

BIOGAS

Safety first!

Smernice za bezbednu
upotrebu tehnologije
biogasa



Srbija

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Fachverband
BIOGAS

German Biogas Association
www.biogas.org

Sadržaj

Izjave	4
Preambula	5
Opšti zahtevi	6
1. Uvod	6
2. Pojmovi i definicije.....	7
3. Osobine biogasa.....	9
4. Opasnosti.....	10
4.1. Opasnosti po životnu sredinu.....	12
4.2. Opasnosti po zdravlje	13
4.3. Opasne materije	13
4.4. Biološki činioci.....	13
4.5. Opasnosti od električne opreme	14
4.6. Mehaničke opasnosti.....	14
4.7. Opasnosti od gasa.....	14
4.8. Opasnosti od eksplozije i požara.....	15
4.9. Izvori opasnosti iz okoline.....	16
4.10. Opasnosti koje nastaju zbog neprikladnog ponašanja	16
5. Procena opasnosti	17
5.1. Procena opasnosti za specifična stanja tokom rada.....	19
5.2. Početak / puštanje u pogon	19
5.3. Radovi na održavanju i popravke	19
5.4. Zatvaranje /gašenje.....	21
5.5. Dokument o zaštiti od eksplozije.....	21
5.6. Zahtevi vezani za radnu opremu u oblastima pod rizikom.....	23
6. Koncept zaštite od požara	24
6.1. Strukturalna zaštita od požara	24
6.2. Strukturalna zaštita od požara	25
7. Mere zaštite	26
7.1. Organizacione mere zaštite.....	26
7.2. Lične mere zaštite	28
8. Dokumentacija	30
Specifični zahtevi	31
1. Zahtevi sistema za napajanje	31
2. Zahtevi za sisteme za tretman supstrata.....	33

3. Zahtevi vezani za rezervoare za čuvanje / pripreme jame	34
4. Zahtevi vezani za digestor.....	35
5. Zahtevi vezani za rezervoar za skladištenje gasa	37
6. Zahtevi vezani za drvene krovne strukture u sistemima za skladištenje gasa.....	39
7. Zahtevi vezani za prostorije za instalaciju za skladišta gasa	40
8. Zahtevi vezani za delove koji prenose supstrat u biogas postrojenju.....	41
9. Zahtevi vezani za delove koji prenose gas u biogas postrojenju	42
10. Zahtevi vezani za filtre za kondenzat.....	43
11. Zahtevi vezani za uređaje za zaštitu u slučaju previsokog ili preniskog pritiska	44
12. Zahtevi vezani za prečišćavanje gasa	45
12.1. Unutrašnje odsumporavanje dopremanjem vazduha u prostore s gasom u digestoru.....	45
12.2. Unutrašnje odsumporavanje dodavanjem jedinjenja gvožđa.....	45
12.3. Odsumporavanje putem materijala od gvožđa ili aktivnim ugljenikom u spoljnim jedinicama	45
13. Zahtevi vezani za analizu gasa	46
14. Zahtevi vezani za opremu i sigurnosne uređaje izložene gasu.....	47
15. Zahtevi vezani za gorionike za gas.....	47
16. Zahtevi vezani za sistem kontrole procesa / sistem za instrumentaciju i kontrolu (I&C).....	48
17. Zahtevi za elektrotehniku	49
17.1. Ekvipotencijalno vezivanje	49
17.2. Zaštitne mere za slučaj nestanka struje.....	50
18. Zahtevi vezani za zaštitu od groma	52
19. Zahtevi vezani za prostorije sa delovima postrojenja koji prenose supstrat i / ili delovima koji prenose gas.....	52
Inspekcije i provere	54
Prerada biogasa u biometan.....	55
Preporuke za bezbedan rad postrojenja.....	58
1. Preporuke vezane za zakonski okvir	59
2. Obuka za industriju	59
Prilozi	60
Annex 1: Procena opasnosti.....	60
Annex 2: Uputstvo za zapisnik o održavanju instalacija i popravkama za podizvođače i zaposlene	61
Organizacije	64
Bibliografija	66
Katalogizacija	67

Izjave



“Biogas je ključna komponenta decentralizovanog snabdevanja obnovljivom energijom, ali će biti dugoročno prihvaćen samo ako se postrojenjima za proizvodnju biogasa upravlja na profesionalan način. Jednako je važno posmatrati situaciju u ovoj oblasti kao i u drugim oblastima proizvodnje električne energije. To znači da svi oni koji su uključeni, proizvođači, distributeri i operateri, moraju da poštuju relevantne propise i zahteve (posebno evropske direktive kao što je Direktiva za mašine 2006/42/EC i ATEX (Oprema za potencijalno eksplozivnu atmosferu) Direktiva 2014/34/EU). Oni moraju adekvatno da procene sve rizike koji mogu postojati u vezi sa zdravljem i bezbednošću na radu i zaštitom životne sredine i da onda formulišu i primene potrebne mere zaštite. To podrazumeva određeni tehnički izazov kako bi se razumeo procesni inženjering koji predstavlja osnovu postrojenja koje se nabavi od proizvođača, ali i organizacioni izazov u smislu potrebe da se pripreme prateći dokumenta.

U Nemačkoj, na primer, Nemačko udruženje za biogas (Fachverband Biogas e.V.) stalno sarađuje sa vlastima i specijalizovanim telima kako bi se rešavala složena pitanja i nalazila praktična rešenja. Razvijen je niz pomoćnih alata, materijala itd. Čiji suštinu imamo zadovoljstvo da vam predstavimo u ovoj publikaciji.

Na kraju, kao što reko: samo bezbedna postrojenja će obezbediti dugoročno prihvatanje biogasa.”

– **Josef Ziegler,**
Predstavnik Radne grupe za bezbednost
Nemačkog biogas udruženja



“U oblasti obnovljive energije i energetske efikasnosti, GIZ trenutno realizuje više od 170 projekata u više od 50 zemalja od kojih se više od 20 njih prevashodno bavi biogasom ili ima neku komponentu biogasa u sebi. Iz tog razloga, sa stanovišta strategije razvoja, dobro je poznato da biogas ima mnogo prednosti, kao što je smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte, obezbeđivanje pouzdanog izvora zelene energije i stvaranje radnih mesta.

U poređenju s Nemačkom, većina zemalja koje su naši partneri na projektima nemaju specifične zahteve vezane za bezbednost u postrojenjima za proizvodnju biogasa. Štaviše, očigledno je da su moguće nesreće u biogas postrojenjima veoma štetne za održivi razvoj tržišta biogasa. Pitanje bezbednosti je stoga jedan važan deo našeg rada i ključan je za naše partnere kako bismo omogućili da projekti vezani za biogas postanu održivi, efikasni i bezbedni.”

– **Bernhard Zymela**
Šef Odeljenja za energetiku i transport
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Preambula

Da bi rad biogas postrojenja bio održiv, efikasan i pouzdan, bezbednost je pitanje od ključnog značaja.

Biogas se klasifikuje kao visoko zapaljiva mešavina gasova koja može biti štetna po zdravlje kada se udahne zbog svojih otrovnih sastojaka. Sistemi procesnog inženjeringa koji se koriste u biogas postrojenjima mogu biti veoma složeni. S obzirom na toliko veliki broj rizika i njihovu raznovrsnost, veoma je važno da se uvedu osnovne zaštitne mere kako bi se rizici od biogas postrojenja za ljude i životnu sredinu držali na apsolutnom minimumu.

Ove Bezbednosne smernice za biogas postrojenja daju jedan sveobuhvatan opis pitanja bezbednosti u biogas postrojenjima i ukazuju na različite oblike praktične pomoći koja se u velikoj meri temelji na preporukama Tehničkih informacija 4 Socijalnog osiguranja za poljoprivredu, šumarstvo i hortikulturu (SVLFG). Bezbednosne smernice stoga predstavljaju jedan ključan izvor informacija za sve one koji su uključeni u planiranje, izgradnju, rad, održavanje i testiranje biogas postrojenja. Takođe, ova publikacija – koja je nastala u saradnji sa Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH – ima za cilj da da osnovu za one koji donose odluke kako bi se razvio mogući nacionalni okvir i standardi bezbednosti.

Smernice se prevashodno bave biogas postrojenjima u segmentu srednjih i velikih postrojenja. Mikro postrojenja i domaća biogas postrojenja se ne obrađuju detaljno u ovoj publikaciji. Osim podizanja svesti na temu bezbednosti, cilj ove brošure je i da se daju predlozi bezbednosnih zahteva za biogas postrojenja koji su primenjivi u međunarodnim okvirima. Pažnja se prevashodno usmerava na zdravlje i bezbednost na radu, drugim rečima, zaštitu operatera, zaposlenih i drugih pojedinaca (treća strana).

U osnovi, Smernice se dele u dva glavna odeljka: opšti zahtevi, kojima se pokrivaju važne teme kao što su različite opasnosti koje donosi biogas postrojenje i specifični zahtevi, kao što su oni koji se primenjuju na delove i komponente biogas postrojenja. Takođe, pominju se zahtevi vezani za proizvodnju biometana. U poslednjem odeljku, Nemačko biogas udruženje daje savet za izradu standarda za bezbednost biogasa.

Biogas ima mnogo prednosti – decentralizovan je, prihvatljiv sa stanovišta zaštite klime i pouzdan – i on je jedan bezbedan oblik energije, pod uslovom da se određena pravila poštuju. Ovom publikacijom, Nemačko biogas udruženje i GIZ se nadaju da će imati ulogu tako što će pomoći da se široko iskustvo koje je stečeno u Nemačkoj na ovu temu upotrebi kako bi se unapredilo pitanje bezbednosti u biogas postrojenjima na međunarodnim tržištima.



1. Uvod

Neizmerno je važno da se biogas postrojenjima upravlja bezbedno, s obzirom na veoma složeni procesni inženjering koji to podrazumeva i činjenicu da se proizvode i skladište veoma zapaljivi gasovi. Međutim, ukoliko se preduzmu odgovarajuće zaštitne mere, opasnosti u biogas postrojenju i oko njega se mogu ograničiti i smanjiti na meru koja omogućava da se upravlja mogućim pretnjama i da se upravlja postrojenjem na način na koji je predviđeno. Kako bi se obezbedilo da postrojenjem može da se upravlja bezbedno, mora se imati u vidu da pitanje bezbednosti u oblasti biogasa počinje već u fazi planiranja i nastavlja se tokom celog rada postrojenja, ono zahteva blisku saradnju između proizvođača, konsultanata za planiranje i operatera.

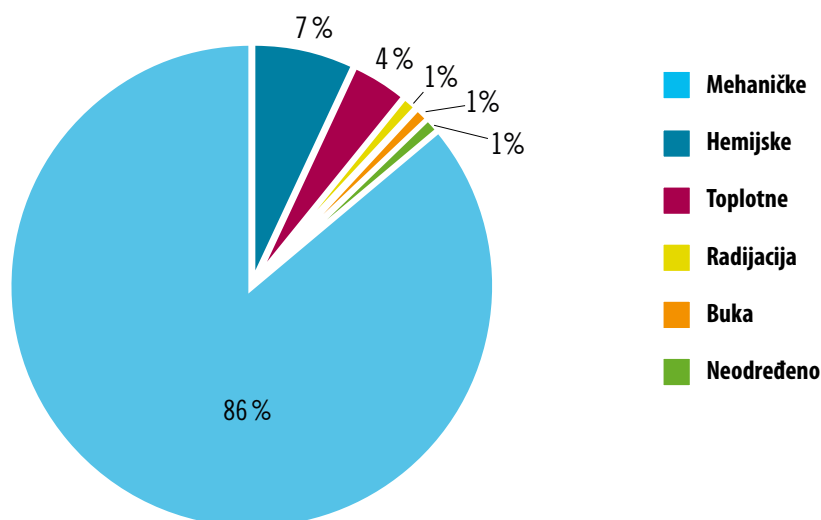
Ali, iako se primenjuju različite tehničke, organizacione i lične mere zaštite, pretnja po ljude i prirodu i dalje može ponekad biti prouzrokovana radom biogas postrojenja. Socijalno osiguranje za poljoprivredu, šumarstvo i hortikulturu (SVLFG) je organizacija koja je, osim što pruža druge usluge, odgovorna za osiguranje na radu farmera u Nemačkoj. Tokom 2012. godine, ona je analizirala lične povrede koje su iskusili radnici u bio-

gas postrojenjima između 2009. i 2012. godine. Kao što se vidi na Slici 1, najčešće nesreće u biogas postrojenjima tokom ovog perioda bile su mehaničke prirode (nešto bi ih udarilo, pali bi, posekli se, bili prignječeni, itd.). Od nesreća koje su analizirane, skoro 50% njih se dogodilo tokom aktivnosti vezanih za održavanje i manje od 1% njih se završilo fatalnim povredama po osobu.

Primena otrovnih, štetnih hemikalija i/ili onih koje izazivaju osetljivost tokom ovog procesa – pomoćna sredstva, biološki činioci ili jedinjenja koja se koriste za odsumporavanje biogasa – bili su takođe razlog za različite nezgode u biogas postrojenjima u Nemačkoj.

Ova ilustracija pokazuje situaciju u Nemačkoj u vreme kada je ova anketa rađena. Zahvaljujući visokim standardima za bezbednost, relativno su retke nesreće koje za ishod imaju povredu ljudi, na primer one koje prouzrokuje eksplozija ili požar. U drugim zemljama, ova statistika može izgledati potpuno drugačije. Stoga je jasno da poštovanje određenih odredbi (zakonodavstva, niza propisa, standarda) može svakako imati ključan uticaj na bezbednost u biogas postrojenjima i značajno je unaprediti.

Slika 1: Vrste opasnosti vezanih za nesreće koje za ishod imaju povredu ljudi (SVLFG, 2012).



2. Pojmovi i definicije

Amonijak (NH₃)	Azotni gas koji nastaje razgradnjom jedinjenja koja sadrže azot kao što je protein, urea i urinska kiselina.
Anaerobni tretman	Biotehnološki proces koji se događa u odsustvu vazduha (atmosferski kiseonik) sa ciljem razgradnje organske materije kako bi se dobio biogas.
Azotni oksid	Gasovi azotni monoksid (NO) i azot dioksid (NO ₂) se zajednički nazivaju NOx (azotni oksidi). Azot monoksid je otrovan ali bezbojan gas bez mirisa. Azot dioksid je crvenkasto-braon boje, otrovan gas koji ima oštar miris sličan hloru. Oni nastaju u svim procesima sagorevanja kao jedinjenje atmosferskog azota i kiseonika, ali i kao rezultat oksidacije azotnih jedinjenja koji su sadržani u gorivu.
Biogas	Proizvod anaerobne razgradnje u gasovitom stanju, koji se primarno sastoji od metana i ugljen dioksida, ali, koji, u zavisnosti od supstrata, može sadržati amonijak, vodonik sulfid, vodenu paru i druge gasne ili isparive sastojke.
Biogas postrojenje	Postrojenje sagrađeno za proizvodnju, skladištenje i upotrebu biogasa, uključujući svu opremu i strukture koje omogućavaju rad postrojenja; gas se proizvodi anaerobnom razgradnjom organske materije.
Biometan	Biometan je gasovito gorivo proizvedeno biološkim procesom čiji je glavni sastojak metan i koji odgovara nacionalnim standardima za prirodni gas.
Bezbedna razdaljina	Oblast oko rezervoara za skladištenje gasa za zaštitu rezervoara i njegove opreme.
Digestat	Tečni ili čvrsti ostatak procesa stvaranja biogasa koji sadrži organske i neorganske sastojke.
Digestor (reaktor, rezervoar za razgradnju)	Rezervoar u kojem se obavlja mikrobiološka razgradnja supstrata i u kojem se proizvodi biogas.
Granice eksplozivnosti	Ukoliko koncentracija biogasa u vazduhu prevaziđe minimalnu vrednost (niži nivo eksplozivnosti, LEL), može doći do eksplozije. Do eksplozije više ne može doći ukoliko koncentracija premaši maksimalnu vrednost (viši nivo eksplozivnosti, UEL).
Kondenzat	Biogas proizveden u digestoru je zasićen vodenom parom i mora se lišiti vode pre njegove upotrebe u CHP postrojenju. Kondenzacija se obavlja ili kroz cev koja se postavlja na odgovarajući način pod zemlju ili u separatoru za kondenzaciju ili sušenjem biogasa.
Metan (CH₄)	Bezbojan, bez mirisa i neotrovan gas; proizvodi njegovog sagorevanja su ugljen dioksid i voda. Metan je jedan od najznačajnijih gasova sa efektom staklene bašte i glavni je sastojak biogasa, gasa koji nastaje tretmanom otpadnih voda, deponijskog gasa i prirodnog gasa.
Nadogradnja biogasa i pretvaranje u biometan	Proces namenjen razdvajanju metana i ugljen dioksida i smanjivanju drugih neželjenih gasovitih sastojaka (H ₂ S, NH ₃ i drugi gasovi u tragovima). Proizvod ima visok sadržaj metana (slično kao u slučaju prirodnog gasa) i naziva se biometan.
Normalni kubni metar Nm₃ or m_N³	Jedan normalni kubni metar je vrednost koja odgovara jednom kubnom metru gasa pod pritiskom od 1,01325 bar, vlažnošću od 0 % (suv gas) i temperaturom od 0° C.

Opšti zahtevi

Odsumporavanje	Fizičko-hemijski, biološki ili kombinovani metod za smanjenje sadržaja vodonik sulfida u biogasu.
Opasna oblast / Ex zone (Zona eksplozije):	Oblast u kojoj može doći do opasne eksplozivne atmosfere usled lokalnih uslova i uslova rada.
Opseg eksplozivnosti	Koncentracija u kojoj zapaljivi gasovi, izmaglica i isparenja u kombinaciji sa vazduhom ili nekim drugim gasom koji podržava sagorevanje mogu da se zapale.
Postrojenje za kombinovanu proizvodnju toplotne energije i električne energije (CHP)	Postrojenje za konverziju hemijskih uskladištenih energija u električnu energiju i toplotnu energiju putem motora vezanog za generator. Istovremena konverzija oslobođene energije u električnu (ili mehaničku) energiju i toplotnu energiju namenjenu upotrebi (korisna toplotna energija).
Prečišćavanje gasa	Postrojenja za prečišćavanje biogasa (npr. odsumporavanje).
Rezervoar za skladištenje digestata (jama za tečni stajnjak)	Rezervoar ili jama u kojoj se skladišti tečni stajnjak, gnojivo ili razgrađeni supstrat pre njihove dalje upotrebe.
Rezervoar za skladištenje gasa	Rezervoar koji ne propušta gas ili membrana za skladištenje gasa u kojima se biogas skladišti privremeno.
Sistem za napajanje čvrstim materijama	Deo biogas postrojenja koji se koristi za punjenje supstrata koji nije pogodan za pumpanje ili mešavine supstrata direktno u digestor.
Soba sa instalacijama	Prostorija gde se instalira oprema, propratni instrumenti i oprema za kontrolu za prečišćavanje, pumpanje, analizu ili upotrebu gasa.
Sumpor dioksid (SO₂)	Bezbojan gas, oštrog mirisa, otrovan koji iritira sluzokožu. U atmosferi, sumpor dioksid se izlaže nizu procesa konverzije koji kao rezultat imaju stvaranje različitih supstanci kao što su sumporna kiselina, sulfatna kiselina, sulfiti i sulfati.
Supstrat	Sirovina za anaerobnu razgradnju ili fermentaciju.
Ugljen dioksid (CO₂)	Bezbojan, nesagoriv, pomalo kiselog mirisa, neotrovan gas samo po sebi koji, kao i voda, nastaje kao krajnji proizvod svih procesa sagorevanja; koncentracija u vazduhu od 4–5 % ima efekat trnjenja, a koncentracija preko 8 % može prouzrokovati smrt izazvanu gušenjem.
Vodonik sulfid (H₂S)	Visoko otrovan, bezbojan gas koji miriše na pokvarena jaja; može biti opasan po život čak i u niskim koncentracijama.

3. Osobine biogasa

Biogas se u osnovi sastoji od metana (50 do 75 % zapremine), ugljen dioksida (20 do 50 % v/v), vodonik sulfida (0.01 do 0.4 % v/v) i tragova amonijaka, vodonika, azota i ugljen monoksida. Osim toga, on može sadržati isparive supstance. Primer sastava gasa iz prosečnog biogasa postrojenja koji koristi stajnjak: metan 60 % v/v, ugljen dioksid 38 % v/v, preostali gasovi 2 % v/v (videti Tabelu 1).

U skladu sa Globalno harmonizovanim sistemom za klasifikaciju i označavanje hemikalija (GHS) (United, 2015), biogas se opisuje kao izuzetno zapaljiv gas (H220) i treba ga držati daleko od toplote, toplih površina, varnica, otvorenog plamena i drugih izvora vatre, kao što je pušenje (P210); treba ga skladištiti u čvrsto zatvorenim posudama (P233) i u prostoru sa dobrom ventilacijom (P403 + P235). Oznake opasnosti i upozorenja (H (hazards) i P (precautionary) oznake ili fraze) su kratka bezbednosna uputstva za korišćenje hemikalija. H oznake opisuju fizičke opasnosti, opasnosti

po zdravlje i opasnosti po životnu sredinu. P oznake su bezbednosna uputstva koja opisuju opšta upozorenja, preventivne mere, odgovore (mere koje se preduzimaju nakon nesreće), uputstva za skladištenje i uputstva za odlaganje.

Više informacija dostupno je na vebajtu *Globalno harmonizovanim sistemom za klasifikaciju i označavanje hemikalija (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS))*.



Gustina

Gustina biogasa može varirati u zavisnosti od njegovog sastava, sadržaja vlage i temperature. Biogas može biti teži ili lakši od vazduha i ne odvaja se pod uticajem gravitacije. Ova se osobina mora imati na umu kada se određuju zaštitne mere (npr. postavljanje fiksnih sistema za upozorenje od gasa).

Tabela 1: Osobine raznih gasova (SVLFG, 2016).

	Biogas (60 % CH ₄)	Prirodni gas	Propan	Metan	Vodonik
Toplotna moć (kWh / m ³)	6	10	26	10	3
Gustina (kg / m ³)	1,2	0,7	2,01	0,72	0,09
Gustina u odnosu na vazduha	0,9	0,54	1,51	0,55	0,07
Temperatura na kojoj je zapaljiv (°C)	700	650	470	595	585
Maks. brzina širenja plamena u vazduhu (m / s)	0,25	0,39	0,42	0,47	0,43
Opseg eksplozivnosti (% v / v)	6 – 22	4,4 – 15	1,7 – 10,9	4,4 – 16,5	4 – 77
Teoretska potrošnja vazduha (m ³ / m ³)	5,7	9,5	23,9	9,5	2,4

4. Opasnosti

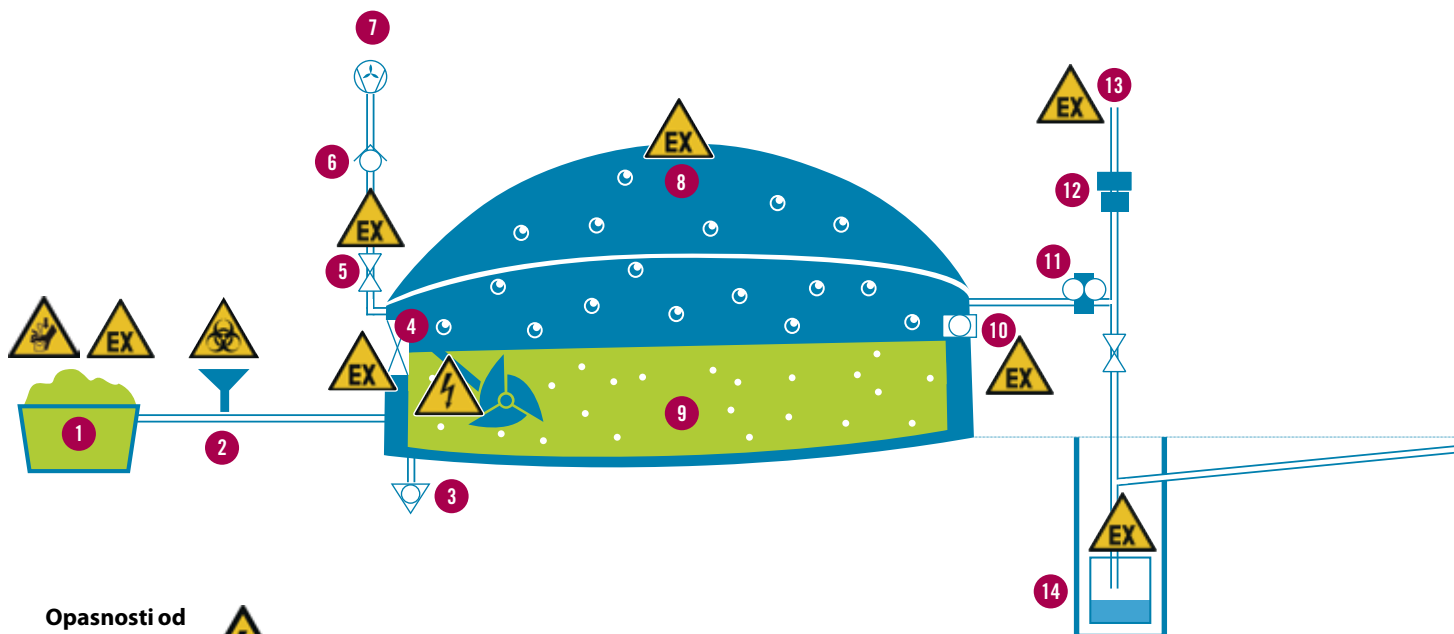
Biogas postrojenja su složeni procesni inženjerski sistemi u kojima može doći do niza različitih opasnosti. U suštini, opasnosti se mogu podeliti na opasnosti po zdravlje i opasnosti po životnu sredinu.

Moguće opasnosti u biogas postrojenjima uključuju požare i eksplozije, na primer, ali i opasne supstance (npr. pomoćna sredstva koja se koriste tokom procesa),

struju i ništa manje biogas koji takođe predstavljaju rizike. Treba takođe obratiti pažnju na mehaničke opasnosti u određenim delovima postrojenja.

Na slici 2 prikazane su osnovne opasnosti u vezi sa određenim delovima i komponentama biogas postrojenja. Na ovom dijagramu akcenat je stavljen na opasnosti po zdravlje.

Slika 2: Pregled opasnosti u biogas postrojenjima



Opasnosti od električnih instalacija



Opasne materije



Opasnosti od eksplozije



Opasnosti od požara

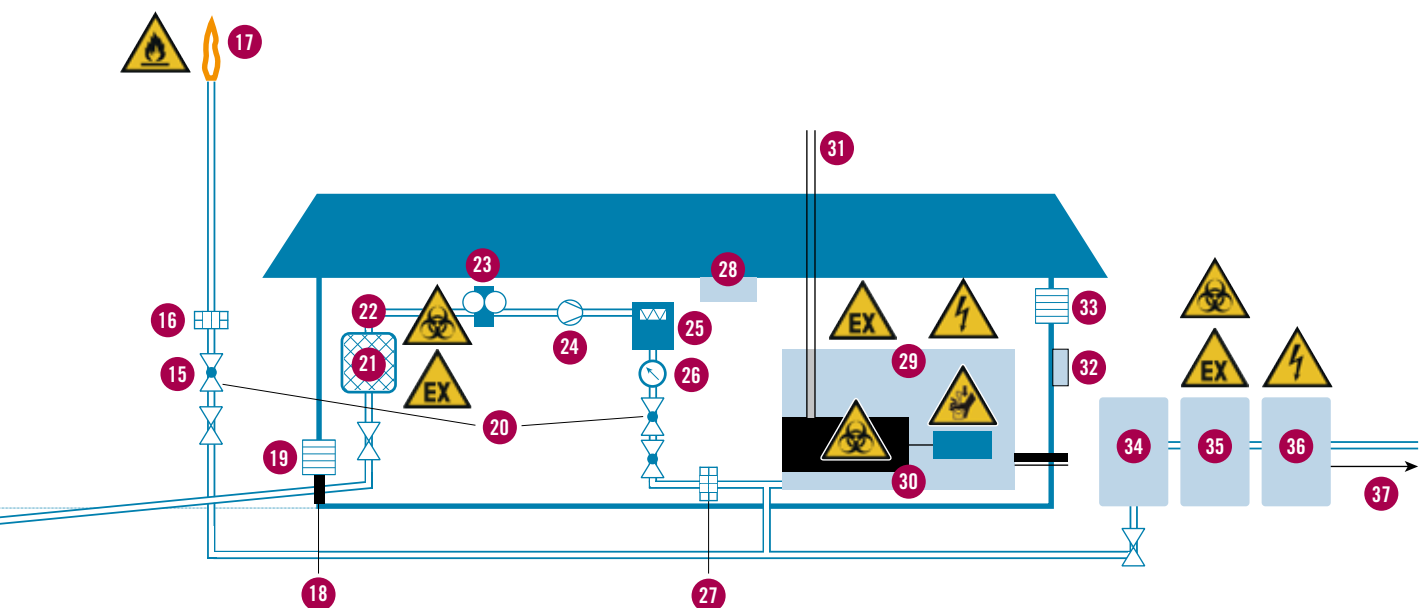


Mehaničke opasnosti



- 1 Sistem za punjenje
- 2 Stanica za doziranje pomoćnih supstanci za potrebe procesa
- 3 Potencijalno uravnoteženje
- 4 Pristupni otvor
- 5 Blokadni ventil
- 6 Povratni ventil
- 7 Ubacivanje vazduha za biološko odsumporavanje

- 8 Skladište gasa
- 9 Fermentor
- 10 Prozor za nadgledanje procesa u fermentoru
- 11 Monitor regulacije niskog pritiska
- 12 Zaštita od nadpritiska i podpritiska
- 13 Ispusna cev
- 14 Odvajač kondenzata



- | | | |
|--|---|--|
| 15 Blokadni ventil | 23 Monitor regulacije niskog pritiska | 30 Blok za zamenu ulja |
| 16 Zaustavljač plamena | 24 Kompresor | 31 Usisna cev u CHP |
| 17 Gasni gorionik | 25 Merač gasa | 32 Prekidač u slučaju opasnosti |
| 18 Zaštita od požara na ulasku cevovoda gasa u zid | 26 Manometar | 33 Izlaz za vazduh |
| 19 Ulaz svežeg vazduha | 27 Protiv požarna mreža | 34 Jedinica za nadogradnju |
| 20 Automatski uređaj za isključivanje | 28 Uređaj za detekciju gasa | 35 Jedinica za klimatizaciju |
| 21/22 Precizan filter za gas/
Filter od aktivnog uglja | 29 CHP (postrojenje za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije) | 36 Jedinica za ubacivanje |
| | | 37 Korišćenje biometana |

4.1. Opasnosti po životnu sredinu



U suštini, životna sredina je jedino izložena opasnosti ukoliko biogas dospe u atmosferu ili ukoliko radni materijal iz postrojenja (npr. supstrat razgradnje, otpadne vode iz silaže, ulje ili goriva) dođe u blizinu vodenih površina. Nesreća ove vrste može biti uzrokovana strukturnim greškama ili greškama u radu.

