

Gårdsbiogashandbok

©Svenskt Gastekniskt Center – April 2009



Kjell Christensson (projektledare)

Lovisa Björnsson

Stefan Dahlgren

Peter Eriksson

Mikael Lantz

Johanna Lindström

Maria Mickelåker

Håkan Andersson

SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat eller dylikt i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns på SGC's hemsida www.sgc.se.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, E.ON Gas Sverige AB, E.ON Sverige AB, Lunds Energikoncernen AB (publ), Göteborg Energi AB, och Öresundskraft AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

Svenska Biogasföreningen
Svenska Gasföreningen
Lantbrukarnas Riksförbund
Biogas Syd
E.ON Gas Sverige AB
Göteborg Energi AB
Läckeby Water AB

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Jörgen Held

SAMMANFATTNING

En mycket stor del av den totala råvarupotentialen för biogasproduktion finns inom lantbruket. Råvarupotentialen av gödsel i Sverige uppgår till 4 – 6 TWh. Inom lantbruket finns dessutom restprodukter från växtodling samt en stor potential i form av energigrödor (ca 7 TWh) som skulle kunna utnyttjas för biogasproduktion. I enbart restprodukter från lantbruket (gödsel och växtrester) har potentialen beräknats till cirka 8 – 10 TWh.

En ökad biogasproduktion inom lantbruket skulle ge stora miljöeffekter då bland annat gödsel, som idag läcker metangas till atmosfären, skulle kunna rötas. När den producerade biogasen ersätter fossilt bränsle uppnås en samlad miljöeffekt som är högst betydande.

Denna skrift handlar om biogasanläggningar för lantbruk och sådana anläggningar som ej har omfattande transporter av olika råvaror, som gödsel, avfall mm. Till grund för bokens upplägg ligger en kursplan som Biogas Syd tagit fram för sin kursverksamhet för lantbrukare, rådgivare mfl. Skriften belyser väsentliga moment i planering och byggnation av biogasanläggning, från råvarutillgång och teknik till dimensionering av anläggning, användning av biogas och anläggning av lokala gasnät. Vi har också sett det som angeläget att framhålla den lagstiftning som avser byggnation och drift av biogasanläggning.

Investeringskostnader belyses översiktligt, men boken innehåller ej några omfattande ekonomiska kalkyler, eftersom vi tror att sådana beräkningar kräver sin egen avhandling i form av kalkylexempel, baserade på olika förutsättningar.

Som avslutning finns ett avsnitt ”Gårdsbaserad biogas – från idé till realitet” där hela processen från analys och förprojektering till tillsyn och kontroll av anläggning under drift beskrivs kortfattat.

ABSTRACT

A very large share of the total raw material potential for biogas production will be found within the agriculture. The raw material potential of manure in Sweden amounts to 4 - 6 TWh. Within the agriculture there is moreover a big potential in the form of residues from plant cultivation and non-food crops (approximately 7 TWh) that can be used for biogas production. The potential for biogas production from only residues and manure is around 8-10 TWh.

An increased biogas production within the agriculture would give significant environmental effects. Among other things manure, that today is leaking methane gas to the atmosphere, can be fermented, and through this process the methane losses will be mainly reduced. When the produced biogas replaces fossil fuel, an overall environmental effect will be reached, that is highest significant.

This manual acts, in principle, about biogas plants for agricultures and such plants that do not have extensive transports of different raw materials, as manure, wastes etc. One of the starting points for this manual's set-up is a course plan that Biogas Syd made for the courses they give for farmers, advisors and others. The manual illustrates important aspects in planning and construction of biogas plants, from raw material and technology to dimensioning of plant, use of biogas and planning of local gas grids. We also think it is important to illustrate the legislation that encloses construction work and operation of biogas plant.

Investment costs are also illustrated, but the book does not give any extensive economic calculations, since we believe that such calculations need their own dissertation in the form of calculation examples, based on various conditions.

As closure, a section is "Biogas on farm - from idea to reality" where the entire process from analysis and pre-planning to monitoring and control of plant during operation is described briefly.

FÖRORD

Denna bok handlar om biogasanläggning för lantbruk och är ämnad framförallt för lantbrukare som planerar att producera biogas på sina gårdar, antingen själv, eller tillsammans med kollegor. Vår förhoppning är att denna skrift ska kunna utgöra ett värdefullt stöd vid planering, projektering, upphandling och drift av biogasanläggningar på gårdsnivå. Vi hoppas även den ska kunna användas av rådgivare och som kursmaterial vid olika utbildningar.

När vi tagit fram boken har följande personer medverkat:

Johanna Lindström, Hushållningssällskapet Väst

Lovisa Björnsson, Envirem AB

Maria Mickelåker, Hushållningssällskapet Kristianstad

Mikael Lantz, Envirem AB

Peter Eriksson, Hushållningssällskapet Väst

Stefan Dahlgren, Svenska Gasföreningen

Håkan Andersson, LRF

Redigering:

Annika Sällvik, Agellus

Referensgrupp:

Anneli Petersson, Svenskt Gastekniskt Center (SGC)

Emelie Persson, Biomil AB

Lars-Gunnar Johansson, LRF

Mats Edström, JTI

Stefan Dahlgren, Svenska Gasföreningen (SGF)/
Svenska Biogasföreningen (SBGF)

Projektledare:

Kjell Christensson, Biogas Syd

Bilder:

Bilder och illustrationer kommer från Biogas Syd, där inget annat anges.

INNEHÅLL

1. Inledning	11
1.1. Bakgrund och syfte	11
1.2. Avgränsningar	11
1.3. Biogasprocessen, gasens sammansättning och egenskaper	11
1.3.1. Biogasprocessen	11
1.3.2. Biogasens sammansättning	12
1.3.3. Biogasens egenskaper	13
1.3.4. Hälsofara	14
2. Råvarutillgång	15
2.1. Organiskt material	15
2.1.1. Metanutbyte	15
2.2. Tillgängliga råvaror	16
2.2.1. Råvaror från Lantbruket	16
2.2.2. Slam från Reningsverk	16
2.2.3. Restprodukter från Industrin	17
2.2.4. Avfall från park och trädgård	18
2.2.5. Olika sorters matavfall	18
2.3. Råvaror och biogasutbyten	18
2.3.1. Teoretiska metanutbyten	18
2.3.2. Råvaran och processen påverkar metanutbytet	19
2.3.3. Typiska metanutbyten	20
2.4. Att beakta vid användning av avfall	21
2.4.1. Hygienisering	21
2.4.2. Hushållsavfall	22
3. Biogassystemet	23
3.1. Biogassystemets komponenter	23
3.1.1. Mottagning, förbehandling, omrörning och röt-kammare	24
3.1.2. Biogödselsystemet	24
3.1.3. Gassystemet	24
3.2. Förbehandling och inmatning	25
3.2.1. Frånskiljning	25
3.2.2. Finfördelning av material	25
3.2.3. Förlagring	26
3.3. Hygienisering	26
3.4. Röt-kammare	26
3.4.1. Kontinuerligt omrörd röt-kammare	28
3.4.2. Andra processlösningar	28
3.5. Omrörning	29
3.5.1. Mekanisk omrörning	29

3.6.	Uttag av gödsel.....	30
3.7.	Uttag av gas.....	31
3.8.	Gasanalytutrustning.....	31
3.8.1.	Flödesmätning.....	31
3.9.	Rötrestlager	32
4.	Dimensionering av anläggning	33
4.1.	Teknikval.....	33
4.2.	Temperatur	33
4.3.	Processparametrar	33
4.3.1.	Organisk belastning	33
4.3.2.	Uppehållstid	34
4.4.	Dimensioneringsexempel.....	34
4.4.1.	Råvaruinventering.....	34
4.4.2.	Uppehållstid och organisk belastning	34
4.4.3.	Hur påverkas processen av valda driftsparametrar?	35
4.4.4.	Val av uppehållstid och organisk belastning	36
5.	Användning av biogas	37
5.1.	Rening och kvalitetshöjning av Biogas.....	37
5.1.1.	Avskiljning av svavel.....	37
5.2.	Avvattning av gas.....	38
5.2.1.	Markslinga	38
5.2.2.	Kyltork	39
5.2.3.	Absorptionstork	39
5.2.4.	Torkning genom trycksättning.....	39
5.2.5.	Tryckhöjning.....	39
5.2.6.	Maskinell utrustning för tryckhöjning	39
5.3.	Övrig användning av biogas.....	40
5.4.	Uppgradering av gas	40
5.5.	Kraftvärme	41
5.5.1.	Motorer	41
5.5.2.	Gasturbin.....	42
5.6.	Anslutning till elnätet.....	42
5.6.1.	Elmarknaden	43
5.7.	Skatter	45
6.	Anläggning av lokala gasnät	46
6.1.	Gasnät.....	46
6.2.	Tillstånd för gasledning.....	47
6.3.	Dragning av gasledning.....	47
6.4.	Skyddsvärda områden	47
6.4.1.	Strandskydd	48
6.5.	Drifttryck.....	48

6.6.	Distributionsnät	49
6.7.	Ledningar i mark	49
6.8.	Rörmaterial	49
6.9.	Ledningsgrav	49
6.10.	Samförläggning	49
6.11.	Minsta tillåtna avstånd	50
6.12.	Korsningar	52
6.13.	Besiktning och kontroll	53
6.14.	Gastork	53
6.15.	Ledningar	54
6.16.	Rör	54
7.	Investeringskostnader för anläggning av biogasanläggning.....	55
7.1.	Biogasanläggningen	55
7.2.	Kraftvärme	57
7.3.	Gasen	58
7.3.1.	Kostnader vid torkning och tryckhöjning	58
7.3.2.	Kostnader för gasanaslystrustning	58
7.3.3.	markledning	58
8.	Lagstiftning för biogasanläggningar och gassäkerhetsregler	60
8.1.	Inledning	60
8.1.1.	Miljöbalken (MB) (SFS 1998:808).....	60
8.1.2.	Lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE) (SFS 1988:868)...	60
8.1.3.	Arbetsmiljölagen (AML) (SFS 1977:1160).....	60
8.1.4.	Lagen om skydd mot olyckor (LSO) (SFS 2003:778).....	61
8.1.5.	Plan- och bygglagen (PBL) (SFS 1987:10)	61
8.1.6.	Ellagen (EL) (SFS 1997:857)	61
8.1.7.	Sevesolagen	61
8.1.8.	Väglagen	61
8.1.9.	Hygienisering av naturgödsel	61
8.2.	Riskbedömning och riskanalys för gasanläggningar.....	62
8.2.1.	Riskbedömning	62
8.2.2.	Riskanalys	63
8.3.	Tillståndprocessen	63
8.4.	Tillstånd och ansökan.....	64
8.4.1.	Tillstånd enligt Miljöbalken.....	64
8.4.2.	Ansökan Miljöbalken.....	65
8.4.3.	Tillstånd enligt LBE.....	66
8.4.4.	Bygglov enligt PBL	66
8.5.	Ansvarsfördelning under uppförande av byggnader och anläggningar ..	67
8.5.1.	Krav enligt LBE.....	68
8.5.2.	Krav enligt AML	68

9. Drift och underhåll	70
9.1. Allmänt.....	70
9.2. Instruktioner	70
9.3. Underhåll och kontroller	70
9.4. Nödläge	70
10. Gårdsbaserad biogas – från idé till realitet.....	72
10.1. Byggprocessen	72
10.1.1. Analys	72
10.1.2. Förprojektering	73
10.1.3. Färdigprojektering	73
10.1.4. Upphandling.....	74
10.1.5. Produktion och förvaltning	74
10.2. Lagar och förordningar i byggprocessen.....	75
10.2.1. Bygglov och bygganmälan	75
10.2.2. Arbetsmiljölagen.....	75
10.2.3. Brandskydd	76
10.2.4. Väglagen	76
10.2.5. Ellagen	76
10.2.6. Riskbedömning och riskanalys	76
10.3. Kontroll av färdig anläggning	77
10.3.1. Avsyning enligt LBE	77
10.3.2. Installationsbesiktning enligt AML	78
10.3.3. Slutbevis enligt PBL	78
10.3.4. Elbesiktning	78
10.4. Tillsyn, kontroll av anläggning under drift	78
10.4.1. Tillsyn enligt LBE	79
10.4.2. Tillsyn av arbetsmiljön enligt AML	79
10.4.3. Kontroll enligt LSO	79
10.4.4. Tillsyn enligt Miljöbalken	80
10.4.5. Tillsyn enligt EL	80
10.5. CE-märkning	80
10.6. Kontrollorgan	80
11. Ordlista och förkortningar	82
12. Bilaga 1 Myndigheter	88
13. Bilaga 2 Lagar	90

1. INLEDNING

1.1. BAKGRUND OCH SYFTE

Denna handbok handlar om biogasanläggningar för lantbruk, och är ämnad framförallt för lantbrukare som planerar att producera biogas på sina gårdar, antingen själv, eller tillsammans med kollegor.

Till grund för handbokens upplägg ligger den kursplan som Biogas Syd tagit fram för sin kursverksamhet för lantbrukare och rådgivare. Innehållsmässigt ligger många avsnitt i handboken nära innehållet i BGA 05 (Biogasanvisningar, Svenska Gasföreningen 2005). Stor vikt har lagts på att föra fram de lagar och regler som biogasanläggningar omfattas av, inte minst olika säkerhetsföreskrifter.

Vår förhoppning är att handboken ska kunna utgöra ett värdefullt stöd vid planering, projektering, upphandling och drift av biogasanläggningar på gårdsnivå. Vi hoppas även att handboken även ska kunna användas av rådgivare och som kursmaterial vid olika utbildningar.

1.2. AVGRÄNSNINGAR

Vi har, med denna handbok, i första hand tänkt på anläggningar som ej har omfattande transporter av olika råvaror som gödsel, avfall mm.

Handboken innehåller ej några omfattande ekonomiska kalkyler, eftersom vi tror att sådana beräkningar kräver sin egen avhandling i form av kalkylexempel, baserade på olika förutsättningar. När det gäller ekonomi har vi begränsat oss till att åskådliggöra investeringsnivåer för olika alternativ.

När inget annat anges så avses de förhållanden som gällde 2008.

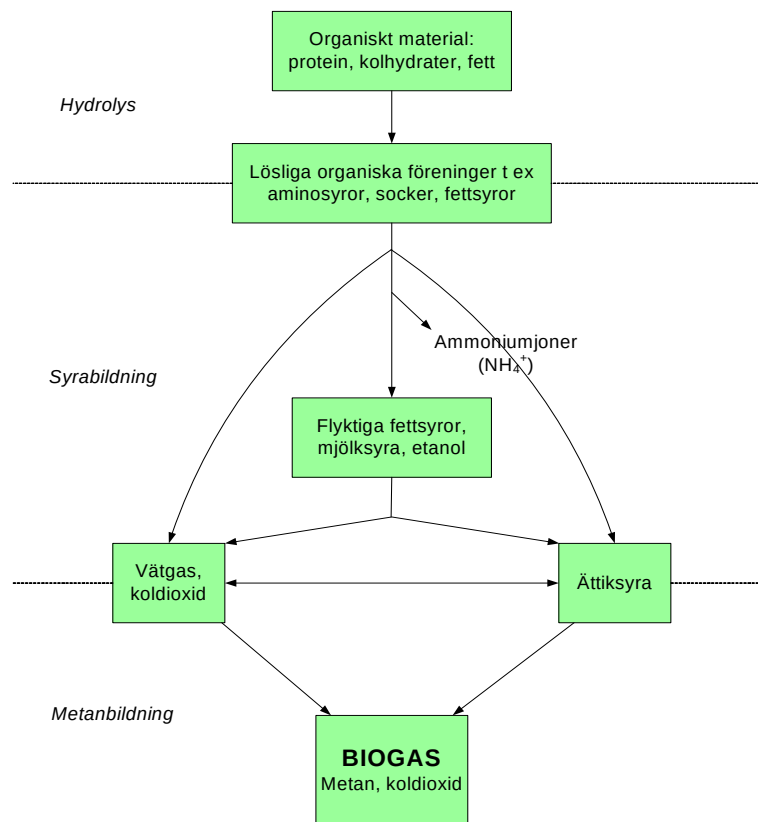
1.3. BIOGASPROCESSEN, GASENS SAMMANSÄTTNING OCH EGENSKAPER

1.3.1. BIOGASPROCESSEN

Biogas bildas genom bakteriell nedbrytning av organiskt material i syrefri miljö. Processen sker naturligt i exempelvis sumpmarker, men kan även ske under kontrollerade former i ett slutet system i en röt-kammare. Fukthalt och temperatur optimeras i röt-kammaren för att ge en hög biogasproduktion vilket i praktiken innebär en TS-halt på cirka 9 % och en temperatur omkring 37°C (mesofil rötning) eller 55°C (termofil rötning). Organiskt material för rötning kan vara avfall från hushåll och restauranger, grödor som vall, majs och betor eller restprodukter som blast och gödsel.

Nedbrytningsförloppet av det organiska materialet kan förenklat delas upp i tre steg (1) hydrolys, (2) syrabildning och (3) metanbildning. Varje steg i nedbrytningen utförs av specialiserade bakteriegrupper. I en miljö med lågt pH hämmas

metanbildningen (steg 3) vilket inte gäller nedbrytningssteg 1 och 2 i samma utsträckning, se figur 1.1.



Figur 1.1 Nedbrytningsprocessen för biologiskt material (BGA 05).

De temperaturnivåer som är tekniskt mest intressanta brukar vara kring antingen 37°C (mesofil) eller 55°C (termofil). Vid en temperatur kring 60-70°C upphör gasproduktionen. Nedbrytningshastigheten är i normalfallet högre vid termofil än vid mesofil rötning. Den producerade biogasen antar vid rötningen processtemperatur men kan kylas ner då den förs vidare. Då temperaturen sänks minskar nedbrytningshastigheten i processen och vid temperaturer under 17°C är minskningen av metanbildning kraftig. Behandlingstiden för biologiskt material brukar vara cirka 15-25 dygn. Därmed omvandlas i storleksordningen 50-80 % av det biologiska materialet till biogas. Däremot finns en kvarvarande metanproduktionspotential i det utrötade materialet och risk för metanavgång vilket motiverar kylning eller ett efterröttningssteg.

1.3.2. BIOGASENS SAMMANSÄTTNING

Biogas består huvudsakligen av metan (CH₄) och koldioxid (CO₂). Den energibärande komponenten i biogasen är metangasen. Sammensättningen på biogasen varierar beroende på val av rötsubstrat samt på produktionsprocessens utformning. Exempelvis medför ett fett och proteinhaltigt material högre metanhalt medan kolhydratrika material ger lägre metanhalt. Nyproducerad biogas är vanligen mättad med vattenånga. Ju varmare gasen är desto större är vatteninnehållet. När ga-

sen kyla kondenserar vattnet ut vilket medför att halterna av kvarvarande gaserna ökar.

Biogasen kan även innehålla svavelföreningar som känns igen på lukten, som av ruttet ägg. Koncentrationerna av svavelföreningar är relativt låga vid rötning av gödsel medan rötning av till exempel slakteriavfall ger högre koncentrationer. Svavelväte (H_2S) är den vanligaste svavelföreningen. Redan vid mycket låga halter är svavelväte en giftig och mycket korrosiv gas. I vissa användningsområden ställs krav på mycket låga svavelhalter på grund av risken för korrosion och beläggningar. I tabell 1.1. redovisas vanliga gaskomponenter i biogas från rötning av organiskt avfall samt ungefärliga halter av de ingående komponenterna.

Beroende på hur gasen används ställs olika krav på biogasen. Generellt gäller att om gasen ska användas eller transporteras, och därvid trycksättas, så måste den avfuktas (torkas). Då gasen ska nyttjas för värmeproduktion, i gaspanna, eller för kraftvärmeproduktion i gasmotorer ställs även krav på att svavelhalten skall ligga under högsta tillåtna värde. Då biogas används som drivmedel eller injiceras på naturgasnät måste den dessutom ha ett specificerat energiinnehåll.

Förutom ovan nämnda ämnen finns i biogas ett flertal ämnen i låga koncentrationer som frigörs i processen. Vanligt är att aceton, men även alkoholer kan återfinnas.

Tabell 1.1. Sammansättning på nyproducerad biogas, vid rötning av organiskt avfall samt ungefärliga halter av de i gasen ingående komponenterna

Ämne	Biogas från organiskt avfall (vol %)	
Metan	55-80	
Koldioxid	20-45	
Kväve	0-1	
Syre	Spår	
Väte	Spår	
Svavelföreningar	50-2000	(ppm)

1.3.3. BIOGASENS EGENSKAPER

Metan och torr biogas med hög metanhalt har lägre densitet än luft och tenderar därför att stiga uppåt. Gaser har dock en generell strävan att blanda sig med varandra och inte separera, vilket innebär att biogas som släpps ut i ett rum strävar efter att blanda sig med hela luftvolymen, men påverkas givetvis av ventilationen i rummet.

Om gasen har låg metanhalt och hög halt av koldioxid kan biogasen vara tyngre än luft och den tenderar då initialt att sjunka mot golvet. Då metangasen och koldioxiden sedan separerar så stiger metanet medan koldioxiden sjunker i luftpelaren.

Brännbarhetsområdet för biogas och metan ligger mellan dess undre explosionsgräns (LEL) och övre explosionsgräns (UEL), se tabell 1.2. Med detta menas den undre procentuella antändningsgränsen för inblandning i luften (LEL) och den

övre procentuella antändningsgränsen för inblandning i luften (UEL). Metanet i luften kan alltså inte antända då halten ligger utanför dessa gränser. Då biogas kan ha olika halter kan explosionsgränserna, gasens procentuella inblandning i luften, variera något, se tabell 1.2 för några exempel. I tabellen framgår även gasens kokpunkt samt övre och undre värmevärde i kWh/Nm³. Nm³ betyder normalkubikmeter. Tillägget normal används för att visa att värdet gäller vid 0°C och en atmosfärs tryck. Detta på grund av att gasinnehållet i en kubikmeter varierar med tryck och temperatur.

Biogas tillhör explosionsgrupp IIA, och Temperaturklass T1, enligt ADR.

Nyproducerad biogas är vanligtvis mättad med vattenånga. Vid tryckökning och vid temperatursänkning fälls vatten ut som kondens. Detta förhållande kan orsaka störningar vid transport och användning. Om fuktig gas trycksätts i gaskärl kan kondenserat vatten orsaka korrosionsskador på tryckkärlet. Vid ledningstransport, då både trycket höjs och temperaturen i omgivningen varierar kan kondenserande vatten orsaka stopp i ledningen då det ansamlas i ledningens lägst belägna delar. Vid användning kan kondens orsaka korrosion och förslitning i de gasapparater som används. Biogasen är korrosiv beroende på dess innehåll av framförallt vatten, svavelväte och koldioxid.

Tabell 1.2. Egenskaper hos biogas vid olika produktionssätträknat på torr gas

Ämne	Biogas med 60 % metanhalt (ca. 40 % koldioxid)	Metan (100 %)
Kokpunkt °C	-	-161,5
Övre värmevärde (kWh/Nm ³)	6,64	11,06
Undre värmevärde (kWh/Nm ³)	5,98	9,97
LEL(% vol.)	7	4
UEL(% vol.)	28	17

1.3.4. HÄLSOFARA

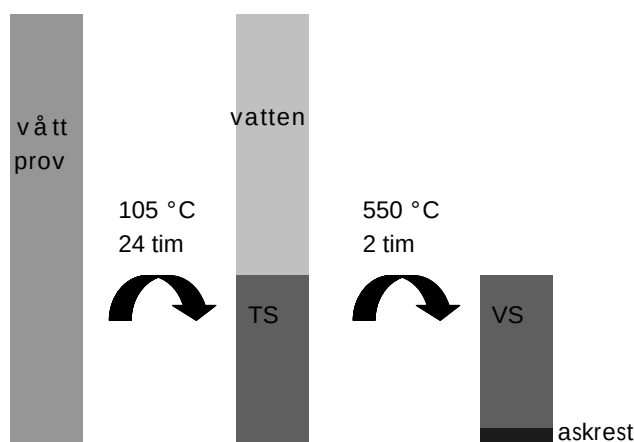
Huvudbeståndsdelarna i biogas (metan, koldioxid och vattenånga) är inte giftiga. Biogasen kan dock orsaka kvävning genom att den tränger undan luften i ett utrymme. Om biogasen innehåller för höga halter av svavelföreningar kan den vara giftig. Svavelväte är mycket giftigt och redan vid låga halter är det irriterande på ögon. En exponering av högre halter leder till symtom som huvudvärk, medan halter på 800-1000 ppm är dödliga redan vid ett fåtal minuters exponering. Hygieniska gränsvärdet för svavelväte ligger på 10 ppm räknat som nivågränsvärde, tillåten exponering under en dag, samt på 15 ppm för takgränsvärde, tillåten exponering under 15 minuter. Svavelväte har en kraftig lukt av ruttna ägg som känns redan vid mycket låga halter (0,025-0,1 ppm). Vid högre halter dövas luktsinnet snabbt och gasen kan upplevas som luktlös. Hygieniska gränsvärden för olika hälsovådliga ämnen (högsta godtagbara halt i inandningsluften) listas i AFS 2000:3. Gränsvärden för biologiska ämnen, som bakterier, regleras av AFS 2005:1.

2. RÅVARUTILLGÅNG

I följande kapitel behandlas några av de råvaror som kan vara aktuella. Dessutom belyses olika ingående delars betydelse för biogasprocessen.

2.1. ORGANISKT MATERIAL

De råvaror som används vid biogasproduktion är olika typer av organiska material, vilka kan vara sammansatta av fett, proteiner, kolhydrater, fiber mm. Oftast analyseras inte materialets kemiska sammansättning i detalj, utan mängden organiskt material anges med samlingsparametrar som TS och VS. TS står för torrsubstans eller det engelska "total solids", och betecknar den rest man får efter att ha torkat ett vått prov i 105°C under 24 timmar (figur 2.1). VS är en förkortning av det engelska "volatile solids", vilket är det samma som glödningsförlust (GF). VS är den andel av materialet som avgår då det torra provet förbränns vid 550°C (figur 2.1). VS är en uppskattning av den organiska delen av provet, och kvar efter förbränning blir oorganiskt material (mineraler) som en askrest. För rena material ligger VS och TS mycket nära varandra, medan ett mineralrikt blandmaterial som gödsel kan ge VS-värden som ligger på 70-80% av TS.



Figur 2.1. Samband mellan våtvikt, TS och VS.

2.1.1. METANUTBYTE

Metanutbytet från en given råvara anges ofta som Nm^3 metan per ton VS eller Nm^3 metan per ton TS. Det är viktigt att tänka på att om råvaran har hög halt av mineraler, som till exempel gödsel, skiljer sig gasutbytet angivet per ton TS och per ton VS mycket. Om t ex den organiska halten (VS) i ett material utgör 75 % av torrsubstansen (TS) är 300 Nm^3 metan per ton TS och 400 Nm^3 metan per ton VS samma sak. Det är viktigt att tänka på att om gasen anges med icke normaliserad volym, vilket ofta är fallet, blir volymen överskattad.

