
Rapport SGC 103

Uppföljning av kvalitetsspecifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle

©Svenskt Gastekniskt Center - Oktober 1999

Anders Dahl
BioMil AB

Rapport SGC 103 ISSN 1102-7371 ISRN SGC-R-103-SE

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 e dyl 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 i slutet på denna rapport.

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, Sydgas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energi AB och Helsingborg Energi AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

Sydgas AB
Helsingborg Energi AB
Lunds Energi AB
Vattenfall Naturgas AB
Göteborg Energi AB
SE Gas AB
Kalmar vatten och Renhållning
Länstrafiken Malmöhus
Stockholm Vatten

Volvo Personvagnar AB
Miljö och Samhällsbyggnad,
Eslöv
Uppsala – Tekniska kontoret
Linköping Biogas AB
RVF
OK Q8
NSR
DGC

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB

Johan Rietz

Sammanfattning

En uppföljning avseende föreslagna kvalitets-specifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle har utförts. Projektets syften har varit, att dels sammanställa erfarenheter från de anläggningar för uppgradering av biogas som finns i drift i landet, dels föreslå rekommendationer för ett kvalitetssäkringssystem.

Projektet har i huvudsak inriktats mot biogasanläggningarnas system för rening och uppgradering av gasen och kvalitetssäkringsrutiner för framställning av biogasen berörs ej i rapporten.

Projektet har delats upp i två etapper, där etapp 1 behandlar erfarenheter från befintliga produktionsanläggningar och etapp 2 innehåller rekommendationer. Resultaten från etapp 1 presenteras i bilaga 1 och resultaten från etapp 2 i bilaga 2.

Ett delmål med projektet har varit att undersöka om den föreslagna standarden för kvalitets-specifikation är acceptabel vid praktisk drift, eller om en revidering av standardförslaget bör göras.

Under etapp 1 företogs besök på de anläggningar som ingått i studien och information inhämtades genom intervjuer med ansvarig personal och platsbesiktning. Gasprov uttogs för analys där så var möjligt.

Anläggningar som ingått i studien

	Anläggning	Kontaktperson	Besökstidpunkt
○	Uppsala, reningsverket	Bert Alvé	98-11-30
○	Stockholm, Bromma reningsverk	Torbjörn Rydén	98-12-01
○	Linköping, reningsverket	Bertil Karlsson	98-12-03
○	Kalmar, reningsverket	Håkan Eriksson	98-11-20
○	Eslöv, reningsverket	Kaj Embrant	98-11-24
○	Helsingborg, avfallsanläggningen	Karin Eken Södergård	98-11-19
○	Göteborg, Ryaverket	Kent Lindén	99-02-04
○	Trollhättan, reningsverket	Ronald Svensson	99-02-03

Alla åtta anläggningarna klarar i stort sett av alla krav enligt förslaget till biogasstandard, förutom kravet på Wobbeindex. Detta gäller både standard typ A och standard typ B. En av anläggningarna uppfyller kravet på Wobbeindex enligt både standard typ A och standard typ B och ytterligare två klarar kraven för typ B, medan de övriga inte uppfyller kraven kontinuerligt.

Gaskvaliteten på den rena gasen uppvisade relativt stora variationer mellan de olika undersökta anläggningarna. Metanhalterna varierar normalt mellan 94 och 99 vol-%. Orsakerna till låg metanhalt är dels att luft finns i den råa biogasen, dels problem med gasreningsutrustningen. Analysproblem och felaktiga analyser är också orsak i något fall.

Alla anläggningarna har haft större eller mindre problem inledningsvis. Från hälften av anläggningarna redovisades kvarstående, allvarliga, problem efter intrimningsfasen och även efter ett till två års drift.

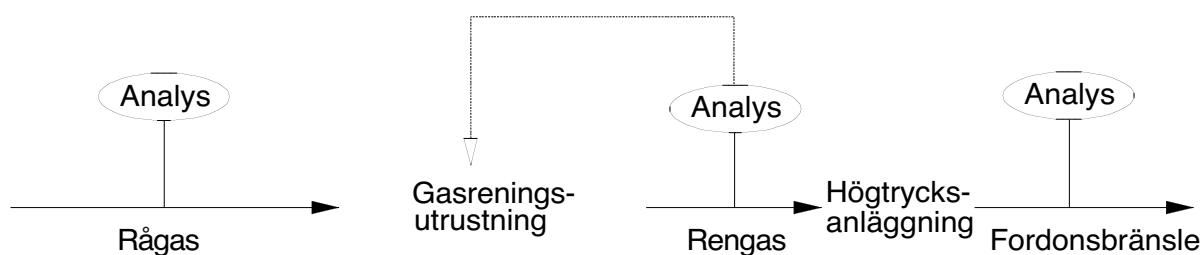
Analysutrustningen varierar mycket mellan olika anläggningar. Bestämning av metanhalten i gasen sker i vissa fall genom direkt analys av metan, medan ett flertal anläggningar analyserar koldioxid och beräknar metanhalten.

Den föreslagna standarden för biogas som fordonsbränsle föreslås revideras, eftersom det framgått från studierna av de befintliga anläggningarna, att det är problematiskt att uppfylla de föreslagna kraven i standarden. Följande revidering föreslås:

- Metanhalten i vol-% används som förbränningsteknisk egenskap i stället för Wobbeindex_{undre}
- Endast en standard för biogas som fordonsbränsle fastställs
- Kravet på metanhalten i fordonsbränslet sänks i förhållande till nuvarande förslag till typ B.

Olika typer av analysystem beskrivs och prisexempel på både analysinstrument och kompletta analysystem redovisas.

Förslag ges till utformning av analysystem för kvalitetssäkring av bränslet. I princip byggs ett analysystem upp enligt följande:



Eftersom olika anläggningar har, och sannolikt kommer att ha, olika ambitionsnivåer avseende kraven på kvalitetssäkring, redovisas olika förslag till analysystem. En viktig orsak till att ett enklare analysystem väljs, är anläggningens storlek. Omfattande analysystem är mycket kostsamma och en liten anläggning har svårt att bära kostnaden för ett sådant.

I ett kvalitetssäkringssystem ingår mer än analysystemet. Förslag ges på övrigt som bör ingå:

- administrativa rutiner
- kalibrering av analysutrustning
- larmhantering
- leveranssäkerhet
- rågasförsörjning
- krav på, och service av, utrustning

Bilaga 1

Uppföljning av kvalitetsspecifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle

Delrapport – Etapp 1

Anders Dahl

BioMil AB

April 1999

Uppföljning av kvalitetsspecifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle.

Delrapport etapp 1

INNEHÅLL	sida
Sammanfattning	1
1 Bakgrund	2
2 Inledning	2
3 Genomförande	3
4 Anläggningar	3
4.1 Uppsala	4
4.1.1 Tekniska data	4
4.1.2 Funktionsbeskrivning	4
4.1.3 Analyser	5
4.1.4 Erfarenheter av analysutrustningen	5
4.1.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	5
4.2 Stockholm	7
4.2.1 Tekniska data	7
4.2.2 Funktionsbeskrivning	7
4.2.3 Analyser	8
4.2.4 Erfarenheter av analysutrustningen	8
4.2.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	8
4.3 Linköping	10
4.3.1 Tekniska data	10
4.3.2 Funktionsbeskrivning	10
4.3.3 Analyser	11
4.3.4 Erfarenheter av analysutrustningen	11
4.3.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	11
4.4 Kalmar	13
4.4.1 Tekniska data	13
4.4.2 Funktionsbeskrivning	13
4.4.3 Analyser	14
4.4.4 Erfarenheter av analysutrustningen	14
4.4.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	14
4.5 Eslöv	16
4.5.1 Tekniska data	16
4.5.2 Funktionsbeskrivning	16
4.5.3 Analyser	16
4.5.4 Erfarenheter av analysutrustningen	17
4.5.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	17
4.6 Helsingborg	19
4.6.1 Tekniska data	19
4.6.2 Funktionsbeskrivning	19
4.6.3 Analyser	20
4.6.4 Erfarenheter av analysutrustningen	20
4.6.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	20
4.7 Göteborg	22
4.7.1 Tekniska data	22

4.7.2	Funktionsbeskrivning	22
4.7.3	Analyser	23
4.7.4	Erfarenheter av analysutrustningen	23
4.7.5	Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	23
4.8	Trollhättan	24
4.8.1	Tekniska data	24
4.8.2	Funktionsbeskrivning	24
4.8.3	Analyser	25
4.8.4	Erfarenheter av analysutrustningen	25
4.8.5	Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen	25
5	Sammanställning av anläggningar	26
6	Sammanställning av erfarenheter	28

Sammanfattning

Föreliggande rapport avser etapp 1 inom projektet "Uppföljning av kvalitetsspecifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle". Etapp 1 omfattar insamling och sammanställning av data från åtta stycken svenska anläggningar för produktion av uppgraderad biogas för fordonsdrift.

Följande anläggningar ingår i studien. Samtliga anläggningar har besökts, dels under hösten 1998, dels under våren 1999.