Opasnosti po životnu sredinu od biogas postrojenja mogu se podeliti na ispuštanje gasova u vazduh i ispuštanje u zemljište i vodu.

Efekti nesreće u biogas postrojenju



IZVOR: JOSEF BARTH

U jednoj nesreći u biogas postrojenju u Nemačkoj juna 2015. godine, oko 350.000 litara gnojiva izlilo se u okolne vode. Šest tona mrtvih riba je izvučeno iz vode.

Ispuštanje gasova

Jedna od glavnih prednosti tehnologije biogasa po životnu sredinu je izbegavanje nekontrolisane emisije gasova sa efektom staklene bašte iz skladišta organskih materijala. Štaviše, biogas menja fosilna goriva i veštačka mineralna đubriva i na taj način smanjuje emisije ugljen dioksida i metana. Međutim, metan – posebno moćan gas sa efektom staklene bašte – takođe se proizvodi tokom procesa anaerobne razgradnje u biogas postrojenjima. Kako bi se sačuvala prednosti koje biogas ima u oblasti klimatskih promena, neželjene emisije metana moraju ostati na minimumu.

Analize biogas postrojenja pokazuju da je rezervoar za skladištenje digestata jedan od glavnih izvora emisija metana, posebno ako nema poklopac koji ne propušta gas. CHP jedinica takođe predstavlja neki rizik, međutim, u manjoj meri. Drugi delovi postrojenja ne propuštaju gas, ali može doći do curenja gasa na spojevima skladišta gasa i digestora i pripreme jame.

Preporuke za svođenje emisije metana na najmanju meru uključuju:

- ▶ Svi radovi na izgradnji moraju biti takvi da ne dozvoljavaju propuštanje gasa.
- ▶ Treba instalirati automatski sistem za sagorevanje. Ovo je posebno važno za CHP jedinicu jer je ona obično zatvorena od 5 do 10% vremena zbog važnih radova na održavanju i popravkama; tokom ovog vremena, biogas se i dalje proizvodi i ne sme se dozvoliti da on izađe bez sagorevanja.
- ▶ Potrebno je obezbediti da se uređaj za smanjenje previsokog pritiska u postrojenju ne uključuje previše često, sistem za sagorevanje treba iskoristiti pre nego uređaj za smanjenje previsokog pritiska.
- ▶ Rezervoari za skladištenje digestata treba da imaju poklopac koji ne propušta gas.
- ▶ Emisije metana treba da se proveravaju uz upotrebu odgovarajućih instrumenata za merenje, npr. kamere za gas ili sredstava za pravljenje pene.
- ▶ CHP jedinica treba da bude optimizovana za sagorevanje biogasa. Emisija metana u CHP jedinici može da varira od ispod 1% do preko 2% proizvodnje metana.

Emisije amonijaka iz biogas postrojenja takođe treba da budu svedene na najnižu meru. Amonijak dovodi do kiselosti zemljišta, pospešuje eutrofikaciju, može oštetiti vegetaciju i imati poguban uticaj na zdravlje (u višim koncentracijama je otrovan; u podzemnim vodama se pretvara u nitrit, koji ima negativan uticaj na metabolizam). Mere za smanjenje amonijaka su slične kao u slučaju metana. To znači da treba izbeći emisije gasa u atmosferu (posebno onih iz rezervoara za skladištenje digestata). Tehnike koje se koriste za upotrebu proizvedenog digestata na poljima imaju ključan uticaj na emisiju amonijaka. Gde je moguće, proizvedeni digestat treba ubaciti u zemljište brzo, i ukoliko je uopšte moguće, primena ne treba da se događa u vreme kada su okolne temperature visoke (tj. bolje je to činiti tokom hladnih dana i tokom sredine dana).

Razni proizvodi sagorevanja, kao što su azotni oksidi, sumpor dioksid, ugljen monoksid i čestice, pored ostalih, nastaju tokom sagorevanja biogasa. Emisije ovih proizvoda treba urediti odgovarajućim nacionalnim propisima.

Ispuštanje u zemljište i vodu

Količine tečnosti koje se prerađuju i skladište u biogas postrojenjima variraju od oko sto do nekoliko hiljada kubnih metara, pojedinačni rezervoari obično mogu da sadrže nekoliko hiljada kubnih metara. Sadržaj rezervoara ne treba da dospe u životnu sredinu tokom

normalnog rada kao ni u slučaju neke nesreće. Uticaji na životnu sredinu se najčešće događaju zbog organskih materija i hranljivih materija. Ukoliko neki rezervoar propušta, na primer, velike količine organski zagađenih tečnosti dospevaju u životnu sredinu. Mikroorganizmi razgrađuju visokoorganske materije (velike količine kiseonika), koristeći kiseonik na taj način. Sadržaj sa značajno smanjenom količinom kiseonika može da dovede do smrti riblje populacije. Ukoliko velike količine supstrata dospju u životnu sredinu, postoji značajan rizik od eutrofikacije vodenih površina.

Upotreba pomoćnih sredstava (pogledati odeljak o opasnim supstancama) takođe sa sobom nosi rizik od opasnosti po životnu sredinu. Na primer, ukoliko se mešavina elemenata u tragovima izlije u vodene površine može biti visoko otrovna za vodene organizme i imati dugoročan uticaj.

4.2. Opasnosti po zdravlje

U svetlu mogućih izvora opasnosti koji su pomenuti u prethodnom tekstu, nemoguće je u potpunosti isključiti opasnost po zdravlje operatera, zaposlenih i trećih strana. Ove opasnosti po zdravlje mogu se podeliti u četiri kategorije: opasne supstance, opasnost od električnih uređaja, mehaničke opasnosti i opasnosti od eksplozije i požara.

Opasnosti po zdravlje koje nastaju zbog supstanci koje se nalaze u biogasu takođe se moraju uzeti u obzir (videti odeljak o opasnosti od gasa).

4.3. Opasne materije



Opasne supstance su materije, materijali ili mešavine koje pokazuju određene opasne osobine. Takve opasne osobine uključuju "opasne po zdravlje", "otrovne", "veoma otrovne", "korozivne", "pojačavaju osetljivost" i "kancerogene". Opasne supstance mogu biti u obliku čvrstih materija, tečnosti, raspršivača ili gasova.

Opasne supstance koje se posebno mogu očekivati u biogas postrojenjima su biogas, pomoćna sredstva, ulja, aktivni ugljenik, otpadne vode iz silaža, gnojivo, otpad i biološki činioci.

Tipične opasnosti uključuju:

- ▶ Rizik od gušenja i / ili trovanja otpadnim gasovima / biogasom u oblastima gde se snabdeva sirovinama. Otpuštanje visokootrovnih gasova kao što je vodonik sulfid u oblast snabdevanja, posebno tokom mešanja, kao rezultat reakcija između sirovina.

- ▶ Opasnosti vezane za upotrebu aditiva i pomoćnih materija sa opasnim osobinama (npr. kancerogene mešavine i mešavine otrovne po plodnost elemenata u tragovima).
- ▶ Opasnosti koje nastaju tokom zamene filtera za aktivan ugljenik.

4.4. Biološki činioci



Prema Međunarodnoj organizaciji rada (Hurst & Kirby, 2004), biološki činioci su svi mikroorganizmi, ćelijske kulture ili ljudski endoparaziti koji mogu uzrokovati neku infekciju, alergiju, škodljivost ili na neki drugi način dovesti ljudsko zdravlje u opasnost. U biogas postrojenjima, ovi biološki činioci mogu se naći u napajanju, digestatima i kondenzatima biogasa.

Unos bioloških činilaca kroz respiratorni trakt, prenošenjem s ruku na usta, kontaktom s kožom / sluzokožom, posekotinom i ubodima važan je za procenu mogućih opasnosti.

U nastavku su dati primeri opasnosti koje mogu nastati zbog bioloških činilaca tokom proizvodnje biogasa:

- ▶ Udisanje prašine ili raspršivača koji sadrže buđ, bakterije ili endotoksini, na primer iz, silaže ili suvog izmeta pernatih životinja koji su postali vlažni (SVLFG, 2016).
- ▶ Ukoliko se aktivnosti obavljaju sa vidno buđavim otpadom, nemoguće je isključiti akutne otrovne efekte usled udisanja mikotoksina ili drugih mikrobioloških metaboličkih proizvoda (TRBA 214, 2013).

Dodatne opasnosti koje mogu nastati u postrojenjima gde se koriste drugi supstrati osim kultura namenjenih proizvodnji energije, tečnog gnojiva i čvrstog gnojiva: biološki činioci u ko-supstratima (npr. patogeni); kontakt rukom tokom sortiranja.



IZVOR: MARTINA BRÄSEL

Različiti rizični činioci i materijali takođe mogu nastati tokom tretmana otpada. Oni mogu uključivati nečistoće (primese), leševe životinja ili otpad iz bolnica, doktorske prakse ili domaćinstava gde ima bolesnih ljudi ili ljudi kojima treba nega (npr. korišćeni špricevi i kanile). Biološke činioce mogu predstavljati i glodari, ptice ili druge životinje i njihov izmet.

4.5. Opasnosti od električne opreme



Niz električne opreme se koristi u biogas postrojenjima (oprema za kontrolu, CHP jedinica, pumpe, mešači, merni instrumenti, itd.). U određenim okolnostima, ova oprema može imati negativan efekat na zdravlje kao rezultat opasnosti vezanih za električnu opremu zbog prisustva električne energije.

- ▶ Opasnost od električnog šoka ili luka koje prouzrokuje električni šok kroz telo nekog pojedinca ili putem bljeska iz luka.
Primer: oštećeni električni kablovi na mešačima
- ▶ Opasnost od električnog ili magnetnog polja od iritantnih efekata na ljudsko telo koje stvara protok indukovane struje uzrokovane električnim poljem, indukovanom strujom ili magnetnim poljima. Ovi efekti nastaju na frekvencijama do 30 kHz (opseg niske frekvencije).
Primer: elektromagnetsko, električno i magnetno zračenje iz generatora CHP jedinice (opasnost za ljude sa pejsmejkerima).
- ▶ Opasnost od statičkog elektriciteta kojeg prouzrokuje električni šok prilikom pražnjenja statičkog elektriciteta.

4.6. Mehaničke opasnosti



Mehaničke opasnosti obično nisu karakteristične za tehnologiju vezanu za biogas. Međutim, najčešća vrsta nesreća u biogas postrojenjima spada u mehaničke opasnosti: padanje, udarac, lom, posekotina.

Crne tačke za nesreću s ovim u vezi podrazumevaju rad na silosu ili drugim mestima za rad na visini, rad u blizini delova koji se rotiraju (npr. sistema za napajanje) ili rad u blizini vozila koja se kreću (rizik od gaženja). Nesreće su posebno verovatne tokom radova na održavanju ili popravkama ukoliko su preduzete neodgovarajuće mere zaštite.

4.7. Opasnosti od gasa

Biogas je mešavina različitih gasova čija koncentracija može da se razlikuje u zavisnosti od postrojenja koje je u pitanju. Ključni sastojci biogasa su prikazani u nastavku teksta, kao i njihove osobine povezane sa rizikom po zdravlje (videti Tabelu 2).

Granica izloženosti radnog mesta (TRGS 900, 2016) ili granica izloženosti zanimanja (OEL) je prosečna koncentracija neke supstance u vazduhu na radnom mestu tokom određenog vremena u kojem se ne očekuje izazivanje nikakve akutne ili hronične štete po zdravlje zaposlenih. Po pravilu, granica se postavlja na osnovu pretpostavke da izloženost traje osam sati dnevno, pet dana u nedelji tokom radnog staža.

Granica izloženosti radnog mesta se predstavlja u jedinicama mg/m^3 i ml/m^3 (ppm – delova po milionu).

Tabela 2: Osobine gasovitih sastojaka biogasa. Izvori: (TRGS 900, 2016) i (SVLFG, 2016)

	Osobine	Opasna atmosfera	Granica izloženosti radnog mesta
CO ₂	Bezbojan gas bez mirisa. Teži od vazduha.	8 % v / v, opasnost od gušenja.	5 500 ppm
NH ₃	Bezbojan gas oštrog mirisa. Lakši od vazduha.	U količinama preko 30–40 ppm može iritirati sluzokožu, respiratorni trakt i oči. U količinama preko 1000 ppm, poteškoće s disanjem, možda i gubljenje svesti.	20 ppm
CH ₄	Bezbojan gas bez mirisa. Lakši od vazduha.	4,4–16,5 %	-
H ₂ S	Visoko otrovan, bezbojan gas. Teži od vazduha. Smrdi na pokvarena jaja.	U koncentraciji preko 200 ppm, gubi se čulo mirisa i gas se više ne oseća. U koncentracijama preko 700 ppm, udisanje vodonik sulfida može dovesti do zastoja u disanju.	5 ppm

4.8. Opasnosti od eksplozije i požara



Eksplozija se definiše kao iznenadna hemijska reakcija neke zapaljive supstance sa kiseonikom tokom koje se oslobađa ogromna količina energije. Kako se energija oslobađa, dolazi do iznenadnog povećanja količine gasova. Ovo, na primer, može izazvati eksplozivna atmosfera.

Zapaljive supstance mogu postojati u obliku gasa, pare, izmaglice ili prašine. Eksplozija se može desiti samo ukoliko se tri faktora spoje u isto vreme:

- ▶ zapaljiva supstanca (sa rasprostranjenošću i u koncentraciji koje su pogodne za eksploziju)
- ▶ kiseonik (iz vazduha)
- ▶ izvor plamena

U zavisnosti od okolnosti, u biogas postrojenjima mogu se desiti dve vrste eksplozija: detonacija i deflagracija.

Deflagraciju karakteriše brzina širenja plamena manja od brzine zvuka. Nivo nadpritiska kao rezultat deflagracije zavisi od brzine plamena, koja je uslovljena turbulencijom i brojem objekata u zoni požara. U potpuno otvorenom prostoru nadpritisk je ograničen, dok se u zatvorenom prostoru mogu očekivati značajni nadpritisci. Niži nivoi nadpritiska mogu za posledicu imati oštećenje uha, modrice i posekotine od objekata koji su ispaljeni usled eksplozije. Viši nivoi nadpritiska mogu oštetiti objekte i posledično povrediti ljude u objektu i pored njega.

Detonaciju karakteriše brzo širenje plamena i uvek dolazi do visokog nadpritiska. Ukoliko postoji puno prepreka u zoni sagorevanja ili ako je širenje gasa ograničeno, brzina plamena se može povećati. Ovakva pojava se naziva „tranzicija iz deflagracije u detonaciju“ (DDT). Nadpritisk od detonacije je dovoljno veliki da uništi objekte u okviru oblaka detonacije ili da ozbiljno ošteti objekte van njega. Ljudi koji se nalaze u okviru oblaka eksplozije mogu izloženi su opasnosti od povrede pluća sa smrtnim ishodom. Van oblaka eksplozije, mogući su oštećenje uha ili povreda od objekata koji su ispaljeni usled eksplozije.

Ukoliko je koncentracija biogasa u atmosferi između 6 i 22% v/v, postoji rizik od eksplozije u prisustvu izvora plamena (opseg eksplozivnosti, eksplozivna atmosfera). U slučaju čistog metana, opseg eksplozivnosti je između 4,4 i 16,5% v/v. Temperature na kojoj je biogas zapaljiv je 700°C (a metan na 595°C). Sadržaj biogasa može da se razlikuje u zavisnosti od udela metana i ugljen dioksida, što za rezultat ima i činjenicu da op-

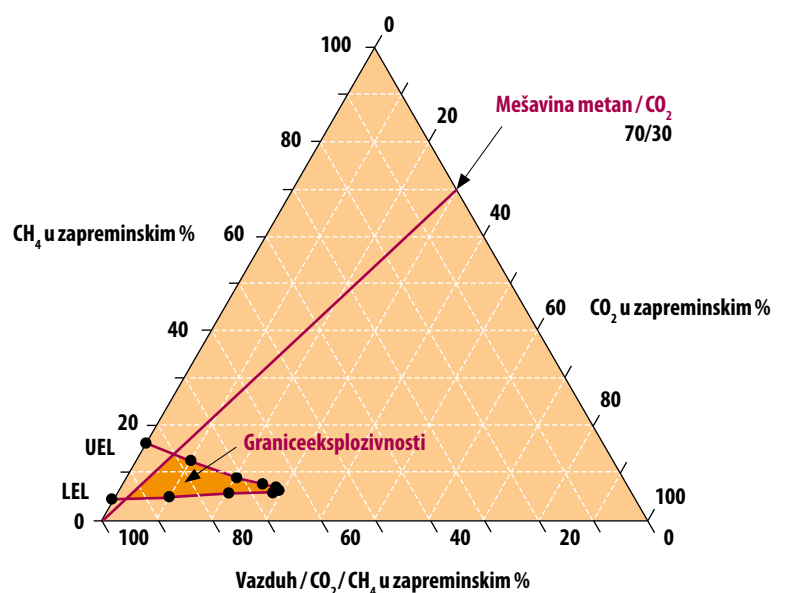


IZVOR: UWE MÜHLING

seg eksplozivnosti mešavine gasa u prisustvu vazduha takođe varira.

Slika 3 tako pokazuje primerom granica eksplozivnosti mešavine metana / ugljen dioksida (70% CH₄ – 30% CO₂) i njihov trend (gornja i donja granica). Mešavine gasa i vazduha iznad ili ispod opsega eksplozivnosti nisu zapaljive.

Slika 3: Trougao eksplozivnosti biogasa



LEL = donja granica eksplozivnosti
UEL = gornja granica eksplozivnosti

Primer biogas postrojenja u ruševinama



Postoje različiti mogući izvori plamena u biogas postrojenjima (Tabela 3).

Tabela 3: Mogući izvori plamena u biogas postrojenjima (TRBS 2153, 2009)

Izvor plamena	Primeri
Vrele površine	> 500 °C (turbopunjači)
Otvoreni plamen	Vatra, plamen, žar
Varnice stvorene mehanički	Trenje, pulsiranje, mlevenje
Varnice stvorene električnom energijom	Uključivanje / isključivanje, slaba povezanost, struje izjednačenja
Egzotermna reakcija	Spontano sagorevanje prašine
Udar groma	Nedostatak zaštite od groma
Elektrostatičko pražnjenje	Prouzrokovano nedostatkom mogućeg izjednačenja

4.9. Izvori opasnosti iz okoline

Osim specifičnih opasnosti koje su prikazane u prethodnom tekstu, mogu se javiti i opasnosti vezane za vremenske prilike ili drugi izvori opasnosti koji potiču iz životne sredine, na primer, poplave, zemljotresi, oluje, led i / ili sneg, nestanak struje, velike kiše ili mraz. U obzir se moraju uzeti i izvori opasnosti koje su vezane za dati teren kao što je efekat poslovanja preduzeća u okolini ili situacija u saobraćaju.

Izvori opasnosti iz životne sredine kao što su ove mogu doći u interakciju sa ostalim specifičnim rizicima.

4.10 Opasnosti koje nastaju zbog neprikladnog ponašanja

Moguće opasnosti koje nastaju usled neodgovarajućeg ponašanja se takođe moraju uzeti u obzir prilikom rada biogas postrojenja. One, na primer, uključuju:

- ▶ aktivnosti neovlašćenih lica
- ▶ opasnost od zaposlenih (greške u radu, dežurna služba ne radi, namerno neizvršavanje mera za ispravljanje grešaka, sabotaza, itd.)

5. Procena opasnosti

Da bi se sprečile nesreće, opasnosti u biogas postrojenjima se moraju sistematično prepoznati, proceniti i smanjiti na najmanju meru. Ovo je svrha analize rizika.

Alat za obavljanje ove analize je matrica rizika (videti Tabelu 4), koja pokazuje stepen verovatnoće da se desi neželjeni događaj (rizik) povezan sa posledicama tog događaja, u obliku tabele. Kategorije verovatnoće da dođe do nekog događaja ili da ima uticaja su: retko, malo verovatno, moguće, verovatno i skoro sigurno.

Kategorije se "procenjuju s oslanjanjem na razum" i statistički proveravaju tokom procene rizika. Kategorije ozbiljnosti posledica su sledeće:

- ▶ manje povrede ili bolesti, npr. modrice
- ▶ umereno ozbiljne povrede ili bolesti, npr. jedno-stavne frakture kostiju
- ▶ ozbiljne povrede ili bolesti, npr. paraplegija (paraliza)
- ▶ moguća smrt, velika nesreća, npr. ozbiljne povrede velikog broja ljudi

Odgovarajuće mere zaštite se moraju odrediti i primeniti na osnovu ove procene. Dobijeni nalazi moraju se

uzeti u obzir prilikom projektovanja i izbora opreme i materijala i projektovanja radne sredine, radnih i proizvodnih procesa i delova poslovanja, kao i način na koji međusobno funkcionišu.

Ovo se takođe može i propisati propisima na nacionalnom nivou. Po pravilu, operater je odgovoran za izradu procene opasnosti ili lice koje imenuje operater u ovu svrhu. Procena opasnosti se mora ažurirati pre nego što postrojenje počne sa radom, nakon nastavka rada ili nakon što dođe do nekih promena koje su važne za bezbednost.

Kako bi se pomoglo operaterima da ispune svoja zaduženja s ovim u vezi, u Nemačkoj se pokazalo blagotvorno da jedan kvalifikovani stručnjak pogleda i procenu opasnosti i delotvornost mera zaštite (videti Sliku 4). Procena opasnosti se mora obaviti i pre obavljanja radova na održavanju i popravkama i pre nego što se greške i nepravilnosti otklone.

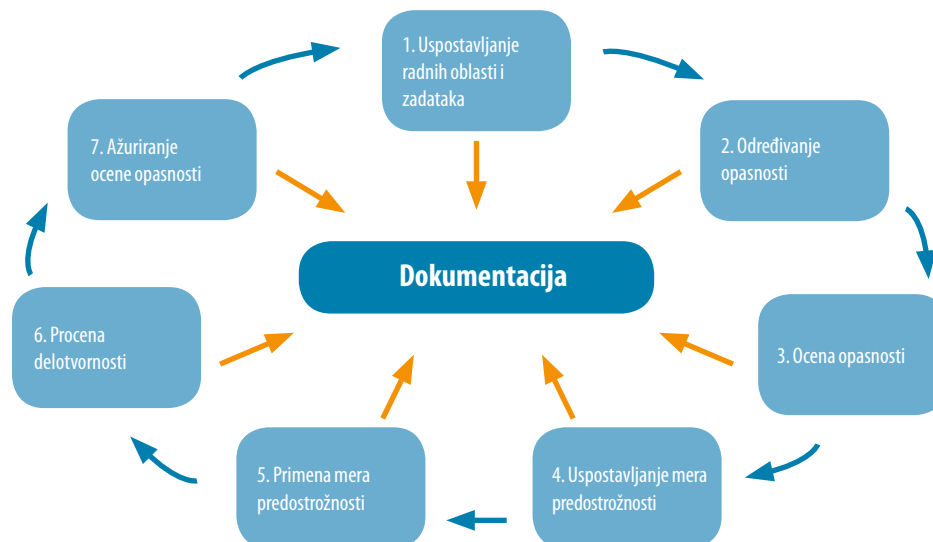
Nalazi procene opasnosti i stalna ažuriranja istih moraju biti dokumentovani, kao i evidencija o primeni mera zaštite.



Tabela 4: Analiza rizika

			Moguće posledice				
			Manje povrede ili nelagoda. Nema medicinskog tretmana niti merljivih fizičkih efekata	Povrede ili bolesti koje zahtevaju medicinski tretman. Trenutno oštećenje.	Povrede ili bolesti koje zahtevaju boravak u bolnici.	Povrede ili bolesti koje dovode do trajnog oštećenja.	Smrt
			Nisu značajne	Male	Umerene	Velike	Ozbiljne
Verovatnoća	Očekuje se da se dogodi redovno u normalnim okolnostima	Skoro sigurno	Srednja	Visoka	Veoma visoka	Veoma visoka	Veoma visoka
	Očekuje se da se dogodi u nekom trenutku	Verovatno	Srednja	Visoka	Visoka	Veoma visoka	Veoma visoka
	Može se desiti u nekom trenutku	Moguće	Niska	Srednja	Visoka	Visoka	Veoma visoka
	Malo je verovatno da se desi u normalnim okolnostima	Malo verovatno	Niska	Niska	Srednja	Srednja	Visoka
	Može se desiti, ali verovatno neće nikad	Retko	Niska	Niska	Niska	Niska	Srednja

Slika 4: Aktivnosti u različitim fazama procene opasnosti



Kao opšte pravilo, hijerarhiju koja se određuje po takozvanom TOP principu (videti sliku 5) treba primeniti kada se uspostavlja mere zaštite. To znači da je pre svega potrebno da se preduzmu tehničke mere, kao što je ograđivanje delova koji rotiraju ili obezbeđivanje da se punjenje obavlja u zatvorenim sistemima. Kada se iscrpe sve moguće tehničke mere zaštite, moraju se primeniti organizacione mere, kao što je izrada uputstva za rad i održavanje sastanaka na kojima se daju uputstva i kratke informacije kako bi se moglo upra-

vljati uređajima i opremom na siguran način, ali i tako što se na primer obezbedi da se punjenje ne obavlja u trenutku kada je bilo koji pojedinac u zoni opasnosti. U nekim slučajevima, opasnosti su neizbežne, uprkos tehničkim i organizacionim merama zaštite. U takvim slučajevima, potrebno je uvesti u praksu lične mere zaštite kako bi se zaštitila lica u slučaju opasnosti. Ovo podrazumeva aktivnosti kao što su nošenje respiratora (maske za disanje) ukoliko je ispuštanje biogasa neizbežno.

Slika 5: Mere zaštite u skladu sa TOP (engl. - Technical Organizational Personal) principom



5.1 Procena opasnosti za specifična stanja tokom rada

Normalan rad postrojenja je stanje u kojem postrojenje radi u skladu sa parametrima po kojima je projektovano. Nije prihvatljivo smatrati normalnim radom situacije kao što su uključivanje / isključivanje ili rad na održavanju u okviru biogas postrojenja koje radi bez prestanka. Statističke procene povreda lica u biogas postrojenjima otkrivaju da postoji značajno visok stepen nesreća vezanih za radove na održavanju ili tokom procedura pokretanja i gašenja postrojenja. Zato ova stanja tokom rada treba razmatrati odvojeno i za njih treba da postoje specifična uputstva za rad.

5.2 Početak / puštanje u pogon

Uvek se preporučuje da se izradi plan početka rada pre nego što se postrojenje pusti u pogon i da se striktno prati taj plan.

Pre nego što se digestor napuni prvi put, sav posao na tome kao i prateća papirologija moraju biti završeni kako bi se sprečila moguća šteta ili povreda. Precizno znanje o opterećenju postrojenja zahteva adekvatno merenje supstrata kojim se puni postrojenje. Ovo je veoma važno i za početak rada i za buduću kontrolu procesa. Osim toga, redovna hemijska analiza supstrata kojim se puni postrojenje i posebno analiza mešavine koja nastaje razgradnjom je razumna mera kontrole za brzi početak rada. Međutim, ukoliko se stopa organskog opterećenja poveća previše brzo tokom faze uspostavljanja biologije razgradnje, proces može brzo da postane preopterećen; to na kraju može da produži trajanje početka rada. Nedovoljno napunjeni rezervoari mogu da dovedu do nekontrolisanog ispuštanja biogasa. Zato je važno da se tokom punjenja vodi računa da nivo punjenja bude dovoljan da se obezbedi da oprema za snabdevanje supstratom bude uključena u potpunosti tokom tečne faze.

Takođe treba napomenuti da se tokom početka rada postrojenja privremeno može javiti mešavina eksplozivnog gasa zbog porasta udela metana u biogasu (sa udelom u ukupnoj količini od 6–22% biogasa u vazduhu).

5.3 Radovi na održavanju i popravke

Samo lica koja imaju potrebno stručno znanje i iskustvo za određeni posao i od kojih se može očekivati da će pouzdano obaviti svoj zadatak treba da imaju dozvolu da obavljaju poslove održavanja i popravki u biogas postrojenjima. Klijent mora definisati mere zaštite koje su potrebne za poslove održavanja i popravki

u biogas postrojenjima na osnovu procene opasnosti (videti odeljak s naslovom Procena opasnosti i Sliku 6) i moraju se primenjivati tokom rada (TRGS 529, 2016).

Moraju se odrediti potrebne mere zaštite i moraju biti dokumentovane kao deo procene opasnosti pre izvođenja radova.



