IPZ
industrijska protieksplozijska zaščita

Elaborat eksplozijske ogroženosti št. AA-138/26

Investitor: Občina Radovljica

Uporabnik: Komunala Radovljica d.o.o.

Tehnolog: Hidro-pro Consult d.o.o.

Objekt: Čistilna naprava Radovljica

Prostor: 01 - Sprejem grezničnih odplak

Verzija 1.2, Oktober 2026
© IPZ d.o.o.

Investitor:	Občina Radovljica
Uporabnik:	Komunala Radovljica d.o.o.
Tehnolog:	Hidro-pro Consult d.o.o.
Objekt:	Čistilna naprava Radovljica
Prostor:	01 - Sprejem grezničnih odplak
Vrsta dok.:	PZI
Verzija:	Verzija 1.2, Oktober 2026

Projektant: IPZ d.o.o., Stari trg 2, 1000 Ljubljana

Elaborat pripravila projektanta: Franci Gorjup, univ. dipl. fiz.

dr. Aleš Arnšek, univ. dipl. astr.

Za Občina Radovljica potrdil:

Za Komunala Radovljica d.o.o. potrdil:

Za Hidro-pro Consult d.o.o. potrdil:

ELABORAT EKSPLOZIJSKE OGROŽENOSTI

Verzija 1.2, Oktober 2026
© IPZ d.o.o.

VSEBINA

A. POVZETEK ELABORATA A-1
A.1 Uvod A-1
A.2 Koncept protieksplozijske zaščite A-1
A.3 Ugotovljena tveganja A-1
A.3.1 Cone nevarnosti gorljivih plinov in vnetljivih hlapov IIB T4 ..... A-1
A.4 Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite A-2
A.5 Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite A-2
A.6 Preostalo tveganje A-2
B. VNETLJIVE IN GORLJIVE SNOVI B-1
B.1 Vnetljive tekočine B-1
B.2 Gorljivi plini B-2
C. 0.1 - SPREJEM GREZNIČNIH ODPLAK C-1
C.1 Opis C-1
C.2 Cone eksplozijske nevarnosti C-1
C.2.1 Viri gorljivih plinov in vnetljivih hlapov C-1
C.2.2 Cone nevarnosti plinov in hlapov C-2
C.3 Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite C-3
C.3.1 Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere C-3
C.3.2 Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere C-6
C.3.3 Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite C-8
C.3.4 Ukrepi konstrukcijske protieksplozijske zaščite C-10
C.4 Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite C-10
C.5 Ocena tveganja C-12
C.5.1 Posledice morebitne eksplozije C-12
C.5.2 Pričakovana pogostost eksplozij C-12
D. UDAR STRELE D-1
E. SPLOŠNO VELJAVNI ORGANIZACIJSKI UKREPI E-1
E.1 Pisna navodila za delo, navodila za uporabo opreme E-1
E.1.1 Splošno E-1
E.2 Opis osebne varovalne opreme E-1
E.3 Usposobljenost zaposlenih E-2
E.4 Usposabljanja E-3
E.5 Sistem dovoljenj za delo E-3
E.6 Vzdrževanje in pregledi E-3
E.7 Označevanje eksplozijsko ogroženih prostorov E-3
E.8 Nadzor nad izvajanjem ukrepov E-3

LITERATURA.....LIT-1

A. POVZETEK ELABORATA

A.1 Uvod

Na čistilno napravo Radovljica se z avtocisternami dovaža grezničnе odplake. Odplake se dostavlja v tehnološki sklop 01: prostor za sprejem grezničnih odplak in bazen za grezničnе odplake. Med normalnimi postopki se po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. ne pričakuje, da bi grezničnе odplake lahko vsebovale hlapne organske snovi oziroma bi odplake lahko v nevarnih količinah sproščale bioplin. Med odstopanji od normalnega obratovanja pa bi po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. grezničnе odplake potencialno lahko vsebovale manjše količine v vodi netopnih vnetljivih tekočin oziroma bi grezničnе odplake lahko sproščale nevarne količine bioplina. Ker bioplin in vnetljive tekočine pri obratovalnih pogojih lahko tvorijo nevarne eksplozivne zmesi, sta prostor za sprejem grezničnih odplak in bazen za grezničnе odplake eksplozijsko ogrožena. Ta elaborat eksplozijske ogroženosti zajema izključno le prostor za sprejem grezničnih odplak in bazen za grezničnе odplake. Po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. se v drugih objektih, prostorih in tehnoloških sklopih čistilne naprave Radovljica eksplozijske zmesi zraka in gorljivih plinov oziroma zraka in vnetljivih hlapov oziroma zraka in gorljivega prahu ne morejo pojaviti. Zato drugih objektov, prostorov in tehnoloških sklopov čistilne naprave Radovljica ta elaborat eksplozijske ogroženosti ne obravnava.

A.2 Koncept protieksplozijske zaščite

Eksplozivne zmesi gorljivih plinov in hlapov z zrakom lahko nastanejo v atmosferskih pogojih, to je pri temperaturi med *-20 °C* in *+ 60 °C* in pri tlaku med *0.8 bar* in *1.1 bar*, pri čemer je edini oksidant kisik iz zraka.

Ukrepi protieksplozijske zaščite so v tem elaboratu zasnovani skladno zahtevam Pravilnika o protieksplozijski zaščiti z naslednjim prednostnim vrstnim redom:

- preprečevanje nastanka in omejitev obsega eksplozivnih atmosfer;
- preprečevanje vžiga eksplozivnih atmosfer.

Ukrepi konstrukcijske protieksplozijske zaščite niso potrebni in ne bodo izvedeni.

A.3 Ugotovljena tveganja

Tveganja zaradi eksplozije so pogojena s prisotnostjo eksplozivne atmosfere. Določene so naslednje cone eksplozijske nevarnosti:

A.3.1 Cone nevarnosti gorljivih plinov in vnetljivih hlapov IIB T4

A.3.1.1 Cona 0:

- ni določene cone 0.

A.3.1.2 Cona 1:

- ni določene cone 1.

A.3.1.3 Cona 2:

- celotna notranjost sprejemne enote, kar vključuje tudi notranjost sita, notranjost kontejnerja za trde delce in druge prigrajene strojne inštalacije,
- notranjost cevnih inštalacij za pretakanje grezničnih odplak,
- notranjost bazena za greznične odplake, nad gladino odplak/tekočine,
- okolica odprtin bazena za greznične odplake (npr. odprtine za prehod opreme, vstopne odprtine, oddušniki itn.) do razdalje $1\ m$,
- notranjost sistema za prisilno odsesavanje zraka iz sprejemne enote in iz bazena za greznične odplake ter okolica izpuha sistema odsesavanja do razdalje $2\ m$,
- notranjost lijaka za razlite odplake, ki je na pretakalni ploščadi, ter notranjost cevnih inštalacij za vodenje odplak iz lijaka v bazen za greznične odplake,
- okolica lijaka za razlite greznične odplake, ki je na pretakalni ploščadi, do razdalje $0.5\ m$,
- okolica hitre spojke za priključitev avtocisterne na sprejemno enoto za greznične odplake, do razdalje $0.5\ m$.

A.4 Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite

Osnovni ukrep protieksplozijske zaščite je preprečevanje nastanka nevarnih eksplozivnih zmesi in omejevanje volumna eksplozivnih zmes.

Naslednji ukrep protieksplozijske zaščite je preprečevanje nastanka virov vžiga. V conah eksplozijske nevarnosti mora vsa oprema ustrezati zahtevam IIB T4 in po kriteriju za lastne potencialne vire vžiga ustrezati kategoriji/EPL 1G/Ga ali 2G/Gb ali 3G/Gc. Nastanek elektrostatičnih isker se mora preprečevati z zanesljivo ozemljitvijo in potencialno izenačitvijo vseh prevodnih in disipativnih delov. Tla v conah eksplozijske nevarnosti morajo biti disipativna. Objekt bo imel izvedeno ustrezno strelovodno zaščito.

A.5 Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite

V podjetju Komunala Radovljica d.o.o. morajo biti uvedeni ustrezni organizacijski ukrepi. Izvajati se morajo redna usposabljanja osebja na ustreznem kakovostnem nivoju, ki jih mora izvajati ustrezno usposobljen izvajalec. Zagotavljanje usposabljanja osebja in zagotavljanje izvajanja del po navodilih za delo je odgovornost vodja obrata.

Služba vzdrževanja mora biti ustrezno usposobljena in imeti izdelane ustrezne postopke dela. Zunanja služba vzdrževanja mora imeti certifikat o usposobljenosti. Usposobljenost lastne službe vzdrževanja se lahko preverja v sklopu kontrole vzdrževanja.

Organizacijski ukrepi, vezani na konkretno opremo ali postopke, so navedeni sproti.

A.6 Preostalo tveganje

Ob ustrezno izvedenih ukrepih protieksplozijske zaščite, ki so določeni v tem elaboratu eksplozijske ogroženosti, bo tveganje za eksplozijo skladno z današnjim stanjem tehnike.

B. VNETLJIVE IN GORLJIVE SNOVI

B.1 Vnetljive tekočine

V prostor za sprejem grezničnih odplak se bo z avtocisternami dovažalo greznične odplake. Če se bi z avtocisterno za transport grezničnih odplak dostavilo tudi vnetljive tekočine, ki niso topne v vodi, bi se vnetljiva tekočina ter njeni hlapi potencialno lahko pojavili tudi v prostoru za sprejem odplak ter v bazenu za odplake.

V vodi netopne hlapne organske snovi, ki so razširjene v splošni rabi, so lahko temperaturnih razredov T1, T2, T3 ali T4 ter lahko pripadajo skupini IIA ali IIB. V splošni rabi najbolj razširjeno v vodi netopno vnetljivo organsko topilo, ki bi se lahko pojavilo v grezničnih odplakah, je bencin (pentan).