	Anläggning	Kontaktperson	Besökstidpunkt
○	Uppsala, reningsverket	Bert Alvé	98-11-30
○	Stockholm, Bromma reningsverk	Torbjörn Rydén	98-12-01
○	Linköping, reningsverket	Bertil Karlsson	98-12-03
○	Kalmar, reningsverket	Håkan Eriksson	98-11-20
○	Eslöv, reningsverket	Kaj Embrant	98-11-24
○	Helsingborg, avfallsanläggningen	Karin Eken Södergård	98-11-19
○	Göteborg, Ryaverket	Kent Lindén	99-02-04
○	Trollhättan, reningsverket	Ronald Svensson	99-02-03

Arbetet har utförts genom platsbesök på varje anläggning där data och erfarenheter från anläggningarna insamlats genom dels ifyllande av frågeprotokoll, dels intervjuer med ansvarig personal. Där så var möjligt, uttogs även gasprov för analys med gaskromatograf på laboratorium.

Två huvudtyper av reningsanläggningar finns representerade. Den vanligaste typen är gasrening med vattenskrubber, som utnyttjas i sex av de undersökta anläggningarna. De båda övriga anläggningarna är uppbyggda med PSA-teknik (från engelskans Pressure Swing Adsorption).

Högtryckskomprimeringen utförs med separata kompressorer i sex av anläggningarna, medan de övriga två har en kombinerad lågtrycks- och högtryckskomprimering. Rågasen tas i dessa fall in i en fyrstegs kolvkompressor varefter komprimerad gas tas ut efter första eller andra steget för rening. Efter rening återförs gasen till påföljande steg i kompressorn. Detta kräver även återföring av en del komprimerad gas för att balansera kapaciteten mellan kompressorstegen.

Alla åtta anläggningarna klarar i stort sett av alla krav enligt förslaget till biogasstandard, förutom kravet på Wobbeindex. Detta gäller både standard typ A och standard typ B. En av anläggningarna uppfyller kravet på Wobbeindex enligt både standard typ A och standard typ B och ytterligare två klarar kraven för typ B, medan de övriga inte uppfyller kraven kontinuerligt. Det bör dock i detta sammanhang noteras, att de anläggningar som redovisar gasanalyser som uppfyller kraven på Wobbeindex, inte utför mätningar direkt på metan i den renade gasen, utan använder koldioxidanalys för att beräkna metanhalten. De gasprov som uttogs i samband med besöken, antyder att metanhalterna kan vara lägre än de som beräknats utifrån koldioxidanalyserna.

Alla anläggningarna har haft större eller mindre problem inledningsvis. Från hälften av anläggningarna redovisades kvarstående, allvarliga, problem efter intrimningsfasen och även efter ett till två års drift.

Rågasen till de undersökta anläggningarna levereras från biogasanläggningar för samrötning av organiska avfall och från kommunala röt-kammare.

1 Bakgrund

Biogas som bränsle till fordon lanserades i Sverige i början av 1990-talet. För att biogas skall kunna användas effektivt som ett fordonsbränsle krävs, att den renas från icke energibärande gaser och korrosiva eller giftiga komponenter. Detta kallas normalt för att uppgradera biogas till fordonsbränsle.

Två typer av motorer för drift med metan finns på marknaden. Normala personbilmotorer med lambdareglering har kompletterats med gas som ett andra bränslesystem. Dessa är försedda med katalysator och kan även drivas med bensen (två-bränslemotorer).

Tyngre fordon förses med en Ottomotor utan lambdareglering som i stället drivs med en mager bränsleblandning, dvs de drivs med ett relativt stort luftöverskott.

Båda motortyperna, och då i synnerhet de utan lambdareglering, kräver ett specificerat intervall för Wobbeindex för att, dels ge bra prestanda, dels uppfylla ställda emissionskrav.

För att tillfredsställa dessa krav, har ett förslag till standard för biogas som fordonsbränsle utarbetats. Standarden föreslås omfatta två specifikationskrav, ett för motorer utan lambdareglering (Typ A) och ett för motorer med lambdareglering (Typ B). Förslaget har haft "Kvalitetsspecifikation för biogas för fordonsdrift" som arbetsnamn.

Mot bakgrund av ovanstående har SGC formulerat ett projekt som avser att sammanställa erfarenheter från de anläggningar för produktion av biogas för fordonsdrift som idag finns i landet. Projektets syfte är att, förutom att följa upp och sammanställa erfarenheter från produktionsanläggningarna, även ligga till grund för en eventuell revision av föreslagen standard, samt ge rekommendationer och förslag till typ av mätutrustning och kvalitetssäkringssystem. Projektet har delats upp i två etapper där etapp 1 avser sammanställning av erfarenheter från produktionsanläggningar, medan etapp 2 skall omfatta förslag och rekommendationer.

2 Inledning

Föreliggande rapport utgör resultatet av etapp 1 i projektet "Uppföljning av kvalitetsspecifikation för biogas för fordonsdrift". Etapp 1 omfattar insamling och sammanställning av data från 8 svenska anläggningar för produktion av uppgraderad biogas för fordonsdrift.

3 Genomförande

Etapp 1 har omfattat insamling av data från de åtta anläggningar som ingår i studien. Varje anläggning har besökts på plats och insamling av data har gjorts med underlag av tre stycken framtagna frågeprotokoll. Utformningen av dessa redovisas i bilaga.

Kontaktpersonerna vid anläggningarna har också intervjuats angående speciella erfarenheter och problem. En viktig punkt har varit att undersöka hur uppkomna problem lösts och hur de har påverkat kvalitet och leveranssäkerhet på fordonsbränslet.

Vidare har en okulär besiktning gjorts av själva uppgraderingsanläggningarna och högtrycksanläggningarna. Detta har gjorts för att erhålla en uppfattning av utförandet på de olika anläggningarna och vilka skillnader som finns.

Där så varit möjligt har gasprov uttagits i glaspipett. De uttagna proven har analyserats med gas-kromatograf på BioMils laboratorium. Kolonnsystemet består av en Porapac N kopplad i serie med en molekylsikt.

4 Anläggningar

Följande anläggningar ingår i studien. Samtliga anläggningar har besökts, dels under hösten 1998, dels under våren 1999.

	Anläggning	Kontaktperson	Besökstidpunkt
○	Uppsala, reningsverket	Bert Alvé	98-11-30
○	Stockholm, Bromma reningsverk	Torbjörn Rydén	98-12-01
○	Linköping, reningsverket	Bertil Karlsson	98-12-03
○	Kalmar, reningsverket	Håkan Eriksson	98-11-20
○	Eslöv, reningsverket	Kaj Embrant	98-11-24
○	Helsingborg, avfallsanläggningen	Karin Eken Södergård	98-11-19
○	Göteborg, Ryaverket	Kent Lindén	99-02-04
○	Trollhättan, reningsverket	Ronald Svensson	99-02-03

4.1 Uppsala

Rågas till anläggningen levereras från reningsverket och Uppsala biogasanläggning.

4.1.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är, förutom slam från reningsverket,

- flytgödsel från nöt och svin
- polyglukos i vattenlösning
- mindre mängder flytande slam och andra pumpbara avfall
- fasta avfall är planerade, men används inte för närvarande pga problem med mottagningssystemet

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes i november 1997.

Gasreningen har en kapacitet på 200 m³_N/tim.

Högtrycksanläggningen har kapacitet att komprimera 200 m³_N/tim till 230 bar.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av bussar och personbilar.

Antalet platser för långsamtankning är 22 och antalet snabbtankningsplatser är 2 stycken.

Tiden för snabbtankning av en personbil uppges till 3 minuter. Boosterfunktion finns ej.

Gasreningsanläggningen är levererad av FEAB/Flotech

Gasreningen är av typen vattenskrubber. Arbetstrycket är 7.5 bar.

Högtrycksanläggningen inklusive tankstationer är levererade av FEAB/Flotech

4.1.2 Funktionsbeskrivning

Rågas tas från antingen reningsverket eller biogasanläggningen. Ingen blandning av de båda gaserna sker. Gasen renas i ett filter, varefter en tvåstegs kolvkompressor komprimerar den till 7.5 bar. Kompressorn är gaskylad och har mellankylning. Den komprimerade gasen trycks in i ett absorptionstorn där den tvättas i motström med vatten. Vattnet absorberar koldioxid och svavelväte, samt en del metangas. Om gaskvaliteten efter absorptionen inte uppfyller kraven, återförs gasen till kompressorn för att tvättas ytterligare. Detta inträffar exempelvis vid uppstart av systemet.

Vattnet från absorptionstornet innehåller lösta gaser och pumpas till ett flashtorn där trycket sänks. De lösta gaserna frigörs och vattnet pumpas tillbaka för att återanvändas i absorptionstornet. Ingen vattenkylare finns installerad. En del vatten följer med gasströmmarna och avskiljs i separationstorn och kondensavledare. Detta vatten återanvänds inte utan är förbrukat. Förbrukningen av vatten uppgår till 5000 m³/år.

Huvuddelen av den frigjorda gasen efter flashtornet, restgasen, leds till ett biofilter för att avlägsna lukt, främst i form av svavelväte. Eftersom en del metan återfinns i restgasen återförs en delmängd till kompressorns inloppssida för att minska förlusterna av metan till atmosfären. Detta innebär en minskad kapacitet på kompressorn och en högre energiförbrukning per framställd

kWh fordonsbränsle. Ju lägre metanförluster som krävs, desto större andel restgas måste recirkuleras.

