

Zabezpečení plynových kotelen

Security of Gas Boiler Rooms

Ondřej Sklenář

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ondřej Sklenář**
Osobní číslo: **L17066**
Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Zabezpečení plynových kotelen**

Zásady pro vypracování

1. Na základě dostupných domácích a zahraničních zdrojů zpracujte literární rešerši k řešení problematiky zabezpečení plynových kotelen.
2. Pomocí softwarového nástroje Riskan proveďte analýzu rizik a hrozeb plynové kotelny.
3. Pomocí softwarových nástrojů TerEx a ALOHA vypracujte případovou studii pro vybranou hrozbu, riziko plynové kotelny.
4. Na základě vypracované případové studie navrhnete vlastní opatření ke zlepšení současného stavu v dané problematice.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam doporučené literatury:

1. PŘIBYLA, Zdeněk. Nízkotlaké kotelny se zařízeními na plynná paliva. Praha: GAS, 2012. 174 s. Informační systém GAS; 57. ISBN 978-80-7328-275-2.
2. DVORÁK, Jan a PŘIBYLA, Zdeněk. Plynovody a spotřebiče plynu v budovách: (TPG 704 01 s vazbou na související předpisy pro praxi) [CD-ROM]. 2. vyd. (na CD-ROM 1. vyd.). Praha: GAS, 2009. Požadavky na systém: Adobe Acrobat Reader. ISBN 978-80-7328-265-3.
3. SKŘEHOT, Petr a BUMBA, Jan. Prevence nehod a havárií. 2. díl, Mimořádné události a prevence nežádoucích následků. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 595 s. ISBN: 978-80-86973-73-9.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivan Princ
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. listopadu 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2020**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2019

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15. 5. 2020

Jméno a příjmení studenta: Ondřej Sklenář

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku zabezpečení plynových kotelen. Práce je složena ze dvou částí, teoretické a praktické. Teoretická část se věnuje především terminologii, předpisům pro provoz plynových zařízení a možným nebezpečným situacím, které mohou vyplynout z provozu plynových zařízení. Dále jsou zde uvedeny konkrétní případy, při kterých došlo k úniku plynu. V praktické části je popis konkrétní plynové kotelny a vyhodnocení případové studie, pomocí softwarových nástrojů Riskan, TerEx a ALOHA. Případová studie se věnuje situaci, kdy dojde k sabotáži na plynovém zařízení uvnitř kotelny. Na základě výsledků případové studie jsou navrhována opatření k řešení nastalé situace a její prevenci.

Klíčová slova: plynová kotelna, TerEx, Riskan, ALOHA, zabezpečení, zemní plyn, únik plynu, výbuch plynu

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on the issue of securing gas boiler rooms. The work consists of two parts, theoretical and practical part. The theoretical part mainly deals with terminology, equipment used for the operation of gas equipment and possible dangerous situations that may occur in the operation of gas equipment. The following part names specific cases of a gas leak. In the practical part a specific gas boiler room is described and a case study is evaluated using Riskan, TerEx and ALOHA software. The case study focuses on a situation where there is a sabotage on gas equipment inside the boiler room. Based on the results of the case study, measures are proposed to address the situation and its prevention.

Keywords: Gas boiler room, TerEx, Riskan, ALOHA, security, natural gas, gas leak, gas explosion

Tímto bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi po celou dobu studia byli oporou při řešení všech nastalých komplikací a pomohli mi dojít ke zdárnému zakončení studia. Dále bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Ivanu Princovi, za jeho vedení a rady při tvorbě bakalářské práce. Díky patří také panu Tomáši Větršískovi, který mi poskytnul dokumentaci a přístup do plynové kotelny v objektu Brněnská 17/2003 Prostějov, které byly cenným zdrojem informací pro dokončení bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 TERMINOLOGIE A PRÁVNÍ ÚPRAVA	10
2 ZEMNÍ PLYN	13
3 KOTELNY SPALUJÍCÍ ZEMNÍ PLYN	15
3.1 PŘÍVOD PLYNU DO KOTELNY	16
3.2 ZAŘÍZENÍ KOTELNY	17
4 NEBEZPEČÍ PŘI PROVOZU PLYNOVÝCH KOTELN	18
4.1 NEDOKONALÉ SPALOVÁNÍ – ÚNIK SPALIN.....	18
4.2 ÚNIK PLYNU.....	20
4.3 ÚNIK PLYNU MIMO BUDOVU	21
4.4 VÝBUCH PLYNU	22
4.4.1 Výbuch plynu v Divadelní ulici v Praze.....	23
4.4.2 Výbuch plynu ve Frenštátě pod Radhoštěm	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
5 PLYNOVÁ KOTELNA PRO DOMY BRNĚNSKÁ 13-23	27
5.1 UMÍSTĚNÍ PLYNOVÉ KOTELNY.....	27
5.2 DOMOVNÍ PLYNOVOD.....	28
5.3 VYBAVENÍ KOTELNY	28
5.3.1 Kotel Viessmann Vitodens 200-W	28
5.3.2 ACV Jumbo 1000	29
5.3.3 Sběrač spalin	30
5.3.4 Expanzní nádoby	30
5.3.5 Vitotrans 222	31
5.3.6 Detektor plynu GC 20.....	32
6 BEZPEČNOST A HYGIENA PŘI PRÁCI	33
7 KONTROLY A REVIZE PLYNOVÝCH ZAŘÍZENÍ	34
8 SABOTÁŽ – PŘÍPADOVÁ STUDIE	35
8.1 PRŮBĚH UDÁLOSTI	35
8.2 RISKAN.....	35
8.3 TEREX.....	38
8.4 SOFTWAROVÝ NÁSTROJ ALOHA.....	40
9 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRH ELIMINACE NEBEZPEČÍ A MINIMALIZACE ŠKOD	43
9.1 POSTUP PŘI ZÁCHRANNÝCH A LIKVIDAČNÍCH PRACÍCH.....	44
9.2 PREVENCE VZNIKU SITUACE.....	45
ZÁVĚR	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	53
SEZNAM OBRÁZKŮ	55
SEZNAM TABULEK	56

ÚVOD

V dnešní době jsou věci, jako vytápění budov a ohřev teplé vody jedním ze základních standardů bydlení. Vytápění plynem je vzhledem k vysokému uživatelskému komfortu a přívětivé ceně jedním z nejrozšířenějších zdrojů výroby tepla a teplé vody jak v rodinných domech, tak v bytových domech. Dříve byly pro velká panelová sídliště budovány centrální kotelny, které dálkově jednotlivé domy zásobovaly teplem a teplou vodou.

V moderních domech jsou ve většině případů budovány samostatné plynové či elektrické kotelny. V posledních letech v mnohých místech dochází k tomu, že jsou tyto centrální zdroje tepla od koncových domů odpojovány a nahrazovány domovními plynovými kotelny, které se dají zřídit v nevyužívaných společných prostorách, jako jsou bývalé domovní prádelny.

V roce 2009 došlo právě takovýmto způsobem k realizaci vlastní plynové kotelny i v objektu Brněnská 2003/17 v Prostějově. K hlavním důvodům této přeměny patřila zejména cenová úspora, která byla patrná z „Energetického auditu“, který byl v roce 2003 zpracován Mgr. Josefem Ambrožem v Olomouci. Jelikož se jedná o domovní kotelnu s vysokým počtem obyvatel, byl při realizaci kladen důraz na co nejvyšší bezpečnost provozu kotelny, proto je kotelna vybavena řadou bezpečnostních prvků, jako jsou čidla plynu, kontrola teploty, havarijní okruh kotlů a další.

Cílem bakalářské práce je zjistit a popsat stav zabezpečení výše uvedené plynové kotelny, navrhnout možná opatření pro případné zvýšení bezpečnosti provozu.

V teoretické části bakalářské práce je zpracována literární rešerše, ve které lze nalézt terminologii, legislativu a příklady nebezpečných situací, ke kterým může dojít při provozu plynových kotel. V praktické části za pomoci softwarových nástrojů Riskan, TerEx a ALOHA je vypracována případová studie, na základě které se navrhuje opatření pro řešení možného ohrožení výše uvedené plynové kotelny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TERMINOLOGIE A PRÁVNÍ ÚPRAVA

První kapitola je zaměřena především na termíny, které souvisí ať už s prevencí zabezpečení nebo s likvidací či snižování škod v důsledku vzniku nějaké mimořádné události. Dále zde lze najít základní právní předpisy, od kterých se odvíjí jak bezpečnostně provozní řešení kotelen, tak procesy, které vznikají v důsledku mimořádných událostí.

Ochrana obyvatelstva

Ochrana obyvatelstva spočívá v plnění úkolů v oblasti plánování, organizace a vykonávání činnosti za účelem předcházení vzniku krizových situací. Dále v nutnosti zajistit připravenost na mimořádné události a krizové stavy a jejich řešení. Ochrana obyvatelstva spočívá v plnění úkolů civilní obrany. Je to plnění úkolů souvisejících s ochranou životů, majetku a životního prostředí při vzniku mimořádných událostí a krizových situací vojenského i nevojenského charakteru.

Mezi základní právní předpisy pro ochranu obyvatelstva patří zákon číslo 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému (dále jen IZS) a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších právních předpisů a vyhláška ministerstva Vnitra číslo 380/2002 Sb. k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. [1]

Riziko

Termín riziko vyjadřuje kvantitativní a kvalitativní ohrožení. Vyjadřuje míru a stupeň ohrožení. Pojem riziko se vyjadřuje pravděpodobnost vzniku negativního jevu a jeho důsledky. Vyjadřuje, v jaké míře se negativní jev vyskytne a jeho možné důsledky. Vyjadřuje se vztahem $R = P \times D$, kdy R značí riziko, P je pravděpodobnost a D jsou důsledky. Riziko se definuje jako kombinace pravděpodobnosti nežádoucí události a jejího rozsahu, závažnosti škody nebo poškození zdraví. Riziko má vždy dva rozměry, pravděpodobnost vzniku nebezpečné situace a závažnost možného následku.

Hodnocení a řízení rizik

Jedná se o proces, který má za úkol optimalizovat riziko. První část tohoto procesu, která se stará o identifikaci, vyhodnocení a srovnání rizik vytvoří podklady, které jsou nezbytné pro druhou část procesu, během níž se přijímají opatření, která je snižují na minimální možnou míru.

Nebezpečí

Nebezpečí vzniká kdekoli, kde probíhá pracovní činnost se stroji, materiály či technologiemi, jejichž používání může mít neočekávaný negativní důsledek, jako je poškození majetku či zdraví osob. Jedná se o podstatnou, skrytou vlastnost nebo schopnost jak materiálů, strojů a osob při pracovní činnosti, která může zapříčinit vznik hmotné škody či újmy na zdraví osob. Zdroje nebezpečí jsou schopny aktivovat nebezpečí v daném prostoru a čase. [2]

Mimořádná událost

Jedná se o působení škodlivých sil a jevů, které vznikají v závislosti na činnosti člověka, přírodních vlivech a haváriích, které ohrožují životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí a pro jejich zvládnutí je nutné provést záchranné a likvidační práce.

Krizová situace

Jedná se o mimořádnou událost, v jejímž důsledku dochází k narušení kritické infrastruktury nebo jinému nebezpečí, při němž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu. Během krizové situace může docházet k bezprostřednímu ohrožení svrchovanosti a územní celistvosti státu a jeho demokratických základů, chodu hospodářství, zdraví a životů velkého množství osob. Dále může docházet k ohrožení velkého množství majetku, životního prostředí nebo plnění mezinárodních smluv, kdy ohrožení nelze zabránit a není možné jeho následky odstranit standardní cestou.

Krizové situace přírodního charakteru

Dělí se na dvě kategorie. První kategorií jsou živelné pohromy jako sucho, dlouhodobá inverze, povodně, vichřice a jiné. Druhou kategorií jsou hromadné nákazy osob, zvířat, či polních kultur.

Krizové situace antropogenního charakteru

První kategorií jsou provozní havárie a havárie spojené s infrastrukturou. Do této skupiny patří radiační havárie, havárie zapříčiněné nebezpečnými látkami, požáry, zřícení nadzemních a podzemních částí staveb, znečištění vody, ovzduší či životního prostředí a další.

Druhou kategorií jsou vnitrostátní společenské, sociální a ekonomické krize. Zde řadíme teroristické útoky, narušení dodávek plynu, ropy, léčiv, vody, potravin, elektrické energie, nárůst kriminality, násilné akce subjektů cizí moci, migrační vlny a další. [3]

Právní úprava pro zabezpečení plynových kotelen

Základním ustanovením pro tuto činnost je zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce č. 174/1968 Sb., od něj se dále odvíjí zákoník práce č. 262/2006 Sb., zákon České národní rady o požární ochraně č. 133/1985 Sb., a zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů č. 458/2000 Sb. Těmito zákony jsou stanoveny podmínky pro bezpečnost při vykonávání činnosti a dozorující orgány.

Dále existují nařízení vlády, jako NV 378/2001 Sb., které stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání přístrojů, technických zařízení a náradí, NV 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí, NV 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení.

Existuje množství vyhlášek, které dále specifikují jednotlivé oblasti bezpečnosti provozu v plynových kotelnách, jako je vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách, revizích a zkouškách u plynových zařízení č. 85/1978 Sb., vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti č. 21/1979 Sb., vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce č. 48/1982 Sb., kterou se stanovují základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce technických zařízení, Českého úřadu bezpečnosti práce k zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách č. 91/1993 Sb. a vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb č. 23/2008 Sb.

Zabezpečování plynových kotelen se dále řídí normami, jako je ČSN 07 0703 pro Kotelny se zařízeními na plynná paliva, ČSN 38 6405 Plynová zařízení, zásady provozu či ČSN EN 676+A2 Hořáky na plynná paliva s ventilátorem a s automatickým řízením.

