

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Návrh úprav technologické dispozice a značení
prostor s nebezpečím výbuchu drtící linky ecorec
2.0**

***The Design Changes Technological Disposition and
Marking Hazardous Area of the Grinding Lines Ecorec
2.0***

Student:

Bc. Jan Kornas

Vedoucí diplomové práce:

Dr. Ing. Pavel Skalík

Akademický rok:

2013/2014

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Kornas**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Specializace: 20 Strojírenská technologie

Téma: **Návrh úprav technologické dispozice a značení prostor s nebezpečím
výbuchu drtící linky ecorec 2.0**
**The Design Changes Technological Disposition and Marking Hazardous
Area of the Grinding Lines Ecorec 2.0**

Zásady pro vypracování:

1. Popis stávající technologické dispozice a prostor s nebezpečím výbuchu.
2. Návrh variant úprav technologické dispozice zaměřený na snížení velikosti prostor s nebezpečím výbuchu.
3. Výběr optimální varianty technologických úprav.
4. Návrh optimálního značení prostor s nebezpečím výbuchu.
5. Popis zbytkových rizik na pracovišti.
6. Celkové zhodnocení přínosu diplomové práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. 1.vydání. Ostrava: VŠB – TU Ostrava 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9

SLAMKOVÁ, E. a kol. *Priemyslové inžinierstvo*. 1. vydání Žilinská univerzita v Žiline, 1997, 198 s.

Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu. Sbírka zákonů: Číslo: 406. Ročník: 2004. Sb. Částka: 131


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


Vedoucí diplomové práce: **Dr.Ing. Pavel Skalík**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



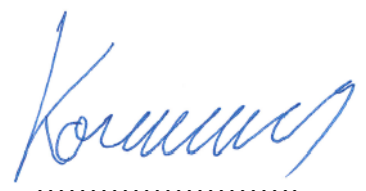

Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité zdroje a literaturu.

V Ostravě 19. 5. 2014



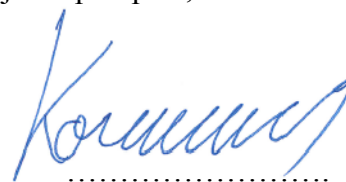
Podpis

Prohlášení o využití výsledků práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své 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 předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 19. 5. 2014



Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jan Kornas

Adresa trvalého pobytu autora práce: Bělehradská 730
735 43 Albrechtice

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

KORNAS J. *Návrh úprav technologické dispozice a značení prostor s nebezpečím výbuchu drtící linky ecorec 2.0: diplomová práce.* Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 62 s. Vedoucí práce Dr. Ing. Pavel Skalík

Tato diplomová práce se zabývá popisem stávající technologické dispozice a prostor s nebezpečím výbuchu ve společnosti ecorec Česko s.r.o.. Došlo k návrhu úprav technologické dispozice, kde se zejména optimalizovala velikost prostor s nebezpečím výbuchu. Byla představena zavazující platná legislativa v oblasti ochrany před výbuchem. Následně se stanovila optimální varianta technologických úprav. V závěru práce byly provedeny návrhy optimálního značení prostor s nebezpečím výbuchu a popis zbytkových rizik na pracovišti.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

KORNAS J. *The Design Changes Technological Disposition and Marking Hazardous Area of the Grinding Lines Ecorec 2.0: Master Thesis.* Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 62 p. Thesis head Dr. Ing. Pavel Skalík

This diploma thesis deals with the description of the current technological disposition and areas with danger of explosion at company ecorec Česko s.r.o.. There has been a proposal for modification technology available where mainly optimize the size of area with danger of explosion. It was introduced binding legislation in the field of explosion protection. There was subsequently determined optimum variant technological treatments. In conclusion were made suggestions of optimal labeling areas with danger of explosion and a description of residual risks in the workplace.

Seznam použitých značek a symbolů:

V	-	objem	[m ³]
n	-	otáčky rotoru	[ot./min]
P	-	výkon pohonu	[kW]
t	-	teplota	[°C]
p	-	tlak	[hPa]
ds	-	střední velikost zrna	[mm]
C _{min}	-	spodní mez výbušnosti	[g.m ⁻³]
T _{vzus}	-	minimální teplota vznícení usazeného prachu	[°C]
T _{vzroz}	-	minimální teplota vznícení rozvířeného prachu	[°C]
P _{max}	-	maximální výbuchový tlak	[bar]
E _{min}	-	minimální iniciační energie	[mJ]
K _{ST}	-	konstanta dle ČSN EN 14 034-2	[bar.m.s ⁻¹]
p _{ex}	-	počáteční tlak	[bar]
(dp/dt) _{max}	-	doba zpoždění iniciace	[bar.s ⁻¹]
	-	vlhkost	[% hm.]
	-	doba zpoždění iniciace	[ms]
	-	sypná hustota	[kg.m ⁻³]

Zkratky

DOPV	-	Dokumentace o ochraně před výbuchem
ČSN	-	Česká státní norma
ČSN EN	-	Česká technická norma, která zavádí do soustavy českých norem evropskou normu
ATEX	-	Atmosphère Explosive - výbušná atmosféra
NV	-	Nařízení vlády

Obsah diplomové práce

1. Úvod.....	9
2. Popis stávající technologické dispozice a prostor s nebezpečím výbuchu.....	11
2.1. Skladování odpadů (PS 020).....	13
2.2. Drtící linka (PS 030).....	13
2.3. Skladování a nakládka drcených odpadů (PS 040).....	16
2.4. Doprava k rotační peci (SP 050).....	18
2.5. Odprašování (PS 070).....	18
2.5.1. Situování filtračních jednotek SCHEUCH.....	19
2.6. Stávající zabezpečení drtící linky.....	20
2.6.1. Protipožární ochrana strojů a zařízení.....	21
2.6.2. Protivýbuchová ochrana strojů a zařízení.....	22
3. Návrh variant úprav technologické dispozice.....	26
3.1. Legislativa v oblasti ochrany před výbuchem.....	26
3.2. Prostory s nebezpečím výbuchu prachu.....	28
3.3. Popis aktuální stavu prostor s nebezpečím výbuchu.....	29
3.3.1. Skladování odpadu.....	30
3.3.2. Drtící linka.....	30
3.3.3. Doprava k rotační peci:.....	31
3.3.4. Odprašování – filtrační jednotky:.....	32
3.4. Shrnutí stanovených prostor – návrh řešení.....	32
3.5. Měření úrovně sedimentující prašnosti.....	32
3.6. Stupně úklidu dle ČSN EN 60079-10-2 [9].....	34
3.7. Požárně technické charakteristiky.....	36
3.7.1. Převzaté charakteristiky.....	36
3.7.2. Stanovené charakteristiky.....	37
3.8. Prvky hodnocení rizik.....	40
3.9. Stanovení přítomnosti účinných zdrojů iniciace.....	41
3.10. Zdroje iniciace.....	41
4. Výběr optimální varianty technologických úprav.....	43
4.1. Technologické úpravy na odprašení drtící linky.....	43
4.1.1. Úprava svodek z rotačních podavačů.....	43
4.1.2. Opatření ke snížení výskytu výbušné atmosféry v uvnitř části technologie separátorů a drtičů.....	44

4.2.	Úprava FSL boxu	44
4.2.1.	Technologické úpravy na FSL boxech a zabránění iniciace.....	44
4.3.	Snížení prostor s nebezpečím výbuchu v skladu nedrceného materiálu	46
4.3.1.	Opatření ke snížení výskytu výbušné atmosféry ve skladu nedrceného materiálu.....	46
4.4.	Hodnocení rizik iniciace po navržených úpravách.....	48
5.	Návrh optimálního značení prostor s nebezpečím výbuchu	52
5.1.	Používané barvy a tvary bezpečnostních značek.....	52
5.2.	Umístění bezpečnostních značek.....	53
5.3.	Doporučené formáty bezpečnostních tabulek	53
5.4.	Návrh značení prostor s nebezpečím výbuchu v drtící lince.....	54
5.4.1.	Sklad nedrceného odpadu	54
5.4.2.	FSL boxy.....	55
6.	Popis zbytkových rizik na pracovišti	56
6.1.	Popis ostatních rizik na pracovišti drtící linky	57
7.	Závěr	58
8.	Seznam použité literatury	60
9.	Seznam příloh	61

1. Úvod

Tato diplomová práce se zabývá návrhem úprav technologické dispozice a značením prostor s nebezpečím výbuchu drtící linky společnosti ecorec Česko s.r.o.. Za pomocí drtící linky dochází ke zpracování různých druhů odpadů na alternativní palivo. Alternativní palivo je dále využíváno v cementářském průmyslu sousední společnosti Holcim Česko a.s..

Pro vypracování diplomové práce bylo zapotřebí několik osobních prohlídek provozu výše zmiňované drtící linky. Během těchto prohlídek došlo k podrobné fotodokumentaci jednotlivých částí technologie, a zároveň byly ze strany ecorec Česko s.r.o. předány potřebné technické podklady. Na základě těchto podkladů byl vytvořen popis technologie drtící linky a celkového průběhu drcení odpadů.

Pro potřebu návrhu technologických úprav bylo nejprve přistoupeno k hodnocení rizik technologie. Prvním logickým krokem pro návrh technologických úprav bylo přehodnocení stávajícího prostředí z hlediska skladovaných a manipulovaných látek s ohledem na výbuchové a fyzikální vlastnosti komunálního odpadu (alternativního paliva). Při návrhu technických nebo organizačních opatření byl brán v úvahu základní legislativní podklad v této oblasti, a to Nařízení vlády č. 406/2004 Sb., o minimálních požadavcích na zajištění bezpečnosti práce v prostorách s nebezpečím výbuchu. Toto Nařízení vlády klade požadavky na zaměstnavatele, kteří manipulují s hořlavými materiály, myšleno prachy, plyny a páry kapalin.

Pro tyto účely byla rovněž společností ecorec Česko s.r.o. předložena „Dokumentace o ochraně před výbuchem“, která byla hlavním podkladem pro případné přehodnocení rizik a návrh technických a organizačních opatření.

Prostředí s nebezpečím výbuchu se u technologie drtící linky vyskytuje většinou ve vnitřních prostorech při chodu zařízení.

V této práci je proveden návrh úprav technologické dispozice z hlediska snížení prostor s nebezpečím výbuchu prachových částic. Po důkladné prohlídce je proveden návrh úprav, a zároveň návrh možných zlepšení funkčnosti linky. Taktéž zde došlo k navržení vhodných investic směřující ke zlepšení bezpečnosti celého provozu drtící linky. Po návrzích úprav v celé technologii bylo provedeno hodnocení rizik nebezpečí vznícení. Z hodnocení rizik následně vyplývá,

jaká opatření jsou nutná provést pro další bezpečný provoz ve společnosti ecorec Česko s.r.o..

Po konzultaci se zodpovědnou osobou společnosti ecorec Česko s.r.o. byl proveden návrh značení prostor s nebezpečím výbuchu. Bezpečnostní tabulky, značky a značení musí plně odpovídat technickým a právním předpisům. Tímto hlavním předpisem je Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, ve znění Nařízení vlády č. 405/2004 Sb.. Následně byl vytvořen speciální návrh značení pro prostory s nebezpečím výbuchu. Takto označovány jsou pouze vstupy do prostor s nebezpečím výbuchu.

2. Popis stávající technologické dispozice a prostor s nebezpečím výbuchu

Areál drtící linky (obr. 2.1) popisován v této diplomové práci se nachází v obci Prachovice nedaleko města Chrudimi ležící v Pardubickém kraji. Drtící linka byla uvedena do provozu v roce 2012. V drtící lince dochází ke zpracování pouze povoleného druhu odpadu, který je uveden v Provozním řádu zařízení ke sběru, výkupu a využívání tuhých odpadů kategorie „O“. Tento Provozní řád je součástí vnitřních předpisů firmy ecorec Česko s.r.o. .