Den renade gasen leds till en högtrycksanläggning där den komprimeras till 230 bar i fyra steg. Tre stycken högtryckskompressorer finns installerade. Två kan drivas samtidigt och den tredje är reserv. Kompressorerna är gaskyllda med mellankylning efter varje steg. Högtrycksgasen torkas med adsorptionstorkar. Dessa består vardera av två kolonner med torkmedel där den ena adsorberar fukt från gasen medan den andra regenereras.

Den torkade högtrycksgasen leds till lager för högtrycksgas. Tankning av fordon sker från högtryckslagren. Ingen boosterfunktion erhålls från högtryckskompressorerna och ingen separat booster finns installerad.

4.1.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts med i anläggningen installerade mätinstrument:

Gasström	CH ₄	CO ₂	Daggpunkt, °C
Rågas	63-70		
Renad lågtrycksgas		2	
Högtrycksgas			-80

Fast installerad metanmätare finns för mätning på rågasen. Metanhalten mäts inte kontinuerligt utan mätaren kopplas in en gång per dygn. Koldioxid och daggpunkt mäts kontinuerligt på den renade gasen.

De gasprover som uttogs vid besöket hade följande sammansättning i vol-%:

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂
Rågas	90.4	7.0	0.6	1.9
Renad lågtrycksgas	93.5	4.1	0.6	1.8

Mätningen på rågasen visar på ett mycket högt metaninnehåll. Orsaken till detta är sannolikt, att renad gas blandats med rågas vid provtagningen. Vid denna provtagning gjordes manuell omkoppling mellan de båda gasströmmarna och sannolikt har inte ledningarna blivit tillräckligt renblåsta mellan de två gasprovstagen.

4.1.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Analysutrustningen har krånglat en hel del. Metanmätaren klarar inte att vara inkopplad kontinuerligt på rågas.

Initialt fanns en kontinuerlig analysator för mätning av koldioxid i den renade gasen. Denna fungerade inte, utan byttes mot en metanhaltsmätare. Inte heller denna fungerade tillfredsställande, utan ytterligare ett byte tillbaka till en ny koldioxidmätare har gjorts.

Inte heller dagpunktsmätaren har fungerat tillfredsställande. Vid besökstillfället var mätaren nedmonterad.

Både metanmätare och dagpunktsmätare skall bytas ut.

4.1.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

En hel del problem med anläggningen rapporteras. Kolvringar i kompressor slits ned mycket snabbt. Enligt leverantören skall kolvringarna bytas efter 1000 driftstimmar, medan det i verkligheten har varit i storleksordningen 200 timmar mellan byten. I ett extremfall höll de nya kolvringarna endast 20 timmar.

Gastorkningen fungerar inte tillfredsställande. Det har gjorts ett stort antal justeringar i drifts-/regeneringscykeln för att försöka erhålla bättre funktion. Orsaken till torkarnas dåliga funktion är inte klarlagd. Olika teorier vid anläggningen är:

- för hög gastemperatur.
- för högt gasflöde eftersom torkningen fungerar bättre vid ett lägre ingångstryck till kompressorerna (=lägre genomflöde).
- för lågt gasflöde, då det under perioder verkat som torkningen fungerat med två kompressorer i drift, men inte med en.

Problem finns också med dammavgång från torkarna, då finfördelat torkmedel följer med gasen.

En hel del gasläckage har förekommit. Mellan 5 och 6 direkta rörbrott har uppstått på gasledningar kring kompressorerna och i ett fall sprängdes en koppling, dock utan att någon människa fanns i lokalen vid tillfället. Orsaken till rörbrotten uppges vara kraftiga vibrationer från kompressorerna i kombination med undermålig rördragning. Flera högtrycksrör hade monterats så att de låg an mot vibrerande metalldelar. Leverantören har medgett att vibrationerna är alltför kraftiga, men problemet hade ännu inte åtgärdats vid tidpunkten för besöket.

Ett allmänt missnöje med leverantören redovisades, främst pga svårighet att erhålla service när något krånglar i anläggningen, men också för en allmänt undermålig installation och dålig ingenjörsmässighet.

Ytterligare ett problem för Uppsalas fordonsbränsleanläggning är, att biogasanläggningen, som skall svara för huvuddelen av rågastillförseln, endast körs med begränsad kapacitet pga svårigheter att hantera vissa avfallstyper.

Anläggningen kräver stor arbetsinsats från driftsledare och driftspersonal.

4.2 Stockholm

Rågas till anläggningen levereras från Bromma reningsverk.

4.2.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är slam från kommunalt avlopp.

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes i september 1996

Gasreningen har en kapacitet på cirka 55 m³_N/tim.

Högtrycksanläggningen har kapacitet att komprimera 40 m³_N/tim till 250 bar.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av 1 tungt fordon och cirka 300 personbilar.

Tiden för snabbtankning av en personbil uppges till 2-3 min. Boosterfunktion finns ej.

Gasreningsanläggningen är levererad av FEAB/Flotech.

Gasreningen är av typen vattenskrubber. Arbetstrycket är 22 bar.

Högtrycksanläggningen är levererad av FEAB/Flotech.

4.2.2 Funktionsbeskrivning

Rågas tas från Bromma reningsverk. Gasreningen sker i två parallella linjer.

Lågtryckskomprimering för gasrening och högtryckskomprimering av den renade gasen utförs i samma kompressor. Kompressorerna är fyrstegs kolvkompressorer och gasen tas ut efter andra steget vid 22 bar för att tryckas in i absorptionstorn där den tvättas i motström med vatten.

Vattnet absorberar koldioxid och svavelväte, samt en del metangas. Om gaskvaliteten efter absorptionen inte uppfyller kraven, återförs gasen till kompressorernas inloppssida för att tvättas ytterligare. Detta inträffar exempelvis vid uppstart av systemet. Efter rening går gasen in i kompressorernas tredje steg för högtryckskomprimering. Eftersom gas till reningssteget tas ut efter andra kompressorsteget, är det nödvändigt med återföring av högtrycksgas till tredje steget för att balansera kompressorerna. Detta beror på att gasens innehåll av koldioxid avlägsnats vid gasreningen och kompressorn är konstruerad för att komprimera en konstant gasmängd i fyra steg.

Den renade och komprimerade gasen torkas med adsorptionstorkar. Dessa består vardera av två kolonner med torkmedel där den ena adsorberar fukt från gasen medan den andra regenereras. Högtrycksgasen leds till högtryckslager. Tankning av fordon sker från högtryckslagren. Ingen boosterkompressor finns.

Vattnet från absorptionstornet innehåller lösta gaser och pumpas till reningsverkets gasklocka. Gasklockan behöver ständig tillförsel av tätningsvatten och vattnet från absorptionen utnyttjas för detta ändamål. Eftersom vattnet avgasas i gasklockan, återförs både koldioxid och metan till det normala gassystemet. Endast en mindre del av den totala gasproduktionen vid reningsverket utnyttjas för produktion av fordonsbränsle. Av denna anledning kan gasklockan utnyttjas för omhändertagande av restgaser. Förfarandet innebär, att metanförlusterna i princip blir 0%.

Renvatten används till absorptionen och förbrukningen är 5-15 m³/timme beroende på vilken last som körs i reningsanläggningen. Ett medelvärde innebär en vattenförbrukning på cirka 80 000 m³/år.

4.2.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts med i anläggningen installerade mätinstrument:

Gasström	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	N ₂	Dagpunkt, °C
Rågas	66	33	< 0.5 ppm	0.4-0.5	
Renad lågtrycksgas		2.5			
Högtrycksgas					- 50

Analys av rågasen utförs inte kontinuerligt eftersom problem finns med metanmätarens stabilitet. Analyssystemet kopplas in en gång per dygn. Rågasen passerar ett filter före metanmätaren.

Stickprovskontroller av gassammansättningen görs på laboratorium. Analyserade komponenter är CH₄, CO₂, O₂, N₂ och H₂S.

Järnsulfat (FeSO₄(H₂O)₇) tillsätts rökammaren.

De gasprover som uttogs vid besöket hade följande sammansättning i vol-%:

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂
Rågas	61.3	36.7	0.4	1.6
Högtrycksgas	71.7	27.2	0.3	0.8

Högtrycksgasen håller en mycket låg kvalitet enligt det uttagna gasprovet. Detta är svårförklarligt, eftersom provet togs ut direkt från högtryckslagret. Om gasen verkligen har så dålig kvalitet borde detta märkas av på fordonen.

4.2.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Metanmätaren klarar inte av att vara kontinuerligt inkopplad för mätning på rågas. Av denna orsak kopplas analyssystemet in endast när ett mätvärde önskas. För närvarande sker detta en gång per dygn, vilket anses tillfredsställande då kvaliteten på rågasen förändras mycket långsamt.

Den reade gasen analyseras kontinuerligt på koldioxid och dagpunkt. Resterande innehåll förutsättes vara metan och denna beräknade halt används av styrsystemet för övervakning.

4.2.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

Många små och större problem har uppkommit på anläggningen. Huvudproblemet är svårigheten att få garantiåtaganden och service utförd från leverantören.

Systemet med integrerad kompressor där avtappning sker mellan steg för rening, är inte bra enligt utsago. Kompressorstegen måste balanseras med återföring av komprimerad gas, vilket ökar energiförbrukningen. Vidare ökar risken för onormalt slitage.

Ett annat redovisat problem har varit magnetventilerna i högtryckslagret. Dessa klarade inte av att öppna vid högt lagertryck.