2 ZEMNÍ PLYN

- Jedná se o přírodní směs plyných uhlovodíků, kde nejvyšší je podíl metanu (CH_4), obsažené množství neuhlovodíkových plynů je proměnlivé. Samotný plyn je bezbarvý a bez zápachu. Zápach, který je autentický pro zemní plyn je vytvořen přidanými sloučeninami, slouží jako opatření k detekci úniku plynu.
- Zemní plyn, vytěžený na území ČR pokrývá spotřebu republiky cca z 1 %. Co se týče zemního plynu, je Česká republika závislá na dodávkách z Ruska a Norska. [4]

Tabulka 1 - Fyzikální vlastnosti zemního plynu. Zdroj: [4]

Znak jakosti	Zemní plyn
Výhřevnost	34,08 MJ/m ³
Hustota	0,69 kg/m ³
Spalné teplo	37,82 MJ/m ³
Meze výbušnosti	5–15 %
Zápalná teplota	650 °C
Množství spalovacího vzduchu	9,56 m ³ vzduchu/m ³ ZP
Teplota plamene	1957 °C

Hoření je fyzikálně chemická oxidační reakce, při níž hořlavina reaguje při vysoké rychlosti s oxidačním činidlem za vzniku světla a tepla. Jedná se o exotermickou reakci.

Aby k hoření mohlo dojít, je za potřebí přítomnost následujících složek:

- Hořlaviny (v případě moderních kotelen se jedná o zemní plyn).
- Oxidační činidlo (kyslík).
- Iniciátor hoření (jiskra).

Dokonalé hoření

Dokonalé hoření se tak nazývá hlavně kvůli dokonale proběhlé chemické reakci.

Při dokonalém spalování nevznikají zplodiny, které by byly schopny dalšího hoření, většinou vznikne jen oxid uhličitý a vodní páry.

Nedokonalé hoření

Při této reakci vzniknou zplodiny, které jsou schopny dalšího hoření. V případě požárů se ve většině případů jedná o nedokonalé hoření, pouze s odlišnou kvalitou hoření, která závisí na druhu hořlaviny a přístupu oxidačního činidla.

Nedokonalé hoření je nebezpečné z důvodu tvorby jedovatých plynů, které se mohou nahromadit i do výbušných koncentrací.

Při nedokonalém hoření organických hmot vzniká oxid uhelnatý (CO). Jedná se o jedovatý plyn, který je ve směsi se vzduchem výbušný.

Při hoření anorganických hmot, jako jsou plasty, vznikají sloučeniny jako je kyanovodík, karcinogenní či mutagenní látky a jiné ultrajedy. [5]

Kategorie plynových spotřebičů a kotelen

Spotřebiče na plyná paliva můžeme dělit dle způsobu přívodu spalovacího vzduchu takto:

- U kategorie A se jedná o spotřebiče, které mají přívod vzduchu i odvod spalin přímo do místnosti, typickým zástupcem této kategorie jsou kuchyňské sporáky.
- Do kategorie B spadají spotřebiče, které mají přívod vzduchu řešen z místnosti, ale odtah spalin je řešen komínem či kouřovodem mimo budovu. Do této kategorie spadají především atmosférické kotle a většina průtokových ohříváčů.
- Přístroje patřící do kategorie C mají jak přívod vzduchu, tak odtah spalin řešen z venkovního prostoru. Do této kategorie patří kondenzační kotle nebo turbo kotle.

Z tohoto dělení vyplývá, že pro normy zabezpečení plynových kotelen jsou nejzásadnější ty, které se týkají plynových spotřebičů kategorie B a C.

Kotelny následně můžeme dělit rovněž do tří kategorií dle jmenovitého výkonu:

- Kotelny I. kategorie – mají součet jmenovitých tepelných výkonů nad 3,5 MW.
- Kotelny II. kategorie – mají součet jmenovitých tepelných výkonů nad 0,5 MW do 3,5 MW včetně.
- Kotelny III. kategorie – mají jmenovitý tepelný výkon v rozmezí jednoho kotle 50 kW až 0,5 MW a též kotelny s výkonem více než 100 kW bez ohledu na jmenovitý tepelný výkon jednotlivých kotlů. [6]

3 KOTELNY SPALUJÍCÍ ZEMNÍ PLYN

Plynová kotelna je místnost, vymezená část nebo samostatná budova, v níž se nachází spotřebič pro spalování plyných paliv, obvykle se jedná o zemní plyn. Spotřebiče určené k vytápění se dělí na dvě základní kategorie, B a C. Do skupiny B řadíme kotle, do nichž je při spalování paliva vzduch přiváděn přímo z místnosti. Do skupiny C patří kotle, které mají díky dvou vložkovému kouřovodu přívod vzduchu přes komín.

Projektová dokumentace kotelny

Podle vyhlášky Českého úřadu bezpečnosti práce číslo 91/1993 sbírky §3, musí projektová dokumentace kotelny obsahovat výpočty množství spalovacího vzduchu, který je potřebný pro správný tah kotlů. Musí být zpracovány návrhy technického řešení a výpočty pro účinné větrání kotelny a ostatních prostor, které souvisí s jejím provozem, návrhy technického řešení a výpočty pro zabezpečovací zařízení kotlů a je nutné stanovit způsob obsluhy.[7]

Umístění dle výšky objektu

Ve stavbě s výškou 45 m a větší musí být nízkotlaká plynová kotelna umístěna na střeše nebo v posledním nadzemním podlaží a s plynovými rozvody vně obvodové konstrukce. Odbočka plynového potrubí vedoucí k nízkotlaké kotelně musí mít co nejkratší možnou délku. Nízkotlaká kotelna umístěná na střeše nebo v posledním nadzemním podlaží musí být vybavena dálkově ovládaným uzávěrem plynu s možností jeho ovládnutí z úrovně terénu. [8]

Umístění dle kategorií

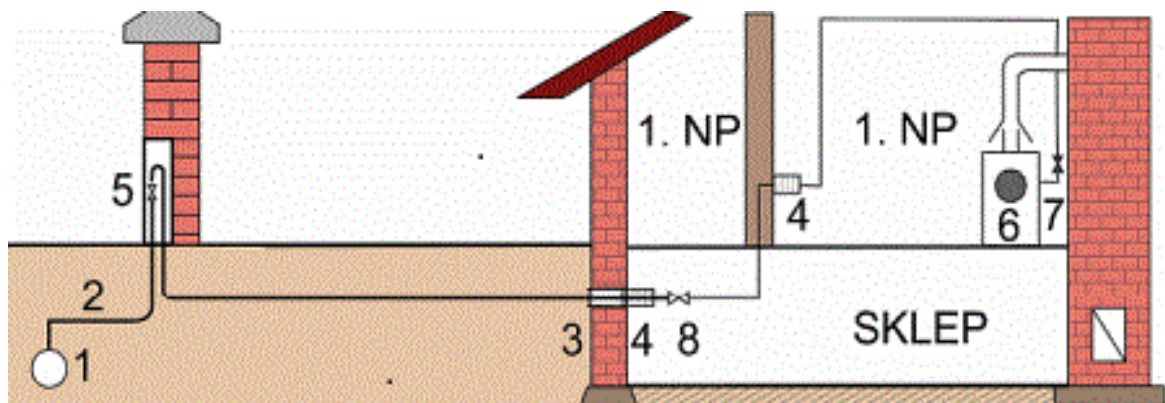
Umísťování kotelen a jejich stavební řešení se provádí v souladu s ČSN 07 0703 a dalších doplňujících ČSN.

- Kotelny kategorie I. se umísťují do samostatných budov nebo skříňových objektů, a mohou být také umístěny v části budovy, která plní specifickou vymezenou funkci (je kotelnou) a tvoří samostatný požární úsek.
- Kotelny kategorie II. se umísťují do samostatných objektů nebo v části budovy, která plní samostatnou účelovou funkci.
- Kotelny kategorie III. se umísťují do vyhrazených prostor nebo v samostatných místnostech stavby.

Poznámka: Kotelny kategorie II. a III. se můžou zřizovat ve speciálních místnostech, jako jsou sklepní prostory, suterén, poslední podlaží nebo střechy budov. [9]

3.1 Přívod plynu do kotelny

O přívod zemního plynu do kotelny se stará domovní plynovod. Ten se skládá z části ležaté, popřípadě stoupací. Jako ležaté potrubí se označuje jakékoli potrubí, které je instalováno v horizontální poloze, stoupací potrubí je veškeré potrubí, které jde vertikálně. Přívod plynu začíná domovní přípojkou (2), ta začíná v místě odbočky distribučního plynovodu (1) a končí před hlavním uzávěrem plynu – HUP (5), dnes se musí osazovat vně budovy nebo do samostatné revizní skříně, z důvodu dostupnosti). Plynová přípojka je do budovy dovedena přes utěsněnou chráničku průchodu plynu (3) a za obvodovým zdívem musí být osazena protipožární armatura (4). Za ní je umístěn domovní uzávěr plynu (8) a porubí pokračuje dále do místnosti odběru, kde se v místě průchodu přes zdivo osadí další protipožární armatura a potrubí pokračuje ke spotřebiči – plynovému kotli (6), přičemž před každým plynovým spotřebičem musí být osazen uzávěr plynu (7) pro každý spotřebič, který je připojen k plynovodu. [10]



Obrázek 1 - Schéma přívodu plynu do kotelny. Zdroj: [10]

3.2 Zařízení kotelny

Podle ČSN 070 0703 se kotelny musí vybavovat detekčním systémem se samočinným uzávěrem plynu, který v případě překročení předem stanovených mezních parametrů automaticky uzavře přívod plynu. Detekční systém musí být podroben pravidelným kontrolám, vedoucím k zajištění plnění jeho funkce. V případě, že ke kontrolám nedochází a systém přestane plnit svou funkci, nemusí dojít k detekci úniku plynu, což může vést k následnému výbuchu. Dále musí být kotelny vybaveny dalšími měřicími a bezpečnostními systémy, jako jsou tlakoměry, teploměry, detektory oxidu uhelnatého nebo expanzní nádoby, které regulují přetlak v potrubí. Pokud by došlo k situaci, kdy expanzní nádoby nejsou schopny přetlak regulovat, je potrubní systém osazen pojišťovacím ventilem, který je konstruován tak, aby ze systému vypouštěl vodu do doby, kdy je tlak v systému na bezpečné úrovni. V podlaze kotelny musí být umístěn odtokový žlab nebo podlahová vpust' pro případ úniku vody ze systému.

Pro situace, kdy by odtok neplnil patřičně svou funkci, a docházelo k zaplavení kotelny, musí být nad podlahou instalováno záplavové čidlo, které opět automaticky odstaví systém provozu.

Kotelny nacházející se v samostatných místnostech, je vhodné opatřit protipožárními dveřmi, které omezují případná rizika vzniku požáru nebo výbuchu v kotelně.

Dveře musí být označeny bezpečnostní tabulkou s nápisem: „KOTELNA – NEPOVOLANÝM VSTUP ZAKÁZÁN“, případně mohou být doplněny o další bezpečnostní nápisy.

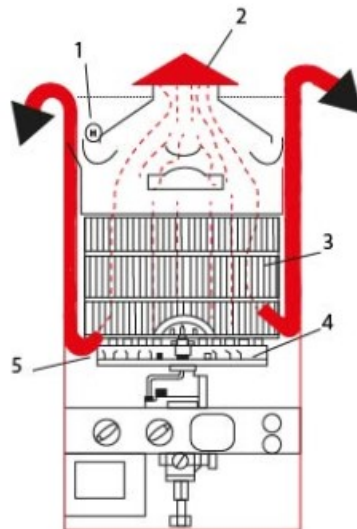
U prostor, v nichž je vedena plynová instalace, jako jsou kotelny, šachty, chodby a jiné, které souvisejí s provozem plynových zařízení, musí být za všech provozních režimů účinně zajištěno odvětrávání. V prostorech, v nichž jsou umístěny kotle, musí být zajištěn odpovídající přívod vzduchu pro jeho požadovanou výměnu. [6]

4 NEBEZPEČÍ PŘI PROVOZU PLYNOVÝCH KOTELN

Při provozu plynových kotlen se může objevit řada nebezpečných situací. V dnešní době se řadě z nich díky moderním bezpečnostním detektorům či aktivním zabezpečovacím systémům dá předejít. S využitím moderních plynových kotlů kategorie C (s přívodem spalovacího vzduchu mimo budovu) se bezpečnost provozu značně zvyšuje, ovšem některé z nebezpečných situací, které jsou ovlivněny především zanedbanou údržbou, nekvalitní montáží, vnějšími podmínkami, zásahy neoprávněných či nezpůsobilých osob, tu přetrvávají.

Problémy nejčastěji vznikají ve dvou základních oblastech, plynárenských zařízeních a plynových odběrných zařízeních. [11]

4.1 Nedokonalé spalování – únik spalin



Obrázek 2 - Únik spalin ze spotřebiče. Zdroj: [12]

Na obrázku je znázorněn kotel kategorie B – s přívodem vzduchu z místnosti. V obrázku vidíme pojistku proti zpětnému toku spalin (č. 1), ta v případě, že se vrací spaliny z komína přes kouřové hrdlo spotřebiče (č. 2) zpět do kotle, automaticky kotel vyřadí z provozu (důvodem může být nafoukané listí či opuštěné ptáčí hnízdo a další). Problém nastává, pokud je zanedbaná údržba a je zanesený výměník (č. 3) nebo hořák kotle (č. 4), v tomto případě problém vzniká před čidlem, které nemůže situaci správně vyhodnotit. U moderních kotlů střední a vyšší třídy je instalováno spalinové čidlo hořákové komory (č. 5), které automaticky na displeji nahlásí poruchu a uvede kotel mimo provoz. [12]

U starších spotřebičů ovšem toto čidlo spalinové komory chybí a může v důsledku zanedbání údržby nebo nesprávného navržení umístění spotřebiče snadno docházet k otravám oxidem uhelnatým.

Nedokonalé spalování vzniká, pokud čas hoření ve spalovací komoře není dostatečně dlouhý, chybí dostatečný přísun kyslíku či slabý komínový tah (zejména letní dny).