PENTAN	
Formula	C_5H_{12}
Molska masa	*72 g/mol*
Skupina (MESG)	IIA (*0.93 mm*)
Temperaturni razred	T3 (*260 °C*)
Meji eksplozivnosti SME ... ZME	*1.1 vol.%...8.7 vol.% 33 g/m³...260 g/m³*
Plamenišče	*-49 °C*
Topnost v vodi	*39 mg/l* pri *20 °C*
Minimalna energija vžiga	*0.28 mJ*
Najvišji tlak eksplozije	*9.5 bar*

B.2 Gorljivi plini

Pri anaerobnem procesnem vrenju organskih snovi nastaja bioplin. Bioplin vsebuje *50-75 vol.%* metana, *25-50 vol.%* ogljikovega dioksida, *0-10 vol.%* dušika, *0-1 vol.%* vodika, *0.1-0.5 vol.%* vodikovega sulfida ter *0-0.5 vol%* kisika. Deleži vodika, vodikovega sulfida in kisika so v bioplinu dovolj majhni, da ne vplivajo na eksplozijske lastnosti bioplina.

Bioplin je lahko lažji ali težji od zraka, odvisno predvsem od deleža metana in ogljikovega dioksida v plinski zmesi. Povprečna gostota bioplina je blizu gostote zraka. Podatki za metan, ki so pomembni glede protieksplozijske zaščite, so:

METAN	
Formula	CH_4
Molska masa	*16 g/mol*
Skupina (MESG)	IIA (*1.14 mm*)
Temperaturni razred	T1 (*595 °C*)
Meji eksplozivnosti SME ... ZME	*4.4 vol.% ... 17 vol.%* (*29 g/m³ ... 113 g/m³*)
Mejna koncentracija kisika	*12 %*
Minimalna energija vžiga	*0.29 mJ*
Najvišji tlak eksplozije	*8.1 bar*

C. 0.1 - SPREJEM GREZNIČNIH ODPLAK

C.1 Opis

Na čistilni napravi Radovljica bodo v sklopu posodobitve in nadgraditve izvedene dograditve obstoječih objektov ter menjava tehnološke opreme. V prostor za sprejem grezničnih odplak bi se po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. med odstopanji od normalnega obratovanja potencialno lahko dostavilo greznično odplako z vsebnostjo v vodi netopnih organskih topil oziroma odplako, ki bi potencialno zaradi anaerobnih procesov lahko tvorila nevarne količine bioplina.

Tehnološki sklop 01 oziroma prostor za sprejem grezničnih odplak je sestavljen iz:

- Prostora s sprejemno enoto: sprejemna enota vključuje sito, kontejner za trdne delce in druge strojne inštalacije. Sprejemna enota bo imela izvedeno prisilno ventilacijo. Prostor s sprejemno enoto bo imel prostornino $77\ m^3$. Prostor bo prav tako prisilno prezračevan. Odpadni zrak bo voden neposredno v ozračje.
- Bazena grezničnih odplak s črpališčem. Bazen ni pod prostorom s sprejemno enoto, ampak je nad bazenom pretakalna ploščad. Črpalka v bazenu se bo uporabljala za črpanje odplak iz bazena v vhodno črpališče. Bazen bo imel v zunanjosti dva vstopna jaška s pokrovom. Bazen bo imel prostornino $55\ m^3$. Bazen bo prisilno prezračevan, odsesani zrak pa bo voden neposredno v ozračje.
- Cevnih povezav za pretakanje odplak.
- Pretakalne ploščadi s hitro spojko za priključitev avtocistern in z lijakom za razlite odplake, ki bo imel odtok voden v bazen.

V prostor za sprejem grezničnih odplak se bo z avtocisternami preko sprejemne enote dostavljalo odplake iz greznic. Sprejemna enota bo sestavljena iz identifikacijske naprave s ključem za prevoznike, sprejemnega cevovoda, elektro-motornega zasuna, finega sita in kontejnerja za trde delce. Bazen grezničnih odplak bo pod nivojem tal v zunanjosti, pred prostorom za sprejem odplak. V bazenu za greznične odplake bo potopna črpalka za črpanje odplak iz bazena v vhodno črpališče. Prečrpavanje odplak bo kontrolirano in se bo vklapljalo in izklapljalo preko nivojske sonde za zgornji in spodnji nivo ter preko varnostnega stikala za minimalni nivo. V bazenu za greznične odplake bo potopno mešalo za mešanje odplak.

Po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. se na čistilni napravi Radovljica zaradi produkcije bioplina in zaradi prisotnosti hlapnih vnetljivih snovi nastanek eksplozivne zmesi lahko pričakuje izključno le v prostorih za sprejem grezničnih odplak. V ostalih objektih, prostorih in opremi čistilne naprave Radovljica se po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. ne pričakuje nastanka eksplozivne zmesi.

C.2 Cone eksplozijske nevarnosti

C.2.1 Viri gorljivih plinov in vnetljivih hlapov

V prostoru za sprejem grezničnih odplak so med normalnim obratovanjem in med predvidenimi okvarami prisotni naslednji viri gorljivih plinov in hlapov:

- Trajni viri:

- greznične odplake v cevnih inštalacijah za pretakanje odplak (med normalnim obratovanjem so odplake zanemarljiv vir plina),
- gladina greznične odplake v bazenu (med normalnim obratovanjem so odplake zanemarljiv vir plina).

- Primarni viri:
  - ni primarnih virov.
- Sekundarni viri:
  - greznične odplake v cevnih inštalacijah za pretakanje odplak (med odstopanji od normalnih postopkov odplake lahko vsebujejo v vodi netopna organska topila in lahko tvorijo bioplin v nevarnih količinah),
  - gladina grezničnih odplak v bazenu (med odstopanji od normalnih postopkov odplake lahko vsebujejo v vodi netopna organska topila in lahko tvorijo bioplin v nevarnih količinah),
  - razlite greznične odplake v lijaku pod hitro spojko za avtocisterne (vir ob nezgodnem razlitju).

C.2.2 Cone nevarnosti plinov in hlapov

Odplake iz greznic so trajni vir bioplina. Po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. se med normalnimi postopki ne pričakuje, da bi se iz dostavljenih odplak sproščale znatne količine bioplina, ampak se bioplin iz odplak med normalnim obratovanjem sprošča le minimalno. Zadrževalni čas odplak bo v bazenu kratek. Praznjenje bazena za greznične odplake bo redno, normalno po koncu vsakega delovnega dne oziroma v nočnem času. Bazen bo med normalnim obratovanjem minimalno ventiliran, zato se bioplin v bazenu ne bo kopičil.

Med odstopanji od normalnih postopkov pa bi se po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. lahko dostavilo tudi odplake, ki bi lahko tvorile večje količine bioplina oziroma bi se odplake lahko v bazenu zadrževale dalj časa, zaradi česar bi odplake potencialno lahko tvorile nevarne količine bioplina. Med odstopanji od normalnih postopkov bi se po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. z avtocisterno lahko dostavilo tudi odplake z vsebnostjo v vodi netopnih hlapnih organskih snovi (npr. bencin). Prostor s sprejemno enoto, sprejemna enota in bazen bodo prisilno prezračevani, zato se ne pričakuje, da bi bila v objektu eksplozivna zmes lahko dolgotrajnejša.

Notranjost sprejemne enote bo prisilno prezračevana. Koncentracija plinov in hlapov v odsesanem zraku iz sprejemne enote bo kontrolirana. V primeru prisotnosti hlapov in plinov bo prisilna ventilacija obratovala v režimu povečane ventilacije. V notranjosti sprejemne enote bi se eksplozivna zmes lahko pojavila le med odstopanji od normalnih postopkov, zaradi ventilacije sprejemne enote in kontrole hlapov oziroma plinov v sprejemni enoti pa bo prisotnost eksplozivne zmesi kratkotrajna. V celotni notranjosti sprejemne enote, kar vključuje tudi notranjost sita, notranjost kontejnerja za trde delce in druge prigrajene strojne inštalacije, je zato določena cona 2.

Sprejemna enota bo v celoti zaprta in tesna, kar velja vključno za sito, kontejner in druge prigrajene strojne inštalacije. Bazen bo s prostorom za sprejem grezničnih odplak povezan samo preko sita oziroma sprejemne enote, drugih odprtin in povezav bazena in prostora s sprejemno enoto pa ne bo. Izpust cevovoda za pretakanje odplak iz sprejemne enote v bazen bo v bazenu trajno potopljen. Sistem prisilne ventilacije sprejemne enote in bazena bo v prostoru s sprejemno enoto zaprt, tesen in se ne bo odpiral. V primeru odpiranja sprejemne enote, na primer pri menjavi kontejnerja ali čiščenju sita,

se mora s sondo prenosnega merilnika koncentracije gorljivih plinov najprej dodatno preveriti, če so v sistemu sprejemne enote prisotni vnetljivi hlapi oziroma plini. Sistem sprejemne enote je dovoljeno odpirati le, ko v sistemu ni gorljivih plinov in vnetljivih hlapov, glej točko C.4. Izven sprejemne enote ter izven cevovodov prisilne ventilacije sprejemne enote in bazena v notranjosti prostora za sprejem grezničnih odplak zato ni določenih con eksplozijske nevarnosti plinov.

Med okvarami in predvidenimi odstopanji od normalnega obratovanja bi eksplozivna zmes lahko nastala v cevovodih za odplake. V notranjosti cevnih inštalacij za pretakanje grezničnih odplak je zato določena cona 2.

V bazenu bi eksplozivna zmes lahko nastala le med odstopanji od normalnega obratovanja, zaradi prisilne ventilacije bazena in kontrole plinov v odsesanem zraku pa bi eksplozivna zmes bila kratkotrajna. V notranjosti bazena za greznične odplake, nad gladino odplak/tekočine, je zato določena cona 2. Eksplozivna zmes bi lahko nastala tudi v okolici odprtin bazena. V okolici odprtin bazena za greznične odplake (npr. odprtine za prehod opreme, vstopne odprtine, oddušniki itn.) je do razdalje $1\ m$ določena cona 2.

V notranjosti sistema za prisilno odsesavanje zraka iz sprejemne enote in iz bazena za greznične odplake ter v okolici izpuha sistema odsesavanja do razdalje $2\ m$ je določena cona 2.

