

ELABORAT EKSPLOZIJSKE OGROŽENOSTI

(smernice za pripravo eksplozijsko ogroženih prostorov Kemijskega inštituta)

Objekt:
TechHUB Velenje

Št. elaborata: EX2024-2400003

Verzija: 0.1

Faza: PZI

Datum: Marec 2024

DOKUMENT :	ELABORAT EKSPLOZIJSKE OGROŽENOSTI (smernice za pripravo eksplozijsko ogroženih prostorov Kemijskega inštituta)
UPORABNIK OBJEKTA / DELODAJALEC:	Kemijski Inštitut
OBJEKT:	TecHUB Velenje
NAROČNIK:	Adesco Velenje
Faza elaborata: (faza za pridobitev gradbenega dovoljenja, faza za izvedbo, faza izvedenih del)	PZI
Odgovorna oseba delodajalca: (ime in priimek, pozicija, podpis)	Ime in priimek: _____ Pozicija: _____ Podpis: _____
Sodelujoči pri izdelavi elaborata: (ime in priimek, pozicija, podpis – v primeru več oseb se navedejo vsi sodelujoči)	Ime in priimek: _____ Pozicija: _____ Podpis: _____
IZDELOVALEC ELABORATA:	Kova d.o.o. Opekarniška cesta 15d 3000 Celje
Odgovorna oseba izdelovalca: (ime in priimek, pozicija, podpis)	Ime in priimek: Milan Dobovišek, direktor Podpis: _____ 
Sodelujoči pri izdelavi elaborata: (ime in priimek, pozicija, podpis)	Ime in priimek: dr. Lučka Simon Tomažič Pozicija: Strokovna sodelavka Podpis: _____ 
Številka elaborata:	EX2024-2400003 Verzija: 0.1

ELABORAT JE IZDELAN NA OSNOVI DO SEDAJ PRIDOBLENIH PODATKOV S STRANI
INVESTITORJA IN UPORABNIKA OBJEKTA. NA PODLAGI KONČNEGA STANJA TEHNOLOGIJE
JE POTREBNO IZDELATI PID VERZIJO ELABORATA, KI SE LAHKO RAZLIKUJE OD PZI
VERZIJE.

Kazalo vsebine

1	OPIS OBJEKTA, TEHNOLOŠKIH IN DRUGIH PROCESOV	4
1.1	Opis objekta	4
2	Skladišče nevarnih kemikalij	6
2.1	Tehnološki postopek	6
2.2	Vnetljive tekočine	6
2.3	Cone eksplozijske nevarnosti	6
2.3.1	Viri hlapov	6
2.3.2	Določitev con	7
2.4	Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite	7
2.4.1	Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere	7
2.4.2	Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere	7
2.5	Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi)	10
2.6	Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite	11
2.7	Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite	11
3	Eksplozijsko ogrožena prostora Procesna hala K.01 in Tehnični prostor K.02a	12
3.1	Tehnološki postopek	12
3.1.1	Predviden tehnološki postopek v Procesni hali K.01	12
3.1.2	Predviden tehnološki postopek v Tehničnem prostoru K.02a	13
3.2	Vnetljive snovi	14
3.3	Cone eksplozijske nevarnosti	15
3.4	Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite	15
3.4.1	Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere	15
3.4.2	Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere	16
3.5	Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi)	18
3.6	Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite	19
3.7	Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite	19
4	SKLADIŠČNE OMARE ZA VNETLJIVE KEMIKALIJE IN PLINE	20
4.1	Opis	20
4.2	Cone eksplozijske nevarnosti	20
4.2.1	Viri gorljivih plinov/hlapov	20
4.2.2	Cone eksplozijske nevarnosti	20
4.3	Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite	21
4.3.1	Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere	22
4.4	Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi)	24
4.5	Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite	24
4.6	Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite	24

5	SKLADIŠČE PLINSKIH JEKLENK.....	25
5.1	Opis.....	25
5.2	Cone eksplozijske nevarnosti.....	25
5.2.1	Viri gorljivih plinov	25
5.2.2	Cone nevarnosti plinov	25
5.3	Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite.....	25
5.3.1	Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere	25
5.3.2	Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere	25
5.4	Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi).....	27
5.5	Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite	27
5.6	Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite.....	27
6	SEZNAM UPOŠTEVANIH PREDPISOV, STANDARDOV IN STROKOVNE LITERATURE	28

Kazalo prilog

PRILOGA 1:DEFINICIJE VIROV VNETLJIVIH SNOVI IN POGOJEV, KI VPLIVAJO NA MOŽNOST NASTANKA EKSPLOZIJSKE ATMOSFERE	29
PRILOGA 2:TEORETIČNI VIRI VŽIGA	32
PRILOGA 3:ZAHTEVE ZA VGRADNJO IN VZDRŽEVANJE	33
PRILOGA 4: OSNOVE OCENE TVEGANJA	34

1 OPIS OBJEKTA, TEHNOLOŠKIH IN DRUGIH PROCESOV

1.1 Opis objekta

Velenjski inkubator bo objekt namenjen oddajanju prostorov manjšim oz. tako imenovanim Start-up podjetnikom, zato bodo v objektu potekale zelo različne dejavnosti. V večini primerov bodo to pisarniški prostori. Med drugimi bo lastnik dela objekta tudi Kemijski inštitut (KI), ki bo imel svoje prostore v kletni etaži in medetaži objekta ter skladišče na zunanjem delu pritličja objekta. V kleti so procesne hale, tehnični prostori in skladišča. V medetaži so trije laboratoriji, skladišče za potrebe skladiščnih omar in omare za tehnične pline na hodniku. V pritličju je na zunanji strani skladišče tehničnih plinov. Nekateri izmed prostorov sodijo zaradi narave dela in prisotnih vnetljivih plinov in kemikalij med eksplozijsko ogrožene prostore, ki jih obravnavajo smernice za eksplozijsko ogroženost. Predmet obravnave so proizvodni, tehnični in skladiščni prostori za potrebe dejavnosti KI.

Prostori KI v kleti:

- K.01 Procesna hala - šaržni reaktor V 300 L
- K.02 Tehnični prostor 1 – omare za kemikalije in tehnične pline
- K.02a Tehnični prostor 1 – šaržni reaktor V 50 L
- K.03 Tehnični prostor 2
- K.04 Tehnični prostor 3
- K.04a Hladilna soba
- K.04b Strojnica reverzne osmoze
- K. 05c Rezervoar - zbiralnik odpadne tehnološke vode
- K.05 Skladišče biomase/odpadki
- K.05a Tovorno dvigalo (dva prostora z identično oznako)
- K.05b Skladišče kemikalij
- K.06 Stopnišče
- K.07 Dvigalo

Prostori KI v pritličju:

- P.43 Zunanje skladišče jeklenk plinov – skladišče tehničnih plinov.

Prostori KI v medetaži (med pritličjem in I. nadstropjem):

- ME.08 Skladišče kemikalij – skladiščne omare,
- ME.15 Laboratorij 1 z ločenim tehtalnim prostorom – digestoriji,
- ME.16 Laboratorij 2 – digestoriji,
- ME.17 Laboratorij 3 z ločenim tehtalnim prostorom – digestoriji,
- ME.02 Hodnik - omara za shranjevanje tehničnih plinov in
- ostalo pisarne, garderobe, sanitarije, čajna kuhinja, sejna soba, itd..

Zaradi narave dela in prisotnih vnetljivih plinov in kemikalij med eksplozijsko ogrožene prostore v tej fazi projekta in po do sedaj znanih podatkih in informacijah s strani KI sodijo:

➔ V kleti:

- Skladišče nevarnih kemikalij K.05b,
- Procesna hala K0.1 (predviden šaržni reaktor $V = 300 \text{ L}$),
- Tehnični prostor K.02a (predviden šaržni reaktor $V = 50 \text{ L}$),
- omara nevarnih kemikalij in omare jeklenk, ki se nahajajo v Tehničnem prostoru K.02.

➔ V pritličju:

- zunanje skladišče plinov.

V primeru, da bodo v medetaži (med pritličjem in I. nadstropjem) v omarah za skladiščenje kemikalij in tehničnih plinov skladiščene tudi vnetljive kemikalije in vnetljivi plini, je potrebno smernice, ki so podane v točki 4. tega elaborata, upoštevati tudi pri načrtovanju teh delov.

2 Skladišče nevarnih kemikalij

2.1 Tehnološki postopek

V skladišču nevarnih kemikalij se bodo skladiščile kemikalije, ki se bodo uporabljale v procesih, ki bodo potekali v prostorih Kemijskega inštituta. Skladiščenje bo urejeno skladno s Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (Uradni list RS, št. 23/18 in 123/22):

- kemikalije se bodo skladiščile na lovilnih posodah, ki zadržijo najmanj dvakratno prostornino največje embalažne enote,
- tla bodo nepropustna, brez prostih iztokov ali neposrednega priključka na javno kanalizacijo,
- temperatura in vlaga bosta prilagojena pogojem, ki jih določijo proizvajalci kemikalij in
- v skladišču se bo kovinska, ozemljena posoda z absorpcijskim sredstvom in kovinska ozemljena posoda za začasno shranjevanje razsutih oz. razlitih kemikalij in drugih odpadkov, ki nastanejo pri sanaciji razlitja ali razsutja.

Kemikalije se bodo skladiščile v originalnih embalažnih enotah. Embalažne enote tekočih kemikalij (vnetljivih tekočin) ne bodo večje kot 1000 L. Znotraj skladišča ne bo prihajalo do odpiranja originalnih embalažnih enot, ker se kemikalije ne bodo prelivale, pretakale, poleg tega v skladišču tudi ne bo potekalo večjih manipulacij z viličarji. Do odprtja embalažnih enot bo lahko prišlo samo v primeru nezgod.

2.2 Vnetljive tekočine

Vnetljive tekočine, ki se bodo skladiščile v skladišču so: etanol, NaOH (50 % vodna raztopina), Na₂S, H₂O₂, aceton, metanol, dodekan in heksan.

Ker pa uporabnik prostorov (Kemijski inštitut) opravlja raziskovalno delo, se lahko zgoraj našteje kemikalije opustijo in se začnejo uporabljati povsem druge. Lastnosti vnetljivih tekočin v točki PZI elaborata niso relevantne, ker se je uporabnik prostorov odločil upoštevati najstrožje zahteve za opremo in pripravo prostorov.

2.3 Cone eksplozijske nevarnosti

2.3.1 Viri hlapov

Viri hlapov, ki se pojavljajo med normalnim obratovanjem in med predvidenimi odstopanji od normalnega obratovanja, so:

Trajni viri

- gladina tekočine v embalažnih enotah (IBC vsebniki, posode, ročke,...)