Mezi nejčastější příčiny těchto jevů patří poškození komínové vložky, zanedbané čištění výměníku. Problémem u starších objektů mohou být rekonstrukce. Budovy jsou zatepleny, stará okna vyměněna za nová plastová, v důsledku toho je snížena původní přirozená schopnost větrání objektu a snižuje se přísun kyslíku do místnosti. Podobný problém nastává u plynových kotlů a ohřivačů umístěných v koupelnách. Při rekonstrukci jsou montovány nové těsnější dveře, které opět snižují přísun vzduchu do místnosti. U menších prostor může smrt v důsledku otravy nastat během několika sekund. Problémem může být i nesprávně instalovaný ventilátor či digestoř, který z místnosti potřebný vzduch vysaje. Příznaky otravy oxidem uhelnatým jsou uvedeny níže v Tabulce 2. [13]

Tabulka 2 - Příznaky otravy oxidem uhelnatým. Zdroj: [13]

CO (ppm)	CO (Objem %)	Příznaky
100	0,01	Žádné příznaky – bez nebezpečí
200	0,02	Mírné bolesti hlavy
400	0,04	Silné bolesti hlavy po 1–2 hodinách
800	0,08	Silné bolesti hlavy po 45 minutách, nevolnost, mdloby, bezvědomí po 2 hodinách
1000	0,10	Nebezpečná koncentrace – bezvědomí po 1 hodině
1600	0,16	Nevolnost, silné bolesti hlavy a závratě po 20 minutách
3200	0,32	Nevolnost, silné bolesti hlavy a závratě po 5–10 minutách, bezvědomí po 30 minutách
6400	0,64	Silné bolesti hlavy a závratě po 1-2 minutách, bezvědomí po 10-15 minutách
12800	1,28	Okamžité bezvědomí, nebezpečí smrti po 1-2 minutách

4.2 Únik plynu

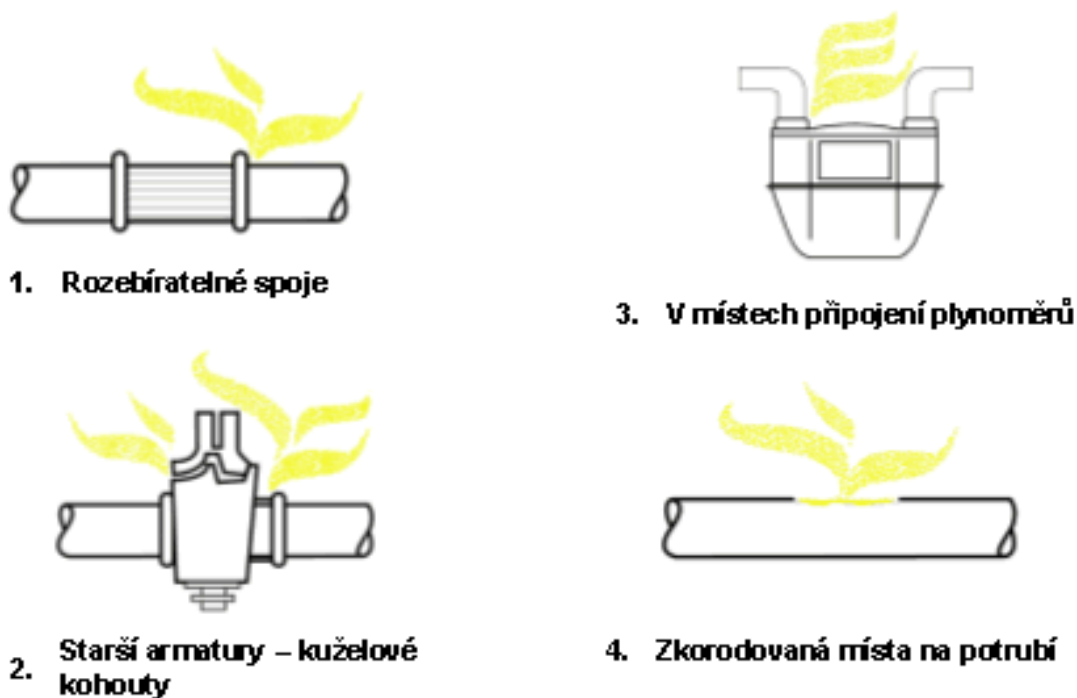
Únik plynu bývá jednou z nejčastějších příčin výbuchů a havárií v obytných i jiných budovách. Pro únik plynu je charakteristický jeho zápach, který je přidáván při odorizaci plynu, dále můžeme únik plynu zaznamenat i podle typického syčení, v případě, že se jedná o větší únik. K úniku plynu nejčastěji dochází v místech, kde se na rozvodu vyskytují rozebíratelné spoje, starší armatury (především kuželové kohouty), v místech připojení plynoměrů a v místech, kde je potrubí zkorodované.

Detekovat místo úniku plynu lze nejjednodušeji detektorem plynu nebo pěnotvorným prostředkem, který je nanášen na plynovodní potrubí. Mezi další metody detekce úniku plynu patří tlaková zkouška či testovací přístroje pro určení velikosti úniku plynu. V žádném případě se nesmí únik plynu detekovat otevřeným plamenem, například pomocí zapalovače.

K únikům plynu na vnitřním plynovodu nejčastěji dochází v důsledku zanedbání údržby plynovodu, jako je například kontrola těsnosti armatur, špatně provedený ochranný nátěr (u ocelového potrubí), nedbalost při rekonstrukčních pracích v objektu a jiné.

Jedno z největších ohrožení může znamenat únik plynu mimo budovu. Tento typ úniku plynu se špatně detekuje a mnohdy je složité včas zastavit jeho přívod. K úniku plynu mimo budovu může dojít při výkopových pracích, na vině může být nedbalost, špatná projektová dokumentace nebo křížení inženýrských sítí.

Nejhůře kontrolované a předvídatelné jsou úniky plynu, ke kterým dochází úmyslně nebo z nedbalosti. Mezi takové tyto patří například manipulace s plynovým zařízením, s cílem způsobit únik plynu a následný výbuch. Dále se jedná o situace, které způsobují zloději kovů, jedná se zejména o plynové rozvody, jež jsou konstruovány z měděného potrubí. V neposlední řadě můžeme jmenovat úniky plynu, jež jsou zapříčiněny obsluhou plynového zařízení osobou se závažnými zdravotními problémy, jako jsou například onemocnění paměti či duševní poruchy. [14]

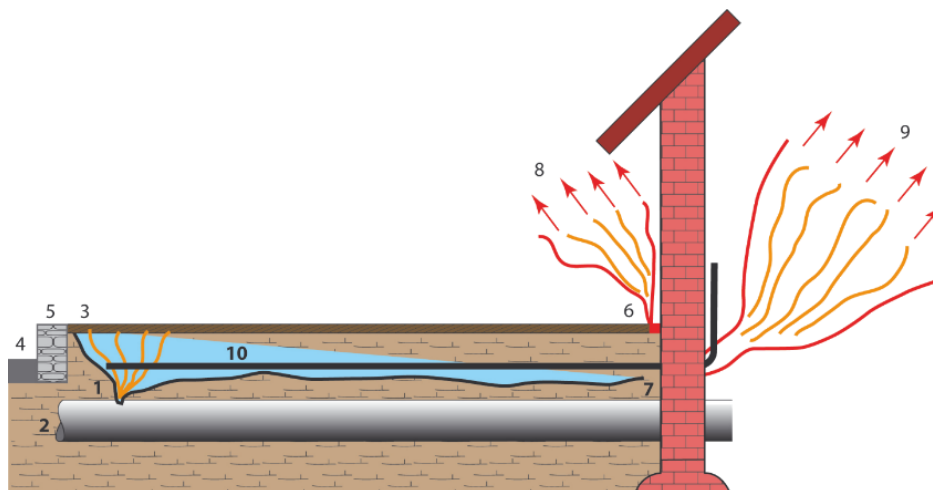


Obrázek 3 - Nejčastější zdroje úniku plynu na vnitřním plynovodu. [14]

4.3 Únik plynu mimo budovu

Jak už bylo výše zmíněno, k úniku plynu mimo budovu může dojít při výkopových pracích, na vině může být nedbalost, nesprávná projektová dokumentace nebo křížení inženýrských sítí.

Vzniku následných krizových situací přispívají povodně, úniky vody při poruchách vodovodů, nedodržení předepsaných vzdáleností při vedení inženýrských sítí nebo vibrace z intenzivní dopravy. Tyto jevy přispívají k vyplavování pískového zásypu, čímž v zemi vznikají dutiny, ve kterých se může plyn hromadit. V ideálních podmínkách plyn uniká vzhůru terénem až nad povrch země, tvar úniku má podobu „úzké nálevky“. V městských zástavbách je riziko značně zvýšené tím, že většina povrchu je tvořena asfaltem či betonem. V důsledku toho nemá plyn možnost se dostat povrchem terénu z dutin, tudíž se šíří cestou nejmenšího odporu, a tak jeho šíření pokračuje vzniklými dutinami až do budov, pokud nejsou prostupy okolo ostatní instalace dokonale utěsněny.



Obrázek 4 - Šíření plynu při úniku mimo budovu. Zdroj: [15]

Na obrázku vidíme poruchu (1) v plynovodu (2), ze kterého dochází k úniku plynu (8, 9), který se nemůže do ovzduší šířit ideální cestou. Vzhledem k tomu, že se nad plynovodem nachází komunikace (asfaltový povrch – 4, obrubník – 5, betonový chodník – 3), plyn (8, 9) tedy uniká cestou nejmenšího odporu, kterou tvoří vyplavená dutina podél vodovodu (10) a uniká z dutin netěsným prostupem (7) kolem vodovodu a spárou (6) mezi obvodovou zdí a objektem. [15]

4.4 Výbuch plynu

K výbuchům plynu nejčastěji dochází díky úniku plynu, kterému následuje iniciace výbuchu, typickým příkladem bývá jiskra, která vyvolá spuštění domovního zvonku.

V důsledku výbuchu plynu dochází k tlakové vlně, což je šíření tlaku zhuštěného vzduchu atmosférou. Pokud by k výbuchu docházelo v rovnoměrném prostředí, měla by tlaková vlna ve všech směrech od epicentra výbuchu stejnou rychlost. Výbuch působí na okolí především deformací předmětů, která může vést až ke zřícení budovy či přilehlých budov, které stojí v cestě šíření tlakové vlny či poničení okolí rozletem fragmentů.

K úniku plynu nejčastěji dochází, pokud je zanedbána údržba, montáž plynovodu či plynového zařízení nebo vlivem nedodržení technologických a bezpečnostních podmínek při práci.

Základním opatřením, kterým je možné zabránit úniku plynu ze zařízení v objektech, je pravidelné provádění revizí dle platných předpisů. Součástí těchto revizních je provádění kontroly těsnosti. Ty se provádějí buďto detekčním přístrojem nebo pěnотvornými prostředky (například roztok vody a Jaru).

V případě dodržování výše uvedených opatření je tudíž největší hrozbou pro plynová zařízení lidský faktor, ať už úmyslný nebo způsobený nedbalostí při jiných pracích mimo budovu. Pokud se jedná o úmyslný čin, prevence je proti těmto událostem, především z důvodu nevyzpytatelnosti lidského chování. U starších objektů je nevýhodou, že každý, kdo se dostane do budovy má přístup k plynu, jelikož hlavní uzávěry musejí být přístupné a starší budovy se zpětně nemusí vybavit moderními detektory spalin či indikátory plynného paliva. [14]

4.4.1 Výbuch plynu v Divadelní ulici v Praze

Dne 29. 4. 2013 došlo v Praze k neúmyslnému výbuchu plynu v kancelářském domu v ulici Divadelní čp. 334, který byl způsoben nedodržením technologie při výstavbě plynovodu v 70. letech minulého století. V důsledku toho došlo mezi dvěma produktovody, z nichž jeden byl plynovod, k nadměrnému tlaku, což vedlo k vysoké teplotě a následnému zkratu. Tímto došlo v podstatě ke svařování, čímž vznikla v plynovodu díra o velikosti zhruba 15 centimetrů. Plyn se začal šířit dutinou okolo potrubí, kterou posléze unikal do budovy, v ulici Divadelní čp. 334, kde došlo k výbuchu nahromaděného množství plynu. Tento incident měl na svědomí 40 zraněných, z nichž 2 byli ve vážném stavu. [16]



Obrázek 5 - Výbuch plynu v Divadelní ulici. Zdroj: [16]

4.4.2 Výbuch plynu ve Frenštátě pod Radhoštěm

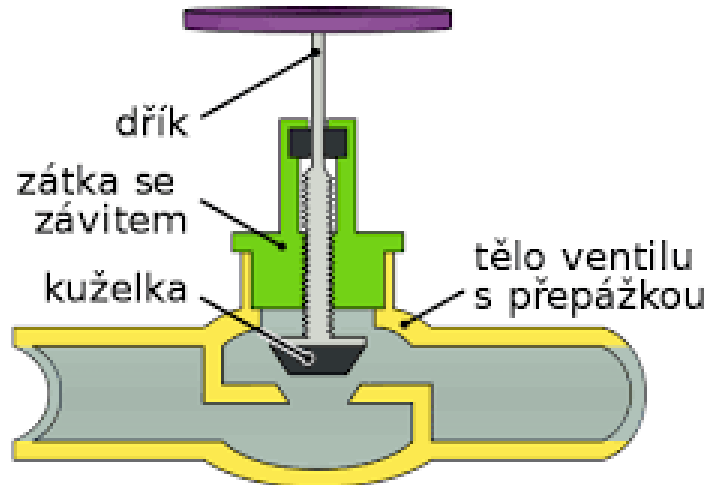
Dne 17.2.2013 došlo ve Frenštátě pod Radhoštěm k úmyslnému výbuchu obytného domu na adrese 6. května čp. 39, který zapříčinil sedmapadesátiletý Antonín Blažek, nájemník bytového domu, který tento čin spáchal s úmyslem vyřídit si špatné sousedské vztahy. [17] Blažek v brzkých ranních hodinách uzamknul oba vchody do domu a v zámcích dveří zalomil klíče. Poté ve svém bytě pustil plyn a následně demontoval kuželový ventil hlavního přívodu plynu (hlavní uzávěry plynu musí být přístupné právě kvůli riziku úniku plynu tak, aby bylo možné zajistit okamžité zastavení přívodu plynu). Hluk, který vznikl při demontáži kulového kohoutu, vzbudil jednoho ze sousedů, který Blažka vyrušil a tím zabránil mnohem rozsáhlejší tragédii, protože by došlo k nahromadění mnohem většího množství plynu v budově.