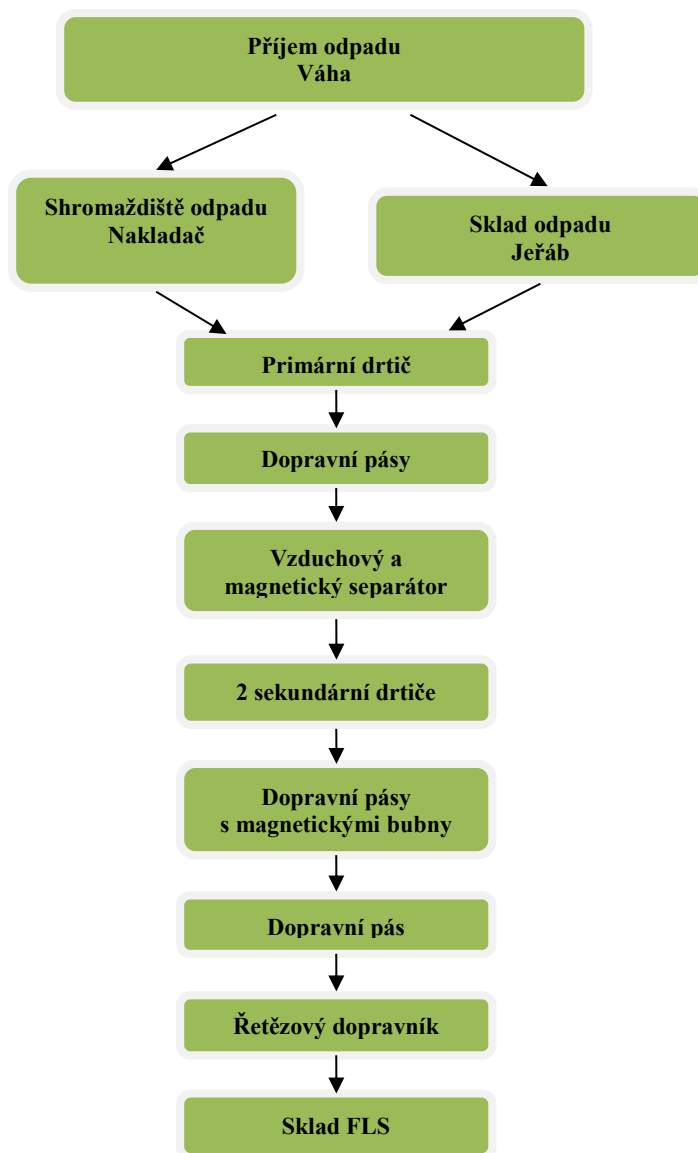
obr. 2.1 – pohled na celý komplex drtící linky ecorec Česko s.r.o. [1]

V této kapitole budou podrobněji popsány technologické celky drtící linky společnosti ecorec Česko s.r.o.. Tyto celky se člení na následující části:

- a) skladování odpadů (PS 020),
- b) drtící linka (PS 030),
- c) skladování a nakládka drcených odpadů (PS 040),
- d) doprava k rotační peci (SP 050) a

e) odprašování (PS 070).

Na následujícím schématu (obr. 2.2) je zobrazen tok vstupního materiálu od jeho příjmu, až po následné zpracování drcením. Materiál je poté uskladněn v FLS boxech. Následně materiál putuje na hadicovém dopravníku k rotační peci patřící společnosti Holcim Česko a.s., anebo na vlek nákladního auta.



obr. 2.2 - schéma toku materiálu v drtící lince

2.1.Skladování odpadů (PS 020)

Odpad je přivážen do místa vykládky za pomoci nákladních vozidel s návěsem. Současně lze provádět vykládku vstupního materiálu třemi nákladními vozidly. V prostoru vykládky je odpad přemístěn do boxu, a také vzorkován.

V prostoru vykládky materiálu pojíždí nakladač, který má možnost s neověřenými vykládanými odpady, po provedení vzorkování, manipulovat do skladovacího boxu nedrceného odpadu. Kapacita provozního skladu nedrceného odpadu je navržena tak, aby byla schopna pojmout cca 1000 t odpadu. Následně jsou nedrcené odpady v provozním skladu rozvrstveny ve shodné výšce vrstvy. Poté dochází k vyvážení odpadů z boxu na násypku primárního drtiče JUPITER 3200 (obr. 2.3) pomocí mostového jeřábu s drapákem [2].

2.2. Drtící linka (PS 030)

Pevné odpady kategorie „O“ jsou zpracovávány na kompletní drtící lince. Drtící linka se skládá z:

- primárního drtiče,
- magnetického separátoru kovů,
- vzduchového separátoru nemagnetických nedrtitelných předmětů,
- sekundární drtič,
- dopravní pásy s přesypy a
- tři odsávací jednotky SCHEUCH.

Součástí linek je i vzorkovací stanice pro odběr vzorků, umístěná na přesypu společného sběrného pásu od sekundárních drtičů.

Za pomoci automatického drapáku mostového jeřábu je odpad přepravován z provozního skladu nedrceného odpadu do násypky primárního drtiče JUPITER 3200 (obr. 2.3). Technické specifikace primárního drtiče JUPITER znázorňuje tabulka 2.1. Díky tomuto primárnímu drtiči dochází k drcení odpadů. K rozmělnování pomáhá nožový rotor a hydraulicky ovládané přítlačné rameno, které je součástí primárního drtiče.



obr. 2.3 – drtič JUPITER 3200 [3]

tab. 2.1 – technické specifikace primárního drtiče JUPITER 3200 [3]

Rozměry a hmotnosti	
Celkové rozměry	6520 x 3250 x 4840 mm
Vstupní otvor	5160 x 3000 mm
Drtící část	3210 x 2400 mm
Objem drtící části	9 m ³
Celková hmotnost	39 t
Drtící část	
Délka rotoru	3150 mm
Průměr rotoru	740 mm
Řezací nože	36 ks
Pohonný systém	
Výkon pohonu	2 x 160 kW
Otáčky rotoru	58 ot. /min

Dále je hrubě podrcený odpad z JUPITERU přepravován dopravníkem BC 1200 přes magnetický separátor kovů MEPQ 1401 Q-SP, který odlučuje železo. Separované železo se následně dopraví pomocí dopravníku BC 800 mimo linku do prostoru uzavřené kontejnerové místnosti č. 1. Nedílnou součástí této místnosti jsou samostatná vrata pro nakládku separovaného železa na nákladní automobil.

Skluzy pod magnetickými separátory jsou vybaveny uzavíracími klapkami. Klapky umožňují buď oddělení podrceného materiálu na společný sběrný dopravník, nebo oddělení Fe částic na dopravník odloučeného železa.

Dalším separátorem hrubě nadrceného odpadu je vzduchový separátor nemagnetických nedrtitelných předmětů. Třídič těžké frakce HFS 1200 odvádí těžkou frakci pásem H800 mimo drtící linku, opět do kontejnerového prostoru č. 1. Naopak dopravování lehké frakce umožňuje pás BC 1200 a zavážení reverzní dopravník BC 1200. Tato lehká frakce je za pomoci těchto zařízení dopravena do dvou sekundárních drtičů KOMET 2200 (obr. 2.4). Drtiče již inert drtí na finální frakci. Technické parametry sekundárních drtičů jsou uvedeny v tabulce 2.2. Díky dopravníkům BC 1000 je finální frakce přemísťována na společný sběrný dopravník BC 1200. Součástí výsypných hlav obou vyprazdňovacích dopravníků jsou bubny pro odlučování železných částic. Odloučené částice železa následně putují na dopravník BC 800, jež jsou uskladněny v kontejnerovém prostoru č. 2. [2]



obr. 2.4 – drtič POWER KOMET 2200 [4]

tab. 2.2 – technické specifikace sekundárních drtičů POWER KOMET 2200 [4]

Rozměry a hmotnosti	
Celkové rozměry	5375 x 2925 x 4810 mm
Vstupní otvor	2135 x 2030 mm
Drtící část	2135 x 2030 mm
Objem drtící části	4 m ³
Celková hmotnost	25,5 t
Drtící část	
Délka rotoru	2115 mm
Průměr rotoru	740 mm
Řezací nože	60 ks
Pohonný systém	
Výkon pohonu	2 x 132 kW
Otáčky rotoru	264 ot./min

Obsah společného sběrného dopravníku ústí do vsypu redleru. Zároveň jsou v těchto potrubích umístěny kaskádové filtry. Hlavním úkolem těchto filtrů je účinné odprašování sekundárních třídičů. Dále účinně odlučují vodní páru vznikající v těchto drtičích. Vysoká koncentrace této páry není žádoucí. Při průchodu tímto filtrem dochází ke zkondenzování vlhkosti na vnitřních lamelách. Samovolně pak díky gravitaci stéká zpět do sekundárního drtiče. Zaprášená vzdušina zbavená nadbytečné vlhkosti pak proudí dále do hadicového filtru SCHEUCH (obr. 2.6).

Zároveň je na přesypu od společného sběrného dopravníku do redleru umístěna vzorková stanice, která automaticky odebírá v daném časovém intervalu podíl dopravovaného materiálu.

2.3. Skladování a nakládka drcených odpadů (PS 040)

Drcený odpad je dopravován za pomoci zavážecího redleru TKF 630x39061 (obr. 2.5) do skladovacích boxů. Tento vstup redleru o rozměrech 630 x 1000 mm se nachází v hale samotné drtící linky. Redler šikmou částí o sklonu 40° stoupá

na skladovací FLS box, kde z rovné výsypné části zasypává dva vstupy. Odběr z první části boxu je opatřen pneumatickými klapkami. Výpad do druhého, koncového boxu, zajišťuje magnetická uzavírací klapka.



obr. 2.5 – zavážecí redleru do skladovacího FSL boxu

V tomto boxu dochází k rovnoměrnému rozvrstvení. Zároveň je zde zajištěno vyvážení materiálu. Materiál je odváděn zařízením škrabákového typu zavěšeného na vodících laněch, s navijáky a pohony bubnů umístěných na stropě skladovacího boxu. Také označováno jako reclaimer.

Výstupy z redleru a boxy drceného dopadu musí být odprašovány. Filtrační jednotka SCHEUCH je umístěna v prostoru přístavby FLS boxu, v blízkosti výstupního redleru.

To znamená, že dvojice skladovacích boxů je navržena tak, že jedna jednotka je plněna materiálem a druhá vyprazdňována do vyvážecího šneku opatřeného dvojšnekem. Z vyvážecích šneků se materiál dopravuje na společný vyvážecí redler TKF 630x22414. Z redleru je vyveden výsyp na skluz do hadicového dopravníku SCHENCK. Součástí dopravníku je ovládaná pneumatická klapka a koncový vsyp na nakládku drcených odpadů odpadá na nákladní auta (magnetická klapka) [2].

Dále je zde umístěna pojezdová ocelová konstrukce, jež je vybudovaná v blízkosti přístavby FLS boxu. Zařízení se sestává ze spouštěcího zavážecího redleru, které se spustí nad korbu nákladního auta a několika výsypy vyprazdňuje drcený odpad.

2.4. Doprava k rotační peci (SP 050)

Doprava k rotační peci je řešena pomocí hadicového dopravníku SCHENCK. Pod výstupem z redleru je instalována pásová váha, na kterou dopadá drcený odpad. Z pásové váhy je dále dopravován otevřenou vstupní částí hadicového dopravníku. Pod vstupní částí hadicového dopravníku je instalována vratná stanice spolu s napínacím mechanismem, vyvedeným do napínací stanice.

