C
Citlivost:	2,7 lux
Hmotnost:	1,4kg





Obr. 23. BOSCH EX 72 [16]

Pro jednoduché zakomponování analogové kamery do systému byl vybrán enkodér Samsung SPE-400, který je určen pro připojení až čtyř kamer. Což je vhodné pro možné budoucí rozšíření analogových kamerových systémů.

Prvek je určen pro vnitřní použití a umožňuje současně převádět a odesílat video do LAN sítě až ze čtyř kamer současně. Tento enkodér komunikuje pomocí zabezpečeného protokolu HTTPS, umožňuje filtrování IP adres pro přístup a zaznamenává aktivitu přístupů k zařízení. Bližší technické specifikace jsou dostupné v tabulce č. 9. níže.



Tab. 9. Vybraná technická specifikace Samsung SPE-400[17]

Enkodér Samsung SPE-400		
Vstup:	4 CVBS : 1.0 Vp-p / 75Ω NTSC/PAL	
Výstup:	Ethernet RJ-45	
Napájení:	12 VDC	
FPS:	Max. 30 snímků/s	
Provozní teplota:	0°C až +40°C	
Formát videa:	H.264, MPEG-4, MJPEG	
Vysílání více signálů- současně:	Ano	

Obr. 24. Samsung SPE-400[17]

Pro další zpracování a ukládání video záznamů bylo zvoleno zařízení NVR určené pro záznam, další přenos a další zobrazení obrazu obsluhy. NVR umožňuje připojení k monitoru obsluhy pomocí HDMI/VGA. Do systému je možné přistupovat až 20 uživateli.


Tab. 10. Vybraná technická specifikace Samsung SRN-1670D [18]

Network video rekordér Samsung SRN-1670D		
Vstup:	Až 16 kanálů.	
Max. rozlišení:	3Mpx	
Rychlost záznamu:	64Mbps	
Připojení:	RJ-45, Gigabit Ethernet x 2	
Ukládání:	Až 5HDD/DVD/e-SATA	
Kompresce:	H.264, MJPEG, MPEG-4	

Obr. 25. Samsung SPE-400[18]

Pro usnadnění ovládání kamer PTZ bylo zvoleno zařízení SPC-2000 od firmy Samsung. Bližší technické údaje jsou obsaženy v tabulce č. 11.

Tab. 11. Vybraná technická specifikace Samsung SPC-2000 [19]


Ovládání kamer PTZ Samsung SPC-2000		
Způsob ovládání:	Joystick (3osy)	
Připojení:	USB 2.0	
Napájení:	5V DC, 32mA (USB)	

Obr. 26. Samsung SPC-2000 [19]

5.1.3 Plášt'ová ochrana

Objekt má zabezpečeny všechny pláště důležitých budov. Pro doplnění této ochrany prvky PZS byly zvoleny magnetické dveřní a okenní kontakty firmy Honeywell, které lze označit za konstrukčně velmi kvalitní a proto bude jejich použití vhodné ve větší škále objektů. Bližší technické specifikace nalezneme v tabulce č. 12.

Tab. 12. Vybraná technická specifikace Honeywell 968XTP [20]

Magnetický kontakt Honeywell 968XTP		
Ochrana kabelu:	Oplášt'ováním.	
Použití:	Vnitřní/Vnější	
Tamper:	Ano	
Přepět'ová ochrana:	2400VDC	



Obr. 27. Honeywell 968XTP [20]

5.1.4 Prostorová ochrana

Pro ochranu konkrétních budov v areálu bude vymezena prostorová ochrana objektu.

Byly zvoleny výrobky firmy paradox vzhledem k její stálosti na trhu a předpokladu dlouhé technické podpory. Jako ústředna systému PZTS byla zvolena ústředna firmy Paradox EVO192, jedná se o největší ze zabezpečovacích ústředn EVO. Vybraná ústředna bude navíc obohacena o rozšiřitelnou sběrnici Paradox - SP7000 pro snadné rozšíření prvků PZTS do více budov. Podrobnější informace jsou obsaženy v následující tabulce č. 13.


Tab. 13. Vybraná technická specifikace ústředny PZTS Paradox - EVO192 a rozšiřitelné sběrnice Paradox - SP7000 [21], [22]

Ústředna PZTS Paradox - EVO192		
Počet zón:	Až 192 zón	 <p style="text-align: center;">19.5 cm (7.7 inches)</p>
Rozšiřitelné mod.	254 rozšiřujících modulů	
Počet podsyst.	8	
Prog. výstupy:	5	
Paměť událostí:	Až 2048	
Napájecí zdroj:	1,7A	<i>Obr. 28. Paradox - EVO192 [21]</i>
Rozšiřitelná sběrnice Paradox - SP7000		
Počet zón:	Až 32 zón	
Počet uživ. Kódů:	32 uživatel. Kódů	
Počet podsyst.	2	
Prog. výstupy:	16	
Typ:	4-drátová	<i>Obr. 29. Paradox - SP7000 [22]</i>
Poplachové relé:	1	

Pro rozšíření možností komunikace s ústřednou byl zvolen komunikátor Paradox IP150, který je kompatibilní s danou ústřednou a zajišťuje komunikaci pomocí sítě ethernet.