Dokumentacija mora da podrazumeva i uputstva za rad u pisanom obliku, i, u slučaju rada koji podrazumeva opasnost od požara, mora sadržati i sistem dozvole za rad (videti Aneks 2 "Evidencija o obuci za podizvođače i zaposlene za poslove održavanja, instalacije i popravki").

Tokom radova na održavanju biogas postrojenja, osim oblasti koje su podložne opasnosti od eksplozije propisane u dokumentu za zaštitu od eksplozije tokom normalnog rada (videti odeljak pod naslovom Dokument o zaštiti od eksplozije) moguće je da postoje i druge oblasti gde postoji rizična eksplozivna atmosfera (i u zavisnosti od sadržaja H₂S u sadržaju biogasa, oblasti predstavljaju opasnost po zdravlje) tokom rada (na primer kada su krovovi membrana otvoreni kako bi se zamenio mešač).

Odgovarajuće mere zaštite uključuju:

- ▶ Uspostavljanje i obeležavanje ili ograđivanje oblasti gde se očekuje rizik od požara / eksplozije ili opasnost po zdravlje.
- ▶ Zatvaranje električnih i drugih sistema koji nisu zaštićeni od požara.
- ▶ Izbacivanje biogasa iz delova postrojenja.
- ▶ Izbor odgovarajuće opreme i alata koji su otporni na eksploziju.
- ▶ Kontrolno merenje, tj. određivanje koncentracije opasnih materija ili sadržaja kiseonika korišćenjem odgovarajuće tehnike za merenje u određenoj oblasti. Svrha ovoga je da se klasifikuje okolna atmosfera kao sigurna za zaposlene ili da se pokrenu dalje mere zaštite.
- ▶ Upotreba odgovarajuće opreme za ličnu zaštitu.
- ▶ Obezbeđivanje odgovarajuće ventilacije.
- ▶ Imenovanje nadzornika.

Zaposleni uključeni u aktivnosti u blizini radova na održavanju i popravkama moraju biti obavešteni o vremenu, mestu i prirodi planiranih radova i o ograničenjima i opasnostima koje se mogu javiti kao rezultat istih i o predostrožnosti i brizi koje treba da vode. Radove

Opšti zahtevi

na održavanju i popravkama uvek treba da obavljaju zaposleni koji su sposobni za taj posao i koje je za to imenovao operater ili vlasnik postrojenja. Oni moraju imati potrebno stručno znanje da obave naredbu vezanu za održavanje ili popravke stečeno stručnim obrazovanjem ili profesionalnom obukom.

U svim poslovima održavanja i popravki, ključno je da se koriste alati i druga oprema za rad koja je primerna datoj svrsi i uslovima prostora za rad kada se njome adekvatno rukuje.

Ukratko, u specifičnim izuzetnim stanjima rada, operater mora da

- ▶ definiše odgovornosti za primenu potrebnih mera zaštite;

- ▶ obezbedi odgovarajuću komunikaciju između zaposlenih koji su angažovani i osoblja koje se bavi održavanjem i popravkama;

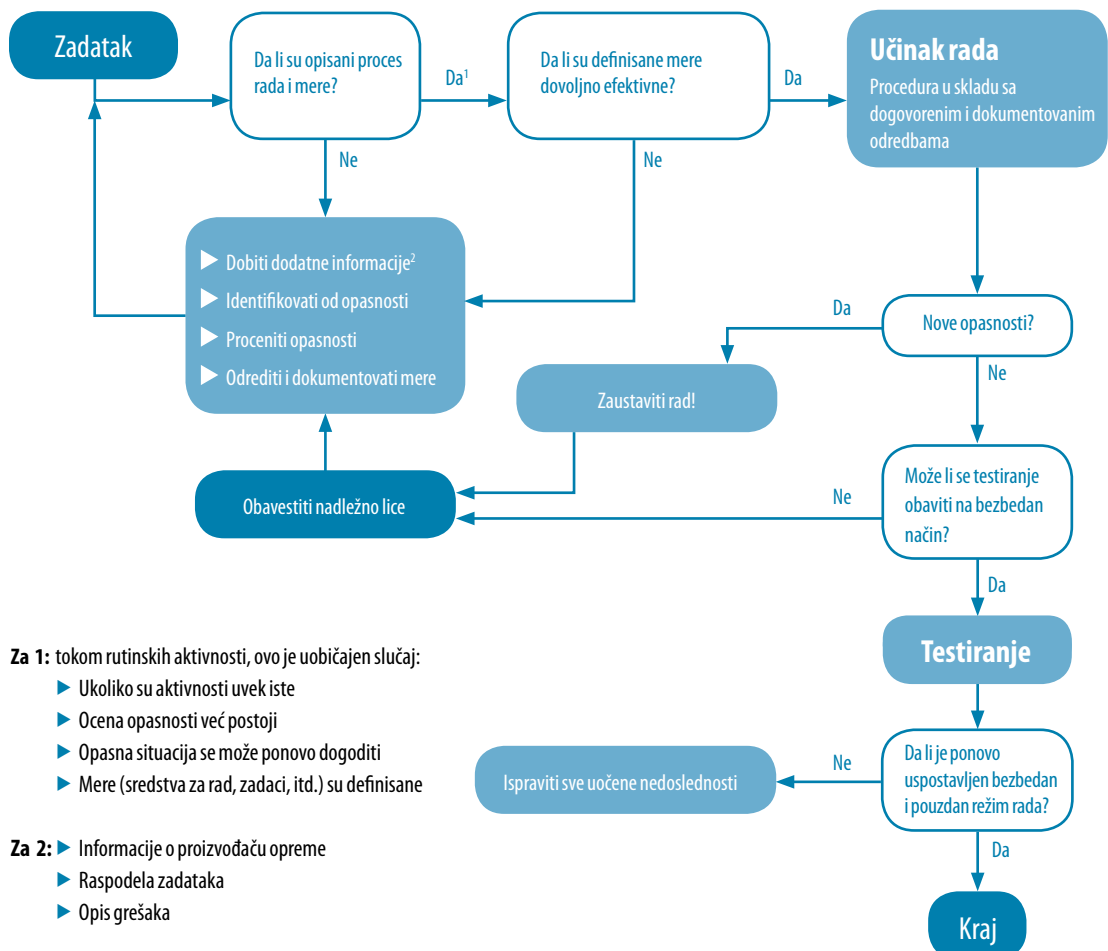
- ▶ obezbedi radni prostor tokom radova na održavanju i popravkama;

- ▶ spreči neovlašćena lica da uđu u radni prostor ukoliko se to smatra potrebnim u skladu sa procenom opasnosti;

- ▶ obezbedi sigurna mesta za pristup osoblju koje se bavi održavanjem i popravkama;

- ▶ izbegne opasnosti od opreme ili delova opreme koji se kreću ili podižu.

Slika 6: Dijagram procesa rada tokom održavanja i testiranja (TRBS 1112-1, 2010)



- ▶ obezbedi da se uređaji isključe iz izvora energije. Preostala mehanička i električna energija (npr. curenje struje) treba da se otkloni na bezbedan način. Ovi uređaji moraju biti propisno obeleženi ili označeni;
- ▶ propiše bezbednu radnu praksu za radne uslove koji odstupaju od normalnog stanja;
- ▶ obezbedi sve potrebne simbole upozorenja i znake za upozorenje od opasnosti na opremi za rad vezane za poslove održavanja i popravki;
- ▶ osigura da se koriste samo odgovarajući uređaji i alati i adekvatna oprema za ličnu zaštitu;
- ▶ poštuje sve važne mere zaštite ukoliko se dogodi ili stvori opasna eksplozivna atmosfera;
- ▶ koristi sisteme za odobrenje određenih radova.

Ukoliko se tehničke mere zaštite koje se primenjuju tokom normalnog rada delimično ili u potpunosti isključe tokom radova na održavanju ili popravci, ili ako se takav posao mora obaviti uz energetska opasnost, bezbednost zaposlenih tokom ovog rada se mora osigurati preduzimanjem drugih prikladnih mera. Proces rada vezan za mere tokom održavanja prikazan je na Slici 6.

5.4. Zatvaranje / gašenje

Stavljanje biogas postrojenja van funkcije je jedno posebno stanje rada koje zahteva posebne mere. Ex zone (zone eksplozije) koje su klasifikovane u dokumentu za zaštitu od eksplozije (videti odeljak pod naslovom Dokument o zaštiti od eksplozije) uzimaju u obzir ovo stanje u toku procesa rada samo do određene mere. Ove specifične opasnosti se stoga razmatraju odvojeno u nizu uputstava za rad.

- ▶ Zaustavlja se punjenje digestora supstratom, a njegovo ukljanjanje se nastavlja. Količina uklonjenog supstrata ne sme da prevazilazi količinu gasa koji se proizvodi kako bi se sprečilo stvaranje opasne eksplozivne atmosfere.
- ▶ Ukoliko postoji mogućnost da količina supstrata koji je uklonjen prevaziđe količinu proizvedenog gasa, rezervoar za razgradnju se isključuje sa sistema prikupljanja gasa i uspostavlja se povezivanje sa atmosferom, na primer, tako što se isprazni tečni dihtung jedinice za previsok i prenizak pritisak. Opasna eksplozivna atmosfera se može stvoriti sada u digestoru kao rezultat ulaska vazduha. Izvori plamena (videti odeljak sa naslovom Opasnosti od eksplozije i požara) se moraju izbegavati.
- ▶ Digestor se mora isključiti sa sistema prikupljanja gasa kako bi se izbegao tok gasa u suprotnom smeru.

Slika 7: Sequence of explosion protection measures



- ▶ Opasna eksplozivna atmosfera se može stvoriti oko raspršivača na izlazu. Izvori plamena (videti odeljak sa naslovom Opasnosti od eksplozije i požara) se moraju izbegavati.
- ▶ Pre ulaska u digestor i tokom vremena provedenog u rezervoaru, mora se osigurati da se bezbedno spreči bilo koji rizik od gušenja, trovanja, požara ili eksplozije tako što se obezbedi odgovarajuća ventilacija i da ima dovoljno vazduha da bi se omogućilo disanje. Bilo koja oprema za rad kao što su pumpe ili mešaći moraju biti bezbedno osigurane da bi se sprečilo da se uključe.

5.5. Dokument o zaštiti od eksplozije

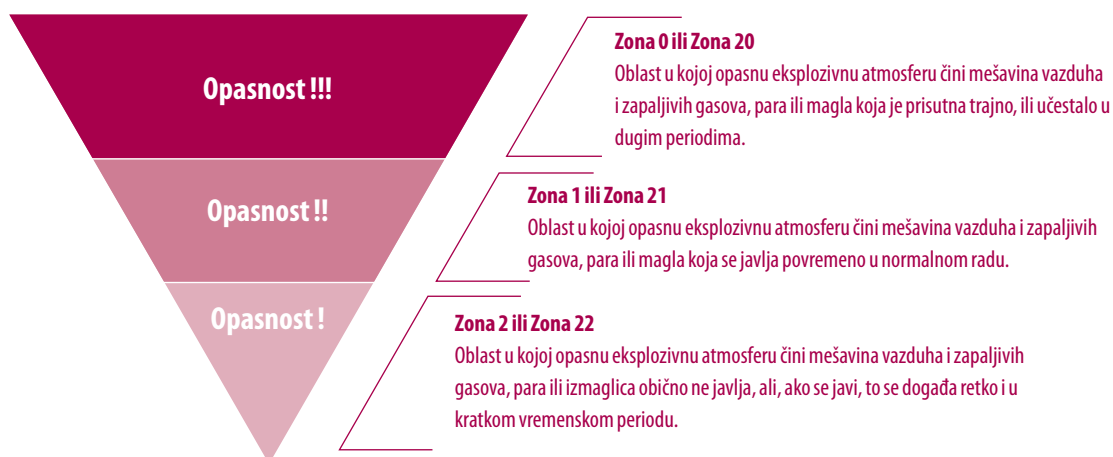
Dokument o zaštiti od eksplozije je deo procene opasnosti koji podrazumeva prepoznavanje i procenu opasnosti od eksplozije. Posebno, potrebno je odrediti gde se može očekivati opasna eksplozivna atmosfera (ili potencijalno eksplozivna atmosfera – PEA) i koji mogući izvori razbuktavanja vatre mogu da izazovu požar (videti odeljak pod naslovom Opasnosti eksplozije i požara). Kao opšti princip, prvi korak je da se primene primarne strukturne mere koje sprečavaju nastanak opasne eksplozivne atmosfere. Drugo, onda se moraju primeniti tehničke mere ukoliko je neizbežna opasna eksplozivna atmosfera; one imaju za cilj da se spreči nastanak izvora požara. Konačan izbor mera treba da budu tercijarne ili organizacione mere koje imaju za cilj da smanje moguće posledice eksplozije (videti Sliku 7).

Opšti zahtevi

Opasne oblasti mogu se podeliti u zone u skladu sa učestalošću i dužinom trajanja pojave opasnih eksplozivnih atmosfera (videti Sliku 8).

Nacionalne smernice za klasifikaciju oblasti kao Ex zone se moraju poštovati. Primeri zoniranja i s njima povezanih mera zaštite dati su u drugom delu ovog dokumenta.

Slika 8: Klasifikacija Ex zona (zona eksplozije)



Slika 9: Opis oznake ATEX



* ATEX/IECex



Više informacija

Moguće je konsultovati ATEX Smernice na Internet stranici prava Evropske unije koje su dostupne na engleskom, španskom, francuskom i portugalskom.

5.6 Zahtevi vezani za radnu opremu u oblastima pod rizikom

Da bi se omogućila upotreba opreme za rad u opasnim oblastima (potencijalno eksplozivnim atmosferama, PEA) ona mora biti odobrena za upotrebu u odgovarajućoj Ex zoni. Evropska Direktiva 2014/34/EU (ATEX, 2014) (ATEX Direktiva o proizvodima, u daljem tekstu jednostavno zvana ATEX), ustanovljena je kao osnova za upotrebu opreme i sistema zaštite u Ex zonama (videti Sliku 9).

U skladu sa ovom direktivom, samo oprema koja je odobrena za zonu 0 i koja je tako obeležena sme da se koristi u zoni 0. U skladu sa Aneksom 1 ATEX-a, samo oprema i sistemi zaštite opreme grupe II kategorije 1 G smeju da se koriste.

U zoni 1, sme da se koristi samo oprema koja je odobrena za zonu 0 i 1 i koja je tako obeležena. U skladu sa Aneksom 1 ATEX-a, samo oprema i sistemi zaštite opreme grupe II kategorije 1 G ili 2 G smeju da se koriste.

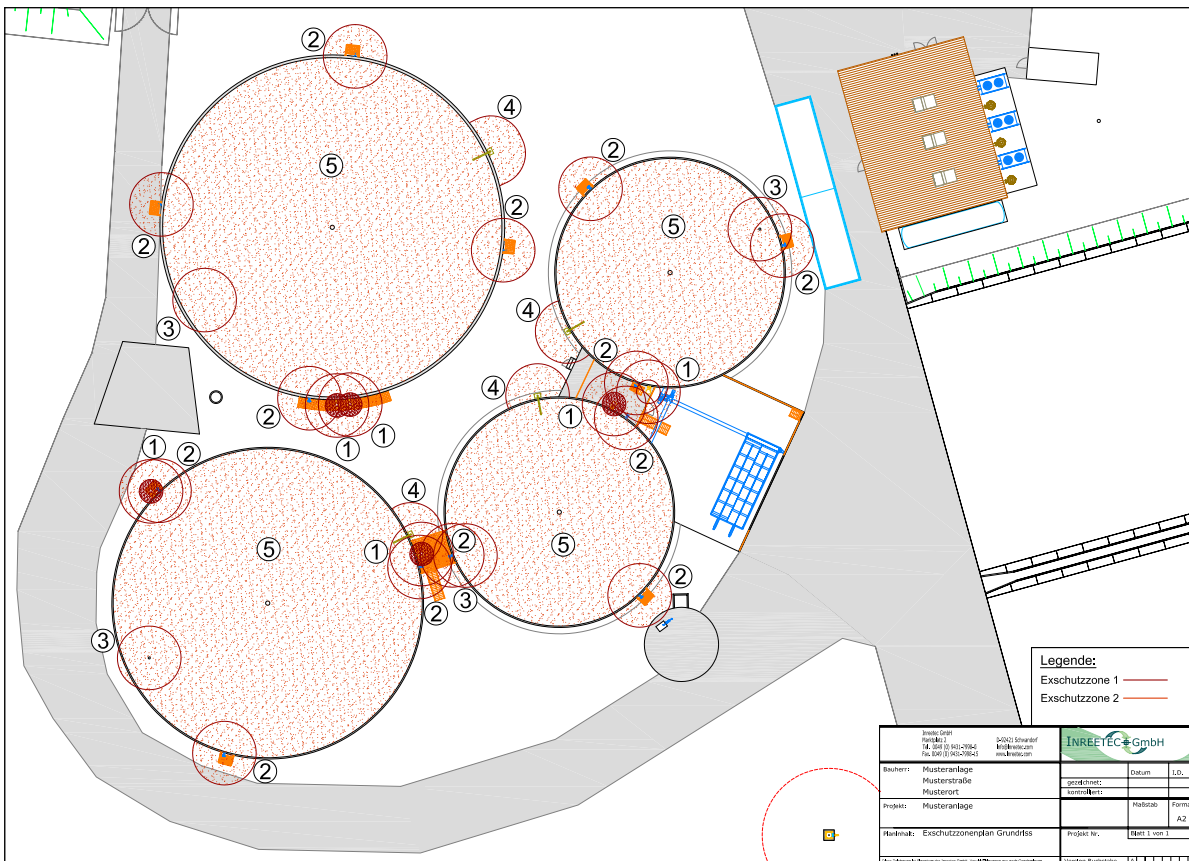
U zoni 2 sme da se koristi samo oprema koja je odobrena za zonu 0, 1 ili 2 i koja je tako obeležena. U skladu sa Aneksom 1 ATEX-a, samo oprema i sistemi zaštite opreme grupe II kategorije 1 G, 2 G ili 3 G smeju da se koriste.

Detalji o zoniranju se moraju evidentirati u planu Ex zona (videti Sliku 10). Ovo se mora redovno proveravati kako bi se osiguralo da bude ažurirano i mora se izmeniti ukoliko je potrebno.



Slika 10: Primer plana Ex zona za biogas postrojenje (crveno = zona 1, narandžasto = zona dva).

- ① Zaštita od nadpritiska i podpritiska
- ② Kanal u zidu za mikser
- ③ Ispusni otvor na zaštitnoj membrani rezervoara za skladištenje gasa
- ④ Ventilator na zaštitnoj membrani rezervoara za skladištenje gasa
- ⑤ Prostor između membrana skladišta gasa



IZVOR: INRETEC GMBH

6. Koncept zaštite od požara

Biogas postrojenja imaju različite količine zapaljivog materijala u zavisnosti od koncepta postrojenja, veličine postrojenja, unosa supstrata, opreme za rad koja se koristi i materijala koji se koriste. Strukturne, tehničke i organizacione mere zaštite od požara moraju se uključiti od faze projektovanja i planiranja postrojenja. Posebno, moraju se uzeti u obzir smernice na nacionalnom nivou vezane za zaštitu od požara.

6.1. Strukturalna zaštita od požara

Sledeće strukturalne mere zaštite su se pokazale korisnim u praksi:

- ▶ **Digestor:** Ukoliko je potrebna toplotna izolacija za digestore, potrebno je da ona bude bar standardno nezapaljiva. Prostor od 1m oko otvora gde se gas oslobađa tokom normalnog rada mora biti napravljen bar od nisko zapaljivog materijala.



Više informacija o toplotnoj izolaciji za građevinske proizvode i elemente zgrade mogu se naći u standardu DIN EN 13501-1.

- ▶ **Sobe sa instalacijama u okviru CHP jedinice i instalacije u zgradama koje ne pripadaju postrojenju:** zidovi, potpora i plafoni iznad i ispod prostorija za instalaciju moraju biti bar otporni na požar (npr. F90 u Nemačkoj) i biti napravljeni od nezapaljivih građevinskih materijala. Ni obloga ni izolacija napravljene od zapaljivih materijala ne smeju se koristiti za zidove, plafone ili potpore. Vrata u zidovima otpornim na vatru moraju biti bar takva da inhibiraju požar i da se sama zatvaraju; ovo ne važi za vrata koja vode spolja. Ventilacioni otvori i druge cevi ili kablovi treba da budu postavljeni samo kroz zidove i plafone ukoliko sami otvori, cevi ili kablovi ne mogu da prenose vatru ili ako su primenjene mere predostrožnosti da bi se sprečilo širenje vatre (npr. izolacija prodora kablova uz opšte odobrenje tela koje je nadležno za nadzor nad građevinskim radovima ili prigušivač vatre koji odgovara ovakvoj nameni). Trasa za izduvne gasove (dimnjak) i prateći prodori moraju ispunjavati odgovarajuće zahteve specifične za datu zemlju. Treba obezbediti dovoljnu udaljenost od zapaljivih materijala. Prostor u prodorima mora biti ispunjen nezapaljivim, stabilnim materijalima u pogledu dimenzija. Uslov je ispunjen ukoliko se koriste odgovarajući materijali koji imaju isti stepen otpornosti na vatru kao i delovi koji se izoluju.

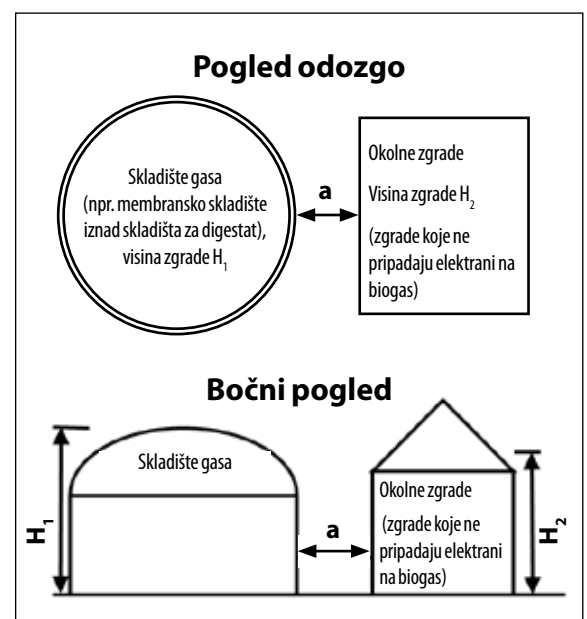
- ▶ **Električne instalacije:** Električne instalacije moraju biti usklađene sa priznatim pravilima (primenljivim

u svakoj pojedinačnoj zemlji) i moraju biti redovno proveravane od strane ovlašćenog električara. Operater treba redovno da obavlja vizuelnu proveru da bi uočio štete nastale od glodara i znake sagorevanja kako bi se smanjio rizik od izazivanja požara na najmanju meru.

- ▶ **Bezbedna razdaljina:** Svrha bezbedne udaljenosti je da se smanji međusobni uticaj u slučaju štete i da se spreči širenje požara i zaštiti rezervoar za skladištenje gasa. Da bi se to postiglo, potrebno je da se obezbedi bezbedna udaljenost od bar 6m u horizontalnom smeru između rezervoara za skladištenje gasa i okolnih instalacija, objekata i zgrada koji nisu povezani sa biogasom (sa visinom ispod 7,5m) ili trasa saobraćaja.
 - ▶ Ukoliko je jedna zgrada viša od 7,5m, skladište gasa ili zgrada ne pripadaju postojenju, formula za udaljenost je: $a = 0.4 \times H_1 + 3 \text{ m}$.
 - ▶ Ukoliko su dve zgrade više od 7,5m, skladište gasa ili zgrada ne pripadaju postojenju, formula za udaljenost je: $a = 0.4 \times H_1 + 0.4 \times H_2$.

Bezbedna udaljenost od bar 6m mora se obezbediti u okviru biogas postrojenja između rezervoara za skladištenje gasa i instalacionih soba za motore s unutrašnjim sagorevanjem. U instalacijama iznad zemlje, sigurna udaljenost se meri od vertikalne projekcije ivice rezervoara za skladištenje (videti Sliku 11).

Slika 11: Bezbedna udaljenost između skladišta za gas i okolnih zgrada



Mora se sprečiti opasnost po ljude i rizik od požara unutar i van biogas postrojenja preko toplotnog zračenja ili strujanja, a to se čini adekvatnim pozicioniranjem rasvete za upozorenje. S tim u vezi treba razmotriti zgrade, delove postrojenja, transportne rute i oblasti od javnog značaja.

► **Zaštitni zid:** Bezbedna udaljenost se može smanjiti dovoljnom količinom zemlje ili adekvatno dimenzionisanim zaštitnim zidom ili izolacijom od požara (tj. protivpožarni zid). Vrata u okviru zaštitnih zidova moraju biti otporna na vatru i da se sama zatvaraju. Zaštitni zid takođe može da bude jedan adekvatno projektovan zid zgrade bez otvora. Visina i širina zaštitnog zida mora da ispunjava zahteve odgovarajućih smernica na nacionalnom nivou.

6.2. Organizaciona zaštita od požara

U oblasti bezbedne udaljenosti ne treba da se skladište zapaljivi materijali u količinama većim od 200kg bez dodatnih zaštitnih mera i ne treba da postoje zgrade koje ne pripadaju biogas postrojenju niti javni putevi ili staze. Dodatne mere zaštite mogu da podrazumevaju mere za sprečavanje požara, mere za zaštitu od požara i mere za borbu protiv požara (na primer, videti odeljak o zaštitnim zidovima). Osim ovoga, primenjuju se sledeći uslovi:

- trase saobraćaja koje su ključne za rad postrojenja su dopuštene;
- vozila ne smeju biti parkirana u okviru oblasti sigurne udaljenosti;
- mašine i aktivnosti koje mogu da izazovu opasnost po rezervoar za skladištenje gasa (npr. zavarivanje i sečenje) nisu dozvoljene bez dodatnih mera zaštite;
- ne sme se rukovati gorionikom za gas;
- vatra, otvoreni plamen i pušenje su zabranjeni.

Zaposleni i preduzeća angažovana eksterno moraju biti podučavani periodično, a i kada je to prikladno, o merama koje se preduzimaju u slučaju grešaka u radu, nesreće i havarije i o tome kako ih sprečiti.

Pokazalo se blagotvorno da se sa nadležnom vatrogasnom brigadom razgovara i koordiniše stavovi na temu zaštite od požara u postrojenju pre puštanja u pogon i u redovnim vremenskim razmacima. Bliska koordinacija sa šefovima jedinica lokalne vatrogasne brigade je ključna pre taktičkog raspoređivanja vatrogasne brigade u slučaju požara ili drugih oblika tehničke saradnje. Preporučuje se da se organizuje vežba kako bi se obezbedilo da se preduzme ispravna akcija u slučaju raspoređivanja brigade. U slučaju raspoređiva-

nja, vatrogasna brigada treba da koristi odgovarajuću opremu za ličnu zaštitu, detektor gasa (CH_4 , CO_2 , H_2S , itd.) mora biti u pripravnosti da se upotrebi, pažnja se mora posvetiti smeru vetra kada se prilazi terenu, mora se održati bezbedna udaljenost, mora se izbeći stvaranje varnica koje mogu izazvati požar (npr. električni prekidači!) i operater na terenu mora biti konsultovan.

U meri u kojoj je to moguće, potrebno je razmotriti svu potrebnu signalizaciju vezanu za bezbednost i zaštitu zdravlja prilikom planiranja radnog prostora (na primer prilikom izrade planova evakuacije). Takođe je važno da se imenuju pružaoci prve pomoći. Oprema za gašenje (aparati za gašenje požara, snabdevanje vodom za gašenje požara) moraju biti dostupni u skladu sa količinom zapaljivih materijala, uz konsultaciju sa vatrogasnom brigadom.

SAVET

Najnoviji simboli vezani za evakuaciju i zaštitu od požara su detaljno opisani u ISO 7010.



IZVOR: FOTOLIA_OKTAY ORTAKIOGLU

7. Mere zaštite

Kada je reč o zaštiti zdravlja i bezbednosti na radu, opšte pravilo je da se uspostave mere zaštite u skladu sa TOP principom (videti odeljak Procena opasnosti).

Operater postrojenja mora da obezbedi bezbedno rukovanje opremom za rad i bezbedan rad postrojenja i komponenti postrojenja uz pomoć tehničkih mera zaštite. Tehničke mere zaštite za specifične komponente postrojenja objašnjene su u drugom delu ove brošure.

7.1 Organizacione mere zaštite

Organizaciona struktura

Operater treba da osmisli i dokumentuje organizacionu strukturu postrojenja na način koji omogućava bezbedno obavljanje svih aktivnosti i zadataka i nadzor nad njima u svakom trenutku.

U najmanju ruku, sledeća pitanja treba da se urede:

- ▶ odgovornosti (npr. za proveru zabeleženih događaja, davanje uputstava / kratko izveštavanje i obavljanje procene rizika; poslodavac može dodeliti zadatak zaposlenom)
- ▶ delegiranje zamenika
- ▶ dežurna služba: ukoliko postrojenjem rukuje nekoliko ljudi u smenama, mora se obezbediti primopredaja prilikom smene i svaka nestandardna pojava mora biti dokumentovana u pisanoj formi (npr. dnevnik rada)
- ▶ ukoliko je potrebno, dodela prava da se daju uputstva.

Uputstva za rad

Ključno je da proizvođač postrojenja da temeljna obaveštenja (predstavi uputstvo za rad) pre nego što se postrojenje pusti u pogon i pre nego što se naprave bilo kakve izmene. Potrebno je da se da dokaz o sadržaju u pisanom obliku. Osim toga, osoblje koje rukuje biogas postrojenjem treba da učestvuje u daljoj obuci i da nastavi sa stručnim usavršavanjem, a sertifikati treba da se čuvaju. Ukoliko osoblje iz kompanija angažovanih van postrojenja radi u biogas postrojenju, njihovu stručnost treba ustanoviti i proveriti ukoliko je potrebno. Treba koristiti odgovarajuću formu kratkog uputstva kako bi se osiguralo da zaposleni angažovani sa strane budu obavešteni o rizicima na radu.