Na pretakalni ploščadi bi med postopki pretakanja odplak (npr. med praznjenjem avtocistern) lahko prišlo do nezgodnega razlitja. Razlite odplake se bodo ujele v lijak, ki bo pod hitro spojko za avtocisterne, in se bodo nato po cevovodu pretočile v bazen za odplake. Če bi bila v odplakah prisotna v vodi netopna vnetljiva tekočina, bi v lijaku lahko nastala nevarna eksplozivna zmes. V lijaku za razlite odplake, ki je na pretakalni ploščadi, ter v notranjosti cevnih inštalacij za vodenje odplak iz lijaka v bazen za greznične odplake, je zato določena cona 2. Prav tako je cona 2 določena v okolici lijaka za razlite greznične odplake, ki je na pretakalni ploščadi, in sicer do razdalje $0.5\ m$. V okolici hitre spojke za priključitev avtocisterne na sprejemno enoto za greznične odplake je do razdalje $0.5\ m$ določena cona 2.

C.3 Tehnični ukrepi protieksplozijske zaščite

C.3.1 Preprečevanje nastanka eksplozivne atmosfere

Osnovna ukrepa preprečevanja nastanka eksplozivne atmosfere sta prisilno prezračevanje ter kratkotrajno zadrževanje odplak v objektu.

C.3.1.1 Prisilna ventilacija sprejemne enote in bazena za greznične odplake

Celotna notranjost Sprejemne enote in celotna notranjost bazen za greznične odplake morata biti trajno prisilno prezračevani. Sprejemna enota in bazen bosta imela skupni odsesovalni ventilator. V odsesovalnem vodu, ki bo odsesaval iz sprejemne enote in bazena, mora biti čim bližje notranjosti sprejemne enote in bazena vgrajen merilnik koncentracije plinov in hlapov, ki mora biti v kontrolni zanki sklopljen z odsesovalnim ventilatorjem. Merilnik hlapov oziroma plinov mora biti, glede na smer gibanja zraka, vgrajen za mestom združitve odsesovalnih vodov iz sprejemne enote in bazena. Prisilna ventilacija sprejemne enote in bazena mora obratovati v treh režimih in se lahko regulirala s frekvenčnikom za hitrost vrtenja ventilatorja:

- **Režim normalne ventilacije oziroma minimalni režim ventilacije:** Med normalnim obrato-

vanjem, kadar koncentracija plinov in hlapov v odsesanem zraku ni povišana, se morata sprejemna enota in bazen zračiti z minimalnim pretokom zraka. Kapaciteta odsesavanja iz sprejemne enote mora biti $3\ m^3/h$. Kapaciteta odsesavanja iz bazena mora biti $10\ m^3/h$. Režim normalne ventilacije mora obratovati stalno oziroma neprekinjeno.

- Režim povečane ventilacije med praznjenjem avtocistern: Kapaciteta odsesavanja iz sprejemne enote mora biti najmanj $150\ m^3/h$. Hkrati mora biti kapaciteta prisilne ventilacije iz sprejemne enote vsaj za $50\ \%$ večja, kot je maksimalni možni pretok odplak skozi sprejemno enoto oziroma kot je maksimalni možen izpust odplak iz avtocisterne. Kapaciteta odsesavanja iz bazena mora biti najmanj $500\ m^3/h$. Vklop povečane ventilacije mora biti takojšen in samodejen. Po končanem pretakanju odplak skozi sprejemno enoto mora režim povečane ventilacije obratovati še najmanj $15\ min$.
- Režim povečane ventilacije v primeru alarma merilnika koncentracije plina: V primeru, če bi merilnik izmeril povečano koncentracijo plinov oziroma hlapov v odsesanem zraku, se mora kapaciteta odsesavanja zraka iz sprejemne enote povečati na najmanj $150\ m^3/h$ in iz bazena povečati na najmanj $500\ m^3/h$. Tolikšna prisilna ventilacija v sprejemni enoti in v bazenu zagotavlja približno 10 izmenjav zraka s svežim zrakom. Režim povečane ventilacije mora obratovati toliko časa, dokler bo koncentracija plinov oziroma hlapov v odsesanem zraku povečana.

Na sprejemni enoti morata biti odsesovalna odprtina in odprtina za dovod svežega zraka izvedeni tako, da se kvalitetno zrači celotno notranjost sprejemne enote, vključno s sitom, kontejnerjem za trde delce in drugimi strojnimi inštalacijami. To pomeni, da je na primer odsesovalna odprtina na začetku sita, odprtina za dovod svežega zraka pa na koncu kontejnerja za trde delce. Odprtina za odvod odpadnega zraka in odprtina za dovod svežega zraka naj bosta med seboj čim bolj oddaljeni. Dovod svežega zraka v sprejemno enoto naj bo čim višje, na primer na vrhu kontejnerja. Odprtina za dovod svežega zraka mora imeti mehansko tlačno-gravitacijsko loputo, ki se samodejno odpre, ko ventilacija obratuje, in samodejno zapre, ko ventilacija ne obratuje. Loputa mora odprtino za dovod svežega zraka v celoti pokriti in se mora odprtini za dovod zraka tesno prilegati.

Dovod svežega zraka v bazen naj bo skozi oddušnik, ki mora voditi neposredno v zunanjost. Odsesovalna odprtina za odvod odpadnega zraka naj bo glede na odprtino za dovod svežega zraka v bazen izvedena nasprotno diagonalno po daljši stranici bazena. Odsesovalna odprtina naj bo nad gladino odplak, blizu zgornjega nivoja odplak v bazenu.

Sistem prisilnega odsesavanja mora biti tesne izvedbe, da se v nadtlačnem delu prepreči uhajanje plinov in cevovodov v prostor.

Izpuh sistema odsesavanja zraka mora biti voden neposredno v ozračje. V okolici izpuha se mora nastanek eksplozivnih zmesi preprečevati z neoviranim naravnim prezračevanjem. V okolici izpuha sistema prisilnega odsesavanja do razdalje najmanj $2\ m$ ne sme biti odprtin za zajem svežega zraka (npr. oken, zajem zraka dovodnih klimatov, zajem kompresorskega zraka itn.).

C.3.1.2 Prisilna ventilacija prostora za sprejem grezničnih odplak

Prostor za sprejem grezničnih odplak se bo prav tako prisilno zračil. Dovod svežega zraka v prostor bo skozi prezračevalno odprtino v vratih. Prezračevalna odprtina v vratih bo na višini blizu tal. Odsesovalna odprtina za odvod odpadnega zraka bo na višini blizu stropa, $4.7\ m$ nad tlemi. Odprtina za dovod svežega zraka in odsesovalna odprtina bosta izvedeni tako, da bosta v prostoru čim bolj oddaljeni

med seboj, s čimer se bo zagotavljalo kvalitetno zračenje celotnega prostora. Kapaciteta osesavanja zraka iz prostora naj bo najmanj $160\ m^3/h$, s čimer se bo v prostoru zagotavljalo 2 izmenjave zraka s svežim zrakom. Prisilno zračenje prostora za sprejem grezničnih odplak naj obratuje stalno oziroma neprekinjeno.

C.3.1.3 Izklop črpalke pri spodnjem nivoju nivojske sonde

Potopna črpalka za praznjenje bazena se bo vklapljala in izklapljala samodejno preko nivojske sonde za zgornji in spodnji nivo odplak v bazenu. Črpalka se bo vklopila pri zgornjem nivoju in izklopila pri spodnjem nivoju nivojske sonde. Pri spodnjem nivoju odplak bosta črpalka in mešalo še vedno v celoti potopljena. Kontrolna zanka za izklop črpalke pri spodnjem nivoju nivojske sonde mora delovati zanesljivo, s čimer bosta črpalka in mešalo trajno potopljena ter bo preprečen suhi tek črpalke, glej točko C.3.3.1. V primeru pojava hlapnih organskih snovi v bazenu bodo organska topila nad gladino odplak, saj imajo organska topila manjšo gostoto kot voda. Ker bo suhi tek črpalke preprečen s spodnjim nivojem nivojske sonde in bo delovanje sistema zanesljivo, se ne pričakuje, da bi črpalka iz bazena v vhodno črpališče lahko prečrpala morebitne hlapne organske snovi, saj bi se te lahko pojavile le v zgornjem sloju odplak (razen v primeru, če bi znaten delež odplak vseboval organska topila, kar pa po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. ni verjetno). S preprečevanjem suhega teka črpalke z nivojsko sondo za spodnji nivo odplak se preprečuje tudi, da bi črpalka iz bazena v vhodno črpališče prečrpavala odpadne pline. Z izklopom črpalke pri spodnjem nivoju nivojske sonde je preprečeno tudi, da bi na mestu mešala in črpalke lahko nastala eksplozivna zmes plinov in zraka.

C.3.1.4 Izklop črpalke v primeru povečane koncentracije plinov in hlapov v odsesanem zraku iz sprejemne enote in bazena

V sistemu odsesavanja, ki bo odsesaval iz sprejemne enote in bazena, bo vgrajen merilnik koncentracije hlapov oziroma plinov. V primeru, če bi se v odplakah pojavile vnetljive tekočine oziroma bi odplake sproščale nevarne količine bioplina, se bo sprožil alarm merilnika, ki mora biti v kontrolni zanki sklopljen s črpalko za praznjenje bazena. V primeru alarma merilnika plina mora biti delovanje potopne črpalke blokirano, glej točko C.3.3.2. Grezničnе odplake z vsebnostjo v vodi netopnih organskih topil in odplake, ki v nevarnih količinah sproščajo bioplin, se ne sme prečrpati v vhodno črpališče, ampak se mora takšne grezničnе odplake na varen način odstraniti iz bazena. Bazen za grezničnе odplake se bo lahko ponovno normalno uporabljal, ko na objektu ne bo več vnetljivih tekočin oziroma grezničnih odplak, ki tvorijo nevarne količine bioplina, in bo objekt dobro prezračen.

C.3.1.5 Drugi ukrepi preprečevanja nastanka in širjenja eksplozivne zmesi

V okolici prostora za sprejem grezničnih odplak se bo nastanek eksplozivnih zmesi preprečeval z neoviranim naravnim prezračevanjem.

