

At-VEJLEDNING

D.2.7
Februar 2002

Projektering og drift af biogasanlæg

Hvad er en At-vejledning?

At-vejledninger vejleder om, hvordan reglerne i arbejdsmiljølovgivningen skal fortolkes. At-vejledninger bruges til at

- uddybe og forklare ord og formuleringer i reglerne (lov og bekendtgørelser)
- forklare, hvordan kravene i reglerne kan efterkommes efter Arbejdstilsynets praksis
- oplyse om Arbejdstilsynets praksis i øvrigt på baggrund af bl.a. afgørelser og domme
- forklare arbejdsmiljølovgivningens områder og sammenhæng mv.

Tal i parentes henviser til listen over relevante At-vejledninger/-anvisninger/-meddelelser på bagsiden af At-vejledningen.

Er en At-vejledning bindende?

At-vejledninger er ikke bindende for virksomhederne, sikkerhedsorganisationerne eller andre, men vejledninger bygger på regler (lov og bekendtgørelser), der er bindende. Arbejdstilsynet vil ikke foretage sig mere i de situationer, hvor fx en virksomhed har fulgt en At-vejledning.

Virksomhederne kan vælge andre fremgangsmåder mv., men Arbejdstilsynet vil i så fald vurdere, om den valgte fremgangsmåde er lige så god og i overensstemmelse med reglerne.

Når en At-vejledning gengiver bindende metodekrav mv. fra lov eller bekendtgørelser, skal virksomhederne følge de pågældende metoder. Det vil altid fremgå tydeligt af en At-vejledning, når der gives bindende metodekrav mv.

Hvor findes information om At-vejledningerne?

Et emne kan være beskrevet i mere end én At-vejledning. Derfor er det en god idé at orientere sig på Arbejdstilsynets hjemmeside på Internettet på adressen www.arbejdstilsynet.dk.

I en overgangsperiode vil der stadig findes "gamle" At-meddelelser og At-anvisninger, der ligesom At-vejledningerne beskriver, hvordan arbejdsmiljølovgivningen kan overholdes. Med tiden vil alle At-meddelelser og At-anvisninger udgå, efterhånden som de afløses af At-vejledninger. Også her kan der hentes hjælp på Arbejdstilsynets hjemmeside.

Indhold

1. Konstruktion	4
1.1. Materialer	5
1.2. Materiel	9
1.3. Tryksikring	10
1.4. Gasfakkel (flare)	11
1.5. Zoneklassificering	11
1.6. Jordingsanlæg	11
1.7. Ventilation	11
1.8. Overvågning/styring	12
1.9. Bygningsforhold	12
2. Drift	13
2.1. Instruktion og træning	13
2.2. Driftsinstruktioner og -procedurer	13
2.3. Sygdomsrisici	15
2.4. Nødplaner	16
3. Vedligeholdelse og reparation af biogasanlæg	17
3.1. Forholdsregler før vedligeholdelse og reparation	17
3.2. Arbejdsplan	17

Biogasanlæg har risikofyldte aktiviteter og oplag, som brandmyndighederne og Elektricitetsrådet stiller krav til.

Nogle biogasanlæg har tidligere været omfattet af pligten til anmeldelse og godkendelse mv. af planer ifølge kapitel 6 i bekendtgørelsen om arbejdets udførelse. Kapitel 6 er ophævet, og reglerne er erstattet af bekendtgørelsen om kontrol med arbejdsmiljøet ved risiko for større uheld med farlige stoffer.

At-vejledningen henvender sig til alle virksomheder, der producerer biogas, fx følgende virksomhedstyper:

- Fællesbiogasanlæg
- Gårdbiogasanlæg
- Lossepladsgasanlæg
- Rensningsanlæg.

Formålet med vejledningen er

- at oplyse om krav til nye anlæg
- at foreslå forbedringer til eksisterende anlæg.

1. Konstruktion

Når et biogasanlæg projekteres, skal der bruges anerkendte normer/standarder som grundlag for de konstruktioner, der indgår i anlægget, fortrinsvis DS, DS/ISO, EN eller DIN.

Biogasanlægget skal udføres, som det er beskrevet i reglerne i bekendtgørelsen om indretning af tekniske hjælpemidler.

Tanke og reaktorer inkl. armaturer og den øvrige udrustning skal konstrueres og opstilles, så det regelmæssige vedligeholdelses- og reparationsarbejde kan foregå farefrit.

Anlæggets konstruktion skal være udformet, så der ikke utilsigtet kan ske returstrømning af gas eller biomasse.

Der skal være et tilstrækkeligt antal inspektionsåbninger og adgangslemme samt permanente adgangsveje, så det indvendige eftersyns- og vedligeholdelsesarbejde kan udføres forsvarligt.

Det anbefales, at der placeres observationsåbninger med glas, så svømmelaget kan ses under driften af anlægget.

Adgangselementerne skal have en størrelse, så der er adgang for personer iført luftforsynet åndedrætsværn eller åndedrætsværn med flasker.

Armaturer, der er monteret indvendigt i tanke og reaktorer, skal placeres så tæt på inspektionsåbninger og adgangselement, at inspektion, test og eventuel udskiftning kan udføres under rimelige ergonomiske forhold.

Der bør være mulighed for at kunne pumpe biomasse ud via studse i forskellige niveauer, så reaktorer eller tanke hurtigt kan tømmes under eventuel stormgæring.

1.1. Materialer

De vigtigste kriterier for at udvælge egnet materiale til konstruktion af biogas-anlæg er:

- Fremstillingsbetingelserne – det vil sige svejsbarhed, formbarhed mv.
- Driftsbetingelserne – det vil sige sejhed, slid, korrosion mv.

Der må ikke bruges kobberholdige materialer i armaturer, der kommer i forbindelse med biomasse eller urensset gas.