Vlastníkem tohoto dopravního zařízení a dalších navazujících na dávkování k rotační peci je společnost Holcim Česko a.s., člen koncernu. Drcený odpad je dopraven do provozního zásobníku ve stávajícím objektu dávkování tuhých doplňkových paliv u stanoviště paliče.

2.5. Odprašování (PS 070)

Téma odprašování již bylo okrajově popisováno v podkapitole 2.3.. PS 070 slouží k odsávání prachových podílů technologie drtící linky a FLS boxu, kde je provozní zásoba drceného odpadu. Tento poměrně složitý systém odprašování zajišťuje čtveřice hadicových filtrů. Jedná se o filtr:

- SCHEUCH typ SFDW 05/11-D-02 12 000 m³/hod, včetně příslušných odsávacích potrubí.

Následně je pročištěná vzdušina odtahována pomocí radiálních ventilátorů VKD80 0450-fb29, které jsou umístěny vždy za filtrem. Výsledný odtah je odveden do prostoru mimo budovu technologie.

Odprašky, zachycené ve filtrech, jsou dákovány zpět do technologie - do dopravních cest společně s transportovaným drceným odpadem, a to přes rotační podavač, jenž je umístěný pod každou filtrační jednotkou [2].

2.5.1. Situování filtračních jednotek SCHEUCH

Tato podkapitola se zabývá rozmístěním filtračních jednotek (obr. 2.6),

kde:

- filtr č. 1 odprašuje výpad z primárního drtiče a magnetický separátor. Je umístěn na OK plošině, částečně v hale drtící linky, prochází střechou haly. Odprašky jsou svedeny skluzem na šikmý dopravník zavážející třídíč těžké frakce.
- Filtr č. 2 odprašuje třídíč těžké frakce. Je umístěn na OK plošině částečně v hale drtící linky v poli sloupů 5-6, prochází střechou haly. Odprašky jsou svedeny skluzem do horní části třídíče těžké frakce.
- Filtr č. 3 je umístěn na OK plošině částečně v hale drtící linky v poli sloupů 2-3. Prochází střechou haly. Odprašky jsou svedeny skluzem na společný vyprazdňovací dopravník BKC 1200.
- Filtr č. 4 odprašuje výsypky ze zavážecího redleru drceného dopadu a vsypy do skladovacích boxů. Je umístěn na plošině +4,150 m v blízkosti FLS boxu v ocelové přístavbě nad výsypným redlerem z FLS boxu. Odprašky jsou svedeny skluzem do výsypného redleru pod FLS boxem.



obr. 2.6 – filtr SCHEUCH, pohled na odlehčující membrány BRILEX

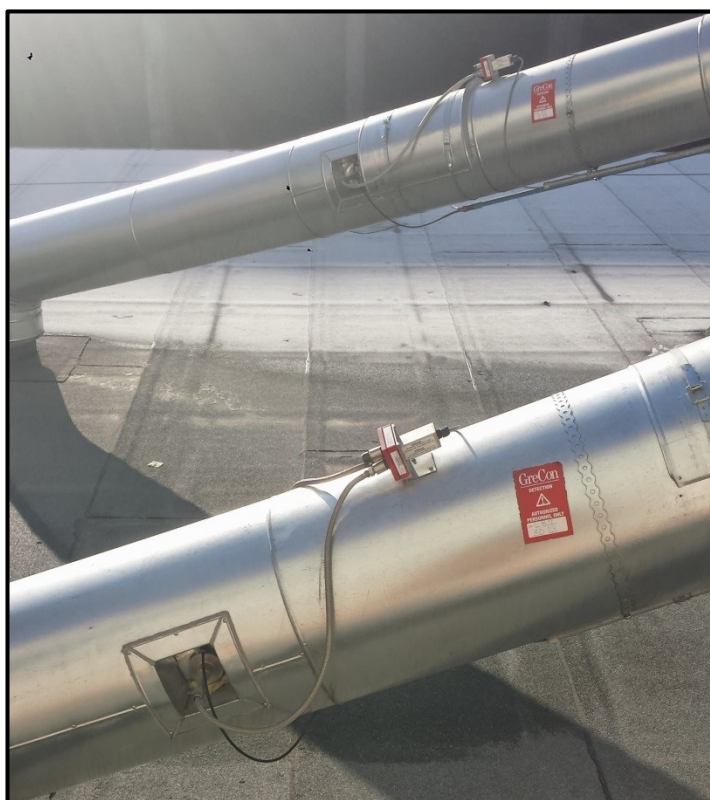
2.6. Stávající zabezpečení drticí linky

Při výstavbě celé drticí linky byly použity různé kombinace zabezpečovacích prvků proti potlačení, odlehčení výbuchu, anebo proti vzniku požáru. Tyto zabezpečovací prvky jsou popisovány podrobněji v následujících kapitolách.

2.6.1. Protipožární ochrana strojů a zařízení

Celá technologie ecorec Česko s.r.o., včetně odsávacích jednotek SCHEUCH, je protipožárně zabezpečena za pomoci systému detekce a zhašení jisker (žhavých částic) technologie GreCon (obr. 2.7).

Základem systému zhašení jisker jsou vysoce citlivé optické detektory, jež reagují během několika milisekund na přítomnost žhavých jisker v dopravních systémech. Objeví-li se jiskry nebo žár, impuls detektoru okamžitě přijímá řídicí ústředna. Tato řídicí ústředna na základě elektronického rozboru během několika tisícín sekundy aktivuje rychloventil. Následně hasící trubice v dopravním systému vytvoří kuželovou mlhu hasícího média, kterou jsou nežádoucí jiskry a žhavé částice uhašeny. Po ukončení aktivace systému a účinnému odstranění nebezpečí se systém automaticky opět uvede do pohotovostního režimu [5].



obr. 2.7 – snímek instalované detekce a zhašení jisker GreCon

2.6.2. Protivýbuchová ochrana strojů a zařízení

Strojní zařízení a přilehlé technologie lze v průmyslu chránit různými způsoby. Pro ochranu jsou používány prostředky pro odlehčení výbuchu, zadržetí výbuchu, potlačení výbuchu a zabránění přenosu výbuchu. Ve společnosti ecorec Česko s.r.o. jsou použity kombinace těchto ochranných prvků.

a) Odlehčovací membrána

Membrána pro odlehčení výbuchu (obr. 2.8) je ochranné zařízení, určeno k ochraně průmyslových zařízení, u kterého hrozí nebezpečí výbuchu, a kde je možno vymežit ochrannou zónu, do které se zplodiny případného výbuchu bezpečně odvedou. Zařízení jsou vhodná zejména pro ochranu filtrů, zásobníků, mlýnů, drtičů, odlučovačů, cyklónů a ostatních zařízení, kde existuje riziko výbuchu. Za běžných provozních podmínek je únikový otvor na chráněném zařízení překrytý membránou. Při překročení provozní úrovně tlaku uvnitř zařízení dojde na jeho plášti k otevření membrán, a tím k odlehčení tlaku z ohroženého prostoru. Technologické zařízení je tak vystaveno tlaku nižšímu, než je jeho tlaková odolnost, a proto nedojde k jeho destrukci. [6]



obr. 2.8 – odlehčovací membrány umístěny na střeše FLS boxu

b) HRD systém

Potlačení výbuchu prachu je způsob ochrany průmyslových zařízení, při kterém je v uzavřené nebo téměř uzavřené nádobě detekován nárůst výbuchového tlaku, který je potlačen již v počáteční fázi. Hlavním cílem je zabránit vzniku škodlivých tlaků výbuchu, a tím eliminovat škody na technologii, minimalizovat náklady spojené s prostoji, a především ochránit lidské zdraví. Podstatou funkce HRD systému (obr. 2.9) je počátek výbuchu uvnitř zařízení následovaný rychlým vstříknutím hasícího média do prostoru postižené technologie. Právě tato reakční doba systému je nezbytná k účinnému potlačení výbuchu. Výbuchový tlak uvnitř zařízení je redukován na podstatně nižší hodnoty, než je jeho tlaková odolnost, a proto nedojde k jeho destrukci. [7]



obr. 2.9 – HRD bariéra namontována na zavážecím redleru

c) Protiexplozní komín

Funkce protiexplozních komínů (obr. 2.10) spočívá v tom, že za běžného pracovního procesu tvoří část potrubní trasy a proud se v protiexplozním komínu obrací, kde dále pokračuje. Za havarijního stavu plní funkci prvku, který výbuch šířící se v trase usměrní do bezpečnostní zóny [RSBP].



obr. 2.10 – protiexplozní komín na střeše FLS boxu

Za zařízení, která jsou chráněna protivýbuchovou ochranou, v této technologii, považujeme:

- Zavážecí redler značky DiMatteo — V rámci oddělení výbuchu z prostoru FLS boxu je na redlerovém dopravníku instalováno zařízení pro oddělení výbuchu — HRD bariera (obr. 2.9), od společnosti RSBP spol. s.r.o. V rámci tlakové odolnosti byly současně instalovány prvky pro uvolnění výbuchu — VMP (obr. 2.8), od společnosti RSBP spol. s.r.o. v celkovém počtu 3 ks.
- FLS Box — Na stropu FLS boxu jsou instalovány prvky protivýbuchové ochrany — zařízení na uvolnění výbuchu od společnosti RSBP spol. s.r.o., typ VMP (obr. 2.8), v celkovém

počtu 24 ks (12 ks/1 box). Tyto zařízení jsou opatřena indikací otevření.

- Filtrační jednotky SCHEUCH — všechny 4 ks filtračních jednotek SCHEUCH jsou opatřeny na skříních filtrů zařízeními na uvolnění výbuchu (6 ks / 1 filtrační jednotka) od společnosti BRILEX.

3. Návrh variant úprav technologické dispozice

V této kapitole je popisována problematika rizik z pohledu nebezpečí výbuchu prachů, plynů a par kapalin v průmyslových podnicích.

3.1. Legislativa v oblasti ochrany před výbuchem

V oblasti ochrany před výbuchem platí jednotná evropská legislativa. Tato závazná pravidla mají dvě základní úrovně.

Vrcholovou úrovní, která je platná pro všechny členské státy Evropské unie, je tzv. direktiva ATEX (z francouzského Atmosphère Explosive - výbušná atmosféra). Direktiva ATEX obsahuje dvě evropské směrnice, označené 94/9/EC - ATEX 100 (označuje se také ATEX 100a) a 99/92/EC (ATEX 137). Každý členský stát přijal tyto direktivy do svého právního řádu na úrovni zákona a mohl jejich dopady zpřísnit. V České republice jsou direktivy přijaty jako Nařízení vlády (ATEX 100 jako NV č. 23/2003 Sb. a ATEX 137 jako NV č. 406/2004 Sb.). Obě česká Nařízení vlády jsou přesnými překlady originálů. V České republice tedy neplatí přísnější pravidla než v jiných státech.

Druhou, nižší úrovní, jsou harmonizované technické normy, zabývající se výbuchem podrobněji. Základními normami v této oblasti jsou:

- Zákon č. 262/2006 Sb. - Zákoník práce.
- Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů.
- Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně.
- Zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon).
- Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)

- Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu.
- Nařízení vlády č. 405/2004 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístnění bezpečnostních značek a zavedení signálů.
- Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí.
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení.
- Nařízení vlády č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí.
- Nařízení vlády č. 23/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí nebezpečí výbuchu.
- Nařízení vlády č. 21/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky.
- Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístnění bezpečnostních značek a zavedení signálů.
- Vyhláška č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru.
- Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2009/104/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení při práci.
- ČSN EN 13463-1 Neelektrická zařízení pro prostředí s nebezpečím výbuchu - Část 1: Základní metody a požadavky.
- ČSN EN 60079-0 ed. 3 Výbušné atmosféry - Část 0: Zařízení - Obecné požadavky.