Umožňuje také správu systému z webového rozhraní. Bližší technické specifikace naleznete v tabulce č. 14.

Tab. 14. Vybraná technická specifikace Paradox - IP150 [23]

Komunikační modul Paradox - IP150		
Kompatibilita s EVO192:	Ano	 <i>Obr. 30. Paradox - IP150 [23]</i>
Web. Rozhraní:	Ano	
St. zabezpečení:	3	
Šifrování:	AES 256-bit, MD5 a RC4	

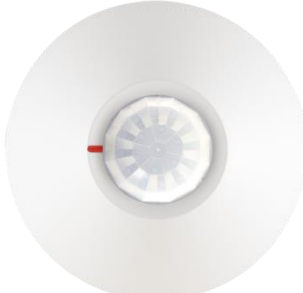
Pro komplexní ochranu prostoru vybraných budov byly vybrány následující detektory pohybu. Jejich typ se bude lišit dle vlastností prostor, ve kterých bude umístěn. Pro běžné prostory bez dalších rušících vlivů, byl vybrán PIR detektor pohybu Paradox - NV5M.

Tab. 15. Vybraná technická specifikace detektoru pohybu Paradox - NV5M [24]

Detektor pohybu Paradox - NV5M		
Standardy:	Bezpečnostní třída 2 třída prostřední 1	 <i>Obr. 31. Paradox - NV5M [24]</i>
Dosah:	12m, 102°	
Proudový odběr:	10,5 mA - 11,3 mA	
Instalační výška:	2,1 až 3,1m	


Pro prostory, kde je pro snazší pokrytí vhodné použít stropní detektor pohybu byl vybrán stropní detektor Paradox- DG467 PARADOME.

Tab. 16. Vybraná technická specifikace detektoru pohybu DG467 [25]

Detektor pohybu Paradox - DG467 PARADOME		
Dosah:	11 x 6m při výšce 3,7m, 360°	 <p><i>Obr. 32. Paradox-DG467 PARADOME [25]</i></p>
Standardy: Třída prostředí:	bezpečnostní třída 2 třída prostřední 1	
Proudový odběr:	min. 26mA, max. 32mA	
Instalační výška:	2,1m až 4m	

V prostorách, kde se mohou vyskytovat proudy teplého vzduchu, či jiné rušivé vlivy byl vybrán duální PIR+MW detektor pohybu Vision 525DM od výrobce Paradox. Konkrétní technické specifikace pro všechny zmiňované detektory pohybu jsou v tabulkách č. 15-17.


Tab. 17. Vybraná technická specifikace detektoru Paradox - Vision 525DM [26]

Detektor pohybu Paradox - Vision 525DM		
Dosah:	14 x 14 m	 <p><i>Obr. 33. Paradox – Visio 525DM [26]</i></p>
Antimasking:	Ano	
Proudový odběr:	Klid: 30 mA, poplach: 100 mA.	
Instalační výška:	2,1m až 4m	

Pro signalizaci poplašného stavu některého z prvků TO byla vybrána venkovní siréna s vizuální signalizací Paradox-PS128. Bližší technické údaje jsou obsaženy v tabulce č. 18.

Tab. 18. Vybraná technická specifikace venkovní sirény Paradox- PS128 [27]

Venkovní zálohovaná siréna Paradox- PS128	
Napájení:	13,6 - 14,8 V
Baterie:	12 V / 1,2 až 7,0 Ah
Hlasitost:	128 dB
Zvuková frekvence:	900 - 2400 Hz
Maximální doba spuštění sirény:	3,5min




Obr. 34. Paradox- PS128 [27]

Pro snadnou obsluhu systému PZTS byla vybrána klávesnice Digiplex-K641. S bližšími technickými údaji níže v tabulce č. 19.

Tab. 19. Vybraná technická specifikace LCD klávesnice Digiplex-K641[28]

LCD klávesnice Digiplex-K641	
LCD:	2 řádkový displej, 2 x 16 znaků
Napájení:	9 až 16 V
Spotřeba:	110 mA
Podsystém:	Jeden nebo více.



Obr. 35. Digiplex-K641[28]

5.1.5 Tísňové hlásiče

Celý systém bude dále doplněn tísňovými hlásiči S3040 firmy Sentrol. Toto tísňové tlačítko bude umístěno u obsluhy velínu a dále bude k dispozici pracovníkovi SBS nacházejícím se na vrátnici. Bližší technické informace jsou obsaženy v tabulce č. 20.