Primarni viri

- ni primarnih virov

Sekundarni viri

- nezgodno razlitje vnetljive tekočine

2.3.2 Določitev con

Cona 0 je definirana v:

- notranjosti vseh posod in kontejnerjev z vnetljivimi tekočinami (manjše posode, ročke, itd.).

Cona 1 je definirana v:

- notranjosti lovilnih posod.

Cona 2 je definirana na:

- notranjost skladišča kemikalij,
- notranjost odsesovalnega sistema skladišča kemikalij,
- okolica odduha odsesovalnega sistema skladišča kemikalij do razdalje 2 m.

2.4 Tehnični ukrepi protiekspluzijske zaščite

2.4.1 Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere

Skladno s smernico TRGS 510 - Technical Rules for Hazardous, Storage of hazardous substances in nonstationary containers Substances, naj bo prezračevanje prostora urejeno z odsesovanjem zraka pri tleh in mora zagotavljati **vsaj 3 izmenjave zraka na uro** (*glede na to, da se prostor nahaja v kletnih prostorih priporočamo, če je možno, tudi več izmenjav*). Ker se lahko v prihodnje v skladišču skladiščijo tudi druge kemikalije (tudi kemikalije, ki imajo hlape lažje od zraka), z drugačnimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi je smiselno, da se ventilacija izvede tako, da je omogočen preklon načina odsesovanja in da se lahko omogoči tudi odsesovanje zraka pri stropu.

Ventilator mora biti ustrezne izvedbe za cono 2 (vsaj 3G IIC T6). Motor ventilatorja naj bo vgrajen izven cone. Ventilacija mora biti kontrolirana (kroženje zraka kontrolirata kontrolna naprava in časovni dajalnik, tako da se pri zmanjšanju ali prenehanju kroženja zraka izključijo iz delovanja naprave, ki pomenijo nevarnost (niso v ustrezni Ex izvedbi), njihova ponovna vključitev, pa je mogoča šele, ko se petkrat izmenja zrak v delovnem prostoru).

Okoli izpustov ventilacije na strehi, na razdalji 2,5 m naj ne bo nameščenih sončnih kolektorjev oz. drugih naprav, ki niso v ustrezni ex izvedbi.

Izpuh prisilnega odsesavanja in odprtine za zajem svežega zraka morajo biti na zadostni medsebojni oddaljenosti, da ne more priti do kroženja onesnaženega zraka. Izpuhi odsesavanja in odprtin za zajem svežega zraka morajo biti zato oddaljeni najmanj 2,5 m (odprtine za zajem svežega zraka so na primer odprtine za zajem zraka dovodnih klimatov, okna, zajem kompresorskega zraka itd.).

2.4.2 Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere

2.4.2.1 Lastni potencialni viri vžiga opreme

Oprema, vgrajena v conah nevarnosti, ki ima lastne potencialne vire vžiga (npr. električna oprema, odvodni ventilator) mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- ➔ skupina: IIC,
- ➔ kategorija/EPL*: 1G/Ga v **conu 0**, 1G/Ga ali 2G/Gb v **conu 1**, v **conu 2** lahko tudi 3G/Gc,
- ➔ temperaturni razred: T6.

Upoštevali smo najstrožji kriterij opreme zaradi želje oz. nepredvidljivih potreb Kemijskega inštituta v prihodnje.

Priporočamo, da se od električnih naprav v skladišče vgradi samo luč v izvedbi za cono 2 – 3G IIC T6, stikalo za luč pa se locira iz prostora skladišča, torej izven Ex cone. V prostoru tudi naj ne bodo priključki za elektriko (parapeti, itd.) in druge električne naprave.

2.4.2.2 Viri vžiga

V nadaljevanju so opisani ukrepi s katerimi se preprečujejo možni viri vžiga eksplozivne atmosfere, ki jih navaja standard SIST EN 1127-1

Vroče površine

V območju Ex cone velja omejitev temperature vročih površin s temperaturnim razredom T6 (= 85 °C).

Plamen in vroči plini

V območju Ex con je prepovedana uporaba odprtega plamena, kajenje in izvajanje vročih del. V primeru izvajanja vročih del morajo biti sprejeti ustrezni ukrepi (zagotovljena odsotnost eksplozivne atmosfere, pisan navodila za izvajanje vročih del in prisotna požarna straža).

Elektrostatika

Za preprečevanje nastanka elektrostatičnih razelektritev mora biti zagotovljeno, da so **vsí prevodni predmeti v conah nevarnosti ozemljeni**. Zahteva za ozemljitev velja tudi za vse premične posode. Tla v prostoru morajo biti disipativna (električno prevodna upornost pod $10^8 \Omega$), osebje mora nositi disipativno obutev.

Embalaža za vnetljive tekočine mora biti primerna oziroma označena za uporabo z vnetljivimi tekočinami.

Električna iskra

V področju Ex con morajo biti v obravnavanem prostoru vgrajene ustrezne naprave in električne instalacije (opis v poglavju 5.1.2.1. *Lastni potencialni viri vžiga opreme*), ki so izvedene skladno s standardom SIST EN 60079-14.

Mehansko povzročena iskra

Mehanske iskre lahko nastanejo pri uporabi neustreznega orodja ali kot posledica tujkov v procesni opremi, zaradi trenja in udarcev med nekompatibilnimi materiali. Iskre, ki pri tem nastanejo lahko povzročijo vžig eksplozivne zmesi ali povzročijo začetek tlenja posedlega prahu. Zaradi tega je v območju Ex con prepovedana uporaba orodij, ki povzročajo nevarno iskrenje. Zahteve za uporabo orodij morajo biti definirane v navodilih za varno delo.

Pri delih, kjer je možnost nastanka mehanskih isker (brušenje, žaganje, rezanje, itd.) je potrebno delovno mesto zavarovati s pregradami, ker obstaja možnost, da iskre odletijo v območje Ex con. Kadar je možnost, da pri izvajanju del nastanejo iskre je potrebno sprejeti naslednje ukrepe:

- zagotovljena odsotnost eksplozivne atmosfere,
- pisna navodila za izvajanje del in
- nadzor nad izvajanjem del in prisotnost požarne straže.

Skladno s standardom SIST EN ISO 80079-36 (ne velja za mehanske iskre nastale pri mletju in trenju) posamične mehanske iskre, nastale pri udarcih, niso nevarne, če velja:

1. da je hitrost udarca je manjša od 1 m/s, maksimalna energija udarca pa je manjša od 500 J ter:
 - se ne uporablja aluminij, titan in magnezij v kombinaciji s feritnimi jekli ali
 - se uporablja aluminij v kombinaciji z nerjavečim jeklom ($\geq 16,5\%$ kroma) pod pogojem, da jeklo ne more napasti korozija in da se na njem ne morejo nalagati delci železovega oksida in/ali rje ali
 - se ne uporablja trdo jeklo v kombinaciji s trdim jeklom ali
 - se ne uporablja trdno jeklo v kombinaciji z grafitom ali
 - se uporablja aluminij v kombinaciji z aluminijem samo, če je na površini izključena prisotnost železovega oksida in/ali delcev rje.

Opomba: Pod trdo jeklo so mišljene vse vrste utrjenih jekel ali vrste jekel s $HV \geq 2300$.

2. da se uporablja kombinacija neiskrečih materialov (baker, cink, kositer, svinec, nekatere medenine (CuZn) in broni (CuSn)) in je hitrost udarca manjša ali enaka 15 m/s in je maksimalna energija udarca pod 60 J za mešanice plin-hlapi/zrak oz. pod 125 J za mešanice prah/zrak.

Udarci niso nevarni oz. niso vir vžiga, če je hitrost udarca manjša od 15 m/s, energija pa nižja od vrednosti navedenih v spodnji tabeli (Tabela 1).

Maksimalna energija posameznega udarca za skupino plinov: IIC		
Kategorija opreme	Neiskreči materiali (navedeni v točki 2. zgoraj)	Drugi materiali (navedeni v točki 1. zgoraj)
1G	60 J	5 J (vodik) 3 J (ogljikovodiki, vključno acetilen)
2G	125 J	10 J
3G	250 J	20 J
Ne velja za atmosfere z ogljikovim sulfidom, ogljikovim monoksidom in etilen oksidom.		

Tabela 1: Maksimalna energija posameznega udarca glede na kategorijo opreme za skupino plinov IIC.

Udar strele

Izpuh odsesavanja, mora biti z ustreznim strelovodom zaščiteno pred direktnim udarom strele. Za cono 2, ki je določena v okolici izpuha, zaščita pred direktnim udarom strele ni zahtevana, je pa priporočljiva.

Za izvedbo strelovodne zaščite skladno zahtevam standarda SIST EN 62305-3:2011 Zaščita pred delovanjem strele - 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja veljajo naslednje zahteve:

- Kjer je to možno, morajo biti lovilci strel nameščeni in tok strele voden izven eksplozijsko ogroženih prostorov. Priporočena minimalna razdalja med vodniki toka strele in eksplozijsko ogroženimi prostori je 1 m.
- Kjer tega ni možno zagotoviti, naj bodo vsaj spoji med vodniki izvedeni izven eksplozijsko ogroženih prostorov.
- Spoji med vodniki toka strele, ki so v conah eksplozijske nevarnosti, morajo biti izvedeni po točki 5.5.2 standarda SIST EN 62305-3.

Elektromagnetno valovanje

V conah eksplozijske ogroženosti je prepovedana uporaba mobitela v navadni izvedbi.

Kemijske reakcije

Kemikalije morajo biti skladiščene skladno s Prilogo II Pravilnika o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (Uradni list RS, št. 23/18 in 123/22), da ob morebitnih razlitjih ni možnosti mešanja kemikalij, ki bi lahko povzročile eksotermne reakcije. V PID elaboratu bo potrebno z organizacijskimi ukrepi predpisati dobro tehnološko prakso, da ne bo možnosti nastanka nevarnih kemijskih reakcij.

Radio frekventni elektromagnetni valovi

V obravnavanem objektu ni virov radio frekventnih elektromagnetnih valov, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ionizirajoča sevanja

V obravnavanem objektu ni virov ionizirajočih sevanj, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ultrazvok

V obravnavanem objektu ni prisotnega ultrazvoka, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Adiabatna kompresija, udarni valovi

V obravnavanem objektu ne potekajo procesi, ki bi povzročali adiabatno kompresijo, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

2.5 Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi)

Ostali ukrepi konstrukcijske zaščite niso potrebni in niti niso smiselno izvedljivi.