Generelt skal materialer til sikkerheds- og overvågningsudstyr vælges ud fra de skærpede krav, der kan stilles til armaturer, der skal fungere i berøring med aggressive stoffer og materialer. Inden bestilling af armaturer skal det vurderes, om armaturet vil blive udsat for aggressive stoffer eller materialer, der kan have indflydelse på udstyrets funktionsduelighed.

Ved valg af materialer skelnes der mellem følgende gaskategorier:

Kategori 1

Biogas rensset til naturgaskvalitet
Vanddugpunkt fra 0-4 bar ved -5 °C
Vanddugpunkt fra 4-80 bar ved -0 °C.

Kategori 2

Biogas rensset for aggressive stoffer, men ikke CO₂
Vanddugpunkt fra 0-4 bar ved -5 °C.

Kategori 3

Biogas, hvor kun vanddugpunkt er sænket – der renses eventuelt for aggressive stoffer i mindre omfang
Vanddugpunkt indendørs ved 20 °C
Vanddugpunkt udendørs minimum ved -5 °C.

Kategori 4

Ubehandlet biogas.

1.1.1. Tanke

Fortanke, blandetanke og lagertanke for afgasset biomasse udføres trykløse i henhold til gældende danske normer:

Glasfiberarmerede tanke udføres i overensstemmelse med:

- AD-Merkblætter N1
- ASME X
- De svenske Plastkärlnormer.

Reaktortanke og gaslagertanke, hvor der indeholdes eller kan udvikles et overtryk større end 0,1 bar, skal udføres, som det er beskrevet i bekendtgørelsen om trykbeholdere og rørsystemer under tryk.

Reaktortanke og gaslagertanke kan udføres af ikke-metalliske materialer, hvis deres egenskaber – resistens – over for indvendigt tryk, medie og udvendig påvirkning kan dokumenteres. Leverandørens anvisninger om opstilling, vedligeholdelse og reparation skal følges.

1.1.2. Varmevekslere

Varmevekslere til fremstilling af varmt vand skal opstilles, som det er beskrevet i Arbejdstilsynets forskrifter for ufyrede varmtvandsanlæg.

Generelt skal varmevekslere indrettes, så de er betjeningsvenlige, kan renses og inspiceres i nødvendigt omfang.

Materialet skal vælges, så der tages hensyn til den driftsform, der benyttes. Som udgangspunkt bør der vælges rustfrie materialetyper, når der er direkte kontakt med den urensede biomasse. Der skal dog tages hensyn til eventuel risiko for kloridinduceret spændingskorrosion.

1.1.3. Fundering

Fundering af tanke og beholdere skal udføres efter anerkendt norm/standard, så sætningsskader på anlægget undgås.

1.1.4. Isolering

Isoleringen af tanke og beholdere skal udføres af et ikke-brandbart materiale.

Isoleringsmaterialet skal dækkes af en klimaskærm, og isoleringsmetoden skal vælges, så der ikke optræder fugt, der kan give korrosion af tankene eller beholderne.

1.1.5. Dokumentation

Tanke og reaktorerers konstruktion, tryk- og tæthedsprøvning samt fundering skal kunne dokumenteres udførligt.

Leverandøren skal udarbejde eftersyns- og vedligeholdelsesvejledninger for alle væsentlige anlægsdele.

1.1.6. Rørledninger

Rørledningssystemer for henholdsvis biomasse og biogas skal konstrueres og fremstilles, så de har den nødvendige styrke til at modstå de driftspåvirkninger i anlægget, der må forudsættes. Rørsystemerne skal være sikret mod indre og ydre beskadigelser, fx tryk, temperatur, påkørsel og vejrlig.

Slanger, fittings, formstykker, flanger, armaturer m.m., der indgår i rørsystemet, hører med til rørledninger.

Et biogasanlægs rørledninger kan opdeles efter følgende anvendelsesområder:

- Vand-/varmerør
- Ledninger for biomasse
- Gas- og drænledninger med højst 0,1 baro, lavtryk
- Gas-kondensatledninger 0,1 til 4 baro, mellemtryk
- Gas-kondensatledninger 4 baro og derover, højtryk.

Der bør ikke fremføres urensset gas i højtryksområdet.

Vand- og varmerør med temperatur til og med 120 °C udføres efter relevante danske normer.

Rørsystemer til transport af biomasse over jorden kan udføres i ferritisk stål i handelskvalitet, hvis ikke andre myndigheder – fx miljømyndighederne – stiller skærpede krav.

Rørsystemer i gaskategori 1 og 2

Rørsystemet kan dimensioneres, udføres og kontrolleres i henhold til Gasreglementet afsnit B-4.

Rørsystemer i gaskategori 3

Ledninger i lavtryksområdet, højst 0,1 baro, kan udføres i st. 37.2 DIN 1629, syrefast, rustfrit stål som AISI 316 L eller tilsvarende.

Materialet skal leveres med dokumentation, der svarer til værksattest efter DS/EN 10204. 3.1.B.

Samlinger skal fortrinsvis udføres som fuldsvejste eller med påsvejseflanger. Svejsere skal være certificerede i henhold til DS 322 (skærpet certifikat) eller DS/EN 287-1 + A1/1997.

Kvalitetskrav: Kvalitetsniveau C efter DS/EN 25817.

Rustfrie stålør skal TIG-svejses under baggasdækning, medmindre der efter svejsningens færdiggørelse udføres en effektiv indvendig bejdsning.

Rørsamlinger med en nominel indvendig diameter på højst 50 mm kan samles ved hjælp af flanger eller kompressionsfittings.

Der kan bruges PE-rør efter DS 2131.2 og DS 2131.3, hvor ledninger er lagt i jord. Mekaniske overgangsstykker skal udføres efter DS 2199.0 til 2199.4.