Tab. 20. Vybraná technická specifikace tísňového hlásiče Sentrol-S3040 [29]

Tísňový hlásič Sentrol-S3040	
Kontakt:	NO/NC
Napájení:	7-15V
Ochrana proti sabotáži:	ano
Paměť poplachů:	ano



Obr. 36. Sentrol-S3040 [29]


5.1.6 Fyzická ostraha

Fyzická ostraha je už ve vybraném objektu prováděna, je ale nutné dbát na pravidelný výcvik a školení pracovníků smluvní SBS, který je ze strany zákazníka namátkově ověřován. Včetně klasicky doporučovaného vybavení pro fyzickou ostrahu byla vybrána přenosná radiostanice APX 6000 od výrobce Motorola. V tomto zařízení se naskýtá hned několik funkcí vhodných pro pracovníky fyzické ostrahy v objektech plynáren.

Toto zařízení může být využíváno ke komunikaci s velínem při pochůzkové činnosti, je vhodné také pro použití ve výbušném prostředí. Tudíž jeho využití nebude nijak prostorově omezeno. V radiostanici je přítomný také GPS lokátor, díky němuž lze prověřit aktuální pozici pracovníka, či zpětně kontrolovat jeho pochůzkovou činnost.

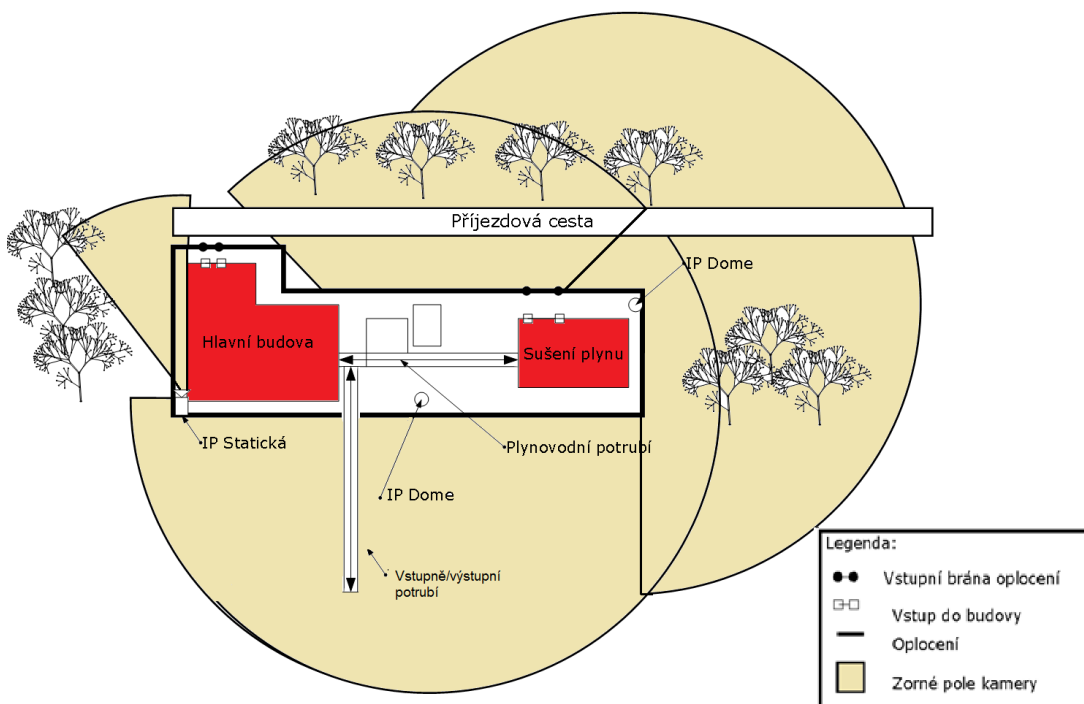
Nechybí zde ani možnost detekce mrtvého muže, či programovatelné tísňové tlačítko. V případě aktivování těchto funkcí by mohli být upozorněni například pracovníci velínu. K této přenosné radiostanici je dostupné velké množství příslušenství. Technické údaje nalezneme v tabulce č. 21.

Tab. 21. Vybraná technická specifikace Motorola APX™ 6000 P25 [30]

Radiostanice Motorola APX™ 6000 P25		 <p>Obr. 37. Motorola APX™ 6000 P25 [30]</p>
Váha:	460 gramů	
Stupeň krytí:	IP 67	
Funkčnost na jedno nabití:	Až 10h	
Šifrování komunikace:	AES, DES, DES-XL, DES-OFB, ADP	

5.2 Sběrné středisko

Schématické znázornění areálu sběrného střediska s návrhem prvků kamerového systému a označených zabezpečených budov nalezneme na obrázku č. 38.



Obr. 38. Rozmístění CCTV kamer ve sběrném středisku

Pro zabezpečení sběrného střediska bude využito obdobných systémů TO jako v centrálním areálu. V obrázku výše je vyobrazeno navrhované rozmístění a snímané scény kamer. Je zde navrženo konkrétní oplocení areálu a jsou zde vyznačeny budovy, které budou zabezpečovány.