2.6 Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite

Priporoča se, da se kot dodatni ukrep zagotavljanja eksplozijske varnosti v prostor vgradi javljalnik koncentracije vnetljivih hlapov, ki ob zaznavi hlapov vklopi javljanje in preklopi ventilacijo na višjo stopnjo (100 % večji pretok zraka kot je na prvi stopnji).

Mesta v prostoru za vgraditev merilnikov se lahko določijo:

- s fizikalnimi modeli (CFD) in
- s preskušanjem na objektu, npr. z zadimljivanjem.

Višina vgraditve merilnikov:

- 1-2 cm nad tlemi in pod nivojem prezračevalnih odprtin – plini in hlapi težji od zraka,
- 1-2 cm pod stropom in na nivojem prezračevalnih odprtin – plini in hlapi težji od zraka.

Priporočene vrednosti koncentracije: za alarm 20-25 % SME in za predalarm 5-20 % SME.

2.7 Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite

Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite so del PID elaborata in jih ne tej točki ni smiselno definirati.

3 Eksplozijsko ogrožena prostora Procesna hala K.01 in Tehnični prostor K.02a

3.1 Tehnološki postopek

V nadaljevanju sta predstavljena idejna tehnološka postopka, ki bosta po potekala v prostoru Procesna hala K.01 in v Tehničnem prostoru K.02a. Na željo naročnika oz. uporabnika prostorov (Kemijskega inštituta) so se v nadaljevanju, neglede na zapisani tehnologiji pri določitvi kategorij opreme, upoštevali najstrožji kriteriji, ker se lahko v prihodnosti, zaradi raziskovalnih namenov, potrebe po prostoru in tudi oprema povsem spremenijo.

3.1.1 Predviden tehnološki postopek v Procesni hali K.01

Določena količina biomase (za eno saržo) se bo izpod zunanjega nadstreška, s tovornim dvigalom, dostavljalo v prostor K.05. Biomasa se bo v tem prostoru z odrezovalnim mlinom »zdrobila« do sekancev velikosti med 0,5-2 cm. V dokumentaciji proizvajalca odrezovalnega mlina je zapisano, da pri delu na tem mlinu ne nastajajo delci, ki so manjši od 0,5 mm in bi lahko bili eksplozijsko nevarni.

Sekanci (15-25 kg) se bodo po končani obdelavi na odrezovalnem mlinu naložili v košaro, ki je del reaktorja za frakcionacijo biomase in se s pomočjo viličarja odpeljali do reaktorja, ki bo nameščen v prostoru K.01, kjer se bodo z uporabo dvižnega dvigala namestili v reaktor. Po namestitvi sekancev v reaktor se bo reaktor zaprl in se prepihal z inertnim plinom kot je N₂.

V prezračevanem prostoru (tehtalni prostor, digestorij), se bo na tehtnici odmerila ustrezna količina topila (acetona in etanol), vode (80-90 L/kg) ter žveplove(VI) kisline (caa. 1,5 kg) (30 mM žveplove(VI) kisline) se bo do reaktorja pripeljala na ročnem vozičku in se bo v reaktor prečrpala s pomočjo črpalke).

V prostor procesne hale se bo iz skladišča z viličarjem pripeljalo IBC posodo z etanolom. Ustreden volumen/masa topila se bo v zaprtem sistemu prečrpal v reaktor, nato pa se bo IBC posoda z ostankom topila zaprla in dostavila nazaj v skladišče kemikalij v prostoru K.05b.

Ko bodo vse surovine v reaktorski posodi, se bo ponovil postopek inertizacije z dvigovanjem tlaka in spuščanjem v izpust. S predhodnimi testi analize plinske faze bo naprej določeno število ali čas prepihanja, da je bo dosežena ustrezna inertizacija plinske faze nad tekočo zmesjo.

Po inertizaciji se bo izvedel test tesnitve, tako, da se bo v reaktor dodalo inertno atmosfero pod izbranim tlakom (višji kot je najvišji pričakovani med potekom procesa npr. 30 bar) in počakalo določen čas, da se bo videlo ali tlak pada (pri ustrezni tesnitvi je tlak vseskozi ustaljen). Ko bo ugotovljena ustrezna tesnitev reaktorske posode, se bo inertno atmosfero izpustilo v izpust, nato pa se bo dodalo N₂ za proces, do potrebnega začetnega tlaka 2 bar.

Izvedla se bo reakcija. Frakcionacija biomase v reaktorju se doseže s cirkulacijo vročega topila (princip Soxhlet ekstrakcije). Predvidevati je, da se bo izvajali endotermni in eksotermni procesi kot so izolacija lignina iz biomase, delna depolimerizacija (hidroliza) hemiceluloze ter hidroliza amorfnih (bolj dostopnih) celuloz.

Ko bo ekstrakcija zaključena, bo sledilo prečrpavanje še vročega ekstrakta v dodatni rezervoar (500 - 600 L), ki bo predhodno inertiziran in predhodno testiran za ustrezno tesnjenje. V dodatnem rezervoarju se bo ekstrakt ohladil do sobne temperature.

Ko bo ekstrakt odstranjen iz reaktorja, bo sledil izpust vroče plinske zmesi preko odvodne cevi v odzračevalni sistem, kjer bo zagotovljena ustrezna ventilacija in odsesovanje. Predvidena količina plinske faze ob izpustu je maksimalno 3000 L, sestavljena pa je v večini iz plinov kot so N_2 , CO_2 , H_2O , C_2H_5OH ter CO in CH_4 v manjših količinah. Na strehi nameščeni pralniki plinov (organski, kisli itd.) bodo zagotavljali, da ne bo prihajalo do neželenih emisij snovi oz. plinov v zrak.

Ko bo v reaktorju dosežen atmosferski tlak, se bo ponovno izvedla inertizacija, podobno kot pred zagonom. Nato se bo še vroča preostala biomasa (sekanci) v košari spirala dovajanjem demi vode. Voda po spiranju se bo po končanem spiranju prečrpala v pripravljeno, ustrezno posodo za shranjevanje (npr. IBC ali podobno). Postopek spiranja sekancev z demi vodo po ekstrakciji se bo ponovil dvakrat.

Po ohladitvi ekstrakta v dodatnem rezervoarju, do sobne temperature, bo sledil izpust hladne plinske zmesi preko odvodne cevi v odzračevalni sistem, kjer je zagotovljena ustrezna ventilacija in odsesovanje. Predvidena količina plinske faze ob izpustu je maksimalno 500 L. Tekoč, ohlajen ekstrakt se bo zbral v za to namenjeno embalažo, ki omogoča zaprtje in ustrezno hrambo. Zbran tekoči produkt se bo z ročnim vozičkom odpeljal do hrambnega mesta (skladišče, ki je ustrezno prezračevano).

V reaktorski posodi se bo zagnalo čiščenje, ki je odvisno od predhodno uporabljenih topil. Za čiščenje se bo uporabljalo aceton/etanol/vodo, včasih tudi zaporedno kombinacijo. Po čiščenju se bo odpadna topila zbralo v za to namenjeno zbirno posodo (na enak način kot izpust reakcijske zmesi) in kratkoročno shranilo do odvoza. Zbirno posodo se bo do odvoza hranilo v skladišču, ki je ustrezno prezračevano in prilagojeno za hrambo tekočih snovi.

V kolikor bodo potrebna nadaljnja obdelava procesne raztopine (filtracija, destilacija), se bodo aktivnosti in procesi izvajali v digestoriju za manjše količine ali v tehničnem prostoru K.02a, kjer bo nameščena temu namenjena oprema (rotavapor), prostor pa bo ustrezno prezračevan.

Ubežna reakcija pri frakcionaciji biomase je eksotermna kislinska hidroliza celuloze in hemiceluloze, ki poteka, ko reakcijska zmes doseže temperature 60-120 °C. Ker sam postopek frakcionacije poteka pri 160 °C, bomo eksotermne učinke regulirali z elementom za segrevanje reaktorja, ki bo avtomatsko prilagodil hitrost segrevanja. Ne bo pa obstajala možnost, da temperatura zmesi naraste več kot temperatura same reakcije, ki bo med 160-170 °C.

3.1.2 Predviden tehnološki postopek v Tehničnem prostoru K.02a

Na pultu ob tehtnici se bo pripravilo vse potrebne komponente za pripravo vhodne zmesi v ustreznih masnih razmerjih. Kemikalije se bodo v ta namen hranile v ognjevarnih omarah v prostoru K.02, ločeno glede na medsebojno kompatibilnost. Pripravljena vodna zmes se bo v celoti ali po več manjših enotah pripeljala do reaktorske posode in se prelila v reaktorsko posodo.

V tehtalnem prostoru se bo nato zatehtalo še preostale vhodne surovine oz. reaktant, ki je običajno organska komponenta, do 10 kg. Surovino se bo z vozičkom pripelajalo do reaktorja in se jih dodalo v reaktor k topilu. Če bo potrebno, se bo v reaktor dodal (ali ne) še katalizator, ki je kovina

na trdnem nosilcu, ki se tudi predhodno pripravi in zatehta v tehtalnem prostoru in prepelje (ali prenese, odvisno od količine) do reaktorja. Pričakovana količina trdnega katalizatorja je do 1 kg.

Ko bodo vse surovine v reaktorski posodi, se bo posodo ustrezno zatesnilo po predvidenem postopku. Takoj po zatesnitvi, se bo izvedla inertizacija plinske faze v reaktorski posodi z dovajanjem inertne plinske faze (dušik) v dovolj velikih količinah, bodisi kontinuirno ali z dvigovanjem tlaka in spuščanjem v izpust. S predhodnimi testi analize plinske faze se bo določilo število ali čas preprihovanja, da bo dosežena ustrezna inertizacija plinske faze nad tekočo zmesjo.

Inertizaciji bo sledil test tesnitve, tako da se bo v reaktor dodalo inertno atmosfero pod izbranim tlakom (višji kot je najvišji pričakovani med potekom procesa) in počakalo določen čas, da se videlo, če tlak pada (pri ustrezni tesnitvi je ustaljen). Po končanem preskusu tesnosti reaktorske posode, se bo inertno atmosfero izpustilo v izpust, nato pa se bo dodalo za proces potrebno plinsko fazo (vodik, kisik, ali drugo) do potrebnega začetnega tlaka.

Izvedla se bo reakcija (vklopi mešanje, dvigne temperatura, poteče reakcija, sledi ohlajanje). Predvidevati je, da se bodo izvajale eksotermne in endotermne reakcije, oksidacije, deoksigenacije, hidrogenacije, dekarboksilacije, karboksilacije, in podobno.