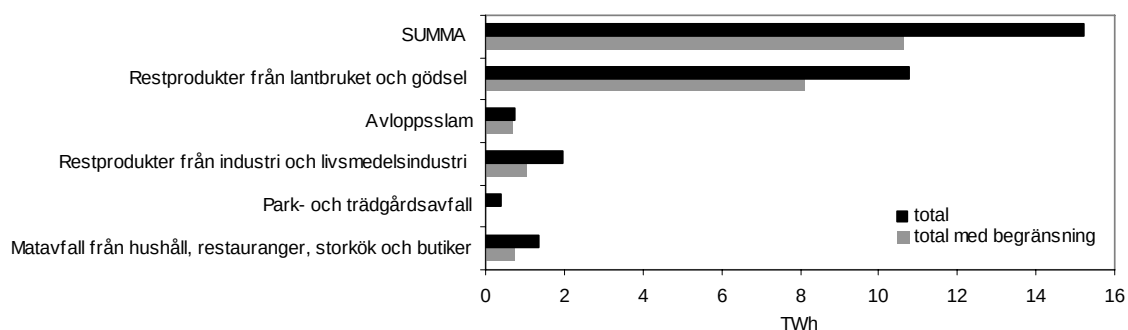
Exempel

Volymen blir överskattad med 4 % om gasen är uppmätt vid 10°C, och med 7 % om gasen är uppmätt vid 20°C.

2.2. TILLGÄNGLIGA RÅVAROR

Under 2008 har en genomgång av biogaspotentialen i Sverige genomförts av Avfall Sverige, Gasföreningen och Svenskt Vatten. Resultaten finns rapporterat bland annat i ”Avfall Sverige Rapport 2008:02, Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror”, som finns att ladda ned på www.avfallsverige.se. Följande text är en sammanfattning av det som rapporteras där.

Biogaspotentialen uppdelad efter råvarukategori finns presenterad i figur 2.2. Potentialen anges som total (15,2 TWh/år) och total med begränsning (10,6 TWh/år). Den totala biogaspotential är en baserad på restprodukter (inga energigrödor medräknade) och förutsätter att allt tillgängligt restmaterial kan rötas. Hänsyn har tagits till dagens tekniska och ekonomiska förutsättningar för råvaruinsamlingen vid beräkning av den totala biogaspotentialen med begränsning.



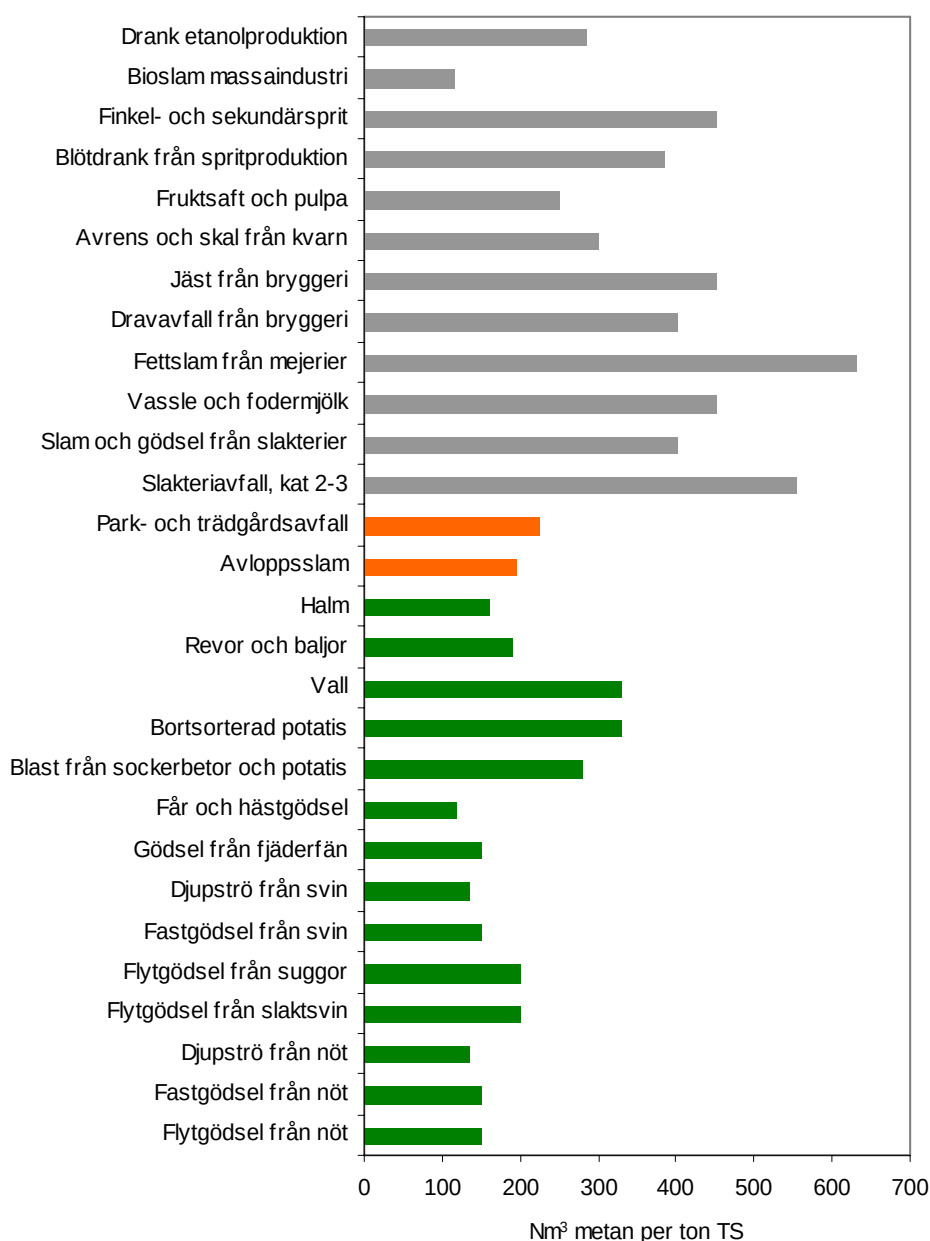
Figur 2.2. Biogaspotentialen från inhemska råvaror 2008.

2.2.1. RÅVAROR FRÅN LANTBRUKET

Majoriteten av råvarorna kommer från lantbruket, och här är viktigt att notera att även stora mängder halm är medräknade. 52 % av bruttoskörden av halm räknas in i den begränsade potentialen, och skulle då ge 4,3 TWh i form av biogas per år. Nästan lika stor som biogaspotentialen i halm är potentialen i gödsel, 4,1 TWh/år, eller 3,1 TWh/år när hänsyn taggs till förluster av t.ex. gödsel som förloras vid betesdrift. Övriga råvaror som ingår i denna kategori är odlingsrester som t.ex. blast från potatis och betor och grüngödslingsvallar. För både halm och torra gödsel-fraktioner har i beräkningen ovan låga värden på metanutbytet använts (halm 160 Nm³ per ton TS, hästgödsel 120 Nm³ per ton TS, figur 2.3) eftersom fiberrika råvaror kan vara svåra att hantera i en konventionell biogasprocess. Finfördelning eller lång nedbrytningstid skulle vara en förutsättning även för att erhålla dessa låga metanutbyten, (se även under 3.2, Förbehandling).

2.2.2. SLAM FRÅN RENINGSVERK

Avloppsslam avser slam från kommunal vattenrening. Här är biogasproduktionen till stor del redan utbyggd. 2006 fanns 138 biogasanläggningar i drift på reningsverk, och det är inte sannolikt att detta slam skulle användas för samrötning i andra typer av anläggningar.



Figur 2.3 Metanutbyten per ton TS för industrirestprodukter (grått), samhällsrestprodukter (orange) och lantbruksrestprodukter (grönt). Alla värden är tagna från rapporten "Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror" (Avfall Sverige Rapport 2008:02)

2.2.3. RESTPRODUKTER FRÅN INDUSTRI

Andra råvaror som finns tillgängliga i större mängder är industrirestprodukter. Där är livsmedelsindustrin dominerande, och restprodukter från socker/stärkelse/spritproduktion, bryggeri, mejeri och slakteri är exempel på lämpliga biogasråvaror. Exempel på fler typer av restprodukter som är lämpliga för biogasproduktion finns i figur 2.3. Den totala potentialen är här nära 2 TWh/år. När hänsyn tas till konkurrerande användning, som att en del av dessa restprodukter kan användas som djurfoder, anges den begränsade biogaspotentialen till 1 TWh/år.

2.2.4. AVFALL FRÅN PARK OCH TRÄDGÅRD

Park- och trädgårdsavfall representerar en biogaspotential på 0,4 TWh/år, men anges lämpa sig dåligt för rötning i traditionella omrörda tankar på grund av den höga TS-halten. Denna tekniska begränsning gör att denna kategori strukits helt i den begränsade potentialen.

2.2.5. OLIKA SORTERS MATAVFALL

Matavfall från hushåll, restauranger, storkök och butiker är lämpliga biogassubstrat och skulle kunna bidra med 1,3 TWh/år. Här är dock god avfallssortering en nyckelfråga, och det är svårt att bedöma hur stor andel av detta som kan återfinnas som en tillräckligt ren restprodukt. Om en tredjedel av materialet skulle kunna göras tillgängligt för biogasproduktion skulle potentialen vara nära 0,5 TWh/år.

2.3. RÅVAROR OCH BIOGASUTBYTEN

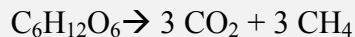
Att förutsäga hur högt metanutbyte man kan förvänta sig från en given råvara är svårt. Både råvarans kemiska sammansättning, inmatningstakten i processen och blandningen av råvaror påverkar nedbrytningen. I avsnitt 2.3.1 presenteras de teoretiska metanutbytena för några av huvudbestandsdelarna i organiskt material. Under 2.3.2 presenteras några viktiga saker att tänka på för olika råvarutyper, och slutligen under 2.3.3 presenteras exempel på vilka metanutbyten man typiskt bör förvänta sig för en rad råvaror.

2.3.1. TEORETISKA METANUTBYTEN

Från en generell kemisk formel för en råvara kan ett teoretiskt metanutbyte beräknas. Fett, protein och kolhydrater kan ges de kemiska formlerna $C_{57}H_{104}O_6$, $C_5H_7NO_2$ och $C_6H_{12}O_6$, vilket ger teoretiska metanutbyten på 1014, 496 och 374 Nm^3 per ton torr råvara för fett, protein respektive kolhydrater. Baserat på den kemiska sammansättningen ska man alltså förvänta högre metanutbyte från ett fettriakt material (t ex fettavskiljarslam) än från ett kolhydratrikt, t ex bortsorterad potatis. Proteinrika restprodukter hamnar någonstans däremellan. Slaktavfall, som både innehåller proteiner och fett, kan t ex vid praktisk drift ligga på metanutbyte på runt 600 Nm^3 per ton (figur 2.3). Det teoretiska metanutbytet är inget man ska förvänta sig erhålla i en biogasprocess, men det är användbart för att uppskatta rimligheten i de data på metanutbyten som hittas i litteraturen.

I den teoretiska beräkningen utnyttjas det stökiometriska molförhållandet mellan råvara och produkt för att beräkna hur många mol metan som produceras. Detta räknas sedan om med allmänna gaslagen till normaliserad volym gas. Nedan visas ett exempel på hur beräkningen för teoretiskt metanutbyte ser ut för kolhydrater.

Den kemiska formeln för anaerob nedbrytningen av kolhydrat:



Molvikten för $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ är 180 g (mol)^{-1}

Ett ton råvara motsvarar $1\,000\,000 \text{ g} / 180 \text{ g (mol)}^{-1} = 5556 \text{ mol}$

Varje mol råvara ger enligt den kemiska formeln ovan 3 mol metan, dvs 16 667 mol metan produceras från 1 ton råvara.

Allmänna gaslagen lyder $V = n R T / p$ där V är volymen i liter, n är antalet mol gas, $R=0,08206 \text{ atm l (mol K)}^{-1}$, T är temperaturen i Kelvin och p är trycket i atmosfärer.

$$V = 16\,667 \times 0,08206 \times 273,15 / 1 = 373578 \text{ Nl eller } 374 \text{ Nm}^3.$$

2.3.2. RÅVARAN OCH PROCESSEN PÅVERKAR METANUTBYTET

Fett är attraktivt att tillsätta i en biogasprocess tack vare att det ger så högt metanutbyte. Fetter kan dock även ge problem i processen. Det har den påtagliga effekten att det kan stelna och fastna i mottagningstankar, omrörare rör mm. De kan även ha en mer svårbedömd påverkan på processens mikroorganismer. De långa fettsyror som frigörs som ett led i nedbrytningsprocessen kan sätta sig på mikroorganismens yta och rent fysiskt förhindra transporten av ämnen till och från cellen. Dessa långa fettsyror bryt ned mycket långsamt, och är tillförseln av fett för snabb kommer de att ansamlas i processen. Detta kan leda till att processen får en rest av onedbrutet fett i utflödet, men även till att processens mikrobiologi hämmas så svårt att den biologiska nedbrytningen avstannar. Lösningen är en anpassad inmatningstakt som gör att metanbildarna hinner med.

Lättnedbrytbart material. Har råvaran ett högt innehåll av små, lättnedbrytbara molekyler som till exempel stärkelse eller socker kan de snabbt brytas ned i den hydrolys och syrabildning som är de första två stegen i den biologiska processen. Risker här är att nästa steg, de långsamma metanbildarna, inte hinner med, och fermentationsprodukter, fettsyror, kan ansamlas i processen. Mikrobiologin i en biogasprocess fungerar bäst vid pH 7. En ansamling av fettsyror kan ge ett pH-fall, som särskilt påverkar de känsliga metanbildarna och gör att de arbetar ännu långsammare. Och här är risken för total kollaps stor. Surjäsning kallas det ibland när metanproduktionen avstannar totalt, och resultaten är en stinkande sörja med lågt pH. Lösningen är en anpassad inmatningstakt som gör att metanbildarna hinner med.

Material med mycket kväve. På samma sätt som kol i en biogasprocess omvandlas till metan, CH_4 , omvandlas organiskt bundet kväve till ammonium, NH_4^+ . Det är gynnsamt på så sätt att en rötrest med hög halt av ammoniumkväve är attraktiv

som biogödsel, men den icke joniserade formen av ammonium, ammoniak (NH_3), är giftig, speciellt för metanbildarna. För ett kväverikt material, t ex gödsel eller slaktrester, kan alltså halten av ammoniak bli för hög, vilket gör att metanbildningen går långsammare. Detta leder till att syrabildande produkter som t ex ättikssyra ansamlas i processen. En viss halt av ättiksyra kan tolereras eftersom den pH-sänkande effekten av syran uteblir eftersom ammoniak buffrar och processen bibehåller ett pH över 7. Ammoniakhämning är svårt att komma åt, men en välbalanserad blandning av ingående råvaror är ett sätt att hålla kvävehalten inom rimliga gränser.

Fiberrikt material. För en råvara med stora partiklar och mycket fibrer kommer en del partiklar att komma igenom processen onedbrutna om inmatningstakten är för hög, dvs uppehållstiden är för kort. Detta gör att den inledande hydrolysen, spjälkningen av stora molekyler som t ex cellulosa till mindre enheter, i detta fall är hastighetsbegränsande. Detta stör inte processen som sådan, men kommer att ge låga metanutbyten och större rester av onedbrutet material i utflödet. Lösningen är att ge råvaran en mycket lång uppehållstid i processen, vilket kan vara svårt att motivera ekonomiskt. Det enklaste sättet att få en snabbare nedbrytning är att finfördela råvaran innan den matas in. Ju mindre storlek på råvaran ju snabbare är hydrolysen. Finfördelning kan även vara en lösning för att undvika en del tekniska problem, som t ex skiktbildning i processen, igensättning etc.

2.3.3. TYPISKA METANUTBYTEN

Det metanutbyte som erhålls i biogasprocessen kan skilja sig mycket från det teoretiska. Dessutom är det mycket ovanligt med storskaliga processer som drivs med bara en enda råvara, vilket gör att utbyten angivna för en specifik råvara från storskaliga försök är sällsynta. Däremot finns en mängd sammanställningar över biogasutbyten för enstaka råvaror som är baserade på laboratorieförsök. Här är det viktigt att tänka på att de resultat som rapporteras från laboratorieförsök har erhållits vid satsvisa försök i liten skala med ofta väldigt finfördelat material, perfekt temperaturreglering, omrörning osv. Metanproduktionen i en storskalig process uppnår oftast inte samma slututbyte per mängd inmatad råvara.

De metanutbyten som presenteras i figur 2.3 finns sammanställda i rapporten "Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror". Endast de råvaror där ett metanutbyte per ton TS anges har tagits med. För många av de råvaror som presenteras i figur 2.3 kan metanutbytet teoretiskt vara betydligt högre, men hänsyn har här tagits till en del av de begränsningar som finns i praktisk drift, som storlek på materialet, fiberinnehåll, begränsad uppehållstid etc. Samtidigt har förutsatts att inga hämmande ämnen finns närvarande, och att processerna är välbalanserade vad gäller närvaro av näringsämnen och mineraler. Det är dock viktigt att se dessa värden som exempel, och vara medveten om att i en verklig process kan metanutbytet hamna både högre och lägre än vad som anges i figur 2.3.

2.4. ATT BEAKTA VID ANVÄNDNING AV AVFALL

Generellt går det att säga att om innehavaren vill göra sig av med en vara är varan att betrakta som **avfall**.

Det finns dock vissa varor och produkter som alltid är att betrakta som avfall. Rester från t ex slakteriverksamhet är att betrakta som avfall, då slakteriet inte har för avsikt att behålla resterna. Slakterirester är också vad som benämns som animaliska biprodukter enligt EU:s lagstiftning.

Allt avfall skall hanteras och undanskaffas på ett hälso- och miljömässigt godtagbart sätt. Att framställa biogas är ett godtagbart sätt att göra sig av med avfallet och klassas samtidigt som återvinning av avfall. Observera att avfall som benämns som farligt avfall inte får användas för biogasproduktion. Farligt avfall kan t ex vara starka syror som saltsyra eller starka baser som ammoniak eller gamla förbjudna bekämpningsmedel.

Att en vara eller produkt betraktas som avfall innebär som princip inget negativt för biogasproducenten. Bara varorna hanteras på hälso- och miljömässigt godtagbart sätt utgör själva benämningen inget hinder för t ex spridning på åkrar. Benämningen får dock effekt på huruvida biogasproducenten måste ha tillstånd för biogasproduktionen eller inte baserat på avfallshanteringen.

2.4.1. HYGIENISERING

För att minska riskerna för smittspridning är huvudregeln den att material som skall rötas i en biogasanläggning skall hygieniseras vid 70 C i 60 minuter. Partikelstorleken skall dessutom vara maximalt 12 mm. Det är viktigt att hela massan upphettas till korrekt temperatur och att det finns tillräcklig utrustning för att registrera hygieniseringen. Hygieniseringen skall göras i en separat hygieniseringsenhet, dvs inte i rötkammaren.

Det finns dock undantag från huvudregeln. Om bara naturgödsel skall rötas i biogasanläggningen måste denna inte hygieniseras. Det går alltså bra att röta naturgödsel utan föregående hygienisering. Jordbruksverket kan även tillåta andra hygieniseringsmetoder än den standardiserade för vissa andra material. Slakterirester skall hygieniseras enligt den standardiserade metoden, men det går att ansöka hos Jordbruksverket om att få röta slakterirester termofilt (55 C) och då samtidigt hygienisera materialet. På så vis går det att utvinna biogas samtidigt som hygieniseringen sker.

Den lagstiftning inom EU som kräver att materialet som skall rötas också skall hygieniseras, kallas vanligtvis för biproduktsförordningen. I skrivandets stund pågår arbetet med att ta fram en ny biproduktsförordning. Den nya förordningen kan komma att ändra på vissa hygieniseringskrav och vissa klassificeringar. Den nya biproduktsförordningen kommer troligen att träda i kraft efter 2009.

Hygienisering av naturgödsel

Alla biogasanläggningar som rötar naturgödsel ska vara godkända av Jordbruksverket. Jordbruksverket har i samband med godkännandet möjlighet att kräva hygienisering i anläggningar där flera gårdar går samman och rötar sin gödsel i en

gemensam anläggning. De får även ställa andra specifika krav på anläggningen än de krav på hygienisering som finns i förordningen (Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1774/2002).

Det som passerat en biogasanläggning utan hygienisering ska anses som obearbetad naturgödsel vid fortsatt hantering. Obearbetad naturgödsel får spridas om den behöriga myndigheten inte anser att det medför en risk för spridning av allvarliga överförbara sjukdomar. För vidare information om vad som krävs för en aktuell anläggning: kontakta Jordbruksverket.

2.4.2. HUSHÅLLSAVFALL

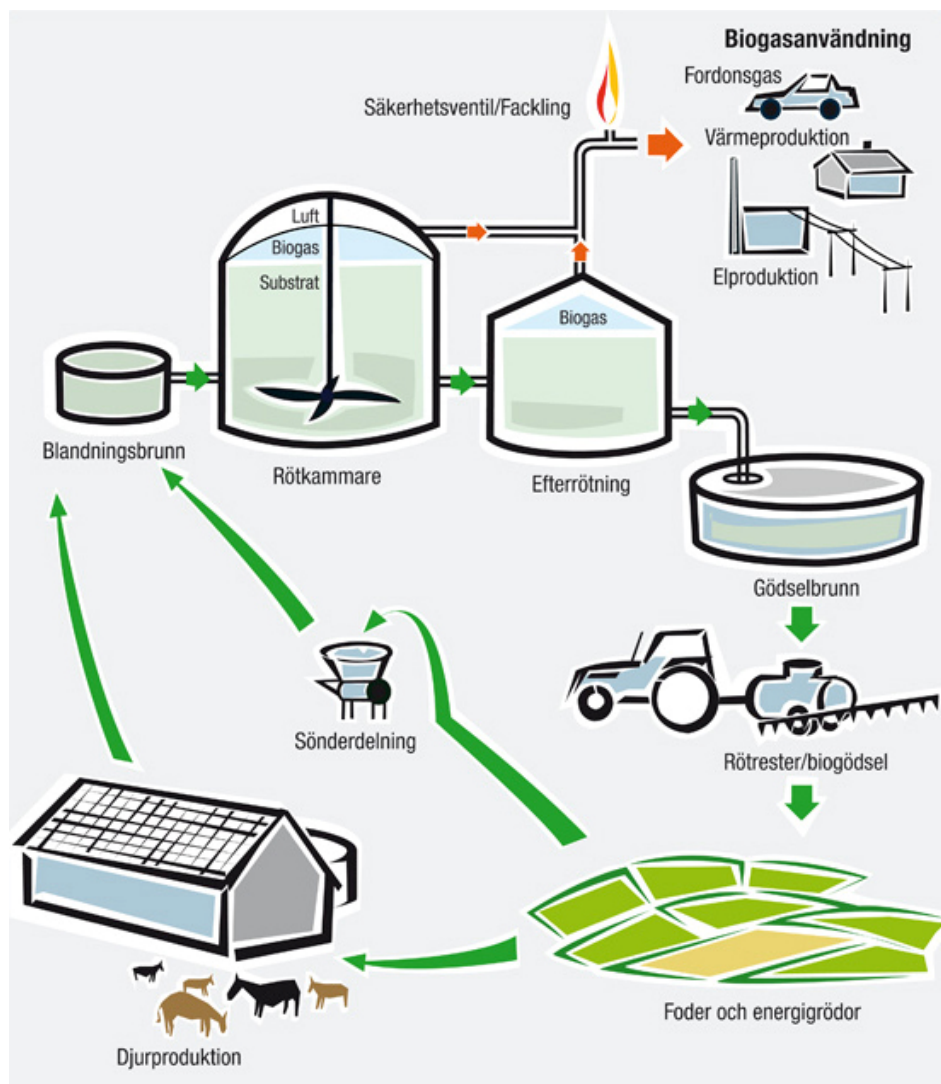
Hushållsavfall kan användas för framställning av biogas. Enligt Naturvårdsverkets allmänna råd skall hushållssopor hygieniseras vid termofil rötning, vilket görs samtidigt som biogasen framställs. Alternativt sker hygienisering innan avfallet når rötkammaren, i en separat enhet, vanligast vid 70 C i 60 minuter.

3. BIOGASSYSTEMET

I det här kapitlet beskrivs de i biogasanläggningen ingående delarna. Beskrivningen avgränsas från förbehandling/mottagning av rötsubstrat till rötrestlager. Figurerna 3.1 och 3.2 visar schematiskt biogassystemet samt ingående komponenter.

3.1. BIOGASSYSTEMETS KOMPONENTER

En biogasproducerande anläggning kan utformas på olika sätt beroende på olika faktorer, som till exempel substrattyp. En förenklad biogasanläggning för gödselrötning illustreras i figur 3.1. I stället för att låta gödsel brytas ned i syrerik miljö i gödselbrunnen så passerar gödseln en rötkammare där biogas produceras. Från stallet leds gödseln ut till en blandningsbrunn och från blandningsbrunnen pumpas den via rötkammaren till gödselbrunnen. Gödselbrunnen kommer då att fungera som biogödselbrunn och rötrestlager.



Figur 3.1. Schematisk beskrivning av ett gårdsnära biogassystem.

3.1.1. MOTTAGNING, FÖRBEHANDLING, OMRÖRNING OCH RÖTKAMMARE

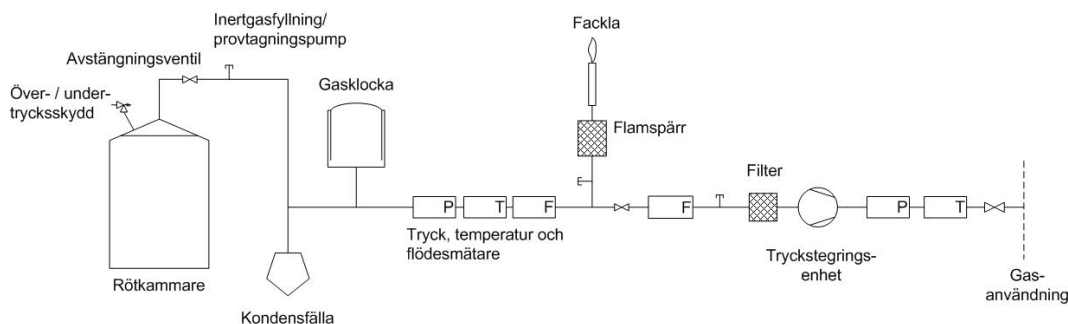
Ett biogassystem börjar med en eller flera mottagningsenheter, figur 3.1, vilka även kan fungera som förbehandlingsenheter. En lantbruksanläggning kan ha flera ingående linjer med rötsubstrat, t ex flytgödsel från stall, fastgödsel, och grödor, eller restprodukter från grödor. De olika rötsubstrat behöver förbehandlas på olika sätt, se kapitel 3.2. I röt-kammaren fortgår rötningsprocessen med produktion av biogas och biogödsel som resultat. Röt-kammaren har normalt en propelleromrörare i kontinuerlig drift, se kapitel 3.4 och 3.5. Om röt-kammaren ska fungera som blandningstank kan omrörningen förstärkas med en snabbgående propelleromrörare som startas i samband med att nytt rötsubstrat tillförs.