5.2.1 Kamerový systém

Pro snadné a efektivní monitorování prostoru kolem sběrného střediska byly vybrány jak statické, tak otočné IP kamerové systémy. Bude použito stejné topologie kamerového systému jako v případě centrálního areálu. Konkrétní rozmístění nalezneme na obrázku č. 38.

5.2.2 Obvodová ochrana

Pro zabezpečení perimetru sběrného střediska bude využito oplocení s možností detekce narušení stejné firmy Ameristar jako tomu bylo v případě centrálního areálu. Bude zde ale zvolen jiný typ oplocení. Konkrétní typ s údaji nalezneme v tabulce č. 22 níže.

Tab. 22. Vybraná technická specifikace oplocení Impase II.[13]

Oplocení IMPASE II.		
Konstrukce:	Pozinkovaná ocel	
Výška:	1,8- 3,0 m	
Detekce narušení:	Ano	
Ochrana proti proražení	ne	
Ochrana proti přelezení	Ano	


Obr. 39. Oplocení Impase II.[13]

Celý tento systém oplocení bude opatřen jednou vjezdovou branou stejného typu, jako je použita v centrálním areálu a dále také vstupní brankou. Umístění těchto vstupních prvků je zobrazeno v obrázku č. 38. výše.

V místě, kde do oplocení bude zasahovat vstupně - výstupní plynovod, který je vyobrazen na obrázku č. 38 vzniká možnost snadnějšího narušení perimetru díky přívodu tohoto plynovodu.

Pro zabezpečení i této možnosti byla vybrána MW bariéra FORTEZA-100, která bude umístěna na příznačném místě v perimetru, tuto bariéru je možné případně použít pro zabezpečení určitých prvků i v centrálním areálu. Bližší specifikace o mikrovlnné bariéře nalezneme v tabulce č. 23.

Tab. 23. Vybraná technická specifikace MW bariéry FORTEZA-100[31]

MW bariéra FORTEZA-100		
Detekční šířka:	80 až 160cm	
Rychlost detekce:	Od 0,3 do 10m/s	
Frekvence:	24GHz	
Krytí:	IP55	
Provozní teploty:	-40°C do 65°C	
Odolnost proti rušení:	Ano	<p><i>Obr. 40. FORTEZA-100[31]</i></p>


5.2.3 Plášťová ochrana

Pro ochranu pláště budov budou použity již výše specifikované magnetické kontakty. Jedná se především o zabezpečení okenních a dveřních výplní. Všechny vstupní prvky v objektu je vhodné opatřit cylindrickými vložkami splňující požadavky pro nejvyšší bezpečnostní třídu.

Při použití navrhovaného oplocení s detekcí narušení by odpadla nutnost použití velkého počtu MW a infračervených bariér používaných k ochraně perimetru i pláště budov.

Vzhledem k velkému množství okenních výplní v objektech bude vhodné použití detektorů tříštění skla. Vybrány byly detektory Paradox- DG457 GLASSTREK, jejichž technické údaje nalezneme v tabulce č. 24.

Tab. 24. Vybraná technická specifikace Paradox- DG457 GLASSTREK [32]

Detektor tříštění skla Paradox- DG457 GLASSTREK		
Ochrana před falešnými poplaky:	dvoufázová	
Tamper:	ano	
Napájení:	9 -16 Vdc	

Obr. 41. Paradox- DG457 [32]

5.2.4 Prostorová ochrana

Pro zabezpečení prostoru již vyznačených budov budou využity totožné komponenty, jako tomu bylo v centrálním areálu. V hlavní budově, kde se díky vytápění vyskytuje velké množství tepelných vírů vzduchu, budou doporučeny především již specifikované kombinované PIR+ MW detektory Paradox - Vision 525DM.

5.3 Provozní a monitorovací sondy

Pro zabezpečení provozních sond je vhodné použít již zmiňované oplocení Ameristar, které bylo vybráno pro zabezpečení sběrného střediska. Toto oplocení může být také doplněno žiletkovými válci. Oplocení je z odolného materiálu, takže by mělo bez porušení přečkat i pád stromu, který již v minulosti zapříčinil poškození armatury sondy.




Obr. 42. Ukázka pádu stromu na oplocení Impase II.[13]

Pro zabezpečení vstupu do provozních i monitorovacích sond bude využito cylindrických zámkových vložek bezpečnostní třídy 4. Dále by bylo vhodné vstup do obou typů sond zabezpečit magnetickými kontakty Honeywell 968XTP. Mezi dalšími vhodnými prvky


TO, které jsou vhodné pro zabezpečení prostoru sond, patří venkovní PIR detektory pohybu Paradox-DG85. Bližší technické specifikace nalezneme v tabulce č. 25.