Sprejemna enota, vključno s sitom, kontejnerjem za trde delce in drugimi strojnimi inštalacijami, mora biti v celoti zaprta in tesna. Edine odprtine so lahko priklop za avtocisterno, izpust cevovoda za pretakanje odplak iz sprejemne enote v bazen, odprtina za dovod svežega zraka v sprejemno enoto in izpuh prisilne ventilacije sprejemne enote. Po končanem pretakanju se priklop za avtocisterno zapre. Izpust cevovoda za pretakanje odplak iz sprejemne enote v bazen je pod gladino odplak v bazenu in bo trajno potopljen, saj je spodnji nivo odplak kontroliran, zato širjenje plinov iz bazena v sprejemno enoto ni možno, glej točko C.3.1.3. Na odprtini za dovod svežega zraka v sprejemno enoto mora biti

mehanska tlačno-gravitacijsko loputa, ki bo odprtino v celoti tesno pokrivala, ko ventilacija ne bo vklopljena, na pripirah lopute pa mora biti tesnilo po celotnem obodu. Izpuh prisilnega odsesavanja iz sprejemne enote mora biti voden neposredno v ozračje. Širjenje bioplina iz sprejemne enote v prostor je med normalnim obratovanjem ter v primeru predvidenih okvar in odstopanj od normalnega obratovanja s temi ukrepi preprečeno.

Vrata, ki so v conah eksplozijske nevarnosti, se morajo sproti tesno zapirati. Sprotno zapiranje vrat je lahko samodejno, na primer s samozapiralom, ali pa organizacijsko. Vsi prehodi v notranje prostore, ki so v conah eksplozijske nevarnosti, morajo imeti vrata.

Odprtine za prehod osebja in opreme v bazen za grezničnе odplake se morajo sproti zapirati s pokrovi.

Vsi preboji in odprtine, ki so v conah eksplozijske nevarnosti in vodijo v prostore in območja, kjer ni določenih con eksplozijske nevarnosti, morajo biti zaprti in zatesnjeni oziroma zasuti s peskom fine granulacije.

Vsi jaški in kanali v conah eksplozijske nevarnosti morajo biti zaprti in tesni ali pa zasuti s peskom fine granulacije. Tesnila zatesnjenih jaškov morajo biti po celotnem obodu pokrova jaška in morajo biti trajno odporna na vplive okolice in kemikalije, ki se lahko pojavljajo. V conah eksplozijske nevarnosti naj ne bo jaškov z električnimi inštalacijami.

Bazen za grezničnе odplake ni pod prostorom s sprejemno enoto, ampak je nad bazenom pretakalna ploščad. Prostor s sprejemno enoto je z bazenom tako povezan le preko cevovoda za pretakanje odplak iz sprejemne enote v bazen, pri čemer je izpust cevovoda izveden pod spodnjim nivojem nivojske sonde in tudi pod minimalnim nivojem varnostnega stikala. Nivo odplak v bazenu je kontroliran, glej točko C.3.1.3. Izpust cevovoda za pretakanje odplak iz sprejemne enote v bazen je zato trajno potopljen. Odsesovalni vod za prisilno zračenje bazena je voden skozi prostor s sprejemno enoto, vendar je sistem odsesavanja iz bazena v celoti tesen in zaprt ter se ne odpira, izpuh pa je v zunanjosti. Drugih odprtin, prebojev in povezovalnih cevovodov med prostorom s sprejemno enoto in bazenom ni. Zaradi teh ukrepov je širjenje plinov iz bazena v prostor s sprejemno enoto preprečeno.

Grezničnе odplake se bo v bazenu med normalnim obratovanjem zadrževalo kratek čas, po podatkih tehnologa manj kot *1* dan. Med normalnimi postopki obratovanja zato po podatkih tehnologa Hidro-pro Consult d.o.o. nevarno sproščanje bioplina iz odplak ni verjetno.

Nastanek eksplozivnih zmesi se mora preprečevati tudi z organizacijskimi ukrepi protieksplozijske zaščite, glej točko C.4.

C.3.2 Preprečevanje vžiga eksplozivne atmosfere

C.3.2.1 Oprema z lastnimi potencialnimi viri vžiga

Oprema z lastnimi potencialnimi viri vžiga, ki bo vgrajena v conah eksplozijske nevarnosti (npr. električna oprema, pnevmatska oprema itn.), mora ustrezati naslednjim tehničnim zahtevam:

- skupina plinov: IIB ali IIC;
- kategorija/EPL: 1G/Ga ali 2G/Gb ali 3G/Gc v coni 2;
- temperaturni razred: T4, T5 ali T6.

Zahteve veljajo tudi za prenosno in mobilno opremo z lastnimi potencialnimi viri vžiga, ki se jo vnaša oziroma ki posega v cone eksplozijske nevarnosti hlapov oziroma plinov.

V bazenu za grezničnе odplake sta vgrajena potopna črpalka in mešalo, ki nista v Ex-izvedbi, zato se mora ustrezen nivo varnosti zagotavljati s tem, da sta potopna črpalka in mešalo v celoti trajno potopljena pod gladino odplak. Kontrolni ukrep mora imeti stopnjo zanesljivosti delovanja najmanj $SIL1$, glej točko C.3.3.1.

Za opremo, ki bo vgrajena blizu con eksplozijske nevarnosti, morajo veljati naslednje zahteve:

- Oprema, ki lahko povzroči iskrenje (npr. svetilke, stikala itd.) in bo vgrajena blizu eksplozijsko ogroženih prostorov, mora imeti takšno ohišje, ki preprečuje emisijo isker v eksplozijsko ogroženi prostor. V praksi to pomeni, da mora biti takšna oprema v ohišju s stopnjo mehanske zaščite najmanj IP5X.
- Nad eksplozijsko ogroženimi prostori ni dovoljeno vgraditi nizkotlačnih natrijevih svetilk. Sijalk za te svetilke niti ni dovoljeno prenašati skozi eksplozijsko ogroženi prostor.
- Nad eksplozijsko ogroženim prostorom ne sme biti golih vodnikov pod električno napetostjo.

C.3.2.2 Viri vžiga, ki jih ne povzroča delovanje opreme

Relevantni tehnološki viri vžiga v conah eksplozijske nevarnosti so elektrostatične razelektritve, mehansko povzročene iskre in udar strele. Ostali tehnološki viri vžiga zaradi izbrane tehnologije niso relevantni.

C.3.2.2.1 Elektrostatične razelektritve

Na objektu bi lahko nastale razelektritve z iskro in grmičaste razelektritve, ki bi potencialno lahko vžgale eksplozivno zmes gorljivega plina in zraka. Nevarne elektrostatične razelektritve se mora preprečevati z naslednjimi ukrepi.

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. Kjer kovinski deli lahko korodirajo oziroma so pobarvani, se mora za zagotavljanje galvanskega stika med prevodnimi deli pod glavami vijakov obvezno uporabiti nerjavne zobate podložke. Ozemljitvene povezave morajo biti redno vzdrževane.

Uporaba neprevodnih materialov (npr. umetne mase) je v coni 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.

Cevovodi prisilne ventilacije, v katerem je določena cona 2, so lahko iz neprevodnih materialov. Če se bo uporabilo prevodne ali disipativne ventilacijske cevovode, morajo biti ti ozemljeni. Če bodo imeli ventilacijski cevovodi vgrajeno prevodno spiralo oziroma oplet, mora biti ta ozemljen na obeh koncih.

Elektrostatično ozemljitev ročnega orodja se lahko zagotavlja preko operaterja, ki uporablja disipativno obutev. Če osebje uporablja zaščitne rokavice, morajo biti te disipativne.

Tla v conah eksplozijske nevarnosti naj bodo disipativna z odvodno upornostjo manj kot $100\ M\Omega$, s čimer se omogoča varno disipacijo naboja iz osebja. Enako velja za tla, od koder osebje posega v cone eksplozijske nevarnosti.

C.3.2.2.2 Mehansko povzročena iskra

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

Kovinski pohodni pokrovi jaškov in prebojev naj imajo na pripirah gumena tesnila. Tesnila naj bodo po celotni površini pripir po celotnem obodu. S tem ukrepom je mehanska iskra pri zapiranju pokrovov preprečena.

Kovinski pokrovi jaškov in prebojev, ki so v conah eksplozijske nevarnosti, se morajo zapirati počasi, previdno in brez udarcev. V primeru alarma merilnikov koncentracije plinov in hlapov se kovinskih pokrovov jaškov in prebojev ne sme zapirati.

C.3.2.2.3 Udar strele

V okolici objekta je določena cona 2. Strelovodna zaščita za cono 2, ki je določena v okolici objekta na prostem, ni zahtevana, je pa priporočljiva. Morajo pa biti pred direktnim udarom strele zaščiteni odsesovalni cevovodi. Glej tudi točko D.

Za izvedbo strelovodne zaščite skladno zahtevam standarda [8] 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 [8].

C.3.3 Kontrolni ukrepi protieksplozijske zaščite

C.3.3.1 Izklop črpalke za praznjenje bazena pri spodnjem nivoju grezničnih odplak

Črpalka za prečrpavanje odplak iz bazena v vhodno črpališče se bo vklapljala in izklapljala samodejno preko nivojske sonde, ki bo vgrajena v bazenu. Črpalka se bo samodejno vklopila pri zgornjem nivoju nivojske sonde. Samodejni izklop črpalke bo pri spodnjem nivoju nivojske sonde. Pri spodnjem nivoju nivojske sonde bosta črpalka in mešalo še vedno v celoti pod gladino grezničnih odplak.

Pri spodnjem nivoju nivojske sonde se bo črpalka samodejno izklopila iz napajanja. Prečrpavanje odplak v vhodno črpališče bo s tem zaustavljeno. Celotna varnostna kontrolna zanka, v kateri bosta sklopljena nivojska sonda za spodnji nivo odplak in sistem za izklop črpalke za prečrpavanje odplak iz bazena v vhodno črpališče, mora imeti stopnjo zanesljivosti delovanja najmanj $SIL1$.

V bazenu bo vgrajeno še dodatno varnostno stikalo za minimalni nivo, ki bo pod spodnjim nivojem nivojske sonde, s čimer se bo zagotavljal dodatni nivo varnosti. Varnostno stikalo za minimalni nivo bo v kontrolni zanki sklopljeno s sistemom za napajanje črpalke. V primeru, ko bo nivo odplak v bazenu dosegel minimalni nivo varnostnega stikala, se bo črpalka za prečrpavanje odplak iz bazena v vhodno črpališče samodejno izklopila. Pri minimalnem nivoju varnostnega stikala bosta mešalo in črpalka še vedno v celoti potopljena pod gladino odplak.