Obrázek 6 - Dům ve Frenštátě pod Radhoštěm po výbuchu. Zdroj: [20]

Tato tragédie si vyžádala 5 obětí (2 ženy a 3 děti) a smrt strážce výbuchu. Při záchranných pracích zasahovali 3 psovodi, celkem 15 jednotek hasičského záchranného sboru a sboru dobrovolných hasičů, 3 lékařské a 4 zdravotnické záchranné týmy, které ošetřily a následně transportovaly 11 zraněných (8 dospělých a 3 děti) a dále poskytli pomoc jednomu ze zasahujících hasičů. Většina záchranných a likvidačních prací probíhala ručně, jelikož těžká technika by mohla ohrozit přeživší. [18]

Zbytky domu byly srovnány se zemí, bourací práce začaly už týden po incidentu a okolní domy musely projít rekonstrukcí. Práce byly zpomaleny jak počasím, tak přímou provázaností konstrukce domu s domem sousedním a také nedochovanou původní stavební dokumentací domu. [19]



Obrázek 7 - Kuželový kohout, zelená část je demontovatelná. Zdroj: [21]

Dílčí závěr

V teoretické části lze nalézt předpisy, dle kterých jsou v současné době plynové kotelny zřizovány a provozovány. Popisuje termíny z oblasti ochrany obyvatelstva a nalezneme v ní také rozdělení plynových kotelen do tří kategorií dle jejich výkonu.

Dále teoretická část stručně uvádí některé údaje o zemním plynu a nebezpečí, která hrozí ve spojení s jeho únikem či při nedokonalém spalování.

V poslední části teoretické části jsou jmenovány konkrétní situace, při nichž došlo k úniku plynu.

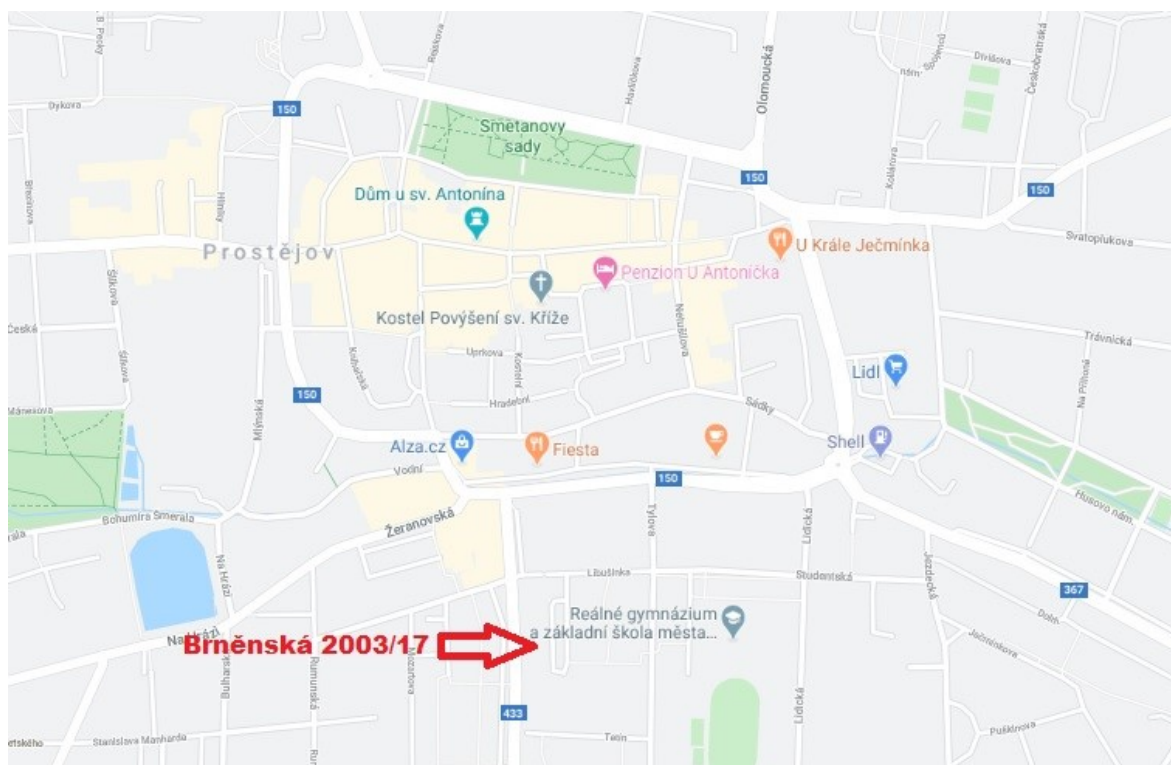
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PLYNOVÁ KOTELNA PRO DOMY BRNĚNSKÁ 13-23

Jedná se o plynovou kotelnu III. kategorie, která je umístěna v blízkosti centra města Prostějova, konkrétně v pětipodlažním panelovém domě (jedno podlaží je podzemní) s adresou Brněnská 2003/17; 796 01 Prostějov. Kotelna slouží k ohřevu topné vody a teplé užitkové vody pro 66 domácností a společné prostory v bytovém domě. Vznikla v roce 2009 přestavbou nevyužívané prádelny. Důvodem zřízení vlastní plynové kotelny byly vysoké ceny původního dodavatele tepla.

5.1 Umístění plynové kotelny

Kotelna je umístěna v 1. PP (celkový počet podlaží budovy je 5) panelového bytového domu. Umístění kotelny je půdorysně uprostřed panelového domu (nepočítaje domovní jednotky číslo 9-11, které tvoří samostatné bytové družstvo a nejsou na kotelně závislé). Umístění kotelny ve vchodě č. 2003/17 je opodstatněné tím, že jako jediný ze dvou prostředních vchodů nabízí dostatečně velké zázemí pro zřízení podobného zařízení.



Obrázek 8 – Umístění kotelny ve městě Prostějov. Zdroj: [22]

5.2 Domovní plynovod

Přívod plynného paliva do kotelny je prováděn domovním plynovodem DN40, který je veden v objektu v 1PP pod stropem, společně s ostatním potrubím (topná voda, pitná voda, teplá voda, cirkulace). Domovní plynovod dále zajišťuje rozvod plynu stoupačkami do jednotlivých bytových jednotek, kde slouží pro vaření.

5.3 Vybavení kotelny

Zdroj tepla zajišťuje trojice paralelně zapojených kondenzačních plynových kotlů Viessmann Vitodens 200-W. Kotle dodávají vodu i do akumulčního ohřivače ACV Jumbo 1000 s objemem 840 litrů teplé vody a 160 litrů topné vody v plášti. Zásobník je nabíjen přes systém Viessmann Vitotrans 222 se směšovacím uzlem, čímž se snižuje teplota vratné vody do plynových kondenzačních kotlů. Kotelna je dále vybavena expanzní nádobou.

5.3.1 Kotel Viessmann Vitodens 200-W



Obrázek 9 - Pohled na kotle. Zdroj: [Vlastní]

Plynový kondenzační kotel je určen k vytápění budov a ohřevu pitné vody za použití zemního i zkapalněného plynu. Pracuje s nastavitelným výkonem v rozmezí 17–45 kW.

Je navržen v souladu s normou EN 677 jako nástěnný kotel s nerezovým výměníkem tepla, je určen do uzavřených topných systému v souladu s normou EN 12828.

Kotel má integrovaný kompletní topný modul.

V kotli je integrován nerezový výměník tepla, zabudovaná expanzní nádoba o objemu 10 litrů, válcový hořák Matrix, regulaci spalování Lambda Pro Control, hydraulickou jednotkou s efektivním oběhovým čerpadlem, manometrem, automatickým odvzdušňovacím ventilem a pojišťovacím ventilem, který je z výroby nastaven na otevření při přetlaku 300kPa. [23]

5.3.2 ACV Jumbo 1000

Jedná se o nerezový zásobník teplé vody. Jelikož jde o nepřímý natápěný ohřivač teplé vody, musí být zapojen do systému se zdrojem tepla (v tomto případě Viessmann Vitodens 200-W. Jeho ocelový plášť je doplněn o izolační plášť z minerální vaty s vlastním opláštěním. Maximální výstupní výkon se pohybuje v rozmezí 100–112 kW. Maximální provozní teplota je 90 °C, maximální provozní tlak pro topení je 500 kPa a maximální provozní tlak u teplé vody je 1000 kPa. [24]



Obrázek 10 - ACV Jumbo 1000. Zdroj: [Vlastní]

5.3.3 Sběrač spalin

Nad kotlem je umístěn sběrač spalin, do něj jsou připojovacím potrubím o průměru 125 mm odváděny z jednotlivých kotlů spaliny. Sběrač spalin vede rohem kotelny do kouřovodu o průměru 150 mm. Jelikož se jedná o vložkovou konstrukci, na kouřovodu, uvnitř sběrače je instalováno další potrubí o průměru 100 mm, které zajišťuje přívod vzduchu pro spalování. Spalinový kondenzát je opatřen odvodem kondenzátu, který přes neutralizér putuje do splaškové kanalizace.

5.3.4 Expanzní nádoby

V kotelně jsou umístěny dvě expanzní nádoby. Nádoba Reflex N 400/6 o objemu 400 litů a přetlaku do 600 kPa slouží k regulaci zpětných rázů a kompenzaci tlakových ztrát u topení.

Na sestavě pro ohřev teplé vody je umístěna expanzní nádoba Reflex Refix DD 33/10, o objemu 33 litrů a přetlaku do 10 kPa. Slouží především ke kompenzaci ztrát tlaku.



Obrázek 11 - Expanzní nádoba Reflex N 400/6. Zdroj: [Vlastní]

5.3.5 Vitotrans 222

Viessmann Vitotrans 222 je souprava výměníku tepla, která souží k ohřevu pitné vody v nabíjecím systému do 60°C.

Souprava obsahuje nabíjecí čerpadlo zásobníku, čerpadlo topné vody, deskový výměník s tepelnou izolací, regulační ventil, uzavírací armatury a pojistný přetlakový ventil s nevyšším povoleným přetlakem do 1000 kPa. [25]



Obrázek 12 - Vitotrans 222. Zdroj: [Vlastní]

5.3.6 Detektor plynu GC 20

Detektor plynu GC 20 slouží k odhalení a včasnému vyslání signálu o vznikající výbušné koncentraci plynu v prostoru, v němž je instalován. Využívá ke své činnosti neselektivní polovodičové čidlo, které reaguje při přítomnosti hořlavých plynů a jejich par. Přístroj je možné kalibrovat pro detekování konkrétní hlídané látky. Výstup detektoru je možné zapojit do poplachové smyčky zabezpečovacího systému. Detektory se umísťují do nejvyšších bodů kontrolovaných místností, případně při použití většího množství detektorů nad konkrétní místa, kde hrozí nebezpečí úniku plynu. [26]



Obrázek 13 - Detektor plynu GC 20. Zdroj: [Vlastní]

6 BEZPEČNOST A HYGIENA PŘI PRÁCI

Podle ČSN 07 0703 musí být kotelna III. kategorie vybavena místním provozním řádem, sněhovým hasicím přístrojem s odpovídající hasicí schopností, pěnотvorným prostředkem nebo vhodným detektorem pro kontrolu těsnosti spojů plynového potrubí, lékárníčkou první pomoci, bateriovou svítilnou a detektorem CO.

Vstupní dveře do kotelny musí být opatřeny cedulkou s nápisem: „Kotelna – nepovolaným vstup zakázán“. Dveře do kotelny musí být opatřeny samouzavíračem (například Brano).

V kotelně musí být k dispozici místní provozní řád (dle ČSN 38 6405) a tabulka s telefonními čísly plynárenského podniku, lékařské služby a hasičského záchranného sboru.

Dvířka skříně s fakturačním plynoměrem musí být opatřena tabulkou s nápisem „HLAVNÍ UZÁVĚR PLYNU – HUP“ a „HLAVNÍ UZÁVĚR KOTELNY“.

Při používání topných plynů v kotelně jsou dodržovány základní bezpečnostní zásady, jako je těsnost zařízení, která je základem bezpečného provozu. Je nutné dbát na to, aby byl prostor větraný, a je zakázáno utěšňovat otvory k tomu určené. Důležité je dodržovat pravidelnou údržbu a servis kotlů a jejich hořáků.

Kotelna je provozována na základě výchozí revize odběrného plynového zařízení, tlakové nádoby a elektrozařízení.

Kotelna je vybavena takzvaným „STOP TLAČÍTKEM“, které umožňuje přerušit dodávku elektrické energie ke kotlům, tlačítko je umístěno u vstupních dveří do kotelny. Dále bude vybavena indikací úniku plynu, samočinným havarijním uzávěrem, který přeruší dodávku plynu do kotelny při úniku, s koncentrací větší než 20 % spodní meze výbušnosti. Při úniku do 10 % spodní meze výbušnosti je uvedena do provozu optická a akustická signalizace, která je umístěna nad dveřmi do kotelny.

7 KONTROLY A REVIZE PLYNOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Kontroly a revize plynových zařízení se provádí dle vyhlášky č. 85/1978 Sb. Provozní revize plynových zařízení se provádí dle normy ČSN 38 6405 jednou za tři roky, zatímco kontroly plynových zařízení se provádí jednou za rok.

Kontroly plynových zařízení

Účelem kontrol je ověřit u plynových zařízení to, jestli jsou provozována dle požadavků příslušných norem, předpisů či návodů k použití. Při kontrolách se ověřuje bezpečnost jejich provozu, spolehlivost, splnění požadavků požární ochrany, a zda vlivem provozu samotného nevznikly na zařízení závady a další nedostatky. Mezi prověřované prvky patří hlavní uzávěr plynu pro objekt, rozvod plynu za hlavním uzávěrem, včetně osazených regulátorů, plynoměrů a dalších armatur, důležitá je kontrola přístupnosti, umístění, označení a ovládání jednotlivých uzávěrů regulačních a měřicích zařízení.