3.1.2. BIOGÖDSELSYSTEMET

Biogödseln förs från röt-kammare till biogödsellagret. Om substratet inte är helt utrötat bör det föras via en efterrötningskammare till lagret. Från efterrötningskammaren förs den efterrötade gasen till lågtryckssystemets gasutflöde, se kapitel 3.9. En redan existerande gödselbrunn fungerar med fördel som lager för rötresten. Då även annan råvara kan nyttjas för rötning kan existerande gödselbrunn vara underdimensionerad. Ytterligare utrymme för lagring av rötrest kan då behövas, se kapitel 3.6 och 3.9. Biogödselsystemet kan även utrustas med en avvattningsskomponent för uttag av biogödsel i fast fas samt recirkulerande system för utspädning av torrt rötsubstrat.

3.1.3. GASSYSTEMET

Gasen leds till avfuktning och användning, eller transport, via en gasklocka, som lagrar gasen då produktionen är större än konsumtionen. Gasklocka används normalt inte i ett gårdsbaserat biogassystem. Motsvarande funktion kan dock fås om röt-kammaren har ett flexibelt membrantak, se figur 3.4. Då metan är en mycket kraftfull växthusgas är facklan en viktig komponent i biogassystemet och för att slippa utsläpp av metan då gasen inte kan nyttjas ska denna komponent finnas i systemet. I det fortsatta flödet från röt-kammaren till gasanvändning tillkommer komponenter som avstängningsventiler, tryck-, temperatur- och flödesmätare, kondensfälla eller annan avfuktning/torkningsenhet, samt flamspär vid facklan. Trycket i biogassystemet är vanligtvis under 0,5 bar (övertryck). Beroende på användningsområde kan även en tryckstegringsenhet anslutas, se figur 3.2.



Figur 3.2. Schematisk figur som visar lågtryckssystemet för den producerade biogasen(BGA 05).

3.2. FÖRBEHANDLING OCH INMATNING

Innan ett substrat förs in i rötkammaren kan det vara nödvändigt med någon form av förbehandling för att göra materialet lämpligare för rötning eller för att öka nedbrytningshastigheten. Nedan presenteras några enkla mekaniska metoder för småskalig biogasproduktion. Det finns även andra mekaniska metoder, samt även kemiska och termiska metoder, som är bättre lämpade för storskalig biogasproduktion. Forskning och utveckling sker inom området.

Förbehandlingen uppdelas vanligtvis i följande tre huvudområden:

Frånskiljning: Skilja bort icke önskvärt material, som kan skada teknisk utrustning och/eller som kan sedimentera i rötkammaren.

Finfördelning: Möjliggöra inmatning av exempelvis energigröda i en rötkammare för flytande substrat. En uppluckring av materialets struktur som ökar nedbrytningshastigheten.

Förlagring: Utjämna oregelbundna råvaruleveranser.

3.2.1. FRÅNSKILJNING

Frånskiljning av material görs dels för att minska sedimenteringen och dels för att skydda anläggningen och utrustning från skador. För att frånskilja större partiklar vid hantering av stapelbara råvaror kan man i botten på ett fördelarbord eller matarskruv ha en stenficka där tyngre partiklar som sten och dylikt kan falla ner och låta flödet av råmaterial passera över.

En annan metod är att använda sig av en blandningsbrunn, för kombinerad lagring och blandning, och då avstå från att röra om vid botten på brunnen. På så sätt fungerar brunnen som en stenficka. Blandningsbrunnen måste tömmas med lämpliga intervall.

Vid pumpning av råvaror kan man i rörledningen bygga in stenficka som konstrueras som en utvidgning på röret, där framföringshastigheten minskas, vilket medför att tyngre partiklar sjunker till botten.

3.2.2. FINFÖRDELING AV MATERIAL

Större partiklar kan behöva sönderdelas för att de ska gå att hantera i en biogasanläggning avsedd för flytande råvaror. Rötsubstrat som behöver finfördelas kan aningen blandas med det flytandet rötsubstratet eller föras in enskilt. Vid uppblandning av det fasta materialet med vätska, från exempelvis rötkammaren, i en blandningsbrunn räcker oftast kraften i blandningsbrunnens omrörare för att fördela materialet jämnt i blandningen.

I de fall det fasta materialet ska föras in i fast form i rötkammaren, krävs att materialet finfördelas i samband med att det förs in i den skruv eller annan anordning som för in materialet i rötkammaren. Materialet läggs då i en behållare, som rymmer ett antal timmars eller dagars inmatning, som är försedd med rörlig botten, rivananordning eller annat som fördelar materialet. När materialet är uppbländat till pumpbar konsistens, kan ytterligare sönderdelning erhållas genom att använda en pump med skärande funktion.

Finfördelning av material möjliggör också inmatning av energigröda i en röt-kammare avsedd för flytande substrat. Sönderdelning som utförs som särskilt moment i exempelvis fodermixervagn eller liknande medför kostnader och bör därför undvikas. Vid rötning av energigrödor bör maximal sönderdelning eftersträvas vid själva skörden genom användande av exakthack eller liknande. Därvid skapas förutsättningar för låga hanteringskostnader längre fram i hanteringskedjan. Efter exakthackning av energigrödan behövs vanligtvis ingen ytterligare sönderdelning. Det är normalt sett billigare att förlänga uppehållstiden något än att ytterligare sönderdela materialet. Material som sönderdelats och lagras blir ofta så sammanpackat vid lagringen att någon form av fördelning av materialet krävs även i samband med inmatning.

3.2.3. FÖRLAGRING

För att utjämna oregelbundna leveranser av olika råvaror om man har flera olika råvaror som ska behandlas i en process är det värdefullt med en förlagringstank. Detta för att jämna ut variationen i både mängd och kemisk sammansättning för materialet som går in i processen. Ju jämnare ”kost” organismerna får, dess stabila blir processen.

3.3. HYGIENISERING

Vanligtvis krävs inte hygienisering av råvaror till en gårdsbiogasanläggning. Detta gäller även vanlig gödsel. Det förutsätts då att råvarorna kommer från den egna lantbruksproduktionen och/eller andra lantbruk. Hygienisering belyses av den anledningen endast översiktligt i denna handbok, se även 2.4.1.

Om man hanterar avfall i anläggningen, eller om rötad gödsel inte ska återföras till åkermark utan användas i kompost/jordförbättringsprodukter så skall råvaran hygieniseras.

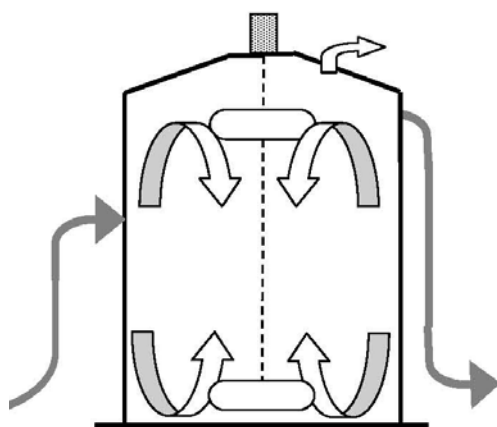
Enligt Europaparlamentets och rådets förordning nr 1774/2002 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter som inte är avsedda att användas som livsmedel skall råvaror avsedda för biogasframställning hygieniseras vid 70°C i en timme, med undantag för sedvanlig gödsel. Andra metoder för hygienisering än den standardiserade tillåts enligt kommissionens förordning 208/2006 om ändring av bi-produktsförordningen gällande bearbetningskrav för biogasanläggningar.

Hygienisering sker normalt satsvis. Uppvärmning/avkylning via värmeväxlare gör att processen ur energisynpunkt inte behöver bli belastande. Den energi som inte återtvinns i värmeväxlaren kan utnyttjas för uppvärmning av röt-kammaren.

3.4. RÖTKAMMARE

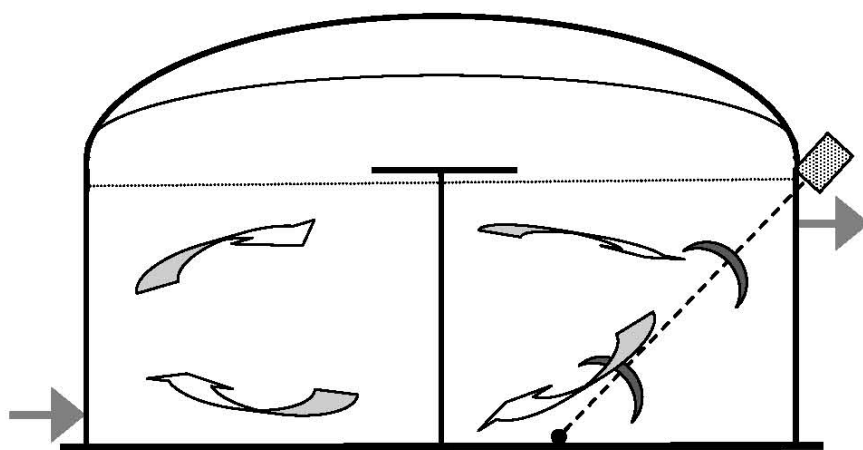
Rötkammaren är den centrala delen av en biogasanläggning, där den biologiska processen äger rum och biogas bildas. Rötkammaren är ett slutet kärl som betraktas som en lågtrycksgasbehållare i enlighet med AFS 2005:2 och AFS 2005:3. Rötkammarna kan utformas på en rad olika sätt som lämpar sig för olika typer av substrat och i olika skala men två olika principlösningar kan urskiljas.

En lösning, som är vanlig på svenska samrötningsanläggningar, är där röt-kammaren har en relativt liten diameter i förhållande till höjden. Dessa röt-kammare har fasta tak och centralt placerade toppmonterade omrörare, se figur 3.3.



Figur 3.3 Hög röt-kammare med centralt placerad omrörare.

En annan lösning, som är vanlig i Tyskland, är att bygga lägre och bredare röt-kammare, se figur 3.4. Dessa har ofta så kallade dubbelmembrantak där det inre membranet är flexibelt. Utrymmet mellan det inre och yttre membranet justeras med en enkel fläkt vilket ger ett mindre gaslager integrerat i röt-kammaren. När ingen gas produceras, kan det inre membranet ofta vila på ett nät eller ett verk av träreglar som förhindrar duken från att sjunka ner i substratet. Den konstruktionen kan fylla ytterligare en funktion: På nätet eller träreglarna etablerar sig med fördel mikroorganismer som, med hjälp av syre, kan fälla ut svavlet. Om röt-kammaren byggs med ett fast tak ligger oftast ett eventuellt gaslager utanför röt-kammaren.



Figur 3.4 Bred röt-kammare med dubbla membran.

Röt-kammare byggs normalt av betong eller stål, som kan vara rostfritt syrafast, emaljerat eller svart. Oavsett utförande är det viktigt att material och konstruktion är beständig med hänsyn till de förhållanden som råder i en röt-kammare. Då röt-kammaren är en anaerob miljö är det generellt inte några större korrosionsproblem i vätskefasen. Under normala förhållanden äger processen rum vid ett neutralt pH,

men om det inträffar processtörningar kan pH sjunka betydligt under en kortare tidsperiod. Det är därför viktigt att konstruktionen klarar detta.

Det ställs dock betydligt större krav på materialet i gasfasen och i gränsen mellan gas och vätska. Om rötkammaren byggs i svart stål kan det till exempel vara lämpligt att använda rostfritt syrafast stål i den övre delen av rötkammaren. På motsvarande sätt kan en betongkonstruktion också behöva skyddas i den övre delen av rötkammaren. Skyddet kan till exempel ske med epoxibehandling eller genom att låta en tätningsduk hänga längs med rötkammarens vägg tillräckligt långt ned i slurryn för att säkra att biogasen hålls åtskild från betongen. Denna duk kan, i förekommande fall, utgöra en förlängning eller en ”kjol” på rötkammarens tak. Utöver det huvudsakliga konstruktionsmaterialet är det också viktigt att skruvar, skarvar och tätningar, och andra konstruktionsdetaljer, håller tätt och är av tillräckligt hög kvalitet.

3.4.1. KONTINUERLIGT OMRÖRD RÖTKAMMARE

Den i särklass vanligaste typen av rötkammare är den kontinuerligt omrörda tanken. Här sker en kontinuerlig tillförsel och utförsel av material och omrörningen syftar till att totalomblanda materialet i rötkammaren. Under rötkammaren läggs i marken, som en säkerhetsåtgärd, en tätningsduk, som läggs som en behållare, som kan fånga upp eventuellt läckage från anläggningen.

För att hålla värmeförlusterna från rötprocessen nere isoleras rötkammaren. En rötkammare för en mesofil process har ofta en isoleringstjocklek om ca 20 cm. Rötkammarens botten isoleras med en isolering som har tillräcklig bärkraft för att bära anläggningen, exempelvis cellplast.

För en väl fungerande biogasprocess bör temperaturen vara så konstant som möjligt. Uppvärmningen kan ske på flera olika sätt beroende på typ av rötkammare och eventuell förbehandling. Inuti, eller på, rötkammarens väggar monteras värmeslingor, oftast samma typ av rör som används för vattenburen golvvärme. Slingorna monteras oftast på väggarnas insida. På stål-rötkammare monteras ofta slingorna på väggarnas utsida, innanför isoleringen.

Värmeslingor monteras sällan i rötkammarens golv, bland annat beroende på att sedimentering kan försvåra värmeöverföringen. I betonganläggningar förekommer det att värmerören förläggs inne i väggarna.

Vid anläggningar där substratet hygieniseras omedelbart före rötning nyttjas den tillförda värmen i det hygieniserade rötsubstratet för nå rätt processtemperatur.

3.4.2. ANDRA PROCESSLÖSNINGAR

Utöver den kontinuerligt omrörda tanken i ett steg förekommer det också lösningar där processen sker i flera steg. I dess enklaste form kopplas flera omrörda tankar i serie. Genom att göra detta ökar den faktiska uppehållstiden i systemet även om den genomsnittliga uppehållstiden är oförändrad. Samtidigt kan processen stabiliseras och biogasproduktionen öka. Det finns också olika lösningar för att rent fysiskt skilja på nedbrytningsprocessens olika delsteg och därigenom optimera förhållandena för de olika grupperna av mikroorganismer.

För vätskeformiga råvaror förekommer lösningar där mikroorganismerna får växa på ett bärrmaterial, biofilmsprocesser. Därmed får organismerna en stabilare miljö samtidigt som koncentrationen av organismer kan öka eftersom bärrmaterialet inte lämnar systemet.

För torra material så som avfall, energigrödor och fastgödsel förekommer konstruktioner som inte kräver att materialet i rötammaren är pumpbart. Det kan till exempel handla om kontinuerliga pluggflödesreaktorer där substratet förs framåt i en horisontell rötammare utan någon omblandning. En alternativ lösning är olika former av garagekoncept, där substratet staplas i olika moduler och där processen sker satsvis. För att uppnå en jämn gasproduktion krävs det därför flera moduler där nedbrytningsprocessen sker med tidsmässig förskjutning.

3.5. OMRÖRNING

Man talar om tre olika principer för omrörning: mekanisk, se kapitel 3.5.1, samt hydraulisk och pneumatisk. Vid hydraulisk omrörning används externa pumpar och vid pneumatisk omrörning blåses biogasen in i anläggningen på ett sådant sätt att omrörning erhålls. Tekniskt sett är det lättare att röra om en anläggning som har relativt liten diameter i förhållande till höjden.

Omrörning är en vetenskap för sig, och när man väljer utrustning är det av största vikt att man har klart för sig vilken TS-halt man kommer att ha i rötammaren. Omröraren ska även vara anpassad till rötammarens konstruktion, vad avser materialet samt att det skall vara möjlighet att montera och underhålla omröraren. Omröraren ska hålla materialet i rötammaren väl omrört, och förhindra att partiklar flyter upp och bildar svämtäcke och, i görligaste mån, förhindra att partiklar sjunker till botten och bildar sediment. Om svämtäcke bildas, påverkar detta gasproduktionen negativt. En god omblandning säkerställer en jämn temperatur i hela substratet, och säkerställer att mikroorganismerna kommer åt partiklar i hela rötningsskammaren.

”Rör om så mycket som behövs, men så lite som möjligt” är en enkel tumregel bland tyska biogasproducenter, som kan vara svår att följa.

Utrustningen för omrörning kan, i olyckliga fall, komma att förbruka upp till 2 – 3 % av anläggningens energiproduktion, medan ca 1 % är en mera normal nivå. Omrörningens omfattning och verkan, kan således ha stor inverkan på såväl anläggningens gasproduktion som elförbrukning.

3.5.1. MEKANISK OMRÖRNING

Mekanisk omrörning är den dominerande tekniken i lantbruksrelaterade anläggningar och sker t ex med (se även tabell 3.1):

- Långsamtgående central omrörning
- Snabbgående propelleromrörare, vanligen monterade längs väggen inuti anläggningen (figur 3.6)
- Paddelomrörare
- Omrörare med lång axel, oftast monterad med stark lutning mot rötammarens golv och med motorn utanför anläggningen (figur 3.5)

De två först nämnda metoderna ovan används för flytande substrat. Båda fungerar dåligt vid höga TS-halter, då materialet börjar bli trögflytande. Den långsamgående centrala omröraren utsätts för alltför stora mekaniska påfrestningar vid höga torrhalter. För en snabbgående propelleromrörare hinner ett trögflytande material ej ”rinna till”, på propellerns baksida, i en takt som motsvaras av propellerns kapacitet att ”skjutsa iväg” materialet på framsidan.

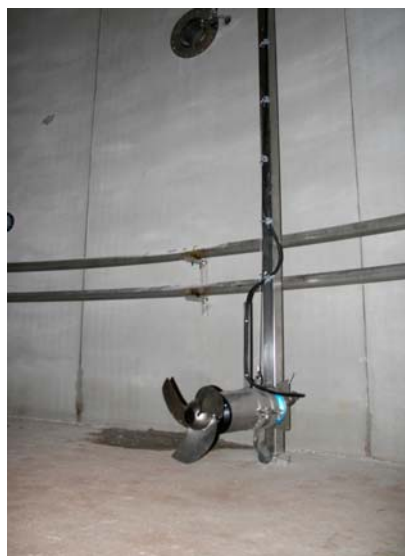
Tabell 3.1 Data för olika principer för mekanisk omrörning

	Långsamgående Central omrörare	Propeller- omrörare	Paddel- omrörare	Långaxel omrörare
Drift	Kontinuerlig	Periodisk	Periodisk	Periodisk/ Kontinuerlig
Varv/min	10 – 50	300 – 1.500	2-4	10 - 50
Effektområde (kW)	5 – 25	2,5 - 35	1 -	10 - 25

Långsamgående central omrörare, och andra konstruktioner som är ämnade att monteras i rötkammarens tak, förutsätter naturligtvis att takets konstruktion håller för en sådan montering. Om detta inte fungerar är man hänvisad till omrörare som sänks ner i anläggningen eller kommer in från sidan i anläggningen.



Figur 3.5 Omrörare med lång axel.



Figur 3.6 Snabbgående propelleromrörare.

3.6. UTTAG AV GÖDSEL

Uttag av gödsel ur rötkammaren görs normalt med så kallat bräddavlopp. Viktigt är att bräddavloppet mynnar en god bit under ytan i rötkammaren. Detta för att förhindra att luft tränger in i rötkammaren, och blandas med biogasen, om nivån i rötkammaren skulle sjunka.

Risk finns att det material som står inuti röret, som utgör bräddavlopp, sedimenterar och förhindrar utflöde. Om detta händer, kan det uppstå ett oönskat övertryck i rötammaren, vilket i alla avseenden är ofördelaktigt.

Olika metoder används för att förhindra sådan igensättning. En skruv inuti röret som startar i samband med att material matas in i anläggningen är exempel på lösning av problemet, liksom en utrustning som tillför små luftpuffar i röret.

3.7. UTTAG AV GAS

Överföring av gas från rötammarens utrymme för gasuppsamling till mellanlager sker med tryckutjämnning, alternativt tryckstyrd fläkt. Vid längre transporter av gas används fläkt. Utrustning för omhändertagande av kondensvatten måste finnas i form av kondensfällor på ledningens lågpunkter.

Vid gasutloppet från rötammaren bör finnas en större kondensfälla som är dimensionerad så att den kan ta emot skum från en eventuell överskumning i rötammaren och förhindra skummet från att tränga ut i gasledningen.

3.8. GASANALYUTRUSTNING

För att få ett system som är lämpat och anpassat till både driftuppföljning och eventuell debitering av levererad mängd metan rekommenderas att följande parametrar mäts i utgående gasen:

- CH₄ (kontinuerlig mätning)
- CO₂
- H₂S
- O₂
- Flöde

O₂- och H₂S-mätningen bör inte ske kontinuerlig eftersom mätutrustningen är konstruerad med elektrokemiska sensorer som har en begränsad livslängd.

3.8.1. FLÖDESMÄTNING

Det finns olika typer av mätare för flödesmätning. Vilken lösning som är lämplig beror på olika förutsättningar som till exempel flödes hastighet, om gasen är fuktig eller torr och på om gasen är trycksatt eller ej. Alla mätare måste ha tillräcklig noggrannhet för ändamålet med hänsyn till anläggningsstorleken. Tryck (P)- och temperatur (T)- kompensering kan eventuellt ske i styrsystemen.

Bälgmätare (figur 3.7): Begränsas till mätställen med torr gas under 0,5 bar. Tillräckligt bra noggrannhet, mäter med temperaturkompensation.

Turbinflödesmätare: Kan eventuellt användas om mätning ska ske före torken, dvs trycklöst med fuktig gas. På trycksattgas bli volymen för liten. Mätaren skall ha såväl tryck som temperaturkompensation.

Termisk massflödesmätare: Inkluderar eventuellt kompensation för variationer i gassammansättning (vilket dock förutsätter kombination med gasanalysator). Mätaren skall ha såväl tryck som temperaturkompensation.



Figur 3.7 Bälgmätare.

3.9. RÖTRESTLAGER

Den utmatade rötresten innehåller en mindre mängd icke nedbrutet material. Mängden påverkas av uppehållstid i förhållande till materialets nedbrytbarhet. Rötresten kan, efter utmatning, hanteras efter två strategier:

- 1) Förhindra fortsatt gasproduktion. Görs genom omedelbar nedkylning av materialet till lagringstemperatur. Nedkylning kan göras med hjälp av värmeväxlare, så att energiinnehållet i rötresten återvinns.
- 2) Efterrötning av resterande biogas. Kan göras i en oisolerad efterrötkammare, där rötresten långsamt svalnar av och gasproduktionen minskar i samma takt. Efterrötkammaren måste möjliggöra uppsamling av den producerade gasen.

Det slutgiltiga rötrestslagret skall utformas efter gällande regler och exempelvis ha tillfredsställande täckning som förhindrar ammoniakavgång.

När rötresten lagras i befintliga gödselbrunnar som är öppna är det viktigt att svämtäcket blir tillräckligt bra för att förhindra både metanutsläpp och lukt. Faktorer som kan försvåra bildandet av ett bra svämtäcke är bl a om rötresten är för varm när den når gödselbrunnen eller om rötresten har för låg TS-halt. Ett sätt att få ett bättre svämtäcke är genom att blanda in halm i rötresten. Ett otillfredsställande svämtäcke kan medföra utsläpp till omgivningen som får till effekt att verksamhetsutövaren åläggs att täcka gödselbrunnen.

4. DIMENSIONERING AV ANLÄGGNING

I detta avsnitt ges en översikt och exempel på hur dimensionering av en biogasanläggning kan gå till. För att förenkla exemplet tas endast pumpbara råvaror upp.

4.1. TEKNIKVAL

Den vanligaste tekniken för biogasproduktion är baserad på att råvaran är i pumpbar form. Förenklat innebär detta att halten TS ska ligga på maximalt 15 % i ingående material. Biogasprocessen sker då i en eller flera uppvärmda, omrörda tankar. Processen ska ske syrefritt, dvs anaerobt, och ett absolut gastätt system är en förutsättning. Vanliga råvaror som används för biogasproduktion i omrörda tankar är:

- flytgödsel
- restprodukter från livsmedelsindustri
- reningsverksslam
- torrare råvaror kan också användas, men kräver då uppblandning med vätska före inmatning, eller en helt annan processtyp

4.2. TEMPERATUR

Biogasproduktion kan ske vid två skilda temperaturintervall; runt 37°C (mesofil) och runt 55°C (termofil). Mikroorganismerna har sin högsta tillväxthastighet vid just dessa temperaturer, och nedbrytningen sker generellt något snabbare i en termofil process. Samtidigt är organismerna i en termofil process känsligare för störningar av t ex vätesulfid och ammoniak, ämnen som alltid finns närvarande i en biogasprocess. Mesofil biogasproduktion är vanligast i Sverige.

4.3. PROCESSPARAMETRAR

Processen dimensioneras utefter två huvudparameter; organisk belastning och hydraulisk uppehållstid. Den organiska belastningen är tillförseln av organiskt material (ofta definierat som TS) per rötkammarvolym och tidsenhet och anges ofta som kg TS per m³ och dygn. Den hydrauliska uppehållstiden är den tid som materialet i den totalomblandade vätskan i genomsnitt stannar i processen, vilket oftast anges i dygn för en biogasprocess.

4.3.1. ORGANISK BELASTNING

Den organiska belastningen anger hur mycket organiskt material processen ska kunna bryta ned. Man borde alltså ange belastning i kg VS/ m³ och dygn, men oftare så anges det i kg TS/ m³ och dygn. Majoriteten av biogasprocesser i Sverige är rötkammare på reningsverk där avloppsslam omvandlas till biogas. Här hålls den organiska belastningen ofta runt 1-2 kg TS per m³ och dygn. De samrötningsanläggningar som finns, där gödsel och livsmedelsrestprodukter sambehandlas, ligger dock oftast högre, på 3-4 kg TS per m³ och dygn. En låg organisk belast-

ning har ingen negativ inverkan på processen, stabil drift kan förväntas. Detta driftssätt innebär dock sämre resursutnyttjande och kan göra det svårare att få ekonomi i processen. För hög organisk belastning gör att inflödet av organiskt material är högre än vad processen hinner bryta ned. Är materialet svårhydrolyserbart innebär det bara att material går onedbrutet genom processen. Är materialet lätt att hydrolysera och har lätt att syrabilda (se avsnitt 1.3.1) innebär det dock en överbelastning av processens metanbildande mikroorganismer med ansamling av fermentationsprodukter som följd, och i värsta fall total hämning av den mikrobiella aktiviteten.