Mešalo za mešanje odplak in črpalka za praznjenje bazena, ki bosta vgrajena na dnu bazena za grezničnе odplake, ne bosta ustrezne Ex-izvedbe. Ustrezno varnost se bo zato zagotavljalo s tem, da bosta mešalo in črpalka zanesljivo trajno potopljena v odplakah. Mešalo in črpalka bosta v bazenu namreč vgrajena pod spodnjim nivojem nivojske sonde in pod minimalnim nivojem varnostnega stikala. Med normalnim obratovanjem in med okvarami obratovanja bosta zato mešalo in črpalka vedno pod gladino odplak, zato se ne pričakuje, da bi se na mestu mešala in črpalke lahko pojavila eksplozivna zmes plina.

Suhi tek črpalke in črpanje plinov iz bazena v vhodno črpališče je s temi ukrepi preprečeno.

S temi ukrepi je preprečeno tudi, da bi se vnetljive tekočine, ki bi se potencialno lahko pojavile v bazenu, prečrpale v vhodno črpališče. Črpalka namreč zajema tekočino pod nivojem odplak, vnetljive tekočine pa plavajo na gladini odplak. Ker se med predvidenimi odstopanji ne pričakuje, da bi odplake vsebovale znaten delež v vodi netopnih vnetljivih tekočin, ni verjetno, da bi črpalka lahko posesala morebitne vnetljive tekočine.

C.3.3.2 Izklop črpalke in povečanje ventilacije v primeru povišane koncentracije hlapov oziroma plinov v odsesanem zraku iz sprejemne enote in bazena

V odsesovalnem cevovodu, ki bo odsesaval iz sprejemne enote in bazena za sprejem grezničnih odplak, naj bo vgrajen merilnik koncentracije gorljivih hlapov oziroma plinov.

Merilnik mora biti vgrajen na glavnem vodu sistema odsesavanja, to je za mestom združitve odsesovalnih vodov iz sprejemne enote in bazena, gledano glede na smer gibanja odsesanega zraka. Hkrati mora biti merilnik vgrajen čim bližje odsesovalnim odprtinam iz bazena oziroma sprejemne naprave, kolikor je to iz tehničnih razlogov možno (npr. preprečeno mora biti onesnaženje senzorja, senzor mora biti na mestu, kjer zračni tok ni turbolenten itn.).

Nastavitve merilnika koncentracije gorljivih hlapov oziroma plinov morajo biti naslednje:

- merilnik hlapov naj bo nastavljen na vrednost $5\ \%\ SME$,
- merilnik naj bo nastavljen na hlape pentana.

Če bo izmerjena koncentracija gorljivih hlapov oziroma plinov v odsesanem zraku presegla nastavljeno vrednost, se morajo sočasno in samodejno:

- Sprožiti svetlobni in zvočni alarm na objektu ter alarm pri nadzorni službi.
- Stikalo oziroma frekvenčnik za hitrost obratovanja odsesovalnega ventilatorja, ki bo odsesaval iz sprejemne enote in bazena, preklopiti na največjo hitrost. V režimu povečane ventilacije mora biti odses zraka iz sprejemne enote najmanj $150\ m^3/h$ in hkrati vsaj $50\ \%$ večji, kot je največji možni pretok odplak iz avtocisterne. V režimu povečane ventilacije mora biti odses zraka iz bazena najmanj $500\ m^3/h$. Odsesovalni ventilator se lahko ponovno preklopi v minimalni režim ventilacije, ko koncentracija plinov v odsesanem zraku pade na $0\ \%\ SME$.
- Praznjenje avtocisterne se mora takoj ustaviti. Takšnih odplak se v sistem čistilne naprave ne sme dozirati.
- Izklopiti črpalko za prečrpavanje odplak iz bazena v vhodno črpališče. Celotna varnostna kontrolna zanka, v kateri bosta sklopljena merilnik koncentracije hlapov oziroma plinov ter sistem za izklop črpalke, mora imeti stopnjo zanesljivosti delovanja najmanj $SIL1$. Ponovni vklop črpalke ne sme biti samodejen, ampak mora biti ročen (operater). Delovanje črpalke se

lahko ponovno vklopi, ko je nevarnost zaradi gorljivih plinov oziroma vnetljivih hlapov zanesljivo odpravljena.

Vzroke za povečano koncentracijo gorljivih hlapov ali plinov v prostoru je potrebno ugotoviti v najkrajšem možnem času in jih čim hitreje odpraviti:

- Odplak, ki vsebujejo v vodi netopne vnetljive tekočine, se iz bazena v vhodno črpališče ne sme prečrpati v nobenem primeru, ampak se jih mora na varen način odstraniti, glej točko C.4.
- Odplak, ki tvorijo nevarne količine bioplina, se mora pred prečrpavanjem v vhodno črpališče razredčiti z veliko količino vode. Redčenje odplak z vodo mora biti najmanj za faktor 10. Redčenje odplak z vodo mora trajati toliko časa, da merilnik koncentracije plinov ne zaznava več prisotnosti bioplina. Med redčenjem odplak mora ventilacija bazena obratovati v režimu normalne ventilacije z minimalno izmenjavo zraka, s čimer se prepreči lažno negativen rezultat (zaradi velikega pretoka zraka pri povečani ventilaciji bi se bioplin v bazenu sproti redčil kljub temu, da bi odplake še vedno tvorile nevarne količine bioplina). Ustrezno razredčene odplake, ki bioplin ne tvori več v nevarnih količinah, se lahko prečrpa v vhodno črpališče. Glej tudi točko C.4.

Merilnik koncentracije hlapov mora biti vzdrževan in kalibriran v ustreznih časovnih intervalih, po priporočilih proizvajalca.

C.3.3.3 Povečanje ventilacije sprejemne enote in bazena med praznjenjem avtocistern

Vklop režima povečane ventilacije sprejemne enote in bazena za sprejem grezničnih odplak mora biti izveden tudi med praznjenjem avtocistern oziroma med pretakanjem odplak skozi sprejemno enoto. Med praznjenjem avtocistern mora biti kapaciteta odsesavanja zraka iz sprejemne enote najmanj $150\ m^3/h$ in hkrati $50\ \%$ večja, kot je največji možen izpust odplak iz avtocisterne. Kapaciteta odsesavanja iz bazena mora biti med praznjenjem avtocistern najmanj $500\ m^3/h$.

Režim povečane ventilacije se mora samodejno vklopiti, preden se začne prazniti avtocisterna. Po končanem pretakanju odplak skozi sprejemno enoto mora prisilna ventilacije obratovati še $15\ min$, nato se režim povečane ventilacije lahko izklopi oziroma se ventilator preklopi nazaj v režim minimalne ventilacije. Varnostna kontrolna zanka za preklapljanje med režimi ventilacije med praznjenjem avtocistern mora delovati s stopnjo zanesljivosti delovanja najmanj $SIL1$.

C.3.4 Ukrepi konstrukcijske protieksplozijske zaščite

Ukrepi konstrukcijske protieksplozijske zaščite niso potrebni in ne bodo izvedeni.

C.4 Organizacijski ukrepi protieksplozijske zaščite

Poleg splošnih organizacijskih ukrepov protieksplozijske zaščite pod točko E veljajo še naslednji organizacijski ukrepi:

- Pred spajanjem cevi avtomobilske cisterne s hitro spojko sprejemne enote prostora za sprejem grezničnih odplak se mora najprej izvesti ozemljitev avtomobilske cisterne z ozemljitvenimi kleščami. Ozemljitve avtomobilske cisterne z ozemljitvenimi kleščami se nikdar ne sme izvajati v conah eksplozijske nevarnosti, ampak se mora ozemljitev avtomobilske cisterne izvesti na za to predvidenem mestu.
- V primeru alarma merilnika koncentracije plinov in hlapov v odsesanem zraku iz sprejemne enote oziroma bazena se mora praznjenje avtocisterne takoj ustaviti. Dokler je alarm merilnika

plinov aktiviran, se sprejemne enote ne sme odpirati oziroma razstavljati, kar pomeni, da se od sistema ne sme ločiti niti kontejnerja za trdne delce. Ko se alarm samodejno izklopi, se mora pred razstavljanjem sprejemne enote najprej s prenosnim merilnikom koncentracije plinov in hlapov preveriti, ali so v kontejnerju hlapi oziroma plini. Šele ko tudi prenosni merilnik hlapov oziroma plinov pokaže, da v sprejemni enoti oziroma v kontejnerju ni več prisotnih gorljivih plinov oziroma vnetljivih hlapov, je sistem dovoljeno razstaviti. Prenosni merilnik plinov mora biti nastavljen na vrednost $5\ \%\ SME$ in naj bo nastavljen na hlape pentana.