Uputstva i kratko obaveštavanje

Potrebno je da operater postrojenja daje uputstva i obaveštenja o bezbednom rukovanju opremom za rad i da ih ponavlja u skladu sa nalazima procene opasnosti.

Primeri uputstava i obaveštavanja:

- ▶ Sigurnost i zaštita na radu
- ▶ Rad u oblastima gde postoji rizik od eksplozije
- ▶ Interna uputstva preduzeća
- ▶ Opasne supstance koje postoje ili se mogu javiti na radnom mestu
 - ▷ posebno propisi o higijeni
 - ▷ informacije o merama koje se preduzimaju da bi se sprečila izloženost
 - ▷ informacije o nošenju i korišćenju opreme za ličnu zaštitu i zaštitne odeće

Pre nego što počnu da rade / započnu aktivnosti, zaposleni moraju dobiti inicijalno uputstvo, a zatim, u redovnim vremenskim razmacima, bar jednom godišnje. Potrebno je da postoji evidencija u pisanoj formi o uputstvima.

Opasni zadaci se moraju obavljati u skladu sa pisanim uputstvima poslodavca ili nadležnog lica; kada se obavljaju opasne aktivnosti ili aktivnosti koje mogu postati opasne u kombinaciji sa drugim poslom, mora se koristiti sistem dozvole za rad. Primeri: rad u rezervoarima i u malim prostorima, rad koji podrazumeva opasnost od požara (zavarivanje, sečenje plamena, bušenje, itd.), rad na krovovima, rad u opasnim oblastima. Mora se obezbediti odgovarajući nadzor dok se zaposleni nalaze u opasnim oblastima. Nemačko udruženje za biogas daje primer sistema dozvola za rad u Evidenciji uputstava za podizvođače i zaposlene za poslove održavanja, instalacije i popravki (videti Aneks 2).

Zaposleni moraju dobiti uputstva pre nego što započnu rad na ili sa novom opremom za rad, novim procedurama / izmenjenim procedurama, novim opasnim supstancama ili novim zaduženjima.



Sledeće treba dokumentovati:

- ▶ Sadržaj kratkih obaveštenja
- ▶ Kratko obaveštavanje zaposlenih koji su angažovani eksterno
- ▶ Data kratka obaveštenja i uputstva

Zahtevi za samostalan rad

Kao deo procene opasnosti, potrebno je ispitati koje aktivnosti se mogu obavljati samostalno i to dokumentovati. Ukoliko se tokom procene opasnosti ustanovi da se određena aktivnost ne može obavljati samo-

stalno, ovu aktivnost treba uvek da obavljaju bar dvoje zaposlenih. Po pravilu, sledeće aktivnosti ne može da obavlja jedan zaposleni:

1. rad u rezervoarima i u skućenom prostoru (jedno lice mora imati zaduženje da čuva stražu iz bezbednosnih razloga kada se rad obavlja u rezervoarima ili u skućenom prostoru, ukoliko nema vrata kroz koja bi radnik mogao da izađe);
2. rad u reonima gde se mogu javiti dodatne opasnosti od eksplozije tokom radova na održavanju ili popravkama zbog okolnih uslova, opreme instalirane u tim reonima ili supstanci, preparata ili nečistoća u njima ili uvršćenih u njih (TRBS 1112-1, 2010).

Tamo gde je dozvoljen samostalan rad moraju se odrediti odgovarajuće tehničke i organizacione mere zaštite u smislu koja delotvorna prva pomoć se može obezbediti ukoliko se javi potreba za tim. Primeri odgovarajućih mera zaštite uključuju sledeće:

- ▶ stalni nadzor kamerom koji obavljaju zaposleni,
- ▶ upotreba ličnog uređaja za signalizaciju u slučaju havarija sa automatskom funkcijom alarma,

- ▶ intervali za izveštavanje sa vizuelnim kontaktom ili glasom,
- ▶ rad u vidnom polju,
- ▶ nadzor putem obilazaka radi inspekcije,
- ▶ obezbeđivanje fiksnog telefona / mobilnog telefona kako bi se mogao obaviti poziv u pomoć.

Ukoliko ove mere zaštite mogu same po sebi biti ili uključiti izvor požara, njihova prikladnost se mora ispitati pre nego što se koriste u opasnim oblastima (TRGS 529, 2016).

Organizacione mere zaštite takođe uključuju redovno održavanje postrojenja, sistema i komponenti. Kako bi se mogao garantovati bezbedan rad, ključno je da se uradi plan održavanja sa specifičnim detaljima o delovima postrojenja koji će se održavati i sa detaljnim opisom vremenskih intervala u kojima se održavanje obavlja. Održavanje takođe podrazumeva i testiranje funkcija pojedinačnih komponenti i popunjavanje dokumentacije koja služi kao dokaz toga.

Radovi na održavanju sa merama zaštite u digestoru



Opšti zahtevi

7.2 Lične mere zaštite



Osim tehničkih i organizacionih mera zaštite, moraju se isplanirati i mere lične zaštite za specifične aspekte rada postrojenja. Izbor mera koje se koriste zavisi od procene opasnosti (videti Tabelu 5).

Tabela 5: Opasnosti i moguće mere zaštite

Opasnosti	Primeri	Lična zaštitna oprema
Opasne supstance (u vazduhu)	Mikroorganizmi Aerosoli Biogas (sastojci) Aditivi i pomoćni materijali	Zaštita očiju i lica ukoliko se očekuje prskanje ili šikljanje infektivnih materijala ili tečnosti, a tehničke mere ne pružaju odgovarajuću zaštitu. Zadaci za koje se koristi zaštita respiratornog trakta moraju biti posebno razmatrani u proceni opasnosti. Odgovarajuća zaštita respiratornog trakta mora u najmanju ruku da ispunjava sledeće zahteve: <ul style="list-style-type: none">▶ Polumaska sa filterom za čestice klase P2 u skladu sa DIN EN 143 ili FFP2 polumaska sa filterom za čestice u skladu sa DIN EN 149.▶ Polumaske sa filterom sa ventilom za izdisaj su najčešći izbor. Ukoliko se oslobodi biogas, uvek se mora koristiti respirator koji ne zahteva održavanje sa zatvorenim kolom zbog mogućnosti visokih koncentracija H ₂ S i istiskivanja kiseonika.
Opasne supstance (dodir s kožom)	Buđi Bakterije Virusi Endotoksini Aditivi i pomoćni materijali	Visoko učinkovite, nevodopropusne rukavice sa niskim alergijskim svojstvima sa produženim manžetnama kako bi se sprečilo da tečnosti zagađene patogenima uđu u rukavice. Rukavice moraju biti otporne na dezinfekciona sredstva koja se koriste. Zaštita očiju i lica ukoliko se može očekivati prskanje ili šikljanje infektivnih materijala ili tečnosti a tehničke mere ne obezbeđuju odgovarajuću zaštitu. Vodootporne kecelje, ukoliko se očekuje da će se pokvasiti odelo. Vodootporna obuća ukoliko se očekuje da će se obuća pokvasiti.
Opasnost od električne opreme	Statičko pražnjenje Neispravni kablovi	Treba obezbediti zaštitnu obuću koja ispunjava bar zahteve zaštite klase S2 i zaštitne čizme koje ispunjavaju bar zahteve zaštitne klase S4 u skladu sa DIN EN ISO 20345.
Mehaničke opasnosti	Pad, spoticanje, lom, posekotine	Treba obezbediti zaštitne cipele koje ispunjavaju bar zahteve zaštitne klase S2 i zaštitne čizme koje ispunjavaju bar zahteve zaštitne klase S4 u skladu sa DIN EN ISO 20345 kao i odeća otporna na vremenske prilike. (TRGS 727, 2016)
Opasnost od požara i eksplozije	Osoblje može biti izloženo statičkom električnosti, na primer dok hodaju, kad ustaju sa stolice, prilikom presvlačenja, rukovanja plastikom, prilikom obavljanja rada koji podrazumeva sipanje ili punjenje ili indukcijom kada stoje u blizini objekata koji se napajaju. Kada osoba koja je izložena statičkom električnosti dodirne neki predmet koji je provodnik, npr. kvaku vrata, ona izazove oslobađanje varnice.	U opasnim oblastima klasifikovanim kao zona 0, 1 ili 20, treba nositi provodljivu obuću sa otporom na curenje u zemlju manjim od 108 Ω. Isti zahtev se primenjuje i u zoni 21 u slučaju prašine sa minimalnom energijom za izazivanje požara (MIE) ≤ 10 mJ. Radna odeća ili zaštitna odeća ne sme se menjati, sklanjati ili stavljati u opasne oblasti klasifikovane kao zona 0 ili 1. Oprema za ličnu zaštitu ne sme da postane nabijena električnošću u opasnim oblastima u prisustvu eksplozivnih mešavina gasa, na primer tokom radova na održavanju ili prilikom poziva u pomoć (TRGS 727, 2016)

Moraju se osigurati osnovne mere higijene. One podrazumevaju pranje ruku pre odlaska na pauzu i nakon završetka posla, kao i redovno čišćenje radnog prostora koje se obavlja i po potrebi i čišćenje / promena radnog odela i opreme za ličnu zaštitu. Mere se mogu propisati i u planu za čišćenje i higijenu. Zaposleni se moraju uzdržavati od jela i pića u radnom prostoru gde postoji rizik od zagađenja biološkim činiocima. Ukoliko procena opasnosti ukazuje na potrebu za merama dezinfekcije, one se moraju sprovesti testiranim dezinfekcionim sredstvima.

- ▶ Nikom ko nosi mikrobiološki zagađeno radno odelo nije dozvoljeno da uđe u prostorije gde se provodi pauza ili u prostorije namenjene zaposlenima.
- ▶ Otpad koji sadrži biološke činioce treba odlagati u odgovarajuće kontejnere.
- ▶ Radno odelo i oprema za ličnu zaštitu treba da se čuvaju odvojeno od lične odeće.
- ▶ Mikrobiološki zagađena odeća se ne sme čistiti kod kuće.
- ▶ Ukoliko štetočine kao što su glodari, golubovi, insekti ili druge životinje imaju pristup radnom prostoru, ključno je da se radi redovna kontrola prisustva štetočina.
- ▶ Moraju se izbegavati uslovi u skladištu koji pospešuju povećanje bioloških činilaca koliko god to omogućava rad postrojenja.
- ▶ Mora se obezbediti adekvatna ventilacija radnog prostora u skladu sa procenom rizika.

Na Slici 12 dat je pregled različitih elemenata opreme za ličnu zaštitu. Potrebno je napomenuti da ne treba koristiti sve elemente u svakom trenutku. Potreba da se nosi kaciga ili sistem za zaštitu od pada, na primer, zavise od situacije.

Slika 12: Oprema za ličnu zaštitu (PPE)



Više informacija o tehničkim zahtevima vezanim za opremu za ličnu zaštitu može se naći u okviru sledećih standarda:

DIN EN 143: Uređaji za zaštitu respiratornog trakta – Filteri za čestice – Zahtevi, testiranje, obeležavanje

DIN EN 149: Uređaji za zaštitu respiratornog trakta – Polumaske sa filterima za zaštitu od čestica

DIN EN ISO 20345: Zaštitne cipele

8. Dokumentacija

Sledeće stavke se moraju dokumentovati, u skladu sa zahtevima propisanim na nacionalnom nivou:

- ▶ Odgovornosti / pravo da se izdaju uputstva: spisak brojeva telefona lica koja se kontaktiraju (i interno i eksterno, npr. nadležni organi, agencije)
- ▶ Plan u slučaju havarije (uputstva za rad za procedure u slučaju nesreće, požara, eksplozije, ispuštanja supstrata, nestanka struje, sprečavanje ulaska neovlašćenim licima, itd.)
- ▶ Procena rizika /dokument o zaštiti od eksplozije
- ▶ Uputstva za rad za zaposlene
- ▶ Uputstva za rad koja obezbeđuje proizvođač
- ▶ Registar opasnih supstanci
- ▶ Dokumentacija sa podacima vezanim za bezbednost
- ▶ Obrasci za izdavanje /obraci sa kratkim obavještenjima
- ▶ Plan održavanja i popravki (i njihov raspored u skladu sa uputstvima proizvođača)
- ▶ Redovni obilasci radi inspekcije i dnevnik rada
- ▶ Dokazi o redovnim testovima (testiranje električne opreme, testiranje opreme za rad)
- ▶ Dokazi o kursevima obuke na početku rada i redovnim obukama
- ▶ Planovi postojećeg inventara postrojenja i opreme (plan borbe protiv požara, dijagram cevi i instrumentata, plan cevi, itd.)

- ▶ Matrica procesa upravljanja
- ▶ Sertifikat za zaštitu od požara

SAVET

Ugovori za održavanje sa specijalizovnim kompanijama se posebno savetuju za one delove postrojenja koji su značajni za bezbednosti i koji moraju biti baždareni redovno (npr. sistem za upozorenje vezano za prisustvo gasa, aparat za analizu gasa, detektor gasa, monitor za ličnu zaštitu, detektor požara).

Po pravilu, operater postrojenja je odgovoran za adekvatnu dokumentaciju, tj. da obezbedi da je dokumentacija kompletna, ažurirana, odgovarajućeg kvaliteta i u skladu sa odgovarajućim pravnim odredbama u datoj zemlji. U pojedinačnim slučajevima potrebno je razjasniti koje bi posledice nastale u skladu sa pravnim obavezama ako bi došlo do kršenja važećeg zakona.

Dokumentacija treba da bude dostupna u svakom trenutku; treba je držati na lokaciji biogas postrojenja. Rezervnu kopiju dokumentacije treba držati na drugim lokacijama. Ovo je posebno važno u havarijskim situacijama ili u slučaju grešaka. U takvim slučajevima, operater mora da organizuje odstupanje od normalnog rada kako bi se obezbedilo da se postrojenje vrati u normalan rad što pre je to moguće ili da svede uticaj prekida rada na najmanju meru.



Biogas postrojenja su složeni sistemi procesnog inženjeringa. Da bi se supstrat transportovao i proizveo gas, potreban je čitav niz pumpi, kompresora, mešača, spiralnih transportera i cevi. Mora biti moguće da se osigura bezbedan rad svih ovih delova i komponenti postrojenja u svakom trenutku. Takođe, operater mora da obezbedi potrebne količine opreme za rad, uređaja i materijala a sve to mora biti ispravno za rad. Pored toga, različiti delovi i oprema moraju da ispunjavaju brojne zahteve vezane za mere zaštite koje treba preduzeti.

Postoje određeni opšti zahtevi u smislu stabilnosti, prigušivanja vibracija, operativnosti, sabotaze i vandalizma koji se primenjuju na sve delove postrojenja:

- ▶ **Stabilnost:** delovi biogas postrojenja koji su instalirani iznad zemlje i napolju moraju se uzdići na čvrstim temeljima i zaštititi od oštećenja. Moraju se instalirati tako da postoji lak pristup njima. Mora se obezbediti dovoljna strukturna stabilnost.
- ▶ **Prigušivanje vibracije:** Na primer, pokretni delovi i delovi podložni vibraciji u okviru biogas postrojenja (komponente *CHP* jedinice, ventilator, pumpe, kompresori, itd.) moraju biti razdvojeni kompenzatorima i prigušivačima vibracija.

- ▶ **Operativnost ključnih komponenti postrojenja u različitim vremenskim uslovima:** Delovi, komponente i oprema biogas postrojenja koji su bitni za bezbedan rad moraju biti projektovani tako da ostanu operativni u svakom trenutku na očekivanim temperaturama u toj sredini i u očekivanim vremenskim uslovima.
- ▶ **Sabotaža / Vandalizam:** Oprema i kontrole koji su važni za sistem i bezbednost moraju biti zaštićeni od sabotaze i vandalizma. Da bi se ovo obezbedilo, može se koristiti oprema koja se zaključava ili se može podići ograda oko biogas postrojenja ukoliko je to potrebno.

Specifični zahtevi za bezbedan rad pojedinačnih delova postrojenja opisani su u odeljku koji sledi. Svaki opis podeljen je u tri dela:



Tehničke mere zaštite



Organizacione mere zaštite



Klasifikacija Ex zona

(zona u kojima može doći do eksplozije)

1. Zahtevi sistema za napajanje



Tehničke mere zaštite

Prilikom izbora i projektovanja sistema napajanja, ključno je obratiti pažnju na to da li su materijali koji se koriste podložni posebnom pritisku ili izloženosti (npr. kiseline, pesak, itd.). Svesrdno se preporučuje da se koriste nerđajući čelik ili obloge u posebno osetljivim oblastima. U zavisnosti od klimatskih uslova, komponente postrojenja koje su podložne riziku od smrzavanja moraju biti projektovane tako da budu otporne na mraz. Mehanički pogoni moraju biti opremljeni zaštitnim poklopcima. Gde je to potrebno, moraju se obezbediti separatori za izdvajanje supstanci koje smetaju procesu.

Otvori kroz koje se vrši punjenje, tj. oprema za punjenje čvrstim materijalima moraju biti zaštićeni kako ljudi ne bi upali kroz njih. Mere kako bi se sprečilo upadanje podrazumevaju:

- ▶ pokrivene levke za punjenje sa visinom od > 1,30 m u kombinaciji sa poklopcem

- ▶ levke za punjenje bez poklopca sa visinom od $\geq 1,80$ m
- ▶ pričvršćene rešetke sa razmakom između šipki od ≤ 20 cm
- ▶ klapne koje se same zatvaraju na vertikalnim otvorima
- ▶ kanali za ispiranje u kojima su zatvoreni vertikalni otvori.

Ukoliko se digestor puni spiralom sa presom, zbog svih stanja prilikom rada, on mora biti dovoljno ukopan kako bi se sprečilo moguće ispuštanje gasa. Dubina na kojoj je ukopan mora biti takva da može da zameni bar pet puta veći kontrapritisak uređaja za zaštitu od previsokog pritiska. Ukoliko je nemoguće sprečiti stvaranje opasnih gasova van sistema za napajanje (CH_4 , CO_2 , H_2S , NH_3 , H_2 , itd.) potrebno je sprečiti ili smanjiti njihovo ispuštanje, na primer upotrebom odgovarajuće opreme za punjenje u zatvorenom sistemu ili tako što će se on prostorno odvojiti od drugih delova postrojenja. Potrebno je uočiti koji smer vetra preovladava

prilikom postavljanja otvora za punjenje tako da bi se gasovi odneli van operativnog dela postrojenja. Ukoliko se sistemi za napajanje instaliraju unutar zgrada, moraju biti opremljeni nadzorom vazduha u toj sredini i ventilacijom. Supstrati u tečnom agregatnom stanju se moraju puniti kroz creva / cevi tako da se nijedan gas ne ispusti u zgradu. Sistemi ventilacije ka / iz rezervoara moraju imati izlaze koji se nalaze u bezbednoj oblasti i koji funkcionišu po principu zatvorene linije.



Organizacione mere zaštite

Opšti princip je da se mora sprečiti stvaranje opasnih gasova van sistema za napajanje ukoliko je to uopšte moguće ili da se svede na najmanju meru, na primer tako što će se sprečiti određene hemijske reakcije (punjenje u različitim vremenskim periodima). Treba izbegavati mešanje supstrata van zatvorenih rezervoara koje može dovesti do stvaranja opasnih gasova kao rezultat hemijskih reakcija kao što je vodonik sulfid, ugljen dioksid ili amonijak (na primer reakcije između kiselina i baza). Ukoliko se mogu očekivati reakcije kao rezultat mešanja materijala kojima se puni sistem pre nego što se ubace u digester, potrebno je pre mešanja obaviti testiranje reakcija sa neškodljivim količinama supstanci.

Da bi se takve reakcije mogle proceniti, proizvođači sirovina moraju operaterima biogas postrojenja obezbediti sledeće detalje i operateri ih moraju dokumentovati u dnevniku rada:



Dokumentacija o detaljima materijala koji se nalaze u sirovinama

- ▶ glavni sastojci, hemijski sastav, pH vrednosti i primese, npr. stabilizatori, konzervansi, itd.
- ▶ detalji o poreklu (npr. iz klanice, iz proizvodnje heparina u farmaceutskoj industriji, itd.)
- ▶ uslovi transporta i isporuke (npr. trajanje transporta, temperatura...)
- ▶ moguće opasnosti (npr. "može osloboditi vodonik sulfid ukoliko mu se dodaju kiseline"). Ukoliko je nemoguće isključiti mogućnost stvaranja opasnih gasova, posebno H_2S , potrebno je da se spreči ili smanji njihovo ispuštanje, na primer tako što se punjenje obavlja u zatvorenom sistemu, prostorno se odvoje ili se silom izdvoje gasovi.
- ▶ druge napomene.

Materijali sa visokim sadržajem sumpora su otpadi iz klanica, otpadne biomase (micelijum) iz biotehno-



Različiti sistemi napajanja

IZVOR: MT ENERGIE

kih procesa, pogača od semenki uljane repice, ostaci hrane namenjene životinjama (npr. sojin protein), metionin iz hrane namenjene životinjama (aditiv u hrani), ostaci iz proizvodnje kvasca, natrijum sulfata kao sredstva za konzervaciju, pomoćna sredstva kao što su ferosulfat ili otpad iz ugostiteljstva.

Oprema za napajanje sirovinama mora imati platformu za kontrolu kako bi se crevo za dovod i odvod kontrolisalo na bezbedan način. Mora se posvetiti pažnja opasnostima u neposrednoj blizini opreme za napajanje sirovinama. Ukoliko se ne može isključiti mogućnost da se pojave gasovi u opasnim koncentracijama u delovima sistema gde se vrši napajanje, mora se instalirati odgovarajuća oprema za upozorenje ukoliko se pojavi gas kako bi se osiguralo da se upozorenje povodom opasnosti od gasa, posebno od H_2S .

Tokom rada na pojilima, zaposleni mogu biti izloženi biološkim činiocima putem kontakta sa supstratom, proizvodima truljenja ili kondenzatom ili nečistoćama u cevima i delovima postrojenja kojima se transportuje gas. Broj zaposlenih koji su ili mogu biti izloženi biološkim činiocima mora biti ograničen na onaj broj koji je zaista potreban za obavljanje takvog zadatka. Pre nego što obave posao u opasnoj oblasti sistema za napajanje sirovinom, treba proveriti da li je dozvoljeno da taj zadatak obavi jedan pojilina. Posebno je važno da se obezbedi sprečavanje automatskog uključivanja sistema za napajanje tokom radova na održavanju.

Tokom procesa punjenja, mikroelementi (npr. nikl, selen) se često dodaju u sirovine. U skladu sa opštim pravilom, upotreba mikroelemenata treba da se ograniči na potrebni minimum. Ukoliko se ne može izbeći upotreba aditiva i pomoćnih materijala, mora se izabrati vrsta koja ili ima nultu emisiju ili nizak stepen emisije (npr. proizvodi u tabletama ili obloženi pre nego proizvodi u obliku praha), i ovo se mora dokumentovati. Moraju se preduzeti odgovarajuće mere kako bi se izbeglo rukovanje aditivima i pomoćnim materijalima bez zaštite. Izloženost zaposlenih aditivima i pomoćnim sredstvi-

ma se mora izbegavati ili bar smanjiti na najmanju meru preduzimanjem tehničkih i organizacionih mera.

Sledeće vrste aktivnosti sa aditivima i pomoćnim sredstvima imaju najveći stepen verovatnoće da izazovu opasnost:

1. vizuelna inspekcija materijala radi otkrivanja štete, provera radi potvrde prihvatljivosti primljenog materijala
2. istovar sa vozila za dopremanje, transport kroz postrojenje, smeštanje u skladište
3. odnošenje iz skladišta, priprema za upotrebu, stavljanje u upotrebu
4. otklanjanje nečistoća
5. obavljanje radova na održavanju, npr. sistema za merenje
6. odlaganje ili vraćanje dostavljenog materijala



Klasifikacija Ex zona

Ukoliko se sistem spiralnog transportera u obliku cevi kojim se napaja ulaznim materijalom instalira ispod površine tečnosti u digestoru, potrebno je da se ispune sledeći zahtevi:

- ▶ ograničenje stepena protoka izdvajanja i svakodnevna provera nivoa ispunjenosti ili
 - ▶ ukoliko je nivo ispunjenosti ispod minimalnog nivoa, automatski se uključuje alarm i izdvajanje se prekida da bi sistem ostao ispod nivoa tečnosti radi bezbednosti.
- Zoniranje nije potrebno**, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

U slučaju sistema za napajanje tečnostima (silaže razređena tečnom sirovinom kako bi bila podložna pumpanju) ne može se isključiti mogućnost da se stvori opasna i potencijalno eksplozivna atmosfera. Potrebne su dodatne mere za zaštitu od eksplozije (ventilacija, nadzor nad koncentracijom CH₄, itd.) u blizini opreme za napajanje sirovinom.

2. Zahtevi za sisteme za tretman supstrata

U zavisnosti od potreba procesnog inženjeringa, sledeće metode prerade supstrata se mogu koristiti:

- ▶ mehanički sistemi
- ▶ hemijski sistemi
- ▶ biotehnološki sistemi.



Tehničke mere zaštite

Ukoliko se koriste delovi koji rotiraju, oni moraju biti projektovani tako da tehničke mere (npr. zaštitni poklopac) sprečavaju ljude da im pristupe, da budu uvučeni u njih ili da u njih upadnu.



Organizacione mere zaštite

Tamo gde se koriste mehanički sistemi, moraju se uzeti u obzir opasnosti koje mogu prouzrokovati delovi koji se kreću ili lete ili koje uzrokuje rizik od upadanja, posebno tokom radova na održavanju. Tamo gde se koriste hemijski sistemi, na primer aditivi i pomoćna sredstva, mora se obratiti pažnja da odgovarajuću dokumentaciju proizvođača i distributera sa podacima vezanim za bezbednost. Kada se koriste supstance koje predstavljaju rizik po zdravlje (npr. mikroelementi), potrebno je da se osigura da se oni skladište i mere u zatvorenim sistemima kako bi se emisija svela na najmanju meru.



Klasifikacija Ex zona

→ Videti klasifikaciju Ex zona za rezervoare za skladištenje / pripreme jame (odjeljak 3)



Pripremi rezervoar

3. Zahtevi vezani za rezervoare za čuvanje / pripreme jame



Tehničke mere zaštite

Rezervoari za čuvanje / pripreme jame za supstrate unutar zgrada moraju biti opremljeni odgovarajućom (npr. zaštićenom od eksplozije) jedinicom za izdvajanje sa bar pet izmena vazduha na sat i nadzorom za protok sa alarmom u slučaju propusta.



Organizacione mere zaštite

Oprema za izdvajanje gasova mora se automatski uključiti tokom procesa punjenja. Otvori u rezervoaru za prijem moraju biti zatvoreni osim tokom procesa punjenja.



Pre puštanja u pogon mora se proveriti da li jedinica za izdvajanje radi na zadovoljavajući način i rezultati provere se moraju dokumentovati.



Klasifikacija Ex zona

▶ Rezervoari za čuvanje / pripreme jame:

Jama ili rezervoar, otvoreni ili zatvoreni, za prijem, privremeno skladištenje i napajanje sirovinom, u nekim slučajevima podrazumevaju mešanje ili vraćanje u optičaj supstrata ili digestata, sa ili bez zagrevanja.

Zoniranje nije potrebno, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

▶ Otvoreni rezervoari za čuvanje / pripreme jame na otvorenom:

Jama ili rezervoar za gnojivo, otvoreni celim svojim presekom (površinom), sa ili bez plivajućeg poklopca (bez zagrevanja, vraćanja u optičaj i bez vraćanja u optičaj digestata), nije moguća akumulacija gasa.

Zoniranje nije potrebno, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

▶ Zatvoreni rezervoari za čuvanje / pripreme jame na otvorenom:

Jama ili rezervoar sa tehničkim poklopcem koji sprečava curenje; čak se malo curenje uočava u ranoj fazi redovnih provera; odgovarajuće istiskivanje gasa kada je reč o sistemu gasa kako bi se s pouzdanošću sprečili previsok i pre nizak pritisak; ulaz gde se napaja sirovinom otporan na curenje zahvaljujući tome što se napajanje obavlja ispod

površine supstrata. Zatvorene posude ove vrste takođe podrazumevaju i posude za vraćanje u optičaj supstrata, mešanje supstrata i zagrevanje.

Zoniranje nije potrebno, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

▶ Unutrašnjost zatvorenih rezervoara za čuvanje / pripreme jama:

Zona: ista kao zona sa najvišim zahtevima u povezanom sistemu za gas.

▶ Blizina zatvorenih rezervoara za čuvanje / pripreme jama:

Zoniranje nije potrebno, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

▶ Zatvoreni rezervoari za čuvanje / pripreme jame bez vraćanja u optičaj supstrata i bez zagrevanja na otvorenom:

Posude zaštićene od curenja netehničkim putem, nisu povezani sa sistemom za gas. Imaju otvore za punjenje.

Zoniranje nije potrebno, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

▶ Rezervoari za čuvanje / pripreme jame za lako razgradive supstrate:

Lako razgradivi materijali u sirovinama uključuju tečnost i biootpad u obliku paste. Nadziranom izdvajanjem se obezbeđuje odgovarajući stepen protoka (npr. bar pet razmena vazduha veličine pripreme jame pre ulaska u digestor).

Zona 2: unutrašnjost.

Bez zone: spoljašnjost.