Tab. 25. Vybraná technická specifikace Paradox-DG85. [33]

Venkovní detektor pohybu Paradox-DG85.		
Čočka:	UV a PET ochrana	 <p><i>Obr. 43. Paradox-DG85 [33]</i></p>
Nastavení citlivosti:	Ano	
Tep. Kompenzace:	Ano	
Senzor:	2x PIR	
Provozní teploty:	-20 °C až +50 °C	
Proudový odběr:	Max. 28mA	

Pro snadné ovládání systému PZS v těchto sondách byla vybrána bezkontaktní čtečka s klávesnicí Paradox-R885. Díky ní může být uživatel ověřen na základě karty a je možné požadovat i zadání bezpečnostního kódu pro ověření. Bližší technické specifikace nalezneme v tabulce č. 26.

Tab. 26. Vybraná technická specifikace Paradox- CR-R885 [34]

CR-R885 Bezkontaktní čtečka s klávesnicí		
Klávesnice:	12-ti tlačítková	 <p><i>Obr. 44. Paradox - CR-R885 [34]</i></p>
Spotřeba:	Typická 812 mW s kartou 1,31 mW	
Uzamknutí klávesnice:	Ano	
Provozní teploty:	- 25 °C do + 65 °C	

6 PŘINOS OPROTI STÁVAJÍCÍMU ŘEŠENÍ

Nově navrhované zabezpečení je přínosem oproti stávajícímu zabezpečení a bezpečnostních prvků používaných na provozech podzemních zásobníků plynu hned v několika ohledech. V případě obvodové ochrany objektů bylo vybráno kvalitní oplocení, které svými vlastnostmi předčí ve všech ohledech všechny používané typy oplocení. V oblasti kamerových systémů byla navržena kombinace analogových a IP kamerových systémů, kde se zejména u systému IP jedná nejspíše o typ kamerových systémů, který bude v budoucnu nejrozšířenější vzhledem k jeho množství kladných vlastností.

IP kamerový systém je opatřen IR přísvitem, což oproti stávajícím kamerovým systémům přináší velké výhody pro snímání scén, které nejsou v noci osvětleny. A tím získání možnosti detekce potenciálního narušitele ještě před tím, než by mohlo dojít k samotnému pokusu o překonání perimetru. Za přínosné můžeme hodnotit také umístění statické kamery v centrálním areálu, která díky digitální video analýze může automaticky zachytit případného narušitele v areálu.

V případě zabezpečení pomocí PZTS bylo přínosem především použití moderních prvků a doplnění tísňovými hlásiči pro personál centrálního areálu. V případě monitorovacích a provozních sond bylo navrženo použití speciálního venkovního detektoru s PET ochranou, který je vhodný vzhledem k umístění sond v rozlehlém lese. V areálu sběrného střediska bylo zjednodušeno a zefektivněno zabezpečení perimetru díky použití kvalitního oplocení.

6.1 Budoucí možnosti řízení provozu

Do budoucna je dle jedné z možností plánováno řídit veškeré bezpečnostní události ze systémů PZTS, CCTV a také provoz celého zásobníku včetně přístupového systému z jednoho centrálního areálu, což je velmi výhodné z hlediska finanční stránky. Z pohledu bezpečnosti je to méně vhodné, jelikož by se se zavedením řízení z centrálního areálu zvýšila reakční doba na jakýkoliv podmět ať bezpečnostní či na událost související s řízením PZP. Zároveň by také obsluha tohoto systému mohla být zaneprázdněna při vzniku několika událostí na více areálech PZP současně. Především by také obsluha nebyla tak dobře seznámena s konkrétním areálem a také reakční doba na bezpečnostní událost by se v případě smluvně dané SBS značně prodloužila z hlediska dojezdu. Zkomplikovalo by se zde i možné řešení havarijních situací na konkrétních zásobnících plynu. Z hlediska komplexního zabezpečení jednotlivých areálů PZP by se jednalo o výrazné snížení úrovně celkového zabezpečení.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout komplexní zabezpečení pro objekty plynáren a podzemních zásobníků plynu. Pro vysvětlení důležitosti podzemních zásobníků plynu byl v teoretické části vysvětlen význam podzemních zásobníků plynu pro pokrytí celkových dodávek zemního plynu. Práce dále popisovala způsob skladování zemního plynu v podzemních zásobnících. Z hlediska bezpečnosti bylo v práci seznámeno s používanými druhy podzemních zásobníků plynu. Byla zde vymezena bezpečnostní rizika spojená s provozem podzemních zásobníků plynu. Následně byla zpracována jediná pravděpodobná situace, kdy výpadek zásobníků plynu mohl závažně ovlivnit celkové dodávky zemního plynu.

V teoretické části byla také zpracována legislativa související s pravidly provozování podzemních zásobníků, s požadavky na jejich zabezpečení a další legislativní pravidla v souvislosti krizové a havarijní dokumentace.

Praktická část práce byla zaměřena na rozdělení konkrétních dvou typů zásobníků plynu provozovaných v České republice. V další části bylo provedeno porovnání jejich struktury vzhledem k nutnosti a možnostem zabezpečení. Byly popsány prvky technické ochrany využívané plynárenskými společnostmi.