- Pred vsakim odpiranjem sprejemne enote (npr. pred menjavo kontejnerja za trdne delce, čiščenjem sita itn.) se mora s prenosnim merilnikom koncentracije gorljivih plinov in vnetljivih hlapov vedno najprej preveriti, ali je v sprejemni enoti povečana koncentracija hlapov oziroma plinov. To se naredi tako, da se skozi odprtino za dovod svežega zraka vstavi merilno sondo. Prisotnost plinov se mora preveriti v celotni notranjosti sprejemne enote, vključno s kontejnerjem. Če gorljivih plinov in vnetljivih hlapov v sistemu sprejemne enote ni prisotnih, se sistem lahko odpre. Če vnetljivi hlapi oziroma gorljivi plini v sistemu sprejemne enote so prisotni, se mora sistem najprej prezračiti z vklopom režima povečane ventilacije sistema. Ko je sistem dobro prezračen in v notranjosti ni več vnetljivih hlapov in plinov, se sistem sprejemne enote lahko odpre. Po končanih delih se mora celoten sistem sprejemne enote, vključno s kontejnerjem in sitom, tesno zapreti in zapreti tudi loputo na dovodu svežega zraka v sistem. Prenosni merilnik plinov naj bo nastavljen na $5\ \%\ SME$ in umerjen na hlape pentana.
- Grezničnе odplake, ki se jih dostavi z avtomobilsko cisterno, potencialno lahko vsebujejo v vodi netopne vnetljive tekočine. Grezničnih odplak iz avtomobilskih cistern se zato nikdar ne sme pretočiti neposredno v vhodno črpališče, ampak se jih mora vedno najprej pretočiti v bazen za grezničnе odplake. V primeru, če bi se v bazen dostavilo odplake, ki vsebujejo v vodni netopne vnetljive tekočine, kar bo zaznal in z alarmom opozoril merilnik koncentracije hlapov, ki bo vgrajen v sistemu prisilnega odsesavanja iz bazena, se teh odplak ne sme prečrpati v vhodno črpališče, ampak se mora takšno odpadno vodo na varen način odstraniti iz objekta. Ko na objektu ne bo več vnetljivih tekočin in bo objekt dobro prezračen, se bazen za grezničnе odplake lahko uporablja skladno z namensko rabo. Grezničnе odplake, ki vsebujejo v vodi netopne vnetljive tekočine, se varno lahko odstrani na naslednji način:
  - Dela v širši okolici bazena in prostora za sprejem grezničnih odplak se morajo izvajati skladno z zahtevami v coni 1, se pravi: vsa prenosna oziroma mobilna oprema z lastnimi potencialnimi viri vžiga mora ustrezati kategoriji 1G/Ga ali 2G/Gb, skupini plinov IIB ali IIC ter temperaturnemu razredu T4 ali T5 ali T6, uporaba neprevodnih materialov ni dovoljena, dovoljena je uporaba le neiskrečega ročnega orodja.
  - Odplake z vsebnostjo vnetljivih tekočin se z ustrezno Ex-črpalko pretoči v prevodne kontejnerje oziroma cisterne, pri čemer morajo biti vsi prevodni in disipativni deli (npr. črpalka, cevovodi, sprejemne cisterne oziroma kontejnerji) med seboj potencialno izenačeni in ozemljeni.
  - Vnetljive tekočine se iz objekta lahko odstrani tudi z dolgotrajno prisilno ventilacijo, s čimer se vnetljivo tekočino odstrani z izhlapevanjem v ozračje. V tem primeru se mora po končanem postopku s prenosnim merilnikom koncentracije hlapov preveriti, da vnetljivih tekočin ni več prisotnih.
  - Vso opremo z lastnimi potencialnimi viri vžiga, ki ni ustrezna za uporabo v coni 1 IIB T4, se

mora izklopiti iz vseh virov napajanja (električnega in pnevmatskega).

- Med deli se mora zagotavljati kvalitetno prezračevanje prostora, sprejemne enote in bazena za sprejem grezničnih odplak.
- Med deli se mora uporabljati prenosne merilnike koncentracije gorljivih plinov.

- Grezničnih odplak, ki potencialno lahko sproščajo nevarne količine bioplina, se ne sme direktno pretočiti v vhodno črpališče, ampak se jih mora vedno pretočiti najprej v bazen za greznične odplake. Če bi greznične odplake sproščale nevarne količine bioplina, kar bo zaznal in opozoril alarm merilnika koncentracije plina, ki bo vgrajen v sistemu prisilnega odsesavanja, ki bo odsesaval iz sprejemne enote in bazena, se takšnih odplak ne sme prečrpati v vhodno črpališče, ampak se mora takšne odplake najprej razredčiti z veliko količino vode. Takšne odplake se mora redčiti z vodo najmanj za faktor 10. Redčenje z vodo mora biti tolikšno, da bioplin ne nastaja več v zaznavnih količinah. Ko bodo odplake ustrezno razredčene in se bioplin iz odplak ne bo sproščal več v zaznavnih količinah, se odplake lahko prečrpa v vhodno črpališče. Da se bioplin ne sprošča več v nevarnih količinah, se mora potrditi s prenosnim merilnikom koncentracije plina. Meritve koncentracije plina se mora izvesti, ko ventilacija bazena obratuje v normalnem režimu pri minimalnem pretoku zraka $10\ m^3/h$.
- Kovinski pokrovi jaškov in prebojev, ki so v conah eksplozijske nevarnosti, se morajo zapirati počasi, previdno in brez udarcev. V primeru alarma merilnikov koncentracije gorljivih plinov se kovinskih pokrovov jaškov in prebojev ne sme zapirati.
- Z meritvami se mora preverjati pretoke zraka v odsesovalnih vodih. Periodika meritev je odločitev in odgovornost uporabnika.
- Redno je treba preverjati upornost med prirobnicama na cevi, ki ima vgrajen kovinski oplet oziroma kovinsko spiralo. Prvo meritev je treba narediti z ustrezno (novo) cevjo in rezultat zabeležiti. Če se upornost med prirobnicama poveča glede na originalno vrednost, je cev treba popraviti ali pa se je ne sme več uporabljati.

C.5 Ocena tveganja

C.5.1 Posledice morebitne eksplozije

V primeru, če bi se na objekt dostavilo vnetljive tekočine oziroma bi iz odplak izhajale znatne količine bioplina, bi eksplozivna zmes lahko hitro zapolnila celoten bazen in tudi sprejemno enoto za grezničnе odplake, saj sta bazen in sprejemna enota med seboj povezana. V primeru vžiga eksplozivne zmesi bi lahko prišlo do rušilnega udarnega vala in porušitve objekta. Če bi bilo v primeru eksplozije v objektu oziroma v okolici objekta osebje, bi lahko prišlo do hudih poškodb ali celo do žrtev.

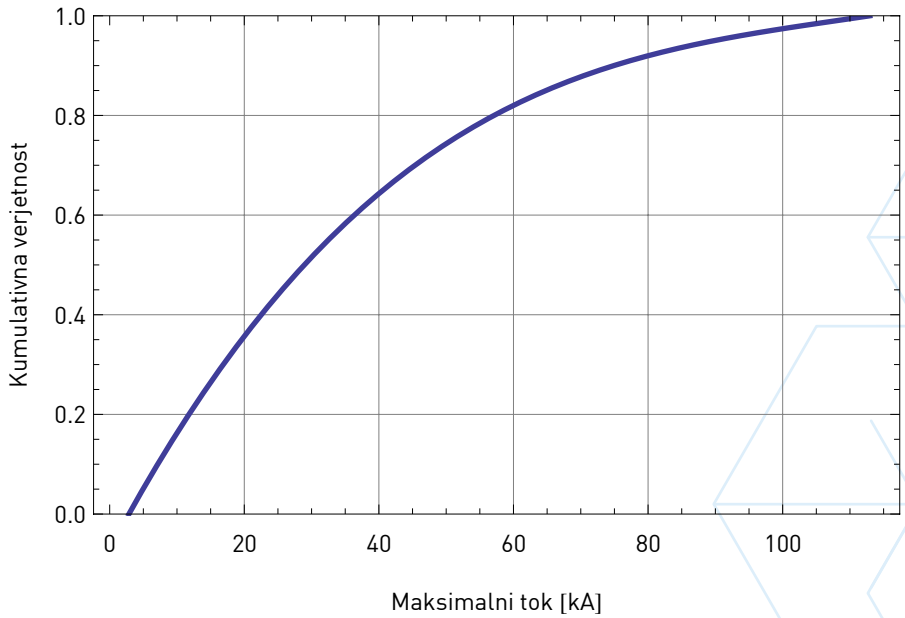
C.5.2 Pričakovana pogostost eksplozij

Ob ustrezno izvedenih ukrepih protieksplozijske zaščite, ki so določeni v tem elaboratu, eksplozije niso pričakovane. Ob ustrezno izvedenih ukrepih protieksplozijske zaščite bo stanje skladno z današnjim stanjem tehnike.

D. UDAR STRELE

Na območju Radovljice je glede na dolgoletne statistike udarov strel približno *5* na kvadratni kilometer na leto. Objekt Čistilne naprave Radovljica je dvignjen nad okolico, zato lovi strele iz nekoliko širšega območja, kot je dejanski tloris objekta. Po modelu za preskočno razdaljo $D(I_{max})$ strele glede na maksimalni tok strele $D(I_{max}) = 10\ m \times (I_{max}/kA)^{0.65}$, ki se običajno uporablja, privzetku, da so bočni udari pod kotom $45°$ ali več glede na vertikalo manj verjetni, ter verjetnostni porazdelitvi strel po maksimalnem toku, kot jo kaže diagram, se pri navedeni pogostosti udara strel *5* na kvadratni kilometer na leto pričakuje do reda velikosti en direktni udar strele v objekt na *10 let* do *15 let*.

Eksplozivne zmesi bi se v prostoru za sprejem grezničnih odplak in v bazenu za odplake lahko pojavile med okvarami delovanja in med predvidenimi odstopanji od normalnih postopkov (cona 2). Predpostavka, da je eksplozivna zmes v okolici Čistilne naprave Radovljica prisotna približno *10 ur/leto*, to ustreza verjetnosti približno *0.1 %*. Pri frekvenci udarov strele v objekt približno enkrat na *10 le*t to pomeni, da bi v obdobju *1 leta* pričakovali vžig eksplozivne atmosfere z verjetnostjo približno *0.01 %*, če ne bi bilo strelovodne zaščite. Ker bo objekt imel izvedeno ustrezno strelovodno zaščito, se tveganje za vžig eksplozivne zmesi, ki ga povzroča udar strele, dodatno zniža.



Kumulativna verjetnostna porazdelitev po maksimalnem toku strele. Npr. verjetnost, da ima slučajno izbrana strela maksimalni tok manjši od 30 kA, je prližno 0.5.

Za izvedbo strelovodne zaščite skladno zahtevam standarda [8] 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 [8].

E. SPLOŠNO VELJAVNI ORGANIZACIJSKI UKREPI

V tem poglavju so opisani organizacijski ukrepi, ki so splošno veljavni v vseh eksplozijsko ogroženih prostorih. Zajemajo:

- Navodila glede protieksplozijske zaščite za postopke, ki se izvajajo v eksplozijsko ogroženih prostorih. Za specifične operacije, ki se najpogosteje izvajajo, so zahteve za ukrepe protieksplozijske zaščite in navodila za delo navedeni v posebnih poglavjih.
- Zahteve za osebno zaščitno opremo.
- Zahteve za usposabljanja in usposobljenost osebja.
- Zahteve za sistem dovoljenj za delo.
- Zahteve za vzdrževanje in preglede opreme.
- Zahteve za nadzor nad izvajanjem ukrepov protieksplozijske zaščite.
- Zahteve za označevanje eksplozijsko ogroženih prostorov.