Anläggningen kräver stor arbetsinsats från driftsledare och driftspersonal.

4.3 Linköping

Rågas till anläggningen levereras från Linköpings biogasanläggning för samrötning av avfall, samt från det kommunala reningsverkets rötkammare.

4.3.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är, förutom avloppsslam,

- “rött” slaktavfall
- “blått” slaktavfall
- processvatten från slakteri
- gödsel från lantbruk

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes i juni 1997.

Gasreningen har en kapacitet på 660 m³_N/tim.

Högtrycksanläggningen hade vid installation kapacitet att komprimera 600 m³_N/tim till 250 bar. I efterhand har anläggningen kompletterats med en extra kompressor för komprimering av lågtrycksgas. Dessutom finns en separat kompressor för att flytta komprimerad gas mellan olika lagerbankar. Denna kompressor kan också utnyttjas för boostning vid tankning av fordon.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av bussar och renhållningsfordon, samt 14 st personbilar.

En plats finns för snabbtankning, medan antalet långsamtankningsplatser uppgår till 56 stycken.

Tiden för snabbtankning av en personbil uppges till ca 2 minuter. Boosterfunktion finns, se ovan.

Gasreningsanläggningen är levererad av FEAB/Flotech.

Gasreningen är av typen vattenskrubber. Arbetstrycket är 8 - 8.5 bar.

Högtrycksanläggningen inklusive tankstationer är levererad av FEAB/Flotech. Utbyggnaden av kompressorkapaciteten har gjorts av Hanneman AB.

4.3.2 Funktionsbeskrivning

Rågas tas huvudsakligen från Linköpings biogasanläggning, men även gas från befintlig rötkammare kan användas. Gasreningen sker i två parallella linjer. Gasen komprimeras i tvåstegs kolvkompressorer, försedda med gasfilter på inloppet, till 8-8.5 bar. Kompressorerna är okyllda, men utförda med mellankylning av gasen. Den komprimerade gasen trycks in i absorptionstorn där den tvättas i motström med vatten. Vattnet absorberar koldioxid och svavelväte, samt en del metangas. Om gaskvaliteten efter absorptionen inte uppfyller kraven, återförs gasen till kompressorerna för att tvättas ytterligare. Detta inträffar exempelvis vid uppstart av systemet.

Vattnet från absorptionstornet innehåller lösta gaser och pumpas till flashtorn där trycket sänks. De lösta gaserna frigörs och vattnet pumpas tillbaka för att återanvändas i absorptionstornen. Ingen vattenkylare finns installerad. En del vatten följer med gasströmmarna och avskiljs i separationstorn och kondensavledare. Detta vatten återanvänds inte utan är förbrukat.

Huvuddelen av den frigjorda gasen efter flashtornen, restgasen, leds till ett biofilter för att avlägsna lukt, främst i form av svavelväte. Eftersom en del metan återfinns i restgasen återförs en delmängd till kompressorernas inloppssida för att minska förlusterna av metan till atmosfären. Detta innebär en minskad kapacitet på kompressorerna och en högre energiförbrukning per framställd kWh fordonsbränsle. Ju lägre metanförluster som krävs, desto större andel restgas måste recirkuleras.

Den reade gasen torkas med adsorptionstorkar. Dessa består vardera av två kolonner med torkmedel där den ena adsorberar fukt från gasen medan den andra regenereras. Den torkade gasen leds till en högtrycksanläggning där den komprimeras till 250 bar i fyra steg. Två stycken högtryckskompressorer installerades initialt. Kompressorerna är gaskylade med mellankylning efter varje steg. En tredje kompressor av annat fabrikat har installerats i efterhand pga problem med originalkompressorerna. Dessutom finns en boosterkompressor som huvudsakligen används för att flytta gas mellan olika gaslagerbankar.

Högtrycksgasen leds till lager för högtrycksgas. Tankning av fordon sker från högtryckslagren. Boosterkompressorn kan även anslutas direkt till tankningssystemet.

4.3.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts med i anläggningen installerade mätinstrument:

Gasström	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	Daggpunkt, °C
Rågas	69		70ppm	
Renad lågtrycksgas		1	0 ppm	< 80

Vid start av biogasanläggningen var halten svavelväte betydligt högre, men sedan maj 1998 doseras järnklorid till rötkastrarna.

De gasprover som uttogs vid besöket hade följande sammansättning i vol-%:

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂
Rågas	67.9	32.0	0.0	0.1
Renad lågtrycksgas	97.9	2.1	0.0	0.0

4.3.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Metanmätaren klarar inte av att vara kontinuerligt inkopplad för mätning på rågas. Av denna orsak kopplas analysystemet in endast när ett mätvärde önskas. .

Den reade gasen analyseras kontinuerligt på koldioxid och daggpunkt. Till mätvärdet för koldioxid adderas 2 vol-% antagna inertgaser och resterande gasvolym antas vara metan. Denna beräknade metanhalt används av styrsystemet för övervakning och rapportering.

4.3.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

Allmänt anges brister med anläggningen som felaktig dimensionering av vissa anläggningsdelar, samt undermåliga komponenter eller felaktiga komponentval. Vidare anses, att leverantören visar

prov på dålig ingenjörsmässighet, samt redovisas missnöje med servicetillgängligheten från leverantören.

Torkarna har bytts ut till dubbel storlek. Innan bytet var det stora problem med att hålla daggpunkten nere, men efter bytet fungerar torkningen tillfredsställande. Dräneringsventiler har också krånglat med igensättningar.

Problem finns med damm från torkarna. Finfördelat torkmedel följer med gasströmmen.

Ett allvarligt problem i Linköping har varit spridning av en svart kletig substans i gasset. Lokalt går detta under beteckningen "klegget". Analys har bl a visat på Fe, S, O, Al och Si, vilket har lett till slutsatsen att "klegget" består av olja och järnsulfid tillsammans med finfördelat torkmedel. Problemet uppmärksammades redan en månad efter att uppgraderingsanläggningen startats. Högtryckskompressorerna sattes igen på 800-1000 timmar, trots att högtrycksstationen ligger flera km från gasreningen. Efter byte av regenereringsfläkt och start av järnkloriddosering till rötkastrarna, har problemen minskat men inte försvunnit.

Högtryckskompressorerna har fungerat dåligt, dels beroende på "klegget", men också beroende på undermålig kylning av kompressorerna. En tredje kompressor av annat fabrikat har installerats i högtrycksstationen för att säkerställa funktionen.

Driftstillgängligheten har dock varit relativt god och fordonsgas har kunnat levereras. Delvis beror detta på att Linköping har en gammal pilotanläggning för framställning av fordonbränsle ur biogas, baserad på PSA-teknik. Denna pilotanläggning har ensam svarat för leverans av fordonsgas vid en del tillfällen. Möjlighet finns att hämta fordonsgas från Stockholm med specialfordon som innehas av Stockholm Vatten. Detta har dock inte varit nödvändigt hittills.

Anläggningen har tidvis problem med leveranser av rågas från biogasanläggningen, eftersom en alltför liten mängd råmaterial erhålls till biogasanläggningen. Detta innebär att problem kan uppstå med leveransen av fordonbränsle.

Anläggningen kräver stor arbetsinsats från driftsledare och driftspersonal.

4.4 Kalmar

Rågas till anläggningen levereras från det kommunala reningsverket, samt från biogasanläggning för samrötning av avfall och gödsel.

4.4.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är nötgödsel och svinblod, samt kommunalt avloppsslam. Biogasanläggningen är under utbyggnad för att kunna ta emot mag- och tarminnehåll från slakteri.

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes i juni 1998.

Gasreningen har en nominell kapacitet på $60 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{tim}$. Vid dimensionerande ingångstryck till lågtryckskompressorn blir dock kapaciteten $74 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{tim}$.

Högtrycksanläggningen har kapacitet att komprimera $120 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{tim}$, räknat som rågas, till 274 bar. Inställt maxtryck är dock 236 bar.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av personbilar.

Två platser för snabbtankning finns. Dessa finns i en gemensam dispenser.

Tiden för snabbtankning av en personbil uppges till 1-4 minuter. Boosterfunktion finns ej, men gas kan levereras direkt från högtryckskompressorn.

Gasreningssystemet är levererat av FEAB/Flotech.

Gasreningen är av typen vattenskrubber. Arbetstrycket är cirka 8 bar.

Högtrycksanläggningen inklusive tankstationer är levererat av FEAB/Flotech.

4.4.2 Funktionsbeskrivning

Rågas tas från reningsverket, samt från en biogasanläggning för rötning av gödsel och slakteriavfall. Lågtryckskomprimering för gasrening och högtryckskomprimering av den reade gasen utförs i samma kompressor. Kompressorerna är en fyrstegs kolvkompressorer och gasen tas ut efter första steget vid 8 bar för att tryckas in i ett absorptionstorn där den tvättas i motström med vatten. Vattnet absorberar koldioxid och svavelväte, samt en del metangas. Om gaskvaliteten efter absorptionen inte uppfyller kraven, återförs gasen till kompressorns inloppssida för att tvättas ytterligare. Detta inträffar exempelvis vid uppstart av systemet. Efter rening går gasen in i kompressorns andra steg för högtryckskomprimering. Eftersom gas till reningssteget tas ut efter första kompressorsteget, är det nödvändigt med återföring av högtrycksgas till andra steget för att balansera kompressorn. Detta beror på att gasens innehåll av koldioxid avlägsnats vid gasreningen och kompressorn är konstruerad för att komprimera en konstant gasmängd i fyra steg.