Samotný návrh komplexního zabezpečení obsahoval ideový návrh prvků sloužících ke komplexnímu zabezpečení všech objektů důležitých pro provoz podzemního zásobníku plynu. Konkrétně pro podzemní zásobník Lobodice se to týkalo především centrálního areálu, sběrného střediska a přilehlých sond. Praktická část obsahuje návrh zabezpečení pomocí prvků obvodové, plášťové, prostorové ochrany. Nechybí zde ani návrh moderního kamerového systému společně s fyzickou ostrahou.

Snahou bylo především zajištění detekce v pokud možno co nejvíce brzkém stádiu narušení objektu. Vzhledem k charakteru objektů je nutné zajistit co nejvyšší průlomovou odolnost prvků mechanického zabezpečení společně s detekcí této činnosti, zejména u perimetrické ochrany. S pomocí kamerových systémů je možné ověřit poplašnou událost, na kterou může fyzická ostraha okamžitě reagovat. Závěrem praktické části byl vyhodnocen přínos navrhovaného řešení oproti stávajícím možnostem zabezpečení. Také zde bylo krátce pojednáno o dalších možnostech řízení provozu těchto podzemních zásobníků. Z hlediska bezpečnosti zde byly vyhodnoceny možnosti, výhody a nevýhody tohoto řešení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]Zemní plyn: Co je zemní plyn. In: *Zemniplyn.cz* [online]. © 2007 - 2010 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/plyn>
- [2]FÍK, Ing. Josef. Složení zemních plynů. In: *Složení zemních plynů - TZB-info* [online]. © 2001-2015 [cit. 2015-03-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/89-slozeni-zemnich-plynu>
- [3]Zásobování České republiky. In: *Zemní plyn: Přeprava a uskladnění* [online]. © 2007 - 2010 [cit. 2015-03-06]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/doprava/>
- [4]Česká republika. PLÁN PREVENTIVNÍCH OPATŘENÍ nezbytných k odstranění nebo ke zmírnění zjištěných rizik pro zajištění dodávek zemního plynu v České republice. In: *download.mpo.cz/get/47643/55548/604100/priloha002.docx*. 2012.
- [5]Dodávky a spotřeba - Energostat. In: *Energostat.cz* [online]. © 2012 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://energostat.cz/dodavky-a-spotreba.html>
- [6]RWE GAS STORAGE – SPOLEHLIVÝ PROVOZOVATEL PODZEMNÍCH ZÁSObNÍKŮ PLYNU. In: *Letak_rwe_gs_cz* [online]. [2012] [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://www.rwe-gasstorage.cz/cs/prezentace/rwe_gs_provozovatel_pzp/files/letak_rwe_gs_cz.pdf
- [7]ŠKOVROŇ, Lumír. *PODZEMNÍ ZÁSObNÍKY PLYNU RWE GAS STORAGE*. 2010. Dostupné z: <http://www.energetickynezavislykraj.cz/prezentace/system-nakladani-s-odpady/03-podzemni-zasobniky-plynu-rwe-gas-storage.ppt>
- [8]PLÁN OPATŘENÍ PRO STAV NOUZE ke zmírnění dopadu narušení dodávek plynu a jeho odstranění v České republice. In: *download.mpo.cz/get/47643/53763/595170/priloha001.docx*. 2012.

- [9]30let Báňské záchranné stanice Hodonín | Záchranář. In: *Zachranar.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-04-26]. Dostupné z: <http://www.zachranar.cz/2013/10/30let-banske-zachranne-stanice-hodonin/>
- [10]Časopis 112. *HAVÁRIE NA PODZEMNÍM ZÁSOBNÍKU PLYNU*. 2010, č. 11.
- [11]*Podzemní zásobníky plynu – role v rámci plynárenské soustavy ČR a legislativní rámec jejich provozování*. [2015].
- [12]RWE GAS STORAGE. 2009. *PZP Lobodice, Háje*.
- [13]Stalwart IS. 2015. *Ameristar* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.ameristarfence.com/high-security-anti-ram-barrier-heavy-steel-fence-stalwart-impasse-security>
- [14]SCP-2370RH. 2014. *Samsung-security* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: https://www.samsung-security.com/SAMSUNG/upload/Product_Specifications/SCP-2370RH_Specifications.pdf
- [15]SNO-7084R. 2014. *Samsung-security* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: https://www.samsung-security.com/SAMSUNG/upload/Product_Specifications/SNO-7084R_Specifications.pdf
- [16]EX72 Explosion-protected Camera. 2013. *Boschsecurity* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: http://resource.boschsecurity.com/documents/Data_sheet_enUS_1706866699.pdf
- [17]SPE-400. 2014. *Samsung-security* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: https://www.samsung-security.com/SAMSUNG/upload/Product_Specifications/SPE-400-Specifications.pdf