- ČSN EN 60079-10-2 Výbušné atmosféry - Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů - Výbušné atmosféry s hořlavým prachem
- ČSN EN 60079-14 ed. 3 Výbušné atmosféry - Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací.
- ČSN EN 60079-17 ed. 3 Výbušné atmosféry - Část 17: Revize a preventivní údržba elektrických instalací.
- ČSN EN 60079-29-2 Výbušné atmosféry - Část 29-2: Detektory plynů - Výběr, instalace, použití a údržba detektorů hořlavých plynů a kyslíku.
- ČSN 33 2030 Elektrostatika - Směrnice pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny.
- ČSN EN 1127-1 ed. 2 Výbušná prostředí - Prevence a ochrana proti výbuchu - Část 1: Základní koncepce a metodika.
- ČSN EN 62305-3 ed. 2 Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života.
- ČSN EN 1149-1 Ochranné oděvy - Elektrostatické vlastnosti - Část 1: Povrchový měrný odpor (zkušební metody a požadavky).

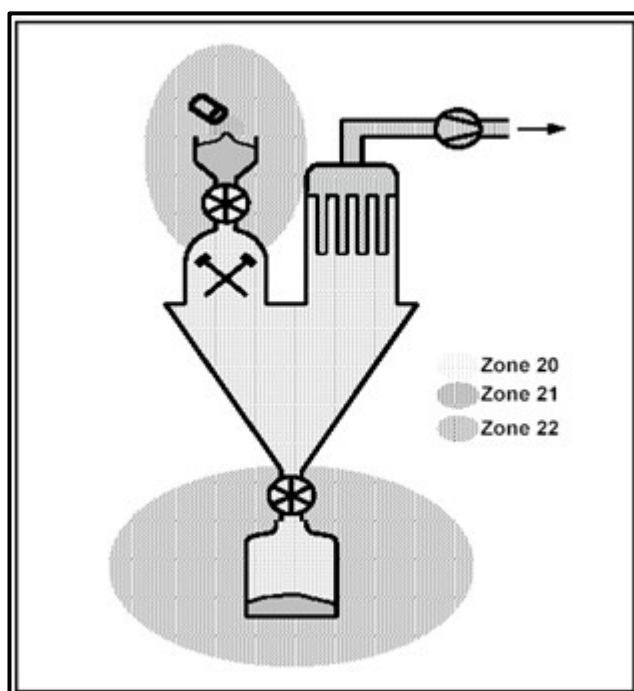
3.2. Prostory s nebezpečím výbuchu prachu

Prostor s nebezpečím výbuchu je prostor, ve kterém se výbušná atmosféra může vyskytnout v množství vyžadující opatření k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců [8].

Prostory s nebezpečím výbuchu (obr. 3.1) se zařazují do nebezpečných zón na základě četnosti výskytu výbušné atmosféry a doby jejího trvání [8]. V následujících bodech budou jednotlivé zóny blíže popsány:

- **Zóna 20** – prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořena oblakem zvířeného hořlavého prachu. Zároveň také platí, že je ve vzduchu přítomna trvale, po dlouhou dobu nebo často.

- **Zóna 21** – prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořena oblakem zvířeného hořlavého prachu, kde platí, že ve vzduchu vzniká v normálním provozu příležitostně.
- **Zóna 22** – prostor, ve kterém není pravděpodobný vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem zvířeného hořlavého prachu ve vzduchu za normálního provozu a pokud vznikne, je přítomna pouze po krátké časové období.



obr. 3.1 – ukázka principu značení prostor s nebezpečím výbuchu

3.3. Popis aktuální stavu prostor s nebezpečím výbuchu

V České republice se nebezpečné zóny klasifikují komisionálně na základě kvalifikovaných podkladů a to formou „Protokolu o určení vnějších vlivů“ podle platných ČSN, případně ČSN EN.

Firma ecorec Česko s.r.o. má zpracovanou Dokumentaci o ochraně před výbuchem z roku 2012. Její zpracovatel zde stanovil prostory s nebezpečím výbuchu v technologii a v okolí technologie.

Následující podkapitoly tyto prostory popisují.

3.3.1. Skladování odpadu

V kapitole 3.1 bylo popsáno skladování vstupního materiálu. Prostory s nebezpečím výbuchu byly na základě dokumentace o ochraně před výbuchem stanoveny následovně:

- **skladovací box nedrceného odpadu (zóna 22)** – zde se předpokládá vznik výbušné atmosféry při exportu odpadů z nákladních automobilů,
- **násypka primárního drtiče (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při vysypávání odpadů pomocí drapákového jeřábu do násypky drtiče.

3.3.2. Drtící linka

Dalším bod této dokumentace se zabývá prostory s nebezpečím výbuchu v drtící lince firmy ecorec Česko s.r.o. Mezi tyto prostory řadíme:

- **primární drtič JUPITER 3200 (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při drcení vstupního materiálu,
- **svodky v technologii dopravy (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při volném pádu dopravovaného drceného materiálu do následující technologie,
- **třídič těžké frakce HFS 1200 (zóna 21)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při chodu technologie a především vždy v době dávkování odsátého prachového materiálu z filtru SCHEUCH svodkou do třídiče,
- **sekundární drtič KOMET 2200 (zóna 21)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při drcení vstupního materiálu,
- **svodka dopravníkového pásu z primárního drtiče JUPITER 3200 do redleru s hadicovým filtrem SCHEUCH (zóna 21)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při přesypávání materiálu v době provozu a samospádu odloučeného prachu na hadicích filtru SCHEUCH v době oklepu,
- **svodka dopravního pásu s hadicovým filtrem SCHEUCH (zóna 21)**

– předpokládá se vznik výbušné atmosféry při přesypávání materiálu v době provozu a samospádu odloučeného prachu na hadicích filtru SCHEUCH v době oklepu,

- **redlerový dopravník TKF 630x39061 (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry pouze na vstupní, výstupní části a dalších částí díky částečnému rozvíření prachu do následujících prostor dopravníku,
- **svodka z redleru TKF do FLS boxu (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při výsypu všech frakcí materiálu z dopravníku do skladovacího betonového FLS boxu,
- **FLS box (zóna 21)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při plnění boxu nadrceným materiálem,
- **výstupní dvojšneky a následující redler (zóna 21)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při dávkování a dopravování materiálu do následující technologie,
- **svodky výstupních dvojšneků a redler (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při volnému pádu dopravovaného drceného materiálu do následující technologie,
- **zavážecí redler pro plnění do automobilu (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při volnému pádu dopravovaného drceného materiálu do následující technologie,
- **svodka zavážecího redleru s filtrem SCHEUCH (zóna 21)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při přesypávání materiálu do následující technologie – v prostoru svodky dochází k víření prachových podílů odsátých z filtru a
- **plnicí pás do automobilu (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při sypání materiálu do následující technologie – samospád materiálu všech frakcí.

3.3.3. Doprava k rotační peci:

V rámci posouzení prostor s nebezpečím výbuchu došlo i k posouzení dopravy výstupního materiálu k rotační peci. Tyto prostory jsou následující:

- **pásová váha (zóna 22)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při sypání materiálu na pásovou váhu a
- **svodky mezi zařízeními (zóna 21)** – předpokládá se vznik výbušné atmosféry při přesypávání materiálu do následující technologie – v prostoru svodky dochází k víření prachových podílů odsátých dávkovaným materiálem.

3.3.4. Odprašování – filtrační jednotky:

Závěrečným prostorem, který dokumentace o ochraně před výbuchem zohlednila, je prostor odprašování. Přesněji se jedná o filtrační jednotky, jež dopomáhají k cílenému odprašování. Předpokládaný vznik výbušné atmosféry je stanoven i zde:

- **odsávací potrubí – přívod do filtru (zóna 22)** – při přesypávání materiálu do následující technologie – v prostoru svodky.

3.4. Shrnutí stanovených prostor – návrh řešení

Stanovené prostory v řadě případů neobsahují logické a kvalifikované zdůvodnění stanovených prostor s nebezpečím výbuchu v souladu s požadavky platné legislativy a neopírají se o dostatek naměřených fyzikálních hodnot vlastností paliva zejména, co se týče zón v okolí zařízení.

Z těchto důvodů jsou dále popsány metody a nástroje pro snižování rizik v souladu s požadavky NV č. 406/2004 Sb. a některé zejména fyzikální vlastnosti paliva byly doplněny na základě provedených měření tak, aby mohlo dojít k revizi stanovených zón na základě těchto zjištěných skutečností a reálného provozního stavu zjištěného v rámci prohlídek.

3.5. Měření úrovně sedimentující prašnosti

Měření sedimentující prašnosti je jednou z metod snižování prostor s nebezpečím výbuchu. Toto měření se dá použít v okolí celé drtící linky, a především ve skladu nedrceného odpadu.

Účel měření:

- hlavním cílem je stanovení intervalů, četností úklidu prachu z důvodu naplnění požadavků Nařízení vlády č. 406/2004 Sb.

Přínos výsledků měření:

- stanovení četností úklidu v daných prostorách na základě výsledků měření, odstranění nebezpečných zón,
- úspora nákladů na zařízeních, které do prostor bez nebezpečí výbuchu nemusí být instalovány v nevýbušném provedení,
- nastavením správné četnosti úklidu v daných prostorách dojde k úspoře nákladů na úklidu,
- snížení rizika výbuchu a
- stanovení míst s nejvyšším zdrojem prachu.

Princip měření:

- rozmístění měřících vzorkovnic na vytipovaná místa,
- měření při chodu technologie alespoň 7 dní,
- sběr a vyhodnocení naměřených hodnot,
- výpočet intervalu úklidu s přihlédnutím na spodní mez výbušnosti prachu (tab. 3.1.).

tab. 3.1 – ukázka vyhodnocení měření sedimentující prašnosti

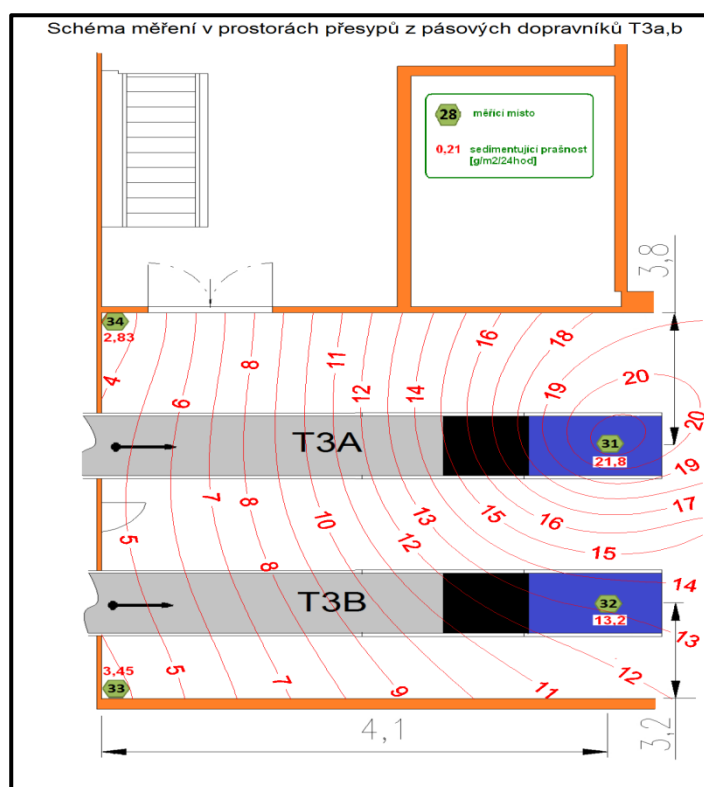
Číslo vzorkovnice	Doba odběru	Navážka	Prašný spad	Prašný spad	Výška prostoru	Koncentrace	Koncentrace	Doba dosažení LEL	Doba dosažení LEL	Perioda úklidu	Perioda úklidu
	t_1	g	S_{sk}	S	v	K_{sk}	K	I_{sk}	I	P_{sk}	P
	[hod]	[g]	[g.m ² /24hod]	[g.m ² /24hod]	[m]	[g.m ³ /24hod]	[g.m ³ /24hod]	[hod]	[hod]	[den]	[hod]
Meřící místa v prostoru hlubinného zásobníku okolo dopravníkového pásu č. 9											
4	168	0,093	2,78	18,54	2	1,39	9,27	880,45	132,07	25,68	92,45
5	168	0,179	5,35	35,68	2	2,68	17,84	457,44	68,62	13,34	48,03
6	168	0,069	2,06	23,10	2	1,03	11,55	1186,70	105,95	34,61	74,17
7	168	0,100	2,99	33,48	2	1,49	16,74	818,82	73,11	23,88	51,18
8	168	0,255	7,62	85,38	2	3,81	42,69	321,11	28,67	9,37	20,07
9	168	0,132	3,95	44,20	2	1,97	22,10	620,32	55,39	18,09	38,77