Godstykkelsen skal dimensioneres, så der tages hensyn til forekommende laster – fx egenvægt, jordlast, temperaturændringer. Der skal dog som minimum regnes med et indvendigt overtryk på 10 bar, medmindre der er taget højde for eksplosionsrisikoen ved etablering af flammefælder, tilbageslagssikringer mv.

Der skal desuden medregnes et korrosionstillæg på minimum én mm, når der bruges stålrør af ferritisk kvalitet.

Ledninger i mellemtryksområdet, højst 0,1 til 4 baro, kan udføres i samme materialer som for lavtryksområdet og under samme betingelser med følgende skærper:

- Rør, der hører til kontrolklasse 2 i bekendtgørelsen om trykbeholdere og rørsystemer under tryk, skal konstruktionsgodkendes.
- Stålrør med indvendig diameter over 50 mm skal samles med svejsning. Svejsere skal være certificerede efter DS 322 – skærpet certifikat – eller DS/EN 287-1 +A1.

Kvalitetskrav: Kvalitetsniveau B efter DS/EN 25817.

Rørledninger skal dimensioneres for 10 bar overtryk, medmindre der er taget særlige hensyn til eksplosionsrisikoen.

Der skal medregnes et korrosionstillæg på minimum én mm, når der bruges stålrør af ferritisk kvalitet.

Svejsesamlinger skal undersøges med radiografi i et omfang, der svarer til 10 pct. af den totale svejselængde.

Materialekvaliteten skal dokumenteres med et certifikat, der svarer til DS/EN 10204, 3.1.B.

Der kan bruges PEM-rør efter DS 2131.2 til jordlagte ledninger. Svejsere skal have gyldigt udvidet plastsvejsapas med påtegning GAS efter DS 2383.

Rørsystemer i gaskategori 4

Rørsystemer i lav- og mellemtryksområdet skal udføres fuldsvejste i AISI 316L-kvalitet for jorddækkede ledninger eller som PEM-rør.

Svejsere skal have gyldigt certifikat efter DS 322 – skærpet certifikat – eller DS/EN 287-1+A1. Ved svejsning i PEM-rør skal svejseren have et gyldigt udvidet plastsvejsapas med påtegning GAS efter DS 2383.

Kvalitetskrav for stålrør: Kvalitetsniveau B efter DS/EN 25817 med et undersøgelsesomfang på mindst 10 pct. af den totale svejselængde.

Rustfrie stålrør skal TIG-svejses under baggasdækning, medmindre der efter svejsningens færdiggørelse udføres en effektiv indvendig bejdsning.

Stålrør skal leveres med værksattest efter DS/EN 10204, 3.1.B.

Rørledninger dimensioneres i øvrigt som for kategori 3.

1.2. Materiel

1.2.1. Armaturer

Armaturer skal være velegnede til formålet med driften både med hensyn til mekanisk styrke og driftssikkerhed. Armaturer bestilles efter en analyse af det pågældende medie. For ventiler skal der tages hensyn til egnetheden af de anvendte pakningsmaterialer. Egnetheden kan vurderes på baggrund af fabrikanstens anbefalinger eller prøvningsrapporter fra anerkendte prøvningsorganer, fx Danmarks Gasmateriel Prøvning (DGP).

1.2.2. Måleudstyr

Måleudstyr skal justeres/kalibreres efter den konkrete biomasse og biogassammensætning. Niveaumålingsudstyr i tanke skal fungere, så ind- og udpumpning af biomassen er styret og overvåget effektivt.

1.2.3. Ventiler

Automatiske og manuelle afspærringsventiler skal monteres, så der er taget hensyn til vedligeholdelse og betjening.

1.2.4. Flammespærrer

Anlægget skal etableres med flammespærrer og eksplosionssikringer mv., hvor der er et sikkerhedsmæssigt behov. Der skal fx være flammespærrer ved alle gasforbrugende installationer. Herunder gasfakler, gaskedler og gasmotorer, hvor der ikke sker en komprimering af gassen fra reaktoren.

1.2.5. Eludstyr

Eludstyr, fx omrøringsudstyr, der bruges i og ved lagertanke og biogasreaktorer, skal være udført i overensstemmelse med stærkstrømsbekendtgørelsen og være baseret på en zoneklassificering, der er godkendt af brandmyndighederne.

1.2.6. Gaskompressorer

Reglerne for gaskompressorer følger bekendtgørelsen om indretningen af tekniske hjælpemidler.

1.2.7. Gasmotorer

Gasmotorer skal opstilles efter kravene i DGP's gasreglement B-41.

1.2.8. Gaskedel/rampe

Gaskedler og ramper skal opstilles, så de opfylder retningslinjerne i Arbejdstilsynets regler for den konkrete kedeltype, fx Arbejdstilsynets forskrifter for fyrede varmtvandsanlæg samt DGP's regler for etablering af gasramper i gasreglement B-4.

Det er normalt gasleverandøren, som skal godkende gasrampen. Det anbefales at lade det regionale gasselskab foretage godkendelsen.

1.3. Tryksikring

Biogasanlæggets tanke, beholdere og rørledninger skal være udstyret med tryksikringsudstyr. Det skal sikre, at de nævnte anlægsafsnit ikke bliver udsat for et indre overtryk, der er større, end de er beregnet til.

Anlægget kan tryksikres efter følgende metoder:

1.3.1. Sikkerhedsventiler

Sikkerhedsventiler kan bruges på steder, hvor der ikke er risiko for tilklæbning, tilfrysning eller tilstopning i anlægget.

Det bør derfor primært være steder, hvor det er forudsat, at der kun afblæses biogas.

Afblæsningskapaciteten skal være beregnet på grundlag af det konkrete anlægs maksimale gasproduktion og øvrige anlægsudformning. Afblæsningen fra sikkerhedsventiler skal altid kunne foregå farefrit for de ansatte.

Hvis afblæsningsgas fra sikkerhedsventiler bliver antændt, må flammen eller varmen fra flammen ikke kunne påvirke andre anlægsdele, så der kan opstå skadelige påvirkninger og uheld.