▶ Rezervoari za čuvanje / pripreme jame za gnojivo sa maksimalnim nivoom punjenja ispod nivoa zemlje:

Dovoljno veliki otvore, npr. kroz rešetkasti poklopac; veoma niska stopa proizvodnje zbog niske temperature.

Zona 2: unutrašnjost.

Bez zone: spoljašnjost.

▶ Nedovoljno veliki otvori:

Razmena vazduha se događa samo tokom procesa punjenja i pražnjenja. Veoma niska proizvodnja gasova zbog niske temperature.

Zona 1: unutrašnjost

Zona 2: u oblasti neposredno oko otvora

4. Zahtevi vezani za digestor



Tehničke mere zaštite

Strukturna analiza konkretnih objekata za skladištenje mora uzeti u obzir uticaj temperature koja se očekuje u zavisnosti od planirane izolacije i temperature supstrata.

U postrojenjima gde može doći do curenja preko nivoa površine koja ga okružuje, pokazalo se korisnim da se izgradi zid oko postrojenja koji zadržava količinu materijala koja se može osloboditi u slučaju grešaka u radu dok odgovarajuće mere zaštite počnu da deluju i koji bar može da zadrži količinu sirovine koja staje u najveći rezervoar. Ovo ne važi za skladišta za čvrste sirovine. Odbrambeni zid ne mora da bude potpuno zatvoren; može i da bude i zid koji delimično zadržava materijale ukoliko je to dovoljno da se zadrže materijali koji izlaze. Temelj odbrambenog zida mora da bude napravljen od zemljišta sa kohezivnim svojstvima ili popločanih delova, na primer betona i asfalta.

Otvori za pristup moraju imati unutrašnji prečnik od bar DN 800 (u skladu sa ISO 6708) ili da imaju minimalne dimenzije od 600 x 800 mm. Ukoliko je potrebno da se uđe u rezervoar radi radova na održavanju ili popravkama, mora biti omogućena odgovarajuća ventilacija; iste mere bezbednosti su potrebne i prilikom pristupa prostorijama za inspekciju. Ovi otvori se moraju razmatrati zbog statičkog proračuna digestora.

Svaki rezervoar (uključujući rezervoare za čuvanje pre ulaska u digestor / pripreme jame) u kojem se čuva gas, supstrat ili proizvod za digestiju / razgradnju mora imati mogućnost da se izdvoji od ostatka sistema pojedinačno i u svakom smeru.

U rezervoaru za razgradnju i sekundarnom digestoru, sistem nadzora nivoa ispunjenosti mora da obezbedi da se ne premaši nivo punjenja, na primer ako se razgrađeni supstrati dodaju u bazen sa tečnim gnojivom putem uzlazne cevi (prelivanje) uz zaštitu od mraza ili se mora ograničiti maksimalni nivo punjenja uz odgovarajući uređaj za zaštitu od prekomernog punjenja.

Posebna pažnja se mora obratiti na rad rezervoara u kojima nivo punjenja varira u velikoj meri, kao što su sekundarni digestori ili rezervoari koji ne propuštaju gas u kojima se u krajnoj fazi skladišti, na primer vezano za zaštitu od eksplozije.



Unutrašnjost digestora pre puštanja u pogon

IZVOR: SCHMACK



Nesreća u biogas postrojenju

IZVOR: JURGEN WINDMEIER



Organizacione mere zaštite

Vidljivi delovi rezervoara se moraju redovno proveravati da ne bi curili a isto važi i za propustljivost stakla za nadzor. Videti odeljak o inspekciji i testovima ukoliko se želi više detalja o ovome.

Mešači čiji se motori potapaju i pumpe čiji se motori potapaju moraju se uvek uroniti tokom rada. Odgovarajuća uputstva za rad moraju obezbediti da je to tako.



Klasifikacija Ex zona

Unutrašnjost digestora

Rezervoar se stalno puni gasom i radi sa pozitivnim pritiskom. Ukoliko pritisak padne, postoji rizik da atmosferski kiseonik dospe u unutrašnjost. Ulazak kiseonika u unutrašnjost se sprečava na sledeće načine:

- ▶ Obezbedi se proizvodnja gasa, npr. redovnim ubacivanjem sirovine
- ▶ Obezbedi se da ograđeni prostor ne propušta i da je stabilan
- ▶ Nadzire se nivo ispunjenosti supstratom i ako je potrebno isključi se povlačenje iz tečne faze (tačka izolacije gasa)
- ▶ Obezbedi se rad pod pozitivnim pritiskom čak i u slučaju pada temperature, npr. tako što se obezbedi
 - odgovarajuće istiskivanje gasa vezano za rezervoar(e) za skladištenje gasa
 - stalni nadzor previsokog pritiska gasa u unutrašnjosti i povlačenje gasa
 - veličina rezervoara za skladištenje gasa varira u dovoljnoj meri.
- ▶ Osim toga, kada se koriste krovovi od dvostruke membrane na naduvavanje: obezbedi se da je prateći pritisak vazduha niži od pritiska u rezervoaru za skladištenje gasa i obezbedi se da unutrašnja membrana ne propušta i da je stabilna.

Zoniranje nije potrebno, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

U slučaju da su ispunjeni gore pomenuti zahtevi bez primene svih mera koje se tiču nadzora i održavanja pozitivnog pritiska gasa, primenjuju se sledeći uslovi:

- ▶ Prepoznaje se pojava potencijalno eksplozivne atmosfere i preduzimaju se mere kako bi se obezbedilo da se takva atmosfera dogodi samo retko i da kratko traje.
Zona 2: iznad površine supstrata u unutrašnjosti.

Predvidljivi prekid radnih stanja vezani za process koji se ponekad dešavaju mogu da omoguću ulazak vazduha u unutrašnjost digestora, što dovodi do toga da koncentracije padnu ispod UEL (gornjeg nivoa eksplozivnosti).

- ▶ Pojava potencijalno eksplozivne atmosfere je ponekad moguća.
Zona 1: iznad površine supstrata u unutrašnjosti.

Mešači i kanali za osovine mešača i regulatore mešača, npr. mehanizmi za kablove

Mešači čiji se motori potapaju i pumpe čiji se motori potapaju treba da ispunjavaju nivo zaštite IP 68 u skladu sa DIN EN 60529. Zahteve vezane za materijale koji se tiču korozije, sila smicanja i termalne stabilnosti treba uzeti u obzir prilikom izbora mešača.

- ▶ Kanali, tehnički ne propuštaju, u kombinaciji sa redovnom proverom i održavanjem ili uranjanje mešača ispod površine tečnosti /supstrata.
Zoniranje nije potrebno.

- ▶ Kanali, tehnički ne propuštaju i iznad površine tečnosti/supstrata.
Zona 2: 1 m oko mesta gde je uronjen mešač.

Pomoćno sredstvo u slučaju preliivanja

- ▶ Pomoćno sredstvo u slučaju preliivanja sa spiralnim transporterom.
Zona: kao u prostoru gde gas teče nizvodno.
- ▶ Pomoćno sredstvo u slučaju preliivanja udara pritiska sa fizičkim ograničenjem ubačenog vazduha (ograničenje količine i ograničene stope protoka).
Zona 0: u cevi i u blizini preliivanja.
- ▶ Pomoćno sredstvo u slučaju preliivanja udara pritiska bez fizičkog ograničenja ubačenog vazduha.
Zona 0: u cevi i u digestoru.

Okruženje stakala za nadzor u zatvorenom prostoru

- ▶ Moraju se ugraditi okrugla okna sa udubljenjem u sredini i prozori za nadzor u nepropusna postolja u digestoru i ona moraju stalno biti tehnički nepropusna u skladu sa deklaracijom proizvođača.
Nema zone.
- ▶ Stakla za nadzor tehnički otporna na curenje, rutinske provere da nema curenja u skladu sa uputstvima proizvođača.
Nema zone.
- ▶ Stakla za nadzor tehnički otporna na curenje, ali nema rutinske provere da nema curenja.
Zona 1: neposredna blizina.
Zona 2: ostalo.

Skladište za digestat sa priključkom na sistem za gas

Sprečiti ulazak vazduha u sistem za gas na sledeće načine:

- ▶ Obezbediti rad sa pozitivnim pritiskom čak i tokom uklanjanja proizvoda razgradnje, npr. stalni nadzor previsokog pritiska gasa u zatvorenom prostoru i zatvaranje cevi za izbacivanje vazduha i tačaka gde se izdvaja iz tečne faze;
- ▶ Planirano nadzirano uklanjanje proizvoda razgradnje, posebno putem
 - ▷ snabdevanja gasom,
 - ▷ vizuelne inspekcije radi otkrivanja gumenih membrana od etilen propilen dien monomera (EPDM) ili nadzorom nivoa ispunjenosti gasom radi otkrivanja sistema duplih membrana ili nesavetljivih rezervoara za skladištenje gasa,
 - ▷ regulacije CHP jedinice,
 - ▷ zaustavljanja odlaganja proizvoda razgradnje na minimalnom nivou ispunjenosti gasom;

- ▶ Obezbediti tehničku nepropustljivost uz pomoć prvobitnih i periodičnih provera, npr. sa mesta gde se nalazi kamera za gas i provera činilaca koji izazivaju penušanje ili odgovarajućim detektorom gasa;
- ▶ U slučaju plutajućeg krova, dodatne mere; videti odeljak o rezervoarima za skladištenje gasa. U zatvorenom prostoru, **ista zona** kao u sistemu za gas.

Pošto rad pod pozitivnim pritiskom tokom uklanjanja proizvoda razgradnje nije garantovan u ovom slučaju, primenjuje se sledeće:

Zona 1: unutar rezervoara za skladištenje digestata i unutar povezanog sistema za gas.

5. Zahtevi vezani za rezervoar za skladištenje gasa



Tehničke mere zaštite

Skladišta gasa ne smeju da propuštaju gas, da propuštaju pritisak i moraju biti otporni na sredstva prenosa, ultraljubičastu svetlost, temperaturu i vremenske uslove (oluju, sneg, itd.) u skladu sa potrebama. Kada je posebno reč o vetru i težini snega, ključno je da proizvođač projektuje uz poštovanje uslova na toj lokaciji.

Skladišta gasa moraju biti povezana putem sistema za prenos gasa sa uređajem za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska.

Skladišta gasa i njihova oprema moraju biti zaštićeni od mehaničkih oštećenja. Kako bi se sprečila šteta od vozila u osetljivim oblastima, skladište gasa i njegova oprema moraju biti zaštićeni (na primer) merama za zaštitu od uticaja sudara, područjima gde je zabranjeno kretanje, preprekama ili poštovanjem bezbedne udaljenosti. Jedan od načina da se ispuni ovaj zahtev je da se podigne zaštitna ograda oko skladišta za gas. Ukoliko je ograda na manje od 850 mm od skladišta gasa, ograda mora da spreči ulazak. Zaštitna ograda mora da ima oblik nepremostive barijere, na primer da bude napravljena od žičane mreže čija je visina bar 1,5 m.

Posebno ukoliko su skladišta gasa napravljena od plastičnih membrana, sledeći zahtevi se moraju ispuniti prilikom izbora materijala:

- ▶ Otpornost na cepanje min. $\frac{500N}{5cm}$ ili otpornost na kidanje $\frac{250N}{5cm}$
- ▶ Propustljivost u odnosu na metan $< \frac{1000 m^3}{(m^2 \times d \times bar)}$
- ▶ Termička stabilnost za specifične namene (mezofilni, termofilni proces razgradnje)
- ▶ Skladišta gasa moraju biti testirana u smislu da ne cure pre puštanja u pogon



Digester u obliku lagune u Kostariki

Posebno u biogas postrojenjima koja rade sa sistemom laguna, veliki digester i površinski deo skladišta za gas nameću dodatne zahteve na temu bezbednosti.

- ▶ I zbog zaštite životne sredine i zbog bezbednosti, veza između skladišta gasa i digestora u digesteru u obliku lagune treba da bude tehnički nepropusna. Samo zaptivanje membrane tako što se one pokrivaju zemljom može se smatrati neadekvatnim. Osnovni pribor koji omogućava tehničku nepropustljivost mora biti praćen i redovnim organizacionim merama zaštite (provera da li digester/skladište za gas curi na osnovu pene, detektori gasa i infracrvene kamere).
- ▶ Objekti za skladištenje gasa priključeni na digester u obliku lagune imaju veoma veliku površinu i tako potencijalno viši rizik od curenja (oblik ivica, trenje, cepanje, itd.). Zato se sve površine redovno moraju proveravati da ne cure (bar na godišnjem nivou). Infracrvene kamere su korisne za ovu namenu jer onda nije potrebna neposredna kontrola membrana.

- ▶ Zbog veoma velike površine, postoje dodatne opasnosti od izloženosti vetru i otrgnuća membrane. Zato skladište za gas treba da bude opremljeno dodatnim merama zaštite kako bi se ovo sprečilo.



Organizacione mere zaštite

Tehnička nepropustljivost skladišta gasa se mora proveriti pre puštanja u pogon, nakon popravke i u odgovarajućim vremenskim razmacima.



Ispuran rad sistema za skladištenje gasa zahteva potpunu dokumentaciju i redovne provere i održavanje.

Ukoliko se mere vezane za održavanje i popravke obavljaju u jednoslojnim ili dvoslojnim membranama za skladištenje gasa, na njih se ne sme stati. Bilo kakav teret takve vrste (težina nekog pojedinca) je dozvoljen samo ako je dostavljen dokaz da postoji stabilnost u slučaju kretanja po membrane i ukoliko postoji procena opasnosti da se takve aktivnosti obavljaju tokom održavanja ili popravki. U okviru procene opasnosti, poseban naglasak se mora staviti na mere zaštite od pada.



Klasifikacija Ex zona

Pomoćni sistem za vazduh

Pomoćni sistem za vazduh uključuje međuprostor, pomoćni ulazni otvor za vazduh, pomoćni ispusni otvor za vazduh i pomoćni ventilator.

- ▶ Pomoćni ispusni otvor za vazduh je pod nadzorom da ne bi došlo do iznenadnog ispuštanja gasa a nadzor se obavlja putem odgovarajućeg sistema za upozorenje od gasa ili da ne bi došlo do postepenog ispuštanja gasa što se obavlja uz pomoć odgovarajućeg detektora gasa.

Zona 2: unutar pomoćnog sistema za vazduh i 3m oko ulaznih i ispusnih otvora za vazduh.

- ▶ Pomoćni ispusni otvori za vazduh su pod nadzorom zbog postepenog ispuštanja gasa a nadzor se obavlja uz pomoć odgovarajućeg detektora gasa.
Zona 1: unutar pomoćnog sistema za vazduh.
Zona 2: 3 m oko ulaznih i ispusnih otvora za vazduh.

- ▶ Ventilator (nema unakrsnog protoka u međuprostoru, zato povremeno povećanje koncentracije raspršenog biogasa i iznenadno oslobađanje kada se podiže membrana za gas ili kada ventilator prestane da radi) je moguć. Povećanje koncentraci-

ja u određenom trenutku se sprečava usisavanjem vazduha kao rezultat kolebanja pritiska.

Zona 0: u međuprostoru.

Zona 1: 3 m oko otvora.

Spoljno okruženje dodatka membranama za skladištenje gasa na otvorenom

- ▶ Dodatak je tehnički nepropustan u kombinaciji sa odgovarajućim organizacionim merama i dodatak se redovno proverava tj. njegova tehnička nepropustljivost. Spojnica se popušta samo u retkim slučajevima. Tehnička nepropustljivost tokom dugog vremenskog perioda posebno se obezbeđuje dihtunzima koji odgovaraju stepenu pritiska, sprečavanjem gubitka pritiska u na mestima gde se spojnica priključuje s crevima, projektovanim otporom na taloge vode i vetra i organizacionim merama zaštite. Maksimalni nivo pritiska $p_{max} = 5$ mbar (5 hPa) (u zavisnosti od sistema dodataka). Moraju se ugraditi dihtunzi otporni na biogas. Tehnička nepropustljivost se testira na početku i u periodičnim razmacima, npr. uočavanjem kamerom za gas i naknadnom proverom činilaca koji izazivaju penušanje ili odgovarajućim detektorom gasa.

Bez zone: na otvorenom.

- ▶ Kao što je iznad opisano, ali se dodatak samo retko otpušta.

Zona 2: 2 m oko dodatka

Okruženje sistema s jednom folijom

- ▶ Tehnička nepropustljivost kombinovana sa odgovarajućim organizacionim merama. Nadzor na početku i u periodičnim razmacima, npr. uočavanjem kamerom za gas i proverom putem činilaca koji izazivaju penušanje ili odgovarajućim detektorom gasa.

Bez zone.

- ▶ Kao što je iznad opisano, ali bez odgovarajućih organizacionih mera i bez periodične provere.
Zona 2: 3 m oko skladišta za gas i 2 m naniže na 45°

6. Zahtevi vezani za drvene krovne strukture u sistemima za skladištenje gasa

Drvene krovne strukture se često koriste kao podkonstrukcija za sisteme za skladištenje gasa. Pošto su drvene krovne strukture u skladištima za biogas izložene posebnim uslovima i pošto šteta na drvetu koja nije vidljiva smanjuje sposobnost greda da izdrže teret u meri u kojoj mogu iznenada da otkazu, mora se primeniti poseban pristup proveri stabilnosti strukture radi bezbednosti svih lica koja se bave poslovima inspekcije / održavanja.



Tehničke mere zaštite

Gde god se koriste drvene krovne strukture, važno je da se obezbedi da obračuni analize struktura uzmu u obzir neuobičajenu sredinu, zasićenost vodom i naslage sumpora. Da bi se garantovala stabilnost drvene strukture moraju se postaviti pojačanja između greda. Takođe je potrebno odabrati drvo odgovarajućeg kvaliteta koje omogućava precizno sečenje.

Prateća konstrukcija drvenih greda mora biti osmišljena tako da sprečava isklizavanje ukoliko se one deformišu.



Organizacione mere zaštite

Da bi se obezbedila stabilnost drvenih krovnih struktura moraju se obavljati redovne vizuelne inspekcije i provere tokom rada kako bi se prepoznale nepravilnosti. Ukoliko je rezervoar otvoren zbog rada, pre nego što se pristupi hodu po krovnoj konstrukciji mora se uraditi test opterećenja.

Redovne provere drvenih krovnih struktura

- ▶ Redovna vizuelna inspekcija kroz stakla za nadzor koju obavljaju odgovorna lica (operator, lice koje imenuje operater ili specijalizovana firma) radi otkrivanja:
 - ▶ sumnjivih deformacija, nepravilnosti, naprsnuća ili pukotina kako bi se isključila akutna očigledna opasnost tokom daljih koraka u okviru ispitivanja.
- ▶ Redovne provere vezane za nepravilnosti u radu koje obavljaju odgovorna lica (operator, lice koje imenuje operater ili specijalizovana firma) radi otkrivanja:
 - ▶ oštećenja ili nepravilnog rada u mešačima, spiralnim transporterima, itd.
 - ▶ komadića drveta u pumpama, sitima za krupni materijal ili separatorima.

Cilj je da se uoči oštećenje u ranoj fazi i spreče ekonomske posledice.

▶ Ad hoc provera

Provera se obavlja tokom otvaranja rezervoara iz operativnih razloga i obavljaju je odgovorna lica (operator, lice koje imenuje operater ili specijalizovana firma):

- ▶ Test opterećenja se mora obaviti pre nego što bilo ko zakorači na drvenu krovnu strukturu.
- ▶ Test opterećenja se mora obaviti na osnovu tereta koji se izračunava na osnovu dole date formule u najmanje tri reprezentativne tačke srednje vrednosti (centar grede u uzdužnom smeru). Ukoliko je celo područje pod uticajem, testiranje krovne strukture se mora obaviti bar na svakoj trećoj gredi i na posebno sumljivim ili ulegnutim gredama. Test opterećenja se mora obaviti u periodu od bar tri minuta u srednjoj vrednosti. Ovo bi, na primer, moglo da se uradi uz pomoć kрана.

Metoda koja se koristi za izračunavanje opterećenja koja je potrebna za testiranje sposobnosti drvenih greda da izdrže teret izgleda ovako:

▶ Sa oblogom na gredama:

Područje na kojem se drvena greda opterećuje:

$$A = e \times \frac{R}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

e = razmak između greda

R = poluprečnik u metrima

Testirano opterećenje (koncentrisano opterećenje u srednjoj vrednosti) za test opterećenja:

$$P = A \times \frac{75}{2} \text{ (kg)}$$

Minimalno opterećenje za testiranje: 200 kg koncentrisanog opterećenja po osobi na svakoj gredi na kojoj će jedno lice ili više lica hodati.

▶ Bez obloge na gredama:

U ovom slučaju opterećenje zameniti paletom sa rezervoarom za vodu, koji se postavi na noseće grede (12 / 12 cm).

Područje na kojem se drvena greda opterećuje:

$$A = e \times \frac{R}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

Testirano opterećenje (koncentrisano opterećenje u srednjoj vrednosti) za test opterećenja:

$$P = A \times \frac{75}{2} \text{ (kg)}$$

Minimalno opterećenje za testiranje: 200 kg koncentrisanog opterećenja po osobi na svakoj gredi na kojoj će jedno lice ili više lica hodati.



IZVOR: ÖKOBIT GMBH

Drvena krovna struktura digestora

7. Zahtevi vezani za prostorije za instalaciju za skladišta gasa



Tehničke mere zaštite

Prostorije za instalaciju za skladište gasa moraju imati dovode i odvode vazduha koji se ne zatvaraju i koji omogućavaju unakrsnu ventilaciju. Tamo gde se koristi prirodna ventilacija, dovod vazduha se mora postaviti blizu poda a odvod vazduha na suprotni zid blizu plafona.



Objekat za skladištenje gasa

Ukoliko se instalira sistem tehničke ventilacije mora se obezbediti da se izduvni vazduh izbacuje iz područja plafona. Izduvni vazduh mora da se izbacuje direktno u atmosferu. Prisilni sistem ventilacije se mora dimenzionisati tako da se maksimalna količina gasa razređuje na maksimalnu koncentraciju gasa od 20% LEL (donji nivo eksplozivnosti) u prostoriji za instalaciju.

I dovodi i odvodi vazduha moraju imati sledeće minimalne površine:

Zapremina skladišta gasa	Površina
do 100 m ³	700 cm ²
do 200 m ³	1000 cm ²
preko 200 m ³	2000 cm ²

Vrata se moraju otvarati na napolje i mora postojati mogućnost da se zaključaju. Mora se uzeti u obzir bezbedna udaljenost koja je definisana u odeljku o zaštiti od požara.



Organizacione mere zaštite

Mera davanja odobrenja je ključna pre rada u opasnim područjima. Potrebna je pisana dozvola za rad koji podrazumeva upotrebu otvorenog plamena.



Klasifikacija Ex zona

Balon gasa leži na zemlji i zaštićen je od vremenskih prilika fiksnim kućištem. Kućištu se može pristupiti sa svih strana čak i kada je balon pun.

U zatvorenom prostoru

▶ Stalna ventilacija prostora između balona gasa i kućišta; nadzor nad protokom i nad koncentracijom; ugradnja uređaja za zaštitu od previsokog pritiska i ugradnja prekidača za nizak pritisak gasa.

Zona 2: U kućištu i u području od 3 m od svih otvora ka drugim prostorijama i u blizini otvora koji vode napolje uz izuzetak uređaja za zaštitu od previsokog pritiska gasa. U zatvorenom prostoru, ista zona kao u slučaju povezanog sistema za gas.

▶ Prirodna ventilacija u prostoru između membrane i konstrukcije; ugradnja uređaja za zaštitu od previsokog pritiska i ugradnja prekidača za nizak pritisak gasa

Zona 1: u kućištu

Zona 2: u području od 3 m od svih otvora. U zatvorenom prostoru, ista zona kao u slučaju povezanog sistema za gas.

Na otvorenom

Zoniranje na otvorenom je u suštini isto kao u zatvorenom prostoru. Međutim, uticaj vremenskih prilika na otvorenom obično omogućava definisanje zone koja ima niže zahteve od onih koje se primenjuju u zatvorenom prostoru u situacijama koje su uporedive ili omogućava smanjenje opsega zone.

8. Zahtevi vezani za delove koji prenose supstrat u biogas postrojenju



Tehničke mere zaštite

Cevi za transport supstrata (uključujući spojnice, ventile, zaptivače i opremu za transport) u biogas postrojenju moraju biti otporne na curenje i dovoljno otporne na mehaničke, hemijske i toplotne uticaje koji se mogu očekivati tokom očekivanog radnog veka cevi. Moraju biti uzdužno zavarene i otporne na mraz.

Cevi moraju biti tako postavljene da se njihov položaj ne može nehotice promeniti. Ne smeju da se koriste za transport drugih cevi ili tereta i ne smeju biti povezane sa drugim cevima. Kolena i spojnice koji se mogu odložiti se moraju postaviti kao fiksne tačke. Za cevi se uvek moraju koristiti odgovarajući materijali (uključujući spojnice, ventile, prirubnice, zaptivače i opremu za transport); njihova podobnost i propisna izrada moraju biti potvrđene i dokumentovane od strane proizvođača u skladu sa odgovarajućim tehničkim pravilima.

Materijal za svaku cev se mora izabrati u skladu sa hemijskim svojstvima supstrata koji će kroz nju biti transportovan (ukoliko je to primenjivo, uzeti u obzir moguće promene materijala koji se nose kao sirovina), radnom temperaturom i radnim pritiskom. U zavisnosti od područja gde se postavlja, metal (čelik, nerđajući čelik) i / ili termoplastični (PVC-U [ne podzemna cev za odvod], PE, PP) materijali dolaze u obzir. Cevi se moraju zaštititi od spoljne korozije ili UV zračenja ukoliko je to prikladno, u zavisnosti od materijala i mesta postavljanja. Postavljanje cevi mora biti planirano, osmišljeno i realizovano tako da se može uraditi inspekcija i obaviti testovi ne samo pre puštanja u pogon nego i u periodičnim razmacima (uzeti u obzir test pritiska; omogućiti sve potrebne uređaje za zatvaranje cevi za testove).

Cevi kojima se transportuje supstrat moraju biti izračunate i osmišljene u skladu sa odgovarajućim tehničkim pravilima. Sve sile i uticaji koji postoje u cevima (npr. aktivno opterećenje, opterećenje na povezanim cevima, naprezanje usled vibracije, nagli porast pritiska, vetar / sneg) moraju se uzeti u obzir prilikom proračuna i izrade cevi koje transportuju supstrat, svih delova cevi i pomoćnih struktura. Gde je to moguće, nadzemne cevi koje transportuju supstrat moraju se postaviti duž saobraćajnih trasa i zona prikupljanja; ukoliko to nije moguće, one se moraju zaštititi od mehaničkih oštećenja merama zaštite od uticaja sudara.

Cevi se moraju postaviti i ugraditi u skladu sa prepoznatim standardima profesionalnog rada. Spajanje cevi moraju uvek obavljati specijalisti kvalifikovani za dati materijal. Montažni delovi se koriste za povezivanje (sa cevima i šahtama / otvorima). Cevi se moraju povezati sa zgradama tako da, na primer, sleganje zemljišta nema negativan uticaj na stepen pričvršćenosti kolena. Zidne hilzne moraju da imaju sisteme za otvore u cevi koji se tesno instaliraju u zid i sprečavaju izbacivanje. Moraju se poštovati uputstva za instalaciju koje daju proizvođači cevi i sistema za zidne hilzne. Tamo gde je potrebno, mora se obezbediti da se spreči vađenje cevi. Ukoliko je nemoguće isključiti mogućnost da se premaši nivo maksimalnog radnog pritiska, moraju se preduzeti mere da se spreči previsok pritisak u cevima. Da bi se sprečilo nenamerno ispuštanje iz rezervoara u slučaju propusta u cevi povezanoj sa rezervoarom ispod nivoa tečnosti, mora postojati mogućnost da se cev direktno zatvori u rezervoaru zasunskim ventilom.

SAVET: PVC-U cevi

PVC nije otporan na UV zračenja i njegova otpornost na udar je niska. Izuzetno je važno odgovarajuće skladištenje i prerada kad god se koristi, što posebno znači da se prate odgovarajuća uputstva (na primer, uputstva proizvođača) vezana za ugradnju i preradu. Mora se obezbediti dokaz da lice koje ih ugrađuje ima potrebnu stručnost. Bakar nije otporan na biogas; iskustvo pokazuje da su mesing i topovska bronza prikladni (komercijalno dostupne PVC cevi za podzemne odvođe nisu dozvoljene jer njihova strukturna čvrstina odgovara maksimumu od 500 hPa (0.5 bar)).

Cevi sa svom pratećom opremom i fleksibilnim priključcima mora imati strukturnu otpornost od bar 1.000 hPa (1 bar).

Po opštem pravilu, koriste se čelične cevi. Plastične cevi se mogu koristiti van zatvorenog prostora ukoliko se postave ispod nivoa zemlje u svim slučajevima i iznad nivoa zemlje kada je reč o cevima koje se povezuju sa plastičnim rezervoarom za skladištenje i cevima koje se povezuju sa digestorom. Plastične cevi se moraju zaštititi od mehaničkih i termičkih oštećenja, i, ukoliko je potrebno, od UV zračenja.

Specifični zahtevi



Organizacione mere zaštite

Mora se izraditi plan postavljanja cevi (kao i mesto postavljanja i vrsta ventila, spojnice, cevi za povezivanje i pratećih delova) na kojem je prikazan materijal i veličina cevi, trasa cevi i povezivanje cevi sa biogas postrojenjem.

Zasunski ventili, posebno oni na opremi za punjenje i drugi uređaji za zatvaranje (otvori za inspekciju, ali i pumpe) moraju se obezbediti kako bi se sprečilo neovlašćeno otvaranje.

Operater mora da redovno proverava sve cevi koje su dostupne oku radi otkrivanja curenja tako što obavlja vizuelnu inspekciju i to mora dokumentovati.