4.3.2. UPPEHÅLLSTID

I en omrörd tank talar man om materialets medeluppehållstid. Det som avgör vilken uppehållstid som ska användas är dels hur lättnedbrytbart materialet är, dels hur snabbt mikroorganismerna tillväxer. Potatismos skulle till exempel kunna brytas ned totalt på ett par dagar, medan hackad halm behöver över 100 dagar. För kort uppehållstid skulle göra att delar av materialet passerar processen utan att brytas ned. Med utgående material följer även levande mikroorganismer. För kort uppehållstid skulle därför också göra att mikroorganismerna sköljdes ur snabbare än de kan växa till i processen. Även om uppehållstid på ett par dygn skulle ge total nedbrytning av vissa råvaror är det alltså inte möjligt i en process av typen omrörd tank eftersom mikroorganismerna då sköljs ut. Om man har en process med omrörd tank, bör uppehållstiden inte understiga 15 dagar.

4.4. DIMENSIONERINGSEXEMPEL

4.4.1. RÅVARUINVENTERING

Råvaran som ska behandlas är i detta exempel flytgödsel från suggor och slaktsvin (dvs pumpbar). Mängden flytgödsel uppgår i till 7300 ton per år, och produktionen är relativt jämnt fördelad över tiden vilket ger 20 ton per dygn. TS antas vara 7% och det antas att desiteten vid denna torrhalt är 1 ton/m³.

4.4.2. UPPEHÅLLSTID OCH ORGANISK BELASTNING.

För en biogasprocess ligger uppehållstiden vanligen mellan 20-50 dygn. Ju mer svårnedbrytbart material ju högre uppehållstid bör väljas. Sambandet mellan uppehållstid och organisk belastning för 5, 7 respektive 9% TS visas i Figur 4.1). Förslagsvis väljs uppehållstiden först, därefter kontrolleras att den organiska belastningen hamnar inom rimliga gränser.

Det finns alltid ett intervall inom vilken processen skulle fungera väl, och valet av uppehållstid kan göras efter två principer;

- 1) Ett högt metanutbyte per ton tillsatt råvara önskas.
- 2) En hög behandlingskapacitet per rötkammarvolym önskas.

I det första fallet ska en längre uppehållstid väljas. Då hinner även mer svårnedbrytbara komponenter i råvaran brytas ned. Är istället en hög behandlingskapaci-

tet målet minimeras uppehållstiden så att en hög genomströmning är möjlig. Nackdelen med det första fallet är att kostnaden per ton råvara blir högre, nackdelen med det senare fallet är att gasutbytet per ton råvara blir lägre, och risken för läckage av restmetan från utgående material blir större.

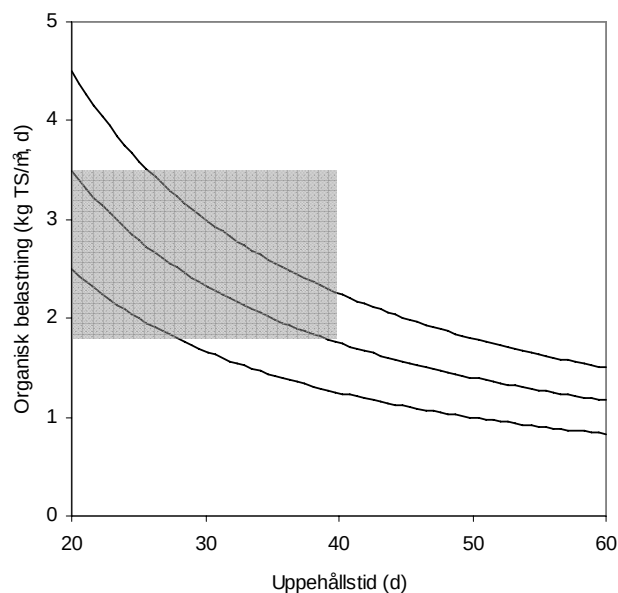
Beräkningarna görs enligt följande där F =flödet av råvara i m^3 per dygn, C =koncentrationen i råvaran i angivet i kg TS per m^3 gödsel och V =rötkammarvolymen. Uppehållstiden i dygn beräknas som V/F . Den organiska belastningen beräknas som $F \times C / V$.

Exempel 1

Ett högt metanutbyte per ton tillsatt råvara önskas. Önskad uppehållstid sätts till 40 dygn. Med 20 ton producerad gödsel per dygn krävs en rötkammarvolym på 800 m^3 . Den organiska belastningen blir då $1,75 \text{ kg TS per m}^3$ och dygn vilket är rimligt men kanske något lågt för en mesofil gödselrötningsprocess.

Exempel 2

En högre behandlingskapacitet per rötkammarvolym önskas. Önskad uppehållstid sätts till 20 dygn. Rötkammarvolymen som krävs blir då istället 400 m^3 , och den organiska belastningen blir $3,5 \text{ kg TS per m}^3$ och dygn vilket kan fungera bra, men är i de övre regionerna av vad som är brukligt?.



Figur 4.1. Sambandet mellan organisk belastning och uppehållstid för en råvara när TS varierar. Kurvorna anges för en råvara med (uppifrån och ned) 9 %, 7 % och 5 % TS. Den grå rutan anger det intervall på uppehållstid och organisk belastning som diskuteras i texten.

4.4.3. HUR PÅVERKAS PROCESSEN AV VALDA DRIFTSPARAMETRAR?

I exempel 1 ovan befinner sig råvaran dubbelt så lång tid i kontakt med mikroorganismerna (40 dygn) som i exempel 2 (20 dygn). Följden blir att metanutbytet

per ton råvara kommer att bli något högre, och istället för de 200 Nm³/ton TS som anges för svinflyt i figur 2.3 kan man anta ett utbyte på 240 Nm³ per ton TS. Detta eftersom det här är troligt att även en del av det fett och de fasta partiklarna i processen (halm) bryts ned i större utsträckning. Det betyder att metanproduktionen på årsbasis hamnar på 123 miljoner Nm³.

I exempel 2 pressas processen något, och en större andel material kommer att gå onedbrutet genom processen. Ett metanutbyte på 200 Nm³ per kg tillfört TS antas i figur 2.4, vilket gör att årsproduktionen av metan blir 102 miljoner Nm³. Metanproduktionen per röt-kammarvolym blir dock betydligt högre här. Denna röt-kammare är bara hälften så stor som den i exempel 1, och det som kallas volymetrisk metanproduktion, volym metan per röt-kammarvolym och dygn, ligger här på 0,7 medan processen i exempel 1 producerar 0,42 Nm³ metan per m³ röt-kammarvolym och dygn.

4.4.4. VAL AV UPPEHÅLLSTID OCH ORGANISK BELASTNING

Miljömässigt är det viktigt att tänka på att en process med kort uppehållstid ger ett utgående material som fortfarande kan ge en del restmetan. Minimerat metanläckage från en biogasprocess är en viktig miljöaspekt, och uppsamling av restmetan i en täckt efterlagringstank är en möjlighet. Det är också viktigt att tänka på att en kortare uppehållstid och högre organisk belastning i processen ger högre belastning och stress för mikroorganismerna. De arbetar närmare sitt absoluta maximum. Känsligheten för förändringar och närvaro av hämmande ämnen blir därmed större. Det har t ex visats att mesofila processer för rötning av svingödsel med kort uppehållstid har hämmats av antibiotika, medan ingen påverkan kunde hittas i processer med längre uppehållstid. Processer med kortare uppehållstid är också känsligare för de höga halter av ammoniumkväve som ibland finns i en biogasprocess baserad enbart på svingödsel.

Ytterligare en aspekt är bedömningen av hur processen ska användas i framtiden. I detta exempel rötas enbart svingödsel, men samrötning av svingödsel och andra restprodukter är vanligt förekommande. Exempel på material som samrötats med svingödsel är halm, restprodukter från majsodling, trädgårdsavfall samt olika restprodukter från livsmedelsindustri. I exempel 1 ovan är den organiska belastningen låg och en viss marginal finns som kan göra tillförsel av andra råvaror än gödsel möjlig. Tillförsel av torrare råvaror är att föredra, eftersom den organiska belastningen då ökas utan att uppehållstiden minskar i motsvarande grad. Antag till exempel att 5 ton per dygn av växtmaterial med 25 % TS tillfördes i exempel 1. Torrhalten i ingående material (blandningen av flytgödsel och torrare växtrester) hamnar då på 10,6 % vilket fortfarande är pumpbart. Uppehållstiden i processen blir nu $800 / (20 + 5) = 32$ dygn, vilket är tillräckligt, och den organiska belastningen blir $25000 \times 0,106 / 800 = 3,3$ kg TS per m³ och dygn, vilket fortfarande är lägre än i exempel 2.

Att generellt rekommendera uppehållstid och organisk belastning är inte möjligt, utan värdet på producerad metan i förhållande till investeringskostnaden kommer att avgöra vad som är mest ekonomiskt fördelaktigt.

5. ANVÄNDNING AV BIOGAS

Detta avsnitt begränsas till sådan användning som går att finna på gårdsnivå och vars teknik är utvecklad så, att den är omedelbart tillämpbar. Så är, till exempel, teknik för uppgradering till naturgaskvalitet för närvarande ej ekonomiskt genomförbar i gårdsskala. Konvertering av dieseldriven traktor till Dual Fuel-drift med biogas är för närvarande inte allmänt tillgänglig, mest på grund av formella hinder.

5.1. RENING OCH KVALITETSHÖJNING AV BIOGAS

Biogas består huvudsakligen av metan (CH_4) och koldioxid (CO_2) men kan också innehålla vatten, svavelväte, kvävgas, ammoniak och partiklar. Om biogasen ska säljas som fordonsbränsle eller distribueras via naturgasnätet krävs det att biogasen uppgraderas vilket innebär en rening samt avskiljning av koldioxid. Andra användningsområden ställer inte lika höga krav, men i vissa lägen kan det dock vara lämpligt eller nödvändigt att rena biogasen och höja dess kvalitet som energibärare. Primärt handlar det då om att avskilja svavelväte och vatten.

5.1.1. AVSKILJNING AV SVAVEL

Svavelväte är en korrosiv och giftig gas som dessutom har en negativ miljöpåverkan eftersom den omvandlas till svaveldioxid vid förbränning. För att minska slitaget på exempelvis en gasmotor kan det därför vara aktuellt att avskilja en del svavel. Exakt hur mycket svavel som kan accepteras varierar beroende på applikation, men som ett exempel anger en tillverkare av gasmotorer att mängden svavel måste understiga 250 mg/Nm^3 för att bibehålla normala serviceintervall. Vid högre koncentrationer ökar servicebehovet och redan vid 450 mg/Nm^3 krävs mycket täta serviceintervall. Detta kan jämföras med gränsvärdena för fordonsgas som är 23 mg/Nm^3 .

Det finns flera olika metoder för att avskilja svavel och vilken som är mest lämpad beror bland annat på hur biogasen ska avsättas och hur mycket svavelväte som finns i gasen.

I organiskt material förekommer det till exempel bakterier som med hjälp av syre kan fälla ut svavel. En vanlig metod i Tyskland är därför att tillsätta luft, 2 – 6 %, i rötkammarens gasfas vilket leder till att svavel fälls ut på väggarna i rötkammaren för att så småningom hamnar i rötresten. Förutsatt att mängden luft som tillsätts rötkammaren är korrekt anpassad och att bakterierna har en tillräckligt stor yta att växa på finns det rapporter om att 95 % av svavlet kan avskiljas.

Denna metod kan vara intressant om biogasen ska användas för att producera kraftvärme. Om biogasen ska säljas som fordonsgas är den dock mindre lämplig. Anledningen är att standarden för fordonsgas ställer ett krav på minst 96 % CH_4 och med konventionell teknik för uppgradering avskiljs inte kvävgas. Om 6 % luft (som innehåller 78 % kväve) tillsätts till biogasen blir det därför omöjligt att klara standardens krav.

Det är dock viktigt att inte tillsätta för mycket luft eftersom en blandning av biogas och luft vid vissa förhållanden kan antändas. Med en metanhalt på 60 % krävs det 7 – 28 % biogas i blandningen för att den ska kunna antändas.

En annan metod är att fälla ut svavel med hjälp av järn. Antingen genom att tillsätta järnjoner i substratet eller genom att leda den producerade biogasen genom filter som exempelvis kan innehålla järnoxid. Det är också möjligt att använda aktivt kol för att fälla ut svavel vilket är en mycket effektiv metod. Om biogasen innehåller mycket svavel kan dessa lösningar dock bli förhållandevis dyra.

5.2. AVVATTNING AV GAS

När biogasen lämnar röt-kammaren har den en temperatur på cirka 37°C alternativt 55°C och är mättad med vatten. Så fort temperaturen på biogasen sjunker kommer vatten att kondensera ut och det är därför nödvändigt att konstruera anläggningen så att kondensat kan tappas av. Dessutom kan det bildas olika korrosiva syror av vatten tillsammans med svavelväte och koldioxid. För att minska slitaget på efterföljande utrustning kan det därför vara aktuellt att avskilja ytterligare vatten.

En vanlig och enkel metod för att sänka biogasens daggpunkt är att anlägga ledningar, i eller ovan mark, i anslutning till biogasanläggningen där biogasen får kylas av samtidigt som kondensatet tas om hand. Här är det viktigt att avtappningen kan ske utan att släppa ut biogas.

Ett specialfall är också om biogasen ska transporteras längre sträckor i ledning där den kyls allteftersom. För att undvika att fylla ledningarna med vatten krävs det därför att vattnet avskiljs innan ledningstransporten även om det inte krävs av slutanvändaren. I princip är det också möjligt att lägga ledningarna med fall och ta ut kondensatet vid lågpunkterna men detta är sannolikt inte realistiskt när det gäller längre sträckor.

En alternativ lösning är att kyla biogasen med hjälp av värmeväxlare. På detta sätt kan det vara möjligt att nå daggpunkter strax över 0°C, vilket i princip räcker för ledningstransport förutsatt att rören läggs på frostfritt djup. För att få en viss säkerhetsmarginal kan det dock vara nödvändigt att sänka daggpunkten ytterligare. Detta kan till exempel uppnås genom att komprimera biogasen innan kylning vilket ökar mängden vatten som kan avskiljas vid en viss temperatur.

Det är också möjligt att avskilja vatten genom att låta biogasen passera olika material som kan ta upp vattnet.

5.2.1. MARKSLINGA

Med en markförlagt rörslinga mellan röt-kammare och utgående gasledning kan temperaturen och därmed vattenhalten i rågasen sänkas. Denna effekt kan förstärkas genom att trycksätta gasen i slingan. Kondenserad fukt måste dräneras bort. Detta kan ske antingen med automatiska kondensfällor eller manuella ventiler.

Fördelen med markslingan är den låga kostnaden och att den inte kräver någon energitillförsel. Nackdelen är den begränsade torkeffekten som även är årstidsberoende. En markslinga kan väljas som första avvattningssteg före en gastork.

5.2.2. KYLTORK

Kyltork kan användas som avvattning ner till daggpunkt över 0°C. Är kraven på avvattningen under daggpunkt på 0°C vid maxtryck uppstår igenfrysning i kyltor-
kar och de måste byggas med flera linjer där en är i drift medan de andra avfros-
tas. Kyltor- kar kyls med kallvatten eller körs i ett slutet system mot en kylmaskin
(chiller). Kylmaskinen använder elektrisk energi för kylningen. Fördelen i sam-
band med rötningsanläggningar är att den producerade värmen från kylmaskinens
varma sida kan nyttiggöras vid uppvärmning av rötkammaren.

5.2.3. ABSORPTIONSTORK

Absorptionstorkar använder sig av ett torkmedel för att avfukta gasen. Torkmedlet
är hygroskopiskt och drar åt sig vattnet vid temperaturer som ligger över gasens
daggpunkt.

Förbrukningen av torkmedlet är proportionell till vattenhalten i inkommande gas.
Därför bör inkommande vattenmängd i gasen begränsas, t ex genom kombination
med en kyltork. Torkmedlet tar upp fukten och löses upp så det måste fyllas på
med jämna mellanrum (några gånger per år). Vätskan (löst torkmedel plus kon-
dens) kan släppas till kommunalt avlopp. Torkmedlets förbrukning innebär löpan-
de kostnader för driften av torken. Sänkning av daggpunkten under 0°C är möjlig
utan risk för igenfrysning.

5.2.4. TORKNING GENOM TRYCKSÄTTNING

Trycksätts gasen till högre tryck (10-12 bar) kan vatten fällas ut genom en kyltork
till en daggpunkt strax över 0°C. När tryckreduceringen sker sjunker daggpunkten
till under 0°C. Investeringskostnaden för kompressor är dock relativt hög och
dessutom går energiinsatsen för trycksättning över 4 bar förlorad när gastrycket
sedan reduceras till ledningstrycket på max 4 bar.

5.2.5. TRYCKHÖJNING

För tryckhöjning finns flera alternativ beroende på vilket tryck som behövs för att
trycka fram gasen i ledningen, flera faktorer måste tas hänsyn till som flöde, led-
ningens längd, dimensionering, maxtryck och minsta tryck vid ledningens slut,
detta klaras ut i en så kallad tryckfallsberäkning.

5.2.6. MASKINELL UTRUSTNING FÖR TRYCKHÖJNING

Aggregaten i tryckområde upp till 4 bar kan indelas i fyra grupper:

Sidkanalsfläktar Lämpar sig för mindre flöden och ger en tryckuppsättning på
upp till ca 400 mbar.

Blåsmaskiner Även kallat roots-fläkt. Ger en tryckuppsättning på ca 1 bar och
har bra verkningsgrad. Behöver dock ett flöde på minst 300 Nm³/h.

Klokompressor Klarar upp till 2 bar, även vid mindre flöde.

Kolvkompressor Klarar mer än 4 bar och stora flöden.

På grund av det begränsade flödet i ett gasnät från gårdsbiogasanläggningar, är det fläktar och klokompressorer som lämpar sig bäst. Lämpliga tryckhöjningsaggregat är fläktar på gårdar med lågt inmatningstryck samt klokompressorer för gårdar med större tryck samt för tryckhöjning utefter ledningen

Det är viktigt att beräkningarna för den tänkta gasproduktionen medger en ökning av gasmängden i efterhand. En enklare modifikation som ger ökad gasmängd är att byta fläktar mot kompressorer eller sätta in tryckhöjningsaggregat utefter ledningen. Räcker inte detta i framtiden så måste ny ledning läggas.

5.3. ÖVRIG ANVÄNDNING AV BIOGAS

Biogas kan användas för direkt uppvärmning i gaseldad panna. Avgaser från panna och/eller motor för elproduktion kan användas som CO₂-tillskott i växthus. I många växthuskulturer tillförs inköpt CO₂ för att öka tillväxten. Den CO₂ som finns i den producerade biogasen kan på detta sätt få ett ekonomiskt värde.

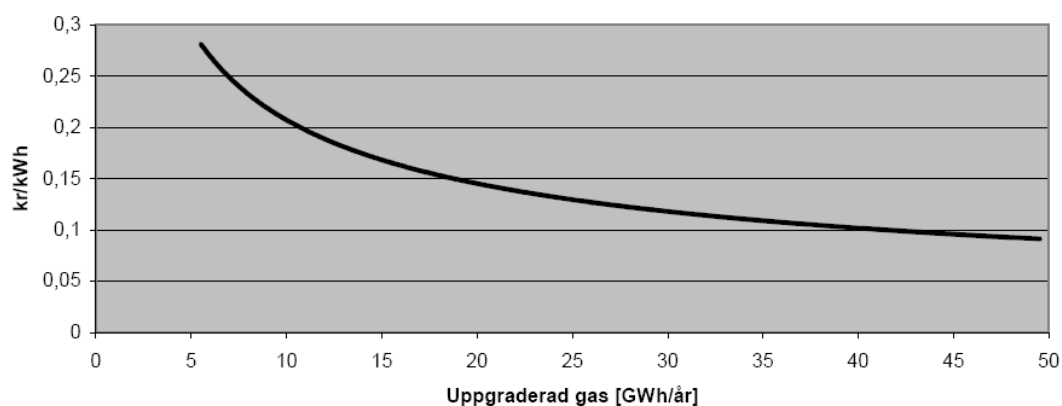
5.4. UPPGRADERING AV GAS

I Sverige finns det en standard för fordonsgas som bland annat kräver att gasen innehåller 95 – 99 % metan. Då biogas normalt innehåller cirka 65 % metan och 35 % koldioxid innebär det att koldioxid måste avskiljas. För att uppfylla standarden ställs det också krav på gasens innehåll av till exempel svavel och vatten.

Det finns ett antal olika lösningar för att uppgradera biogas, men den i särklass vanligaste metoden i Sverige är vattenskrubbern. Med denna metod utnyttjas att koldioxid löser sig lättare i vatten än vad metan gör. Genom att låta biogasen passera genom ett absorptionstorn och där möta en vattenström är det därmed möjligt att uppgradera biogasen så att den uppfyller standardens krav. Andra metoder som används kommersiellt idag använder aktivt kol eller kemikalier för att skilja på koldioxid och metan.

Samtliga metoder har i dagsläget ett visst läckage av metan som det ur miljösynpunkt, men också av ekonomiska skäl är viktigt att hålla så lågt som möjligt. Ofta har ett läckage på maximalt 2 % accepterats vid upphandling av uppgraderingsanläggningar men det finns idag anläggningar där leverantören uppger att läckaget är mindre än 0,1 %. Här pågår det också en utveckling för att på olika sätt minska läckaget av metan till atmosfären.

Av ekonomiska skäl förekommer uppgradering, med ett par undantag, endast på större biogasanläggningar idag. Anledningen är de stora skalfördelar som presenteras i figur 5.1 och även om det sker en utveckling av mindre uppgraderingsanläggningar kräver en konkurrenskraftig produktion av fordonsgas sannolikt relativt stora volymer även i framtiden. Det är dock inte nödvändigtvis så att biogas måste produceras i samma skala. En alternativ lösning som diskuteras allt mer är att transportera biogas i lokala gasnätet från flera mindre biogasanläggningar till en större uppgraderingsanläggning istället för att transportera substrat till en stor biogasanläggning.



Figur 5.1: Förhållande mellan kostnader för uppgradering av biogas och mängd uppgraderad gas (Gasföreningens rapport).

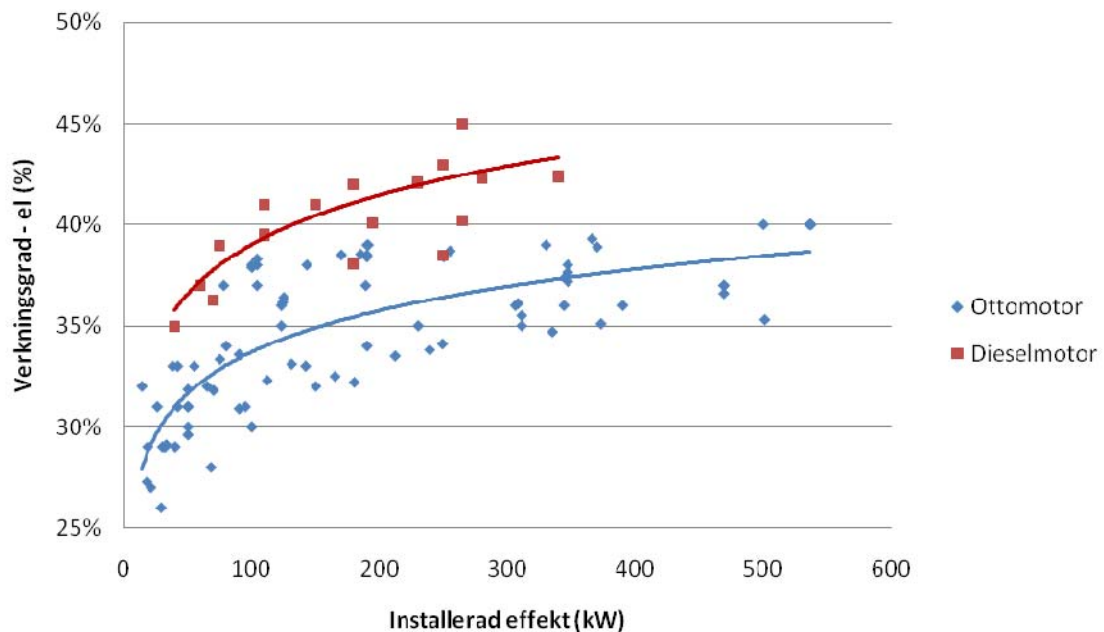
5.5. KRAFTVÄRME

Biogas kan användas för att generera elektricitet och värme med hjälp av flera olika tekniska lösningar. Vanligast är konventionella motorer som anpassats för biogas, men det finns också små gasturbiner, stirlingmotorer, bränsleceller och andra tekniska lösningar tillgängliga på marknaden. Här presenteras dock endast motorer och turbiner då sådana finns installerade vid biogasanläggningar i Sverige.

5.5.1. MOTORER

De motorer som används för att producera kraftvärme bygger på dieselpincipen eller på ottoprincipen. I en motor som arbetar enligt ottoprincipen blandas bränsle och förbränningsluft ofta innan luften kommer in i cylindern. Blandningen används därefter med hjälp av ett tändstift. I en dieselmotor komprimeras förbränningsluften i cylindern vilket gör att temperaturen stiger och när bränslet tillsätts exploderar blandningen. Om biogas används i en dieselmotor tillsätts den med förbränningsluften. Enbart komprimering räcker dock inte för att blandningen ska självantända och därför är det nödvändigt att tillsätta ett tändbränsle. Ofta används diesel, men vissa motorer har också anpassats för att använda RME eller till och med rapsolja. Det är också möjligt att komplettera dieselmotorn med tändstift och då behövs inte tändbränsle.

Verkningsgraden varierar mellan olika fabrikat och modeller, men generellt har dieselmotorer en högre verkningsgrad se figur 5.2. Dessutom stiger verkningsgraden med den installerade effekten. En högre elektrisk verkningsgrad medför dock normalt att den termiska verkningsgraden sjunker.



Figur 5.2 Verkningsgrad för diesel- och ottomotor (Lantz, 2009).

5.5.2. GASTURBIN

I en gasturbin sker en kontinuerlig förbränning av komprimerad luft och biogas. Verkningsgraden i en gasturbin är normalt något lägre än hos motorerna. Rörelseenergin i rökgaserna används för att driva en turbin som i sin tur driver en generator. Till skillnad från motorer kräver turbinen inte någon kylning vilket gör det möjligt att bygga enheter som enbart producerar elektricitet. Om det finns avsättning för den producerade värmen är det dock naturligtvis mer energieffektivt att även ta tillvara på värmen. Med stora gasturbiner kan värmen användas för att generera ånga som kan driva ytterligare en turbin men detta förekommer sällan för de små turbiner som avses här.

Turbin jämfört med motor.