E.1 Pisna navodila za delo, navodila za uporabo opreme

Za postopke, ki se izvajajo v eksplozijsko ogroženih prostorih, morajo biti izdelana pisna navodila. V navodilih morajo biti opisani tisti ukrepi protieksplozijske zaščite, ki jih morajo zaposleni izvajati pri vsakdanjem delu.

E.1.1 Splošno

Splošna navodila za delo, ki veljajo v vseh eksplozijsko ogroženih prostorih, morajo vsebovati naslednje:

- V eksplozijsko ogrožene prostore ni dovoljeno vnašati prenosne opreme, ki ni odobrena s strani odgovorne osebe obrata. To vključuje tudi prenosne telefone, kalkulatorje, ročne svetilke in podobno.
- Vsi prevodni in disipativni predmeti v eksplozijsko ogroženih prostorih morajo biti ozemljeni.
- V eksplozijsko ogroženih prostorih morajo zaposleni imeti disipativno obutev.
- Dovoljena je uporaba le disipativnih rokavic.
- V eksplozijsko ogroženih prostorih v prisotnosti eksplozivne zmesi ni dovoljeno preoblačenje ali slačenje delov obleke (glej tudi točko E.2).
- V eksplozijsko ogroženih prostorih ni dovoljeno povzročati virov vžiga. Uporaba odprtega plamena ni dovoljena. Opravljanje vročih del (dela, ki lahko povzročijo vroče površine, mehansko povzročeno iskrenje, elektrostatične razelektritve in podobno) ni dovoljeno, če odgovorna oseba ni izdala dovoljenja za opravljanje vročih del.
- V eksplozijsko ogroženih prostorih ni dovoljeno odlagati neprevodnih plastičnih folij. Folije je z embalaže treba odstraniti že izven con eksplozijske nevarnosti.

E.2 Opis osebne varovalne opreme

Za osebno zaščitno opremo velja zahteva, da ne sme povzročiti virov vžiga med normalno uporabo in predvidenimi odstopanji od normalne uporabe. To velja tudi za osebno varovalno opremo zunanjih izvajalcev.

Zaščitne rokavice morajo biti disipativne, da omogočajo ustrezno odvajanje elektrostatičnega naboja iz ročnega orodja. Kriterij za disipativnost je odvodna upornost ročnega orodja preko rokavic največ $100\ M\Omega$.

Obutev mora biti disipativna. To velja tudi za zaščitne prevleke za obutev. Tal ni dovoljeno premazovati s premazi, ki odvodno upornost tal povečajo preko $100\ M\Omega$.

Za obleke zaposlenih v eksplozijsko ogroženih prostorih ni posebnih zahtev, vendar naj se oblačila, kolikor je to možno in smiselno, čim bolj tesno prilegajo telesu. Edina omejitev za uporabo oblek je, da jih ni dovoljeno slačiti v prisotnosti eksplozivne zmesi. Če se v conah eksplozijske nevarnosti uporablja disipativna obleka, mora biti ta ozemljena: npr. preko kontakta s telesom ali s posebno ozemljitveno povezavo. Disipativna obleka mora navadna oblačila pokrivati v celoti.

Za zaščitna očala ni posebnih zahtev, ker je izpostavljena neprevodna površina manjša kot $100\ cm^2$. Dovoljena je uporaba zaščitnih očal, ki niso disipativna.

E.3 Usposobljenost zaposlenih

Osebje, ki opravlja delo v eksplozijsko ogroženih prostorih, mora biti ustrezno usposobljeno za svoje delo. Tu je treba poudariti, da največ nesreč nastane kadar neusposobljeno osebje ne zna ustrezno izvajati postopkov.

Vse osebje mora poznati osnove protieksplozijske zaščite. Posluževalci morajo temeljito poznati zahteve za izvajanje postopkov, kolikor se to tiče protieksplozijske zaščite. Tu morajo biti bistveni poudarki na naslednjem:

- poznavanje eksplozijsko ogroženih prostorov oziroma razdelitve v cone nevarnosti;
- poznavanje zahtev za pravilno izvajanje postopkov, da ni nepotrebnega nastanka ali prevelikega obsega eksplozivnih atmosfer;
- poznavanje pravil za vnos opreme in orodja v eksplozijsko ogrožene prostore;
- poznavanje zahtev za pravilno izvajanje postopkov, da ne nastanejo vžiga zmožne elektrostatične razelektritve ali mehansko povzročene iskre.

Pri tem morajo dobro poznati tudi postopke v sili, če gre kakšna stvar narobe.

Vodje obratov, tehnologi in odgovorni za protieksplozijsko zaščito morajo dodatno poznati tudi zahteve za načrtovanje varnih postopkov v eksplozijsko ogroženih prostorih. To pomeni podrobnejše poznavanje nevarnosti zaradi elektrostatike, mehansko povzročenih isker in zahtev za Ex-opremo.

Lastna služba vzdrževanja mora biti ustrezno usposobljena, skladno s Pravilnikom o protieksplozijski zaščiti. Novemu osebju je treba pred začetkom izvajanja del preveriti usposobljenost skladno s Pravilnikom o protieksplozijski zaščiti.

Tudi zunanji izvajalci lahko z neustreznimi postopki povzročijo vire vžiga. Pomembno je, da se od zunanjih izvajalcev, ki vstopajo v eksplozijsko ogrožene prostore oziroma tam opravljajo dela, zahteva ustrezno usposobljenost, ki jo izvajalci izkazujejo z ustreznim certifikatom o usposobljenosti. Ker bodo glede tega vedno možne izjeme (npr. tuji partnerji ne bodo imeli ustreznih Slovenskih certifikatov), je tudi smiselno, da je ves čas prisotnosti zunanjih izvajalcev v coni nevarnosti organizirano spremstvo usposobljene osebe iz podjetja Komunala Radovljica d.o.o., ki naj skrbi za ustrezno protieksplozijsko zaščito med deli. Za delo zunanjih izvajalcev v eksplozijsko ogroženih prostorih morajo

veljati enaka pravila kot za delo zaposlenih v podjetju Komunala Radovljica d.o.o.

E.4 Usposabljanja

Skladno Pravilniku o protieksplozijski zaščiti se mora osebje usposabljati v časovnih intervalih, ki niso daljši od dveh let. Usposabljanje mora biti na ustreznem strokovnem nivoju in mora zajemati zadnje znanje, kar je ob hitrem razvoju tehnike osnovna zahteva za uspešna usposabljanja.

E.5 Sistem dovoljenj za delo

Za dela po ustaljenih postopkih ni potrebnih posebnih dovoljenj za delo.

Intervencijska dela, predelave in podobno, sploh, če pri tem lahko nastanejo viri vžiga, mora odgovorna oseba v obratu pisno odobriti. Obrazec za opravljanje tako imenovanih vročih del v eksplozijsko ogroženih prostorih, skladen priporočilom Evropske komisije, je v prilogi na koncu elaborata.

Med opravljanjem vročih del je treba zanesljivo prekriti vse odsesovalne odprtine v prostoru, da se morebitni vir vžiga ne more do vnetljivih in gorljivih snovi prenesti po odsesovalnem sistemu. Gorljive snovi je potrebno pred pričetkom izvajanja vročih del iz prostorov odstraniti.

E.6 Vzdrževanje in pregledi

Vzdrževanja in preglede opreme opravlja lastna služba vzdrževanja, ki mora za izvajanje del imeti izdelane pisne postopke in mora biti ustrezno usposobljena.

E.7 Označevanje eksplozijsko ogroženih prostorov

Eksplozijsko ogrožene prostore je treba ustrezno označiti. V EU je obvezna naslednja oznaka eksplozijsko ogroženih prostorov:



E.8 Nadzor nad izvajanjem ukrepov

Imenovane morajo biti odgovorne osebe za protieksplozijsko zaščito. Glavno odgovornost običajno nosi vodja obrata, ki mora zagotavljati, da se ukrepe protieksplozijske zaščite lahko ustrezno izvaja.

Če je za protieksplozijsko zaščito obrata imenovan nekdo, ki ni vodja obrata, mora imeti ustrezna pooblastila, da lahko zagotovi ustrezno protieksplozijsko zaščito.

Med obratovanjem je realistično pričakovati manjša odstopanja od neoporečnega izvajanja postopkov. Nadzor nad izvajanjem ukrepov je treba organizirati tako, da se vse, tudi manjše kršitve zaznajo in da se ob tem sorazmerno ukrepa. Pri hudih kršitvah, ki pomenijo znatno povečanje nevarnosti eksplozije, morajo biti uvedene tudi primerne sankcije. Za hude kršitve mora med drugim veljati:

- vnos neustrezne opreme v eksplozijsko ogrožene prostore (npr. navadni prenosni telefoni, kalkulatorji);
- nedosledno izvajanje ozemljitev;
- izvajanje vročih del brez ustreznih dovoljenj.