9. Zahtevi vezani za delove koji prenose gas u biogas postrojenju



Cevi za gas (i njihove oznake)



Tehničke mere zaštite

Delovi biogas postrojenja koji transportuju gas moraju biti zaštićeni od hemijskih uticaja i oštećenja, onih prozrokovanih vremenskim prilikama i – u osetljivim područjima – mehaničkih uticaja i oštećenja (npr. mere zaštite od uticaja sudara u oblastima gde se kreću vozila).

Cevi kojima se transportuje gas moraju ispunjavati zahteve propisane na nacionalnom nivou, uz dokaz kvalitete izrade, prikladnosti za biogas i nepropustljivosti, na primer u obliku sertifikata proizvođača. Zahtevi koji proističu iz strukturne analize (vetar, težina snega, itd.) moraju se uzeti u obzir prilikom izbora materijala za cevi i proračuna raspona. Uputstva za ugradnju koja dostavi proizvođač cevi i zidnih hilzni moraju se poštovati prilikom uspostavljanja trase cevi kroz zgrade (npr. cevi za gas i supstrate) i prilikom instalacije hidrauličkog inženjeringa kao što su digestori, otvori za kondenzat ili druge strukture.

U cevima za gas koje vode do opreme koja troši gas kao što su kotlovi za grejanje, gorionici za gas i jedinice za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije moraju se ugraditi odvodnici plamena i njima se upravlja što bliže opremi za krajnju upotrebu.

Kolena s ravnim krajem i naglavkom koja nisu sama uzdužno zavarena moraju se zaštititi od sile potiska u skladu sa rastom pritiska. Priključci za cevi moraju biti uzdužno zavareni.

Mehaničko oštećenje nastalo sleganjem (na primer u slučaju zidnih hilzni) mora se sprečiti korišćenjem odgovarajućih hilzni odgovarajućih priključaka. Ukoliko je gas vlažan, važno je da se obezbedi da se cevi zaštite od mraza. Cevi za ispuštanje kondenzata moraju biti projektovane tako da budu otporne na mraz i da su funkcionalne u svakom trenutku. Cevi koje se povezuju na rezervoar za skladištenje gasa unutar prostorije za instalaciju rezervoara skladišta za gas smatraju se delom rezervoara za skladištenje gasa.

Dva zaustavna ventila se moraju ugraditi u sistem za gas uzvodno od svake jedinice motora. Ventili se moraju automatski zatvoriti kada motor prestane da radi. Međuprostor se mora redovno proveravati da nema curenja. Ukoliko linija snabdevanja motora ima stalni uzvodni pritisak (> 5 mbar) čak i kada se motor zaustavi, potreban je automatski nadzor nad međuprostorom.



Organizacione mere zaštite

Cevi moraju imati oznake koje ukazuju na to koje materijale prenose i smer protoka. Ukoliko postoje, treba poštovati odgovarajuće smernice izrađene na nacionalnom nivou s ovim u vezi.

Mesto gde su položeni gasovodi ispod zemlje mora biti označeno trakom za upozorenje. Proizvođač *CHP* jedinice mora potvrditi prikladnost fleksibilnih delova za priključenje kojima se transportuje gas a koji spadaju u *CHP* jedinicu i delova sistema za hlađenje vazduha iz motora.

Tačke priključka na gasovod za pokretne komponente, kao što su mobilni gorionici za gas, moraju se ugraditi sa ventilima za izolaciju. Zaustavni ventil se mora instalirati uzvodno od pokretne komponente, gledano u smeru protoka gasa. Mora se omogućiti da se njime bezbedno rukuje.



Klasifikacija Ex zona

Cevi kojima se transportuje gas

- ▶ Cevi kojima se transportuje biogas (tehnički otporan na curenje); periodične inspekcije delova postrojenja radi otkrivanja curenja.
Ista zona kao za povezane delove postrojenja.
- ▶ Cevi kojima se transportuje biogas (tehnički otporan na curenje); periodične inspekcije delova postrojenja radi otkrivanja curenja, ali se potencijalno eksplozivna atmosfera može javiti u povezanim delovima sistema. Prodiranje potencijalno eksplozivnih atmosfera u cevi se sprečava automatskom izolacijom od povezanog gasnog sistema.
Ista zona kao za povezane delove postrojenja.

10. Zahtevi vezani za filtere za kondenzat



Tehničke mere zaštite

Mora se omogućiti lako i bezbedno obavljanje inspekcije i održavanja filtera za kondenzat bez penjanja u otvore ili jame. Stalno pričvršćene čelične dereze za penjanje nisu dozvoljene osim ukoliko otvor za filter za kondenzat ima ventilaciju po principu prisilnog strujanja vazduha. Takođe, pristup ovim otvorima je dozvoljen nakon dobijanja dozvole.

Dizajn filtera i mere održavanja moraju da obezbede da se spreči ispuštanje gasa u svim stanjima tokom rada. Cevi za ispuštanje kondenzata moraju biti dizajnirane tako da budu otporne na mraz i funkcionalne u svakom trenutku.

Hermetički zatvoreni sistemi moraju biti dizajnirani tako da tečnost koja zaptiva ne izlazi van kada se pokrene sistem nego da automatski teče nazad. Nivo ispunjenosti tečnosti za zaptivanje odgovara u najmanju ruku pritisku od 15 hPa (150 mm vodenog stuba ili 15 mbar) iznad maksimalnog povratnog pritiska sigurnosnih uređaja i nadzire se upotrebom mernih instrumenata.



Organizacione mere zaštite

Moraju se uzeti u obzir zahtevi koji se primenjuju za samostalan rad (videti odeljak o merama zaštite).



Klasifikacija Ex zona

U zatvorenom prostoru

- ▶ Neželjeno ispuštanje gasa se sprečava upotrebom zatvorenih sistema za odvod, npr. blokade sa dvostrukim zaustavnim ventilima; prostori sa prirodnom ventilacijom.
Zoniranje nije potrebno.
- ▶ Ukoliko postoje ispusni ventili, ili dihtunzi za vodu, mora se očekivati da se stvore opasne eksplozivne atmosfere kao posledica probijanja ili sušenja dihtunga ili zbog greške u radu. Izbacivanje u zatvoreni prostor; prostor sa tehničkom ventilacijom.
Zona 2: ceo prostor
- ▶ Ukoliko postoje ispusni ventili, ili dihtunzi za vodu, mora se očekivati da se stvore opasne eksplozivne atmosfere kao posledica probijanja ili sušenja dihtunga ili zbog greške u radu. Izbacivanje u zatvoreni prostor; prostor sa prirodnom ventilacijom.
Zona 1: ceo prostor
Zona 2: 1 m oko otvora u zatvorenom prostoru

Na otvorenom

- ▶ Ispusni ventili na otvorenom ili cevi iz separatora za kondenzat ugrađeni unutra koje izlaze spolja.
Zona 1: 1 m oko ispusta
Zona 2: naredna 2 m oko ispusta

11. Zahtevi vezani za uređaje za zaštitu u slučaju previsokog ili preniskog pritiska



IZVOR: MT ENERGIE

Uređaj za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska na digestoru



Tehničke mere zaštite

Svaki rezervoar koji ne propušta gas mora imati bar jedan uređaj za zaštitu koji sprečava da se pritisak podigne ili spusti ispod označenih granica. Bilo koji gas koji se ispusti ukoliko i kada je to potrebno mora biti ispušten bezbedno. Mora se koristiti poseban uređaj za nadzor nad niskim pritiskom u gasnom sistemu ili neka mera adekvatna tome kako bi se obezbedilo da objekti koji koriste gas ili odvođe supstrat / proizvod razgradnje bezbedno primoraju da se ugase pre nego što se pokrene uređaj za zaštitu od preniskog pritiska i da se da signal alarma. Ukoliko postoji previsok pritisak u gasnom sistemu (skladištima gasa, cevima, itd.), po pravilu neki alternativni objekat koji troši gas (npr. gorionik za gas) treba da spreči nekontrolisano oslobađanje biogasa (videti odeljak o zahtevima za gorionike gasa). Ne sme da postoji način da se isključi snabdevanje u liniji snabdevanja uređaju za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska. Uređaji za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska moraju biti otporni na mraz.

Laka i bezbedna inspekcija i održavanje uređaja za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska se moraju obezbediti (stepenice umesto merdevina).

Penušanje supstrata unutar digestora ili rezervoara predstavlja grešku u radu i može imati škodljiv uticaj

na funkcionalnost uređaja za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska. Ovo se mora sprečiti tehničkim i organizacionim merama. Kvarovi / oštećenja koja prouzrokuju penušanje moraju se sprečiti obezbeđivanjem na primer uređaja za zaštitu od pucanja, uređaja za ograničavanje pritiska ili dovoljnog prostora za skladištenje.

Proverljivi proračun i funkcionalni opis uređaja za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska moraju dokazivati pogodnost uređaja. Ukoliko je dizajniran da se ponire, ne sme se dozvoliti da se rezervoar za tečnost isprazni, osuši ili zamrzne. Dihtunzi za tečnost koji se koriste kao uređaji za zaštitu moraju biti dizajnirani tako da tečnost teče unazad automatski u slučaju previsokog ili preniskog pritiska. Za mehaničke i hidrauličke sisteme takođe se mora garantovati automatsko zatvaranje uređaja za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska.

Bilo kakav gas koji se ispusti ukoliko i kada je to potrebno u slučaju previsokog pritiska mora se bezbedno ispustiti ili nagore ili na stranu. Cevi za ispuštanje iz uređaja za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska moraju voditi svojom krajnjom tačkom bar 3 m iznad zemlje ili radnog nivoa i 1 m iznad krova ili ivice skladišta gasa ili bar 5 m od zgrade i javnih puteva.



Organizacione mere zaštite

Uređaji za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska moraju biti predmet inspekcije u skladu sa planovima održavanja (videti odeljak o inspekcijama i testovima).



Klasifikacija Ex zona

Ex zona se mora obeležiti oko otvora cevi za odvod u zavisnosti od učestalosti i trajanja pojave potencijalno eksplozivne atmosfere.

Opšti zahtevi:

- ▶ Ispust uređaja za previsok i prenizak pritisak je bar 3 m iznad kontrolne platforme (nivo na kom se vrši inspekcija) i 1 m iznad gornje ivice skladišta za gas sa kapacitetom ispusta od do 250 m³/h; neometan, bezbedan ispušt nagore ili na stranu. Uređaj za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska se proverava redovno (na dnevnoj bazi) da bi se obezbedilo ispravno functionisanje.

Zoniranje nije potrebno.

- ▶ Ograničavanje reakcije uređaja za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska i ograničavanje emisije automatskim nadzorom nivoa ispunjenosti gasom za rad sa rezervom ostatka ili potrošnjom čije opterećenje varira, npr. *CHP* jedinica sa rezervom električne energije i sagorevanje putem dodatnog i stalno dostupnog uređaja koji troši gas pre nego što uređaj za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska reaguje.

Zona 2: 3 m oko otvora za odvod

- ▶ Ograničavanje reakcije uređaja za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska i ograničavanje emisije automatskim nadzorom nivoa ispunjenosti gasom za rad sa rezervom ostatka ili potrošnjom koja varira, npr. *CHP* jedinica sa rezervom električne energije i sagorevanje putem dodatnog i stalno dostupnog uređaja koji troši gas pre nego što uređaj za zaštitu od previsokog i preniskog pritiska reaguje, *ali se ne mogu sve ove mere primeniti:*

Zona 1: 1 m

Zona 2: naredna 2 m oko otvora za odvod uređaja za zaštitu od previsokog pritiska.

12. Zahtevi vezani za prečišćavanje gasa

Biogas obično podleže prečišćavanju pre upotrebe. Osim uskih filtera, ovo skoro uvek podrazumeva upotrebu sistema da odsumporavanje.

12.1. Unutrašnje odsumporavanje dopremanjem vazduha u prostore s gasom u digestoru



Tehničke mere zaštite

Ukoliko se odsumporavanje obavlja dovođenjem vazduha u prostore s gasom u digestoru, dodati vazduh se mora distribuirati kroz prostor i mora ga biti u količinama koje omogućavaju da čak i da ne radi sistem za kontrolu protoka ne bude moguće da se pumpa ukupna količina protoka mnogo iznad 6% biogasa koji se proizvede u istom vremenskom periodu.

U liniji snabdevanja ka prostoru sa gasom potrebno je postaviti uređaj koji sprečava protok u suprotnom smeru (nepovratni ventil) što bliže prostoru sa gasom. Ne sme biti nikakvih drugih uređaja osim zaustavnog ventila između kontrolnog ventila i prostora s gasom. Prostor između kontrolnog ventila i pumpe za merenje mora biti sa sniženim pritiskom kao u bezbednom području na otvorenom u slučaju da pumpa prestane da radi ukoliko postoji opasnost da se gas ispusti u zatvoreni prostor.



Organizacione mere zaštite

Redovna provera sadržaja kiseonika putem merenja zapreminskog protoka kiseonika i provera verovatnoće da se proizvede gas ili redovnim merenjem kiseonika upotrebom uređaja za analizu gasa.



Klasifikacija Ex zona

- ▶ Vazduh dopremljen u unutrašnjost digestora. Trajno tehnički nepropusne hilzne kroz oblogu digestora. Punjenje vazduhom zaštićeno od protoka u suprotnom smeru ulazom koji je prostorno distribuiran; količina vazduha maksimalno < 6% od nominalne količine biogasa. Ograničenje zapreminskog protoka vazduha se obezbeđuje tehničkim metodama, npr. maksimalnim kapacitetom kompresora.
- Zona 0:** samo u blizini otvora za punjenje vazduhom i okolno područje gasnog sistema.

12.2. Unutrašnje odsumporavanje dodavanjem jedinjenja gvožđa

Ukoliko se odsumporavanje obavlja dodavanjem jedinjenja gvožđa (npr. ferohlorida) u digestor, moraju se poštovati uputstva proizvođača data u dokumentaciji sa podacima o bezbednosti. Jedinjenja gvožđa često imaju korozivno dejstvo, materijali koji dolaze u kontakt s njima treba da budu otporni na njih.

12.3. Odsumporavanje putem materijala od gvožđa ili aktivnim ugljenikom u spoljnim jedinicama

Materijali od gvožđa ili aktivnog ugljenika se često koriste za spoljno odsumporavanje biogasa. Ovi materijali mogu da akumuliraju jedinjenja sumpora. Postoji rizik od spontanog zagrevanja kada se ova sredstva za filtriranje otklone i obnove.



Tehničke mere zaštite

Da bi se mogla proceniti funkcionalna sposobnost aktivnog ugljenika ili drugih materijala u svakom trenutku, kao i tokom rada, svesrdno se preporučuje ugradnja odgovarajućih sistema nadzora (npr. uređaja za analizu gasa).



Organizacione mere zaštite

Ukoliko se ne može izbeći upotreba materijala od gvožđa ili aktivnog ugljenika, moraju se izabrati vrste koje imaju nultu emisiju ili nisku stopu emisije (npr. proizvodi u obliku tableta ili obloženi pre nego proizvodi u obliku praha).



Klasifikacija Ex zona

Okolina jedinica za spoljno odsumporavanje (van digestora)

Na otvorenom

- ▶ Tehnički nepropustljiv sistem za odsumporavanje. **Zoniranje nije potrebno**, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

U zatvorenom prostoru

- ▶ Tehnički nepropustljiv sistem za odsumporavanje. **Zona 2:** ceo prostor

13. Zahtevi vezani za analizu gasa

U praksi se koristi čitav niz sistema za analizu gasa, dok se razlika pravi između mobilnih i fiksnih sistema i između ručnih i automatskih sistema. Sledeći sastojci gasa se redovno uočavaju: CH_4 , CO_2 , H_2S i O_2 .



Tehničke mere zaštite

Gas koji se meri mora biti ispušten ili u otvoreni prostor ili vraćen u prostor gde protiče gas. U suprotnom, mora se ugraditi sistem ventilacije s prisilnim strujanjem vazduha sa minimalnom stopom razmene vazduha koja obezbeđuje odgovarajuće razređivanje maksimalnih mogućih količina gasa ili se uređaj za gas mora premestiti u prostoriju za instalaciju *CHP* jedinice.



Organizacione mere zaštite

Preporučuje se redovno održavanje i baždarenje sistema za analizu gasa u skladu sa uputstvima proizvođača.



Klasifikacija Ex zona

- ▶ Nakon analize gasa, gas se ispušta iz uređaja za analizu pod otvoreno nebo. **Zona 2:** u blizini otvora za ispust.
- ▶ Tehnički nepropustan uređaj za analizu gasa u kombinaciji sa odgovarajućim organizacionim merama u kombinaciji sa redovnim proverama radi otkrivanja curenja i odgovarajućom ventilacijom u prostoriji. **Zoniranje nije potrebno**, osim ukoliko uputstva proizvođača nalažu različitu klasifikaciju zona.

14. Zahtevi vezani za opremu i sigurnosne uređaje izložene gasu

Postrojenja za biogas imaju različitu opremu i uređaje za bezbednost koji su izloženi gasu u koje spadaju:

- ▶ uređaji za previsok i prenizak pritisak
- ▶ odvodnik plamena
- ▶ zasunski ventil
- ▶ slavina za uzorkovanje
- ▶ zaustavni ventil
- ▶ separator nečistoće
- ▶ itd.



Tehničke mere zaštite

Pribor, uređaji za bezbednost i delovi postrojenja koji su izloženi gasu moraju biti otporni na mraz u skladu sa smernicama definisanim na nacionalnom nivou i mora se proveravati da li cure. Takođe, moraju biti i dovoljno otporni na materijale, koroziju i pritisak.



Organizacione mere zaštite

Ventili i pribor moraju biti laki za korišćenje operateru iz bezbednog položaja. Pribor koji se koristi za povlačenje gasa mora biti obezbeđen od neovlašćenog i namernog otvaranja na primer, zaključavanjem brave.

Uputstva za rad / upravljanje moraju definisati proveru uređaja za bezbednost nakon prekida rada i u redovnim intervalima nakon prekida rada i u redovnim intervalima tokom uobičajenog rada uzimajući u obzir uputstva proizvođača.

15. Zahtevi vezani za gorionike za gas

Da bi se sprečilo ispuštanje metana koji je štetan po klimu, razne smernice donete na nacionalnom nivou predviđaju da biogas postrojenja za gas imaju alternativna postrojenja za potrošnju biogasa (upotreba toplote). Sistemi za sagorevanje se često koriste u ovu svrhu. Postoje različite vrste gorionika koji se mogu u suštini podeliti u tri kategorije: otvoreni gorionici; gorionici sa zatvorenim plamenom (>850°C) i gorionici sa zatvorenim plamenom koji proizvode visoku temperaturu (>1,000°C).



Tehničke mere zaštite

Sistemi sa gorionikom gasa koji služe kao alternativne jedinice za potrošnju gasa moraju stalno biti spremni za rad i biti u mogućnosti da prime maksimalnu količinu proizvedenog biogasa. Sistem za sagorevanje biogasa se obično upravlja nivoom ispunjenosti skladišta za gas, bilo kontrolom pritiska ili spoljnim signalom. Dužina intervala paljenja se mora obezbediti odobrenom tehnologijom kontrole. Svaki sistem za sagorevanje gasa mora da ima sigurnosni ventil (sporo otvara / brzo zatvara, obično zatvoren) koji s pouzdanošću sprečava nekontrolisani protok vazduha u sistem za gas postrojenja za gas. Funkcija brzog zatvaranja se obavlja u ma-

nje od jedne sekunde. Sistem za sagorevanje gasa mora da ispunjava opšte zahteve za delove postrojenja koji su izloženi gasu (posebno da bude tehnički nepropustljiv, otporan na koroziju i otporan na mraz – kao i cev za odvod kondenzata – u skladu sa zahtevima vezanim za zaštitu od eksplozije). Gorionici gasa moraju imati odvodnik plamena (DIN EN ISO 16852). Njega treba ugraditi što bliže opremi koja u krajnjoj fazi koristi gas.

Mora se uzeti u obzir otpornost materijala na toplotu, na primer moraju se priložiti obaveštenja proizvođača ili sertifikat o ispitivanju. Proizvođač i operater moraju usaglasiti potreban minimalni pritisak dopremnog gasa (pritisak protoka) za gorionik gasa za svaki sistem za sagorevanje gasa. Nedovoljan pritisak dopremnog gasa može dovesti do gašenja plamena, posebno ako je ve-trovito ili u drugim posebnim



Gorionik za gas

Specifični zahtevi



stanjima tokom rada (ukoliko u značajnoj meri varira nivo ispunjenosti skladišta gasa). U automatskim sistemima za sagorevanje gasa preporučuje se da se obezbedi minimalni pritisak na kome se sistem uključuje od 10 hPa (0,01 bar). Ukoliko nije moguće da se dostigne dovoljan dovodni pritisak gasa uzvodno od sistema za sagorevanje gasa, mora se obezbediti odgovarajuća oprema kojom bi se ovo ispravilo (npr. ventilator za povećanje pritiska gasa, ventil za održavanje pritiska).

U hitnim slučajevima i prilikom rada na održavanju na otvorenom mora postojati mogućnost da se ručno isključi snabdevanje gasom sistema za sagorevanje gasa što bliže mestu ugradnje opreme koja troši gas. Prekidači za uključivanje i isključivanje moraju biti prepoznatljivi i označeni.

Mora postojati mogućnost da se sistemima za sagorevanje gasa upravlja s dovoljnom pouzdanošću, na primer nezavisno od snabdevanja električnom energijom iz elektromreže (isključeni s mreže, tj. uz pomoć agre-

gata, snabdevanjem električnom energijom u hitnim slučajevima ili drugim organizacionim merama koje sprovodi operater) tako da se bezbedno izbegne oslobađanje nesagorelog biogasa. Sistemi za sagorevanje gasa moraju biti uspostavljeni i pozicionirani tako da nijedno lice ne bude ugroženo gasovima, plamenom ili vrelim delovima. Sistem za sagorevanje gasa treba da bude podignut tako da se plamen udaljava od rezervoara za skladištenje gasa, uređaja za ograničavanje pritiska, zgrada i javnih puteva kada vetar ima uobičajeni smer.

Izduvni gasovi iz gorionika za gas moraju se ispuštati iznad nivoa krova sa slobodnim otokom ili kroz cev za ispust koja mora biti bar 5 metara udaljena od zgrada i javnih puteva i čiji kraj mora biti bar 3 metra iznad zemlje.



Organizacione mere zaštite

Potrebno je redovno proveravati da li je gorionik za gas tehnički nepropustan i da li propisno radi njegova oprema za bezbednost i nadzor. Treba poštovati uputstva proizvođača za puštanje u rad, rad i održavanje.



Klasifikacija Ex zona

▶ Neželjeno oslobađanje gasa u okolno područje ukoliko plamen ne gori sprečava se uređajem za automatsko isključivanje uz koji ide i uređaj za automatsko aktiviranje paljenja i uređaj za nadzor plamena (autopaljenje). Odgovarajući odvodnik plamena se ugrađuje u cevovod uzvodno od gorionika.

Zoniranje nije potrebno.

16. Zahtevi vezani za sistem kontrole procesa / sistem za instrumentaciju i kontrolu (I&C)



Tehničke mere zaštite

Moraju se osmisliti sistemi kontrole sa bezbednosnim funkcijama koji bi bili pouzdani u slučaju kvara, osim ukoliko kao rezerva postoji neki dodatni sistem, na primer uređaj za mehaničku zaštitu od previsokog pritiska kako bi postojala zaštita od previsokog pritiska ili uređaj protiv preliivanja kako bi postojala zaštita od preliivanja.

U slučaju nestanka pomoćnog izvora električne energije (električna energija, hidraulično ili pneumatsko snabdevanje biogas postrojenja), sigurnosni prekidač za isključivanje ili pokretanje prekidača za isključivanje u slučaju havarije, postrojenje ili važni delovi moraju preći na rad u bezbednom režimu. Bezbedni režim se može ostvariti kontrolom inženjerskih mera, hidrauličnih mera ili mehaničkih mera.

Primeri:

- ▶ Zatvaranje automatskih ventila za gas van prostorije za instalaciju CHP jedinice
- ▶ Isključivanje odgovarajućih kompresora za gas
- ▶ Razdvajanje svih delova koji nisu zaštićeni od eksplozije u prostoriji za instalaciju izloženih gasu (CHP jedinica, prečišćavanje gasa, itd.)
- ▶ Zatvaranje zasunskih ventila kako supstrat ne bi tekao nazad u sistem napajanja (npr. preddigestacionu jamu, staju, itd.)
- ▶ Spoljni objekti za napajanje moraju imati mogućnost da se isključe u slučaju kvara sistema kako bi se sprečilo prekomerno punjenje
- ▶ Pad nivoa punjenja ne sme dovesti do nekontrolisanog ispuštanja gasa, na primer iz sistema napajanja

Za izradu delova vezanih za bezbednost sistema kontrole mora se primenjivati najnoviji važeći standard za električnu opremu mašina i odgovarajućih delova vezanih za bezbednost sistema za kontrolu. Analiza opasnosti i rizika mora se obaviti u skladu sa smernicama propisanim na nacionalnom nivou.



Organizacione mere zaštite

Zahtevi za bezbedno funkcionisanje opreme za instrumentaciju i kontrolu (I&C) sa sigurnosnom funkcijom moraju se postaviti, odrediti i dokumentovati na osnovu procene opasnosti.

17. Zahtevi za elektrotehniku

17.1 Ekvipotencijalno vezivanje

Relevantni domaći propisi odnose se na sve električne instalacije i prekidače.

Da bi se sprečio nastanak razlika u potencijalima, električnoprovodni delovi postrojenja moraju se povezati međusobno i na zaštitni provodnik i izjednačavanje potencijala.

SAVET

Uvek se savetuje provera električnih instalacija strane kvalifikovanog električara pre puštanja u rad, u pravilnim razmacima. Detalji su u odeljku o inspekciji i proverama.



Tehničke mere zaštite

Sledeće mere zaštite moraju se preduzeti da bi se sprečile razlike u potencijalima:

- ▶ Ulazni kablovi i čvorovi moraju biti odgovarajući za sve pojedinačne tipove zaštite od zapaljenja. Uz to, električne instalacije moraju se konstruisati i električna oprema sklopiti i instalirati na način koji obezbeđuje lak pristup radi inspekcije, proba i održavanja.
- ▶ Električni kablovi i utikači moraju se postaviti odvojeno od cevi, sa izuzetkom sistema za grejanje

otporničkim kablovima. Električne instalacije moraju se konstruisati tako da ublaže dejstva elektromagnetnih polja do bezbednog nivoa.

- ▶ Opasne naslage električno provodljive prašine u ili na električnoj opremi moraju se izbegavati, na primer jačanjem otpornosti na prašinu kod opreme.
- ▶ Moraju se preduzeti odgovarajuće mere da bi se sprečio unos zapaljivih izvora u rizične oblasti putem kablova i utikača. Kablovi i utikači treba da se postavljaju bez prekida u rizičnim područjima. Ako to nije moguće, moraju se napraviti priključci u kućištima sa tipom zaštite odgovarajućim za zonu ili se moraju obezbediti odgovarajućim kućištima za priključke.
- ▶ Mora se izbegavati pražnjenje statičnog elektriciteta ako može da deluje kao izvor paljenja.
- ▶ Procesi velikog punjenja mogu izazvati tako visoke nivoe punjenja da može doći do spontanog pražnjenja koje izaziva paljenje. Korišćenje predmeta ili opreme napravljenih od izolacionih materijala u rizičnim područjima treba izbegavati. Ako se ne mogu koristiti predmeti ili oprema napravljeni od provodnih ili disipativnih materijala, treba preduzeti mere da se spreči opasno punjenje.

SAVET

Moguće mere obuhvataju provodničke ili disipativne obloge, provodnička vlakna u tekstu, ograničenje površina ili pouzdano delotvorne organizacione mere.





Organizacione mere zaštite

Operater se mora postarati da jedina lica koja imaju pristup rizičnom području budu ona koja na račun svoje stručne obuke, znanja i iskustva umeju da prepoznaju električne opasnosti koje se javljaju i preduzmu neophodne mere zaštite zdravlja i bezbednosti na radu, kao i da ostalim licima bude dozvoljen pristup rizične oblasti samo u pratnji gore opisanih lica.

Operater mora se takođe postarati da sve električne instalacije i oprema koje se koriste budu odgovarajući za upotrebu pod izloženosti stresu i opterećenju od uslova rada i okruženja na radnom mestu.

17.2 Zaštitne mere za slučaj nestanka struje

Kao deo procene opasnosti, važno je izraditi sveobuhvatan spisak potencijalnih opasnosti kao mogućih za svako biogas postrojenje pojedinačno i odrediti neophodne zaštitne mere koje potiču od njih za svaku konkretnu situaciju. U sledećem delu težište će biti na opasnosti koje se javljaju i na neophodnim protiv-marama koje se preduzimaju u slučaju pada javne elek-tromreže.



Tehničke mere zaštite

Da bi se moglo garantovati interventno snabdevanje energijom za biogas postrojenje, prvi uslov su instalacije tolerantne na greške (n.pr. bezbedne od poplave ili supstrata ako dospeju unutar okolnog zida).

Uz to, električne instalacije biogas postrojenja moraju se proveravati zbog „brzog“ aktiviranja mešača i drugih važnih komponenata. U tom pogledu, treba uzeti u obzir i nestanak struje usled grmljavine, na primer: ako važne komponente poput programabilnog logičkog kontrolora (PLC), konvertora frekvencija, jedinice za snabdevanje električnom energijom od 24 volti ili releja za hitno zaustavljanje ne mogu da se brzo pokrenu, moraju se preduzeti dalje mere predostrožnosti. Idealno je da se mešači ili druge važne komponente pokrenu paralelno sa kontrolnim sistemom postrojenjem korišćenjem jednostavne instalacije bez PLC-a i konvertora frekvencija (n.pr. rad samo sa priključkom za uključanje i motornom zaštitom).