1.3.2. Vandlåse

Vandlåse kan bruges som tryk- og vakuumsikring på reaktorer og beholdere. Der skal træffes forholdsregler mod tilfrysning eller tilstopning. Vandlåsene bør udstyres med en meldeanordning, der giver signal om gennembrud af vandlåsen, uanset om det er på grund af over- eller undertryk. Vandlåse bør desuden have en automatisk vanddosering.

1.3.3. Overflodsrør

Betegnelsen dækker et rør, der er i åben forbindelse med atmosfæren og fra toppen af biogasreaktoren er ført et stykke ned i selve biomassen.

Formålet med røret er at forhindre, at der sker skade på reaktoren i tilfælde af stormgæring.

1.3.4. Vakuumsikring

Biogasreaktorer og biogaslagertanke skal være forsynet med udstyr, der begrænser eller hindrer vakuum i biogassystemet. Vakuum kan medføre større belastninger, end konstruktionen er beregnet til. Vandlåse er en enkel metode til sikring mod vakuum.

Tankene kan udstyres med en vakuumventil. Det vil normalt forhindre vakuum i at opstå. API 200 kan bruges til at beregne kapaciteten for vakuumventilen.

Der skal træffes foranstaltninger mod, at der indsuges atmosfærisk luft i en mængde, der kan danne eksplosive blandinger i reaktoren. Det skal tages i betragtning, når det vurderes, om anlægget skal udstyres med vakuumsikring, og om der skal bruges vandlåse/vakuumentil. Det bør beregnes, hvor meget luft der kan suges ind, før en blanding er eksplosionsfarlig.

Biogasreaktoren kan udstyres med et anlæg, som forhindrer luft i at trænge ind i gassystemet. Anlægget aktiveres ved trykfald og indblæser inert gas eller biogas fra et lager med et højere tryk og tilstrækkelig kapacitet til at udligne et trykfald i systemet.

1.4. Gasfakkel (flare)

Gasafbrænding må ikke være til fare for de ansatte eller omgivelser. Derfor skal gasfaklen, som brænder overskudsgas af, opstilles efter brandmyndighedernes afstandskrav.

Gasfaklen skal have en automatisk tændingsmekanisme, der indgår i anlæggets styrings- og overvågningssystem.

Gasfaklen skal være udstyret med en flammespærrer, der hindrer gasflammer i at slå tilbage i gassystemet.

1.5. Zoneklassificering

I biogasanlæg vil der være områder og bygninger, der er omfattet af brandmyndighedernes bestemmelser om zoneklassificering. Det er bl.a. afgørende for, hvilket eludstyr der må bruges.

Ved større anlæg skal den lokale brandmyndighed stille krav om, at der udarbejdes en klassifikationsplan. Planen indgår i den projektvurdering, brandmyndigheden foretager, før en godkendelse kan gives.

1.6. Jordingsanlæg

Anlægget skal udstyres med udligningsforbindelser og jordingsudstyr for at forhindre, at der kan opbygges elektriske spændingsforskelle med efterfølgende gnistudladninger. Reglerne er beskrevet i stærkstrømsbekendtgørelsen.

1.7. Ventilation

Ventilation af bygninger, hvor der kan forekomme eksplosive gasser, skal ses som en del af zoneklassifikationsplanen. Derfor bør projekter om disse bygninger altid udformes i dialog med de lokale brandmyndigheder, der kan vurdere det konkrete projekt.

Ventilation af kedelrum, hvor der fyres med gas, skal udformes, som det er beskrevet i DGP's gasreglement B-4. Reglementet gennemgår forskellige ventilationsmåder.

Når ventilationsanlægget udformes, skal der tages hensyn til, at biogas er sammensat af dele, hvoraf nogle er lettere og andre er tungere end atmosfærisk luft.

1.8. Overvågning/styring

Anlæggets styrings-, regulerings- og overvågningssystem (SRO) skal være opbygget, så alle anlægsafsnit, der indgår i gasproduktionen, er effektivt overvåget og styret.

1.8.1. Sikkerhedsudstyr

Der skal etableres et fastfortrådet sikkerhedsudstyr, som er uafhængigt af SRO-systemet, hvis et anlægsafsnit bliver udsat for uheld, og SRO-systemet svigter. Udstyret skal gøre anlægget farefrit for personer og beskytte væsentlige anlægsdele mod uheld.

1.8.2. Nødstop

Der skal være centralt placeret nødstop, som i tilfælde af uheld eller brand kan aktiveres og udløse stop af fx pumper og kompressorer og lukke visse gasafspærringsventiler.

1.8.3. Gasdetekteringsanlæg

Gasdetekteringsanlæg, der kan øge ventilationen eller afspærre gasledninger og eludstyr i bygninger, indgår ofte i et zoneklassificeringsprojekt. Gasdetekteringsanlægget skal kontrolleres regelmæssigt via et afprøvnings- og serviceprogram.

1.8.4. pH-overvågning

Fejlgæring, herunder stormgæring, kan til en vis grad forudses ved overvågning af biomassens pH-værdi. Hvis pH-værdien falder til under det normale, indikerer det, at gasproduktionen er faldende. Det kan betyde risiko for begyndende stormgæring. Stormgæring kan imødegås ved at regulere pH-værdien, fx ved at tilsætte kalk.

1.9. Bygningsforhold

Bygninger og rum, hvor der opstilles måleudstyr eller gasforbrugende apparater, skal udføres efter bygningsreglementets og gasreglementets bestemmelser. Da der er risiko for gaslækager, skal rummene zoneklassificeres som beskrevet i afsnit 1.5. Det anbefales at bruge lette tagkonstruktioner, som i tilfælde af eksplosion kan virke trykaflastende. For de biogasanlæg, der er omfattet af bekendtgørelsen om kloakarbejde, er det et krav at bruge lette tagkonstruktioner.