Po ohlavitvi reaktorskega sistema bo sledil izpust hladne plinske zmesi preko odvodne cevi v odzračevalni sistem, kjer bo zagotovljena ustrezna ventilacija in odsesovanje. Predvidena količina plinske faze ob izpustu bo največ 30 L pri tlaku 100 bar, kemijska sestava pa bo odvisna od vrste reakcije. Plinska faza lahko vsebuje pline kot so CO₂, CH₄, CO, H₂. Na strehi bodo nameščeni pralniki plinov (organski, kisli itd.), ki bodo zagotavljali, da ne bo prihajalo do neželenih emisij snovi oz. plinov v zrak.

Ko bo v reaktorju dosežen atmosferski tlak, se bo izvedla inertizacija, podobno kot pred zagonom. Po ustrezni inertizaciji znotraj reaktorja, se bo tekočo fazo zbralo v za to namenjeno embalažo, ki omogoča zaprtje in ustrezno hrambo. Zbran tekoči produkt se bo z ročnim vozičkom odpeljalo do mesta skladiščenja (skladišče, ki je ustrezno prezračevano). Po odstranitvi produkta se bo zagnalo čiščenje reaktorske posode, ki je odvisno od predhodno uporabljenih topil. Za čiščenje se bo lahko uporabljalo aceton/etanol/vodo, včasih tudi zaporedno kombinacijo. Po čiščenju se bo odpadna topila zbralo v za to namenjeno zbirno posodo (na enak način kot izpust reakcijske zmesi) in kratkoročno shranilo na ustrezno mesto, do odvoza.

V kolikor bo potrebna nadaljnja manipulacija procesne raztopine (filtracija, destilacija), se bodo aktivnosti in procesi izvajale v digestoriju z ustreznim izvedenim prezračevanjem in opremo.

Ubežnih reakcij pri manj razvitih tehnologijah ni definiranih.

Območje tlačnih in temperaturnih zmogljivosti reaktorske posode bo bistveno višje kot predvideni delovni pogoji.

3.2 Vnetljive snovi

V Procesni hali K.01 se bosta po odsedaj znanih podatkih od vnetljivih tekočin uporabljala etanol in aceton, medtem, ko se bodo v Tehničnem prostoru 1 K.02a uporabljale naslednje vnetljive tekočine: alkoholi (metanol, etanol, propanol,..), aceton, dietil eter, heksan, heptan, dodekan, acetonitril, glicerol, tetrahidrofuran.

Ker uporabnik prostorov (Kemijski inštitut) opravlja raziskovalno delo, se lahko zgoraj našteje kemikalije opustijo in se začnejo uporabljati povsem druge. Lastnosti vnetljivih tekočin v točki PZI elaborata niso relevantne, ker se je uporabnik prostorov odločil upoštevati najstrožje zahteve za opremo in pripravo prostorov.

3.3 Cone eksplozijske nevarnosti

Viri hlapov, ki se pojavljajo med normalnim obratovanjem in med predvidenimi odstopanji od normalnega obratovanja ter posledična postavitev con eksplozijske nevarnosti znotraj prostorov Procesne hale K.01 in Tehničnega prostora K.02a v tej fazi niso relevantne, ker smo se z uporabnikom prostorov dogovorili, da želijo imeti ob izgradnji prostore tudi za strožje zahteve, ki bi se lahko s spremembami tehnologije pojavile.

V tej fazi pa je jasno, da bo okoli posameznega izpusta ventilacije definirana **Cona 2** v razdalji 2,5 m okoli vseh izpustov ventilacije.

3.4 Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite

3.4.1 Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere

Bistveni ukrep protieksplozijske zaščite naj bo v obeh prostorih K.01 in K.02 ustrezno izvedeno prezračevanja prostora in opreme. Vgrajeni naj bodo priključki za ventilacijo v eksplozivno varni izvedbi. Ventilacija naj bo izvedena tako, da bo odsesovanje omogočeno pri tleh in tudi pod stropom in da bo s preklopom mogoča sprememba načina odsesovanja glede na prepoznane potrebe.

Potrebe po zmogljivosti prezračevanja prostora še niso povsem dorečene, zato je smiselno, da se ventilator določi v naslednji fazi projekta, ko bodo točno poznane potrebe po izmenjanih količinah zraka. Motor ventilatorja naj bo vgrajen izven cone. Ventilacija bo morala biti kontrolirana (kroženje zraka kontrolirata kontrolna naprava in časovni dajalnik, tako da se pri zmanjšanju ali prenehanju kroženja zraka izključijo iz delovanja naprave, ki pomenijo nevarnost (niso v ustrezni Ex izvedbi), njihova ponovna vključitev, pa je mogoča šele, ko se petkrat izmenja zrak v delovnem prostoru).

Priključki za digestorije naj bodo pripravljeni v ustrezni Ex izvedbi, enako kot ostali kanali, ki so namenjeni odsesavanju zraka. Kapaciteta odsesovanja digestorijev bo določena naknadno, po navodilih oz. zahtevah proizvajalca digestorija.

Okoli izpustov ventilacije na strehi, na razdalji 2,5 m naj ne bo nameščenih sončnih kolektorjev oz. drugih naprav, ki niso v ustrezni ex izvedbi.

Izpuh prisilnega odsesavanja in odprtine za zajem svežega zraka morajo biti na zadostni medsebojni oddaljenosti, da ne more priti do kroženja onesnaženega zraka. Izpuhi odsesavanja in odprtin za zajem svežega zraka morajo biti zato oddaljeni najmanj 2,5 m (odprtine za zajem svežega zraka so na primer odprtine za zajem zraka dovodnih klimatov, okna, zajem kompresorskega zraka itd.).

3.4.2 Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere

3.4.2.1 Lastni potencialni viri vžiga opreme

Oprema, vgrajena v conah nevarnosti, ki ima lastne potencialne vire vžiga (npr. električna oprema, odvodni ventilator) mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- ➔ skupina: IIC,
- ➔ kategorija/EPL*: 1G/Ga v **conu 0**, 1G/Ga ali 2G/Gb v **conu 1**, v **conu 2** lahko tudi 3G/Gc,
- ➔ temperaturni razred: T6.

Upoštevali smo najstrožji kriterij opreme zaradi želje oz. nepredvidljivih potreb Kemijskega inštituta v prihodnje.

3.4.2.2 Viri vžiga

V nadaljevanju so opisani ukrepi s katerimi se preprečujejo možni viri vžiga eksplozivne atmosfere, ki jih navaja standard SIST EN 1127-1.

Vroče površine

V območju Ex cone velja omejitev temperature vročih površin s temperaturnim razredom T6 (= 85 °C).

Plamen in vroči plini

V območju Ex con je prepovedana uporaba odprtega plamena, kajenje in izvajanje vročih del. V primeru izvajanja vročih del morajo biti sprejeti ustrezni ukrepi (zagotovljena odsotnost eksplozivne atmosfere, pisan navodila za izvajanje vročih del in prisotna požarna straža).

Elektrostatika

Za preprečevanje nastanka elektrostatičnih razelektritev mora biti zagotovljeno, da so **vsi prevodni predmeti v conah nevarnosti ozemljeni**. Zahteva za ozemljitev velja tudi za vse premične posode. Tla v prostoru morajo biti disipativna (električno prevodna upornost pod $10^8 \Omega$), osebe mora nositi disipativno obutev.

Embalaža za vnetljive tekočine mora biti primerna oziroma označena za uporabo z vnetljivimi tekočinami.

Električna iskra

V področju Ex con morajo biti v obravnavanem prostoru vgrajene ustrezne naprave in električne instalacije (opis v poglavju 5.1.2.1. *Lastni potencialni viri vžiga opreme*), ki so izvedene skladno s standardom SIST EN 60079-14.

Mehansko povzročena iskra

Mehanske iskre lahko nastanejo pri uporabi neustreznega orodja ali kot posledica tujkov v procesni opremi, zaradi trenja in udarcev med nekompatibilnimi materiali. Iskre, ki pri tem nastanejo lahko povzročijo vžig eksplozivne zmesi ali povzročijo začetek tlenja posedlega prahu. Zaradi tega je v

območju Ex con prepovedana uporaba orodij, ki povzročajo nevarno iskrenje. Zahteve za uporabo orodij morajo biti definirane v navodilih za varno delo.

Pri delih, kjer je možnost nastanka mehanskih isker (brušenje, žaganje, rezanje, itd.) je potrebno delovno mesto zavarovati s pregradami, ker obstaja možnost, da iskre odletijo v območje Ex con. Kadar je možnost, da pri izvajanju del nastanejo iskre je potrebno sprejeti naslednje ukrepe:

- zagotovljena odsotnost eksplozivne atmosfere,
- pisna navodila za izvajanje del in
- nadzor nad izvajanjem del in prisotnost požarne straže.

Skladno s standardom SIST EN ISO 80079-36 (ne velja za mehanske iskre nastale pri mletju in trenju) posamične mehanske iskre, nastale pri udarcih, niso nevarne, če velja:

3. da je hitrost udarca je manjša od 1 m/s, maksimalna energija udarca pa je manjša od 500 J ter:
 - se ne uporablja aluminij, titan in magnezij v kombinaciji s feritnimi jekli ali
 - se uporablja aluminij v kombinaciji z nerjavečim jeklom ($\geq 16,5$ % kroma) pod pogojem, da jeklo ne more napasti korozija in da se na njem ne morejo nalagati delci železovega oksida in/ali rje ali
 - se ne uporablja trdo jeklo v kombinaciji s trdim jeklom ali
 - se ne uporablja trdno jeklo v kombinaciji z grafitom ali
 - se uporablja aluminij v kombinaciji z aluminijem samo, če je na površini izključena prisotnost železovega oksida in/ali delcev rje.

Opomba: Pod trdo jeklo so mišljene vse vrste utrjenih jekel ali vrste jekel s $HV \geq 2300$.

4. da se uporablja kombinacija neiskrečih materialov (baker, cink, kositer, svinec, nekatere medenine (CuZn) in broni (CuSn)) in je hitrost udarca manjša ali enaka 15 m/s in je maksimalna energija udarca pod 60 J za mešanice plin-hlapi/zrak oz. pod 125 J za mešanice prah/zrak.

Udarci niso nevarni oz. niso vir vžiga, če je hitrost udarca manjša od 15 m/s, energija pa nižja od vrednosti navedenih v spodnji tabeli (Tabela 2).

Maksimalna energija posameznega udarca za skupino plinov: IIC		
Kategorija opreme	Neiskreči materiali (navedeni v točki 2. zgoraj)	Drugi materiali (navedeni v točki 1. zgoraj)
1G	60 J	5 J (vodik) 3 J (ogljikovodiki, vključno acetilen)
2G	125 J	10 J
3G	250 J	20 J
Ne velja za atmosfere z ogljikovim sulfidom, ogljikovim monoksidom in etilen oksidom.		