DOVOLJENJE ZA VROČE DELO	
Delovno mesto	…… …… ……
Naloga (npr. popraviti cev)	…… …… ……
Vrsta dela	◯ Varjenje ◯ Rezanje ◯ Abrazivno rezanje ◯ Spajkanje ◯ Žaganje ◯ ……
Ukrepi pred začetkom dela	◯ Odstrani vse gorljive predmete in snovi, do razdalje …… m. ◯ Odstrani vse gorljive predmete in snovi, v naslednjih sosednjih prostorih: …… ◯ Z ustrezno zaščito zavaruj gorljive predmete, ki jih ni možno odstraniti. ◯ Zatesni odprtine, spoje, razpoke itd. po katerih bi se vir vžiga lahko prenesel. Uporabi negorljiv material za tesnjenje. ◯ Odstrani gorljive prevleke, izolacije, itd. ◯ Odstrani nevarnost eksplozije v posodah in cevovodih za vnetljive snovi, npr. z inertiziranjem. ◯ Zapri odprtine posod in cevovodov za gorljive snovi. ◯ Organiziraj ustrezno opremljeno in pripravljeno požarno stražo.
Požarna straža	◯ Med izvajanjem del ime:…… ◯ Po končani izvedbi ime:……Trajanje……ur
Alarm	Lokacija najbližjega Požarnega alarma:…… Telefona:…. …… Tel. št. gasilcev: ……
Gasilna oprema in sredstva	◯ Gasilni aparati na a) vodo b) CO_2 c) prah ◯ Vedra napolnjena z vodo ◯ Priključena gasilna cev
Pooblastilo **Datum:……**	Obvezno je izvesti navedene ukrepe in upoštevati tudi druge določbe reda v podjetju Komunala Radovljica d.o.o. …… …… *Odgovorna oseba* *Izvajalec*

LITERATURA

Pravilnik

[1] Pravilnik o protieksplozijski zaščiti (Uradni list RS, št. 041/16)

Standardi

[2] SIST EN 1127-1:2019 Eksplozivne atmosfere - Preprečevanje eksplozije in zaščita - 1. del: Osnovni pojmi in metodologija

[3] SIST EN IEC 60079-10-1:2021 Eksplozivne atmosfere - 10-1. del: Razvrstitev prostorov - Eksplozivne plinske atmosfere

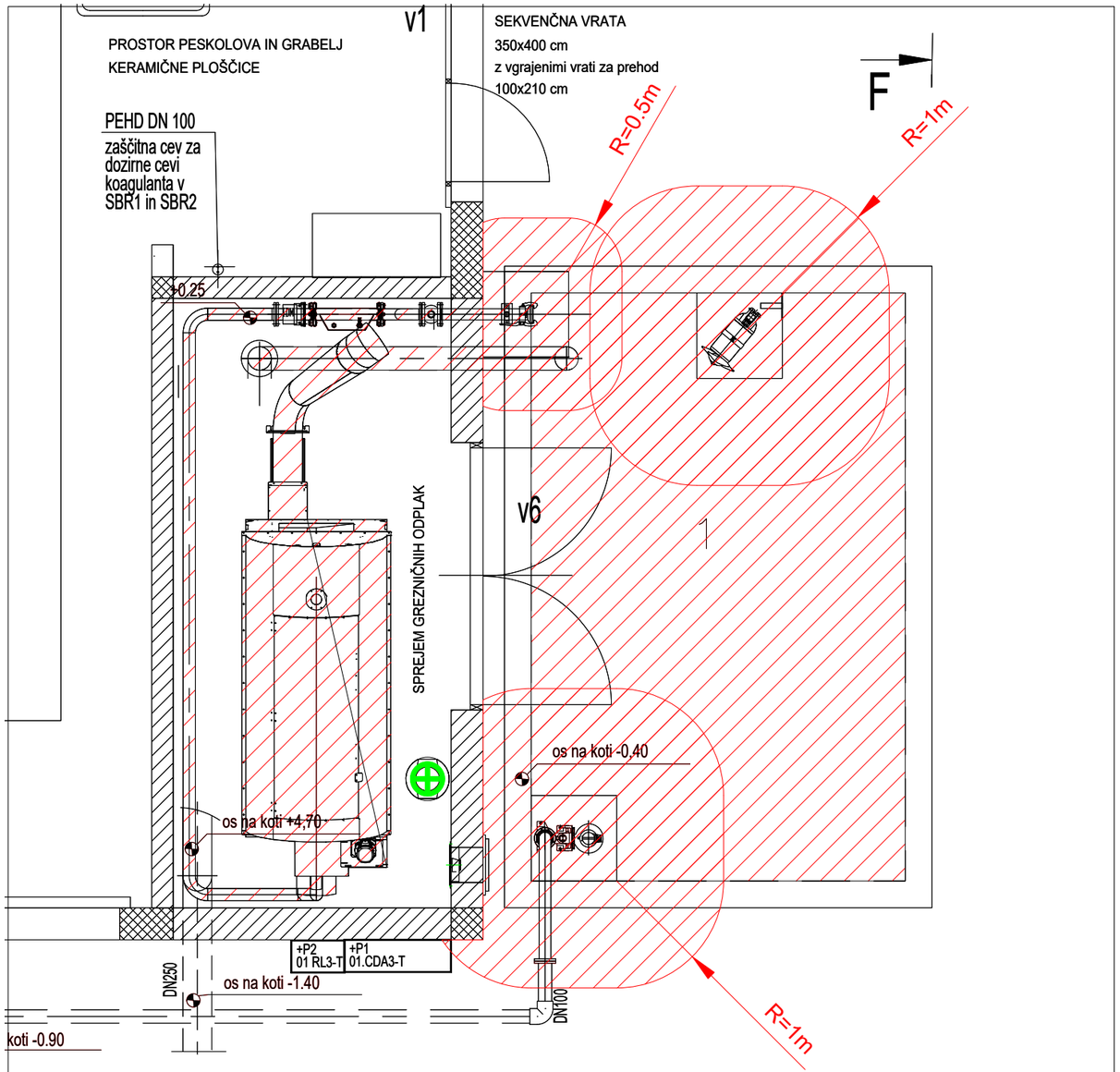
[4] SIST EN IEC 60079-0:2018 Eksplozivne atmosfere - 0. del: Oprema - Splošne zahteve

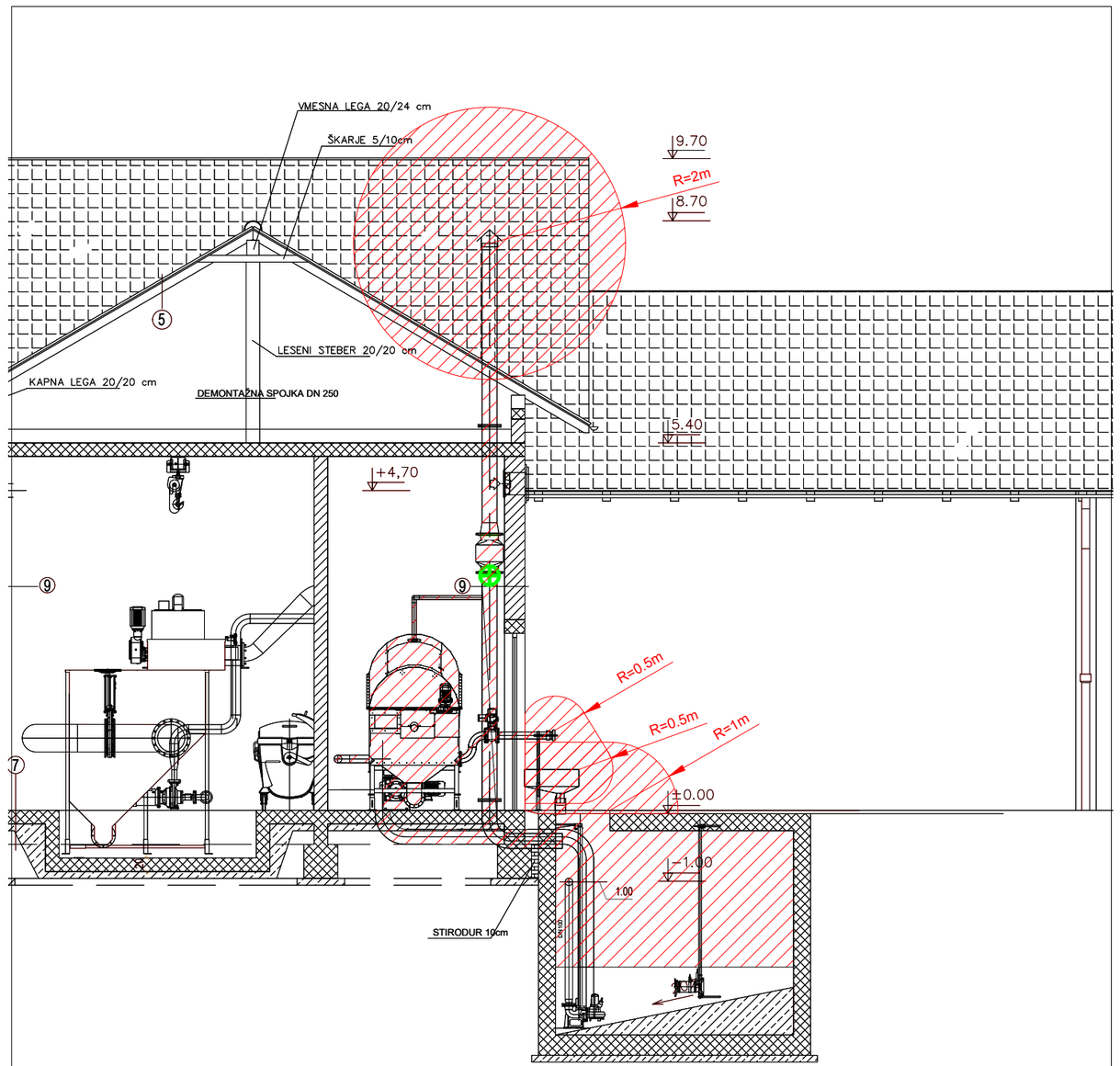
[5] SIST EN IEC 60079-14:2025 Eksplozivne atmosfere - 14. del: Načrtovanje, izbira in namestitev električnih inštalacij, vključno z začetnim pregledom

[6] SIST-TP CLC/TR 60079-32-1:2019 Eksplozivne atmosfere - 32-1. del: Elektrostatske nevarnosti - Navodilo

[7] SIST EN 50495:2010 Varnostne naprave, potrebne za varno obratovanje opreme glede tveganja eksplozije

[8] SIST EN IEC 62305-3:2024 Zaščita pred delovanjem strele - 3. del: Fizična škoda na zgradbah in življenjska ogroženost





Cona 0 IIB T4

Cona 1 IIB T4

Cona 2 IIB T4

Mesto merilnika koncentracije gorljivih plinov oziroma vnetljivih hlapov

Opis spremembe:		Datum:	Podpis:
Investitor: Občina Radovljica		Objekt: Čistilna naprava Radovljica	
Izdelovalec: IPZ Industrijska Protieksplozijska Zaščita d.o.o.		Del objekta/sistem: Sprejem grezničnih odplak	
Opomba: /		Elaborat: Elaborat eksplozijske ogroženosti	
		Vsebina risbe (dokumenta): Cone eksplozijske nevarnosti	
Izdelal:	Franci Gorjup	Št. projekta: AA-138/26	
Datum izdelave:	Oktober 2026	Id. oznaka: /	Stran: 1/1
Merilo:	/	Vrsta načrta: PZI	