Hvis der føres gasledninger ind i bygninger, kan afsnit 3.7 (3.7.14) i DGP's B-4 bruges som vejledende retningslinjer. Der skal tages hensyn til biogassens særlige egenskaber. Hvis biogasanlægget er omfattet af kloakbekendtgørelsen, skal gasledninger føres i jorden uden om bygninger.

2. Drift

2.1. Instruktion og træning

De ansatte, der er beskæftiget med driften, skal være instrueret og trænet i drift og almindelig vedligeholdelse af anlægget. De skal desuden have kendskab til de sikkerhedsregler, der skal overholdes, herunder hvordan uheld kan opstå, og hvordan de skal forebygges.

2.2. Driftsinstruktioner og -procedurer

Der skal udarbejdes arbejdsforskrifter for drift, rengøring, reparation og vedligeholdelse i et omfang, der sikrer, at arbejdet kan udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt.

Driften af biogasanlæg skal foregå efter skriftlige driftsinstruktioner og -procedurer. De skal være udarbejdet for alle væsentlige arbejdsprocesser, som indgår i anlæggets samlede drift.

Driftsinstruktioner og -procedurer skal udarbejdes på baggrund af leverandørens anvisninger og i samarbejde med virksomhedens sikkerhedsorganisation.

Det skal være beskrevet, hvilke forholdsregler der specielt skal tages for at hindre uheld på anlægget under den daglige drift.

Driftsinstruktionen skal føres ajour, når der foretages væsentlige ændringer på anlægget.

Følgende punkter skal som minimum indgå i instrukser og procedurer for anlægget, fordi de specielt tager hensyn til de sikkerhedsmæssige forhold:

- Opstart og nedlukning af anlæg
- Normal daglig drift
- Unormal drift
- Tømning og rengøring af anlæg
- Reparation og vedligeholdelse af anlæg.

2.2.1. Opstart og nedlukning af anlæg

I driftsinstruktionen skal der lægges særlig vægt på at beskrive problemet med gaskoncentrationens passage gennem det eksplosive område.

En metode til at sikre, at der ikke opstår gasekspllosioner i anlægget under opstart, kan fx være at fylde anlæggsdelen – herunder reaktortanken – med inert gas. Det forhindrer, at en eksplosion kan forekomme. En anden metode er, at gasblandingen under opstart bliver ledt væk på en sikker måde – eventuelt gennem toppen af reaktortanken – eller afbrændes i en gasfakkel. Ingen personer må opholde sig i det område, hvor gassen bliver ledt til. Desuden skal

det være sikret, at gassen ikke bliver tændt utilsigtet på grund af gnistdannelse.

Procedurerne ved nedlukning er beskrevet i afsnittet om vedligeholdelse og reparation af biogasanlægget, pkt. 3.2.4. - 3.2.6.

2.2.2. Normal daglig drift

Afsnittet skal beskrive, hvordan det daglige arbejde skal foregå, herunder en beskrivelse af procedurer for rengøring og personlig hygiejne.

I den daglige drift bør der føres en driftsjournal, hvor alle dagens hændelser vedrørende driften bliver registreret kortfattet.

Desuden skal journalen have et kvitteringssystem for driftsforhold, der skal kontrolleres med fastlagte intervaller.

Stikord:

- Ansvarshavende
- Hvem har ført dagbogen?
- Checkliste for daglig eftersyn – herunder bl.a. niveau- og temperatur- samt gaskvalitetsmåling
- Kalibrering af måleudstyr og detektorer samt kontrol af gasfakkel
- Hændelser af sikkerhedsmæssig betydning
- Afgivne ild- og arbejdstilladelser.

2.2.3. Unormal drift

Det, der kan betegnes som unormal drift, skal beskrives i driftsinstruktionen. Driftsinstruktionen skal også angive, hvad der skal foretages i forbindelse med disse hændelser.

Unormal drift kan fx være:

- For høj gasproduktion i forhold til normalforbrug
- For højt niveau i tanke og overfyldning
- Stormgæring
- Utætheder og lækager
- Ventilationssvigt
- Omrøresvigt
- Alarmer herunder gasalarm
- Instrumentluftsvigt.

Der kan være andre konkrete forhold, der skal tages stilling til og beskrives.

2.2.4. Tømning og rengøring af anlæg

Der kan være flere årsager til, at det er nødvendigt at tømme og rengøre et anlæg eller anlægsafsnit for enten biogas, biomasse eller begge dele. Oftest er årsagen, at der skal udføres eftersyns- og vedligeholdelsesarbejde eller akut ind- eller udvendigt reparationsarbejde på anlægget.

Af hensyn til sikkerheden er det vigtigt, at det samlede arbejde planlægges på alle væsentlige områder, før anlægget eller anlægsafsnit tømmes og eventuelt rengøres. Herefter skal arbejdet synliggøres ved hjælp af en nedskrevet arbejdsplan som beskrevet i afsnit 3.1 og 3.2.

Når arbejdsplanen skrives ned, hver gang der skal udføres væsentlige arbejder, som ikke indgår i de daglige driftsrutiner, vil det resultere i arbejdsplaner, der kan indgå i det fremtidige forebyggende eftersyns- og vedligeholdelsesarbejde. På den måde bliver data og erfaring om det konkrete anlæg samlet. Det kan på længere sigt minimere de samlede vedligeholdelsesomkostninger. Samtidig kan det være med til at sikre, at de ansatte kun udfører arbejde, der er planlagt og specielt tager hensyn til den særlige sikkerheds- og sundhedsmæssige fare, der vil være til stede, når der arbejdes på et biogasanlæg.

Der vil altid være eksplosionsfarlige og sundhedsskadelige stoffer og materialer til stede i et opstartet biogasanlægs forskellige rør- og beholderafsnit m.m. Derfor bør arbejdet planlægges og tilrettelægges grundigt.