Provozní revize plynových zařízení

Jedná se o celkové posouzení zařízení, během kterého se prohlídkou, zkoušením, případně měřením určuje bezpečnost a spolehlivost zařízení nebo jeho částí pro provoz. Pro zajištění úplného ověření stavu a odborné způsobilosti obsluhy se posoudí i technická dokumentace.

Při provozní revizi se prověřují především změny stavu zařízení, ke kterým došlo od poslední revize, zda bylo zařízení odstaveno z provozu po dobu delší než 6 měsíců a jestli se na něm objevily během provozu závady či jiné nedostatky. Prověřuje se dokumentace o provedených kontrolách a zkouškách zařízení a také úplnost a správnost příslušné dokumentace. Stejně jako při kontrole se prověřují zabezpečovací, kontrolní, měřicí a ovládací zařízení, včetně prověření poruchových stavů. Během revize se zkoumá také funkčnost odtahových systémů, větrání, těsnost zařízení a celková funkce systému. Během revize se kontroluje celkový stav pracoviště, včetně bezpečnostních prvků a značek.

Mimo stanovených termínů revizí se revize musí provádět po skončení zkušebního provozu, při provádění generálních oprav, odstávkách delších šesti měsíců, zásazích, které měly vliv na bezpečnost provozu zařízení, či nucených odstávek zařízení, z důvodu provozních nehod či poruch. [27, 28]

8 SABOTÁŽ – PŘÍPADOVÁ STUDIE

Plynová kotelna se nachází v 1. PP z celkového počtu 5 podlaží bytového domu a zajišťuje dopravu tepla a teplé vody pro 6 samostatně přístupných vchodů panelového domu.

Topný plyn je do kotelny přiváděn potrubím o průměru 40 mm. Celkový objem potrubí, včetně topného plynu uvnitř kotlů je 69 litrů. Standardní přetlak v potrubí uvnitř domu je 100 kPa a teplota v budově se pohybuje okolo 21 °C.

8.1 Průběh události

Z důvodu nevyřešených sousedských sporů se jeden z bývalých obyvatelů domu rozhodne pomstít svým sousedům. Ve snaze vyřídit si účty vnikne pomocí zbylé kopie klíče v noci z 26. 3. 2020 okolo 3:15 hodin do obytného domu a vloupe se do prostor kotelny bytového domu, kde naruší šroubení na plynovém potrubí uvnitř plynové kotelny domu. Před tím utěsni průduchy ventilace a spáry jednotlivých oken a těsnicím tmelem utěsni senzory čidla úniku plynu, čímž dojde k nadměrné, nekontrolované akumulaci plynu v prostoru kotelny bytového domu, jejíž objem je 77 m³ (77000 litrů). Do kotelny umístí podomácku upravený, dálkově ovládaný bytový zvonek, který při dostatečné koncentraci plynu dálkově spustí a tím iniciuje výbuch paliva v kotelně.

8.2 Riskan


Hlavní funkcí softwarového nástroje Riskan je tvorba analýzy rizik. Softwarový nástroj je dodáván jako sešit programu Microsoft Excel nebo jako kompletní webový systém, který následně importuje výsledky do programu Microsoft Excel. Výstupem programu je analýza rizik, která může být využita při mimořádných událostech a jiných situacích či činnostech, které se vypořádávají s ovládáním rizik. Analýza rizik se v softwarovém nástroji Riskan tvoří dle rizik zranitelnosti, jako poměr mezi aktivy a hrozbami. Aktiva a hrozby se v softwaru hodnotí proto, aby byla zjištěna jejich zranitelnost. Analýza se automaticky vypočítá. Z konečného výstupu je graficky znázorněna úroveň rizika pro jednotlivá aktiva. [29]

V softwarovém nástroji Riskan byla ověřena jednotlivá aktiva a možnosti hrozeb.

Každé hrozbě byla přidělena hodnota v závislosti na stupni zabezpečení kotelny v budově Brněnská 2003/17 Prostějov.

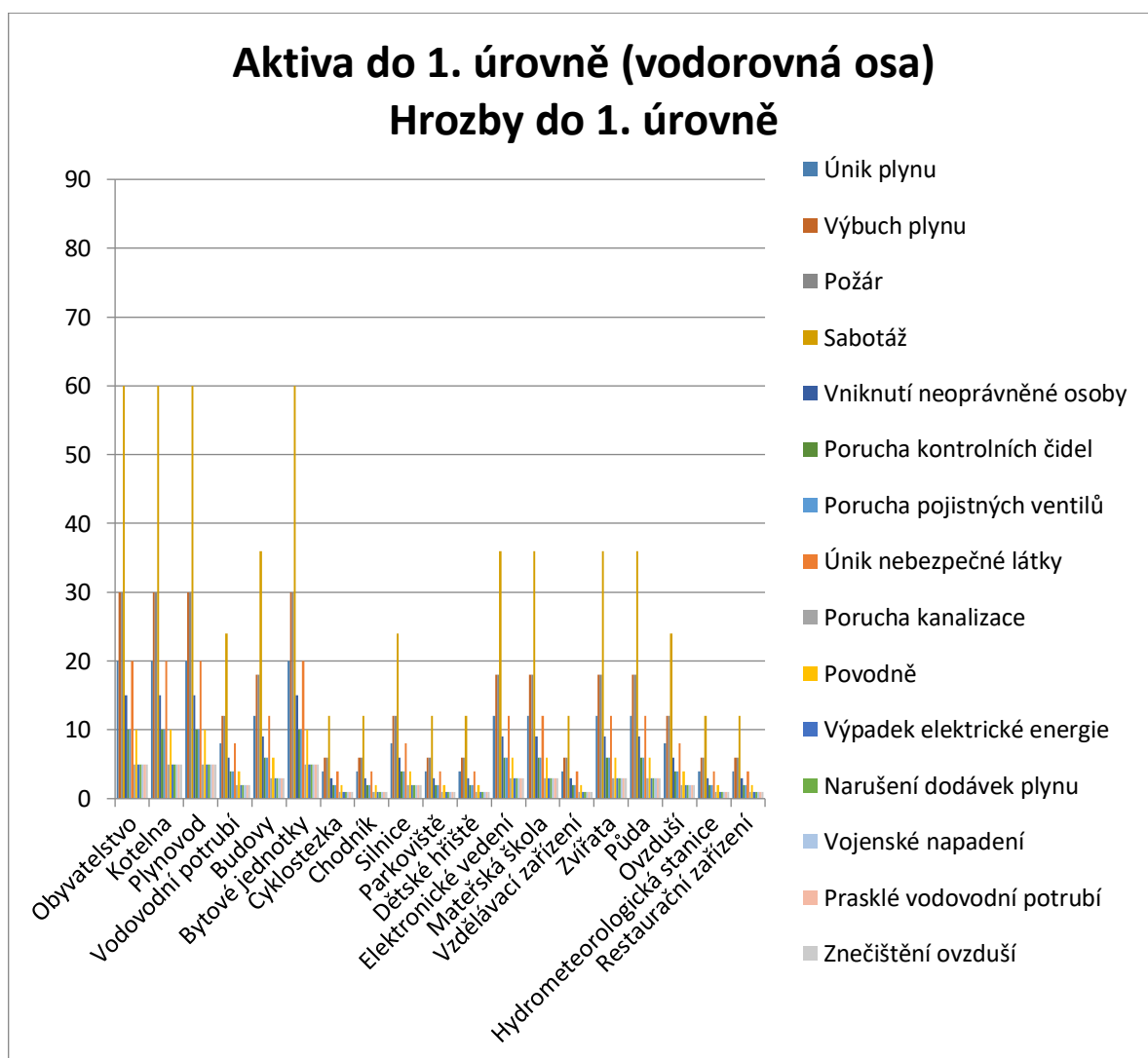
Jelikož kotelna je zabezpečena moderními prvky, jako je detektor spalín, detektor plynu, záplavové čidlo automatické uzavírací ventily či systém automatického odstavení elektrické energie, a tyto prvky jsou řádně revidovány a kontrolovány, rizika spojená s nečinností těchto prvků jsou poměrně nízká. Jako největší riziko z analýzy v softwarovém nástroji Riskan vychází lidský faktor, konkrétně sabotáž (zobrazeno v Tabulce 3)

Tabulka 3 - Vyhodnocení hrozeb softwarem Riskan. Zdroj: [30]

		Aktiva		AKTIVA - CELKEM																			
				O	K	P	VP	B	BJ	C	Ch	S	P	D	E	Š	VZ	Z	P	Ov	HY	RE	
Hodnoty aktiv		5	5	5	5	2	3	5	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	2	1	1		
Hrozby		Pravděpodobnost	ve velmi vysoké	ve vysoké	ve střední	ve nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké	ve velmi nízké		
HROZBY - CELKEM		4	vysoká	60	60	60	60	24	36	60	12	12	24	12	12	36	36	12	36	36	24	12	12
U	Únik plynu	2	nízká	20	20	20	20	8	12	20	4	4	8	4	4	12	12	4	12	12	8	4	4
V	Výbuch plynu	2	nízká	30	30	30	30	12	18	30	6	6	12	6	6	18	18	6	18	18	12	6	6
PO	Požár	2	nízká	30	30	30	30	12	18	30	6	6	12	6	6	18	18	6	18	18	12	6	6
S	Sabotáž	4	vysoká	60	60	60	60	24	36	60	12	12	24	12	12	36	36	12	36	36	24	12	12
VNO	Vniknutí neoprávněné osoby	3	střední	15	15	15	15	6	9	15	3	3	6	3	3	9	9	3	9	9	6	3	3
PC	Porucha kontrolních čidel	1	zanedbatelná	10	10	10	10	4	6	10	2	2	4	2	2	6	6	2	6	6	4	2	2
PPV	Porucha pojistných ventilů	1	zanedbatelná	10	10	10	10	4	6	10	2	2	4	2	2	6	6	2	6	6	4	2	2
ÚN	Únik nebezpečné látky	2	nízká	20	20	20	20	8	12	20	4	4	8	4	4	12	12	4	12	12	8	4	4
POR	Porucha kanalizace	1	zanedbatelná	5	5	5	5	2	3	5	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	2	1	1
P	Povodně	1	zanedbatelná	10	10	10	10	4	6	10	2	2	4	2	2	6	6	2	6	6	4	2	2
VE	Výpadek elektrické energie	1	zanedbatelná	5	5	5	5	2	3	5	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	2	1	1
NARU	Narušení dodávek plynu	1	zanedbatelná	5	5	5	5	2	3	5	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	2	1	1
VO	Vojenské napadení	1	zanedbatelná	5	5	5	5	2	3	5	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	2	1	1
PRAS	Prasklé vodovodní potrubí	1	zanedbatelná	5	5	5	5	2	3	5	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	2	1	1
ZN	Znečištění ovzduší	1	zanedbatelná	5	5	5	5	2	3	5	1	1	2	1	1	3	3	1	3	3	2	1	1

Poté byla přidělena hodnota každému aktivu dle toho, že k modelové situaci dochází uprostřed noci. Tudíž míra ohrožení je nejvyšší pro obyvatelstvo domu. V situaci, kdy v daném domě žije 66 rodin, z toho 26 rodin žije v bezprostřední blízkosti kotelny, jedná se o vchody do domovních jednotek Brněnská 17, Brněnská 19 a částečně vchod 15, jelikož kotelna je přímo umístěna ve vchodu Brněnská 17 a s domovní jednotkou Brněnská 19 má přímo sousedící zeď. Vzhledem k provázanosti konstrukce by při úplné destrukci vchodu 17 hrozilo částečné poškození i u vchodu 15.

U okolních budov by se dalo počítat s minimálním ohrožením obyvatel vlivem výbuchu. Došlo by pouze k ohrožení majetku následným požárem, a to pouze za předpokladu, že by nedošlo k včasnému příjezdu hasičského záchranného sboru. U osob mimo budovy by mohlo dojít k ohrožení z důvodu blízkosti cyklostezky, chodníku či dopravní komunikace, které se nacházejí v bezprostřední blízkosti budovy. Této hrozbě ovšem vzhledem k času konání modelové situace není přikládána vysoká pravděpodobnost. Z grafu (Obrázek 14) je patrné, že největší dopady by výbuch měl na zdraví obyvatelstva. Co se týče materiálních škod, výbuch by měl zcela destruktivní účinek na celé dva vchody 17, 19 a částečně 15, což by znamenalo destrukci výše zmiňovaných 26 bytových jednotek. Výbuch by dále poškodil skla okolních budov, zaparkovaná či projíždějící vozidla, případně by mohl mít neblahý vliv na inženýrské sítě.