Tabela 2: Maksimalna energija posameznega udarca glede na kategorijo opreme za skupino plinov IIC.

Udar strele

Izpuh lokalnega odsesavanja, ki bo odsesaval iz posamezne omare, mora biti z ustreznim strelovodom zaščiten pred direktnim udarom strele. Za cono 2, ki je določena v okolici izpuha, zaščita pred direktnim udarom strele ni zahtevana, je pa priporočljiva.

Za izvedbo strelovodne zaščite skladno zahtevam standarda SIST EN 62305-3:2011 Zaščita pred delovanjem strele - 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja veljajo naslednje zahteve:

- Kjer je to možno, morajo biti lovilci strel nameščeni in tok strele voden izven eksplozijsko ogroženih prostorov. Priporočena minimalna razdalja med vodniki toka strele in eksplozijsko ogroženimi prostori je 1 m.
- Kjer tega ni možno zagotoviti, naj bodo vsaj spoji med vodniki izvedeni izven eksplozijsko ogroženih prostorov.
- Spoji med vodniki toka strele, ki so v conah eksplozijske nevarnosti, morajo biti izvedeni po točki 5.5.2 standarda SIST EN 62305-3.

Elektromagnetno valovanje

V conah eksplozijske ogroženosti je prepovedana uporaba mobitela v navadni izvedbi.

Kemijske reakcije

Kemikalije je potrebno uporabljati skladno z dobro tehnološko prakso in na podlagi sprejetih organizacijskih ukrepov, da pri uporabi ni možnosti mešanja nekompatibilnih kemikalij, ki bi lahko povzročile eksotermne reakcije oz. eksplozijo.

Radio frekventni elektromagnetni valovi

V obravnavanem objektu ni virov radio frekventnih elektromagnetnih valov, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ionizirajoča sevanja

V obravnavanem objektu ni virov ionizirajočih sevanj, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ultrazvok

V obravnavanem objektu ni prisotnega ultrazvoka, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Adiabatna kompresija, udarni valovi

V obravnavanem objektu ne potekajo procesi, ki bi povzročali adiabatno kompresijo, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

3.5 Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi)

Ostali ukrepi konstrukcijske zaščite niso potrebni in niti niso smiselno izvedljivi.

3.6 Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite

Priporoča se, da se kot dodatni ukrep zagotavljanja eksplozijske varnosti v prostora vgradi več javljalnik koncentracije vnetljivih hlapov, ki ob zaznavi hlapov vklopi javljanje in preklopi ventilacijo na višjo stopnjo (100 % večji pretok zraka kot je na prvi stopnji).

Mesta v prostoru za vgraditev merilnikov se lahko določi:

- s fiziklanimi modeli (CFD) in
- s preskušanjem na objektu, npr. z zadimljanjem.

Višina vgraditve merilnikov:

- 1-2 cm nad tlemi in pod nivojem prezračevalnih odprtin – plini in hlapi težji od zraka,
- 1-2 cm pod stropom in na nivojem prezračevalnih odprtin – plini in hlapi težji od zraka.

Priporočene vrednosti koncentracije: za alarm 20-25 % SME in za predalarm 5 -20 % SME.

3.7 Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite

Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite so del PID elaborata in jih ne tej točki ni smiselno definirati.

4 SKLADIŠČNE OMARE ZA VNETLJIVE KEMIKA LIJE IN PLINE

4.1 Opis

V omari za hrambo kemikalij se bo v različnih embalažnih enotah shranjevalo tudi vnetljive tekočine, v omarah, ki so namenjeni hrambi jeklenk pa tudi gorljive pline. Kemikalije in plini morajo biti v posamezni omari skladiščeni glede na združljivost kemikalij oz. plinov.

Omara za hrambo vnetljivih tekočin in plinov mora imeti izvedeno prisilno odsesavanje vnetljivih hlapov in gorljivih plinov, ki ima izpuh voden neposredno v ozračje. Pri odvodu odsesovanja iz posamezne omare je potrebno posvetiti pozornost glede združljivosti hlapov kemikalij in plinov.

Omare bodo nameščene v Tehničnem prostoru K.02.

4.2 Cone eksplozijske nevarnosti

4.2.1 Viri gorljivih plinov/hlapov

Viri gorljivih plinov med normalnim obratovanjem ter predvidenimi okvarami in odstopanji od normalnih postopkov so naslednji:

- **Trajni viri:**
 - gladina vnetljivih tekočin v posodah..
- **Primarni viri:**
 - ni primarnih virov.
- **Sekundarni viri:**
 - okvare tesnjenja posod in jeklenk.

4.2.2 Cone eksplozijske nevarnosti

V notranjosti posod z vnetljivimi tekočinami je koncentracija hlapov trajno nad spodnjo mejo eksplozivnosti.

V notranjosti posod za vnetljive tekočine je zato določena **cona 0**.

Omara se lahko uporablja izključno le za skladiščenje vnetljivih tekočin, drugi dve pa izključno za skladiščenje kompatibilnih plinov.

Vnetljive tekočine se mora skladiščiti v tesno zaprtih posodah. Odprtih postopkov z vnetljivimi tekočinami se ne sme izvajati. V tem primeru se v omarah nastanek nevarne eksplozivne zmesi lahko pričakuje le zaradi okvar tesnjenja posod ali jeklenk. V notranjosti omare za skladiščenje vnetljivih tekočin in znotraj omar vnetljivih plinov je zato določena **cona 2**.

Odprtina za zajem zraka se mora v primeru okvar ventilacije samodejno zapreti, na primer s samozaporno gravitacijsko loputo. V primeru ustreznega izvedenega ukrepa v okolici odprtine za zajem svežega zraka con hlapov ni določenih.

V notranjosti sistema odsesavanja zraka iz omar, vključno z ventilatorje oz. ventilatorji, ter v okolici izpuha odsesavanja do razdalje 2,5 m od odprtine izpuha je določena **cona 2**.

4.3 Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite

Primarni ukrep preprečevanja nastanka eksplozivnih zmesi je prisilno zračenje omar. Omare morajo biti priključene na sistem prisilnega odsesavanja zraka. Kapaciteta odsesavanja zraka iz omar mora biti zadostna, skladno z navodili proizvajalca omar. Izpust prisilnega odsesavanja zraka iz omar mora biti voden neposredno v ozračje. V okolici izpuha odsesavanja iz omar se mora zagotavljati neovirano naravno zračenje.

Izpuh prisilnega odsesavanja iz omar in odprtin za zajem svežega zraka morajo biti na zadostni medsebojni oddaljenosti, da ne more priti do kroženja onesnaženega zraka. Izpuhi odsesavanja in odprtin za zajem svežega zraka morajo biti zato oddaljeni najmanj 2,5 m (odprtine za zajem svežega zraka so na primer odprtine za zajem zraka dovodnih klimatov, okna, zajem kompresorskega zraka itd.).

Odsesovalna odprtina mora biti v primeru hlapov oz. plinov težjih od zraka na višini blizu dna omare, odprtina za dovod svežega zraka v omaro mora biti na višini blizu stropa omare. V primeru hlapov in plinov lažjih od zraka pa obratno. Odsesovalna odprtina in odprtina za dovod zraka naj bosta v omarah nasprotno diagonalno. Odprtina za dovod zraka v posamezno omaro naj ima gravitacijski samozaporni pokrov, ki v primeru okvar prisilne ventilacije samodejno zapre dovodno odprtino.

Police v posamezni omari naj omogočajo lahek prehod plinov in tekočin (npr. police iz perforirane pločevine, prostor med polico in steno omare itd.).

Omare morajo biti tesne. Na pripirah vrat mora biti tesnilo po celotnem obodu. Vrata posamezne omare se morajo sproti tesno zapirati, na primer s samozapiralom ali pa organizacijsko.

Dno omare za skladiščenje vnetljivih tekočin mora biti v izvedbi lovilne skledе. Prostornina lovilne skledе mora biti zadostna, da se v primeru predvidenih nezgod in puščanj lahko ujame vsa razlita tekočina. Za predvideno okvaro oziroma nezgodo se po standardu SIST EN 60079-10-1:2016 Eksplozivne atmosfere - 10-1. del: Razvrstitev prostorov – Eksplozivne plinske atmosfere lahko privzame dogodek, pri katerem se vnetljiva tekočina razlije iz ene posode z največjo prostornino. Pri določitvi prostornine lovilne skledе se mora upoštevati še 20 % varnostni faktor. V omarah za skladiščenje se vnetljive tekočine se pričakovano lahko skladiščijo posode s prostornino do 30 l. Prostornina lovilne skledе mora biti zato najmanj 40 L.

Naslednji ukrep preprečevanja nastanka eksplozivnih zmesi je zagotavljanje tesnosti posod z vnetljivimi tekočinami. V omari se vnetljive tekočine lahko skladišči izključno le v tesnih in zaprtih posodah. Odprtih postopkov z vnetljivimi tekočinami se v omari ne sme izvajati.

Posode za vnetljive tekočine in jeklenke morajo biti odporne na predvidene udarce in padce.

Posode za vnetljive tekočine morajo biti med transportom tesno zaprte, jeklenke morajo imeti ventile pokrite z zaščitnimi kapami oz. pokrovi. Pod pogojem, da se posode pri padcu ne poškodujejo, se med transportom ne pričakuje razlitja vnetljivih tekočin.

V primeru puščanja posod oziroma nezgodnega razlitja, ko bi v omari lahko nastala luža vnetljive tekočine, je treba to tekočino takoj na varen način odstraniti.

Nastanek eksplozivne zmesi se mora preprečevati tudi z organizacijskimi ukrepi, ki se bodo določili v fazi PID elaborata.

4.3.1 Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere

4.3.1.1 Lastni potencialni viri vžiga opreme

Oprema, vgrajena v conah nevarnosti, ki ima lastne potencialne vire vžiga (npr. električna oprema, odvodni ventilator) mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- ➔ skupina: IIC,
- ➔ kategorija/EPL*: 1G/Ga v **con 0**, 1G/Ga ali 2G/Gb v **con 1**, v **con 2** lahko tudi 3G/Gc,
- ➔ temperaturni razred: T6.

V con 0, ki je določena v notranjosti posod za vnetljive tekočine, ne no opreme z lastnimi potencialnimi viri vžiga.

Upoštevali smo najstrožji kriterij opreme zaradi želje oz. nepredvidljivih potreb Kemijskega inštituta v prihodnje.