Den reade och komprimerade gasen torkas med en adsorptionstork. Denna består av två kolonner med torkmedel där den ena adsorberar fukt från gasen medan den andra regenereras. Högtrycksgasen leds till högtryckslager. Tankning av fordon sker från högtryckslagren. Kompressorn kan även kopplas för direkt tankning av fordon. Vattnet från absorptionstornet innehåller lösta gaser och pumpas till ett flashtorn där trycket sänks. De lösta gaserna frigörs och vattnet pumpas tillbaka för att återanvändas i adsorptionstornet. Ingen vattenkylare finns

installerad. En del vatten följer med gasströmmarna och avskiljs i separationstorn och kondensavledare. Detta vatten återanvänds inte utan är förbrukat. Renvatten används till absorptionen.

Huvuddelen av den frigjorda gasen efter flashtornet, restgasen, leds till ett biofilter för att avlägsna lukt, främst i form av svavelväte. Eftersom en del metan återfinns i restgasen återförs en delmängd till kompressorns inloppssida för att minska förlusterna av metan till atmosfären. Detta innebär en minskad kapacitet på kompressorn och en högre energiförbrukning per framställd kWh fordonsbränsle. Ju lägre metanförluster som krävs, desto större andel restgas måste recirkuleras.

4.4.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts med i anläggningen installerade mätinstrument:

Gasström	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	Daggpunkt, °C
Rågas	64-67		118 ppm	
Renad lågtrycksgas				-4
Högtrycksgas		3		

Daggpunkten ligger normalt under -30 °C, men anläggningen har problem med torkningen.

De gasprover som uttogs vid besöket hade följande sammansättning i vol-%:

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ S
Rågas	65.6	34.3	0	0	0.041 (410 ppm)
Renad lågtrycksgas	94.3	5.7	0	0	0

4.4.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Metanmätningen sker kontinuerligt, men det är problem med mätaren. Vid besökstillfället var den på service. Koldioxid mäts kontinuerligt på den renade gasen. Resterande gasvolym antas vara metan. Svavelväte mäts en gång per dygn med en sensormätare. (Draeger med "chip") Järnklorid tillsätts tillfälligt till röt-kammaren och då noteras en minskning av svavelvätehalten. Provgasen förbehandlas inte före analys.

4.4.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

Anläggningen har varit driftsatt på fabrik och enligt uppgift provkörts i 600 timmar före leverans. Initialt fungerade anläggningen problemfritt, men då var trycket på ingångssidan till kompressorn endast 180 mbar mot de 670 mbar som specificerats. Efter att ingångstrycket höjts till 670 mbar har problem uppstått med torkningen av gasen. Torken klarar inte att sänka daggpunkten

tillräckligt. Det påpekades också, att vid dimensionerande ingångstryck, dvs 670 mbar, så är kapaciteten på anläggningen 74 m³/timma. Enligt specifikationen skall kapaciteten endast vara 60 m³/timma vid detta ingångstryck, vilket innebär att kompressorn är felaktigt dimensionerad. Detta kan också vara en förklaring till problem med torkningen.

Efter höjning av ingångstrycket har också ett membran havererat i kompressorns andra steg. Det rapporteras vara svårt att få leverantören att åtgärda problemen.

För övrigt har anläggningen fungerat tillfredsställande, men det påpekas att fordonsunderlaget för tankning är litet och att anläggningen inte drivs vid hög kapacitet under några längre perioder.

4.5 Eslöv

Rågas till anläggningen levereras från rötammaren vid Ellinge reningsverk.

4.5.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är kommunalt avloppsslam, samt avfall från livsmedelsindustri.

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes i maj 1997. Den togs ur drift i september 1988, då den sålts.

Gasreningen har en kapacitet på 12 m³_N/tim.

Högtrycksanläggningen har kapacitet att komprimera gas till 200 bar. Kompressionen sker i ett steg och ingångstrycket kan väljas fritt.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av personbilar.

Endast en dispenser för snabbtankning finns.

Tiden för snabbtankning av en personbil uppges till 2.5 minuter. Boosterfunktion finns.

Gasreningsanläggningen är byggd i egen regi av Eslövs kommun. Dimensionering och konstruktion av anläggningen har utförts av BioMil AB.

Gasreningen är av typen vattenskrubber, där renat avloppsvatten från reningsverket används. Efter att vattnet passerat absorptionstornet, återförs det till reningsverket. Arbetstrycket är cirka 8 bar.

Högtrycksanläggningen inklusive tankstation är byggd i egen regi i samarbete med Sydgas AB och med BioMil AB som tekniska konsulter. Kompressorn har utvecklats och levererats av GPM Väst. Dispensern är levererad av Hanneman AB.

4.5.2 Funktionsbeskrivning

Rågas levereras från Ellinge reningsverk där kommunalt slam rötas tillsammans med avfall från livsmedelsindustri. Gasen leds vid 35 mbar till en tvåstegs kolvkompressor som höjer trycket till mellan 8 och 8.5 bar. Kompressorn är luftkyld. Den komprimerade gasen leds in i ett absorptionstorn där den tvättas i motström med vatten. Efter absorptionstornet passerar gasen ett tryckutjämningskärl innan den torkas i en adsorptionstork. Denna består av två kolonner med torkmedel där den ena adsorberar fukt från gasen medan den andra regenereras.

Den reade och torkade gasen leds till en enstegs, hydraulisk kolvkompressor för komprimering till 200 bar. Kompressorn har mantelkyllning. Den slutkomprimerade gasen leds till högtryckslager.

Tankning sker från gaslagren och högtryckskompressorn används som booster för att slutföra tankningen.

Vattnet som används för tvättning av gasen är renat avloppsvatten från reningsverket. Efter att ha passerat absorptionstornet, återförs vattnet till reningsverkets inlopp.

4.5.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts.

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	Daggpunkt, °C
Rågas	52-60	35-50	0-2	1-8	
Renad lågtrycksgas	90-97	0.5-1.5	0-2.5	1-10	<-30

Ingen fast analysutrustning finns installerad. Analyser utförs som stickprov, dels med provtagning i glaspipett och extern analys med gaskromatograf (GC), dels med portabel mätare för metan och koldioxid. Daggpunktsmätare finns ej, men glaspipett med renad gas har frusits ned till -30 °C utan att kondens eller frost observerats på insidan av glaset.

Anläggningen var inte i drift vid besöket, eftersom den är såld och skall flyttas till kunden. Av denna orsak finns inga gasprover att redovisa från detta tillfälle. Följande analyser är uttagna för renad gas 98-06-15, respektive för rågas 98-11-06:

Gassammansättning i vol-%

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	Datum
Rågas	52.0	47.2	0.1	0.8	98-11-06
Renad lågtrycksgas	95.7	0.9	0.5	2.8	98-06-15
Högtrycksgas	95.6	1.1	0.5	2.8	98-06-15

4.5.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Stickprov med extern analys på GC ger tillförlitliga analyser, men svarstiderna blir alltför långa för att systemet skall kunna användas för kontinuerlig driftstyrning.

4.5.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

Initialt uppstod problem med skumning i absorptionskolonnen. Efter ombyggnad av kolonninredningen minskade skumproblemen, men återkommer periodvis i mindre skala. De åtgärdas då med tillsats av skumolja som är en standardprodukt vid reningsverk.

Torken hade från början silicagel som torkmedel. Vatten i vätskeform kom in i torken varvid silicagelkornen sprängdes. Detta har åtgärdats genom att placera tryckutjämningskärlet mellan kolonnen och torken så att den även fungerar som vattenfälla. Torkmedlet har också bytts ut mot aluminiumoxid.

Tillsatsen av odöriseringsmedel sker före högtryckskomprimeringen och i samband med driftsättning av odöriseringen krånglade en magnetventil så att stora mängder odöriseringsmedel (etylmerkaptan) kom in i högtryckskompressorn. Detta resulterade i korrosionsskador på kolvstången och även inuti cylindern. Kompressorn var inte försedd med oljekylare vid installationen, vilket kan ha varit en bidragande orsak till korrosionsskadorna. Vidare var en felaktig packningstyp installerad i backventilen.

Efter åtgärder har anläggningen fungerat tillfredsställande.

Eslövsanläggningen har dragits med ett speciellt problem under större delen av anläggningens driftstid. Vid inmatning av externt avfallsmaterial till en av rötkastrarna, dras luft med in och

blandas med biogasen. Denna luft följer med till gasreningen och kan inte avlägsnas med vattenskrubberteknik. En hel del arbete har därför fått läggas på att försöka undvika luftinblandning i rötkammaren. Koldioxidhalten har regelmässigt legat på cirka en procent efter skrubbern, men halten luft har pendlat mellan någon procent upp till 7-8 %. Kvaliteten på fordonsbränslet har således oftast varit i sämre än vad förslaget till standard kräver.

4.6 Helsingborg

Rågas till anläggningen levereras från NSR:s biogasanläggning för flytande avfall.

4.6.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är:

- avfall från gelatintillverkning
- fettavskiljarslam
- mag- och tarminnehåll från slakteri

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes i januari 1997.