Det skal derfor indskræpes over for de ansatte, som passer anlægget, at ethvert indgreb – det vil sige åbning i forbindelse med tømning og rengøring af anlægget – altid kan udgøre en fare, hvis der ikke er truffet passende og konkrete forholdsregler imod det.

Forholdsreglerne kan være som beskrevet i afsnit 3. Der kan være forhold på anlæggene, der skal tages særligt hensyn til ved tømning og rengøring.

Leverandørens anvisninger for drift og vedligehold skal indgå i planerne.

2.2.5. Reparation og vedligeholdelse af anlæg

Det er nødvendigt, at anlægget vedligeholdes løbende, så der ikke sker utilsigtede gasudslip i anlægget, der kan medføre brand og eksplosion. Vedligeholdelsen skal ske efter leverandørens anvisninger.

En metode, der sikrer, at eftersyns- og vedligeholdelsesarbejdet bliver udført i tide, er at udforme et systematisk og forebyggende vedligeholdelsessystem baseret på leverandørens anvisninger og driftserfaringer fra sammenlignelige anlæg.

2.3. Sygdomsrisici

På de fleste biogasanlæg produceres biogassen hovedsagelig ud fra gylle, der blandes med organisk industriaffald og/eller husholdningsaffald.

Hvor der håndteres slam og organisk husholdningsaffald, er der en risiko for, at de ansatte kan få en række sygdomme, der skyldes påvirkning fra mikroorganismer og/eller deres bestanddele. Påvirkningen sker formentlig primært ved indånding, men der er også mulighed for påvirkning via munden, især ved hånd-mund kontakt.

Der skal træffes effektive foranstaltninger i alle led for at undgå påvirkning fra mikroorganismer, organisk støv, endotoksiner og gasser.

Følgende forebyggelsesprincipper bør vurderes:

1. Lukkede anlæg
2. Højt rengøringsniveau
3. Personlig hygiejne
4. Personlige værnemidler.

2.4. Nødplaner

Hvis der er særlig fare for udslip af sundhedsfarlige stoffer, eller hvis der er særlig fare for brand, eksplosioner, ulykker e.l., skal der udarbejdes beredskabs-, evakuerings- og øvelsesplaner.

Beredskabsplanen udarbejdes på grundlag af en liste eller beskrivelse med eksempler på typiske uheld omfattende fx

- gasudslip fra rør, beholdere eller trykaflastningsåbninger
- forgiftningsuheld som følge af giftige gasser ved arbejde i lukkede rum, tanke eller brønde
- stormgæring/overløb af gæringsvæske/gylle
- brand/eksplosioner
- overfyldning af tanke.

En beredskabsplan skal indeholde:

1. Alarmerings- og evakueringsprocedurer, som omfatter:
 - Alarmering af den/de ansvarlige personer
 - Alarmering af de ansatte
 - Alarmering af eksternt beredskab
 - Iværksættelse af mod- og/eller beskyttelsesforanstaltninger
 - Evakueringsplan herunder samlingssteder.
2. Sikkerhedstavler eller -skilte:
 - Advarselsskilte, opslag mv. om særlige sikkerhedsforanstaltninger, fx vedrørende forgiftningsfare og brand/eksplosionsfare
 - En oversigt over, hvor sikkerhedsudstyr, fx masker, sikkerhedslinjer, ildslukkere og brandslanger, er placeret.
3. Nedlukning af anlæg:
 - En beskrivelse af, hvordan man skal forholde sig, når der i tilfælde af uheld skal foretages hurtig nedlukning af anlægget.
4. Tilkaldeliste:
 - En liste over virksomhedens interne specialister, som skal kontaktes
 - En liste over myndigheder, som skal kontaktes.

5. Øvelsesplaner:

- Der skal udarbejdes øvelsesplaner, som sikrer, at udstyr bliver afprøvet. De skal også øge viden om og erfaring med brug af udstyr og brug af procedurer i tilfælde af uheld.

Alle ansatte skal ved instruktion og øvelser være trænede i og fortrolige med planernes praktiske gennemførelse – herunder samarbejdet med lokale beredskabsmyndigheder.

Planerne skal til enhver tid holdes ajour med den gældende produktion og anlæggets indretning.

3. Vedligeholdelse og reparation af biogasanlæg

3.1. Forholdsregler før vedligeholdelse og reparation

Inden et arbejde på anlægget igangsættes, skal den ansvarlige og øvrige involverede vurdere, hvilke risici der er eller kan opstå i forbindelse med arbejdsprocessen. Vurderingen foretages med udgangspunkt i eksisterende drifts- og vedligeholdelsesinstruktioner.

Ud fra vurderingen opstilles en arbejdsplan, hvis omfang og detaljeringsgrad bør afhænge af det konkrete arbejde og de farer, det eventuelt rummer. Planen skal også angive, hvilke områder der kræver en arbejds- og ildtilladelse.

3.2. Arbejdsplan

En arbejdsplan kan fx indeholde:

- Instruktion af de ansatte
- Arbejds- og ildtilladelse
- Sikring af maskiner og maskinanlæg
- Afspærring og afblænding
- Udluftning, ventilation og inert gas
- Gasmåling og udstyr
- Brug af særligt værktøj
- Brug af personlige værnemidler
- Ophævelse af afspærring eller afblænding
- Tryk- og tæthedsprøvning
- Idriftsættelse.

3.2.1. Instruktion af de ansatte

Inden arbejdet begynder, skal de ansatte være instrueret i arbejdsprocesserne. Instruktionen gives på grundlag af den udarbejdede arbejdsplan og skal bl.a. omfatte eventuelle risici og forholdsregler. Personlige værnemidler og andet sikkerhedsudstyr skal forefindes, hvis der er behov for det.