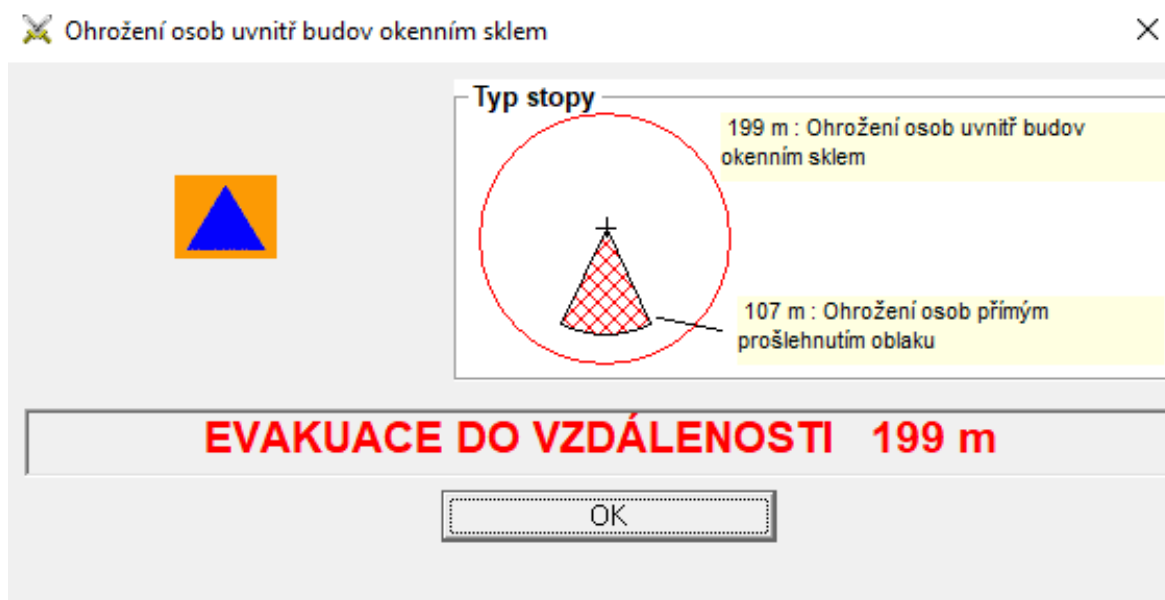


Obrázek 14 - Graf závislosti ohrožení aktiv možností vzniku nebezpečné situace Zdroj:

8.3 TerEx

SW nástroj TerEx slouží pro rychlý odhad následků havárií vzniklých únikem nebezpečných chemických látek, teroristických útoků s použitím nástražných výbušných zařízení, případně vojenských útoků s využitím chemických zbraní. SW nástroj TerEx je široce využitelný jak pro operativní jednotky Integrovaného záchranného systému, které jej mohou využít přímo v terénu, tak pro úkoly přípravy na události v operačním středisku. SW TerEx je vhodný také jako analyzátor rizik pro územní plánování, jako je navrhování zástavby v okolí výrobních závodů či komunikací. Výsledky softwarového nástroje jsou založeny na konzervativní prognóze, program situaci vyhodnotí i při nedostatku přesných vstupních informací, jeho výsledky odpovídají nejhorší možné situaci, která by mohla nastat. [31]

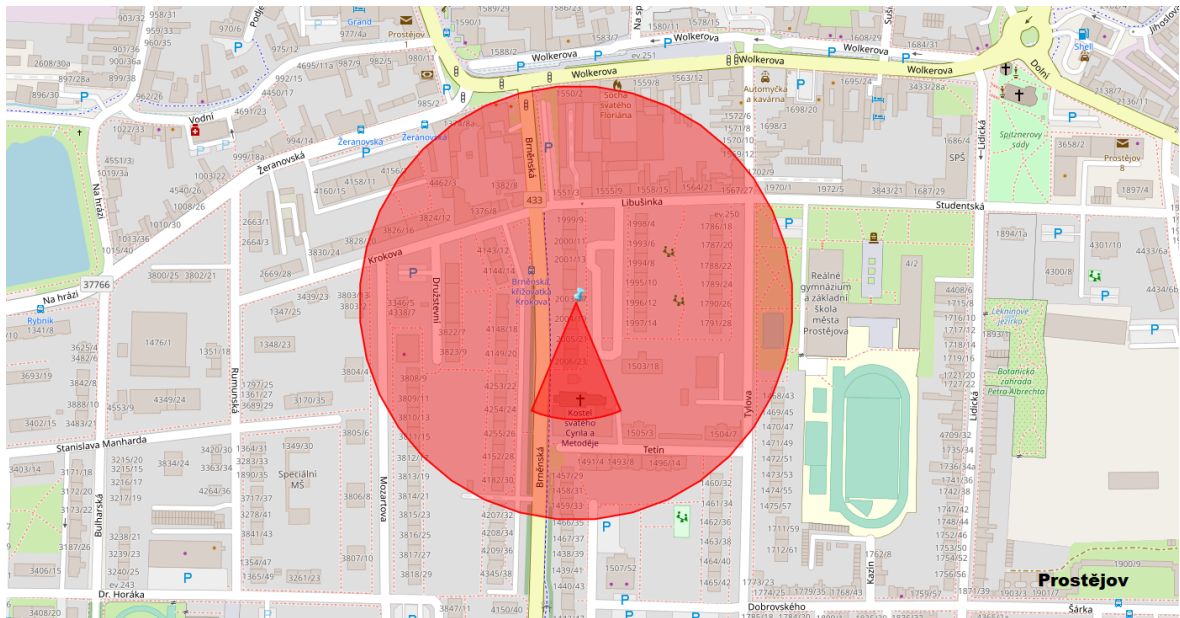
SW nástroj TerEx, na základě parametrů kotelný a dané situace pracuje s modelovou situací, kdy do prostorů kotelný vnikne neoprávněná osoba, která uvolní šroubení plynovodu a nechá do prostor kotelný unikat plyn. Kotelna o objemu 77 m³ se naplní zhruba 50 kilogramy plynu, který poté exploduje. Na obrázku 15 je znázorněna vzdálenost, ve které vzniká ohrožení osob přímo tlakovou vlnou a vzdálenost, při které vzniká ohrožení osob v okolních budovách okenními střepy.



Obrázek 15 - Výsledný výpočet vzdálenosti zasažené výbuchem. Zdroj: [32]

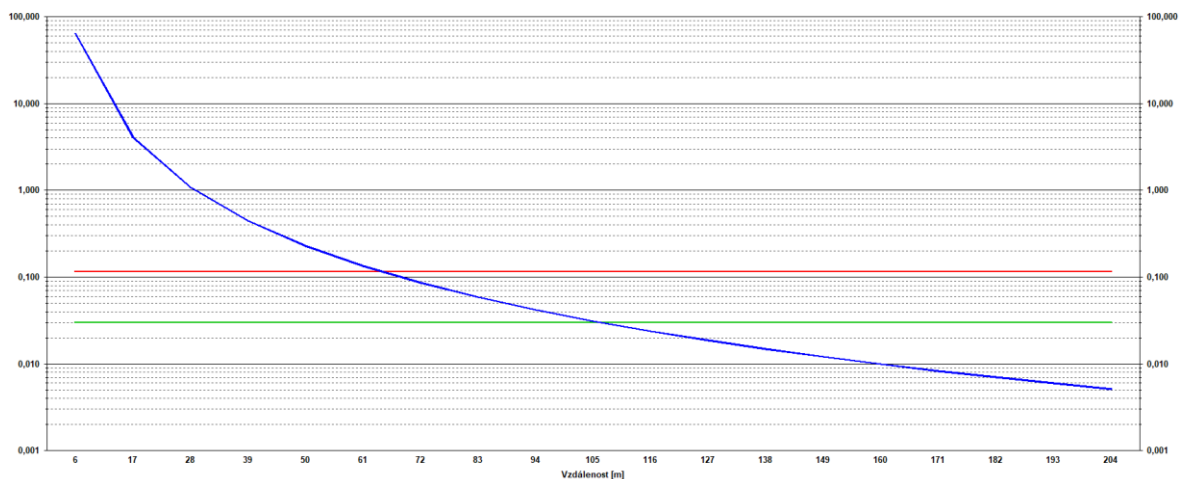
V mapě (obrázek 16) je vidět okruh, do kterého by zasáhla tlaková vlna. Tento okruh ovšem nepočítá s okolními budovami, tudíž by zóna přímého ohrožení tlakovou vlnou byla menší.

Největšímu poškození by pravděpodobně čelily protější domy (třípodlažní panelový dům na opačné straně ulice Brněnská, protější dům a školka na ulici Libušinka, kostel na jižní straně vnitrobloku a restaurační zařízení na severní straně vnitrobloku. Zásadnímu poškození by čelila vozidla, zaparkovaná na parkovištích po obou stranách budovy.



Obrázek 16 - Vymezení prostoru zasaženého výbuchem. Zdroj: [32]

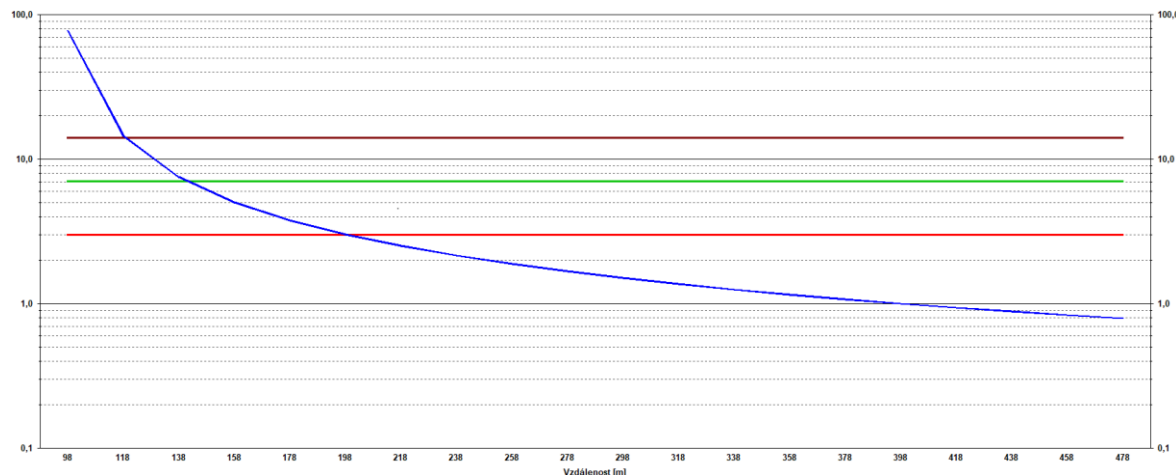
Na obrázku 17 je znázorněn graf oblasti možného výbuchu, zelenou čarou je znázorněna dolní mez výbušnosti a červenou čarou horní mez výbušnosti. Modrá čára udává koncentraci uniklého paliva ve vzdálenosti od zdroje úniku.



Obrázek 17 - Graf koncentrace plynu v oblasti možného výbuchu. Zdroj: [32]

V grafu na obrázku 18 je zakreslena vzdálenost, v níž dochází k ohrožení výbuchem. Hnědá čára zobrazuje vzdálenost, ve které hrozí poškození budov. Zelenou čarou je vymezena vzdálenost, ve které hrozí bezprostřední ohrožení osob.

Červená čára značí prostor, ve kterém může dojít k poškození majetku či újmě na zdraví osob vlivem střepů, vymrštěných tlakovou vlnou a modrá čára znázorňuje přetlak rázové vlny v kPa.



Obrázek 18 - Graf oblasti ohrožené výbuchem. Zdroj: [32]

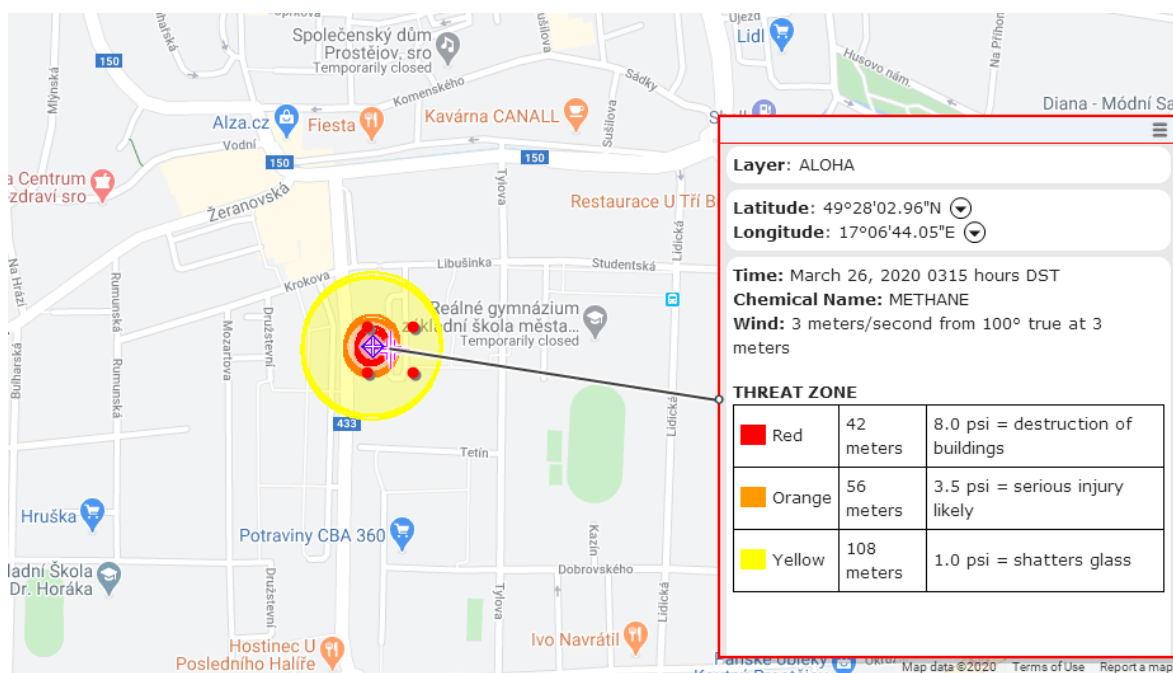
8.4 Softwarový nástroj ALOHA

SW nástroj ALOHA slouží k modelování úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Na základě mnoha vstupních údajů a externích vlivů dokáže vymodelovat nebezpečnou zónu (Threat zone), ve které dochází k ohrožení nebezpečnými vlastnostmi uniklé látky. Účel softwarového nástroje je podobný jako u SW nástroje TerEx a oba jsou využitelné pro řešení obdobných situací. Díky většímu množství vstupních parametrů ALOHA může produkovat přesnější modelové situace. Pro rozšíření základních vlastností programu jsou k němu k dispozici další programy jako databáze látek CAMEO Chemicals a prohlížeč GIS MARPLOT. SW nástroj ALOHA modeluje hrozbu s využitím databáze v CAMEO Chemicals, kterou poté můžeme znázornit do mapy za pomoci prohlížeče GIS MARPLOT. Všechny tři uvedené programy jsou vzájemně propojeny a zdarma ke stažení. Byly vyvinuty organizací NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. [33]

Při porovnání výsledku ze softwaru ALOHA (Obrázek 19) s výsledkem ze softwaru TerEx (Obrázek 16) je vidět v softwaru ALOHA menší zóna ohrožení, která je oproti TerExu rozdělena do tří zón. Jednotlivé výstupní údaje o události jsou zapsány v Tabulce 4.