- elverkningsgraden oftast är lägre för turbin jämfört med motor
- turbinen torde ha längre livslängd
- turbinen bullrar mindre
- turbinen har lägre rökgasemissioner

5.6. ANSLUTNING TILL ELNÄTET

Alla nätbolag i Sverige har lokala monopol för distribution av elektricitet. Ellagen säger därför att nätbolagen är *skyldiga* att ansluta nya produktionsanläggningar till sitt nät med *skäliga* villkor.

Detta innebär bland annat att alla direkta kostnader som anslutningen medför ska betalas av anläggningsägaren som vill ansluta sin produktionsanläggning. Dessa måste dock vara skäliga. Vad som är skäligt varierar mellan olika platser beroende på geografiskt läge och installerad effekt i förhållande till nätets kapacitet.

Om parterna inte kan komma överens om vad som är skäligen villkor kan dessa överklagas i efterhand till Energimarknadsinspektionen. Resultatet av inspektionens prövning är dock inte bindande utan kan överklagas till Länsrätten i Södermanlands län.

När anläggningen är i drift är det den lokala nätoperatören som ansvarar för att mäta och rapportera den producerade mängden elektricitet som *matas ut* på elnätet. Kostnaden för detta uppgår normalt till några tusen kr per år. Utöver kostnaden för mätning och rapportering får nätoperatören inte ta ut några överföringsavgifter eller liknande förutsatt att den installerade effekten understiger 1 500 kW. Observera att om anläggningen har ett säkringsabonnemang på maximalt 63 A så kan nätkoncessionshavaren välja att preliminärt beräkna den överförda elektriciteten istället för att mäta.

När en produktionsanläggning anslutits till elnätet har producenten också rätt till ersättning från den lokala nätkoncessionsinnehavaren som ska motsvara;

- Värdet av den minskning av energiförluster som inmatning av el från anläggningen medför i nätkoncessionshavarens ledningsnät, vilket i korthet kan beskrivas som att en kortare transportsträcka ger mindre förluster.
- Värdet av den reduktion av nätkoncessionshavarens avgifter för att ha sitt ledningsnät anslutet till annan nätkoncessionshavares ledningsnät som blir möjlig genom att anläggningen är ansluten till ledningsnätet.

Ersättningens storlek varierar beroende på de lokala förutsättningarna och kan beräknas med en modell som Energimarknadsinspektionen tagit fram. Normalt ligger dock ersättningen på några ören/kWh.

5.6.1. ELMARKNADEN

Den elektricitet som produceras på anläggningen kan dels användas internt och dels levereras ut på elnätet. För att sälja del elektricitet som går ut på elnätet kan producenten antingen teckna ett avtal direkt med något elhandelsbolag eller anlita en mäklare som kan sälja elektriciteten på den Nordiska Elbörsen, Nordpool. Det är möjligt att sälja elektriciteten till rörligt eller fast pris alternativt en kombination av dessa.

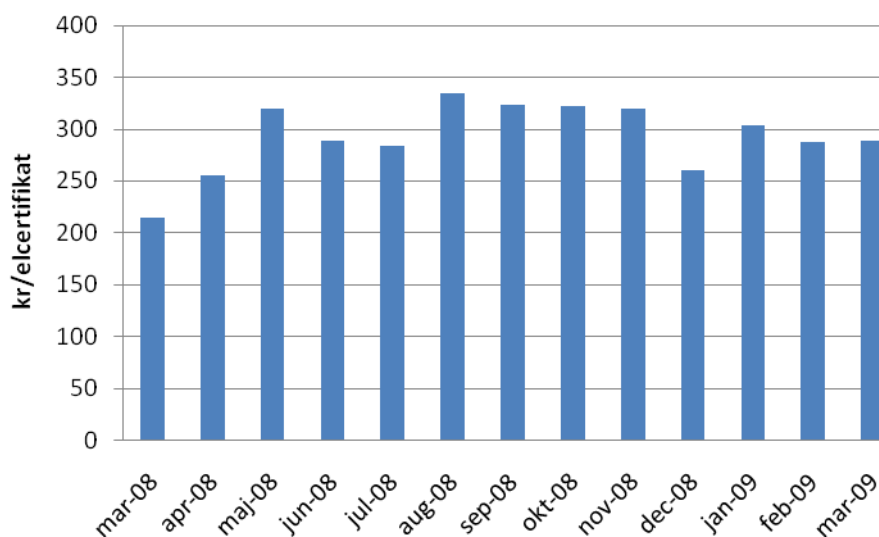
Elcertifikat

Systemet med elcertifikat infördes år 2003 i syfte att stödja produktionen av förnybar elektricitet. I korthet innebär systemet att varje godkänd produktionsanläggning tilldelas ett certifikat för varje MWh förnybar elektricitet som producerats, ett betydande ekonomiskt tillskott för biogasproducerad el. En produktionsanläggning kan tilldelas certifikat i maximalt 15 år eller fram till år 2030 då systemet upphör.

För att skapa en marknad för elcertifikat ingår det också en kvotplikt i systemet. De som innefattas av kvotplikten är elleverantörer, elintensiva företag och användare som själva köpt eller producerat elektricitet för sin egen förbrukning. Detta innebär att producenter av biogasbaserad kraftvärme är kvotpliktiga för den elektricitet som de använder internt. Undantaget är om den installerade effekten är maximalt 50 kW.

År 2009 är kvotplikten 0,17 vilket innebär att för varje MWh elektricitet måste den som är kvotpliktig uppvisa 0,17 elcertifikat som därefter annulleras av Svenska Kraftnät. Kvotplikten förändras därefter årligen fram till och med år 2030. Om någon kvotpliktig inte kan uppvisa ett tillräckligt antal elcertifikat utgår en kvotpliktsavgift som är 150 % av medelpriset på elcertifikat ett år bakåt från det att certifikaten skulle ha annullerats.

De tilldelade elcertifikaten kan antingen säljas via en mäklare eller genom avtal som tecknas direkt mellan producenten och någon annan aktör på marknaden. Handeln kan ske med spotkontrakt, vilket innebär att certifikaten omedelbart levereras och betalas eller med olika former av forwardkontrakt (avtalskontrakt) där pris och leveranstidpunkt fastställs i avtalet, men att leveransen sker någon gång i framtiden. Gemensamt för alla transaktioner är att de ska rapporteras till Svenska Kraftnät när certifikaten byter ägare. Det innebär att den prisstatistik som redovisas kontinuerligt av Svenska Kraftnät inte representerar spotpriset eftersom vissa av affärerna kan ha varit uppgjorda långt innan den faktiska leveransen. Svensk Kraftmäklare redovisar dock uppgifter om spot- och forwardhandel se figur 5.3.



Figur 5.3 Rapporterade medelpris för elcertifikat (SVK, 2009).

För att tilldelas elcertifikat krävs bland annat att produktionen mäts per timma och rapporteras till Svenska Kraftnät. När det gäller den elektricitet som matas ut på elnätet sköts rapporteringen av nätkoncessionsinnehavaren. Det innebär dock att mindre anläggningar med säkringsabonnemang på maximalt 63 A inte kan få elcertifikat om nätkoncessionsinnehavaren väljer att inte mäta mängden inmatad elektricitet per timme. Elektricitet som används internt och därmed inte matas ut på nätet kommer inte heller att generera några certifikat. Lösningen på detta är att anläggningsägaren installerar en mätare vid generatoren som mäter den totala mängden producerad elektricitet per timme och att dessa mätdata sedan rapporteras in till Svenska Kraftnät.

5.7. SKATTER

Biogas som framställs i en biologisk process är befriad från energi- och koldioxidskatt oavsett slutanvändare och användningssätt. Värme som produceras i en gaspanna som eldas med biogas eller en kraftvärmeenhet belastas följaktligen aldrig av sådana skatter.

Elektricitet beskattas dock på samma sätt oavsett hur den producerats och utifrån vilket bränsle. Beroende på vem som slutligen använder elektriciteten varierar skatten därmed mellan 0,5 och 27 öre/kWh.

Undantaget är om en producent förfogar över en installerad effekt på maximalt 100 kW elektricitet och inte levererar elektricitet yrkesmässigt. I det fallet är den producerade elektriciteten inte skattepliktig.

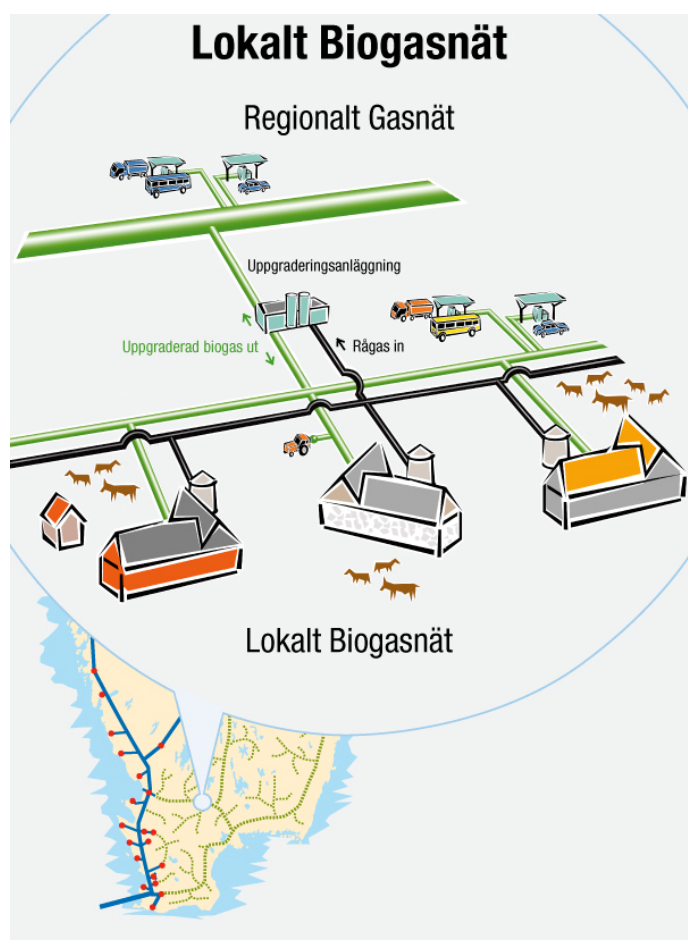
6. ANLÄGGNING AV LOKALA GASNÄT

I detta avsnitt behandlas anläggningar av lokala gasnät för mindre än 4 bar.

När man lägger ett stamledningsnät, för rågas, kan man även lägga en ledning för uppgraderad gas, som därigenom kan distribuera uppgraderad gas tillbaka till samma område där rågasen producerats.

6.1. GASNÄT

Ett flertal biogasanläggningar på lantbruk som länkas till ett gemensamt ledningsnät kan producera, förädla och leverera stora volymer biogas. I konceptet kombineras småskalighetens flexibilitet med storskaliga fördelar (figur 6.1).



Figur 6.1 Schematisk bild över lokalt gasnät och möjligheterna att ansluta vidare via regionalt nät.

Konceptet innebär att en eller flera gårdar har sin egen biogasanläggning där lantbrukens egna substrat producerar biogas genom att rötas.

Närheten till råvaran när biogasanläggningen byggs på lantbruken gör systemet både kostnadseffektivt och miljövänligt i jämförelse med en produktion där råvaran måste transporteras långa sträckor med fordon både till och från en central biogasanläggning.

6.2. TILLSTÅND FÖR GASLEDNING

Att anlägga ett distributionsnät under 4 bars tryck för biogas kräver inte koncession enligt naturgaslagen (2005:403). Det krävs heller inte koncession enligt lag (1978:160) om vissa rörledningar.

Det krävs dock alltid tillstånd enligt lagen om brandfarliga och explosiva varor (1988:868) för att driva distributionsnätet.

Dragningen av biogasledningen blir således en i första hand civilrättslig fråga för de inblandade parterna och då främst med fastighetsägarna i beaktande. Skall ledningen dras över annans fastighet behövs tillåtelse från denna part. Detta löses bäst genom att upprätta ett civilrättsligt avtal med fastighetsägaren. Det är viktigt att avtalet meddelar att det är grund för förrättning, dvs att ledningen blir inskriven på fastigheten hos Inskrivningsmyndigheten eller via en lantmäteriförrättning.

I händelse av att enskild fastighetsägare inte skulle vilja underteckna sådant avtal går det att ansöka om en förrättning och erhålls så kallad ledningsrätt enligt ledningsrättslagen (1973:1144). En tvingande förrättning kan företagas när åtgärden innebär stora vinningar från allmänhetens eller ett större antals synvinkel och det inte innebär att olägenheten för den enskilde väger tyngre än fördelarna för flertalet. Ledningsförrättningen handhas av Lantmäteriet. Detta är dock något som bör undvikas då det tar ansevärt längre tid än en frivillig överenskommelse. När ett avtal tecknats går det istället att inlämna dessa avtal till Lantmäteriet som då skriver in ledningen i fastigheten. Genom att ledningen skrivs in i fastigheten riskerar man inte att överenskommelsen förvanskas eller på annat sätt förändras i och med ett ägarbyte. Vad gäller ersättning, bör det till fastighetsägarna utgå en högre ersättning än den lagstadgade enligt ledningsrättslagen för att motivera till en frivillig överenskommelse.

Gällande avtalets utformning är det att rekommendera att avtalet innehåller en bestämmelse om att man kan börja gräva och lägga ner ledningen direkt efter att avtalet undertecknats, utan att behöva vänta på att avtalet skall skrivas in i fastigheten hos Lantmäteriet - en handläggning som kan ta tid.

6.3. DRAGNING AV GASLEDNING

Förläggning och byggnation av gasledningar ska i princip göras enligt Energigasnormen (EGN) 2007. Distributionssystem som anläggs, kontrolleras, och drivs enligt EGN 2007 uppfyller lagar, förordningar och föreskrifter. I EGN 2007 finns detaljerade beskrivningar av hur ledningsdragningen skall gå till och vilka material som skall användas mm.

6.4. SKYDDSVÄRDA OMRÅDEN

När ledningsnätet för gas skall grävas ner måste hänsyn tas till eventuella skyddsvärda områden. Sådana områden kan t ex vara skyddade biotoper, vattendrag, strandskydd, fornlämningar. Genom att gå igenom GIS-kartorna för den aktuella sträckningen går det att se vart kända fornminneslämningar och biotopskydd finns. Man bör undvika att dra ledningen genom dessa områden. Observera dock att de markeringar som finns på GIS-kartorna inte är uttömmande, bara kända

fornlämningar och biotopskydd finns markerade. Tyvärr är kulturminnen inte utmärkta på GIS-kartorna. För att få veta var värdefulla kulturminnen och -värden finns kan man kontakta en antikvarie eller en rådgivare inom kulturmiljö.

När ledningens dragning planeras bör karta med den tilltänkta dragningen inges till Länsstyrelsens naturvårds-, vattenvårds- och kulturminnesenhet. Det är inget krav att upprätthålla denna dialog med Länsstyrelsen, men det är absolut att rekommendera då det minimerar risken för att skyddsvärda områden påverkas eller i värsta fall förstörs. Tillsammans med kartan bifogas en skrivelse som anger hur hänsyn tagits till markeringar i GIS-kartan. Dessutom skall under denna dialog beskrivas metoder för hur det är tänkt att större respektive mindre vattendrag skall korsas. Generellt kan sägas att det med hänsyn till vattenområdet är att föredra tryckning under vattendrag. Länsstyrelsen kommer sedan med ett utlåtande på den planerade ledningsdragningen och kan även ge instruktioner för hur verksamhetsutövaren skall hantera skyddsvärda områden eller objekt som upptäcks under grävningen.

När väl arbetet tar fart och ledningen grävs är det möjligt att man gräver i närheten av tidigare t ex upptäckta fornlämningar. Skulle så ske skall Länsstyrelsen kontaktas, som då är förpliktigade att utge ett beslut om vad som skall göra i denna situation.

6.4.1. STRANDSKYDD

Man får inte bygga inom strandskyddsområdet så att det hindrar natur- eller friluftsliv. Genom att gräva ner en ledning hindras inget av detta. Det man dock skall ta i beaktande är att strandremsan intill större vattendrag kan vara känslig för erosioner, vilket gör att nedläggning av en ledning inom detta område kan leda till större eller mindre skred ner i vattendraget. Sådana skred kan skada naturliv och även friluftsliv. Så även om själva ledningen inte hindrar eller inverkar på natur- eller friluftsliv kan nedläggningen av densamma ge upphov till erosion eller skred som hindrar eller i värsta fall förstör vattendraget, natur- eller friluftslivet.

Lantbrukets ekonomibyggnader är dock undantagna från strandskyddsbestämmelserna.

6.5. DRIFTTRYCK

De regelverk som beskrivs i denna skrift och i EGN 2007 avser ett högsta drifttryck på 4 bar. Det finns gasledningar som har högre tryck än 4 bar, men dessa omfattas av ett strängare regelverk än vad som beskrivits i denna handbok. Som exempel kan nämnas stamledningen för naturgas längs västkusten i Sverige, denna högtrycksledning är bl a föremål för koncessionsplikt vilket innebär att tillstånd krävs från regeringen. Högtrycksledningar är därför inte att förorda som distributionssystem för nu avsedd transport av biogas.

6.6. DISTRIBUTIONSNÄT

Distributionsnätet omfattar ledningar, reglerstationer och serviceledningar och -anläggningar. Från utloppet från röt-kammaren till förbrukningsstället räknas som distributionssystemet.

6.7. LEDNINGAR I MARK.

Ledningar i mark ska ha:

- minst 1,0 m täckning, dock
- minst 0,8 m i gata i villaområde eller motsvarande dock minst
- 0,6 m i grönområde eller tomtmark, även i dessas cykel- och gångbanor och
- 0,6 m täckning vid nedsprängning i berg

Där ledningen kommer upp ur marken, dvs vid mindre än 0,6 m täckning, anses den inte längre ligga i mark vilket t ex betyder att materialet måste vara anpassat för utomhustemperaturer. Ledning för biogas med daggpunkt över lägsta omgivningstemperatur skall ha dräneringsutrustning i lågpunkter.

Ledningar i åkermark bör läggas på sådant djup att skadegörelse på befintlig dränering synliggörs och åtgärdats samt att gasledningen ej är ett hinder för framtida dränering.

6.8. RÖRMATERIAL

Rörmaterial för metangas (biogas) är stålrör eller PE-rör. För läggning ovan mark (mindre än 0,6 m täckning) gäller enbart stålrör. PE-rören ska vara gula eller svarta med gula ränder enligt SS-EN1555-2. Svetsning av PE-rör utförs av svetsbehörig person.

6.9. LEDNINGSGRAV

Ledningsgraven ska ha bottenbredden av minst yttre rördiameter + 0,2 m. Kringfyllningen skall vara minst 0,1 m över ledningens hjässa. Används PE-rör med skyddshölje behövs ingen kringfyllnad. I ledningsgraven skall det finnas markeringsband med texten GAS, 0,2-0,4 m över ledningen. Ledning utanför tätort skall även ha skylt vid korsning av allmän väg, järnväg eller vattendrag. Allt markarbete vid förläggning av biogasledning skall utföras enligt Anläggnings AMA 98 eller motsvarande. I EGN 2007 finns mer detaljerade beskrivningar av ledningsbädden och ledningsgraven.

6.10. SAMFÖRLÄGGNING

Biogasledningen kan med fördel samförläggas med andra ledningar, främst av ekonomiska skäl, men också för att samordningen underlättar nedläggning av nya ledningar, service och sparar plats i marken.

Angående avstånd till andra ledningstyper, se avsnitt nedan.

6.11. MINSTA TILLÅTNA AVSTÅND

Biogasledningen skall placeras minst två meter från byggnad inom tätbebyggt område. Om ledningen förläggs i ett gastätt skyddsrör får avståndet minskas till 1 meter. Utom tätbebyggt område skall ledningen dock placeras minst 12 meter från byggnad och två meter från byggnad om ledningen förläggs i ett gastätt skyddsrör alternativt ligger i ett vägområde.

I de fall ledningen skall förläggas i närheten av en större industri, bestäms avståndet av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Nedan anges de vanligaste typerna av ledningar. För avstånd till andra ledningstyper hänvisas till EGN 2007.

Minsta tillåtna avstånd vid samförläggning med andra ledningar

- Annan gasledning: 0,3 meter
- Vattenledning: 0,3 meter
- Lågspänningskabel < 0,6 kV, telekabel: 0,3 meter
- Avloppsledning för självfall: 1 meter (Om någon av ledningarna är förlagd i heldraget, gastätt skyddsrör får avståndet minskas till 0,3 meter. Avstånd mellan skyddsrorets ändar och ledning skal dock vara 1 meter.)

Till väg

Vägbana = Körbanan plus vägrenen.

Vägområde = Vägbana plus ev. gång- eller cykelväg plus dike eller slänt samt kantremsa. Kantremsan är ca 0,5 meter när diket övergår till område med åker och 2 meter när diket övergår till område med skog.

Utan väghållningsmyndighetens tillstånd får det inom ett vägområde inte dras ledningar eller utföras arbeten på redan dragen ledning. Vägverket är i de flesta fall väghållningsmyndigheten.

Enligt Vägverkets föreskrifter får gasledning vara förlagd i gata eller väg inom tätbebyggt område. Förläggning inom detta område skall dock godkännas av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Bara i undantagsfall godkänns förläggning av gasledning inom vägområde för motorväg, motortrafikled och mötesfri väg. På övriga allmänna vägar ges i första hand tillstånd till förläggning av längsgående markledningar i första hand i vägområdets kantremsa. Kantremsan är det område som ligger utanför dikesområdet, dvs efter ytterslänt. För gasledning gäller också att den skall vara placerad minst 12 meter från vägbanekanten och minst 6 meter från vägområdesgränsen, utanför tätbebyggt område.

Till järnväg

Avståndet mellan ledning i mark parallell med järnväg skall vara minst 15 meter från spåret.

Till vattendrag

Det finns inga generella krav på minsta tillstånd till vattendrag, men man bör tän-

ka på att det i närheten av vattendrag kan finnas risk för erosion. När man gräver ner ledningen kan det således vara bra om det går att hålla ett skyddsavstånd till vattendrag.

6.12. KORSNINGAR

Med andra ledningar

Annan gasledning: 0,1 meter

Vattenledning: 0,1 meter

Lågspänningskabel, telekabel: 0,3 meter (Avståndet får vara mindre om ett värmeisolerande material med en minsta tjocklek av 0,1 meter placeras mellan ledningarna.)

Avloppsledning för självfall: 1 meter (Om någon av ledningarna är förlagd i heldraget, gastätt skyddsrör får avståndet minskas till 0,1 meter. Avstånd mellan skyddsrörets ändar och ledning skal dock vara 1 meter.)

Med väg

Biogasledningen skall placeras så att antalet korsningar med väg begränsas. Korsande ledning skall placeras vinkelrätt eller i det närmaste vinkelrätt mot vägens längdriktning. Det är att föredra att trycka ledningen under vägen då eventuella skador eller ingrepp på vägen bekostas av verksamhetsutövaren.

Med järnväg

Biogasledningen skall placeras så att antalet korsningar med järnväg begränsas. Korsande lednings skall placeras vinkelrätt eller i det närmaste vinkelrätt mot järnvägens längdriktning. Det är att föredra att trycka ledningen under järnvägen då eventuella skador eller ingrepp på järnvägen bekostas av verksamhetsutövaren.

Värt att notera är att det är verksamhetsutövaren för biogasledningen som bekostar flyttning och andra åtgärder vid händelse av att en väg eller järnväg skall byggas om eller på annat sätt ändras.

Med vattendrag

Vid korsning av vattendrag är det att föredra att trycka biogasledningen under vattnet för att inte påverka vattennivå eller miljön. Mindre vattendrag bör gå att dika igenom om vattendraget kan återställas helt. Kontakt med Länsstyrelsens vattenvårdsenhet bör tas för att få vald metod godkänd innan något vattendrag korsas. Värt att notera är att det för vattenverksamhet krävs tillstånd från Miljöödomstolen eller vid markavvattning Länsstyrelsen, vilket kan vara både tidskrävande och dyrt.

Vattenverksamhet är:

1. uppförande, ändring, lagning och utrivning av dammar eller andra anläggningar i vattenområden, fyllning och pållning i vattenområden, bortledande av vatten från eller grävning, sprängning och rensning i vattenområden samt andra åtgärder i vattenområden om åtgärden syftar till att förändra vattnets djup eller läge,
2. bortledande av grundvatten och utförande av anläggningar för detta,
3. tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden samt utförande av anläggningar och åtgärder för detta, och
4. åtgärder som utförs för att avvattna mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för något visst ändamål (markavvattning).

6.13. BESIKTNING OCH KONTROLL

Distributionssystemet skall byggas i enlighet med EGN 2007 och besiktigas enligt AFS 2005:3.

Före driftsättning krävs avsyning av distributionssystemet och anläggningarna som vanligtvis utförs av Räddningsnämnd eller Räddningstjänst.

Som tidigare nämnts behövs tillstånd för att driva en brandfarlig verksamhet, tillstånd som erhålls av den kommunala byggnämnden. Tillstånd kan ersättas av andra särskilda krav vid frågan om drift av distributionssystem. Då tillstånd är ersatt med särskilda krav skall en utsedd föreståndare tillse att kontroll utförs och distributören ansvarar för att kontrollen görs enligt gällande normer. Anläggningsägaren ansvarar för att kraven enligt dessa normer är uppfyllda och att kontrollen är dokumenterad. Inget hindrar att en person innehar alla funktionerna som beskrivits ovan.

Biogasledningen skall kontrolleras ett år efter drifttagning, reparation eller ändring, och därefter vart sjätte år. Biogasledningen skall dessutom återkommande besiktigas enligt AFS 2005:3.

6.14. GASTORK

Gasledning kan kortare sträckor läggas med fall och vattenlås som dränerar ut vatten vid lågpunkter. För att förhindra kondensering i ledningen vid längre gasledningar är det bättre att torka gasen innan den trycks ut på ledningen till vattendaggpunkt som ligger under lägsta omgivnings temperatur. Tillgänglig teknik har beskrivits under avsnitt 5.2. Kostnader finns i kommande avsnitt.

6.15. LEDNINGAR

Förutsättningarna för att gräva ner en markledning är vitt skilda från åkermark till gatstensbelagda stadsmiljöer med befintlig infrastruktur under mark. Här tas upp hinder och utgiftsposter för markläggning utanför stadsmiljö.

I de flesta fall sker grävarbetet med grävmaskin, i åkermark eller liknade går det att plöja ner slangen dock rekommenderas täckdikningsmaskin i dränerad mark vilket ger en öppen schakt som synliggör skador på befintlig dränering som då lagas innan återfyllning. Förutom kostnaden för själva schakten tillkommer kostnader för hinder som:

- dränering och större trummor
- öppna vattendrag
- el , telekablar
- vatten och avloppsledningar
- vägar och järnvägar
- berg
- skog

Kostnader för grävningen är också beroende på ledningsdjup samt schaktens storlek utifrån dimensioneringen av ledningen. Att ange ett generellt pris förläggning av gasledning går ej att göra, uppskattning av kostnader finns i kommande avsnitt.