Gasreningen har en kapacitet på 20 m³_N/tim.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av företagsinterna personbilar.

Antalet snabbtankningsplatser är en. Omkoppling mellan olika trycknivåer i gaslagret sker manuellt. Tankningsplatsen är lokaliserad till NSR:s område.

Tiden för tankning av en personbil är 5-10 minuter, beroende på lagrens fyllnadsgrad och hur den manuella omkopplingen sker. Boosterfunktion finns genom utnyttjande av högtryckskompressorn.

Gasreningsanläggningen är levererad av GPM Väst

Gasreningen är av typen PSA.

Högtrycksanläggningen inklusive tankstationen är levererad av GPM Väst

4.6.2 Funktionsbeskrivning

Rågas levereras från en biogasanläggning för rötning av flytande industriavfall. Svavelvätehalten i rågasen reduceras dels genom tillsats av järnkloridlösning till röt-kammaren, dels genom att gasen leds genom kolfilter.

Gasen komprimeras med en tvåstegs kolvkompressor till 6-10 bar, varefter den torkas med en kyltork. Den torkade gasen leds till en PSA (Pressure Swing Adsorption)-anläggning för rening. PSA-utrustningen är dubblerad och består av 2 * 4 kolonner fyllda med zeolit. Funktionen är i princip, att kolonn nr 1 trycksätts medan kolonn nr 2 står i vänteläge för adsorption av koldioxid. Kolonn nr 3 trycksänks till atmosfärstryck för uttag av renad metangas och kolonn nr 4 slutligen, trycksänks ytterligare med vacuumpump för att avlägsna koldioxid. Ordningen på kolonnerna växlas sedan så att ett kontinuerligt flöde erhålls. Systemet är i verkligheten mer komplicerat med återföring av gas för att minska energiåtgången och för att hålla metanförlusterna på en önskad nivå. Ett stort antal ventiler krävs för växlingar mellan de olika kolonnerna.

Ett tryckutjämningskärl finns för att utjämna tryckpulser vid växlingarna mellan kolonner.

Zeoliterna är känsliga för fukt och svavel, varför den extra svavelavskiljningen och torkningen är nödvändig innan gasen leds in i PSA-anläggningen.

Efter rening komprimeras den uppgraderade gasen i en enstegs, hydraulisk kolvkompressor till 200 bar. Kompressorn har mantelkylning. Den slutkomprimerade gasen torkas ytterligare med en molekylsikt utan regenerering, varefter den leds till högtryckslager.

Tankning sker från gaslagren med manuell omkoppling mellan lagerbankar med olika trycknivåer. Högtryckskompressorn kan användas som booster.

4.6.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts med i anläggningen installerade mätinstrument:

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	H ₂ S(ppm)	Daggpunkt, °C
Rågas	73		0.0	15-35 (5.9)	
Renad lågtrycksgas		1.6		0.5 ppm	-67

Svavelvätemätningen var osäker vid besökstillfället. Mätaren visade mellan 0.7 och 1.5 ppm på rågasen, vilket uppgavs vara onormalt lågt.

Rågasen renas från svavelväte i ett kolfilter innan den leds till PSA-anläggningen. Siffran inom parentes i tabellen ovan anger värdet efter kolfiltret.

Analysutrustning finns installerad för kontinuerlig mätning av metan och syre på rågasen, samt koldioxid, svavelväte och daggpunkt på den renade gasen. Dessutom uttages ett prov på rågasen per månad i glaspipett för analys på gaskromatograf.

Inga gasprover uttogs vid besöket, men en normal stickprovsanalys, uttagen 98-12-04 och analyserad på gaskromatograf, har följande sammansättning i vol-%:

Gasström	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ S
Rågas	71.5	27.7	0.2	0.6	ej detekterat

4.6.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Analysutrustningen uppgavs fungera tillfredsställande. Dock fanns problem med svavelvätemätningen vid besökstillfället.

4.6.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

Flera problem har uppstått med högtryckskompressorn. Oljan i hydraulsystemet blev initialt mycket varm, varför en extra oljekylare installerats. Det har varit en hel del problem med hydrauliken i övrigt. En renovering av kompressorn har fått utföras då den var otät. Vidare var det fel material i packningar vid installationen. En felinställd temperaturgivare var orsak till överhettning av oljan, vilket resulterade i haveri på hydraulkolven. När börvärdet för temperaturen minskades, visade det sig att kylkretsen inte klarade av att kyla oljan tillräckligt.

Styrventiler i PSA-anläggningen har en tendens att läcka i axelgenomföringar.

Zeolitdamm från PSA-kolonnerna har ibland följt med gasen och satt igen ventiler. Detta har åtgärdats med filter, men trots detta kommer en del damm in i systemet.

Lågtryckskompressorn var feldimensionerad vid leverans och har fått bytas ut.

Efter åtgärder bedöms anläggningen fungera tillfredsställande.

4.7 Göteborg

Rågas till anläggningen levereras från Ryaverkets rötchammare.

4.7.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är kommunalt avloppsslam.

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes 1992 med ombyggnad 1994

Gasreningen har en kapacitet på 12-15 m³_N/tim.

Högtrycksanläggningen har kapacitet att komprimera 8-10 m³_N/tim till 200 bar.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av personbilar.

En tankningsplats för snabbtankning finns. Omkoppling mellan olika trycknivåer i gaslagret sker manuellt.

Tiden för tankning av en personbil är 5-10 minuter, beroende på lagrens fyllnadsgrad och hur den manuella omkopplingen sker. Boosterfunktion finns genom utnyttjande av högtryckskompressorn.

Gasreningsanläggningen är installerad och utvecklad av GPM Väst, vilket består av personal från Ryaverket.

Gasreningen är av typen PSA.

Högtrycksanläggningen inklusive tankstationer är utvecklad och levererad av GPM Väst.

4.7.2 Funktionsbeskrivning

Rågas levereras från rötchammaren på reningsverket. Svavelvätehalten i rågasen är reducerad genom tillsats av järnsulfat till inloppet på reningsverket. Inget ytterligare svavelrening är installerad.

Gasen komprimeras med en enstegs kolvkompressor till ca 10 bar, varefter den torkas med en kyltork. Den torkade gasen leds till en PSA (Pressure Swing Adsorption)-anläggning för rening. PSA-utrustningen består av 4 kolonner fyllda med zeolit. Funktionen är i princip, att kolonn nr 1 trycksätts medan kolonn nr 2 står i vänteläge för adsorption av koldioxid. Kolonn nr 3 trycksänks till atmosfärstryck för uttag av renad metangas och kolonn nr 4 slutligen, trycksänks ytterligare med vacuumpump för att avlägsna koldioxid. Ordningen på kolonnerna växlas sedan så att ett kontinuerligt flöde erhålls. Systemet är i verkligheten mer komplicerat med återföring av gas för att minska energiåtgången och för att hålla metanförlusterna på en önskad nivå. Ett stort antal ventiler krävs för växlingar mellan de olika kolonnerna.

Ett tryckutjämningskärl finns för att utjämna tryckpulser vid växlingarna mellan kolonner.

Efter rening komprimeras den uppgraderade gasen i en enstegs, hydraulisk kolvkompressor till 200 bar. Före kompressorn finns ett gasfilter med maskvidden 5-6 µ. Kompressorn har mantelkyllning. Den slutkomprimerade gasen torkas ytterligare med en molekylsikt utan regenerering, varefter den leds till högtryckslager.

Tankning sker från gaslagren med manuell omkoppling mellan lagerbankar med olika trycknivåer. Högtryckskompressorn kan användas som booster.

4.7.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts med i anläggningen installerade mätinstrument:

Gasström	CH ₄	Daggpunkt, °C
Rågas	58-62	+2 till -5
Renad lågtrycksgas	95-97	
Högtrycksgas		-40 till -45

En kontinuerlig mätare för metan finns installerad. Mätaren kopplas om mellan rågas och renad gas. Den switchar även till kalibreringsgas automatiskt.

Gasen är torkad före analys.

Inga gasprover uttogs vid besöket.

4.7.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Fukt trängde in i metanmätaren initialt. Efter ombyggnad fungerar den tillfredsställande.

4.7.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

Enligt utsago fungerar anläggningen bra efter åtgärdande av en del barnsjukdomar. Högtryckskompressorn är enkel att utföra service på, samt är billig och flexibel. Anläggningen kräver mycket litet service och underhåll.

Det bör påpekas, att kompressorn, och delar av anläggningen i övrigt, är utvecklad på Ryaverket av samma personal som utgör GPM Väst, dvs leverantören av utrustningen.

4.8 Trollhättan

Rågas till anläggningen levereras från reningsverkets rötkammare.

4.8.1 Tekniska data

Råvaror för produktion av biogas är kommunalt avloppsslam och slam från fiskindustri.

Fordonsbränsleanläggningen driftsattes i mitten av juni 1996.

Gasreningen har en kapacitet på cirka $140 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{tim}$.

Högtrycksanläggningen har kapacitet att komprimera $100 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{tim}$ till 200 bar.

Fordonsbränsleanvändarna utgörs av 10 st stora bussar och två mindre bi-fuelbussar, samt några renhållningsfordon. Några personbilar drivs också med gasen.

Antalet platser för långsamtankning är 10 och antalet snabbtankningsplatser uppgår till två stycken vid en gemensam dispenser.