4.3.1.2 Viri vžiga

V nadaljevanju so opisani ukrepi s katerimi se preprečujejo možni viri vžiga eksplozivne atmosfere, ki jih navaja standard SIST EN 1127-1

Vroče površine

V območju Ex cone velja omejitev temperature vročih površin s temperaturnim razredom T6 (= 85 °C).

Plamen in vroči plini

V območju Ex con je prepovedana uporaba odprtega plamena, kajenje in izvajanje vročih del. V primeru izvajanja vročih del morajo biti sprejeti ustrezni ukrepi (zagotovljena odsotnost eksplozivne atmosfere, pisan navodila za izvajanje vročih del in prisotna požarna straža).

Elektrostatika

Vsi prevodni in disipativni deli v conah eksplozijske nevarnosti morajo biti med seboj potencialno izenačeni in ozemljeni. Za ustrezno ozemljitev štejejo povezave z ozemljitvenimi vodniki, pa tudi zvijačeni spoji nepremazanih kovin, ki v obratovalnih razmerah ne morejo korodirati.

Ozemljitev prevodnih in disipativnih posod se lahko zagotavlja tudi s postavljanjem posod na prevodno in ozemljeno podlago, pri čemer na stiku podlage in posod ne sme biti nečistoč in neprevodnih premazov, ki bi ozemljitveno upornost posod proti ozemljilu lahko povečale nad 1 MΩ.

Uporaba neprevodnih materialov (npr. umetne mase) je v con 2 dovoljena pod pogojem, da se med normalnim obratovanjem ne pričakuje statičnih naelektritev. To pomeni, da je takšne neprevodne površine dovoljeno čistiti le z vodo navlaženo krpo.

Za odsesovalne vode, ki bodo odsesavali iz omare, je dovoljeno uporabljati neprevodne zvižave cevovode. Če imajo zvižavi odsesovalni vodi vgrajen kovinski oplet oziroma spiralo, mora biti prevodnik ozemljen na obeh koncih. Odsesovalni cevovodi, ki so prevodni oziroma disipativni, morajo biti potencialno izenačeni in ozemljeni.

Za vnetljive tekočine je dovoljeno uporabljati neprevodne posode, katerih prostornina ne presega 5 l.

Večje posode za vnetljive tekočine morajo biti disipativne ali prevodne in na notranji strani ne smejo imeti neprevodnih prevlek debeline nad 50 µm.

Med poseganjem v omaro mora biti osebje zanesljivo ozemljeno. To se lahko zagotavlja z izvedbo disipativnih tal v okolici omare, pri čemer mora osebje uporabljati disipativno obutev. Prevodna oziroma disipativna tla imajo odvodno upornost manj kot 100 MΩ. Če osebje uporablja zaščitne rokavice, morajo biti te disipativne.

Embalaža za vnetljive tekočine mora biti primerna oziroma označena za uporabo z vnetljivimi tekočinami.

Električna iskra

V področju Ex con morajo biti v obravnavanem prostoru vgrajene ustrezne naprave in električne instalacije (opis v poglavju 5.1.2.1. *Lastni potencialni viri vžiga opreme*), ki so izvedene skladno s standardom SIST EN 60079-14.

Mehansko povzročena iskra

Ročno orodje, ki je v coni 2 namenjeno udarcem ali drgnjenju, mora biti izdelano iz neiskrečih materialov (na primer: baker, bron, medenina, disipativne umetne mase).

Ročno orodje, ki v coni 2 ni namenjeno udarcem ali drgnjenju, je lahko navadno.

Udar strele

Izpuh lokalnega odsesavanja, ki bo odsesaval iz posamezne omare, mora biti z ustreznim strelovodom zaščiten pred direktnim udarom strele. Za cono 2, ki je določena v okolici izpuha, zaščita pred direktnim udarom strele ni zahtevana, je pa priporočljiva.

Za izvedbo strelovodne zaščite skladno zahtevam standarda SIST EN 62305-3:2011 Zaščita pred delovanjem strele - 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja veljajo naslednje zahteve:

- Kjer je to možno, morajo biti lovilci strel nameščeni in tok strele voden izven eksplozijsko ogroženih prostorov. Priporočena minimalna razdalja med vodniki toka strele in eksplozijsko ogroženimi prostori je 1 m.
- Kjer tega ni možno zagotoviti, naj bodo vsaj spoji med vodniki izvedeni izven eksplozijsko ogroženih prostorov.
- Spoji med vodniki toka strele, ki so v conah eksplozijske nevarnosti, morajo biti izvedeni po točki 5.5.2 standarda SIST EN 62305-3.

Elektromagnetno valovanje

V conah eksplozijske ogroženosti je prepovedana uporaba mobitela v navadni izvedbi.

Kemijske reakcije

Kemikalije in plini morajo biti v omarah skladiščeni skladno s Prilog II Pravilnika o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (Uradni list RS, št. 23/18 in 123/22), da ob morebitnih razlitjih ni možnosti mešanja kemikalij, ki bi lahko povzročile eksotermne reakcije.

Radio frekventni elektromagnetni valovi

V obravnavanem objektu ni virov radio frekventnih elektromagnetnih valov, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ionizirajoča sevanja

V obravnavanem objektu ni virov ionizirajočih sevanj, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ultrazvok

V obravnavanem objektu ni prisotnega ultrazvoka, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Adiabatna kompresija, udarni valovi

V obravnavanem objektu ne potekajo procesi, ki bi povzročali adiabatno kompresijo, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

4.4 Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi)

Ostali ukrepi konstrukcijske zaščite niso potrebni in niti niso smiselno izvedljivi.

4.5 Kontrolni ukrepi protieksplzijske zaščite

Kontrolni ukrepi protieksplzijske zaščite niso potrebni in niti niso smiselno izvedljivi.

4.6 Organizacijski ukrepi protieksplzijske zaščite

Organizacijski ukrepi protieksplzijske zaščite so del PID elaborata in jih ne tej točki ni smiselno definirati.

5 SKLADIŠČE PLINSKIH JEKLENK

5.1 Opis

Plinske jeklenke se bo skladiščilo zunaj, v zunanjem skladišču jeklenk, ki mora imeti vsaj dve stranici, ki nista polni (npr. mreža) oz. lahko ima odprto samo eno stran, v kolikor izmerjena globina prostora na odprti strani ni večja od višine odprte strani. V skladišču jeklenk se bo jeklenke samo skladiščilo, jeklenke se ne bodo na noben način odpirale ali priklapljale.

Jeklenke morajo biti skladiščene tako, da so skupaj skladiščene samo ustrezno združljivi plini in da so ločeno, na označenem mestu skladiščene prazne jeklenke.

5.2 Cone eksplozijske nevarnosti

5.2.1 Viri gorljivih plinov

Viri gorljivih plinov med normalnim obratovanjem ter predvidenimi okvarami in odstopanji od normalnih postopkov so naslednji:

- **Trajni viri:**

- ni trajnih virov.

- **Primarni viri:**

- ni primarnih virov.

- **Sekundarni viri:**

- puščanje plinov ob okvarah tesnjenja plinskih jeklenk.

5.2.2 Cone nevarnosti plinov

Ker se bo pline v skladišču samo skladiščilo, bo v notranjosti skladišča določena **cona 2**.

5.3 Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite

5.3.1 Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere

Zagotoviti je potrebno, da bosta dve stranici skladišča izvedeni npr. s kovinsko mrežo, kar zagotavlja zadostno naravno prezračevanje prostora in se šteje kot skladiščenje na prostem. Kot skladiščenje na prostem šteje tudi območje, ki je odprto z ene strani, v kolikor izmerjena globina prostora na odprti strani ni večja od višine odprte strani.

5.3.2 Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere

5.3.2.1 Lastni potencialni viri vžiga opreme

Oprema, vgrajena v conah nevarnosti, ki ima lastne potencialne vire vžiga (npr. električna oprema, odvodni ventilator) mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- ➔ skupina: IIC,
- ➔ kategorija/EPL*: 1G/Ga v **conu 0**, 1G/Ga ali 2G/Gb v **conu 1**, v **conu 2** lahko tudi 3G/Gc,

➔ temperaturni razred: T6.

Priporoča se, da v skladišču jeklenk ni električne opreme oz. opreme z lastnimi potenciali vira vžiga.

5.3.2.2 Viri vžiga

V nadaljevanju so opisani ukrepi s katerimi se preprečujejo možni viri vžiga eksplozivne atmosfere, ki jih navaja standard SIST EN 1127-1.

Vroče površine

V območju Ex cone velja omejitev temperature vročih površin s temperaturnim razredom T6 (= 85 °C).

Plamen in vroči plini

V območju Ex con je prepovedana uporaba odprtega plamena, kajenje in izvajanje vročih del. V primeru izvajanja vročih del morajo biti sprejeti ustrezni ukrepi (zagotovljena odsotnost eksplozivne atmosfere, pisan navodila za izvajanje vročih del in prisotna požarna straža).

Elektrostatika

Osebe, ki vstopa v prostor skladišča jeklenk mora imeti oblečena disipativna oblačila in obuto disipativno obutev. Če se bo pri delu uporabljajo zaščitne rokavice, morajo te biti disipativne.

Električna iskra

V področju Ex con morajo biti v obravnavanem prostoru vgrajene ustrezne naprave in električne instalacije (opis v poglavju 5.1.2.1. *Lastni potencialni viri vžiga opreme*), ki so izvedene skladno s standardom SIST EN 60079-14.

Mehansko povzročena iskra

Ročno orodje, ki je v coni 2 namenjeno udarcem ali drgnjenju, mora biti izdelano iz neiskrečih materialov (na primer: baker, bron, medenina, disipativne umetne mase).

Ročno orodje, ki v coni 2 ni namenjeno udarcem ali drgnjenju, je lahko navadno.

Udar strele

Objekt mora imeti strelvod izveden skladno z veljavnimi predpisi.

Elektromagnetno valovanje

V conah eksplozijske ogroženosti je prepovedana uporaba mobitela v navadni izvedbi.

Kemijske reakcije

Plini morajo biti skladiščene skladno s Prilogo II Pravilnika o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (Uradni list RS, št. 23/18 in 123/22), da ob morebitnih izpustih ni možnosti mešanja plinov, ki bi lahko povzročile neželene reakcije.

Radio frekventni elektromagnetni valovi

V obravnavanem objektu ni virov radio frekventnih elektromagnetnih valov, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ionizirajoča sevanja

V obravnavanem objektu ni virov ionizirajočih sevanj, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Ultrazvok

V obravnavanem objektu ni prisotnega ultrazvoka, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

Adiabatna kompresija, udarni valovi

V obravnavanem objektu ne potekajo procesi, ki bi povzročali adiabatno kompresijo, zato ta vir vžiga za obravnavani prostor ni relevanten.