První, červená zóna ukazuje oblast, ve které vlivem výbuchu může dojít k destrukci budov. Ve druhé zóně, oranžové, hrozí riziko vážných zranění u osob.

Ve třetí, žluté zóně, je znázorněn rozptýl skleněných střepů. Oproti softwaru TerEx je tedy celkový okruh ohrožení v průměru menší o 91 metrů.



Obrázek 19 - Vymezení prostoru zasaženého výbuchem. Zdroj: [34]

Tabulka 4 - Souhrnná výstupní data úniku Methanu. Zdroj: [35]

VÝSTUPNÍ DATA:	
Lokace: Plynová kotelna Brněnská 17/2003 Prostějov, Česká republika	
Vzduchová výměna za hodinu: 050	
Čas: 26. březen 2020, 03:15	
Údaje o chemikálii:	
Název chemikálie: METHAN	
Registrační číslo chemikálie: 74-82-8	Molekulární hmotnost: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm	PAC-2: 2300000 ppm
PAC-3: 4000000 ppm	
Dolní mez výbušnosti: 50000 ppm	Horní mez výbušnosti: 150000 ppm
Bod varu: -161,5° C	
Tlak páry při okolní teplotě: větší, než 1 atmosféra	
Koncentrace nasycení okolí: 1,000,000 ppm or 100%	
Atmosférická data:	
Vítr: 3 m/s	
Typ zástavby: městská nebo les	Oblačnost: 0,5
Teplota: 4° C	Třída stability: D
Žádná výška inverze	Relativní vlhkost: 50%

Tabulka 5 - Souhrnná výstupní data úniku Methanu – pokračování. Zdroj: [35]

Typ zdroje:

Unikající hořlavý plyn z potrubí (bez plamene)

Průměr potrubí: 4 centimetry

Délka potrubí: 320 metrů

Neporušený konec potrubí je připojen k nekonečnému zdroji

Drsnost potrubí: hladké

Celá plocha: 12,6 cm²

Tlak v potrubí: 100 kPa

Teplota potrubí: 21° C

Doba úniku: Aloha omezuje dobu úniku na 1 hodinu

Maximální průměrná rychlost uvolňování: 1,01 kg/min

Celkový únik: 9,908 kg

Zóna ohrožení:

Modelovaná hrozba: Přetlak (výbuchová síla) způsobená explozí mraku par

Čas iniciace: 60 minut po začátku úniku

Typ iniciace: iniciováno výbuchem

Typ modelu: Gaussian

Výbušná hmotnost při výbuchu: 11,2 kg

Červená: 42 metrů --- (8.0 psi = destrukce budov)

Oranžová: 56 metrů --- (3.5 psi = pravděpodobnost vážných zranění)

Žlutá: 108 metrů --- (1.0 psi = zasažení střepy)

9 SHRnutí VÝSLEDKŮ A NÁVRH ELIMINACE NEBEZPEČÍ A MINIMALIZACE ŠKOD

V plynové kotelně na adrese Brněnská 17/2003, Prostějov došlo k výbuchu plynu vzniklým poškozením plynového potrubí a bezpečnostních prvků, především vyražením detektoru úniku plynu. Pro vyhodnocení nebezpečí a možného poškození majetku a osob byly využity softwarovými nástroji Riskan, TerEx a ALOHA.

Softwarový nástroj Riskan vyhodnotil jako největší možné riziko pro obyvatelstvo a majetek úmyslně způsobený výbuch plynu. Vzhledem k vysokým standardům, které je v dnešní době nutné splnit pro provoz plynových kotelen a plynových zařízení obecně, je sabotáž největším rizikem za předpokladu, že jsou dodrženy všechny standardy a předpisy. Pravděpodobnost vzniku podobné situace není příliš vysoká, ale není nereálná, jako příklad slouží podobná situace, k níž došlo v únoru 2013 ve Frenštátě pod Radhoštěm. Následky podobných činů mají často tragické následky, právě kvůli nepředvídatelnosti těchto útoků.

SW nástroj TerEx vyhodnotil dvě zóny ohrožení, v první zóně dochází k ohrožení osob přímým prošlehem oblaku, vzniklým tlakovou vlnou, průměr první zóny činí 107 metrů. Druhá zóna znázorňuje ohrožení osob uvnitř budov okenními střepy, vzniklými tlakovou vlnou.

V SW nástroji ALOHA byly pro vymezení bezpečných vzdáleností po výbuchu plynu vybrány kritéria ochranných opatření (PAC – Protective Action Criteria):

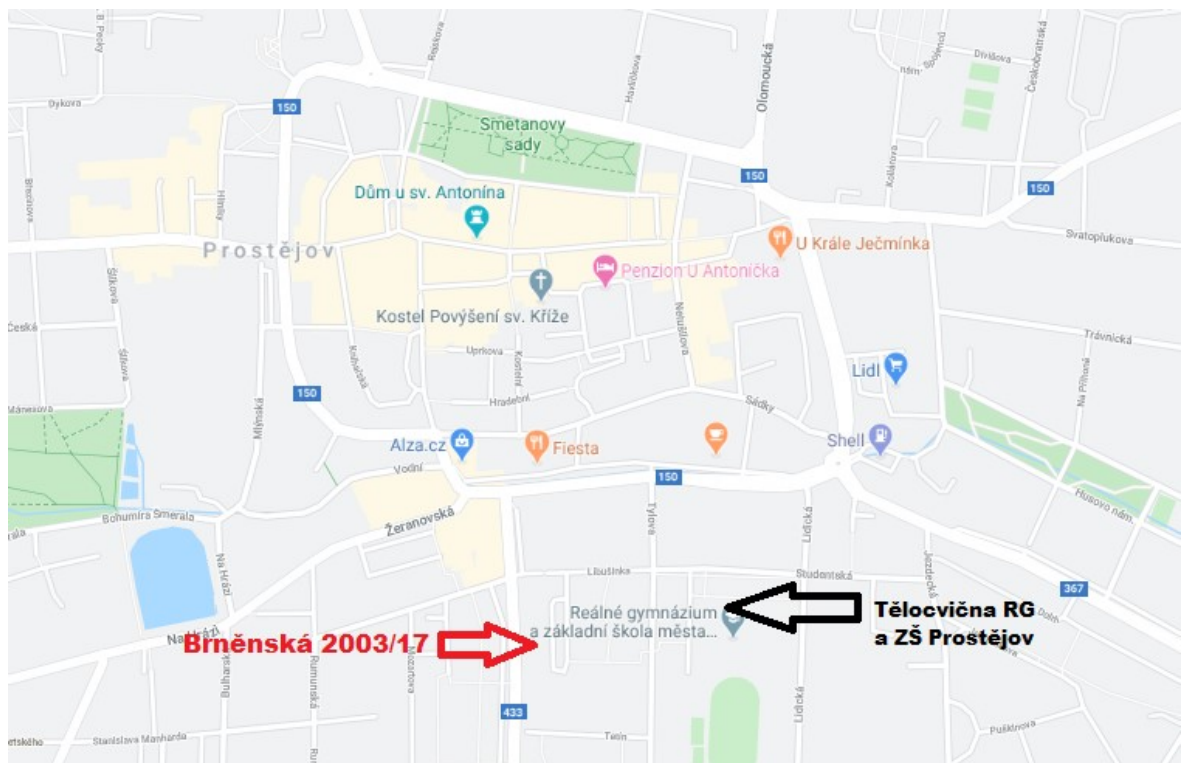
- PAC-1: Mírné, přechodné účinky na zdraví.
- PAC-2: Nevratné nebo jiné závažné účinky na zdraví, které by mohly narušit schopnost provést ochrannou činnost.
- PAC-3: Život ohrožující účinky na zdraví. [36]

Jednotlivé zóny jsou znázorněny jako okruhy, zóna PAC-1 má průměr 42 metrů, dochází v ní k destrukci budov. Zóna PAC-2 má průměr 56 metrů, hrozí v ní vysoká pravděpodobnost vážných zranění osob a zóna PAC-3 má průměr 108 metrů, v ní hrozí poškození majetku a poranění osob skleněnými střepy, vymrštěnými explozí.

9.1 Postup při záchranných a likvidačních pracích

Vzhledem k tomu, že na hrozbu by se v tomto případě přišlo až v důsledku výbuchu, není při zjištění této situace možné provádět opatření, která by bránila jeho vzniku. Po výbuchu je tedy nutné zajistit co nejrychlejší příjezd složek integrovaného záchranného systému, které musejí zahájit záchranu a evakuaci osob, které se nacházejí v nebezpečné zóně, zahájit likvidaci požáru, vzniklého explozí a zahájit záchranu přeživších osob, které mohou být uvězněny v troskách zříceného domu, vchody 19, 17 a částečně 15 by se vzhledem ke vzdálenosti od epicentra a stavební provázanosti konstrukce zřítily. Konkrétně by šlo o zasažení celkem 26 bytových jednotek ve zmíněných vchodech bytového domu. Okolní vchody bytového domu, u kterých hrozí poškození nosné konstrukce, konkrétně vchody 13, 15, 21 a 23, je nutné evakuovat. Celou oblast je nutné zabezpečit, z důvodu zabránění vniknutí nepovolaných osob do oblasti tak, aby nedošlo k dalšímu ohrožení na životech, tyto práce spadají do kompetencí Policie České republiky. Pro efektivní řešení situace takového rozsahu je nutné zřídit štáb velitele zásahu. Samotné práce při likvidaci požáru a vyprošťování osob může komplikovat propojení vchodů bytového domu do jednoho celku a umístění epicentra výbuchu přímo do středu tohoto celku, proto by bylo vhodné vytvořit dvě koordinované zásahové skupiny, které budou při likvidaci požáru postupovat zvlášť z východní a západní strany objektu. Jelikož oblast výbuchu se nachází v blízkosti frekventované výpadové komunikace na Brno, je nutné, aby Policie České republiky zajistila objízdné trasy tak, aby nedocházelo v okolí výbuchu k zácpám a nebránilo se tím plynulému pohybu vozidel integrovaného záchranného systému, zejména zdravotní záchranné služby. Při samotném průběhu záchranných prací je důležitá kontrola hlavní plynové přípojky a její co nejrychlejší odstavení, aby nedocházelo k dalším únikům plynu, které by se mohly ve vzduchových kapsách mezi troskami znovu kumulovat a nedošlo tím k dalšímu výbuchu a ohrožení zasahujících složek. K tomu je nutné vykomunikovat tuto činnost s příslušnými pracovníky plynáren, kteří zajistí odstavení plynovodní přípojky. V momentě, kdy je únik plynu pod kontrolou je nutné lokalizovat všechna epicentra požáru. Při následném prohledávání a odstraňování trosk objektu je nutné věnovat zvýšenou pozornost pro případ dalšího sesuvu trosk či zřícení přilehlých budov tak, aby nedošlo ke zranění zasahujících jednotek. Při evakuaci osob ze zasažených a přilehlých objektů je důležité zjistit počet osob, které mohly zůstat uvězněny v troskách objektu a jejich přibližnou lokalizaci pro co nejrychlejší postup během záchranných prací. Pro evakuované osoby, které nevyžadují lékařskou pomoc, je nutné zajistit nouzové ubytování.

To je možné operativně možné zřídit v tělocvičně blízkého Reálného gymnázia a základní školy města Prostějova, sídlícího na Studentské ulici.



Obrázek - 20 Poloha RG a ZŠ Prostějov vůči epicentru výbuchu. Zdroj: [22]

Při pátrání po uvězněných osobách je možné využít kynologických oddílů státní či městské policie. Je-li to možné, mohou se využívat šterbinové kamery. Při prohledávání troskek je nutné dbát na zvýšenou bezpečnost. Pro pátrání po přeživších je možné využít jak těžkou techniku, tak ruční rozebírání troskek objektu. V případě, že jednotky požární ochrany nedisponují potřebným vybavením, může HZS Olomouckého kraje prostřednictvím magistrátu města Prostějova zažádat o využití dohody o plánované pomoci s příslušnou odbornou firmou, s níž je uzavřena smlouva a jež disponuje příslušnou specializovanou technikou a zkušenostmi pro demolicí objektů.

9.2 Prevence vzniku situace

Situacím podobného rázu je velice složité předejít, jelikož viníkem není přírodní katastrofa ani technická nedokonalost, ale chladnokrevný, zlomyslný úmysl se záměrem poškodit co nejvíce možných zúčastněných.

I když je riziko tím vyšší, čím je starší objekt, v němž riziko hrozí, není vyloučen vznik situace ani v modernějších zařízeních, pokud je pachatel tohoto činu dostatečně zručný a seznámen s prvky zabezpečení objektu, které je při vynaložení dostatečného úsilí možné vyřadit z provozu. Důležitá pro tyto případy je zejména obezřetnost a v případě výhrůžek podobnými činy toto jednání neprodleně nahlásit.