Tiden för snabbtankning är densamma som för tankning av fordonet med diesel eller bensin. Boosterfunktion finns.

Gasreningsanläggningen är levererad av FEAB/Flotech.

Gasreningen är av typen vattenskrubber. Arbetstrycket är 6-7 bar.

Högtrycksanläggningen inklusive tankstationer är levererad från och drivs av Vattenfall.

4.8.2 Funktionsbeskrivning

Rågas tas från reningsverket, där kommunalt slam samrötas med fiskavfall. Gasen komprimeras i en tvåstegs kolvkompressor, till 6-7 bar. Kompressorerna var ursprungligen ökylda, men utförda med mellankylning av gasen. Oljekylning har byggts till i efterhand. Den komprimerade gasen trycks in i ett absorptionstorn där den tvättas i motström med vatten. Vattnet absorberar koldioxid och svavelväte, samt en del metangas. Om gaskvaliteten efter absorptionen inte uppfyller kraven, återförs gasen till kompressorerna för att tvättas ytterligare. Detta inträffar exempelvis vid uppstart av systemet.

Vattnet från absorptionstornet innehåller lösta gaser och pumpas till ett flashtorn där trycket sänks. De lösta gaserna frigörs och vattnet pumpas tillbaka för att återanvändas i absorptionstornet. Ingen vattenkylare finns installerad. En del vatten följer med gasströmmarna och avskiljs i separationstorn och kondensavledare. Detta vatten återanvänds inte utan är förbrukat.

Huvuddelen av den frigjorda gasen efter flashtornen, restgasen, leds till ett filter för att avlägsna lukt, främst i form av svavelväte. Eftersom en del metan återfinns i restgasen återförs en delmängd till kompressorns inloppssida för att minska förlusterna av metan till atmosfären. Detta innebär en minskad kapacitet på kompressorn och en högre energiförbrukning per framställd kWh fordonsbränsle. Ju lägre metanförluster som krävs, desto större andel restgas måste recirkuleras.

Den reade gasen torkas med en adsorptionstork. Denna består av två kolonner med torkmedel där den ena adsorberar fukt från gasen medan den andra regenereras. Den torkade gasen leds till

en högtrycksanläggning där den komprimeras i fyra steg. Två stycken högtryckskompressorer är installerade.

Högtrycksgasen leds till lager för högtrycksgas. Tankning av fordon sker från högtryckslagren. Boosterfunktion finns.

4.8.3 Analyser

Följande gassammansättning i vol-% har uppmätts med i anläggningen installerade mätinstrument:

Gasström	CH ₄	CO ₂	Daggpunkt, °C
Rågas	60-70		
Renad lågtrycksgas		1.5-2	-100

Inga gasprover uttogs vid besöket.

4.8.4 Erfarenheter av analysutrustningen

Analyssystemet har fungerat tillfredsställande.

4.8.5 Driftserfarenheter och tillgänglighet på anläggningen

Anläggningen uppges i huvudsak fungera tillfredsställande.

En reglerventil av dålig kvalitet har orsakat att vatten kommit in i lågtryckskompressorn. Ventilen har bytts ut mot en ventil med bättre kvalitet.

Mycket larm erhålls vid uppstart, men de flesta är inga relevanta larm. Skapar mycket irritation bland jour-personal. Larmstyrningen finns i PROM (Programmable Read Only Memory) som tillverkas ("bränns") av leverantören.

Leverantören har inte anlitats så mycket, delvis beroende på att egna förbättringar gjorts på anläggningen i stället.

En hel del tryckgivare fungerade inte med det låga trycket på gasen i Trollhättan, cirka 10 mbar.

Frekvensstyrning har installerats på vattenpumpen till absorptionstornet. Detta resulterade i en väsentlig minskning i antalet start-larm.

Pulsutjämningskärl från anläggningsleverantören var felkonstruerat och hade ingen effekt för pulsationsminskning.

5 Sammanställning av anläggningar

Tabell 1 nedan utgör en sammanfattning av de olika anläggningarnas uppbyggnad. Endast två huvudtyper av gasrening förekommer: vattenskrubber och PSA. Trots detta skiljer anläggningarna sig åt en del genom framförallt olika sätt att konfigurera vattenskrubbingstekniken.

Som framgår av tabellen, har inte konkurrensen på marknaden varit så stor, eftersom endast två leverantörer finns representerade.

Tabell 1. Allmänna data för de ingående anläggningarna.

Anläggning	Gasrening, typ	Högtryck	Rågas	Driftsatt	Leverantör
Uppsala	Vattenskrubber, recirkulering	Separat	Biogasanläggning/ Kommunal rötchammare	1997-11	FEAB/Flotech
Stockholm	Vattenskrubber, enkel genomgång	Integrerad	Kommunal rötchammare	1996-09	FEAB/Flotech
Linköping	Vattenskrubber, recirkulering	Separat	Biogasanläggning	1997-06	FEAB/Flotech
Kalmar	Vattenskrubber, recirkulering	Integrerad	Biogasanläggning/ Kommunal rötchammare	1998-06	FEAB/Flotech
Eslöv	Vattenskrubber, enkel genomgång	Separat	Kommunal rötchammare	1997-05	Egen regi +GPM Väst
Helsingborg	PSA	Separat	Biogasanläggning	1997-01	GPM Väst
Göteborg	PSA	Separat	Kommunal rötchammare	1992/ 1994	GPM Väst
Trollhättan	Vattenskrubber, recirkulering	Separat	Kommunal rötchammare	1996-06	FEAB/Flotech +Vattenfall

I tabellerna 2 och 3 har en sammanställning gjorts av de analysdata som finns tillgängliga. Jämförande data från förslaget till Svensk Standard avseende "Biogas som bränsle till snabbgående bilmotorer" har gjorts, där kraven för bränsle Typ A finns redovisade i tabell 2 och motsvarande för Typ B i tabell 3.

Tryckvattendaggpunkten vid högsta lagringstryck, under lägsta månadsvisa dygnsmedeltemperatur, har inte beräknats eftersom den kräver data från SMHI för de aktuella lokaliseringssorterna, samt dagpunktsmätningar från olika årstider. Den absoluta vattenhalten har heller inte beräknats, utan har det endast gjorts ett konstaterande huruvida anläggningen klarar det absoluta kravet på max 32 mg/Nm³.

Motoroktantalet (MON) har heller inte kunnat bestämmas, eftersom mätning av kvävehalten inte sker på mer än några anläggningar och då i form av stickprov en eller några gånger per månad. Eftersom gasen från samtliga anläggningar endast innehåller metan, koldioxid och mindre mängder kväve, kommer MON dock alltid att vara högre än standardens krav på minimum 130.

Tabell 2. Jämförelse med delar av förslag till standard Typ A

	Wobbe-index_{undre}	Vattenhalt mg/Nm³	CO₂ + O₂ +H₂, %	Varav max O₂, %	Max svavelhalt, mg/Nm³
<i>Standard</i>	45.5-48.2	max. 32	max. 3.0	max. 1.0	max. 23
Uppsala	44.7-47.2 *)	< 32	2.6	0.6	iu
Stockholm	45.5-47.2 *)	< 32	2.8	0.3	< 0.85
Linköping	43.8-45.5 *)	< 32	1	0	0
Kalmar	43.2-47.2	< 32	3	0	0
Eslöv	41.4-45.5	iu	1.4-1.6	0.5	iu
Helsingborg	44.7-46.7 *)	< 32	1.8	0.2	0.83
Göteborg	43.8-45.5	< 32	3-5 **)	iu	iu
Trollhättan	43.8-46.3	< 32	1.5-2	iu	iu

iu = ingen uppgift

*) Metanhalten är kalkylerad med utgångspunkt från analyserad koldioxidhalt.

***) Koldioxidhalten är kalkylerad med utgångspunkt från analyserad metanhalt.

Tabell 3. Jämförelse med delar av förslag till standard Typ B

	Wobbe-index_{undre}	Vattenhalt mg/Nm³	CO₂ + O₂ +H₂, %	Varav max O₂, %	Max svavelhalt, mg/Nm³
<i>Standard</i>	44.7-48.2	max. 32	max. 4.0	max. 1.0	max. 23
Uppsala	44.7-47.2 *)	< 32	2.6	0.6	iu
Stockholm	45.5-47.2 *)	< 32	2.8	0.3	< 0.85
Linköping	43.8-45.5 *)	< 32	1	0	0
Kalmar	43.2-47.2	< 32	3	0	0
Eslöv	41.4-45.5	iu	1.4-1.6	0.5	iu
Helsingborg	44.7-46.7 *)	< 32	1.8	0.2	0.83
Göteborg	43.8-45.5	< 32	3-5 **)	iu	iu
Trollhättan	43.8-46.3	< 32	1.5-2	iu	iu

iu = ingen uppgift

*) Metanhalten är kalkylerad med utgångspunkt från analyserad koldioxidhalt.

***) Koldioxidhalten är kalkylerad med utgångspunkt från analyserad metanhalt.

Som framgår av tabellerna, klarar tre av anläggningarna kraven för bränsle typ B, dvs kravet för lambda-reglerade motorer, medan endast en anläggning klarar kraven för Typ A vad avser Wobbeindex. De övriga anläggningarna klarar inget av kraven om man använder det lägre värdet i angivet spann för Wobbeindex. Det bör dock noteras att de anläggningar som verkar klara kraven, saknar metanmätning på den reade gasen och använder koldioxidanalys för att beräkna metanhalten. De gasprov som uttogs i samband med besöken, antyder att metanhalten kan vara lägre än vad instrumenten visar.