Místa měření:

- měření úrovně sedimentující prašnosti se nejčastěji provádí na zauhlovacích trasách elektráren a tepláren, drticích linkách, pil, mlýnů v cukrovarech atd.

Vyhodnocení:

- formou protokolu z měření se stanovením četnosti lhůt čištění v jednotlivých místech a s jedinečným grafickým znázorněním pomocí izochar (obr. 3.2) spojující místa se stejnou koncentrací prachu, ze kterých je jednoznačně identifikovatelné místo s nejvyšším zdrojem prašnosti.



obr. 3.2 – ukázka schématu měřených prostor s izočarami

3.6. Stupně úklidu dle ČSN EN 60079-10-2 [9]

Zařazování prostorů podle této normy je založeno na definicích zón. Jakékoliv nebezpečí od vrstev prachu má být posuzováno odděleně od oblaků prachu.

Vrstvy prachu představují tři nebezpečí:

1. Prvotní výbuch v budově může vést k víření vrstev v budově do oblaku a pak způsobit druhotný výbuch více nebezpečný než původní. Vrstvy prachu mají být vždy kontrolovány, aby bylo sníženo toto nebezpečí.

2. Vrstvy prachu mohou být vznikeny vyzařováním tepla ze zařízení, na kterém je uložena vrstva a může to být velmi pomalý proces.
3. Vrstvy prachu mohou být zvrženy do oblaku, vznikeny horkým povrchem a způsobit výbuch.

Tato nebezpečí závisí na vlastnostech prachu a tloušťce vrstev, která je ovlivňována povahou úklidu. Pravděpodobnost, že vrstva způsobí požár, může být ovlivňována správným výběrem zařízení a účinným systémem úklidu.

Samotná četnost úklidu (čištění) není dostatečná pro rozhodnutí, zda je ve vrstvě obsaženo omezené množství prachu tak, aby toto nebezpečí mohlo být pod kontrolou. Velký vliv má rychlost usazování prachu; například sekundární zdroj úniku s vysokou rychlostí usazování může vytvořit nebezpečnou vrstvu mnohem rychleji než primární zdroj úniku s nižší rychlostí usazování. Vliv úklidu (čištění) je proto mnohem důležitější, než jeho četnost.

Proto přítomnost a trvání prachové vrstvy závisí na:

- stupni úniku ze zdroje prachu,
- rychlosti, se kterou se prach usazuje a na
- účinnost úklidu (čištění).

Mohou být popsány tři úrovně úklidu:

- **Výborná:** vrstvy prachu jsou udržovány na zanedbatelné tloušťce nebo neexistují bez ohledu na stupeň úniku. V tomto případě bylo nebezpečí vzniku výbušné atmosféry s prachem v důsledku rozvíření vrstvy a nebezpečí požáru vrstvy vyloučeno;
- **Dobrá:** vrstvy prachu nejsou zanedbatelné, jsou však přítomny krátce (méně než jednu směnu). Prach je odstraňován dříve, než by mohlo dojít k požáru;
- **Špatná:** vrstvy prachu nejsou zanedbatelné a jsou přítomny déle než jednu směnu. Nebezpečí požáru může být významné a mělo by být omezeno výběrem zařízení podle EN 60079-14.

Špatný úklid, společně s podmínkami vytvářejícími oblaka prachu z usazených vrstev, by měl být vyloučen. Jakékoliv podmínky, které mohou

vytvářet oblaka prachu (například při vstupu někoho do místnosti) musí být zohledněny při zařazování nebezpečných prostorů.

3.7. Požárně technické charakteristiky

Každá výbušná atmosféra je charakteristická svými vlastnostmi ve vztahu k výbuchu či požáru. Tyto charakteristiky jsou pro každou látku specifické, ovšem mohou se měnit na základě skutečných podmínek, ve kterých výbušná atmosféra existuje. Výbuchové charakteristiky jsou obsahem kapitoly č. 9 bezpečnostního listu látky, pokud jsou známy či mají relevantní význam pro danou látku. Tyto charakteristiky jsou stanoveny laboratorním rozbořem a jsou vždy vztaženy k normálním atmosférickým podmínkám:

- teplota 20°C,
- tlak 1013 hPa,
- nulová vlhkost,
- extrémně nízká zrnitost (u prachů),
- čistota přes 99% atd..

V praxi se však mohou výbuchové charakteristiky měnit, a to jak k horšímu, tak k lepšímu, v závislosti na skutečných podmínkách v daném provozu.

Pokud je výbušná atmosféra tvořena směsí prachů, je jako rozhodný použit ten, který má horší výbuchové charakteristiky. Pokud jsou např. u směsi dvou prachů parametry rozdílné tak, že prach A má horší některé výbuchové parametry a prach B ty ostatní, použijí se vždy ty horší parametry toho z prachů, které jsou pro dané zkoumání relevantní.

3.7.1. Převzaté charakteristiky

V Dokumentaci o ochraně před výbuchem je zmíněna požárně-technická charakteristika pro alternativní paliva č. PTCH 01448 (tab. 3.2).

tab. 3.2 – požárně- technická charakteristika z Dokumentace o ochraně před výbuchem [2]

Parametr	Značení [Jednotka]	Výsledky
Vlhkost	[% hm.]	cca 4,8
Střední velikost zrna	ds [mm]	<0,04
Spodní mez výbušnosti	C _{min} [g.m ⁻³]	130
Minimální teplota vznícení usazeného prachu	T _{VZUS} [°C]	320
Minimální teplota vznícení rozvířeného prachu	T _{VZROZ} [°C]	490
Maximální výbuchový tlak	P _{MAX} [bar]	9,4
Minimální iniciační energie	E _{min} [mJ]	2000
Konstanta K _{st} dle ČSN EN 14 034-2 (maximální rychlost nárůstu tlaku v objemu 1m ³)	K _{ST} [bar. m.s ⁻¹]	37
Třída výbušnosti	—	St 1

3.7.2. Stanovené charakteristiky

Při prohlídce drtící linky byly odebrány vzorky drceného materiálu a vzorky usazených prachových vrstev. Následně byly tyto vzorky podrobeny níže popsaným zkouškám. Stanovování parametrů bylo prováděno v prostorách laboratoří společnosti COUP OSTRAVA s.r.o.. Kompletní protokol z měření je umístěn v příloze A. této diplomové práce.

Cílem stanovení bylo doplnit údaje o vlastnostech materiálů pro návrh revize stanovených zón a ověření některých výbušných vlastností.

a) Stanovení podílu prachových částic v drceném materiálu

Z odebraného vzorku prachu z prostor FSL boxu byl proveden rozbor pro stanovení prašného podílu (tab. 3.3) ve finální frakci drceného materiálu. Toto stanovení bylo prováděno na síťovacím zařízení RETSCH AS 2000 basic. Jako prach lze považovat částice menší než 0,5 mm. Podstatný vliv na výbušnost prachů má velikost částic, které jej tvoří. Čím jsou částice menší, tím více se snižuje teplota jejich vznícení, a tak se může stát, že i látka, která jev kompaktním stavu za normálních podmínek nehořlavá, ve formě prachu velice dobře hoří a vybuchuje.

tab. 3.3 – tabulka stanovení podílu prachových částic

Síto [mm]	Prázdné síto [g]	Síto po přesítí [g]
0,425	316,744	672,663
0	350,202	368,955
Podíl prachových částic:		5,00%

Z výsledku měření vyplývá, že zkoušený vzorek drceného materiálu obsahuje 5% hm. prachových částic. Tyto hodnoty se samozřejmě mohou měnit podle charakteru drceného materiálu.

b) Stanovení sypné hustoty drceného materiálu

Stanovení sypné hustoty (tab. 3.4) bylo prováděno na základě normy ČSN EN 725-8.

tab. 3.4 – tabulka stanovení sypné hustoty

Objem válce [cm ³]:	250
Hmotnost prázdného odměrného válce [g] :	230,483
Hmotnost naplněného odměrného válce [g]:	248,750
	249,580
	249,386

Z výsledku měření vyplývá, že zkoušený vzorek drceného materiálu má sypnou hustotu 80 kg.m⁻³. Tyto hodnoty se samozřejmě mohou měnit podle charakteru drceného materiálu.

c) Výbuchové charakteristiky drceného materiálu

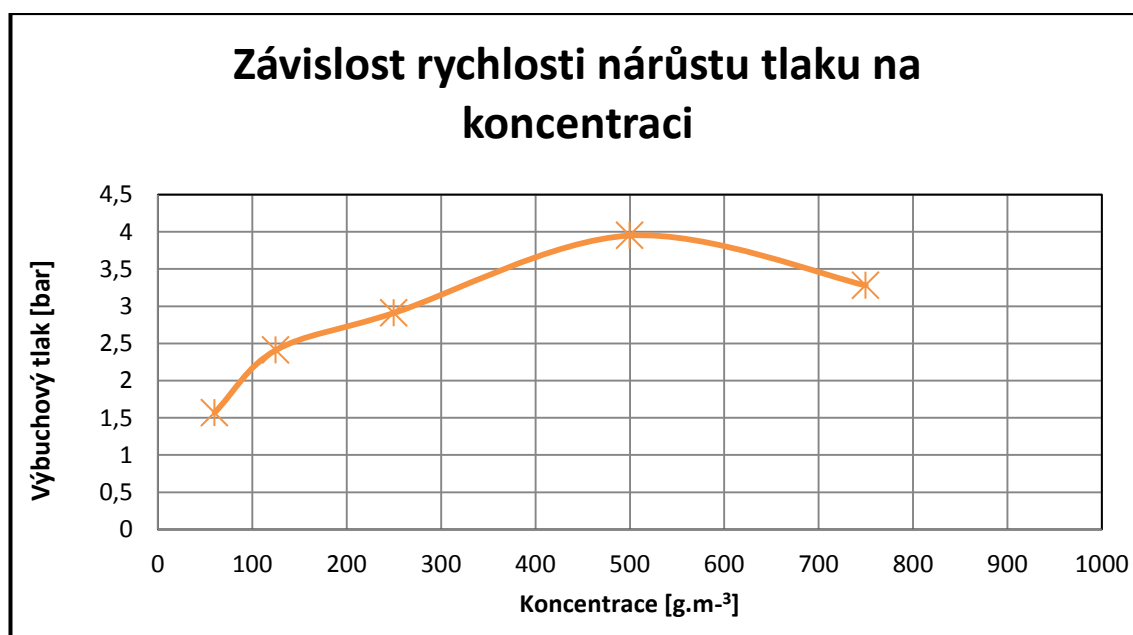
Aby bylo možno navrhnout účinná protivýbuchová opatření, je třeba znát další údaje o výbušnosti daného prachu, jako jsou maximální výbuchový tlak, p_{max} , který se při výbuchu dané látky vyvine, rychlost nárůstu tlaku po iniciaci $(dp/dt)_{max}$.