Hvis arbejdet udføres af fremmede håndværkere, skal den ansvarlige for anlægget eller stedfortræderen give instruktionen. Instruktionen skal baseres på de fremmede håndværkeres kendskab til anlægget.

3.2.2. Arbejds- og ildtilladelse

Når der på det gasførende system eller i nærheden heraf skal udføres arbejdsprocedurer, der ikke indgår i de daglige driftsrutiner, bør der altid bruges arbejds- eller ildtilladelser, der er udarbejdet til det konkrete anlæg.

Tilladelserne, der er en tjekliste, kan sikre, at alle berørte anlægsafsnit systematisk gennemgås, og at alle nødvendige forholdsregler træffes, så de valgte arbejdsprocedurer kan udføres på en sikker måde. Det skal fremgå tydeligt af arbejds-/ildtilladelsen, hvad den omfatter, og hvilke forholdsregler der er truffet, samt hvor længe den gælder.

Tilladelsen bør altid underskrives af den person, der har ansvaret for driften af anlægget.

Om ildtilladelse henvises til Brandteknisk Vejledning nr. 19, "Klassifikation af brand- og eksplosionsfarlige områder".

3.2.3. Sikring af maskiner og maskinanlæg

Det skal sikres, at maskiner og anlæg ikke udsætter de ansatte for fare, hvis maskinerne ved et uheld startes eller går i gang af sig selv under vedligeholdelsesarbejdet eller reparationen. Her tænkes specielt på omrørere, pumper, blæsere og gaskompressorer. De skal være forsynet med en effektafbryder, der kan låses i afbrudt stilling. Det kan enten være hovedafbryderen eller en særlig sikkerheds- eller reparationsafbryder, der kan låses.

3.2.4. Afspærring og afblænding

Før en afspærring etableres, og mens anlægget stadig er lukket, er det hensigtsmæssigt at gennemskylle indvendige anlægsdele og rørfafsnit, hvor biomassen kan samle sig, så ventiler ikke hindres i lukning. Gennemskylningen har endvidere til formål at fjerne ansamlinger af biomasse, der eventuelt kunne udvikle gasarter under afspærringsproceduren.

Beholdere eller rørsystemer skal afspærres effektivt ved at montere blindflanger eller fjerne rørstykker. Det skal forhindre gas i at trænge frem til arbejdsstedet.

Lukning af en ventil må ikke betragtes som en effektiv gasspærring, når der udføres arbejdsoperationer på det gasførende system.

Hvis der ikke umiddelbart kan isættes blindflanger eller udtages rørstykker, undersøges det, om der ved lukning af et passende antal tætte ventiler, suppleret med åben dræn, ventilation eller inert gas kan etableres en effektiv gasafspærring.

Hvis der fjernes et rørstykke, skal det sikres, at der stadig er elektrisk udligningsforbindelse mellem anlægsdelene, så statisk elektricitet ikke medfører eventuelle gnistudladninger.

3.2.5. Udluftning, ventilation og inert gas

Når der er afspærret og afblændet, skal det sikres, at der ikke er eller kan opstå giftige eller eksplosive gasser, hvor der skal arbejdes. Det gælder uanset, om det drejer sig om tanke, røranlæg eller lukkede rum og specielt, hvor der manuelt skal fjernes biomasse på grund af tekniske fejl o.l.

Tanke og rør skal gennemventileres og rengøres eller fyldes med inert gas. Inert gas kan fx være kvælstof (N₂) eller kuldioxid (CO₂).

Det skal sikres via målinger, at der ikke er giftige eller eksplosionsfarlige gaskoncentrationer tilbage, som kan forårsage uheld, når det konkrete arbejde udføres.

Når der bruges inert gas, skal de ansatte instrueres om egenskaberne ved den anvendte type inert gas – herunder, at man ikke kan arbejde i den uden at bruge luftforsynet åndedrætsværn.

3.2.5.1. Udluftning med atmosfærisk luft

Der kan bruges mekanisk ventilation til fx at gøre en tømt, men ikke rengjort, tank gasfri. Det samlede udstyr, der bruges til ventilation, skal være i en udførelse, der sikrer, at gassen ikke antændes.

Det anbefales, at ventilation udføres ved indblæsning af luft via mandehul e.l. I forbindelse med montering af studs til indblæsning af luft kan der indblæses en pude inert gas for at mindske risikoen for eksplosioner og brand.

Den bortventilerede gasblanding, der kan være giftig, brand- eller eksplosionsfarlig, skal ledes til et sikkert sted, hvor den eventuelt kan afbrændes under forsvarlige forhold. Det kan fx ske i en gasfakkel med flammespærre.

Ventilationen skal fortsætte, indtil målinger i forskellige niveauer og områder i tanken viser, at gaskoncentrationen er mindre end fem pct. af den nedre eksplosionsgrænse.

Når værdien er opnået, kan flere dæksler fjernes forsigtigt. Ventilationen fortsætter derefter, indtil der ikke måles brand- eller eksplosionsfarlige gasser nogen steder i tanken i minimum en time.

Gasmålingerne kan udføres ved at sænke en sonde ned i forskellige niveauer og områder af tanken. Selv om målinger viser, at der ikke er gasarter i tanken, skal der alligevel altid udvises omtanke og forsigtighed. Årsagen er, at der vil kunne frigives giftige samt brand- og eksplosionsfarlige gasser fra ansamlinger af biomasse. De vil være til stede, så længe der ikke er foretaget en grundig rengøring indvendigt i tanken.

Hvis der skal udføres arbejde i tanken, der kan medføre antændelse af eventuelle gasser, skal der gøres grundigt rent overalt, hvor biomassen kan være samlet, før arbejdet begyndes. Rengøringen skal følges op af målinger for gasser.

Under rengøringsarbejdet i tanken er det nødvendigt at bruge luftforsyning åndedrætsværn samt sikkerhedssele og -line. Sikkerhedslinien skal være gjort fast til et etableret hejseudstyr.