5.4 Ublažitev posledic eksplozij (Konstrukcijski ukrepi)

Ostali ukrepi konstrukcijske zaščite niso potrebni in niti niso smiselno izvedljivi.

5.5 Kontrolni ukrepi protieksplzijske zaščite

Kontrolni ukrepi protieksplzijske zaščite niso potrebni in niti niso smiselno izvedljivi.

5.6 Organizacijski ukrepi protieksplzijske zaščite

Organizacijski ukrepi protieksplzijske zaščite so del PID elaborata in jih ne tej točki ni smiselno definirati.

6 SEZNAM UPOŠTEVANIH PREDPISOV, STANDARDOV IN STROKOVNE LITERATURE

Pravilniki:

- Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Ur. list RS, št. 41/16).
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS št. 89/99, 39/05 in 43/11-ZVZD-1)
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije (Uradni list RS št. 140/21)
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS št. 140/21)
- Pravilnik o tehničnih zahtevah za gradnjo in obratovanje postaj za preskrbo motornih vozil z gorivi (Uradni list RS, št. 111/09, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1)

Standardi in literatura:

- SIST EN 1127-1:2019 Eksplozivne atmosfere - Protieksplzijska zaščita - 1. del: Osnovni pojmi in metodologija
- SIST EN IEC 60079-0:2018 Eksplozivne atmosfere - 0. del: Eksplozivne atmosfere - 0. del: Oprema - Splošne zahteve
- SIST EN 60079-10-1:2021 Eksplozivne atmosfere - 10-1. del: Razvrstitev prostorov - Eksplozivne plinske atmosfere
- SIST EN 60079-14:2014/AC2016 Eksplozivne atmosfere - 14. del: Načrtovanje, izbira in namestitvev električnih inštalacij
- SIST EN 60079-17:2014 Eksplozivne atmosfere - 17. del: Pregledovanje in vzdrževanje električnih inštalacij
- SIST EN IEC 60079-19:2020 Eksplozivne atmosfere - 19. del: Popravilo, obnova in remont opreme (IEC 60079- 19:2019)
- SIST EN 60079-20-1:2010 Eksplozivne atmosfere - 20-1. del: Lastnosti materiala - Razvrstitev plinov in hlapov, preskusne metode in podatki (IEC 60079-20-1:2010).
- SIST EN ISO 80079-36:2016/AC2020 – Neelektrična oprema za potencialno eksplozivne atmosfere Osnovne metode in zahteve
- SIST-TP CLC/TR 60079-32-1:2019 - Eksplozivne atmosfere - 32-1. del: Elektrostatske nevarnosti - Navodilo (IEC/TS 60079-32-1:2013, IEC/TS 60079-32-1:2013/A1:2017).
- TRGS 510 - Technical Rules for Hazardous, Storage of hazardous substances in nonstationarycontainers Substances, Version: January 2013,
- ATEX - evropske direktive s področja protieksplzijske zaščite
- Neobvezna navodila dobrega ravnanja za izvajanje Direktive Evropskega parlamenta in Sveta 1999/92/ES o minimalnih zahtevah za izboljšanje varnosti in varstva zdravja delavcev, ki so lahko ogroženi zaradi eksplozivnega ozračja
- TRBS 2153, Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen, 2009.
- BGR 104, Explosionschut-Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung, HVBG, 2008.
- Laurence G. Britton, Avoiding Static Ignition Hazards in Chemical Operations, Center for chemical processsafety of AIChE, 1999.

PRILOGA 1: DEFINICIJE VIROV VNETLJIVIH SNOVI IN POGOJEV, KI VPLIVAJO NA MOŽNOST NASTANKA EKSPLOZIJSKE ATMOSFERE

Definicije so povzete iz Pravilnika o protiekspluzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 41/16), Varnostne zahteve, standarda SIST EN 60079-10-1:2021: Eksplozivne atmosfere – 10-1. del: Razvrstitev prostorov – Eksplozivne plinske atmosfere (IEC 60078-10-1:2020).

Eksplozivne atmosfere:

Zmesi vnetljivih snovi v obliki plinov, hlapov, megle ali prahu z zrakom pri atmosferskih pogojih, v katerih se po vžigu plamen razširi na celotno nezgorelo zmes.

Potencialno eksplozivna atmosfera:

Atmosfera, ki lahko postane eksplozivna zaradi lokalnih ali obratovalnih razmer.

Spodnja meja eksplozivnosti (SME):

Koncentracija vnetljivega plina ali par v zraku, pod katero plinska atmosfera ni eksplozivna.

Zgornja meja eksplozivnosti (ZME):

Koncentracija vnetljivega plina ali par v zraku, nad katero plinska atmosfera ni eksplozivna.

Ogrožen prostor:

Prostor, kjer je prisotna eksplozivna plinska atmosfera, ali pričakujemo, da bo prisotna v razsežnostih, za katere se priporočajo specialni ukrepi za konstrukcijo, instalacije in uporabo aparatur.

Neogrožen prostor:

Prostor, kjer ne pričakujemo prisotnosti eksplozivne plinske atmosfere v razsežnostih, za katere se priporočajo specialni ukrepi za konstrukcijo, instalacije in uporabo aparatur.

Normalno obratovanje:

Stanje, pri katerem naprave in oprema delujejo v skladu s projektiranimi parametri.

Nadzirana ventilacija:

Je prisilno prezračevanje delovnega prostora, v katerem kroženje zraka nadzira delovanje elektromotorjev ventilatorjev in časovnega dajalnika, tako da se pri izpadu iz delovanja kateregakoli elektromotorja ventilatorja izključijo naprave, ki pomenijo nevarnost, njihova ponovna vključitev pa je mogoča šele, ko se petkrat izmenja zrak v delovnem prostoru;

Kontrolirana ventilacija:

Je prisilno prezračevanje delovnega prostora, v katerem kroženje zraka kontrolirata kontrolna naprava in časovni dajalnik, tako da se pri zmanjšanju ali prenehanju kroženja zraka izključijo iz delovanja naprave, ki pomenijo nevarnost, njihova ponovna vključitev, pa je mogoča šele, ko se petkrat izmenja zrak v delovnem prostoru

Vir izpuščanja – točka ali mesto, iz katerih lahko izhaja vnetljiv plin, para ali tekočina, ki lahko povzroči nastanek eksplozivne atmosfere. Vire nevarnosti delimo v sledeče skupine:

- **Trajni vir:**

izpuščanje vnetljivih plinov ali hlapov oz. par vnetljivih tekočin je stalno oz. se lahko pričakuje, da se pojavlja v daljšem časovnem obdobju. Stalni viri nevarnosti običajno ustvarjajo pogoje za cono nevarnosti 0.

- **Primarni vir:**

izpuščanje (uhajanje) vnetljivih plinov ali hlapov oz. par vnetljivih tekočin se pričakuje občasno in pri normalnem poteku tehnološkega postopka (izpusti varnostnih ventilov na prosto). Primarni viri nevarnosti običajno ustvarjajo pogoje za cono nevarnosti 1.

- **Sekundarni vir:**

izpuščanje (uhajanje) vnetljivih plinov ali hlapov oz. par vnetljivih tekočin se ne pričakuje pri normalnem poteku tehnološkega postopka. Vir se lahko pojavi le redko in traja kratek čas, v primeru okvar ali napak. Sekundarni viri nevarnosti običajno ustvarjajo pogoje za cono nevarnosti 2.

Eksplozijsko ogroženi prostori so razvrščeni v cone na podlagi pogostosti oz. verjetnosti nastanka in trajanja eksplozivne atmosfere.

- **Cona 0:**

prostor, v katerem je eksplozivna atmosfera, sestavljena iz zmesi zraka in vnetljivih snovi v obliki plina, hlapov ali megle prisotna stalno, v daljših časovnih intervalih ali pogosto.

- **Cona 1:**

prostor, v katerem lahko pri normalnem delovanju občasno nastane eksplozivna atmosfera, sestavljena iz zmesi zraka in vnetljivih snovi v obliki plina, hlapov ali megle.

- **Cona 2:**

prostor, v katerem se pri normalnem delovanju eksplozivna atmosfera, sestavljena iz zmesi zraka in vnetljivih snovi v obliki plina, hlapov ali megle ne pojavlja, če pa se že pojavi le za kratek čas.

Eksplozivna atmosfera nastopa, če je koncentracija vnetljivega plina ali hlapov oz. par vnetljive tekočine z zrakom med spodnjo in zgornjo eksplozijsko mejo.

Kriteriji za oceno stopnje ogroženosti prostora in kriteriji za določitev con nevarnosti so:

- viri nevarnosti in njihova velikost izpuščanja,
- spodnja eksplozijska meja,
- stopnja ventilacije prostora,
- relativna gostota plina.

Stopnja cone nevarnosti kot tudi njena velikost je predvsem odvisna od učinkovitosti ventilacije – naravno ali prisilno oz. splošno ali lokalno.

Ventilacija mora biti tako izvedena, da zmanjša koncentracijo vnetljive snovi v prostoru.

Stopnje učinkovitosti ventilacije so:

visoka stopnja - lahko zmanjša koncentracijo na viru izpuščanja dejansko trenutno, s čemer dosežemo koncentracijo pod spodnjo mejo eksplozivnosti. Rezultat je cona zanemarljive velikosti

srednja stopnja - lahko obvladuje koncentracije tako, da zagotovi stabilne meje cone, medtem ko izpuščanje narašča in se po prenehanju izpuščanja eksplozivna atmosfera ne zadržuje predolgo.

nizka stopnja - ne more obvladovati koncentracije, medtem ko izpuščanje narašča in/ali ne more preprečiti čezmernega zadrževanja vnetljive atmosfere po prenehanju izpuščanja.

Prisilna ventilacija se upošteva pri določanju ogroženega prostora samo v primeru, ko je le-ta stalno kontrolirana z merjenjem pretoka zraka.

Nivoji razpoložljivosti ventilacije:

dobra razpoložljivosti - ventilacija je stalno prisotna – obstaja rezervni sistem, ki se pri izpadu omrežne napetosti avtomatsko vključi oz. če je ventilacija kontrolirana,

primerna razpoložljivosti - ventilacija je prisotna, ko poteka tehnološki proces – izpadi so kratki in trajajo krajši čas,

nezadostna razpoložljivosti – ventilacija je redko prisotna.

Če je zagotovljena ustrezna učinkovitost ventilacije se lahko prostor opredeli kot eksplozijsko neogrožen, oziroma v primeru nezadovoljive ventilacije se poveča obseg cone nevarnosti.