- [18]SRN-1670D. 2014. *Samsung-security* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: https://www.samsung-security.com/SAMSUNG/upload/Product_Specifications/SRN-1670D-Specifications.pdf
- [19]SPC-2000. 2014. *Samsung-security* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: https://www.samsung-security.com/SAMSUNG/upload/Product_Specifications/SPC-2000-Specifications.pdf
- [20] 968XTP. 2015. *Honeywell Intrusion and Communications* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.security.honeywell.com/hsc/products/intruder-detection-systems/sensor/contact/commercial/25405.html>
- [21]EVO192. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://eshop.eurosat.cz/produkt/44021/2324/-EVO192>
- [22]SP7000. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://eshop.eurosat.cz/produkt/45218/351/-Spectra-SP>
- [23]IP150. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://eshop.eurosat.cz/produkt/48107/2324/-IP150>
- [24]NV5M. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://eshop.eurosat.cz/produkt/49847/2324/-NV5-serie>
- [25] DG467 PARADOME. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://eshop.eurosat.cz/produkt/44051/2324/-DG467-PARADOME>
- [26]Vision 525DM. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://eshop.eurosat.cz/produkt/45100/2324/-Vision-525DM>

- [27]PS128AKKU. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z:
<https://eshop.eurosat.cz/produkt/60909/2324/-PS128>
- [28]K641. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z:
<https://eshop.eurosat.cz/produkt/44071/2324/-k641>
- [29]S3040. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z:
<https://eshop.eurosat.cz/produkt/44997/351/-S3040>
- [30]APX™ 6000 P25 Portable Radio. *Motorola Solutions* [online]. 2015 [cit. 2015-05-21].
Dostupné z: http://www.motorolasolutions.com/en_us/products/two-way-radios/project-25-radios/portable-radios/apx-4000-p25-portable-radio.html
- [31]FORTEZA-100. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z:
<https://eshop.eurosat.cz/produkt/48728/351/-FORTEZA-bariery>
- [32]DG457 GLASSTREK. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z:
<https://eshop.eurosat.cz/produkt/44054/2324/-DG457-GLASSTREK>
- [33]DG85. 2015. *Eurosat CS* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z:
<https://eshop.eurosat.cz/produkt/44045/2324/-DG85>
- [34]R885. *Eurosat CS* [online]. 2015 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z:
<https://eshop.eurosat.cz/produkt/44123/2324/R885>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BZS	Báňská záchranná služba.
CA	Centrální areál.
CCTV	Closed Circuit Television.
CO ₂	Oxid uhličitý.
ČBÚ	Český báňský úřad.
DVR	Digital video recorder.
EPS	Elektronická požární signalizace.
EZ	Energetický zákon.
IR	Infrared.
LAN	Local area network.
NVR	Network video recorder.
MPa	Megapascal.
MV	Microwave.
MV	Ministerstvo vnitra.
MWh	Megawatthodina.
MZS	Mechanické zábranné systémy.
MŽP	Ministerstvo životního prostředí.
PTZ	Pan tilt zoom (ovládání natočení, náklonu a zoomu).
PZP	Podzemní zásobník plynu.
PZTS	Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy
SBS	Soukromá bezpečnostní služba.
TO	Technická ochrana.
TPG	Technická pravidla GAS.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Ložiska plynu v ČR [4]</i>	13
<i>Obr. 2. Přepavní soustava plynu pro Českou republiku [4]</i>	14
<i>Obr. 3. Vývoj dodávek plynu pro Českou republiku v letech 1999-2013[5]</i>	15
<i>Obr. 4. Podíl zákazníku na spotřebě zemního plynu.[4]</i>	15
<i>Obr. 5. Podzemní zásobníky plynu v ČR [4]</i>	18
<i>Obr. 6. Hodnota zemního plynu v mld. m³ uloženého v PZP vzhledem k celkové procentuální hodnotě spotřeby zemního plynu ve vybraných zemí EU. [7]</i>	20
<i>Obr. 7. Zásah na sondě v Lobodících, 2010 [10]</i>	24
<i>Obr. 8. Informační toky při vyhlášení stavu nouze na plynárenské soustavě ČR [8]</i>	32
<i>Obr. 9. Podzemní zásobník plynu Háje[12]</i>	34
<i>Obr. 10. Podzemní zásobník plynu Lobodice [12]</i>	35
<i>Obr. 11. Zjednodušené blokové schéma struktury PZP Lobodice</i>	36
<i>Obr. 12. Kamera určená pro výbušná prostředí používaná na provozech PZP</i>	39
<i>Obr. 13. Plynový detekční systém používaný v prostorách kompresoroven v PZP.</i>	41
<i>Obr. 14. Provozní sonda PZP</i>	44
<i>Obr. 15. Monitorovací sonda PZP</i>	44
<i>Obr. 16. Schéma areálu PZP Lobodice</i>	45
<i>Obr. 17. Oplocení Stalwart Impassable[13]</i>	46
<i>Obr. 18. Posuvná brána systému Stalwart [13]</i>	47
<i>Obr. 19. Blokové schéma kamerového systému pro centrální areál.</i>	47
<i>Obr. 20. Rozmístění CCTV v objektu PZP Lobodice.</i>	48
<i>Obr. 21. Samsung SCP-2370RH[14]</i>	49
<i>Obr. 22. Samsung SNO-7084R[15]</i>	49
<i>Obr. 23. BOSCH EX 72 [16]</i>	50
<i>Obr. 24. Samsung SPE-400[17]</i>	51
<i>Obr. 25. Samsung SPE-400[18]</i>	51
<i>Obr. 26. Samsung SPC-2000 [19]</i>	52
<i>Obr. 27. Honeywell 968XTP[20]</i>	52
<i>Obr. 28. Paradox - EVO192 [21]</i>	53
<i>Obr. 29. Paradox - SP7000 [22]</i>	53
<i>Obr. 30. Paradox - IP150 [23]</i>	54
<i>Obr. 31. Paradox - NV5M [24]</i>	54