Hodnoty výbuchových parametrů (tab. 3.5) jsou nezbytné pro kvalifikovaný výpočet a návrh prvků protiexplozní ochrany (membrány, ventily).

tab. 3.5 – tabulka stanovení výbuchových parametrů

Měření č.	Navážka [g]	Koncentrace [g.m ⁻³]	Počáteční teplota T _i [°C]	Počáteční tlak p _i [bar]	Doba zpoždění iniciace [ms]	Výbuchový tlak p _{ex} [bar]
1.	0,081	60	21	0,955	60	1,57
2.	0,169	125	21	0,955	60	2,41
3.	0,338	250	20	0,955	60	2,91
4.	0,675	500	22	0,955	60	3,95
5.	1,013	750	20	0,955	60	3,28

Maximální výbuchový tlak (obr. 3.3) zkoušeného prachu je 3,95 bar. Hodnota kubické konstanty je 3,37 bar.m.s⁻¹. Maximální rychlost nárůstu tlaku 30,56 bar.s⁻¹. Vzorek prachu je zaříděn do skupiny St1.



obr. 3.3 – graf znázorňující závislost rychlosti nárůstu tlaku na koncentraci

d) Stanovení spodní meze výbušnosti

Stanovení spodní meze výbušnosti (tab. 3.5) bylo prováděno na základě normy ČSN EN 14 034-3+A1. Tento parametr hodnotí nejnižší možnou výbušnou koncentraci prachu ve vznosu.

tab. 3.5 – tabulka stanovení spodní meze výbušnosti

Měření	g. m ⁻³	Navážka g	Výbušná koncentrace
1.	500	0,675	ANO
2.	250	0,3375	ANO
3.	125	0,16875	ANO
4.	60	0,081	ANO
5.	30	0,0405	NE
6.	45	0,06075	ANO
7.	38	0,0513	NE
8.	42	0,0567	NE
9.	42	0,0567	NE
10.	42	0,0567	NE

Spodní mez výbušnosti je $45 \text{ g.m}^{-3} \pm 10\%$.

3.8. Prvky hodnocení rizik

Pro každou jednotlivou situaci podle EN ISO 14121-1 musí být provedeno hodnocení rizik, které jsou v normě blíže rozvedeny [10].

Jedná se o:

- a) identifikaci nebezpečí,
- b) určení, zda je pravděpodobný výskyt výbušné atmosféry a její rozsah,
- c) určení přítomnosti a pravděpodobný výskyt zdrojů iniciace, které jsou schopné vznítit výbušnou atmosféru,
- d) určení možných účinků výbuchu,
- e) ohodnocení rizika a
- f) zvážení ochranných opatření pro omezení rizika.

Musí být zvolen komplexní přístup, zvláště pro složitá zařízení, ochranné systémy a součásti, provozy obsahující jednotlivé jednotky a především pro rozsáhlé provozy.

3.9. Stanovení přítomnosti účinných zdrojů iniciace

Hodnocení, zda se vyskytuje výbušná atmosféra v nebezpečném množství, závisí na možných účincích výbuchu.

Musí být porovnána iniciační schopnost zdroje iniciace s vlastnostmi hořlavé látky. Musí být ohodnocena pravděpodobnost vzniku účinných zdrojů iniciace, přičemž je nutné uvažovat i se zdroji, které mohou vznikat například při údržbě a čištění.

Aby byl vyloučen vznik účinného zdroje iniciace, mohou být použita ochranná opatření. Pokud nemůže být odhadnuta možnost výskytu účinného zdroje iniciace, musí se uvažovat trvalá přítomnost zdroje iniciace [11]. Zdroje iniciace kvalifikujeme podle jejich výskytu takto:

- a) zdroje iniciace, které se vyskytují často,
- b) zdroje iniciace, které se mohou vyskytnout zřídka a
- c) zdroje iniciace, které se mohou vyskytnout velice zřídka.

Dále zdroje iniciace kvalifikujeme dle výskytu v provozních podmínkách:

- a) zdroje iniciace, které se mohou vyskytnout při běžném provozu,
- b) zdroje iniciace, které se mohou vyskytnout jako výsledek selhání a
- c) zdroje iniciace, které se mohou vyskytnout jako výsledek výjimečných selhání.

3.10. Zdroje iniciace

V současné době je známo třináct zdrojů iniciace, které mohou vznítit výbušnou směs. Popis jednotlivých zdrojů iniciace je uveden v Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. Dále v této diplomové práci jsou uvažovány pouze aktivní zdroje iniciace, které se mohou vyskytnout při provozu technologie.

Mezi aktivní iniciační zdroje se řadí:

- statické elektřina,
- mechanická jiskra,

- blesk,
- plameny a žhavé částice a
- elektrická jiskra.

4. Výběr optimální varianty technologických úprav

Na částech technologie byl proveden návrh úprav na zařízeních z pohledu snížení výskytu prostor s nebezpečím výbuchu. Tato kapitola popisuje možné změny a úpravy v technologii, které šetří náklady na provoz zařízení.

4.1. Technologické úpravy na odprášení drtící linky

Celou technologii drtící linky společnosti ecorec Česko s.r.o. odsává celkem čtveřice filtrů SCHEUCH. Takto odsátý jemný prach je zpátky dávkován rotačním podavačem přes svodky zpátky do technologie.

1. Prach z filtru č. 1 se vrací zpátky za pomoci svodky na dopravníkový pás před pneumatický separátor
2. Prach z filtru č. 2 se vrací zpátky za pomoci svodky přímo do pneumatického separátoru
3. Prach z filtru č. 3 se vrací zpátky za pomoci svodky na pásový dopravník umístěný za sekundárními drtiči KOMET 2200
4. Prach z filtru č. 4 se vrací zpátky za pomoci svodky na vyvážecí redler za šnekovými dopravníky

Stanovení prostředí s nebezpečím výbuchu uvnitř odsávacího potrubí filtrů a na špinavé straně filtru je zcela v pořádku.

Jelikož rotační podavače pod filtry dávkují odsátý jemný prach, zpátky do technologie, dochází k jeho kumulaci, a následně k jeho dalšímu víření na dopravních zařízeních. Z tohoto důvodu by bylo vhodnějším řešením jeho doprava co nejbliže k peci, kde dojde k jeho spálení.

4.1.1. Úprava svodek z rotačních podavačů

Z výsledku měření podílu prachových částic (tab. 3.3) v drceném a dopravovaném materiálu vyplývá, že množství prachových částic není zanedbatelné. Pro snížení prašnosti v celé technologii drtící linky se doporučuje odsátý prach jímat do samostatných uzavřených kontejnerů nebo big bagů. Po naplnění kontejneru by se tyto měly následně likvidovat (prodej) nebo spalovat v rotační peci

dávkováním na vstup. Toto řešení by si zřejmě vyžádalo náročnější technologickou úpravu na vstupu do rotační pece, kde by se muselo dle množství prachu zajistit jeho skladování v mezizásobníku a přes dávkovací zařízení jeho následné dávkování do pece. Tímto opatřením se výrazně zvýší účinnost odsávání, a tím i konečný stav prašnosti.

Samozřejmě ideálním řešením by byla např. následná pneumatická doprava prachu pod turnikety do prachového zásobníku před pecí a odsud následně dávkování do pece.

Tímto opatřením dojde k výraznému snížení prašného podílu i uvnitř technologie.

Po technologických úpravách odvádění prachu z filtrů lze překlasifikovat stávající stanovené prostředí uvnitř pneumatického separátoru (zóna 21) na prostředí bez nebezpečí výbuchu a uvnitř sekundárních drtičů na zónu 22 případně bez nebezpečí výbuchu.

4.1.2. Opatření ke snížení výskytu výbušné atmosféry v uvnitř části technologie separátorů a drtičů

Po technologických úpravách svodek z filtrů je možné stanovit uvnitř pneumatického separátoru a uvnitř drtičů prostředí bez nebezpečí výbuchu. Prašný podíl by byl rapidně snížen odvodem odprášeného materiálu mimo technologii.

4.2. Úprava FSL boxu

4.2.1. Technologické úpravy na FSL boxech a zabránění iniciace

FSL boxy slouží jako sklad nadrceného finálního materiálu, který je následně dodáván do společnosti Holcim Česko a.s.. Oba dva FSL boxy jsou vyrobeny z betonu. Jako řešení zvětšení tlakové odolnosti může být vystlání FSL boxu ocelovou konstrukcí, která bude deklarovat potřebnou tlakovou odolnost.

Na boxech jsou instalovány prvky protivýbuchové ochrany, která má za úkol chránit boxy a přilehlou technologii. V celém prostoru FLS boxu je stanoveno prostředí s nebezpečím výbuchu zóna 21.

Jako jediný uvažovaný zdroj možné iniciace v prostoru FSL boxu se jeví samovznícení materiálu. Ostatní zdroje vznícení nejsou uvažovány, jelikož všechna zařízení uvnitř boxu jsou v nevybušném provedení. V DOPV je v části požárně-technické parametry látek zmíněn sklon materiálu k samovznícení. Toto není blíže specifikováno. Proto se doporučuje stanovit termogravimetrickou zkoušku sklony k samovznícení a provést rozbor plynných produktů materiálu z FSL boxu. Ze znalosti těchto parametrů lze nastavit kvalitně CO čidla.

1. Instalace termovizních kamer a detekce CO - k větracím otvorům se doporučuje instalace termovizních kamer s ofukem pro snímání povrchu uloženého materiálu. Termovizní kamery mají za úkol detekovat vznik horkých ložisek při samovznícení materiálu. Další zvýšení bezpečnosti v FSL boxech je instalace detekce CO. Toto řešení zahrnuje odstranění iniciace v FSL boxech a je předpokladem pro bod. 2 a 3.
2. Odstranění HRD systému proti potlačení výbuchu (obr. 2.9) - zabezpečení proti potlačení výbuchu musí být vždy instalováno na uzavřené technologické systémy, jako jsou např. mlýny, filtry a elevátory. Ve stadiu rozvoje výbuchu dojde k detekci jeho tlakových nebo optických projevů a k následnému vnesení hasiva přímo do chráněného zařízení. Tím se zastaví proces hoření a také růst tlaku. Zařízení je tak vystaveno tlaku nižšímu, než je jeho tlaková odolnost, a proto nedojde k jeho destrukci. HRD bariéra je umístěna na redlerovém dopravníku, který ústí do FSL boxu, který není uzavřený. Z tohoto důvodu lze předpokládat nezafungování při nárůstu tlaku. Náklady na tato zařízení jsou poměrně vysoká a funkčnost v případě této instalace není volena správně.
3. Odstranění odlehčovacích membrán (obr. 2.8) – na každém FSL boxu je instalováno 12 ks odlehčovacích průtržných membrán s detekcí otevření. Další dvě membrány jsou instalovány na výstupní části zavážecího redleru. Odlehčovací membrána slouží k uvolnění narůstajícího tlaku při explozi v uzavřených technologiích. Na každém FSL boxu jsou umístěny 4 ks větracích otvorů (obr. 4.1). Dále na jsou do FSL boxů instalovány jedny dveře pro vstup pracovníka a jedny dveře pro vjezd nakladače. V případě výbuchu uvnitř prostoru FSL boxu lze

předpokládat nezafungování odlehčovacích membrán, z důvodu úniku tlaku a plamene skrz tyto odvětrávací otvory, popřípadě dveře. Pro jistou funkci membrán je nutno utěsnit odvětrávací otvory, a dále průchodky řetězů, na kterých je zavěšen reclaimér. V případě této úpravy lze předpokládat rapidní zhoršení zapařování materiálu. Z tohoto důvodu se doporučuje instalace termovizních kamer a detekce, viz bod 1.



obr. 4.1 – pohled na odvětrávací otvory umístěné na střeše FSL boxů
v celkovém počtu 8ks

4.3. Snížení prostor s nebezpečím výbuchu v skladu nedrceného materiálu

V prostoru skladu nedrceného materiálu je stanoveno prostředí s nebezpečím výbuchu zóna 22. Proto celý tento prostor musí být vybaven vhodnými elektrickými i neelektrickými zařízeními do prostředí s nebezpečím výbuchu podle platné legislativy.