6.16. RÖR

PE-rör används vid markförläggning med täckning enligt EGN 2007.

Dimensioner upp till 110 mm levereras i rörlängder eller på rulle, över 110 endast i längder från 6 till 18 m. Kostnaden per meter rör skiljer sig beroende på godstjocklek och diameter samt den totala längd som kan beställas samtidigt.

Vanligaste fogningen är stumsvetsning där rörändarna smälts ihop med en svetsmaskin eller så sker fogningen med el-muff. Vid svetsning med el-muff sticks rörändarna in i muffen sedan tillsätts en strömkälla vilket får muffen att smälta samman med rören.

7. **INVESTERINGSKOSTNADER FÖR ANLÄGGNING AV BIOGASANLÄGGNING**

Produktion och användning av biogas kräver en rad olika investeringar. Dessa kan variera avsevärt beroende på vilket substrat som ska hanteras och i vilken skala samt hur den producerade biogasen ska användas. De exakta nivåerna för olika investeringar påverkas av en rad olika faktorer där teknikval och lokala förutsättningar kan variera mellan olika anläggningar. ***De data som anges här ska därför endast ses som rikvärden inför mer fördjupade beräkningar.***

7.1. **BIOGASANLÄGGNINGEN**

Som beskrivits i tidigare kapitel kan en biogasanläggning utformas på olika sätt. Här behandlas dock endast kontinuerligt omrörda tankar som är den i särklass vanligaste lösningen idag.

En sådan biogasanläggning består i sin enklaste form av en pumpbrunn varifrån substrat kan pumpas in till rötammaren där det omblandas och värms upp. Därefter förs rötresten till någon form av lager i väntan på vidare hantering. Redan här kan kostnaden variera i hög grad mellan olika anläggningar. En gård med animalieproduktion har till exempel redan pumpbrunnar och flytgödselbehållare som skulle kunna användas av biogasanläggningen. Byggs anläggningen mer fristående saknas ofta sådan infrastruktur. Investeringskostnaden påverkas av t ex materialval, dimensioner på rötammaren och takkonstruktion. Av processtekniska skäl är det till exempel inte heller nödvändigt att täcka rötrestslagret. Ett tak gör dock att kväveförlusterna kan minska betydligt vilket är viktigt ur miljösynpunkt, men också påverkar rötrestens ekonomiska värde.

Andra faktorer som har betydelse för investeringsnivåerna är utrustning för eventuell förbehandling. De flesta större biogasanläggningar hygieniserar det substrat som används vilket medför kostnader för processtankar och värmeväxlare. Det kan dock vara möjligt att med enklare medel hygienisera ett delflöde av substratet. Anläggningar som vill hantera stora mängder fasta material kan överväga att skruva in detta i rötammaren vilket också medför ytterligare utrustning och kostnader. Beroende på vad biogasen ska användas till finns det också olika behov av att höja kvaliteten på gasen.

Det är också viktigt att beakta kostnaden för markarbeten, framdragning av elektricitet och vatten samt eventuell förstärkning av vägar. Det är därför inte helt enkelt att jämföra kostnaderna för olika biogasanläggningar eftersom alla har sina specifika förutsättningar och lösningar.

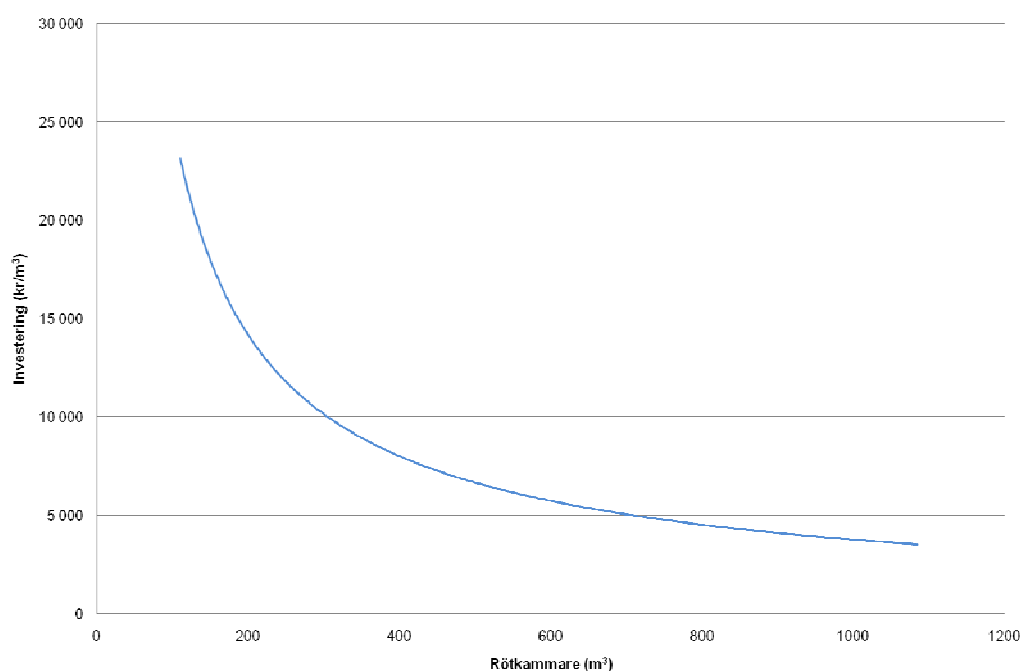
I tabell 7.1 anges investeringsnivåerna för tre stycken gårdsbaserade biogasanläggningar som nyligen uppförts eller är under uppförande i Sverige. Dessa liknar varandra i stor utsträckning men har också egna särdrag. Samtliga anläggningar ligger på gårdar med animalieproduktion, vilket innebär att befintliga pumpbrunnar och flytgödselbrunnar kunnat utnyttjas. Sötåsen är dock ett naturbruksgymnasium och enligt leverantören har man därför valt vissa fördyrande lösningar som kanske inte är nödvändiga på en mer konventionell gårdsanläggning. Anläggningen på Odensviholm skiljer sig från de andra genom att utrustning för att skruva in

fast substrat finns inkluderat i priset. När det gäller anläggningen på Högebo är den i skrivande stund under uppförande och den angivna prisnivån baseras på en kostnadsberäkning och inte en faktisk slutsumma.

Tabell 7.1 Investeringsnivå för tre gårdsbaserade biogasanläggningar:

Anläggning	År	Volym	Investering	Kommentar
Högebo	2009	380	6 800 kr/m ³	Exklusive rötrestlager
Sötåsen	2008	270x2	6 500 kr/m ³	Exklusive rötrestlager
Odensviholm	2008	1 800	3 300 kr/m ³	Exklusive rötrestlager men inklusive skruvinmatning

De uppgifter som presenteras i tabell 7.1 indikerar betydande kostnadsfördelar för större anläggningar vilket också bekräftas i studier med betydligt större dataunderlag. Storskalighetseffekterna framgår också tydligt i figur 7.1 som baseras på cirka 20 biogasanläggningar som offererats till gårdar i Västra Götaland. De angivna prisnivåerna gäller för en komplett, enkel biogasanläggning och inkluderar en rötkammare, inklusive bottenplatta och markarbeten för denna, samt teknikbod och gaspanna. Däremot ingår inte rötrestlager och fortsatt gashantering samt framdragning av elektricitet och vatten.

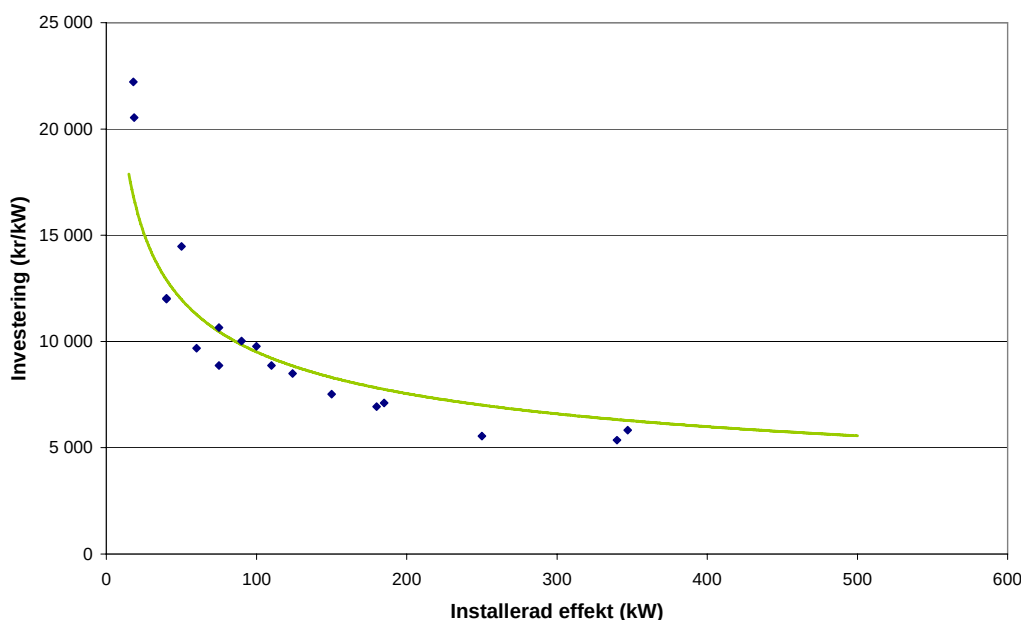


Figur 7.1 Skaleffekter på anläggningskostnader.

Det är viktigt att notera att de skaleffekter som presenteras här förutsätter att anläggningarna har liknande förutsättningar. En större anläggning är i det fallet betydligt billigare per m³ rötkammare. Om den större biogasanläggningen inte byggs på en gård eller om den förutsätter extern tillförsel av substrat kan detta dock föra med sig kostnader som inte drabbar den mindre gårdsbaserade anläggningen. Varje fall måste därför analyseras utifrån sina förutsättningar.

7.2. KRAFTVÄRME

Investeringskostnaden för en kraftvärmeenhet kan variera betydligt beroende på skala, teknisk lösning och prestanda. För små och medelstora kraftvärmeenheter kommer dock skalan att ha mycket stor betydelse. I figur 7.2 nedan anges investeringsnivån för gasmotorer i relation till den installerade effekten. För de minsta motorerna med en märkeffekt på 15 – 20 kW elektricitet är kostnaden drygt 20 000 kr/kW. För en motor på 100 kW sjunker priset till ca 10 000 kr/kW installerad effekt. När det gäller dieselmotorer är priset normalt sett lägre jämfört med rena gasmotorer. Vid en jämförelse av olika motorer är det dock viktigt att också observera verkningsgrad, underhållsbehov och livslängd. För dieselmotorer kan det också vara viktigt beakta vilken typ av tändbränsle som kan användas. För lantbruksbaserade anläggningar kan det till exempel vara intressant att kunna använda egenproducerad rapsolja istället för diesel. En annan faktor som kan påverka priset är hur stor andel av den producerade värmen som ska tas tillvara. För motorer kan värme tas ut dels från kylvatten och dels från rökgaser. Det är dock inte nödvändigt att installera värmeväxlare för rökgaserna.



Figur 7.2 Investeringskostnader för gasmotorer i relation till effekt.

Observera att de kostnader som anges i figur 7.2 inkluderar motor, generator och styrsystem. Däremot är installationskostnader som rördragningar och el-arbeten inte inkluderade. Dessutom tillkommer anslutning till elnätet och eventuell kostnad för motorrum eller liknande. Det kan till exempel handla om en ombyggd container eller ett befintligt utrymme. Kostnaden för installationsarbeten är mycket platsspecifika och kan variera från tio tusentals kr till flera hundra tusen kr.

När det gäller små gasturbiner är det betydligt färre företag som är aktiva på marknaden och antalet installationer är också tämligen begränsat. Det går därför inte att uttala sig generellt på samma sätt som för motorer. Kostnaden är dock något högre än för en gasmotor i samma skala och vid en installerad effekt på 100 kW uppgår kostnaden i basutförandet till drygt 12 000 kr/kW. Gasturbinen kräver dock inte någon kylning alls och om det inte finns något behov av värme går det

att få en enhet som endast genererar elektricitet vilket sänker kostnaden. Den aktuella turbinen kan också fås för utomhusbruk vilket visserligen innebär en något högre kostnad, men om det saknas befintliga rum där turbinen kan installeras kan det dock vara en intressant lösning.

7.3. GASEN

7.3.1. KOSTNADER VID TORKNING OCH TRYCKHÖJNING

Kostnader för **torkning** beror av torktyp och varierar även kraftigt inom respektive typ, följande belopp är riktvärden:

Kyltork: 80 - 100 000:-

Absorptionstork: 50 – 100 000:-

Trycksatt kylvorkning: 300 – 500 000:-

Kostnaderna för **tryckhöjning** beror dels på flödet, dels på effekten och visas i tabell 7.1

Tabell 7.1 Ungefärliga kostnader för tryckhöjning

Aggregat	Tryck	Typ	Effekt ca	Pris ca
Låga flöden från biogasanläggning (ca 25 Nm ³ /h)	300-400 mbar	Fläkt	1-2 kW	8-50 000:-
	1700 mbar	Klokompr.	1,5-5kW	35-100 000:-
Höga flöden från biogasanläggning eller tryckhöjning utefter ledning (ca 100 Nm ³ /h)	1700-2000 mbar	Klokompr.	7-11 kW	50-120 000:-

Det finns ett samband mellan lägre investeringskostnader och större energiförbrukning för fläktar.

7.3.2. KOSTNADER FÖR GASANALYSUTRUSTNING

Utrustning för gasanalys som finns på marknaden håller likartad standard. Även priserna är ungefär de samma ca 100 000 kr

Utrustning för flödesmätning beroende på teknik och om det finns T- (temperatur) och P- (tryck) compensation varierar mellan ca 10 – 40 000:-

7.3.3. MARKLEDNING

Följande kostnader är en uppskattning för anläggande av markledning:

Åkermark ca 60 - 200 kr/ m

Skogsmark ca 100 - 400 kr/m

Tryckning ca 600 - 1200 kr/m (samt framkörningsavgift 10- 15 000 kr)

Sprängning av berg ca 400 – 800 kr/m

Kostnader för rör PE 100 SDR-värde är 17,6 vilket motsvarar max 10 kg tryck. 63
-160 mm ca 30-130 kr/m

Kostnaden för fogning är beroende på teknik, svetsningen ska utföras av licensierad
person: 100 - 500 kr/ skarv

8. LAGSTIFTNING FÖR BIOGASANLÄGGNINGAR OCH GASSÄKERHETSREGLER

I avsnittet redogörs för de viktigaste lagarna som reglerar biogasverksamheten.

8.1. INLEDNING

Lagstiftning består av lagar som stiftas av riksdagen, förordningar som utfärdas av regeringen och föreskrifter som utfärdas av myndigheter. Lagar, förordningar och föreskrifter är alla tvingande. Allmänna råd från myndigheterna, normer, anvisningar och standarder från bl a branschorgan ger exempel på hur system kan byggas, användas och kontrolleras. Följer man dessa så uppfylls i regel lagstiftningen. Listor på lagar, förordningar, föreskrifter, normer och anvisningar som är viktiga att känna till vid projektering, byggande och drift av en biogasanläggning listas i bilaga 1.

8.1.1. MILJÖBALKEN (MB) (SFS 1998:808)

Miljöbalken bildar en övergripande lagstiftning som rör all miljöpåverkan. Relevanta delar av miljöbalkens regleras genom vissa förordningar samt i vissa av Naturvårdverkets föreskrifter.

Den 1 januari 1999 trädde miljöbalken i kraft. I miljöbalken finns bestämmelser om vilka typer av miljöfarliga verksamheter som kräver tillstånd och hur en tillståndsprövning ska genomföras.

Miljöbalkens mål är att vara styrande för hur alla bestämmelser i miljöbalken ska tillämpas, t ex vid provning och tillsyn. I korthet innebär det att vi som lever nu ska bete oss på ett sätt som inte skadar miljön och utarmar naturresurserna. Naturen är livsmiljö för människor, djur och växter samt har dessutom ett eget skyddsvärde.

8.1.2. LAGEN OM BRANDFARLIGA OCH EXPLOSIVA VAROR (LBE) (SFS 1988:868)

Biogas räknas till kategorin brandfarliga varor. Lagen (LBE) syftar till att förhindra att hantering och användning av sådana varor orsakar brand eller explosion och att begränsa skadorna om brand eller explosion ändå skulle uppstå. Lagstiftningens viktigaste regler gällande biogas framgår av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, tidigare Räddningsverket, och ännu tidigare Sprängämnesinspektionens, föreskrifter SRVFS respektive SÄIFS. Räddningstjänsten i kommunen har möjlighet att ställa krav enligt LBE på biogasanläggningar.

8.1.3. ARBETSMILJÖLAGEN (AML) (SFS 1977:1160)

Lagens ändamål är att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet samt att även i övrigt uppnå en god arbetsmiljö. Lagstiftningens viktigaste regleringar för biogasanläggningar framgår av Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS).

8.1.4. LAGEN OM SKYDD MOT OLYCKOR (LSO) (SFS 2003:778)

Lagen syftar till att bereda människors hälsa, egendom och miljö ett tillfredsställande skydd mot olyckor. Lagen anger vilka skyldigheter som enskilda, kommun och stat har i det olycksförebyggande arbetet samt under och efter en räddningsinsats. Alla bör bedriva ett systematiskt brandskyddsarbete och vissa anläggningar bör dessutom enligt lagen skriftligen dokumentera sitt systematiska brandskyddsarbete. För anläggning som kräver tillstånd enligt lagen (SFS 1988:868) om brandfarliga och explosiva varor skall skriftlig redogörelse för brandskyddet lämnas till kommunen. Lagstiftningens viktigaste regler framgår av Räddningsverkets föreskrifter (SRVFS).

8.1.5. PLAN- OCH BYGGLAGEN (PBL) (SFS 1987:10)

Lagen ställer upp allmänna krav på planläggning av mark och vatten samt anger hur byggnader och anläggningar får utformas. Här finns också regler för översiktsplaner och detaljplaner samt anges skyldigheten att söka bygglov samt att göra bygganmälan. Förutom bygglov för rena byggnader fordras bygglov för bland annat cisterner. För den tekniska utformningen av byggnader finns en särskild lag: Lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk med mera (SFS 1994:847). I övrigt regleras relevanta delar av lagstiftningen genom Boverkets föreskrifter (BFS).

8.1.6. ELLAGEN (EL) (SFS 1997:857)

Ellagen omfattar krav på elektriska anläggningar och elsäkerhet. Relevanta delar av lagstiftningens framgår av Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS.

8.1.7. SEVESOLAGEN

I Sverige är Sevesodirektivet infört genom lagen om förordningen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (den så kallade Sevesolagstiftningen), förordningen om skydd mot olyckor samt genom arbetsmiljölagstiftningen. Tillsyn över efterlevnaden bedrivs av Länsstyrelserna respektive arbetsmiljöinspektionerna.

8.1.8. VÄGLAGEN

Lagen omfattar allmänna vägar samt vägens vägområde, dvs mark i anslutning till vägen. Lagen styr även hur nära väg som byggnader etc får upprättas samt hur nya anslutningar av enskild väg till allmän väg skall ske.

8.1.9. HYGIENISERING AV NATURGÖDSEL

Alla biogasanläggningar som rötar naturgödsel ska vara godkända av Jordbruksverket. De får även ställa andra specifika krav på anläggningen än de krav på hygienisering som finns i förordningen (Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1774/2002).

8.2. RISKBEDÖMNING OCH RISKANALYS FÖR GASANLÄGGNINGAR

8.2.1. RISKBEDÖMNING

I all verksamhet där gas hanteras skall riskbedömningar göras enligt LBE, AML och MB vid konstruktion av nya anläggningar, ombyggnad eller ändring av äldre anläggningar eller förändringar i anläggningens verksamhet som inte omfattas av tidigare utförda riskbedömningar.

När det gäller biogas är det främst risken för brand och explosion som är aktuell, men även miljörisker och risker för t ex förgiftning och kvävning samt risker på arbetsplatsen i allmänhet skall beaktas.

I första hand skall konstruktionen och dess verksamhet utformas så att risker inte kan uppstå. Risker som inte kan byggas bort på ett rimligt sätt skall istället omhändertas av säkerhetssystem och skyddsanvisningar.

Riskbedömningen omfattar huvudsakligen stegen

- riskidentifiering,
- riskuppskattning,
- riskvärdering.

Första steget i riskbedömningen är en **riskidentifiering** för att identifiera riskkällor och potentiella skadehändelser. Andra steget är att genom en **riskuppskattning** bedöma sannolikheten för att en potentiell skadehändelse kan inträffa samt bedöma konsekvenserna av en sådan händelse. Tredje steget är att göra en **riskvärdering** av den bedömda sannolikheten och konsekvensen, för att se om de kan anses vara acceptabla eller inte. Är slutsatsen att risken inte är acceptabel så skall riskreducerande åtgärder vidtas. I samband med riskvärderingen är det också viktigt att bedöma graden av osäkerhet i resultaten. Om oklarheter ändå kvarstår, skall en mer utförlig riskanalys utföras (se nedan).

En grundläggande del i riskbedömningen är att klargöra utifrån vilka normer eller standarder som anläggningen har konstruerats. Den tekniska delen av riskbedömningen kan vanligen begränsas i mindre komplexa anläggningar om anläggningen har konstruerats utifrån moderna normer eller standarder och dessa normer och standarder omfattar för säkerheten viktiga faktorer.

Det är inte bara den tekniska installationen som berörs. Bedömningen skall även omfatta organisatoriska frågor, personalens utbildning och kompetens, risker för felhantering vid olika arbetsmoment, anlitande av entreprenörer och vikarier, instruktioner för uppföljning av tillbud och olyckor, instruktioner för fortlöpande tillsyn samt uppföljning av att arbete verkligen utförs på ett säkert sätt.

I riskbedömningen skall också ingå identifiering av risker under projektering, upphandling och uppförande av anläggningen, enligt AFS 1999:3.

8.2.2. RISKANALYS

Om det efter utförd riskbedömning kvarstår oklarheter i bedömningen av anläggningens säkerhet med hänsyn tagen till konsekvenserna, är det nödvändigt att klarställa riskbedömningen med en riskanalys.

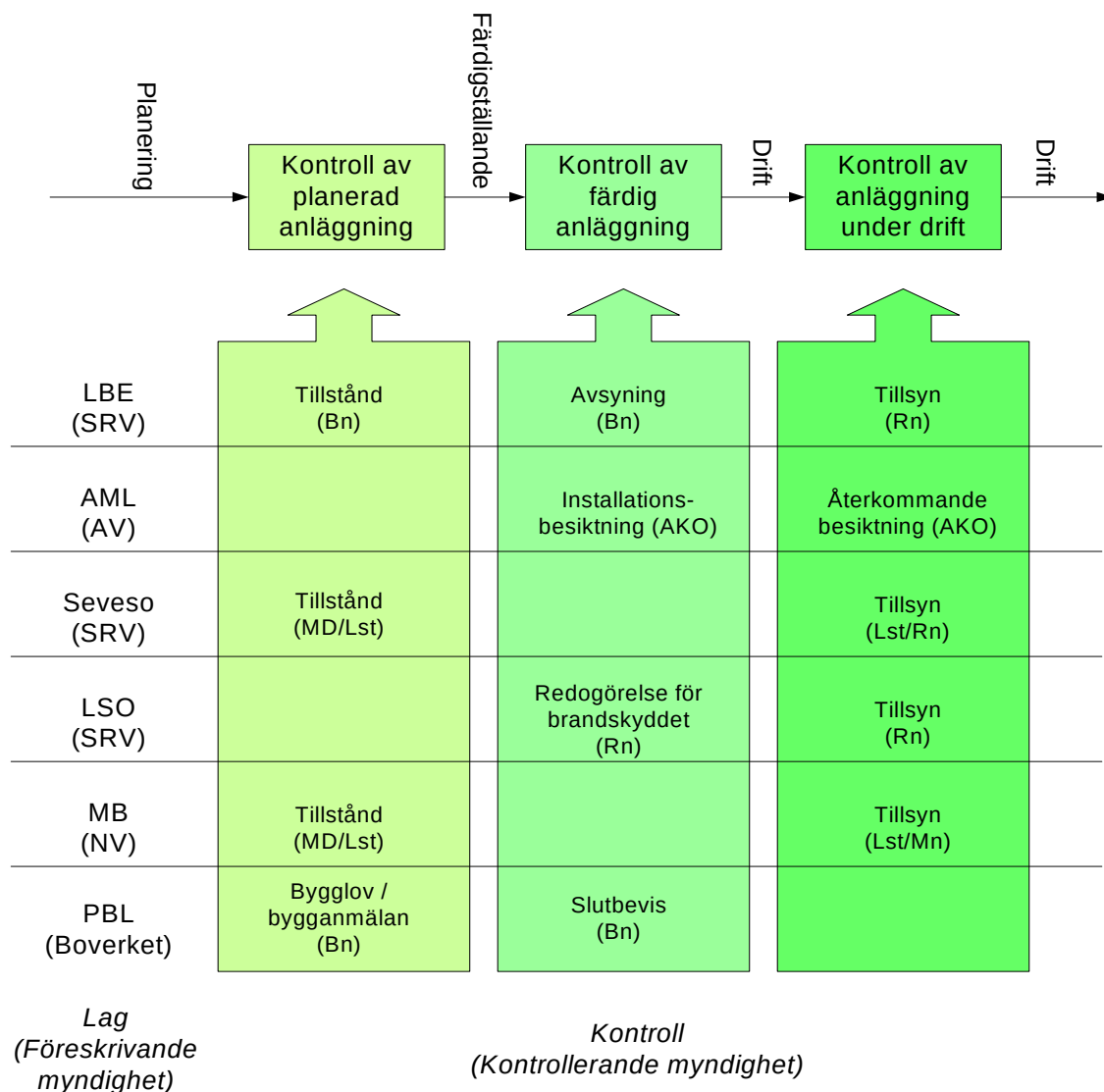
Om riskanalysen visar på fortsatt oklarhet eller på för hög risk med hänsyn taget till konsekvensen, måste åtgärder vidtas. I första hand i form av konstruktionsförändringar eller förändringar i verksamheten på anläggningen. Om detta inte går, eller inte är rimligt med hänsyn till risken och dess konsekvenser, får risken tas om hand eller begränsas genom införande av något skyddssystem. Först om konstruktionsförändring, verksamhetsförändring eller införande av skyddssystem inte är möjligt eller rimligt, får skyddsanvisningar användas för att ta hand om eller begränsa riskerna.

Det finns många olika metoder tillgängliga för riskanalyser, särskilt för mer tekniska analyser. Riskanalyser bör alltid genomföras av en grupp. På så sätt kan behovet av kunskaper inom olika områden tillgodoses. Vid riskanalysarbetet krävs kunskap om t ex:

- risker och skyddsåtgärder vid hantering av biogas,
- anläggningens konstruktion,
- instruktioner och rutiner som gäller i anläggningen, samt hur arbetet utförs,
- tillämpad riskanalysmetodik.