<i>Obr. 32. Paradox-DG467 PARADOME [25]</i>	55
<i>Obr. 33. Paradox – Visio 525DM [26]</i>	55
<i>Obr. 34. Paradox- PS128 [27]</i>	56
<i>Obr. 35. Digiplex-K641[28]</i>	56
<i>Obr. 36. Sentrol-S3040 [29]</i>	57
<i>Obr. 37. Motorola APX™ 6000 P25 [30]</i>	58
<i>Obr. 38. Rozmístění CCTV kamer ve sběrném středisku</i>	58
<i>Obr. 39. Oplocení Impase II.[13]</i>	59
<i>Obr. 40. FORTEZA-100[31]</i>	60
<i>Obr. 41. Paradox- DG457 [32]</i>	61
<i>Obr. 42. Ukázka pádu stromu na oplocení Impase II.[13]</i>	61
<i>Obr. 43. Paradox-DG85 [33]</i>	62
<i>Obr. 44. Paradox - CR-R885 [34]</i>	62

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Vlastnosti zemního plynu [1]</i>	12
<i>Tab. 2. Složení zemního plynu dle původu [2]</i>	12
<i>Tab. 3. Skladovací kapacita jednotlivých PZP, maximální denní těžební výkon a maximální denní vtláčecí výkon [4]</i>	19
<i>Tab. 4. Bezpečnostní pásma plynových zařízení [11]</i>	30
<i>Tab. 5. Bezpečnostní oplocení Stalwart IS[13]</i>	46
<i>Tab. 6. Vybraná technická specifikace Samsung SCP-2370RH[14]</i>	49
<i>Tab. 7. Vybraná technická specifikace Samsung SNO-7084R[15]</i>	49
<i>Tab. 8. Vybraná technická specifikace BOSCH EX 72 [16]</i>	50
<i>Tab. 9. Vybraná technická specifikace Samsung SPE-400[17].....</i>	51
<i>Tab. 10. Vybraná technická specifikace Samsung SRN-1670D [18]</i>	51
<i>Tab. 11. Vybraná technická specifikace Samsung SPC-2000[19]</i>	52
<i>Tab. 12. Vybraná technická specifikace Honeywell 968XTP[20]</i>	52
<i>Tab. 13. Vybraná technická specifikace ústředny PZTS Paradox - EVO192 a rozšiřitelné sběrnice Paradox - SP7000 [21], [22]</i>	53
<i>Tab. 14. Vybraná technická specifikace Paradox - IP150 [23]</i>	54
<i>Tab. 15. Vybraná technická specifikace detektoru pohybu Paradox - NV5M [24].....</i>	54
<i>Tab. 16. Vybraná technická specifikace detektoru pohybu DG467 [25].....</i>	55
<i>Tab. 17. Vybraná technická specifikace detektoru Paradox - Vision 525DM [26].....</i>	55
<i>Tab. 18. Vybraná technická specifikace venkovní sirény Paradox- PS128 [27].....</i>	56
<i>Tab. 19. Vybraná technická specifikace LCD klávesnice Digiplex-K641[28]</i>	56
<i>Tab. 20. Vybraná technická specifikace tísňového hlásiče Sentrol-S3040 [29].....</i>	57
<i>Tab. 21. Vybraná technická specifikace Motorola APX™ 6000 P25 [30]</i>	58
<i>Tab. 22. Vybraná technická specifikace oplocení Impase II.[13]</i>	59
<i>Tab. 23. Vybraná technická specifikace MW bariéry FORTEZA-100[31]</i>	60
<i>Tab. 24. Vybraná technická specifikace Paradox- DG457 GLASSTREK [32].....</i>	61
<i>Tab. 25. Vybraná technická specifikace Paradox-DG85. [33]</i>	62
<i>Tab. 26. Vybraná technická specifikace Paradox- CR-R885 [34]</i>	62