U relativno velikim biogas postrojenjima sa nekoliko delova postrojenja (poput sistema za preradu gasa), sistemi za raspršavanje gasa ne kontrolišu se i snabdevaju nužno iz postrojenja za biogas. U takvim slučajevima treba ispitati kako se sistem za raspršavanje gasa može staviti u pogon jednostavnim putem za slučaj potpunog nestanka struje.

Da bi se moglo garantovati pouzdano napajanje električnom energijom, veoma je važno odrediti energiju potrebnu za održavanje osnovnih procesa.

To obuhvata:

- ▶ Definisane procesa koji treba da se nastave u slučaju nestanka struje
- ▶ Utvrđivanje vremena tokom koga definisani procesi treba da se nastave da bi se sprečila pojava mogućih opasnosti
- ▶ Utvrđivanje energetskih potreba koje neprekidno napajanje strujom (UPS) treba da zadovolji:
 - ▷ informaciona tehnologija
 - ▷ alarmni sistemi
 - ▷ telekomunikacije
 - ▷ bezbednosno osvetljenje, itd.
- ▶ Određivanje ukupne energije potrebne za održavanje operativno kritičnih procesa:
 - ▷ informaciona tehnologija (sve navedeno)
 - ▷ kontrola sistema
 - ▷ mešači
 - ▷ oprema koja troši gas (ako je primenjivo i kompresor gasa)
 - ▷ osvetljenje

Izbor prave strategije za hitno snabdevanje energijom takođe je važan. Razne opcije predstavljenje su u Tabeli 6.

Tabela 6: Prednosti i nedostaci raznih strategija hitnog napajanja energijom

	Prednosti	Nedostaci
Fiksna jedinica za hitno snabdevanje energijom sa sopstvenim skladištem goriva	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Raspoloživost ▶ Mogućnost automatskog pokretanja ▶ Manja verovatnoća greške prilikom puštanja u pogon 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zahteva redovno održavanje
Mobilna jedinica za hitno napajanje sa sopstvenim zalihama goriva	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Može se koristiti u druge svrhe na kratke (!) periode 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Generalno manja nego fiksne jedinice ▶ Potrebno osnovno poznavanje električara (potreba za većim brojem postupaka ručnog uključivanja) ▶ Veći obim posla za pokretanje u hitnoj situaciji u poređenju sa fiksnom jedinicom (doprema jedinica i povezivanje kablova sa biogas postrojenjem)
Mobilna jedinica za hitno snabdevanje koju prevozi traktor (veza sa PTO oknom)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Visok nivo raspoloživosti ▶ Manji troškovi 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zahteva i više od osnovnog poznavanja električara (rotaciono polje? Maksimalno raspoloživa proizvodnja? Ekvipotencijalno vezivanje? Stabilnost energetskeg sistema, itd.) i traži veći broj ručnih procedura uključivanja ▶ Čak i veći obim posla za pokretanje u hitnim situacijama nego kod mobilnih jedinica (dopremanje jedinice, kablova i traktora) ▶ Traktor mora da odgovara jedinici (pravo PTO okno, prava brzina okretanja, dovoljna proizvodnja)



Organizacione mere zaštite

Više dodatnih organizacionih mera zaštite mora se uzeti u obzir da bi se obezbedilo hitno snabdevanje energijom.

Izrada hitnog plana za slučaj nestanka struje obuhvata:

- ▶ organizacionu shemu (organizaciona struktura)
- ▶ utvrđivanje odgovornosti uključujući brojeve telefona, posebno aranžmani za dežurnu službu i njene zadatke i ovlašćenja
- ▶ opis zaduženja
- ▶ nivoe uzbunjivanja i kanale odlučivanja (organizacione procedure)
- ▶ utvrđivanje radnih mesta koja se mogu koristiti i koja su izložena rizicima (n.pr. prekomerni pritisak i prenikav pritisak u bezbednosnom uređaju).

Uz to, zaposlenima se moraju davati redovna uputstva i brifinzi, uz pisane dokaze, kao i držati vežbe koje obuhvataju konkretne opasne situacije. Stečeno iskustvo treba ugraditi u strategiju za vanredne situacije. Planovi inspekcije i održavanja moraju se redovno ažurirati. Takođe je važno da se redovno proverava da li je

projekat jedinice za vanredno snabdevanje i neprekidno napajanje energijom (UPS) u skladu sa aktuelnim kapacitetima i zahtevima kvaliteta. Dalje, potrebne su redovne provere / probe goriva.

Kvalitet dizel goriva posebno je podložan slabljenju usled vremenskih uslova i zastarevanja.

Takođe je veoma važno sastaviti komplet uputstava za rad sa detaljnim opisom procesa rada i održavanja (uključujući planove za rad u vanrednim uslovima i vežbe). Tokom rada u vanrednim uslovima neophodno je proveriti da li sve planirane količine dobijaju struju (korišćenjem pripremljenih spiskova za proveru; uključujući i telefonsku vezu). U ovu svrhu, treba imenovati pojedinca (ukoliko je primenjivo, bezbednosnog službenika za proces rada) koji će biti odgovoran za rad i održavanje sistema vanrednog snabdevanja energijom.

Mesto držanja treba da se odredi i obezbedi. Pristup mobilnim jedinicama za napajanje energijom mora se omogućiti bez ometanja. Kada se jedinica pusti u pogon, obučeni električar mora da bude prisutan tokom početne probe u izolovanom radu ili vežbi za vanredno napajanje energijom. Jedinica za vanredno napajanje energijom mora se adekvatno uzemljiti da bi se spreči-

lo preskakanje rezidualnih automatskih prekidača kola koji rade na struju. Obeležavanje razvodne table mora biti lako razumljivo.

Ako se jedinica za vanredno napajanje energijom može koristiti za više od jednog preduzeća / tipa preduzeća:

- ▶ obezbediti da u vanrednom radu svaki priključeni korisnik može da crpi barem minimalnu količinu energije iz vanrednog napajanja kako se unapred odredi;
- ▶ obezbediti tehničke uslove da bi u vanrednom napajanju svaki priključeni korisnik mogao da crpi samo maksimalnu količinu energije iz vanrednog napajanja utvrđenog unapred.

18. Zahtevi vezani za zaštitu od groma

Pitanje zaštite od groma u biogas postrojenjima mora se rešavati u skladu sa nacionalnim propisima i regionalnim rizicima od udara groma. Postoji osnovna razlika između spoljne i unutrašnje zaštite od groma. Unutrašnja zaštita od groma služi za zaštitu oštećenja napona unutar instalacija. Spoljna zaštita od groma putem gromobranskih sonde služi za preusmeravanje udara groma koji bi direktno pogodio zaštićenu instalaciju.



Tehničke mere zaštite

Biogas postrojenja treba da imaju barem unutrašnju gromobransku zaštitu. Odvodnik prenapona (interna zaštita od groma) i dosledno ekvipotencijalno vezivanje stoga su potrebni za električne instalacije i objekte

za elektronsku kontrolu, obradu podataka i telekomunikacije. Dosadašnje iskustvo govori da spoljna gromobranska zaštita (uređaji za presretanje, oprema za odvođenje, sistem za uzemljenje, itd.) nije neophodna uopšte uzev.



Organizacione mere zaštite

Pitanje zaštite od groma treba uzeti u razmatranje prilikom procene opasnosti koja se obavlja radi izgradnje i funkcionisanja biogas postrojenja.



Dalje informacije u vezi sa zaštitom od groma mogu se naći u normi DIN EN 62305.

19. Zahtevi vezani za prostorije sa delovima postrojenja koji prenose supstrat i / ili delovima koji prenose gas

Prostorije sa delovima postrojenja koji prenose supstrat i / ili gas obuhvataju prostoriju sa jedinicom za instalaciju CHP, prostorija sa pumpom, itd.



Tehničke mere zaštite

Opšti zahtevi

Kao opšte pravilo, održavanje i kontrolne stanice i kontrola ventila, opreme za mešanje, pumpanje i prskanje uvek treba da se smeste iznad nivoa tla. Ako to nije moguće, mora se obezbediti adekvatna tehnička ventilacija sa barem pet promena vazduha na sat.

Zahtevi za prostorije sa instalacijom CHP jedinice

Ako nije moguće obezbediti stalnu otpornost na cu-

renje svih delova postrojenja u prostoriji sa instalacijom CHP jedinice, moraju se izbegavati izvori paljenja i moraju se odrediti odgovarajuće zone zaštite od eksplozije. Zone zaštite od eksplozije u prostorijama sa instalacijama mogu se ograničiti ili izbegavati preduzimanjem dodatnih mera, kao što je sistem prinudne ventilacije sa praćenjem protoka vazduha ili uređajem koji upozorava na prisustvo gasa u paru sa ventilacijom.

U zavisnosti od prirode gasa, element koji otkriva prisustvo gasa u tom uređaju treba postaviti iznad ili u blizini mogućih izvora ispuštanja gasa, imajući u vidu dejstva sistema ventilacije u raznim mogućim stanjima operacije. Jedinice za ocenu moraju se instalirati van prostorije koja se posmatra.

Sistem prinudne ventilacije mora imati takve dimenzije da se maksimalna moguća zapremina gasa rastvara u maksimalnu koncentraciju gasa od 20 % LEL u prostoriji sa instalacijom.

Na nivou upozorenja od 20 % LEL (0.9 % v/v CH₄) u sobnom vazduhu, reakcija treba da bude vidljivi i čujni alarmi i unos vazduha ili ekstrakcija pri 100 % snage.

Na primer, pri 40 % LEL (1.8 % v/v CH₄) u sobnom vazduhu, reakcija treba da bude u vidu vidljivih i čujnih upozorenja, unos ili ekstrakcija vazduha pri 100 % snage i automatsko zatvaranje dovoda gasa van prostorije sa instalacijom.

Uređaj za upozorenje na prisustvo gasa nastavlja sa radom nakon prelaska drugog praga upozorenja, t.j. ne isključuje se.

Ako se instalira sistem tehničke ventilacije, mora se obezbediti da se izduvni vazduh izvlači iz područja tavanice. Izduvni vazduh mora se istisnuti direktno u atmosferu.

SAVET

Minimalni presek 'A' unosa / odvoda vazduha prostorija sa instaliranom CHP jedinicom dobija se iz sledeće jednačine:

$A = 10P + 175A = \text{slobodna površina preseka (cm}^2\text{)}$
 $P = \text{maksimalna zabeležena proizvedena struja iz generatora, kW}_{el}$

Primeri:

$22 \text{ kW}_{el} = 395 \text{ cm}^2$ i $30 \text{ kW}_{el} = 475 \text{ cm}^2$

Dalji zahtevi vezani za prostoriju sa instalacijom CHP jedinice:

Prostorija sa instaliranom CHP jedinicom mora imati takve dimenzije da se kombinovane jedinice toplote i snage mogu adekvatno instalirati, puštati u za rad i održavati. To je generalno slučaj ako CHP jedinice imaju pristup na tri strane. Vrata se moraju otvarati u pravcu izlaza. Ako se CHP jedinicama upravlja u kontejnerima, naknadna zamena treba da bude moguća bez poteškoća. Parametri za protok vazduha koje propisuje proizvođač treba pouzdano da se dostižu u prostoriji sa instaliranom CHP jedinicom.

CHP jedinica postavljena na temeljima i instalirana tako da je njeno vibraciono opterećenje ispod nivoa vibracije dozvoljenog za neprekidan rad.

Za dalje informacije o prostorijama sa instalacijama, pogledati DIN ISO 10816-6.



Podni odvodi moraju imati uljne zamke. U drugoj varijanti, rezervoar za skupljanje cele zapremine ulja mora se postaviti ispod motora.

Mora biti omogućeno zatvaranje CHP jedinice u bilo kom trenutku putem osvetljenog prekidača van prostorije sa instalacijom. Prekidač mora imati jasno vidljivu, trajnu oznaku „Prekidač za hitan prekid – CHP jedinica“ i mora biti pristupačan. Isti zahtevi odnose se na zaustavne ventile koji rade na električni pogon.

Dva zaustavna ventila moraju se instalirati u gasovodu iznad svake motorne jedinice. Ventili se moraju automatski zatvarati kada motor prestane sa radom. Međuprostor se mora redovno proveravati zbog curenja. Ako linija snabdevanja do motora ima stalan uzvodni pritisak > 5 mbar (5 hPa) čak i kada je motor zaustavljen, potrebno je automatsko praćenje međuprostora.

Vrata se moraju otvarati ka spoljnoj strani i moraju imati mehanizam za zaključavanje.



Organizacione mere zaštite

Uređaj za upozorenje na gas mora se održavati u skladu sa uputstvima proizvođača. Sistemi za upozorenje na gas moraju se redovno proveravati, barem jednom godišnje. Uputstva za rad moraju se izraditi za slučajeve kada alarm aktivira urešaj za upozorenje na gas ili greška u uređaju za upozorenje na gas.



Klasifikacija Ex zona

Tehnički delovi postrojenja u kojima se nalazi gas, obezbeđena od curenja, u kombinaciji sa adekvatnim organizacionim merama, povremena inspekcija zbog curenja. Praćenje prostorije sa instalacijama zbog moguće zapaljive atmosfere: n.pr. pri 20 % LEL aktiviranje alarma i maksimalan rad ventilatora (barem pet promena vazduha na sat), pri 40 % LEL automatsko zatvaranje dovoda vazduha.

Nije neophodno zoniranje.

Inspekcije i provere

Da bi postrojenje trajno funkcionisalo na bezbedan način, i početna i razne povremene inspekcije i provere moraju se obavljati na nivou celog postrojenja, delova postrojenja i dokumentacije.

Inspekcije i provere mogu se podeliti na sledeće zasebne segmente:

- ▶ strukturna bezbednost
- ▶ zaštita od eksplozije
- ▶ sistemi pod pritiskom
- ▶ električne instalacije
- ▶ zaštita vodenih resursa
- ▶ suzbijanje zagađenja
- ▶ funkcionalna zaštita
- ▶ protivpožarna zaštita
- ▶ organizacija poslovanja

Inspekcije i provere moraju izvoditi obučeni stručnjaci ili lica kvalifikovana za vršenje inspekcija i provera. Uz neophodnu obuku i konkretno znanje (uključujući profesionalno iskustvo u oblasti biogasa), inspektori moraju da na raspolaganju imaju rekvizite za proveru i opremu za inspekciju. Treba pružiti i dokaze o poštovanju ovih zahteva.

Pridajući odgovarajući značaj pojedinačnim nacionalnim uslovima, sledeći tipovi inspekcije i provera preporučuju se za biogas postrojenja:

1. Inspekcija dokumentacije: provera kojom se potvrđuje kompletiranost dokumentacije, njena tačnost i ažuriranost.
2. Vizuelna inspekcija i funkcionalna provera: provera kojom se potvrđuje kompletiranost tehničkih i organizacionih mera predostrožnosti, njihova tačnost i adekvatan redosled.

SAVET

S obzirom na veliki broj različitih povremenih inspekcija i provera, logično je da se izradi plan inspekcija i provera koji prikazuje sve neophodne inspekcije i provere, a kontakt-podaci inspektora/ inženjera koji je obavio provere potrebni su u svakom slučaju.

Nemačko udruženje za biogas smatra da sledeće inspekcije i provere na licu mesta minimalnih koje treba zahtevati (videti Tabelu 7):

Tabela 7: Minimalne inspekcije i provere koje preporučuje Nemačko udruženje za biogas

Predmeti provera	Dinamika provera
Protivpožarni aparati	Na svake 2 godine
Bezbednosna oprema (n.pr. oprema za upozorenje na gas, sistemi ventilacije i oprema za inerciju)	Barem jednom godišnje
Aparat, sistemi zaštite i sistemi bezbednosti	Na svake tri godine
Provere zaštite od eksplozije (opšte)	Pre puštanja u pogon i povremeno barem na svakih 6 godina
Inspekcija poštovanja zakonodavstva o vodama	Pre puštanja u pogon, pa potom na svakih 5 godina, u područjima zaštićenih voda na svake 2,5 godine
Bezbednosne provere	Pre puštanja u pogon, a potom na svake 3 ili 5 godina (u zavisnosti od odobrenja)
Električne provere prekidača / 'E-Check' inspekcija	Na svake 4 godine
Sudovi pod pritiskom	Eksterne inspekcije na svake dve godine Interna inspekcija na svakih 5 godina Provere snage na svakih 10 godina

Rezultate inspekcija i provera treba dokumentovati izveštajem o proveru, koji mora sadržati barem sledeće informacije:

1. Podatke o postrojenju
2. Datum inspekcije ili provere
3. Tip inspekcije ili provere
4. Osnov za inspekciju ili proveru
5. Opseg inspekcije ili provere
6. Delotvornost i funkcija preduzetih zaštitnih mera
7. Rezultati provere i datum naredne periodične provere
8. Zapisnik i potvrde iz provere moraju se čuvati na mestu postrojenja koje se prati tokom celog korišćenja postrojenja. Uz to, savetuje se čuvanje kopije na drugoj lokaciji.

Prerada biogasa u biometan

Sirovi biogas proizveden u postrojenju podvrgava se osnovnom čišćenju pre korišćenja u CHP jedinici (videti Sliku 13). Ono se generalno sastoji iz izvlačenja vode (sušenja), smanjenja prisustva H_2S i smanjenja i otklanjanja čvrste suspenzije. Međutim, ako je namena biogasa za zamenu prirodnog gasa, kao gorivo ili u komprimovanoj formi u cilindrima pod pritiskom, potrebna je dalja prerada biogasa, koja se uglavnom sastoji od odvajanja metana i ugljen-dioksida i daljeg smanjenja prisustva neželjenih gasovitih primesa (H_2S , NH_3 i ostalih gasova u tragovima). Prerada biogasa zahteva dodatne tehničke objekte, čiji su bezbednosni aspekti objašnjeni u nastavku.

Pošto je sirovi biogas mešavina raznih poželjnih i nepoželjnih sastojaka, potrebno je osnovno čišćenje i fino čišćenje. Osnovno čišćenje obično se obavlja u postrojenju za proizvodnju biogasa (digestoru), a fino čišćenje ili prečišćavanje u postrojenju za preradu biogasa.

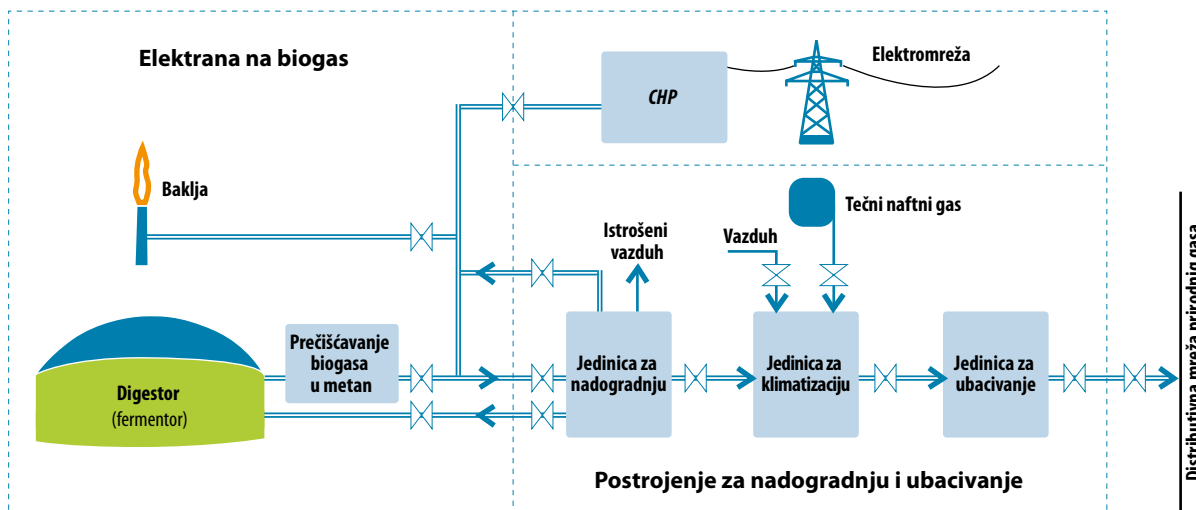
Da bi se prerađeni biogas (biometan) prilagodio standardima kvaliteta cevovoda prirodnog gasa i / ili zahtevima potrošača prirodnog gasa (vozilo na prirodni gas, gasni gorionik, CHP jedinica, itd.), treba obaviti dalje kondicioniranje (na primer, prilagođavanje sadržaja metana i kalorijske vrednosti, itd.), u zavisnosti od nacionalnih propisa. Taj tretman se obavlja u postrojenjima za kondicioniranje biogasa. Pre ubrizgavanja prerađenog biometana u određenu mrežu prirodnog gasa, potrebni su dalji koraci: podešavanje pritiska, zaštita od pritiska, gasomer i, ako je neophodno, odorizacija.



Jedinica za preradu biogasa

U zavisnosti od nacionalnih zahteva (zakoni, uredbe i paketi propisa), različiti delovi postrojenja za preradu biogasa mogu imati različite uprave i mogu zavisiti od aktera sa različitim oblastima nadležnosti: uprava biogas postrojenja, snabdevač gasom/uprava gasovoda i / ili nadležni organi vlasti. Odgovornosti u raznim delovima postrojenja treba definisati prema oblastima nadležnosti i to u pisanoj formi.

Slika 13: Dijagram toka procesa postrojenja za preradu i ubrizgavanje biometana



CHP = kombinovano postrojenje za proizvodnju električne energije i toplotne energije

Prerada biogasa u biometan

Relevantne kvalifikacije koje poseduju nadležni operateri i osoblje raspoređeno na radnim mestima moraju takođe da ispune nacionalne zahteve. Isto važi i za specijalizovane kompanije koje se bave planiranjem, gradnjom, radom i održavanjem postrojenja. Redovne mere obuke treba da budu obavezne da bi se tehničko znanje ažuriralo u skladu sa najnovijim nalazima i tehničkim uslovima. Iz organizacionih razloga, savetuje se izrada plana organizacione strukture za postrojenje u celini.

Uz to, treba sačiniti i plan organizacionih procedura (evidencija grešaka: provere, uzroci, itd.) uz dokumentaciju o radu (brifinzi, inspekcije, provere, nezgode, uputstva za rad, itd.).



Treba dokumentovati:

- ▶ održane brifinge i sastanke za davanje uputstava
- ▶ inspekcije i provere
- ▶ nezgode
- ▶ uputstva za rad



Tehničke mere zaštite

Odorizacija (dodavanje supstance neprijatnog mirisa kao upozorenja) prirodnog gasa/biometana važna je bezbednosna mera zato što je prečišćeni prirodni gas/biometan gotovo bez ikakvog mirisa. Da bi se obezbedilo promptno uočavanje curenja u cevima ili delovima unutrašnjih instalacija za gas, iz bezbednosnih razloga se prirodnom gasu/biometanu dodaju određeni prepisani mirisi upozorenja. Miris odorizovanog gasa, prema tome, ne sme biti poznat ljudima iz svakodnevnog života, na primer iz kuhinje ili domaćinstva.

Prerađeni biometan mora se prilagoditi u skladu sa zahtevima odorizacije gasovoda u koji se ubrizgava. To obično uključuje korišćenje visoko nestabilnih organskih jedinjenja sumpora kao što je tetrahidrotiofen (THT), koji miriše na pokvarena jaja, i mešavina merkaptana.

Nacionalni propisi moraju se poštovati u planiranju, izgradnji i održavanju cevovoda u postrojenjima biometana i okolnim područjima, kao i u odabiru materijala. Sve te radove mora obavljati posebno obučeno osoblje. Izbor komponenata postrojenja treba napraviti u skladu sa praktičnim zahtevima postrojenja (kvalitet gasa, korozivni sastojci gasa, unutrašnji pritisak, klima, geografski položaj). Moguća deformacija, defleksija i linearna ekspanzija moraju se uzeti u obzir pri instaliranju cevi, u skladu sa propisima za konkretnu lokaciju. Ako se očekuje formiranje kondenzata (uglavnom se odnosi na cevi

za biogas), cevi treba postavljati na gradijent i podesiti sa separatorima kondenzata na niskoj tački instalacije.

Naročito je važno da ulazne tačke za gasne cevi na zgradi budu otporne na koroziju i bez zatezanja. Cevi koje sprovode gas uvek moraju imati zaštitu od korozije, zaštitu od paljenja i ekvipotencijalno vezivanje, a jasno se moraju obeležiti odgovarajućom bojom ili oznakom.

Ako su gasne cevi potencijalno izložene mehaničkom oštećenju (na primer od vozila ili drugog saobraćaja), moraju se adekvatno zaštititi zaštitnim merama od udara pri koliziji. Ako su gasne cevi položene na zemlju koja pripada trećem licu ili je javna svojina, moraju se uzeti u obzir dozvole/koncesije za prelazak preko zemljišta (n.pr. putevi i železnica) i postavljanje cevi.

Gasne cevi se moraju proveravati da bi se obezbedilo njihovo besprekorno stanje pre instaliranja. Nacionalne smernice u vezi sa oblaganjem cevi, putanjom cevi i punjenjem šanca cevi (n.pr. kod nagiba) moraju se poštovati.

Gasne cevi moraju se podvrgnuti testu pritiska nakon početnog instaliranja i nakon znatnih promena, uz dužnu pažnju na relevantne propise (postupak probe, trajanje, medijum probe, probni pritisak, lice kome je dozvoljeno da izvodi probe, itd.). Ako se radni pritisak menja tokom primene, moraju se poštovati svi propisi relevantni za takve okolnostima.



Dokumentacija za cevi:

- ▶ detalji projekta gasnih cevi (pritisak, nominalni prečnik...)
- ▶ zapisnik strukturne analize
- ▶ potvrda o stručnosti kompanija koje izvode radove
- ▶ ažurirani crteži radova i planovi tekućeg stanja objekata i opreme
- ▶ knjiga cevi (dokumentacija radova na zavarivanju, provera zahteva kvaliteta)
- ▶ izveštaji o probama/potvrda o prijemu

Kada se izvode radovi na gasnoj instalaciji, ona se mora pažljivo osloboditi pritiska ka otvorenom i dovesti u inertno stanje. Mere provere moraju se sprovesti pre rada na gasnoj instalaciji da bi se isključile opasne Ex zone. Nakon radova na održavanju/popravkama, a pre nastavka rada, relevantnu jedinicu treba podvrgnuti probi na curenje i funkcionalnoj probi. Neophodne

probe treba da izvodi kvalifikovano osoblje i moraju se dokumentovati. Ako je neophodno, kiseonik sadržan u gasnom sistemu mora se ukloniti i sistem se mora poprskati procesnim gasom pre nastavka rada. Nastavak rada moraju odobriti i koordinisati lica nadležna za delove postrojenja.

Samo ovlašćenim kompanijama/obučenicima dozvoljeno je da izvode zavarivačke radove na cevima i sistemima koji sprovode gas. Detaljne opise opreme, uređaja, postupaka probe, radova na zavarivanju i proba zavarenih delova sadrže nacionalni propisi (u Nemačkoj: DVGW GW 350 i G472). Zavarivanje na delovima postrojenja u kojima je gas nije dozvoljeno u prostorijama sa instalacijama (osim možda ukoliko se obrazloži).

Relevantni nacionalni propisi moraju se poštovati kada se radovi obavljaju na delovima postrojenja pod pritiskom.



Organizacione mere zaštite

Ako se očekuje pojava kondenzata, cevi i sistemi za ispuštanje kondenzata moraju se redovno održavati i čistiti. Cevi iznad nivoa zemlje moraju se proveravati jednom godišnje zbog eventualnog curenja. Kraći periodi treba da se planiraju za kompenzatore i druge specijalizovane komponente kada je to neophodno (procena opasnosti). Na svake dve godine cevi postavljene iznad zemlje (uključujući cevnu zaštitu) treba proveravati da bismo se uverili da su u dobrom stanju i da nema spoljne korozije. Ako je potrebno, UV zaštitu plastičnih cevi treba popravljati.

Postrojenja biometana i njihove komponente moraju se održavati i servisirati u skladu sa uputstvima proizvođača (metode, intervali, itd.). U suštini, pravi se razlika između tri tipa održavanja:

- ▶ planirano održavanje (fiksni intervali)
- ▶ održavanje prema viđenom stanju (nakon procene stanja u kome se nalazi postrojenje)
- ▶ korektivno održavanje (započeto zbog pojave greške)



Pre svih radova na održavanju, neophodna je individualna procena opasnosti, sa konkretnim zaštitnim merama. To se mora dogovoriti sa svim upravama postrojenja (proizvodnja biogasa, čišćenje, kondicioniranje i ubrizgavanje).

Sva lica određena za obavljanje održavanja instalacija moraju biti kvalifikovana, ovlašćena i pouzdana, a mora im se obezbediti i posebna obuka. To se odnosi i na osoblje u samom postrojenju i na eksterne firme i radnike. Nemački propisi, na primer, nalažu da određene radnje, naime, funkcionalne probe, održavanje, popravke i nastavak rada uvek moraju obavljati dve osobe, od kojih barem jedna mora imati neophodna stručna znanja, a druga mora imati barem osnovnu obuku.

Održavanje i popravke treba sistematski pripremati. To znači da neophodna zaštitna oprema (n.pr. respiratorna zaštita, uređaji za upozoravanje, protivpožarni aparati) moraju da se stave na raspolaganje. Takođe se savetuje da se sačini program rada i plan nadzora u kojima se jasno navode sve relevantne radnje i komponente postrojenja. Kada je neophodno, automatizovani procesi u sistemu treba da se preusmere na ručno upravljanje pre obavljanja radova na održavanju ili popravkama.