Na stopnjo cone eksplozijske nevarnosti vpliva stopnja vira učinkovitosti in nivo razpoložljivosti ventilacije. Glej tabelo 10.

Stopnja vira izpuščanja	Stopnja učinkovitosti in razpoložljivosti ventilacije						
	Visoka			Srednja			Nizka
	Razpoložljivost			Razpoložljivost			Razpoložljivost
	Dobra	Primerna	Nezadostna	Dobra	Primerna	Nezadostna	Dobra Primerna Nezadostna
Trajna	(cona 0 *) neogrožen prostor ^a	(cona 0 *) cona 2 ^a	(cona 0 *) cona 1 ^a	cona 0	cona 0 + cona 2	cona 0 + cona 1	cona 0
Primarna	(cona 1 *) neogrožen prostor ^a	(cona 1 *)	(cona 1 *)	cona 1	cona 1 + cona 2	cona 1 + cona 2	cona 1 ali cona 0 ^c
Sekundarna	(cona 2 *) neogrožen prostor ^a	(cona 2 *) neogrožen prostor ^a	cona 2	cona 2	cona 2	cona 2	cona 1 ali celo cona 0 ^c

Tabela: Na stopnjo cone eksplozijske nevarnosti vpliva stopnja vira učinkovitosti in nivo ventilacije (povzeto SIST EN 60079-10-1:2021 Eksplozivne atmosfere - 10-1. del: Razvrstitev prostorov - Eksplozivne plinske atmosfere (IEC 60079-10-1:2020)).

a – cona 0*, cona 1* ali cona 2* označuje teoretično cono, ki je zanemarljive velikosti v normalnih obratovalnih pogojih

b – velikost cone 2, ki ga povzroči sekundarni vir izpuščanja je lahko tudi večji od eksplozijsko ogroženega prostora, ki ga ustvari pripadajoč primarni ali trajni vir izpuščanja – v tem primeru se upoštevajo večje oddaljenosti

c – bo cona 0, če je ventilacija tako slaba, da je eksplozivna atmosfera prisotna trajno, kot v primeru stanja brez ventilacije.

V območju cone eksplozijske nevarnosti je treba vgraditi električne in neelektrične naprave in uporabljati orodje, obleko, obutev, ki ne povzroča vžiga eksplozijskih mešanic hlapov/plinov z zrakom in mora biti izdelana, preizkušena, vgrajena in vzdrževana v skladu z zahtevami Pravilnika o protieksplozijski zaščiti (Ur. List RS št. 41/16). Vsa oprema ima priložen ustrezen Ex certifikat.

PRILOGA 2: TEORETIČNI VIRI VŽIGA

Standard SIST EN 1127-1 kot teoretične vire vžiga navaja:

- vroče površine,
- plamen in vroče pline,
- mehanske iskre,
- električne iskre kot posledica delovanja električnih naprav,
- blodeči tokovi, katodna zaščita,
- statično elektriko,
- atmosferske razelektritve,
- radio frekventne elektromagnetne valove,
- elektromagnetne valove,
- ionizirajoča sevanja,
- ultrazvok,
- adiabatna kompresija, udarni valovi,
- eksotermne reakcije, vključujoč samovžig prahov.

PRILOGA 3: ZAHTEVE ZA VGRADNJO IN VZDRŽEVANJE

Podjetja, ki imajo zaposlene delavce, ki se ukvarjajo z vgraditvijo nove opreme ali opravljajo vzdrževanja opreme v eksplozijsko ogroženih prostorih, morajo imeti ustrezne certifikate o usposobljenosti. Podjetja, ki vgrajujejo opremo morajo imeti certifikat usposobljenosti za vgradnjo opreme, podjetja, ki opravljajo vzdrževanje pa certifikat o usposobljenosti delavcev za vzdrževanje opreme. Oba certifikata izda organ za ugotavljanje skladnosti.

Po opravljenih montažnih delih in pred začetkom obratovanja opreme ter v rednih periodičnih rokih je potrebno z meritvami, preizkusi in pregledi ugotoviti, če zaščitni ukrepi odgovarjajo projektiranim varnostnim ukrepom. Za opravljanje meritve, preglede, preizkuse in vzdrževalne posege je potrebno voditi in arhivirati dokumentacijo.

Delodajalec mora imeti napisan postopek usposabljanja delavcev, vzdrževanja električne in neelektrične opreme ter vodene evidence vzdrževanja opreme. Prav tako mora delodajalec voditi seznam vizualnih, kontrolnih in podrobnih pregledov opreme vgrajene v eksplozijsko ogroženih prostorih. Zagotovljena mora biti tudi občasna kontrola izvedenih kontrolnih in vzdrževalnih postopkov oz. del s strani vodstva organizacije.

Odgovorna oseba, ki jo določi delodajalec mora imeti nadzor nad rednimi in izrednimi vzdrževalnimi deli, ki se opravljajo v eksplozijsko ogroženih prostorih ter tudi nadzor nad rednim periodičnim usposabljanjem delavcev, ki vstopajo zaradi dela ali kontrole v eksplozijsko ogrožena področja.

Za izvajanje vročih del v eksplozijsko ogroženih prostorih so potrebna pisna dovoljenja za delo. Več o tem je zapisano v rubriki 8. Organizacijski ukrepi.

Kadar vzdrževanje ali investicijska dela potekajo tako, da je na delovišču več izvajalcev (notranjih ali zunanjih), mora delodajalec/naročnik del ali nadzornik projekta imenovati enega ali več koordinatorjev zadolženih za varnost in zdravje na področju opravljanja del.

PRILOGA 4: OSNOVE OCENE TVEGANJA

Osnova za izdelavo ocene tveganja je standard SIST EN 1127-1:2019 - Eksplozivne atmosfere – Preprečevanje eksplozije in zaščita pred njo – 1 del: osnovni pojmi in metodologija.

Namen ocene tveganj eksplozije je ocenitev tveganja za nastanek eksplozije zaradi nastopa vseh možnih napak pri delovanju naprav in vseh možnih nevarnih situacij, ki so posledica nepravilnega obnašanja uporabnikov. Analiza tveganja mora biti izdelana za vse faze dela v celotni dobi uporabe (od izgradnje do prenehanja obratovanja – pomembna je tudi, da se obravnava tveganje pri vzdrževanju in čiščenju).

Ocena tveganja je zaporedje logičnih korakov, ki služijo preiskavi nevarnosti in zajema analizo tveganja (ugotavljanje nevarnosti, določitev omejitev za posamezne naprave, predpostavljeno raven usposobljenosti, izkušenj ali zmožnosti uporabnikov in tudi končno vrednotenje tveganja.

➔ Pomen pojmov in izrazov, ki se uporabljajo pri oceni tveganja:

Tveganje je funkcija resnosti (možne nastale škode) in verjetnosti nastanka škode (odvisna je od pogostosti in trajanja izpostavljenosti, verjetnosti nastanka nevarnega dogodka, tehničnih in človeških možnosti za izognitev škodi ali za njeno omejitev).

Analiza tveganja daje potrebne informacije za vrednotenje tveganja, ki omogoča presojo o varnosti obrata in temelji na kvalitativnih metodah, ki so, kadar je to mogoče dopolnjene s kvantitativnimi metodami.

Resnost oz. stopnja možne škode se mora ugotavljati z upoštevanjem, da se mora pri delu v prostoru zaščititi osebe, lastnino in okolje. Resnost posledic nevarnih dogodkov je lahko zanemarljiva, majhna, velika ali katastrofalna (pomeni celo smrt ljudi in uničenje objekta).

Verjetnost nastanka škode nam pove kako verjetno je, da bo škoda nastala in se mora pri delu v prostoru ugotavljati s/z:

- potrebo po dostopu v nevarno območje,
- načinom dostopa,
- časom zadrževanja v nevarnem območju,
- številom oseb, ki se nahajajo v nevarnem območju,
- pogostostjo dostopov v nevarno območje,
- verjetnostjo nastanka nevarnega dogodka.

Škoda je fizična poškodba in/ali okvara zdravja ali lastnine.

Nevaren dogodek je dogodek, ki povzroči škodo,

Varnostni ukrep je način za odstranitev ali zmanjšanje tveganja.

Drugo tveganje je tveganje, ki nastopi potem, ko so bili varnostni ukrepi že izvedeni.

V nadaljevanju so predstavljene tabele, ki se uporabljajo za oceno predvidenih posledic eksplozije, ocenitev verjetnosti dogodkov in ocenitev nivojev tveganja.

Ocena predvidenih posledic eksplozije

Stopnja posledic		Opis posledic
1	Katastrofalna	Človeške žrtve, hude poškodbe več oseb in invalidnost, uničenje objekta/obrata, velike ekološke posledice v večjem obsegu.
2	Velika	Hujše poškodbe, hude poklicne bolezni - invalidnost, velika škoda v obratu, velike ekološke posledice v večjem obsegu okolice.
3	Majhna	Lažje poškodbe, ni invalidnosti, lažja poklicna bolezen, manjša škoda v obratu, ekološki vplivi zanemarljivi.
4	Zanemarljivo majhna	Ni poškodb, bolezni invalidnosti, škoda zanemarljiva, ni ekoloških vplivov na okolico.

Tabela 3: Lestvica posledic eksplozij.**Verjetnost dogodkov**

Stopnja pogostosti	Posamezni element opreme /instalacije	Celotna oprema, instalacija
Pogosto	Se pogosto dogaja.	Se dogaja stalno.
Verjetno	Se zgodi večkrat v življenjski dobi opreme.	Se dogaja pogosto.
Občasno	Verjetno se bo zgodilo v življenjski dobi opreme.	Se zgodi večkrat.
Možno	Malo verjetno, vendar možno v življenjski dobi opreme.	Pričakovati je, da se bo to zgodilo.
Malo verjetno	Zelo neverjetno, da se bo zgodilo.	Malo verjetno, vendar možno.

Tabela 4: Lestvica verjetnosti neželenih dogodkov v tehnološkem prostoru in opremi – instalaciji (viri vžiga).

Nivoji tveganja

Pogostost negativnih dogodkov	Posledice teh dogodkov			
	Katastrofalne	Velike	Manjše	Zanemarljivo majhne
Pogosto	A	A	A	C
Verjetno	A	A	B	C
Občasno	A	B	B	D
Možno	A	B	C	D
Malo verjetno	B	C	C	D

Tabela 5: Sprejemljivost tveganja v matrični povezavi negativnih dogodkov s posledicami.

Kjer pomeni:	Nivo tveganja
A	visok nivo tveganja
B	
C	
D	nizek nivo tveganja

Tabela 6: Nivo tveganja.