4.3.1. Opatření ke snížení výskytu výbušné atmosféry ve skladu nedrceného materiálu

Aby mohlo být prostředí s nebezpečím výbuchu odstraněno je nutno stanovit periodiku úklidu z celého prostoru skladu, viz princip měření v kapitole 3.4.

Při prohlídce prostor bylo značně viditelné, že úklid není dostatečný (obr. 4.2). Vrstvy prachu se nacházely na konstrukcích, pochozích lávkách a stěnách skladu. V případě použití tohoto opatření není jisté, zda zóna bude odstraněna, jelikož perioda úklidu může vyjít v řádech dní a nebude možné ze strany provozovatele úklid provádět z důvodu pracovních kapacit.



obr. 4.2 – sediment prachu na zábradlí u pochozí lávky v skladu nedrceného odpadu

Jako další opatření pro možnost odstranění prostředí s nebezpečím výbuchu je úprava stěn skladu, tak aby na nich nebyly vytvářeny sedimenty prachu. Jelikož betonové konstrukce jsou velice pórovité, doporučuje se obalení stěn skladu vhodným materiálem, např. plechem. Na další konstrukce, kde je možnost usazování sedimentujícího prachu se doporučuje instalace plechových stříšek, aby prach mohl padat do dolní části skladu a znemožňoval usazování.

Velký problém ve skladu nedrceného odpadu může být samovznícení naskladněného materiálu. Doporučuje se proto provádět měření žhavých ložisek za pomoci termovizní kamery. V případě nálezu žhavého ložiska je nutno přednostně tento materiál ze skladu odstranit za pomoci jeřábového drapáku, a následně jej vyvést na vhodné místo.

V případě najíždění nákladních vozů k vratům skladu se doporučuje při vykládání vstupního materiálu vypnutí motoru vozidla, z důvodu úniku horkých zplodin z výfukové části do skladu.

4.4. Hodnocení rizik iniciace po navržených úpravách

Hodnocení rizik iniciace

Objekt: Skladování odpadu					
Explosivní atmosféra		Iniciační zdroje		Opatření k zabránění iniciace	Riziko výbuchu
Stav materiálu	Četnost výskytu/místo	Typ	Příčina	(Přijatá - normální text, nepřijatá - kurzíva)	Přítomnost inic. zdroje (ANO/NE)
Drcený odpad	zóna 22 skladovací box nedrceného odpadu	Elektrická jiskra	1) Elektrické zařízení nevhodné kategorie (měření hladiny...)	1) Zařízení kategorie II 3D Ex ... IIIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV 23/2003 Sb (94/9/EC). Provádění pravidelné revize dle ČSN EN 60079-17 ed. 3.	NE
		Plameny, žhavé částice	1) Cigareta, zápalky,	1) Zákaz kouření, pravidelné školení obsluhy 2) <i>Měření sedimentující prašnosti a stanovení periodiky úklidu</i>	NE

Objekt: Drtící linka					
Explosivní atmosféra		Iniciační zdroje		Opatření k zabránění iniciace	Riziko výbuchu
Stav materiálu	Četnost výskytu/místo	Typ	Příčina	(Přijatá - normální text, nepřijatá - kurzíva)	Přítomnost inic. zdroje (ANO/NE)
Drcený odpad	zóna 22 svodky	Elektrostatika	1) Neuzemnění	1) Uzemnění svodek	NE

Objekt: Skladování a nakládka drcených odpadů

Explosivní atmosféra		Iniciační zdroje		Opatření k zabránění iniciace	Riziko výbuchu
Stav materiálu	Četnost výskytu/místo	Typ	Příčina	(Přijatá - normální text, nepřijatá - kurzíva)	Přítomnost inic. zdroje (ANO/NE)
Drcený odpad	zóna 21 FLS box	Elektrická jiskra	1) Elektrické zařízení nevhodné kategorie.	1) Zařízení kategorie II 3D Ex ... IIIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV č. 23/2003 Sb. (94/9/EC). Provádění pravidelné revize dle ČSN EN 60079-17 ed. 3.	NE
	zóna 21 výstupní dvojšneky a redler	Mechanická jiskra Horký povrch Elektrostatika	1) Neelektrické zařízení nevhodné kategorie.	<i>1) Redler kategorie II 3D ... IIIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV 23/2003 Sb (94/9/EC).</i> Opatření: <i>Doložit kategorii redleru nebo provést hodnocení rizik dle ČSN EN 13463-1, ČSN EN 1127-1.</i> <i>1) Šnekový dopravník kategorie II 3D ... IIIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV 23/2003 Sb (94/9/EC).</i> Opatření: <i>Doložit kategorii šnekového dopravníku nebo provést hodnocení rizik dle ČSN EN 13463-1, ČSN EN 1127-1.</i>	ANO
		Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění redleru.	NE
	zóna 21 Svodky výstupních dvojšneků a redler	Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění svodek.	NE
	zóna 22 Zavážecí redler pro plnění do automobilu	Mechanická jiskra Horký povrch Elektrostatika	1) Neelektrické zařízení nevhodné kategorie.	<i>1) Redler kategorie II 3D ... IIIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV č. 23/2003 Sb.(94/9/EC).</i> Opatření: <i>Doložit kategorii redleru nebo provést hodnocení rizik dle ČSN EN 13463-1, ČSN EN 1127-1.</i>	ANO
		Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění redleru.	NE
	zóna 21 svodka zavážejícího redleru s filtrem SCHEUCH	Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění svodek.	NE
zóna 22 plnicí dopravní pás do automobilu	Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění svodek.	NE	

Objekt: Skladování a nakládka drcených odpadů					
Explosivní atmosféra		Iniciační zdroje		Opatření k zabránění iniciace	Riziko výbuchu
Stav materiálu	Četnost výskytu/místo	Typ	Příčina	(Přijatá - normální text, nepřijatá - kurzíva)	Přítomnost inic. zdroje (ANO/NE)
Drcený odpad	zóna 22 Redlerový dopravník TKF 630x39061	Mechanická jiskra Horký povrch Elektrostatika	1) Neelektrické zařízení nevhodné kategorie	1) Redler kategorie II 3D ... IIIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV 23/2003 Sb (94/9/EC). Opatření: Doložit kategorii drtiče nebo provést hodnocení rizik dle ČSN EN 13463-1, ČSN EN 1127-1.	ANO
		Žhavé částice	Zavedení zdroje iniciace (jiskra, plamen,...) z předchozí technologie	Protivýbuchová ochrana drtiče viz DOPV.	NE
		Elektrostatika	Neuzemnění	Uzemnění redleru	NE
	zóna 21 svodka z redleru do FLS boxu	Elektrostatika	Neuzemnění	Uzemnění svodek	NE

Objekt: Doprava k rotační peci					
Explosivní atmosféra		Iniciační zdroje		Opatření k zabránění iniciace	Riziko výbuchu
Stav materiálu	Četnost výskytu/místo	Typ	Příčina	(Přijatá - normální text, nepřijatá - kurzíva)	Přítomnost inic. zdroje (ANO/NE)
Drcený odpad	zóna 22 pásová váha	Mechanická jiskra Horký povrch Elektrostatika	1) Neelektrické zařízení nevhodné kategorie.	1) Pásová váha kategorie II 3D ... IIIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV č. 23/2003 Sb. (94/9/EC). Opatření: Doložit kategorii pásové váhy nebo provést hodnocení rizik dle ČSN EN 13463-1, ČSN EN 1127-1.	ANO
		Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění redleru.	NE
	zóna 21 svodky mezi zařízeními	Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění svodek.	NE

Objekt: Odprašování					
Explosivní atmosféra		Iničiační zdroje		Opatření k zabránění iniciace	Riziko výbuchu
Stav materiálu	Četnost výskytu/místo	Typ	Příčina	(Přijátá - normální text, nepřijátá - kurzíva)	Přítomnost inic. zdroje (ANO/NE)
Drcený odpad	zóna 22 odsávací potrubí	Elektrostatika	1) Neuzemnění nevodivých částí.	1) Uzemnění + pravidelné revize dle platných norem.	NE
		Žhavá částice	1) Nasátí žhavé částice.	1) Detekce a hašení jisker a žhavých částic GreCon. 2) Zákaz nasátí žhavé částice + školení obsluhy.	NE
	zóna 20 špinavá strana filtru	Žhavá částice	1) Nasátí žhavé částice.	1) Odlehčovací membrána BRILEX, <i>doložit ES prohlášením o shodě dle NV č.23/2003 Sb. (94/9/EC).</i> 2) Zákaz nasátí žhavé částice + školení obsluhy.	NE
		Elektrostatika	1) Neuzemnění nevodivých částí.	1) Uzemnění + pravidelné revize dle platných norem. 2) Filtrační tašky elektrostaticky vodivé .	NE
		Elektrická jiskra	1) Nevhodná kategorie elektrických zařízení.	1) Použití elektrických zařízení kategorie II 3D Ex ... IIC 245°C s ES prohlášením o shodě dle NV č. 23/2003 Sb. (94/9/EC).	NE
	zóna 22 svodka z výsypky filtru přes rotační podavač do technologie	Elektrostatika	1) Neuzemnění.	1) Uzemnění svodek.	NE

5. Návrh optimálního značení prostor s nebezpečím výbuchu

Bezpečnostní tabulky musí označovat všechna rizika na mechanických strojích nebo elektronických zařízeních. Bezpečnostní tabulky, značky a značení musí plně odpovídat technickým a právním předpisům, jako Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, ve znění Nařízení vlády č. 405/2004 Sb. (obr. 5.1.).

Značky výstrahy mají trojúhelníkový tvar s černým piktogramem na žlutém pozadí s černým okrajem (obr. 5.1). Černý piktogram s černým okrajem zaujímá nejméně 50 procent plochy značky. Vyobrazení značky "Nebezpečí - výbušné prostředí" bylo nahrazeno vyobrazením trojúhelníkového tvaru s nápisem EX.



obr. 5.1 – správné a dostačující značení prostor s nebezpečím výbuchu

5.1. Používané barvy a tvary bezpečnostních značek

Barvy bezpečnostních tabulek a značek jsou určeny normou ČSN ISO 3864-1. Norma stanovuje bezpečnostní identifikační barvy a zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostního značení k použití na pracovištích a ve veřejných prostorech za účelem prevence nehod, požární ochrany, informací o zdravotním riziku a o nouzové evakuaci.