Mora se imenovati pojedinac odgovoran za bezbedan rad i bezbednost postrojenja, uz data neophodna ovlašćenja. Da bi se izbegla opasnost, mora se formirati dežurna služba unutar samog postrojenja ili preko eksternog pružaoca usluga tako da se obezbedi stalna rezervna podrška (24 h/7 dana). Recimo, u Nemačkoj, dežurna služba mora da stigne u postrojenje u roku od najviše 30 minuta da bi blagovremeno reagovala na greške.

Sisteme instrumentacije i kontrole (I&C) mora proveravati kvalifikovani profesionalac barem jednom godišnje i nakon svakog rada na održavanju da bi se obezbedila njihova ispravnost za rad. Operater mora izraditi plan proba u ove svrhe.

Sve probe, izveštaji o merenjima, itd, moraju se dokumentovati u pisanoj formi i čuvati dok god je potrebno (barem tokom dva intervala održavanja). Strukturne promene u postrojenju moraju se dokumentovati. Ostale probe moraju se izvoditi u skladu sa opštim zahtevima proba za biogas postrojenja (električna bezbednost, zaštita od eksplozija, itd.).

Preporuke za bezbedan rad postrojenja

Budući da je biogas obuhvaćen različitim oblastima zakonodavstva (poljoprivreda, upravljanje otpadom, energetika, zdravlje i bezbednost na radu, itd.) i relativno je nova tehnologija, u mnogim zemljama nema određenih nadležnosti ili zakona, uredbi ili propisa. Isto važi naročito i za oblast međunarodne standardizacije. Ulažu se početni napori da se izradi međunarodno koordinisan set pravila i standarda za biogas (ISOTC 255 'Standardizacija u oblasti biogasa').



IZVOR: ISTOCK_FRANK RAMSPOTT

Formirana i priznata udruženja iz industrije imaju ključnu ulogu u dogovaranju, uvođenju i primeni standarda koji se odnose na bezbednost. Interesi i potrebe grupa zainteresovanih strana u industriji biogasa mogu se tako objediniti da najbolje deluju i ostvare maksimalan stepen prihvaćenosti. Nemačko udruženje za biogas, na primer, vodilo je debate o pitanju bezbednosti unutar svoje radne grupe za bezbednost još od osnivanja Udruženja, a izdalo je i odgovarajuće preporuke. Radnu grupu čine stručnjaci koji rade u počasnom svojstvu za razne oblasti koje se tiču bezbednosti u industriji biogasa. Radna grupa podržava Nemačko udruženje za biogas i njegove članove u rešavanju pitanja i problema.

U međunarodnom kontekstu, postoje vrlo različiti načini bavljenja posledicama nezgoda. U nekim zemljama svaka nezgoda, ma koliko sitna bila, registruje se i shvata ozbiljno, a njenim uzrocima se ulazi u trag da bi se takve nezgode izbegavali u budućnosti ako je to moguće. U tim zemljama biogas postrojenja danas

uglavnom bezbedno rade. U drugim zemljama to nije slučaj: isuviše često vode se načelom "život je jeftin". Odgovorna lica ne pozivaju se dosledno na odgovornost. Te razlike u bezbednosnoj kulturi ključan su faktor u bezbednom radu postrojenja. Napori da se usvoje i primenjuju sveobuhvatni propisi za bezbedan rad biogas postrojenja treba da postoje u svim zemljama.

Jedan veoma bitan element pravnog okvira koji treba da garantuje bezbedan rad biogas postrojenja je pitanje odgovornosti. U mnogim zemljama, kada dođe do nezgode, sprovodi se temeljna istraga o uzroku nezgode i tome ko je odgovoran. Ako je nezgoda ozbiljna, policija, stručni procenitelji, vatrogasci, udruženje poslodavaca za osiguranje u slučaju štete ili druge institucije obično se angažuju u istrazi. Ako se ignorišu pravila i propisi, odgovornima mogu biti zaprečene visoke kazne (novčane ili čak zatvorske).

Nažalost, u mnogim zemljama pitanje odgovornosti nije definisano, ili se pravila i propisi ne primenjuju dosledno. Jedna od ključnih preporuka je prema tome da u svakoj zemlji gde rade industrijska biogas postrojenja mora da se definiše ko je odgovoran za slučaj nezgode. Ta pravila se moraju rigorozno primenjivati.

Obično je slučaj da operater biogas postrojenja snosi visok stepen odgovornosti. On je zadužen za bezbedan rad postrojenja i, generalno, lično je odgovoran. Ako su građevinski radovi loše izvedeni, neprihvatljivo je dati odobrenje ili su prekršena druga pravila i propisi, te i druge firme ili institucije mogu biti odgovorne.

Preporuke za bezbedan rad postrojenja

Preporuke vezane za zakonski okvir

- ▶ Da bi se sprečila preklapanja u odnosu na bezbednosna pitanja i oblasti nadležnosti, idealno je da se pitanje bezbednosti u biogas postrojenjima rešava u nadležnosti samo jednog ministarstva i njemu podređenih tela i agencija.
- ▶ U Nemačkoj, svi aspekti zakona koji se tiču građevine, upravljanja otpadom, životne sredine i zdravlja i bezbednosti na radu i u industriji, a bitni su za izgradnju i rad biogas postrojenja, preispituju se kao deo procesa izdavanja dozvole za rad postrojenja. Međutim, u mnogim zemljama nema pravnog instrumenta koji bi sličnu sveobuhvatnu inspekciju i regulatorno usvajanje.
- ▶ Ako se na novim tržištima biogasa formiraju strukture takve da uspostavljaju sveobuhvatne ili čak konkretne procedure izdavanja licence za biogas postrojenja, bilo bi posebno važno da se obuhvate i bezbednosni i funkcionalni aspekti (kao što su stručno planiranje, projekat postrojenja, izbor komponenata, itd.) u procesu izdavanja dozvola. To takođe mogli da pregledaju tehnički stručnjaci, ako je nerealno očekivati da inspekcija na nivou lokalnih vlasti to obavi.
- ▶ Da bi se ublažili ili sprečili problemi sa različitim ili nekoordinisanim procedurama za izdavanje dozvola i nadzor biogas postrojenja, veoma je važno da se biogas postrojenja tretiraju na isti način u celoj zemlji. Stoga se preporučuje izrada jedinstvenog pravnog okvira koji važi za celu zemlju (zakoni, uredbe, ili tehnički propisi). Normativni okvir treba da definiše stanje biogas postrojenja kakvo je u skladu sa međunarodnim zahtevima. Treba da sadrži sve relevantne zahteve u jednom centralnom korpusu pravila i propisa, da bude lako dostupan i razumljiv, kao i da se ažurira u redovnim intervalima.
- ▶ Da bi se omogućio bezbedan rad biogas postrojenja, savetuje se uvođenje sistema stručnog procenitelja postrojenja za biogas koji bi ispitao izdavanje dozvole za biogas postrojenje i mogao da nadzire planiranje, izgradnju i rad postrojenja u vreme puštanja u rad i povremeno. Iskustvo stečeno u procenama treba prikupiti i analizirati. Nalazi potom mogu da čine osnovu za sve izmene koje treba uneti u normativni okvir.
- ▶ Iskustvo iz slučajeva štete ili nezgoda treba evidentirati i potom procenjivati na osnovu jedinstvenih kriterijuma. Rezultati mogu da obezbede i korisne informacije u traženju rešenja za probleme i prilike za optimizaciju. Najnoviji nalazi i uvid u industriju biogasa treba da budu lako dostupni u redovnim publikacijama i listovima sa tehničkim informacijama, kao i na konferencijama.
- ▶ Da bi se omogućio bezbedan rad biogas postrojenja, logično je ispuniti evropske standarde i smernice koje se pominju u ovoj publikaciji, kao što su DIN EN 60529 (Stepeni zaštite koje pružaju kućišta (IP kod)).
- ▶ Konstruktivno pozitivna saradnja između planera, uprave, organa vlasti i nacionalnih udruženja za biogas (putem radnih grupa, dokumenata sa zauzetim stavovima, razmene iskustava, itd.) ključna je za promovisanje bezbednog rada biogas postrojenja.

Obuka za industriju

- ▶ Uprava biogas postrojenja treba da ima završenu obuku za upravnike i bezbednosnu obuku pre početka rada. Sadržaj te obuke treba birati prema parametrima za konkretno postrojenje (obim, supstrati, itd.) i nacionalnim propisima.
- ▶ Prethodno stečeno stručno znanje uprave u oblasti biogasa treba redovno obnavljati.
- ▶ Specijalizovane firme koje se bave planiranjem, izgradnjom, radom i održavanjem treba da budu u stanju da se pozovu na određeno i proverljivo stručno znanje, koje se takođe redovno obnavlja.
- ▶ Rad na opasnim delovima ili komponentama treba da obavljaju kvalifikovane i, ako ne potrebno, nadzirane specijalizovane firme.

Prilog 1: Procena opasnosti

Opšte informacije o biogas postrojenju						
Upravnik:			Dodeljeni zadaci [datum]:			
			Broj zaposlenih:			
Datum: Lica angažovana na proceni opasnosti:						
Potpisi:						
1. Opšti deo						
1.1 Opšte opasnosti – organizacija						
Oblast delatnosti	Opasnost	Mera zaštite	Ispunjeno			Sproveo/la Ko/kada
			Da	Ne	Nije potrebno	
Odgovornost	Zadaci, odgovornosti i nadležnosti nisu jasni ili nisu uređena kako treba.	Upravnici zaduženi za sve zadatke, odgovornosti i nadležnosti. Odstupanja se dokumentuju.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Eksterne firme dobijaju uputstva od uprave.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Odabir zaposlenih	Zapošljavanje nekvalifikovanog osoblja (šteta po zdravlje, imovinu).	Utvrđivanje radne sposobnosti pre uposlenja.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Kriterijumi za kvalifikovanost firme (n.pr. obrazovanje) definisani su i poštuju se.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Proveravaju se neophodne vozačke dozvole.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Novi zaposleni dobijaju uvodnu obuku.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rad bez odgovarajućeg obrazovanja i obuke	Ugrožavanje sebe samog, drugih zaposlenih ili drugih lica.	Samo zaposleni sa odgovarajućom daljom obukom obavljaju relevantne dužnosti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Zaposleni učestvuju u relevantnoj daljoj obuci.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Samo odgovarajuće i obučeno osoblje se zapošljava.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bezbednosna uputstva	Ne prepoznaju se opasnosti ili se ne uzimaju u obzir zaštitne mere.	Zaposleni se obučavaju za moguće opasnosti i mere zaštite pre početka rada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Radno vreme	Radno vreme, vreme za opuštanje i pauze se ne poštuju.	Osnovno radno vreme mora se poštovati.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Pauze se moraju poštovati.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prva pomoć	Nedostatak prve pomoći nakon nezgode ili iznenadno oboljenje.	Dostupni su materijali za prvu pomoć.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Znaju se telefoni za hitne slučajeve.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Dostupan je obučeni pružalac prve pomoći.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Prilog 2: Uputstvo za zapisnik o održavanju instalacija i popravkama za podizvođače i zaposlene

Lokacija/radno mesto (n.pr. postrojenje)	BIOGAS POSTROJENJE	
Radni nalog (n.pr. Popravka mešača) Nadležni korisnik /poslodavac	
Period rada	Datum do do očekivanog završetka	
	<input type="checkbox"/> Konsultacije o trenutnoj situaciji svakodnevno su potrebne pre početka rada	
Tip posla / radni nalog	<input type="checkbox"/> Elektrode za zavarivanje <input type="checkbox"/> (Zaštitni omotač od gasa) <input type="checkbox"/> (Štap elektroda) <input type="checkbox"/> Oksiacetilensko zavarivanje/ lemljenje <input type="checkbox"/> Autogeno sečenje <input type="checkbox"/> Brušenje/ brušenje sa presekom <input type="checkbox"/> Drugo:	
Obavio	<input type="checkbox"/> Eksterna firma: Nadležni rukovodilac lokacije eksterne firme: <input type="checkbox"/> Zaposleni u biogas postrojenju :	<input type="checkbox"/>
	Izvođač poseduje neophodnu stručnost	<input type="checkbox"/>
Opšte informacije	Ako su zaposleni kod drugog poslodavca izloženi visokom stepenu opasnosti, dotični poslodavac mora da u pisanoj formi imenuje koordinatora koji će odobriti zaštitne mere: Koordinator	<input type="checkbox"/>
	Posao održavanja obavljen na osnovu procene opasnosti.	<input type="checkbox"/>
	Izvođač je obavestio klijenta i druge poslodavce o opasnosti po zaposlene kod klijenta ili drugih poslodavaca koja potiče od njegovog rada.	<input type="checkbox"/>
	Lična zaštitna oprema: odabir i, ukoliko je primenjivo, obavezna upotreba (zaštitna obuća, zaštita za uši, zaštita od pada, odeća koja usporeva plamen, zaštitna odeća otporna na hemikalije, zaštitne rukavice, naočari, maska za disanje, itd.).	<input type="checkbox"/>
	Poštovanje znakova za obaveštavanje, obaveznih znakova i znakova zabrane.	<input type="checkbox"/>
	Napomena: U oblasti opreme za prijem, toksične, veoma toksične, kancerogene, mutagene ili reprotoksične naslage mogu biti prisutne kao posledica dodavanja aditiva i pomoćnih materijala (n.pr. elemenata za praćenje). U ovom slučaju neophodno je slediti odrednice sa lista bezbednosnih podataka, posebno kad je reč o ličnoj zaštitnoj opremi, a samo odgovarajuće i obučeno osoblje može dobiti taj zadatak.	<input type="checkbox"/>
	Mehanizacija je obezbeđena da bi se sprečilo slučajno pokretanje i obeležena je?	<input type="checkbox"/>
	Napomena: Često nema priključka na mrežu mobilne telefonije u čeličnim i rezervoarima od armiranog betona.	<input type="checkbox"/>
	Raščićene staze za transport i evakuaciju.	<input type="checkbox"/>
	Aparati za gašenje požara, kutije za prvu pomoć i elektro razvodni ormari nisu blokirani.	<input type="checkbox"/>

Uvođenje u posao	Razmatraju se postupci rada, moguće opasnosti, adekvatna upotreba bezbednosnih mera predostrožnosti i oprema za zaštitu životne sredine. Podeljen je svima plan za vanredne situacije.	<input type="checkbox"/>
	Sav započeti posao uvek se obavlja pod nadzorom. Zabranjen je samostalan rad bez nadzora.	<input type="checkbox"/>
	Pažnja je skrenuta na oblasti sa potencijalno eksplozivnom atmosferom.	<input type="checkbox"/>
	Pažnja je skrenuta na moguće skrivene opasnosti (n.pr. rezidualna energija, skriveni kablovi/cevi, elevirana oprema za rad, cevi pod pritiskom, itd.).	<input type="checkbox"/>
	Ne sme se zaobilaziti ili manipulirati bezbednosna oprema na mašinama ili zgradama (n.pr. premošćavanje bezbednosnih kontaktnih prekidača, limeno opšivanje vrata za slučaj požara.).	<input type="checkbox"/>
	Sve uočene nedostatke (vezane za bezbednost na radu) treba odmah prijaviti rukovodiocu na toj lokaciji.	<input type="checkbox"/>
	Brifing o svim prisutnim opasnim materijama, n.pr. na osnovu listova sa bezbednosnim podacima:	<input type="checkbox"/>
	▶ Aditivi i pomoćni materijali (elementi za praćenje itd.)	<input type="checkbox"/>
	▶ Zapaljive tečnosti	<input type="checkbox"/>
	▶ Zapaljivi materijali (čvrsti, prašina, materijali za izloaciju)	<input type="checkbox"/>
	▶ Rizik od eksplozije gasova/isparenja	<input type="checkbox"/>
	▶ Opasnost od gušenja gasovima koji remete kiseonik CO ₂ .	<input type="checkbox"/>
	▶ Toksična opasnost od otrovnih gasova poput H ₂ S i NH ₃ .	<input type="checkbox"/>
	▶ Ostale opasne supstance	<input type="checkbox"/>
	Radne površine treba obezbediti barijerama i znakovima upozorenja da niko ne bi bio ugrožen.	<input type="checkbox"/>
	Poštovanje uputstava za rad, n.pr. za utovarivače na točkovima, mehanizaciju i opremu.	<input type="checkbox"/>
	Zabrana alkohola i ostalih intoksikanata.	<input type="checkbox"/>
	Zabrana pušenja u svim obeleženim područjima.	<input type="checkbox"/>
Bezbedna upotreba električnih alata, merdevina itd. je objašnjena, skrenuta pažnja na potrebu za vizuelnom inspekcijom pre upotrebe.	<input type="checkbox"/>	
Objašnjene su mere za vanredne situacije koje predstavljaju rizik po životnu sredinu.	<input type="checkbox"/>	
Ostalo:		<input type="checkbox"/>
Obavezna radna oprema i oprema za bezbednost na radu	<input type="checkbox"/> Merdevine, pomagala za penjanje	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Zaštita od pada	
	<input type="checkbox"/> Šlem	
	<input type="checkbox"/> Zaštita za uši	
	<input type="checkbox"/> Zaštita za oči	
	<input type="checkbox"/> Specijalne lampe (klasa zaštite IP, ATEX?)	
	<input type="checkbox"/> Specijalna sredstva za komunikaciju (klasa zaštite IP, ATEX?)	
	<input type="checkbox"/> Specijalne dizalice za alat i zavarivanje cilindara sa gasom	
Obezbeđena spasilačka stanica sa opremom za spasavanje/oporavak.	<input type="checkbox"/>	
Obezbeđena oprema za prvu pomoć.	<input type="checkbox"/>	
Flaša za ispiranje očiju, dezinfekciono sredstvo za rane, komplet za prvu pomoć kod opekotina.	<input type="checkbox"/>	

Specijalne mere za sprečavanje opasnosti tokom rada u kome dolazi do stvaranja varnica	Prisutna je sledeća potvrda stručnosti (n.pr.potvrda zavarivača za zavarivanje gasnih cevi):	<input type="checkbox"/>
	Otklanjanje zapaljivih predmeta i materijala, uključujući naslage prašine, u prečniku od m (takođe u susednim prostorijama = otpornost na isparenja? Prazna kola, kanali za kablove, vrata, kanali ventilacije?)	<input type="checkbox"/>
	Biogas uklonjen iz osetljivih područja?	<input type="checkbox"/>
	Pokrivanje zapaljivih predmeta u riziku pored i ispod radnog mesta.	<input type="checkbox"/>
	Bezbedno pečačenje otvora, cevi i prolaza za susednim područjima pod rizikom i rezervoarima povezanim u gasnom sistemu.	<input type="checkbox"/>
	Uklanjanje zapaljivih materijala za odevanje i izolaciju.	<input type="checkbox"/>
	Uspostavljanje ekvipotencijalnog vezivanja (antistatički set) i humidifikacija.	<input type="checkbox"/>
	PAŽNJA: Posebnu pažnju posvetiti malim sekundarnim požarima koje izazivaju nadvišenja šava kod zavarivanja i varnice na uglovima brusilica.	<input type="checkbox"/>
	Eliminacija rizika od eksplozije u rezervoarima i cevima inercijom cevi sa N ₂ ili CO ₂ ?	<input type="checkbox"/>
	Zaštitna ventilacija, aktivna ventilacija znatno ispod LEL Rad ventilatora:m ³ /h Prostor za ventilaciju:m ³ zapremine Ventilaciona cev (spiralno crevo za ventilaciju) m dužine (razmak od tačke unosa svežeg vazduha do Ex zone / tačka ispusta gasa)	<input type="checkbox"/>
	Izduvanje/ekstrakcija gasova (koristiti samo /ATEX duvalice zaštićene od eksplozije,n.pr. pozajmiti od vatrogasaca).	<input type="checkbox"/>
	Provera merenjem gasnim detektorom (n.pr.višekanalni gasni monitor) obavlja stručnjak: punjenje baterija, provera i spremnost za rad, itd.? Merenje atmosfere u područjima rada sa adekvatnom bezbednom razdaljinom, n.pr. CH ₄ < 0.5 %; O ₂ > 20 %, CO ₂ < 0.5 %, H ₂ S < 10 ppm, NH ₃ < 5 ppm	<input type="checkbox"/>
	Obezbeđena protivpožarna straža sa protivpožarnom opremom.	<input type="checkbox"/>
Oprema za prvo reagovanje kada izbije požar	<input type="checkbox"/> Protivpožarni aparati (napomena: ukoliko je moguće, neka nekoliko različitih protivpožarnih agenasa bude spremno!) <input type="checkbox"/> voda <input type="checkbox"/> pena <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> ABC suvi prah <input type="checkbox"/> BC suvi prah <input type="checkbox"/> crevo sa vodom (prikačeno) sa prskalicom?	
Odobrenje	Navedene bezbednosne mere treba sprovoditi. Relevantni propisi o industrijskoj bezbednosti i zdravlju, opasnim materijalima i sprečavanju nezgoda moraju se poštovati (u Nemačkoj: BetrSichV, GefStoffV, TRGS 529 i DGUV). Naročito Uredba DGUV Regulation 113-001 (nekadašnja BGR 117-1) važi za inspekciju i rad u rezervoarima, digestorima, jamama, oknima i uskim prostorima u podzemnom nivou.	
..... Datum Potpis odgovornog poslodavca/radnika biogas postrojenja Potpis lica koje je obavilo radove



Fachverband BIOGAS

German Biogas Association
www.biogas.org

Nemačko udruženje za biogas

Angerbrunnenstraße 12
85356 Freising · Nemačka
tel: +49 8161 9846-60
fax: +49 8161 9846-70
e-mail: info@biogas.org
URL: www.biogas.org

Nemačko udruženje za biogas okuplja radnike, proizvođače i planere iz biogas postrojenja, predstavnike naučno-istraživačke delatnosti i svih koje interesuje ova industrija. Od osnivanja, 1992. godine, udruženje, koje sada ima preko 4800 članova, postalo je najuticajnije organizacija u oblasti biogasa na svetu. Udruženje radi u tesnoj saradnji sa raznim međunarodnim udruženjima i pruža znanje iskusnih stručnjaka za biogas. Ono je stečeno iz iskustva u više od 9000 biogas postrojenja koja u Nemačkoj rade više decenija.

Udruženje ima odlično stručno znanje o skoro svim aspektima biogasa, biogas postrojenja i rada postrojenja i angažovano je u svim zvaničnim nemačkim i raznim međunarodnim telima gde se razmatraju i određuju standardi ili propisi za rad biogas postrojenja. Jedan primer bio bi njegov doprinos u radnim grupama ISO (Međunarodna organizacija za standardizaciju) za određivanje termina, definicija i klasifikaciju sistema biogasa.

Pitanje bezbednosti u biogas postrojenjima statutarni je cilj Udruženja od osnivanja, a rešava se kroz sledeće aktivnosti:

- ▶ ocena naučnih nalaza, praktičnog iskustva i stvarnih incidenata
- ▶ organizacija radnih grupa za bezbednost i povezanih pod-grupa

- ▶ izrada standarda kvaliteta (n.pr. bezbednosna pravila za postrojenja biogasa) za planiranje, izgradnju i rad biogas postrojenja
- ▶ promocija razmene znanja putem konferencija i tečajeva obuke
- ▶ objavljivanje saznanja putem sopstvenog specijalizovanog časopisa, tehničkih tekstova i prezentacija

Obuka radnika u biogas postrojenjima sve više dobija na značaju poslednjih godina. U tom svetlu, tri nemačka udruženja, Nemačko naučno-tehničko udruženje za gas i vodu (DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.), Nemačko udruženje za vodu, otpadne vode i otpad (DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) i Nemačko udruženje za biogas formirala su mrežu za obuku o biogasu, oktobra 2013.

Glavni cilj Mreže za obuku o biogasu je da obezbedi standardizovanu, naprednu obuku i kontinuirano stručno usavršavanje za radnike u biogas postrojenjima i pojedince angažovane u radu postrojenja za biogas širom Nemačke. U vreme osnivanja, Mreža za obuku o biogasu počela je sa pet organizacija za obuku. Od jula 2016. godine, postoji 16 institucija za obuku koje nude kurseve za sticanje kvalifikacija za bezbednost u biogas postrojenju. Do danas je preko 3500 ljudi obučeno putem Mreže za obuku o biogasu.

Godina osnivanja: 1992 · broj zaposlenih: 43



Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5

65726 Eschborn · Nemačka

tel: +49 6196 79-0

fax: +49 6196 79-11 15

e-mail: info@giz.de · URL: www.giz.de

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Nemačka organizacija za međunarodnu saradnju) (GIZ) je globalni pružalac usluga u oblasti međunarodne saradnje za održivi razvoj. GIZ ima više od 50 godina iskustva u širokoj lepezi oblasti, uključujući ekonomski razvoj i zapošljavanje, energetiku i životnu sredinu, kao i mir i bezbednost.

GIZ kao savezna organizacija u ime Vlade Nemačke – posebno Saveznog ministarstva za ekonomsku saradnju i razvoj (BMZ) – kao i u ime klijenata iz javnog i privatnog sektora iz više od 130 zemalja pruža podršku u postizanju ciljeva u međunarodnoj saradnji. GIZ radi zajedno sa svojim partnerima na razvoju delotvornih rešenja koja ljudima nude bolje perspektive i održivo unapređuju njihove uslove življenja.

U oblasti obnovljivih izvora energije GIZ trenutno realizuje preko 170 projekata u više od 50 zemalja, a više od 20 njih fokusirano je na biogas ili imaju biogas kao komponentu projekta. Projektne aktivnosti iz oblasti biogasa uključuju pružanje podrške poboljšanju okvirnih uslova i zakonodavstva u oblasti biogasa, zatim analizi različitih supstrata koji se koriste u proizvodnji biogasa, razvoju kapaciteta, saradnji sa privatnim sektorom kao i pružanje podrške održivim pilot biogas projektima.

Godina osnivanja: 2011 · broj zaposlenih: 16,400

Ovu publikaciju zajednički su podržali sledeći GIZ-ovi projekti:

- ▶ **Sustainable Energy for Food – Powering Agriculture**
(Održiva energija za hranu – osnaživanje poljoprivrede)
- ▶ Energetic utilization of urban waste in Mexico (Enres)
(Energetska iskorisćenost gradskog otpada u Meksiku)
- ▶ Renewable energies and energy efficiency in Central America (4e)
(Obnovljive energije i energetska efikasnost u Centralnoj Americi)
- ▶ Promoting climate-friendly biogas technology in Brazil (Probiogas)
(Promovisanje po klimu povoljne tehnologije biogasa u Brazilu)
- ▶ South African-German Energy Programme (SAGEN)
(Južnoafričko-nemački energetska program)
- ▶ Support for the Moroccan Solar Plan (DKT1 1)
(Podrška za marokanski solarni Plan)
- ▶ Promotion of least cost renewables in Indonesia (LCORE-INDO)
(Promocija najpovoljnijih obnovljivih izvora u Indoneziji)

Prevod na srpski jezik omogućio je program srpsko-nemačke razvojne saradnje „Razvoj održivog tržišta bioenergije u Srbiji“ koji sprovodi GIZ od septembra 2014. godine. Cilj ovog programa je jačanje kapaciteta i stvaranje povoljnih okvirnih uslova za održivo korišćenje biomase za dobijanje toplotne i električne energije.

ATEX. (2014). The European Parliament. DIRECTIVE 2014/34/EU on harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (recast).

BDC, D. G. (2015). Conceito de segurança para plantas de biogás. Berlin/Belo Horizonte.

Evropski komitet za normalizaciju (CEN). (2016). DIN EN ISO 7010.
Preuzeto sa <http://www.iso7010.de/iso-7010/>

DIN EN 60529: 2014-09. (kein Datum). Degrees of Protection Provided by Enclosures.

Hurst, P., & Kirby, P. (2004). Health, Safety and Environment: A Series of Trade Union Educational Manuals for Agricultural Workers. Geneve: International Labour Organisation.

Rohstoffe, F. N. (2013). Leitfaden Biogas: Von der Gewinnung zur Nutzung.
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).

SVLFG (2012). Aktuelle Entwicklungen bei der Anlagensicherheit von Biogasanlagen aus Sicht der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft. Berlin.

SVLFG. (2016). Technische Information 4. Kassel: Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau .

TRBA 214. (2013). Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe. Abfallbehandlungsanlagen.

TRBS 1112-1. (2010). Instandhaltung. Technische Regeln für Betriebsicherheit.

TRBS 2153. (2009). Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) TRBS 2153.
Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen.

TRGS 529. (2016). Technische Regeln für Gefahrstoffe. Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas.

TRGS 727. (2016). Technische Regeln für Gefahrstoffe. Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung.

TRGS 900. (2016). Technische Regeln für Gefahrstoffe. Arbeitsplatzgrenzwerte.

United, N. (2015). Globalno usklađeni sistem razvrstavanja i obeležavanja hemikalija. Njujork i Ženeva. preuzeto sa http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev06/English/ST-SG-AC10-30-Rev6e.pdf

Izdavač Fachverband Biogas e.V.
Dr. Claudius da Costa Gomez (V.i.S.d.P.),
Angerbrunnenstraße 12 · 85356 Freising · Nemačka
Phone +49 (0) 81 61-98 46 60
Fax +49 (0) 81 61-98 46 70
info@biogas.org, www.biogas.org

Urednik Fachverband Biogas e.V.

Autori Giannina Bontempo, Manuel Maciejczyk i Lucas Wagner
Clemens Findeisen, Mareike Fischer i Frank Hofmann

Prelom bigbenreklamebureau
www.bb-rb.de

Korice Fotolia_mihalec

Fotografije Fachverband Biogas e.V.

Status November 2016

ISSN 2510-487X

www.biogas-safety.org

Ova publikacija dostupna je i na engleskom, španskom,
francuskom, portugalskom i i indonežanskom jeziku.

www.biogas-safety.com

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Fachverband
BIOGAS

German Biogas Association
www.biogas.org