Prostory, ve kterých se nachází ovládací prvky plynových rozvodů v obytných i jiných budovách, by do budoucna mohly být vybaveny krom detektorů úniku spalin, plynu a dalších senzorů i kódovacím zařízením, které v případě neoprávněného vniknutí do prostorů či k ovládacím prvkům, jako jsou hlavní uzávěry plynu, spustí při nezadání kódu v dostatečném časovém intervalu alarm, který bude propojen pomocí mobilních telefonů s příslušnou osobou, která za provoz zařízení zodpovídá. Jelikož hlavní uzávěry plynu musí být přístupné, bylo by do budoucna možné jejich umístění do příslušné odvětrávané bezpečnostní schránky, která by byla volně přístupná, ovšem při manipulaci s ní by bylo potřeba zadat bezpečnostní kód, aby každá neoprávněná manipulace byla snadno a včasně zjištělná. Stejně tak prostory kotelen by bylo možné zabezpečit podobným systémem.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo posoudit bezpečnost plynové kotelny bytového domu. V bakalářské práci jsou uvedeny právní předpisy, které musí být pro provoz plynových kotelen dodrženy. V teoretické části byly kromě základní terminologie uvedeny i některé zdroje možných úniků plynu a konkrétní případy z praxe, ke kterým došlo na území České republiky. Jelikož plynová kotelna na adrese Brněnská 2003/17 splňuje současné předpisy pro provoz plynových kotelen, lze ji při dodržení pravidelných revizí a kontrol považovat za bezpečnou. Pro splnění zadání bakalářské práce byla vytvořena případová studie, ve které byla SW nástrojem Riskan analyzována rizika, z nichž nejvýznamnější zdroj nebezpečí, sabotáž. Ta byla následně dále zpracována SW nástroji ALOHA a TerEx. SW nástroj TerEx pracuje na obecnější bázi než SW nástroj ALOHA, práce s ním by při akutním řešení situace byla dostatečná a rychlejší než u SW nástroje ALOHA, který potřebuje více vstupních dat, která v případě okamžitého řešení situace mohou být těžko dohledatelná. Možnost vzniku situace je poměrně nízká, ovšem její důsledky by mohly mít tragický dopad na obyvatelstvo domu, proto bude případová studie předána k projednání navržených preventivních opatření provozovateli kotelny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] URBAN, Jiří. MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY. Ochrana obyvatelstva [online]. Praha [cit. 2019-11-20]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/ministerstvo/ochrana-obyvatelstva>
- [2] SKŘEHOT, Petr a BUMBA, Jan. Prevence nehod a havárií. 2. díl, Mimořádné události a prevence nežádoucích následků. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 595 s. ISBN: 978-80-86973-73-9.
- [3] BLAŽKOVÁ, Kateřina. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE. Mimořádná událost, krizová situace [online]. 2011 [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: <http://www.hzsmsk.cz/index.php?a=cat.70>
- [4] CNG4YOU - ČESKY PLYNÁRENSKÝ SVAZ. Vlastnosti CNG [online]. 2011 [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/bezpecnost/vlastnosti-cng.html>
- [5] BUCHTA, Jiří. TOPINFO S. R. O. Bezpečnost provozu plynových zařízení - opatření pro eliminaci rizik. Tzb-info [online]. 2009, 6. 7. 2009 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/5762-bezpecnost-provozu-plynovych-zarizeni-opatreni-pro-eliminaci-rizik>
- [6] PŘIBYLA, Zdeněk. Nízkotlaké kotelny se zařízeními na plynná paliva. Praha: GAS, 2012. 174 s. Informační systém GAS; 57. ISBN 978-80-7328-275-2.
- [7] DVOŘÁK, Jan a PŘIBYLA, Zdeněk. Plynovody a spotřebiče plynu v budovách: (TPG 704 01 s vazbou na související předpisy pro praxi) [CD-ROM]. 2. vyd. (na CD-ROM 1. vyd.). Praha: GAS, 2009. Požadavky na systém: Adobe Acrobat Reader. ISBN 978-80-7328-265-3.
- [8] ČESKO. Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.
- [9] PŘIBYLA, Zdeněk. GAS S. R. O. Kotelny se zařízením na plynná paliva (revize ČSN 07 0703 - konečný návrh). Tzb-info [online]. 2004, 1. 9. 2004 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vytapeni/2116-kotelny-se-zarizenim-na-plynna-paliva-revize-csn-07-0703-konecny-navrh>
- [10] BUCHTA, Jiří. ČSTZ - ČESKÉ SDRUŽENÍ PRO TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ. Nové technologie a materiály při zřizování domovních plynovodů I. Tzb-info

- [online]. 2010, 4. 1. 2010 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/6157-nove-technologie-a-materialy-pri-zrizovani-domovnich-plynovodu-i>
- [11] JOCHOVÁ, Eva a Zdeněk PŘIBYLA. GAS S. R. O. Předpisové zajištění bezpečného provozu kotelen se zařízeními na plynná paliva. Tzb-info [online]. 2011, 3. 1. 2011 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/7047-predpisove-zajisteni-bezpecneho-provozu-kotelen-se-zarizenimi-na-plynnna-paliva-i>
- [12] LUPTÁK, Ladislav a Lubomír ŠMARDA. STŘEDNÍ ŠKOLA POLYTECHNICKÁ, BRNO. Učební text pro obor instalatér, 3. ročník: Montáž plynových spotřebičů, jejich údržba, opravy [online]. Brno: © Code Creator, 2016 [cit. 2019-11-30]. ISBN 978-80-88058-32-8. Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/12.html>
- [13] BUCHTA, Jiří a Miroslav BURIŠIN. Plynová zařízení v budovách v otázkách a odpovědích. Praha: Agentura ČSTZ, 2007. ISBN 978-80-86028-09-5.
- [14] BUCHTA, Jiří. K výbuchu plynu. TZB-INFO. Tzb-info [online]. 2013, 4. 3. 2013 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/9857-aktualne-k-vybuchum-plynu>
- [15] BUCHTA, Jiří. Prevence před úniky plynu: V předpisech pro rozvod plynu v budovách s pracovním přetlakem do 5,0 bar. TZB-INFO. Tzb-info [online]. 2019, 24. 10. 2019 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/19758-prevence-pred-uniky-plynu>
- [16] ČTK. Za výbuch v Divadelní ulici může špatný postup při stavbě. Novinky.cz [online]. 2013, 30. 10. 2013, 30. 10. 2013 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/krimi/clanek/za-vybuch-v-divadelni-ulici-muze-spatny-postup-pri-stavbe-208116>
- [17] GABZDYL, Josef. Podivín, brblal, všehoschopný člověk. Výbuch asi zavinił bývalý dozorce. MAFRA, A. S. IDNES.cz: Zpravodajství [online]. 2013, 18. 2. 2013 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://www.idnes.cz/zpravy/cerna->

kronika/policie-ukoncila-patrani-po-obetech-vybuch-asi-zavinil-byvaly-dozorce.A130218_215627_ostrava-zpravy_jog

- [18] POŽÁRY.CZ. Výbuch domu s následným požárem ve Frenštátě pod Radhoštěm má šest obětí, policie ztotožnila nalezené ostatky. Požary.cz: Ohnisko žhavých zpráv [online]. Moravskoslezský kraj, 2013, 17. 2. 2013, 23. 2. 2013 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/62752-vybuch-domu-s-naslednym-pozarem-ve-frenstate-pod-radhostem-ma-sest-obeti-policie-ztotoznila-nalezene-ostatky/>
- [19] ČESKÁ TELEVIZE. Poslední dějství frenštátské tragédie: Firma zpevní sousední dům. ČT24: Regiony [online]. Frenštát pod Radhoštěm, 2013, 18. 3. 2013 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1110985-posledni-dejstvi-frenstatske-tragedie-firma-zpevni-sousedni-dum>
- [20] DCE. BLESK.CZ. Exploze ve Frenštátě má sedmou obět': Hrdinu, který zachránil dvě děti! Blesk.cz: Zprávy [online]. CZECH NEWS CENTER, 2014, 16. 12. 2014 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: <https://www.blesk.cz/clanek/zpravy-udalosti/291823/exploze-ve-frenstate-ma-sedmou-obet-hrdinu-ktery-zachranil-dve-deti.html>
- [21] Ventil – *kuželový kohout*. In: Wikiwand: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.wikiwand.com/cs/Ventil>
- [22] GOOGLE.COM. Map data – Umístění kotelny ve městě Prostějov. GEOBASIS-DE/BKG. 2020 [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.gogle.com/maps/place/Prost%C4%9Bjov/@49.4698737,17.1093069,15.84z/data=!4m5!3m4!1s0x4712574453d393c7:0xf2ad99127b41fba2!8m2!3d49.4724489!4d17.1067513>
- [23] VIESSMANN, SPOL. S. R. O. Vitodens 200-W B2HB: Popis. Top technika [online]. 2020 [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <http://www.toptechnika.cz/Zavesne-kotle-1/Vitodens-200-W-B2HB-2>
- [24] ACV. JUMBO 1000 nepřímotopný ohřívač vody nerezový: Popis a technické parametry. PROFI-UNION, SPOL. S R.O. TOPENILEVNE.CZ [online]. 2020, 2020 [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/acv-jumbo-1000-p15100/>

- [25] VIESSMANN. Ceník Viessmann. REGOTHERM SERVIS, S. R. O. [online]. In: 2006, 04/2006, s. 28 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: http://regotherm.com/pdf/229_pdfsam_1cenik_2006.pdf
- [26] J. O. T. SYSTEM. J. T. O. System GC20PN - dvoustupňový detektor. Marcomplet: specializovaný velkoobchod s měřicí a regulační technikou [online]. 2020 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://marcomplet.cz/zbozi/produkt-8716/jto-system-jto-system-gc20pn-dvoustupnovy-detektor.html>
- [27] ŠTURMA, Martin a Igor LÜFTNER. VERLAG DASHÖFER. Kontroly, revize a údržba provozovaných plynových zařízení. BOZPPROFI.cz [online]. Praha 6: Verlag Dashöfer, nakladatelství, 3. 4. 2019 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/kontroly-revize-a-udrzba-provozovanych-plynovych-zarizeni-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Egny2sdjJ1sR0yke8dVw2M3VRYFLS2WAvA/?uri_view_type=44&uid=1EI4k5v0hMinIjKSmO4yPSg&e=1KK2aWniDh_aC-f3wm_jHnI6Xj0qWN_ua
- [28] ČESKO. Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách č. 85/1978 Sb., o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení, ve znění pozdějších předpisů.
- [29] FRÖHLICH, Tomáš, Johana POLÁŠKOVÁ a Kristina SKŘIVÁNKOVÁ. Riskan: Uživatelský manuál. Praha: T-soft a.s., 2012.
- [30] Autorův grafický výstup ze softwarového programu Riskan, T-soft a.s.
- [31] HAVLOVÁ, M. a další. Uživatelský manuál TerEX. Praha: T-SOFT, 2012 ID:220066
- [32] T-SOFT. TEREX TERoristický Expert
- [33] BENEŠ, R., FRÖHLICH, T. T-SOFT A.S. 2011. Řešení MU – ALOHA: Studie použití nástroje pro simulaci šíření nebezpečné látky, uniklé při přepravě. [cit. 21-03-2018] Praha, 2011, 21 s.
- [34] MARPLOT. Uživatelská příručka for Windows., 12/2017, součástí SW Verze 5.1.1
- [35] ALOHA. Uživatelská příručka ALOHA for Windows, 09/2016, součástí SW Verze 5.4.7
- [36] U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. DOE Handbook: TEMPORARY EMERGENCY EXPOSURE LIMITS FOR CHEMICALS: METHODS AND PRACTICE [online]. 12/2016. Washington, D. C.: Amea Emer, 2016, 67 s. [cit.

2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.standards.doe.gov/standards-documents/1000/1046-Bhdbk-2016/@@images/file>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

°C	Stupně Celsia.
cm ²	Centimetr čtverečný.
CO	Oxid Uhelnatý.
č.	Číslo.
čp.	Číslo popisné.
ČR	Česká republika.
ČSN	Česká technická norma.
DN	Jmenovitá světlost.
EN	Evropská norma.
g/mol	Gram/mol.
HUP	Hlavní uzávěr plynu.
HZS	Hasičský záchranný sbor.
IZS	Integrovaný záchranný systém.
Kg	Kilogram.
Kg/min	Kilogram za minutu.
kPa	Kilopascal.
kW	Kilowatt
m	Metr.
m ³	Metr krychlový.
mm	Milimetr.
MJ	Megajoule.
MW	Megawatt.
NP	Nadzemní podlaží.
NV	Nářízení vlády.

PAC	Ochranná opatření.
PP	Podzemní podlaží.
ppm	Částice na milion.
psi	Libra na čtvereční palec.
Sb.	Sbírky.
SW	Software.
W	Watt.
ZP	Zemní plyn.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Schéma přívodu plynu do kotelny. Zdroj: [10].....	16
Obrázek 2 - Únik spalin ze spotřebiče. Zdroj: [12].....	18
Obrázek 3 - Nejčastější zdroje úniku plynu na vnitřním plynovodu. [14]	21
Obrázek 4 - Šíření plynu při úniku mimo budovu. Zdroj: [15]	22
Obrázek 5 - Výbuch plynu v Divadelní ulici. Zdroj: [16].....	23
Obrázek 6 - Dům ve Frenštátě pod Radhoštěm po výbuchu. Zdroj: [20]	24
Obrázek 7 - Kuželový kohout, zelená část je demontovatelná. Zdroj: [21]	25
Obrázek 8 – Umístění kotelny ve městě Prostějov. Zdroj: [22]	27
Obrázek 9 - Pohled na kotle. Zdroj: [Vlastní]	28
Obrázek 10 - ACV Jumbo 1000. Zdroj: [Vlastní].....	29
Obrázek 11 - Expanzní nádoba Reflex N 400/6. Zdroj: [Vlastní]	30
Obrázek 12 - Vitotrans 222. Zdroj: [Vlastní]	31
Obrázek 13 - Detektor plynu GC 20. Zdroj: [Vlastní]	32
Obrázek 14 - Graf závislosti ohrožení aktiv možností vzniku nebezpečné situace Zdroj: [30].....	37
Obrázek 15 - Výsledný výpočet vzdálenosti zasažené výbuchem. Zdroj: [32].....	38
Obrázek 16 - Vymezení prostoru zasaženého výbuchem. Zdroj: [32].....	39
Obrázek 17 - Graf koncentrace plynu v oblasti možného výbuchu. Zdroj: [32]	39
Obrázek 18 - Graf oblasti ohrožené výbuchem. Zdroj: [32]	40
Obrázek 19 - Vymezení prostoru zasaženého výbuchem. Zdroj: [34].....	41
Obrázek - 20 Poloha RG a ZŠ Prostějov vůči epicentru výbuchu. Zdroj: [22]	45

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Fyzikální vlastnosti zemního plynu. Zdroj: [4].....	13
Tabulka 2 - Příznaky otravy oxidem uhelnatým. Zdroj: [13].....	19
Tabulka 3 - Vyhodnocení hrozeb softwarem Riskan. Zdroj: [30].....	36
Tabulka 4 - Souhrnná výstupní data úniku Methanu. Zdroj: [35]	41
Tabulka 5 - Souhrnná výstupní data úniku Methanu – pokračování. Zdroj: [35].....	42