5.2. Umístění bezpečnostních značek

Umístění bezpečnostních tabulek má být podřízeno zejména požadavku na včasné a zřetelné upozornění na nebezpečí či možná pracovní rizika a na zásadu, že osoba nacházející se v ohroženém prostoru musí bezpečně a nejkratší cestou tento prostor opustit tak, aby byla v bezpečí v nezbytném čase určeném pro opuštění ohroženého prostoru. Při rozmisťování bezpečnostních tabulek a značení je nutné zvážit uspořádání prostor, s ohledem na světelně-technické podmínky prostoru a na počet osob, které se v takovém prostoru zdržují.

5.3. Doporučené formáty bezpečnostních tabulek

Velikost bezpečnostních tabulek a značek je odvozena a přizpůsobena danému použití (obr. 5.2). Musí být snadno rozpoznatelné a musí v maximální možné míře varovat před rizikem a zabránit tak možnému úrazu. Žádný obecně závazný právní předpis nestanovuje konkrétní určitou velikost použité značky nebo tabulky a zaměstnavatel si musí sám, na základě analýzy možných rizik, určit kde, pro koho a s jakým cílem bude bezpečnostní tabulka použita a jak bude nejlépe zaručena její viditelnost.

K zachování dostatečné viditelnosti a rozpoznatelnosti vzhledem k pozorovací vzdálenosti je důležitá především správná volba velikosti instalované bezpečnostní tabulky nebo značky.



obr. 5.2 – možné doplňkové značky prostor s nebezpečím výbuchu

5.4. Návrh značení prostor s nebezpečím výbuchu v drtící lince

V této kapitole jsou umístěny návrhy bezpečnostních tabulek, které je vhodné umístit na doporučená místa.

5.4.1. Sklad nedrceného odpadu

Navržená bezpečnostní tabulka (obr. 5.3) se doporučuje umístit viditelně na místa:

1. Na vstupní dveře vedoucí na pochozí lávky (horní část skladu) v skladu nedrceného odpadu.
2. Na každou zeď mezi zvedacími vraty do boxu.
3. Na vstupní dveře sloužící pro vjezd nakladače do skladu (u primárního drtiče).



obr. 5.3 – návrh bezpečnostní tabulky pro umístění na vstupy do haly nedrceného odpadu

5.4.2. FSL boxy

Navržená bezpečnostní tabulka (obr. 5.4) se doporučuje umístit viditelně na místa:

1. Na vstupní dveře umístěny nad dvojšneky.
2. Na vstupní dveře sloužící pro vjezd nakladače do skladu.
3. Na vstupní dveře sloužící pro vjezd nakladače do skladu.
4. Na zábrany u vstupu na střechu FSL boxu.



obr. 5.4 – návrh bezpečnostní tabulky pro umístění na vstupy do FSL boxů

6. Popis zbytkových rizik na pracovišti

Účelem provádění hodnocení rizik na pracovišti je vytvořit podklady, které umožní zaměstnavateli stanovit opatření nutná pro ochranu bezpečnosti a zdraví jeho zaměstnanců, a které mají za cíl předcházet rizikům, odstraňovat je, anebo minimalizovat působení neodstranitelných rizik.

Postup pro hodnocení rizik spočívá v provedení následujících kroků:

1. Vymezení pracovního systému, kde budeme provádět hodnocení rizik.
2. Vyhledání (identifikace) nebezpečí.
3. Stanovení / ocenění rizik.
4. Hodnocení rizik.
5. Odstranění / omezení rizik (tzn. přijetí opatření k odstranění nebo omezení rizik).
6. Pravidelné hodnocení rizik.
7. Projednání zjištěných rizik se zaměstnanci.

Smyslem celého postupu je získat přehled o rizicích v celém pracovním systému (podniku) a to tím, že provedeme hodnocení rizik postupně na jednotlivých pracovištích, pracovních místech a prostorech (uvnitř budovy a v areálu podniku). Dosažené hodnoty pak charakterizují rozložení rizik v celém pracovním systému (podniku) a umožňují vytipovat nejzávažnější rizika, na která by se měl zaměstnavatel soustředit v první řadě.

6.1. Popis ostatních rizik na pracovišti drtící linky

Zde budou popsány další možná rizika na pracovišti společnosti ecorec Česko s.r.o.:

1. Vtažení, sevření a zachycení končetiny rotujícími částmi zařízení.
2. Pád pracovníka z konstrukce dopravního zařízení.
3. Zasažení pracovníka uvolněnou částí dopravního systému.
4. Uklouznutí, zakopnutí a pád pracovníka.
5. Prašnost a respirační nebezpečí při vdechnutí rozvířeného prachu.
6. Snížení viditelnosti.
7. Pád předmětu a materiálu z výšky na pracovníka.
8. Práce v nepřírodných polohách.
9. Pořezání a píchnutí o hrany plechů.
10. Magnetická pole.
11. Zasažení pracovníka elektrickým proudem.
12. Úraz oka nárazem úlomku či střepe.
13. Přejetí koly či nakladačem.
14. Únik vysokotlaké kapaliny a zasažení pracovníka.
15. Zasažení bleskem.

7. Závěr

Hlavním cílem diplomové práce byl návrh úprav technologické dispozice a značení prostor s nebezpečím výbuchu drtící linky ve společnosti ecorec Česko s.r.o..

První kapitola se zabývala popisem kompletních technologických celků drtící linky zpracující povolený druh komunálního odpadu. V průběhu několika návštěv výše zmiňovaného provozu byla provedena detailní prohlídka technologie, díky níž byl vytvořen popis stávající technologické dispozice a prostor s nebezpečím výbuchu. Při vypracovávání popisu prostor byla použita předložená „Dokumentace o ochraně před výbuchem“. Navazující kapitola popisuje legislativní požadavky z pohledu protivýbuchové ochrany technologie. Dále byly popsány prvky hodnocení rizik nebezpečí výbuchu a v další kapitole bylo provedeno samotné hodnocení rizik po navržených technologických úpravách na drtící lince.

Navržené technologické úpravy jsou popisovány v kapitole č. 4. Na technologii drtící linky bylo zjištěno několik zásadních nedostatků. Celá drtící linka je odsávaná na za pomoci filtračních jednotek SCHEUCH (4 ks). Odsátý jemný prach je zpátky dávkován do technologie, dochází k jeho kumulaci a následně k jeho dalšímu víření na dopravních zařízeních. Z tohoto důvodu by bylo vhodnějším řešením jeho doprava co nejbližší k peci, kde dojde k jeho spálení. Pro toto zlepšení je nutno upravit svodky z rotačních podavačů mimo technologii. Vracející se jemný prach by bylo vhodné jímat do uzavřených kontejnerů či big bagů a následně je převážet k rotační peci. Tímto opatřením dojde k výraznému snížení prашného podílu i uvnitř technologie.

FSL boxy slouží jako sklad nadrceného finálního materiálu, který je následně dodáván do společnosti Holcim Česko a.s.. Oba dva FSL boxy jsou vyrobeny z betonu. Na boxech jsou instalovány prvky protivýbuchové ochrany, která má za úkol chránit boxy a přilehlou technologii. Z prohlídky uskutečněné v areálu společnosti byla zjištěna nevhodnost protivýbuchové ochrany na stávající stav FSL boxů. Z tohoto důvodu bylo navrženo řešení instalace termovizních kamer a detekce CO jako zabránění iniciace v boxech zahořením.

Dále byl proveden návrh úprav na odsávacím systému a následném vrácení odsátého prachu do technologie. Z výsledků měření vyplynulo, že prашný podíl v drceném materiálu se pohybuje kolem 5 % hm. Takto odsátý prach byl dávkován

zpět do technologie pomocí rotačních podavačů a následně zatěžoval další odsávací systém a zvyšoval prašnost v okolí celé technologie. Byla navržena úprava na svodkách materiálu, který by byl dávkován do uzavřených kontejnerů nebo big bagů. Následně by byl takto odebraný materiál odvážen k rotační peci společnosti Holcim Česko a.s.. Tato úprava by měla značně kladný vliv na celou prašnost v drtící lince a přilehlých prostorách.

Ve skladu nedrceného odpadu bylo stanoveno prostředí s nebezpečím výbuchu zóna 22. Pro odstranění této zóny je nutno provést primárně měření sedimentující prašnosti, která stanoví nutnou periodiku úklidu těchto prostor a dobu dosažení spodní meze výbušnosti. Dále jsou navrženy úpravy na stěnách skladu odpadu. Stěny jsou odlity z betonu, který je značně pórovitý a dovoluje zachycování sedimentů prachu. Proto je doporučeno obalení stěn například hladkým plechem. Rovněž je navržena úprava na pochozích a kabelových lávkách.

Dalším bodem této diplomové práce bylo vyznačení prostor s nebezpečím výbuchu. Podle platné legislativy se vyznačují místa s nebezpečím výbuchu pouze na vstupech do těchto prostor. Z důvodu, že je ve společnosti ecorec Česko s.r.o. velice málo prostor s nebezpečím výbuchu, do kterých se vstupuje, tak byly navrženy dvě značení. Zařízení, ve kterých se výbušná atmosféra vyskytuje pouze za chodu technologie, vyznačována v této diplomové práci nejsou. Není totiž do nich možný vstup za chodu technologie.

Na závěr této diplomové práce byly popsány další možná rizika v areálu společnosti ecorec Česko s.r.o..

8. Seznam použité literatury

- [1] Stavba roku 2013. *Stavba roku 2013* [online]. 2013 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://stavbaroku.pardubickykraj.cz/products/a14-nova-drtirna-odpadu-kategorie-o-ecorec-2-0-holcim-prachovice/>
- [2] *Dokumentace o ochraně před výbuchem: Provoz ecorec 2*. 1. vyd. Ostrava, 2012.
- [3] LINDNER. *Jupiter* [online]. 2012 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.l-rt.com/en/products/primary-shredder/jupiter/jupiter.html>
- [4] LINDNER. *Power Komet* [online]. 2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.l-rt.com/en/products/secondary-shredder/power-komet/power-komet.html>
- [5] Automatické hasící systémy. In: *Automatické hasící systémy* [online]. 2012 [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: <http://www.rsbp.cz/soubory/19.9.2012-AutomatickUo-hasicUu-systUomy.pdf>
- [6] Zařízení na odlehčení výbuchu. In: *Zařízení na odlehčení výbuchu* [online]. 2012 [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: <http://www.rsbp.cz/soubory/Zarizeni-na-odlehцени-vybuchu-23.4.2012.pdf>
- [7] HRD systém - zařízení na potlačení výbuchu. In: *HRD systém - zařízení na potlačení výbuchu* [online]. 2012 [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: http://www.rsbp.cz/soubory/ZaYEUuzenUu-na-potlaoeenUu-vUUbuchu_13.4.pdf
- [8] Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu. In: 406. 2004.
- [9] ČSN EN 60079-10-2. *Výbušné atmosféry - Část 10-2: Určování nebezpečných prostorů - Výbušné atmosféry s hořlavým prachem*. 2010. vyd. 2010.
- [10] EN ISO 14121-1. *Bezpečnost strojních zařízení - Posouzení rizika - Část 1: Zásady*. 2008
- [11] ČSN EN 1127-1 (38 9622). *Výbušná prostředí - Prevence a ochrana proti výbuchu - Část 1: Základní koncepce a metodika*. 2008.

9. Seznam příloh

A. Protokol z měření

B. CD

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce p. Dr. Ing. Pavlu Skalíkovi za jeho čas, ochotu a za rady a připomínky, které mi pomohly při řešení diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě COUP OSTRAVA s.r.o. a Ing. Tadeáši Podstawkovi, PhD. za umožnění měření výbuchových charakteristik vzorku prachu.