8.3. TILLSTÅNDPROCESSEN

Kontroll av planerad anläggning görs mot olika lagar av olika myndigheter. Anläggningen prövas mot lagarna var för sig och ingen myndighet ansvarar för en samlad prövning mot olika lagar. Det är den sökandes ansvar att se till att alla erforderliga tillstånd erhålls. De tillstånd som i första hand kan behövas för en biogasanläggning är, tillstånd enligt LBE, tillstånd enligt MB, bygglov enligt PBL och tillstånd enligt sevesolagen (gäller endast större anläggningar). Förnyelse av tillstånd skall även sökas vid väsentliga ändringar i en befintlig anläggning. En sammanfattning av myndighetskontrollen för en biogasanläggning visas i figur 8.1. Av figuren framgår också i vilket skede som de olika kontrollerna utförs.



Figur 8.1. Lagstiftning, tillstånd och kontroll av biogasanläggning, figur från BGA 05. Tillstånd enligt Seveso är ej aktuellt för gårdsbiogasanläggningar.

8.4. TILLSTÅND OCH ANSÖKAN

8.4.1. TILLSTÅND ENLIGT MILJÖBALKEN

Användning av mark, byggnader och anläggningar som genom utsläpp eller på annat sätt kan skada hälsa eller miljö kallas miljöfarlig verksamhet. För att bedriva sådan verksamhet krävs tillstånd enligt Miljöbalken 9 kapitel och förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Vissa verksamheter listas i förordningens bilaga utifrån sin verksamhetskod och klassificeras som **anmälningspliktiga** (C-verksamheter) eller **tillståndspliktiga** (B-verksamheter och A-verksamheter)

A-anläggning

Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet där Miljödomstolen prövar frågan om tillstånd.

Exempel:

Anläggning som hanterar mer än 100 000 ton avfall per år.

B-anläggning

Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet där Länsstyrelsen prövar frågan om tillstånd.

Exempel:

1) Anläggning för framställning av mer än 150 000 m³ gasformiga bränslen per år.

2) Anläggning för biologisk behandling av avfall om den tillförda mängden är större än 500 ton per år.

3) Anläggning för förbränning med en total installerad tillförd effekt av mer än 10 men högst 200 MW.

C-anläggning

Anmälningspliktig miljöfarlig verksamhet. Anmälan lämnas till tillsynsmyndigheten, vanligen Miljönämnden i kommunen.

Exempel:

1) Anläggning för framställning av högst 150 000 m³ gasformiga bränslen per år.

2) Anläggning för biologisk behandling av avfall och om den tillförda mängden är högst 500 ton per år.

3) Anläggning där mer än 1 miljon Nm³ gas avsedd som motorbränsle hanteras per år.

4) Stationär förbränningsmotor med en total installerad tillförd effekt av mer än 500 kW men högst 10 MW som är avsedd för annat ändamål än enbart som reservaggregat vid elbortfall.

En förteckning över de miljöfarliga verksamheter som är tillstånds- eller anmälningspliktiga enligt MB finns i en bilaga till förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899).

8.4.2. ANSÖKAN MILJÖBALKEN

Tillståndsansökan skall vara skriftlig och ska innehålla:

- De uppgifter, ritningar och tekniska beskrivningar som behövs för att bedöma verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning.
- En miljökonsekvensbeskrivning (MKB) och uppgift om det samråd som skett (ibland kan en MKB krävas även i anmälningsärenden).
- De uppgifter som behövs för att bedöma hur de allmänna hänsynsreglerna i MB uppfyllts.
- Förslag till de skyddsåtgärder eller andra försiktighetsmått som behövs för att förebygga eller avhjälpa olägenheter från verksamheten.
- Yrkanden om hur lång tid tillståndet skall gälla och vad sökanden åtar sig att utföra.
- Förslag till hur verksamheten skall kontrolleras. Om verksamheten omfattas av sevesolagstiftningen krävs även en säkerhetsrapport.

8.4.3. TILLSTÅND ENLIGT LBE

För hantering av biogas krävs tillstånd enligt LBE. Tillståndsärendena prövas enbart med utgångspunkt från riskerna för brand eller explosion. Ansökan görs hos kommunens byggnadsnämnd, vanligen samtidigt som bygglov.

I följande fall görs undantag från tillståndsplikten enligt LBE, och då ersätts tillstånd med andra särskilda krav som den kommunala myndigheten ger:

- Då gasen är en biprodukt vid annan yrkesmässig verksamhet, har högst 1 bars övertryck och används inom den egna anläggningen (t ex biogas på ett avloppsreningsverk). Kan vara giltigt även för en biogasanläggning på gårdsnivå. Samt för anläggande och drift av distributionssystem för biogas om:
- Drifttrycket uppgår till högst 4 bar och gasen distribueras från en central enhet till flera abonnenter och ett distributionsföretag ansvarar för att anläggning, drift och kontroll av systemet (från leveransgräns fram till och med förbrukningsstället) utförs enligt regler som har utarbetats i samråd med MSB (Gasföreningens Energigasnormer (EGN) är accepterade i detta sammanhang) och gasföreståndare är utsedd.

Det är viktigt att komma ihåg att i de fall där tillstånd ersätts med andra särskilda krav, är kraven på säkerhet på intet sätt mindre än vid ett sedvanligt tillståndsförfarande. Tillståndet ersätts med ett eget ansvar för verksamhetsutövaren medan tillsynen är fortsatt oförändrad.

8.4.4. BYGGLOV ENLIGT PBL

För ekonomibyggnader inom jordbruk krävs inte bygglov. Det är dock tveksamt om biogasanläggning skall betraktas som en ekonomibyggnad. Denna fråga får avgöras från fall till fall då det är beroende på jordbruksföretagets övriga verksamhet. Bygglov söks hos byggnadsnämnden i kommunen, gärna i samband med att tillstånd enligt LBE söks. Inom bygglovet prövas placeringens lämplighet och byggnadens yttre utformning men omfattar inte byggnadernas eller anläggningarnas tekniska egenskaper.

Förhandsbesked

Före ansökan om bygglov kan man ansöka om förhandsbesked från kommunens byggnadsnämnd, för att få veta om man får bygga på den tilltänkta platsen och om platsen är lämplig (lokaliseringsprövning). Förhandsbeskedet är bindande i två år. Syftet är att byggherren ska kunna få ett första besked för att kunna fortsätta sin projektering av bygget. Observera att förhandsbeskedet endast prövar om platsen är lämplig att använda för anläggningen. Kommunen är bunden av sitt beslut om förhandsbesked i två år och byggherren är således garanterad att den prövade platsen är lämplig för ansökt byggnation. Vid en senare ansökan om bygglov prövas själva byggföretagets lämplighet.

Bygglov

Bygglov söks hos byggnadsnämnden, gärna i samband med ansökan om tillstånd enligt LBE.

Handlingar som skall bifogas ansökan är:

- Fasadritningar (byggnadens utseende och användning, nya marklinjer mm).
- Situationsplan (byggnadens läge och mått, markhöjder på tomten, omgivande byggnader, vägar och dylikt).

Bygganmälan

Bygganmälan ska normalt endast göras när åtgärden är bygglovspliktig. Oavsett om åtgärderna kräver bygglov eller inte ska minst tre veckor före byggstart en bygganmälan göras till byggnadsnämnden om arbetena handlar om att:

- Uppföra eller bygga till en byggnad.
- Uppföra eller väsentligt ändra en annan anläggning.
- Ändra i en byggnad så att bärande konstruktioner berörs eller planlösningen påverkas avsevärt.
- Installera eller väsentligt ändra eldstäder (t ex byte av bränsleslag), rökkana-
ler, anordningar för ventilation, vatten- och avlopp (även på tomt).
- Underhålla värdefull bebyggelse som omfattas av skyddsbestämmelser.
- Riva byggnad som kräver rivningslov.

Det är byggherren som ska lämna in bygganmälan. Bygganmälan ska innehålla uppgifter om byggherrens namn och adress, fastighetsbeteckning och när byggnadsarbetena är avsedda att påbörjas. Till anmälan skall fogas en beskrivning av projektets art och omfattning, inklusive brandskyddsdokumentation (byggnadens och dess komponenters brandtekniska klasser, brandcellsindelning, utrymningsstrategi, mm). Anmälan görs skriftligt, men för enkla åtgärder kan det räcka med en muntlig anmälan.

Byggsamråd

När bygganmälan kommit in ska byggnadsnämnden kalla till byggsamråd, om det inte är uppenbart att det inte behövs. Byggsamråd skall alltid hållas om byggherren begär det. Vid samrådet går nämnden och byggherren igenom arbetenas planering, tillsyns- och kontrollåtgärder samt den samordning som behövs. Till byggsamrådet kallas även den som anmälts som kvalitetsansvarig. Vid behov kan också representant (inspektör) för Arbetsmiljöverket (AV) tillkallas. Som en följd av samrådet skall byggnadsnämnden fatta beslut om en kontrollplan. I kontrollplanen anges vilken kontroll som ska utföras, vilka intyg och andra handlingar som ska lämnas in till nämnden och vilka ytterligare anmälningar som ska göras. Kontrollen ska byggherren låta utföra, i första hand genom dokumenterad egenkontroll, men i vissa fall av fristående sakkunniga.

8.5. ANSVARSFÖRDELNING UNDER UPPFÖRANDE AV BYGGNADER OCH ANLÄGGNINGAR

Byggherre enligt PBL

Den som för egen räkning utför eller låter utföra byggnads-, rivnings- eller markarbeten är byggherre. Byggherren är oftast fastighetsägaren. Det är byggherren som har det fulla ansvaret för att byggnaden eller anläggningen uppfyller gällande bestämmelser i PBL, BVL, BBR och BKR och att kontroll och provning utförs i tillräcklig omfattning, dvs ansvarar för att byggnaden produceras på ett sådant sätt att den får god kvalitet.

Kvalitetsansvarig enligt PBL

Som en garanti för att byggherren har tillräcklig kunskap och erfarenhet för att se till att byggnaden uppfyller tekniska egenskapskrav ska byggherren normalt utse en av kommunen godkänd kvalitetsansvarig. Den kvalitetsansvarige ska biträda byggherren, delta i byggsamråd och närvara vid besiktning och andra kontroller. Dennes uppgift är inte att leda arbetet i sig utan att för byggherrens räkning övervaka att de krav på kontroll som ställs i PBL och BVL uppfylls. Ansökan om tillstånd och bygglov. Kvalitetsansvarig krävs normalt endast när byggnationen är bygglovspliktig.

8.5.1. KRAV ENLIGT LBE

Om biogasanläggningen är tillståndspliktig enligt LBE är tillståndsinnehavaren skyldig att utse en eller flera föreståndare som ansvarar för gashantering och därefter underrätta räddningstjänsten om utsedda föreståndare. Likaså bör ställföreträdare utses. Även om anläggningen inte är tillståndspliktig rekommenderas att en person med samma uppgifter som en föreståndare utses. Föreståndaren ansvarar för att gällande regler för hantering av brandfarlig gas följs och för att gasanläggningen drivs på ett säkert sätt.

Föreståndaren skall vara lämplig för uppgiften samt ha goda kunskaper om och god erfarenhet av de varor som hanteras och den verksamhet som hanteringen ingår i. Tillståndsinnehavaren skall se till att föreståndaren ges de befogenheter och möjligheter som behövs för att de skall kunna fullgöra detta ansvar. Se vidare Svenska Gasföreningens anvisning "Föreståndare för brandfarlig gas" (www.gasforeningen.se).

8.5.2. KRAV ENLIGT AML

Vid projektering av byggnader eller anläggningar skall hänsyn tas för att ge en god arbetsmiljö vid framtida brukande, drift och underhåll. Se vidare AFS 2000:42 Arbetsplatsens utformning.

Byggherren, skall genom val av projektör, utformning av uppdrag, samordning av arbete och övriga åtgärder som behövs för ändamålet, se till att projekteringen utförs så kraven på en god arbetsmiljö uppfylls.

Projektörerna, var och en som medverkar vid projektering, skall inom ramen för sitt uppdrag och vid behov i samverkan med övriga projektörer vidta de åtgärder som behövs för att kraven på en god arbetsmiljö uppfylls. Ansökan om tillstånd enligt LBE

Handlingar som ska bifogas tillståndsansökan enligt SÄIFS 1995:3 listas nedan.

- 1) Plankarta som visar anläggningen i förhållande till omgivande bebyggelse, närbelägna industrier, vägar etc. Områdets topografi skall framgå.
- 2) Skiss som visar anläggningsområdet, t ex hur byggnader, cisterner, interna körvägar och parkeringsplatser avses förläggas.
- 3) Ritningar över byggnader där brandfarliga varor skall hanteras.

För varje byggnad skall framgå:

- Dess yttre utformning (fasadritning)
- Dess funktion och rummens funktioner
- Uppgifter om utrymningsvägar, brandcellsindelning och brandteknisk klass samt
- Ventilationens utformning, till- och frånluftsdonens placering, luftomsättning och tryckförhållanden
- Processbeskrivning av den planerade verksamheten t ex från anbudsunderlaget
- Drift- och skötselinstruktioner
- Sammanställning över de brandfarliga varornas namn, klass och mängd i varje rum, cistern etc
- Utredning och bedömning av riskerna för explosiv atmosfär (se SRVFS 2004:7 och SEK HB 426)
- Riskutredningen
- Uppgift om föreståndare

Tillståndsansökan ska skrivas under av firmatecknare hos det företag som avser att driva verksamheten.

Byggnadsnämnden skall vid behandlingen av ansökan samråda med kommunens räddningsnämnd och vid behov även med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), eller andra berörda kommunala eller statliga myndigheter. Framkomna synpunkter sammanställs av byggnadsnämnden, som sedan antingen meddelar tillstånd eller avslår ansökan.

Det är bra att redan på ett tidigt stadium söka informell kontakt med kommunens räddningsnämnd och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap för att samråda om lokalisering mm. För att vinna tid kan man skicka kopia av ansökan för kännedom till de myndigheter byggnadsnämnden förväntas samråda med.

9. DRIFT OCH UNDERHÅLL

I avsnittet redogörs kortfattat för vad som ska ske inför uppstart och vid drift av anläggningen.

9.1. ALLMÄNT

Innan anläggningen tas i drift skall instruktioner finnas och utbildning genomföras. Utbildning på anläggningen kan göras i samband med att anläggningen tas i drift under ledning av kunnig person.

Instruktioner skall finnas tillgängliga på anläggningen och vara på språk som behärskas väl av den personal som arbetar i anläggningen. I vissa fall kan instruktioner behövas på mer än ett språk. Ett av språken skall vara Svenska.

Dokumentation av underhåll, kontroller, och äldre instruktioner skall sparas.

En utbildad gasansvarig person skall finnas vid anläggningen.

9.2. INSTRUKTIONER

Det skall finnas skriftliga instruktioner för alla rutinarbeten för drift av anläggningen. Dessa bör vara uppdelade för olika moment och situationer.

I många fall underlättas hanteringen av instruktionerna om det även finns schematiska bilder som visar vilka delar och moment som är beskrivna var i manualen.

Drift indelas i provdrift, uppstart, reguljärdrift, återstart, samt avställning. För samtliga av dessa skall instruktioner finnas.

Det bör även finnas instruktioner/bestämmelser för de entreprenörer som har tillträde till anläggningen. Dessa bör även signeras av respektive entreprenör (individ och firmaföreträdare) att man tagit del av.

9.3. UNDERHÅLL OCH KONTROLLER

Underhållsarbete skall dokumenteras. Ett enkelt sätt att göra detta är att göra listor, som signeras med datum då underhåll är genomfört. Dessa listor blir då en kombination och instruktion och dokumentation.

Även regelbundna kontroller kan göras med hjälp av checklistor som då utgör såväl instruktion som dokumentation.

9.4. NÖDLÄGE

För nödlägen skall det finnas rutiner och instruktioner som är enkelt åtkomliga så att även personer som normalt inte arbetar med anläggningen kan minska skada/olycka och konsekvenserna därav.

Utformningen av en nödlägesplan varierar men den bör omfatta vad som skall göras, i vilken ordning, samt vem som ska kontaktas.

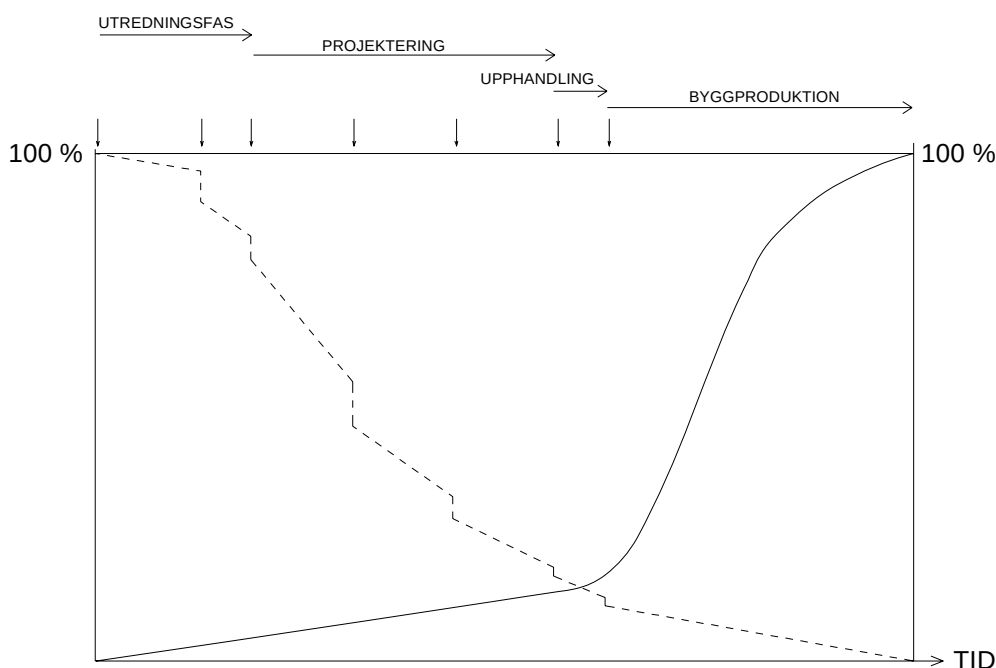
Rädda liv har alltid högsta prioritet. Förhindra ytterligare skada samt larma efter behov kommer därefter.

10. GÅRDSBASERAD BIOGAS – FRÅN IDÉ TILL REALITET

I avsnittet ges en sammanfattande och översiktlig bild över hur processen från tanke till färdig biogasanläggning kan ske. I vissa delar ges även fördjupningar till tidigare avsnitt.

10.1. BYGGPROCESSEN

Vid planering av en biogasanläggning är det viktigt med noggrann projektering. Då sparar man både tid och pengar genom hela byggprocessen, såväl med kontakter med myndigheter som i byggfasen. I bilden nedan visas hur ett bygges kostnader påverkas i förhållande till hur långt man har kommit i byggprocessen. I tidigt planeringsstadium kostar det inte så mycket att ändra sig och lägga mer tid på planering men när bygget redan igång så ökar kostnaden för dålig planering, ändringar och misstag dramatiskt, se figur 10.1.



Figur 10.1. Kostnaden för en dålig projektering kan bli stor ju längre i byggprocessen man kommit.

10.1.1. ANALYS

Projekteringsfasen börjas med att man gör en analys av det tänkta bygget. Frågor om företagets nuläge och framtidsvisioner, ekonomi, befintliga resurser, areal, marknadsanalys med flera belyses och diskuteras. Analysen bör leda fram till en kravspecifikation avseende just den anläggning som skall byggas. Exempel på frågor som bör belysas är:

- Vilken typ av anläggning – flytande eller torr rötning, uppehållstid, temperatur för rötningen mm?
- Vad skall rötas och vilka mängder finns tillång till?
- Prestanda – krav på gasutbyte?
- Storlek på rötkammare?
- Mottagnings-, buffert-, och rötrestlager – finns det tillgång till någon befintlig behållare?

10.1.2. FÖRPROJEKTERING

När analysen är klar och man har en bild klar för sig hur man vill att anläggningen skall se ut går man vidare in i nästa fas i byggprocessen som kallas förprojektering. Nu vill man ha svar på frågor såsom

- Vilka byggmaterial skall användas?
- Vilken avsättning finns för gasen – egen värme- och elförbrukning, närboende m fl?
- Tidsplan - när skall byggnation ske och när skall det vara färdigt?
- Investerings- och kostnadsberäkningar – vad kostar det, kommer investeringen att generera förtjänst?

I denna fas är det all idé att blanda in berörda myndigheter för granskning och råd, t ex miljö- och byggnadsnämnden i kommunen, räddningstjänsten, samt försäkringsbolag m fl.

Med det framarbetade underlaget är det sedan dags att undersöka finansieringsmöjligheter och ta kontakt med bankerna.

10.1.3. FÄRDIGPROJEKTERING

När man går in i färdigprojekteringsfasen skall man i princip ha finansieringen klar för bygget. Nu sätter arbetet med upphandling igång men innan bör man stanna upp och fundera över vilken roll man ska ha under byggtiden. Vill man vara en aktiv byggherre som är med på alla möten och i bygget och därmed har koll på det mesta och har även allt ansvar för att allt löper på under byggtiden? Eller vill man vara en passiv byggherre som överlåter ansvar och samordning till någon annan? Detta val spelar nämligen roll för upphandlingsformen. Det finns två typer av upphandlingsformer och det är delad entreprenad och generalentreprenad. Delad entreprenad betyder att man skriver kontrakt med fler än en entreprenör som i sin tur ansvarar för olika delar i bygget. Man står själv som samordningsansvarig för dessa entreprenörer om man inte väljer att köpa in samordningstjänsten t ex av en utav entreprenörerna eller utav en extern konsult. Väljer man däremot generalentreprenad skriver man endast kontrakt med en entreprenör som i sin tur skriver kontrakt med sina underentreprenörer och därmed ansvarar för samordningen med dessa.

Nästa val man behöver göra är vilken entreprenadform man vill ha. Entreprenadformen anger vem som skall svara för projekteringen med utgångspunkt i entreprenörens ansvarstagande. Det finns två entreprenadformer som kallas utförandeentreprenad och totalentreprenad. Vid en utförandeentreprenad ansvarar beställaren, vilket i många fall är byggherren, för projekteringen och entreprenören utför entreprenaden i enlighet med de handlingar som beställaren tillhandahåller. Be-

ställaren har här ansvar för både projekteringen och funktionen. Den andra formen av entreprenad är totalentreprenad som även kallas funktionsentreprenad. Totalentreprenad innebär att beställaren beställer en funktion enligt de krav man tagit fram. Entreprenören ansvarar för projekteringen och utförandet så att bygget får den funktion som beställaren specificerat och beställt. Totalentreprenad är den vanligaste typen av entreprenadform. Det sista valet man skall göra innan man sätter igång med upphandlingsunderlaget är vilken ersättningsform man vill ha, fast pris eller löpande räkning. Väljer man löpande räkning bör man ha god kännedom om entreprenören i fråga så man vet att man får rätt jobb utfört till rätt pris.

10.1.4. UPPHANDLING

Det finns många fördelar med ett skriftligt upphandlingsunderlag. Den största fördelen är att ett skriftligt underlag ger klara förutsättningar för entreprenören vad som skall lämnas pris på. Att alla entreprenörer och leverantörer räknar på pris utifrån samma förutsättningar gör att det sedan blir lättare för beställaren att jämföra priserna man fått in. Ett skriftligt underlag ger dessutom ett tydligt och bra underlag för den fortsatta processen, man har satt sina krav på ett papper vilket leder till mindre risk för fel och missförstånd. Om upphandling skickas till utländska företag var uppmärksam på att svenska krav på hållfasthet, materialkvalité och tillverkningskontroller uppfylls och att avtalet som skrivs blir enligt svenska standardavtal.

Viktiga delar att ha med och diskutera vid en upphandling:

- Diskutera krav på gasutbyte
- Omblandningen är viktig – ställ krav på en total omblandad rötkammare
- Omröraren skall tåla att slå sönder material
- Möjlighet att kunna byta rörliga delar, t ex omrörarblad och inte hela omröraren
- Tömning av bottensats skall vara genomtänkt
- Diskutera serviceavtal

När en överenskommelse är gjord med en eller flera entreprenörer skrivs ett kontrakt på beställningen. Kontraktet skall innehålla:

- Entreprenadens omfattning
- Tidsplan – start- och slutdatum
- Kontraktsumma
- Vite vid försening
- Ersättning vid ändrings-, tilläggs- och avgående arbeten
- Hänvisning till bilagor t ex ritningar
- Underskrift av båda parter

10.1.5. PRODUKTION OCH FÖRVALTNING

Under byggtiden hålls byggmöten som syftar till att underlätta samordningen på byggplatsen och att lösa frågor som uppstår under byggtiden. Byggmöten skall alla berörda parter ställa upp på utan extra ersättning och protokoll ska föras.

När bygget står färdigt är det dags för slutbesiktning. Syftet med en besiktning är att undersöka att beställaren fått vad han eller hon beställt (vad som står i kontrak-

tet). Det är beställaren som kallar till slutbesiktning, utser besiktningsman och betalar slutbesiktningen. Efter godkänd slutbesiktning överlämnas entreprenaden till beställaren och garantitiden börjar gälla. Hur lång garantitid beställaren får beror på vad man avtalat om och viktigt är att man innan garantitiden löper ut gör en garantibesiktning så beställaren får ersättning för de fel som eventuellt dykt upp under garantitiden. Det är beställaren som kallar även till garantibesiktningen.

10.2. LAGAR OCH FÖRORDNINGAR I BYGGPROCESSEN

Vid en byggnation av en biogasanläggning ska den planerade anläggningen kontrolleras mot olika lagar och förordningar av olika myndigheter. Anläggningen prövas mot lagarna var för sig och ingen myndighet ansvarar för en samlad prövning mot alla lagar. **Det är byggherrens ansvar att se till att erforderliga tillstånd söks och erhålls.**

10.2.1. BYGGLOV OCH BYGGANMÄLAN

När förutsättningarna för bygget kartlagts och innan upphandling bör man utreda om bygglov behövs för uppförande av anläggningen eller inte. Är det inte en lantbruksfastighet som biogasanläggningen skall byggas på är svaret tydligt att det behövs bygglov. Är det däremot en lantbruksfastighet så står det i plan- och bygglagen att *"I fråga om ekonomibyggnader för jordbruk, skogsbruk och därmed jämförlig näring inom områden som inte omfattas av detaljplan är dessa undantagna bygglov"*. Dock kan kommunen där man bor ha åsikter om en biogasanläggning är en ekonomibyggnad eller inte och det kan vara skillnad på om man säljer gas, el eller värme från gården eller använder all gas själv på fastigheten. Därför bör man alltid kontakta kommunen för att ta reda på om anläggningen är bygglovspliktig eller inte.