Der skal være placeret en medarbejder med samme udstyr ved indgangen til tanken. Formålet med denne medarbejder er, at han skal overvåge arbejdet i tanken og kunne gribe ind, såfremt der viser sig behov herfor. Han må ikke forlade stedet og skal være i kontakt med den/dem, der arbejder inde i tanken. Kontakten kan i visse arbejdsituationer opretholdes ved hjælp af radio eller telefon, etableret enten som øretelefon eller i høreværn.

3.2.5.2. Brug af inert gas

Ved gnistgivende arbejde udvendigt på tanke og rør, hvor det af forskellige årsager ikke er muligt at ventilere og rengøre indvendigt, så der er gasfrit, kan der undtagelsesvis etableres en alternativ metode, der rigtigt udført kan sikre, at tanke eller rør ikke indeholder brand- eller eksplosionsfarlige gasblandinger.

Metoden bygger på det princip, at gassen i tanken eller røret fjernes ved indblæsning af en inert gas.

Hvis der bruges inert gas, må det sikres (ved løbende målinger), at der overalt i tanken eller røret sker en tilstrækkelig opblanding og fortrængning, så der ikke er områder af eksplosive gasarter. Dette forhold må vurderes og indgå i de konkrete arbejdsprocedurer.

Inert gas kan fx være kvælstof (N_2) eller kuldioxid (CO_2).

Der kan hentes vejledning i Brandteknisk Vejledning nr. 19, der er udgivet af Dansk Brandteknisk Institut.

3.2.6. Gasmåling og udstyr

I forbindelse med udluftning, mekanisk ventilation eller brug af inert gas skal der løbende foretages et antal målinger, der viser indholdet af giftige eller eksplosive gasarter samt iltindholdet.

Biogassen består af ca. 50-75 pct. metan (CH_4), ca. 25-50 pct. kuldioxid (CO_2), ca. 0-1 pct. svovlbrinte (H_2S) samt brint (H_2), kvælstof (N_2) og andre luftarter i mindre mængder.

Biogassens nedre og øvre eksplosionsgrænse – på engelsk LEL, Lower Explosive Limit, og UEL, Upper Explosive Limit – er ikke altid de samme, men kan variere. Vejledende grænser er ca. 2 pct. for LEL og ca. 16-18 pct. for UEL.

3.2.6.1. Eksplosiometer

Målingerne bør foretages med et eksplosiometer, der er kalibreret til den eller de gasarter, man vil måle koncentrationen af. Eksplosiometeret kan kun fungere, hvis der er et iltindhold på minimum 12 pct., idet apparatets Ex-målecelle ellers ikke fungerer. Der skal derfor altid måles for iltindhold samtidigt, idet man ellers kan få et fejlagtigt indtryk af gaskoncentrationen.

Det er vigtigt at vide, at eksplosimeterets Ex-cellekatalysator kan blive påvirket af biogassens forskellige stoffer fx svovlbrinte (H_2S), hvorved følsomheden nedsættes.

Der bør derfor altid foretages følsomhedskontrol før og efter hver måling. Apparatet skal kontrolleres og vedligeholdes efter leverandørens anvisninger.

Personer, der udfører gasmålingerne, skal være grundigt instrueret i brugen af eksplosimeteret – herunder den rigtige indstilling – samt terminer for kalibrering.

Hvis virksomheden ikke selv kan påtage sig at udføre de nødvendige målinger, skal de udføres af et anerkendt firma.

3.2.7. Brug af særligt værktøj

Der skal bruges værktøj og lamper med nedsat spænding, når der arbejdes i eller på ståltanke eller beholdere, der er erklæret gasfrie. Stærkstrømsbekendtgørelsen indeholder nærmere vejledning.

3.2.8. Ophævelse af afspærring eller afblænding

Når det planlagte arbejde er udført, ophæves og fjernes alle afspærringer og afblændinger.

Hvis der skal udføres en tæthedsprøvning til at kontrollere det udførte arbejde, skal det vurderes, om afspærring/afblænding skal fjernes før eller efter tæthedsprøvningen.

Det er vigtigt, at arbejdet med at fjerne blændinger eller afspærringer foretages systematisk, så der ikke overses/glemmes noget. Det gælder specielt, hvor måle- eller sikkerhedsudstyr har været afspærret.

3.2.9. Tryk- og tæthedskontrol

Før driften sættes i gang efter vedligeholdelsesarbejde eller reparationsarbejde, der har medført indgreb i gassystemet, skal der foretages en tæthedsprøvning af alle samlinger, der har været adskilt.

Hvis der udskiftes eller monteres nye anlægsdele, skal præfabrikerede samlinger være testet for utæthed, hvis de ikke kan tæthedsprøves med de øvrige samlinger. Gasreglementets afsnit B-4 kan bruges som vejledende retningslinjer.

3.2.10. Brug af personlige værnemidler

Såfremt det er nødvendigt at anvende personlige værnemidler skal de være egnede til det konkrete arbejde, der skal udføres.

3.2.11. Idriftsættelse

Før driften sættes i gang, kan det være nødvendigt at teste styrings-, regulerings- og overvågningsudstyret, hvis det er blevet berørt af reparation eller vedligehold. Herunder skal det kontrolleres, om alle målepunkter og forbindelser stadig stemmer overens med de oprindelige samt om setpunkter skal justeres.

Det er den ansvarlige for anlægget, der giver den endelige tilladelse til idriftsættelse, efter at reparations- og vedligeholdelsesarbejder er færdige, og anlægget er kontrolleret og færdigmeldt.

Jens Jensen



Arbejdstilsynet – Landskronagade 33 – 2100 København Ø
Telefon 39 15 20 00 – Fax: 39 15 25 60 – E-post: arbejdstilsynet@arbejdstilsynet.dk

Prepress: HellasGrafisk ApS – Tryk: Phønix-Trykkeriet A/S