Bygglov söks hos kommunen och omfattar placering och yttre utformning. Ett tips kan vara att redan under projekteringen ta kontakt med kommunen och låta dem vara delaktiga allt eftersom planeringen fortskrider och detta underlättar för en eventuellt senare bygglovsansökan. Alternativt kan man ansöka om förhandsbesked som är bindande för kommunen under två år.

I plan- och bygglagen står det även att oavsett om man behöver bygglov eller inte så skall byggherren göra en bygganmälan minst tre veckor innan byggstart. Läser man dock vidare i lagen så står det även att *"Bygganmälan behövs inte när man uppför, bygger till eller ändrar ekonomibyggnader för jordbruk, skogsbruk eller därmed jämförlig näring inom område som inte omfattar detaljplan"*. Det är således åter igen upp till kommunen om bygganmälan behöver göras eller inte. Klas-sar kommunen biogasanläggningen som en ekonomibyggnad behövs varken bygglov eller bygganmälan göras.

10.2.2. ARBETSMILJÖLAGEN

Arbetsmiljölagens (AML 1977:1160) ändamål är att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet samt att även i övrigt uppnå en god arbetsmiljö. Lagen gäller varje verksamhet i vilken arbetstagare utför arbete för arbetsgivares räkning.

Lagen omfattar allt arbete. Det har inte någon betydelse om arbetet utförs i privat eller offentlig verksamhet. Lagen gäller framför allt när någon arbetstagare är anställd hos en arbetsgivare. Men den gäller delvis även för dem som arbetar för gemensam räkning samt för ensamföretagare och familjeföretag.

Den som låter utföra byggnads- eller anläggningsarbete skall vid projekteringen se till att arbetsmiljösynpunkter, avseende såväl byggskedet som det framtida brukandet, beaktas och att olika delar av projekteringen samordnas. **Byggherren kan inte med laglig verkan överlåta sitt arbetsmiljöansvar vid projekteringen till någon annan (AML 3 kap. 14§).** Byggherren ansvarar även för samordningen av skyddsåtgärder på ett arbetsställe där två eller flera entreprenörer arbetar samtidigt. Samordningsansvaret kan dock överlåtas till någon av entreprenörerna på arbetsstället (AML 3 kap. 7§). Då särskilt riskfyllda arbeten eller arbeten av större omfattning ska utföras ska byggherren se till att en arbetsmiljöplan upprättas. Den skall finnas tillgänglig innan byggarbetsplatsen etableras (AFS 1999:3).

Mer information om arbetsmiljölagen hittas hos arbetsmiljöverket

10.2.3. BRANDSKYDD

Lantbrukets brandskyddskommitté (LBK) har utfärdat rekommendationer om åtgärder som förhindrar brand och försvårar brandspridning mm t.ex. med rekommenderade skyddsavstånd mellan olika typer av byggnader. Dessa rekommendationer är framtagna av branschen och följs av försäkringsbolag, länsstyrelser, konsulter m fl.

Även sprängämnesinspektionen anger i sin föreskrift (SÄIFS 2000:4) krav på avstånd mellan cistern och gasklocka till annan byggnad. Här föreskrivs bland annat att ingen byggnad med brännbart material, t ex ett halmlager eller en dieseltank, får ligga inom 100 meter från gasklockan och ett avstånd på minst 50 meter måste hållas till närmsta byggnad. Dessa krav är fastställda utifrån lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE).

10.2.4. VÄGLAGEN

Väglagen anger att byggnad måste ligga minst 12 meter från vägområdet annars krävs tillstånd från väghållningsmyndigheten. Vägverket anger även att en cistern för brandfarlig gas måste placeras minst 25 meter från en väg med trafik som överstiger 2500 axelpar/dygn.

10.2.5. ELLAGEN

Ellagen omfattar elektriska anläggningar och elsäkerhet och ställer krav på fortlöpande och periodisk tillsyn av installationen. Det är innehavaren av anläggningen som har ansvaret för att tillsynen blir utförd.

10.2.6. RISKBEDÖMNING OCH RISKANALYS

I all verksamhet där gas hanteras skall riskbedömningar göras enligt LBE, AML och MB vid konstruktion av nya anläggningar, ombyggnad eller ändring av äldre

anläggningar eller förändringar i anläggningens verksamhet som inte omfattas av tidigare utförda riskbedömningar.

10.3. KONTROLL AV FÄRDIG ANLÄGGNING

Kontroll av färdig anläggning görs innan driftsstart. Anläggningen provas mot lagarna var för sig och ingen myndighet ansvarar för en samlad prövning mot olika lagar, se figur 8.1. Det är den sökandes ansvar att se till att alla erforderliga kontroller utförs.

De kontroller som kan behövas för en biogasanläggning är:

- Avsyrning enligt LBE
- Slutbevis enligt PBL
- Installationsbesiktning av trycksatta anordningar enligt arbetsmiljölagen (AML)
- Elbesiktning.
- Kontroll av rötkammaren och förutsättningarna för hygienisering av Jordbruksverket.

10.3.1. AVSYNING ENLIGT LBE

När tillstånd enligt lagen om brandfarliga och explosiva varor meddelats och anläggningen är klar att tas i drift ska anmälan göras till byggnadsnämnden för att avsyrning ska kunna ske. Driftsstart får inte påbörjas förrän byggnadsnämnden har beslutat att medge detta efter avsyrning av de anordningar och anläggningar som skall användas för hanteringen. Tillståndshavare eller dennes ombud skall närvara vid avsyrning. Gasföreståndaren bör närvara vid avsyrningen.

Följande skall finnas tillgängligt vid avsyrningstillfället:

Tillstånd och föreståndare

- Tillstånd till hantering av brandfarlig vara
- Delegation från tillståndshavaren som ger föreståndaren befogenheter att fullgöra sitt ansvar

Instruktioner

- Driftsättningsinstruktioner
- Driftinstruktioner
- Skötselinstruktioner
- Rutiner för rapportering och utvärdering av tillbud och olyckor

Installationer

- Dokumentation som visar ledningens täckningsdjup samt att ledningen är utmärkt i terrängen
- Materialspekifikationer för gasledning i mark (gäller stålledning)
- Protokoll från installationsbesiktning enligt AFS 2005:3
- Protokoll från täthetsprovning för de delar som inte omfattas av AFS 2005:3
- Protokoll från installationskontroll för tankstation enligt SÄIFS 1998:5 (gäller tankstationer)

Explosionskyddsdocumentation enligt SRVFS 2004:7

- Klassningsplan
- Instruktioner för arbete i explosionsfarlig miljö
- Elbesiktningsprotokoll enligt ELSÄK-FS 2004:1
- Ex-dokumentation för mekaniska anordningar i klassat område enligt AFS 1995:5 (ATEX-direktivet)
- Redovisning av samordningsansvar, i de fall flera verksamhetsutövare hantlar brandfarlig vara

10.3.2. INSTALLATIONSBESIKTNING ENLIGT AML

Innan idrifttagning skall anläggningen besiktigas av ett ackrediterat kontrollorgan. Besiktningen skall omfatta kontroll av svetsarbeten, materialintyg, täthetsprov samt tryckprov. Det är i samband med denna besiktning som tid för första återkommande besiktning bestäms.

10.3.3. SLUTBEVIS ENLIGT PBL

Under bygget ska den kvalitetsansvarige se till att kontrollplanen följs och att begärda bestyrkanden (intyg) skickas in till byggnadsnämnden. När alla handlingar sänts in utfärdar nämnden ett slutbevis som ett kvitto på att kontrollplanen har följts och att nämnden som tillsynsmyndighet inte funnit skäl att ingripa. Finns det anmärkningar ska nämnden ta ställning till om byggnaden ska få användas innan dessa avhjälpes.

10.3.4. ELBESIKTNING

Kontroll för idrifttagning krävs. Installationen skall vara utförd av en behörig installatör.

10.4. TILLSYN, KONTROLL AV ANLÄGGNING UNDER DRIFT

Innan anläggningen startas är det viktigt att skapa rutiner och dokumentation som säkerställer att verksamheten bedrivs enligt gällande regelverk. Här kan nämnas egenkontroll enligt miljöbalken, upprättande av mallar för transportdokument för gödsel och animaliska biprodukter.

Kontroll av anläggning under drift sker i regel genom stickprovsmässiga insatser för att kontrollera företagets egna fastställda rutiner och kontrollprogram. Tyngdpunkten i uppföljningen av givna tillstånd ligger på företagets egenkontroll, vilket innebär att företaget självt är ansvarigt för att följa upp och redovisa hur företaget lever upp till kraven och de villkor som fastställts i de meddelade tillstånden. Utöver företagets kontroll kan tillsynsmyndigheten göra återkommande inspektioner.

10.4.1. TILLSYN ENLIGT LBE

Tillsyn enligt LBE regleras via SÄIFS 1994:5. I flertalet fall är det den kommunala räddningsnämnden (eller motsvarande) som ansvarar för tillsynen. Med tillsyn menas här kontroll av att verksamheten uppfyller kraven i LBE och tillhörande förordning och föreskrifter, samt särskilda villkor. Tillsynen sker oftast genom inspektioner på plats. Hur ofta tillsyn skall göras bedöms från fall till fall, men vanligen samordnas de med tillsyn enligt LSO.

10.4.2. TILLSYN AV ARBETSMILJÖN ENLIGT AML

Arbetsmiljöverket har ansvaret för tillsynen enligt arbetsmiljölagen. Vanligen anmäls besöket i förväg, men inspektören har även rätt att komma oanmäld. Tillvägagångssättet kan skifta beroende på bransch, organisationens storlek och andra omständigheter. Skyddsombudet eller en personalföreträdare deltar vanligen vid inspektionen. I anslutning till inspektionen redogör inspektören muntligt för hur han eller hon uppfattat arbetsmiljön och de eventuella brister som observerats. Om han eller hon hittat några brister, så kommer dessa senare att beskrivas skriftligt i ett inspektionsmeddelande.

10.4.3. KONTROLL ENLIGT LSO

För verksamhet där risken för brand och följderna av en brand bedöms särskilt stora (t ex för anläggning som kräver tillstånd enligt LBE), ska skriftlig redogörelse för brandskyddet lämnas. Dokumentation är ett av underlagen för tillsynen. Brandskyddet kan bestå av tekniska arrangemang som larm eller brandcellsavskiljande dörrar, och av organisatoriska åtgärder i form av utbildad personal, instruktioner och egenkontroll. Inom verksamheten bör det finnas en brandskyddsansvarig med särskilt ansvar för brandskydd och dokumentation.

Brandskyddskontroll

De byggnads- och anläggningstyper som skall kontrolleras ur brandskyddssynpunkt (brandskyddskontroll) finns angivna i SRVFS 2003:11. Där anges även med vilka intervall de olika anläggningstyperna ska kontrolleras. Kontrollen omfattar bl a skorsten, tak och anslutande byggnadsdelar medan däremot gasbrännare och gasledningar inte omfattas av denna kontroll.

Tillsyn

Den kommunala tillsynen är en kontroll av att den enskilde uppfyller de skyldigheter som framgår av lagstiftningen. Kommunerna styr själva hur de vill lägga upp tillsynen. Från den skriftliga redogörelsen och övrig kunskap om objektet gör de en bedömning om man behöver utföra tillsyn på plats, och hur ofta. Med ett skäligt brandskydd och en väl fungerande egenkontroll skall tillsyn inte behövas så ofta.

10.4.4. TILLSYN ENLIGT MILJÖBALKEN

För A- och B-anläggningar svarar Länsstyrelsen för tillsynen enligt MB. För C-anläggningar ansvarar Miljönämnden (eller motsvarande) för tillsynen. Länsstyrelsen får överlåta tillsynen åt Miljönämnden inom vissa tillsynsområden. Tillsyn enligt MB omfattar kontroll av att bestämmelserna i MB följs:

- åtgärder för att åstadkomma rättelse (t ex föreläggande av åtgärder, förbud mot verksamhet),
- uppföljning (efterlevnaden, konsekvenser av beslut, analys av tillståndet),
- rådgivning samt
- miljöstrategiarbete (handlingsplaner, klargörande av hälso- och miljöproblem).

10.4.5. TILLSYN ENLIGT EL

Starkströmsföreskrifterna ställer krav på fortlöpande och periodisk tillsyn (kontroll) av installationen. Installationens innehavare har ansvaret för att sådan tillsyn blir utförd. I SEK Handbok 427 finns detaljerade regler för denna tillsyn vad avser skyddet mot antändning. Kontrollen skall ha utförts av en av Elektriska Nämndens auktoriserade revisionsbesiktningsingenjörer (för kontakt se Svenska Brandskyddsföreningen). Vid avsyning enligt LBE (se avsnitt 5.7.1) skall protokoll från installationskontrollen presenteras. ELSÄK kan också begära att få se detta protokoll. Se vidare AFS 2001:1, AFS 2002:1, samt SRVFS 2004:7.

10.5. CE-MÄRKNING

Vid köp av nyckelfärdig anläggning ansvarar entreprenören för anläggningens CE-märkning.

I de fall man uppför en biogasanläggning i egen regi, med komponenter från olika leverantörer, är man själv ansvarig för att anläggningen CE-märks. Se vidare BGA 05.

10.6. KONTROLLORGAN

Kontrollorganen är inte myndigheter utan privata företag som har blivit ackrediterade att få utföra teknisk kontroll. De kompetensprövas och godkänns (ackrediteras) av SWEDAC. Det finns i det här sammanhanget följande kategorier av kontrollorgan:

Anmällda organ (Notified Bodies) får utföra provning, certifiering och kontroll under olika EG-direktiv (t ex tryckkärlsdirektivet). De kompetensprövas och utses av medlemsstaten, i Sveriges fall av SWEDAC, och anmäls till kommissionen och de övriga medlemsstaterna. De får sedan arbeta över hela EU. Anmällda organ enligt tryckkärlsdirektivet listas på SWEDAC:s hemsida (www.swedac.se).

Erkänt tredjepartsorgan får godkänna metoder och personal för permanenta förband, exempelvis svetsprocedurer och svetspersonal, samt personal för oförstörande provning. De erkänns av medlemsstaten, anmäls till EG-kommissionen och får arbeta över hela unionen.

Ackrediterade kontrollorgan utför kontroll som inte faller under direktiv utan under svenska regler, till exempel besiktning av trycksatta anordningar. De kompetensprövas och ackrediteras av SWEDAC. Ackrediterade kontrollorgan på tryckkärssidan listas på SWEDAC:s hemsida (www.swedac.se).

11. ORDLISTA OCH FÖRKORTNINGAR

AFS	Arbetsmiljöverkets författningssamling
AKO	Ackrediterat kontrollorgan
AML	Arbetsmiljölagen
Anaerob	En process eller organism som inte behöver syre
AV	Arbetsmiljöverket
BBR	Boverkets byggregler
BFS	Boverkets författningssamling
Biogas	Gas som bildas vid syrefri nedbrytning av organiskt material. Huvudbeståndsdelarna är metan och koldioxid. Med biogas menas här inte gas från termiskt förgasade biobränslen.
BKR	Boverkets konstruktionsregler
Bn	Byggnadsnämnden
BVL	Lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, mm.
Densitet	Ett mått av ett ämnes täthet , således massa per volymenhet
Deponigas	Biogas som utvinns ur en avfallsdeponi.
Distributör	Leverantör av gas till abonnent.
EGN	Svenska Gasföreningens energigasnorm
EL	Ellagen
Eldriftsansvarig	Ansvarar för anläggningens elsäkerhet.
ELSÄK	Elsäkerhetsverket
ELSÄK-FS	Elsäkerhetsverkets författningssamling

Explosionsgrupp	En grupp av ämnen där ämnena har sammanförts bland annat efter hur stor energi som krävs för att antända den. Explosionsgrupp II används för brandfarliga gaser och vätskor, och de indelas i undergrupperna IIA, IIB eller IIC.
Föreståndare	Person ansvarig för att hanteringen av brandfarlig vara bedrivs enligt myndigheternas föreskrifter och villkor. Utsedd av anläggningsägaren och anmäld till räddningsnämnden.
Heta arbeten	Arbeten som medför uppvärmning eller gnistbildning, t ex svetsning, skärning, lödning, arbete med rondell eller varmluftspistol.
GF glödningsförlust	Se volatile solids
Hydrolys	En kemisk process där en molekyl klyvs i två delar efter att en vattenmolekyl har adderats.
KemI	Kemikalieinspektionen
KIFS	Kemikalieinspektionens författningssamling
Korrosionsskador	Skador som uppstår på grund av kemiska reaktioner, t ex frätning
LBE	Lagen om brandfarliga och explosiva varor
LEL (lower explosion limit)	Undre explosionsgräns Den undre brännbarhetsgränsen för en gas i luft.
LFG	Lagen om transport av farligt gods på väg och järnväg
LNG	Liquefied Natural Gas (flytande naturgas)
LSO	Lagen om skydd mot olyckor
Lst	Länsstyrelsen

MB	Miljöbalken
MD	Miljödomstolen
MKB	Miljökonsekvensbeskrivning
Mn	Miljönämnden
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
NFS	Naturvårdsverkets författningssamling
Nivågränsvärde	Högsta godtagbara genomsnittshalt av en luftförorening i inandningsluften under en arbetsdag.
Normalkubikmeter	Volym vid normaltillstånd.
Normaltillstånd	273,15 K (0°C) och 1,01325 bar.
NV	Naturvårdsverket
PBL	Plan- och bygglagen
PE	Polyeten
PSA	Pressure swing adsorption
Relativ densitet [-]	Förhållandet mellan massan av 1 m ³ gas och massan av 1 m ³ luft, vid normaltillstånd (se ovan).
Rn	Räddningsnämnden, eller den kommunala nämnd som ansvarar för räddningstjänsten
Rötgas	Biogas som bildas vid sluten rötning i en röt-kammare.
SBF	Svenska Brandskyddsföreningen
SBGF	Svenska Biogasföreningen
SEK	Svenska elektriska kommissionen

Sevesolagen	Lagen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (SFS 1999:381)
SFS	Svensk författningssamling
SGA	Svenska Gasföreningens anvisningar för större gasolanläggningar
SGF	Svenska Gasföreningen
SIS	Swedish Standards Institute
SJV	Jordbruksverk
Slurryn	Substratet under rötning
SRV	Statens Räddningsverk. Den sista december 2008 upphörde Räddningsverket, Krisberedskapsmyndigheten och Styrelsen för psykologiskt försvar. I stället startar en helt ny, sammanhållen myndighet; Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.
SRV OFAbex	Statens räddningsverk, avdelningen för brand och explosion (f d Sprängämnesinspektionen)
SRVFS	Statens Räddningsverks författningssamling
SWEDAC	Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll

Systemgodkännande	Individuellt godkännande av gasapparater som inte faller under gasapparatdirektivet.
SÄIFS	Sprängämnesinspektionens författningssamling
Säkerhetsfaktor	Förhållandet mellan beräkningsvärde och tillåten spänning vid beräkning av tryckkärl och rörledningar.
Takgränsvärde	Högsta godtagbara genomsnittshalt av en luftförorening i inandningsluften under en period av 15 minuter.
Temperaturklass	En grupp av ämnen där ämnena har sammanförts med utgångspunkt i deras antändbarhet mot heta ytor. Temperaturklassen betecknas T1, T2, T3, T4, T5 eller T6.
TKS	Tryckkärlsstandardiseringen (ingår numera i SIS)
TS	Total Solids. Substratets innehåll av torrsubstans (det som blir kvar när vattnet torkas bort).
TSA	Tankstationsanvisningar
UEL (upper explosion limit)	Övre explosionsgräns Den övre brännbarhetsgränsen för en gas i luft.
Undre värmevärde index [kWh/Nm ³]	Den mängd värme som frigörs när 1 Nm ³ gas efter uppvärmning till 25 °C och vid 1,01325 bar förbränns fullständigt med syre, förbränningsgaserna kyls till utgångsförutsättningarna. Efter avkylning befinner sig vattnet som bildades vid förbränningen i gasfas.

Wobbeindex	Kvoten av det övre värmevärdet och kvadratroten av den relativa densiteten. Wobbeindex är ett mått på den energi som tillförs en brännare genom ett munstycke. (Ibland används undre värmevärdet för beräkning av ett undre Wobbeindex).
VS volatile solids	Glödgningsförlust (GF) Substratets organiska innehåll (TS - aska). Se 2.1
VV	Vägverket
VVFS	Vägverkets författningssamling
Övre värmevärde index [kWh/Nm ³]	Den mängd värme som frigörs när 1 Nm ³ gas efter uppvärmning till 25 °C och vid 1,01325 bar förbränns fullständigt med syre, förbränningsgaserna kyls till utgångsförutsättningarna. Efter avkylning befinner sig vattnet som bildades vid förbränningen i vätskefas.

12. BILAGA 1 MYNDIGHETER

En myndighet kan i detta sammanhang vara:

Föreskrivande myndighet:

En föreskrivande myndighet utfärdar regler i form av föreskrifter och allmänna råd.

Tillståndsmyndighet:

En tillståndsmyndighet kontrollerar att regler enligt lagstiftningen är uppfyllda för en projekterad anläggning och en färdig anläggning.

Tillsynsmyndighet:

En tillsynsmyndighet kontrollerar att reglerna fortsätter att vara uppfyllda för en anläggning som en gång är i drift.

För en biogasanläggning är följande myndigheter av störst intresse:

Arbetsmiljöverket (AV)

AV är föreskrivande- och tillsynsmyndighet för bl a tryckbärande anordningar och rörledningar enligt AML.

Boverket

Boverket är föreskrivande myndighet enligt PBL och lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk mm.

Elsäkerhetsverket (ELSÄK)

ELSÄK är föreskrivande myndighet och tillsynsmyndighet enligt ellagen.

Kemikalieinspektionen (KemI)

KemI är föreskrivande myndighet enligt MB samt tillsynsmyndighet med ansvar för kemikaliekontrollen.

Jordbruksverk (SJV)

Jordbruksverket är regeringens expertmyndighet på det jordbruks- och livsmedelspolitiska området och har ett samlat sektorsansvar för jordbruk och trädgård.

Kommunernas byggnadsnämnder (Bn)

Bn är tillstånds- och tillsynsmyndighet enligt PBL samt tillståndsmyndighet för brandfarliga varor enligt LBE.

Kommunernas miljönämnder (Mn)

Mn är tillsynsmyndighet enligt MB för C-verksamheter och för A- och B-verksamheter som Lst har överlåtit.

Kommentar: i många kommuner har man slagit ihop nämnden med en annan nämnd, vanligen byggnadsnämnden.

Kommunernas räddningsnämnder (Rn)

Rn är tillsynsmyndighet enligt LBE samt LSO.

Länsstyrelserna (Lst)

Lst är enligt MB tillståndsmyndighet för B-verksamheter samt tillsynsmyndighet för A och B-verksamheter. Ibland kan de överlåta tillsynen på kommunens miljönämnd (se ovan).

Miljödomstolen (MD)

MD är tillståndsmyndighet för A-verksamheter enligt MB. MD prövar tillstånd om vattenverksamhet. (Lst prövar dock tillstånd om markavvattning.)

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

En helt ny, sammanhållen myndighet; sedan 1/1-09, sammanslagen av Räddningsverket, Krisberedskapsmyndigheten och Styrelsen för psykologiskt försvar.

Naturvårdsverket (NV)

NV är föreskrivande och central tillsynsmyndighet enligt MB.

Räddningsverket (SRV)

SRV var föreskrivande myndighet enligt LBE, föreskrivande myndighet enligt LSO, föreskrivande myndighet enligt LFG, samt föreskrivande och tillsynsmyndighet enligt sevesolagen utanför arbetsplatsområde.

Räddningsverket övertog Sprängämnesinspektionens uppgifter från och med 1 oktober 2001.

Kommentar: Den sista december 2008 upphörde Räddningsverket, Krisberedskapsmyndigheten och Styrelsen för psykologiskt försvar. I stället startar en helt ny, sammanhållen myndighet; Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, **MSB**.

Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC)

SWEDAC är en central myndighet som verkar som nationellt ackrediteringsorgan samt ansvarar för kontrollfrågor enligt lagen om teknisk kontroll.

13. BILAGA 2 LAGAR

Lagar som kan beröra en uppförandet och driften av biogasanläggning

AFS 1999:3 Byggnads- och anläggningsarbete

AFS 1999:6 Tryckkärl (nya regler träder i kraft 1 januari 2006),

AFS 1999:4 Tryckbärande anordningar,

AFS 1999:6 Tryckprovning (under revidering),

AFS 2002:1 Användning av trycksatta anordningar,

AFS 2001:01 - Systematiskt arbetsmiljöarbete

AFS 2001:10 Förebyggande av allvarliga kemikalieolyckor,

AFS 1997:7 Gaser,

AFS 1995:5 Utrustningar för explosionsfarlig miljö,

AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete.

AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar

AFS 2005:3 AFS 2005:3 Besiktning av trycksatta anordningar

AML Arbetsmiljölagen, SFS 1977:1160

SÄIFS 1994:5 Sprängämnesinspektionens föreskrifter om tillsyn och olycksrapportering i anslutning till lagen (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor

SÄIFS 1995:3 Tillstånd för hantering av brandfarliga gaser och vätskor,

SÄIFS 1996:3 Förbudsanslag och varningsanslag samt märkning av rörledningar vid hantering av brandfarliga och explosiva varor,

SRVFS 2004:7 Explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor

SÄIFS 2000:4 Cisterner, gasklockor och rörledningar för brandfarlig gas

SÄIFS 1998:5 Tankstationer för metangasdrivna fordon

SÄIFS 2000:6 Gasapparater.

ELSÄK-FS 1995:6 Elektriska utrustningar för explosionsfarlig miljö,

ELSÄK-FS 1999:5 Utförande och skötsel av elektriska starkströmsanläggningar (de så kallade starkströmsföreskrifterna).

SFS 1987:10 Plan och Bygglagen

SFS 1997:857 Ellagen

SFS 1998:899 Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (som i en bilaga innehåller en lista över vilka anläggningar som betraktas som miljöfarliga, och därmed tillståndspliktiga enligt MB),

SFS 1998:808 Miljöbalken

SFS 1998:900 Förordningen om tillsyn enligt miljöbalken,

SFS 1998:901 Förordningen om verksamhetsutövarens egenkontroll,

SFS 2003: 778 Förordningen om skydd mot olyckor
NFS 2000:13 Miljörapport för tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.
BFS 1993:57 Boverkets byggregler, BBR. (BBR tar även upp byggtekniska regler),
BFS 1993:58 Boverkets konstruktionsregler, BKR.
SRVFS 2003:10 Skriftlig redogörelse för brandskyddet,
SRVFS 2003:11 Rengöring (sotning) och brandskyddskontroll.
RVFS 2004:7 Statens räddningsverks föreskrifter om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor
SRVFS B90 samt Väglag (1971:948) och publikation 2005:14



Scheelegatan 3, 212 28 Malmö • Tel 040-680 07 60 • Fax 040-680 07 69
www.sgc.se • info@sgc.se