6 Sammanställning av erfarenheter

I tabell 4 nedan, visas en sammanfattning av de problem som redovisats, samt de omdömen som avgivits avseende de olika anläggningarna. De subjektiva omdömena har avgivits av kontaktpersonerna på anläggningarna, samt i några fall av driftspersonal

Tabell 4. Erfarenheter av installation och drift.

Anläggning	Analyssystem	Gasrening	Högtrycks-anläggning	Subjektivt omdöme
Uppsala	Mycket problem med flera av instrumenten. Metanmätaren kan ej vara inkopplad kontinuerligt	Mycket problem, inkluderande direkta rörbrott. Damm från adsorptionstork.	Problem med kolvringar och ventiler i kompressor.	Alldeles för mycket fel på anläggningen som inte åtgärdas. Dåligt utförd installation. Missnöjd med leverantörens sätt att hantera garantier och service.
Stockholm	Metanmätaren kan inte vara inkopplad kontinuerligt.	Många ospecificerade problem. Inte bra med gemensam kompressor för gasrening och högtryck.	Problem med magnetventiler i högtryckslager.	Svårt att få garantiåtaganden och service utförd från leverantören inom rimlig tid.
Linköping	Metanmätaren kan inte vara inkopplad kontinuerligt.	En kletig massa bildas i gassystemet. Damm från adsorptionstork. Feldimensionerad tork.	Dålig funktion på originalkompressor er beroende på dålig kylning och igensättning av kletig massa.	Installationen är ingenjörsmässigt dåligt utförd. Servicetillgängligheten från leverantören dålig.
Kalmar	Problem med kontinuerlig metanmätning.	Ger för hög kapacitet vid dimensionerande ingångstryck.	Problem med torkkapacitet. Haveri på membran i kompressor.	Anläggningen fungerar i stort bra. Belastningen på anläggningen är förhållandevis låg.
Eslöv	Inga fast installerade analysinstrument finns.	Problem med skumning i skrubber. Vatten i tork orsakade sprängning av torkmedel. Ventil till odöriseringsmedel defekt.	Ingen oljekylare på kompressorn. Felaktiga packningsmaterial. Korrosion på kolvstång och cylinder, vilket kan bero på odöriseringsmedel.	Anläggningen fungerar tillfredsställande efter avhjälpna barnsjukdomar.

Anläggning	Analysystem	Gasrening	Högtrycks-anläggning	Subjektivt omdöme
Helsingborg	Analysutrustningen fungerar tillfredsställande.	Feldimensionerad kompressor. Läckageproblem i styrventiler till PSA-anläggningen. Damm från PSA-kolonnerna.	Dålig oljekylning på kompressorn. Felaktiga packningsmaterial. Haveri på hydraulkolv pga felinställd givare.	Anläggningen fungerar tillfredsställande efter åtgärdande av leveransfel.
Göteborg	Fuktproblem i metanmätare.	Fungerar bra	Fungerar bra	Anläggningen fungerar bra efter åtgärdande av en del barnsjukdomar. Kräver mycket litet service och underhåll.
Trollhättan	Analysystemet har fungerat tillfredsställande.	Dålig reglerventil orsakade vatten i kompressor. Problem med tryckgivare vid lågt ingångstryck. Pulsutjämningskärl felkonstruerat.	Fungerat bra.	Anläggningen fungerar tillfredsställande. En hel del "onödiga" larm uppträder, framförallt vid uppstart.

Bilaga 2

Uppföljning av kvalitetsspecifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle

Delrapport – Etapp 2

Anders Dahl

BioMil AB

Juni 1999

Uppföljning av kvalitetsspecifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle.

Delrapport etapp 2

INNEHÅLL

sida

	Sammanfattning	1
1	Inledning	3
2	Slutsatser från genomgång av anläggningar	4
2.1	Gaskvalitet	4
2.2	Problem och lösningar	5
2.3	Analysystem	6
3	Förslag till standard för biogas som fordonsbränsle.....	7
3.1	Erfarenheter från undersökta anläggningar	7
3.2	Metanförluster	7
3.3	Förslag till revidering av föreslagen standard för biogas som fordonsbränsle	8
4	Analysutrustning.....	10
4.1	Olika typer av analysinstrument	10
4.2	Installation	12
4.3	Kostnader.....	12
5	Förslag till kvalitetssäkring	14
5.1	Administrativa rutiner	14
5.1.1	Kvalitetsansvarig	14
5.1.2	Dokumentation	14
5.2	Kvalitetssäkring av bränslet.....	15
5.2.1	Analyser av ingående gaskomponenter	15
5.2.2	Omfattande analysystem.....	16
5.2.3	Förenklat analysystem	18
5.2.4	Enkelt analysystem	19
5.2.5	Analysinstrument.....	21
5.2.6	Kalibrering av analysutrustning	22
5.2.7	Larmhantering	22
5.3	Leveranssäkerhet.....	22
5.3.1	Rågasförsörjning.....	23
5.3.2	Kvalitetskrav på utrustning	23
5.3.3	Service och underhåll	24
6	Slutsatser	25

Sammanfattning

Denna rapport avser etapp 2 inom projektet "Uppföljning av kvalitetsspecifikation för uppgraderad biogas som fordonsbränsle". Etapp 2 innehåller slutsatser från etapp 1, genomgång av befintliga anläggningar för produktion av fordonsbränsle ur biogas, samt förslag till analysystem och kvalitetssäkring av biogas som fordonsbränsle.

Slutsatser från etapp 1

Gaskvalitet

Gaskvaliteten på den reade gasen uppvisade relativt stora variationer mellan de olika undersökta anläggningarna. Metanhalterna varierar mellan 94 och 99 vol-%. Orsakerna till att låg metanhalt redovisas är flera:

- luft i biogasen
- problem med gasreningsutrustningen
- analysproblem/analysfel

Problem

Samtliga undersökta anläggningar har varit, eller är fortfarande, behäftade med fel och driftproblem. Orsakerna till problemen har varit av varierande natur. Eftersom tekniken att producera fordonsbränsle från biogas är relativt ny i Sverige, kan en del problem hänföras till 'barnsjukdomar'. Intrimning av anläggningarna har också krävt relativt lång tid.

En orsak till problem i flertalet av anläggningarna är, att kvaliteten på ingående komponenter är otillräcklig, samt att dimensioneringen av anläggningarna gjorts med alltför små, eller inga, marginaler.

Analysystem

Analysutrustningen varierar mycket mellan de undersökta anläggningarna. Delvis beror detta på att några av anläggningarna är små och av typen pilot- eller demonstrationsanläggning.

Bestämning av metanhalten i gasen sker i vissa fall genom direkt analys av metan, medan ett flertal anläggningar analyserar koldioxid och beräknar metanhalten. Detta senare gäller framförallt den reade gasen.

Mycket problem har rapporterats med analysystemen och en orsak till detta kan vara att systemen inte är anpassade för analys av rå biogas och gas med hög metanhalt.

Förslag till standard för biogas som fordonsbränsle

Erfarenheter från de befintliga anläggningarna i Sverige visar, att det är problematiskt att uppfylla de krav som ställs i föreliggande förslag till "Standard för biogas som fordonsbränsle". Detta gäller framförallt kravet för icke lambda-reglerade motorer. Med anledning av detta, föreslås en revision av förslaget till standard:

- Metanhalten i vol-% används som förbränningsteknisk egenskap i stället för Wobbeindex_{undre}
- Endast en standard för biogas som fordonsbränsle fastställs
- Kravet på metanhalten i fordonsbränslet sänks i förhållande till nuvarande förslag till typ B.

Analyssystem

Olika typer av analyssystem beskrivs och prisexempel på både analysinstrument och kompletta analyssystem redovisas.

Förslag ges till utformning av analyssystem för kvalitetssäkring av bränslet. Eftersom olika anläggningar har, och sannolikt kommer att ha, olika ambitionsnivåer avseende kraven på kvalitetssäkring, redovisas olika förslag till analyssystem. En viktig orsak till att ett enklare analyssystem väljs, är anläggningens storlek. Omfattande analyssystem är mycket kostsamma och en liten anläggning har svårt att bära kostnaden för ett sådant.

Kvalitetssäkring

Förutom kvalitetssäkring av bränslet genom ett godtagbart analyssystem, görs en genomgång av andra parametrar som är viktiga för kvalitetssäkring av hela produktions- och leveranssystemet. Sammanfattningsvis utgörs dessa av dokumentation och leveranssäkerhet.

1 Inledning

Föreliggande rapport utgör fortsättning och utvärdering av etapp 1 i projektet ``Uppföljning av kvalitetsspecifikation för biogas för fordonsdrift". Etapp 1 omfattar insamling och sammanställning av data från åtta svenska anläggningar för produktion av uppgraderad biogas för fordonsdrift. Etapp 2 behandlar erfarenheter från de undersökta anläggningarna, samt ger synpunkter på det förslag till standardisering av biogas för fordonsdrift som är under utarbetning.

Vidare behandlas olika typer av analysinstrument för i biogas ingående gaskomponenter, samt ges förslag till hur uppgraderad biogas kan kvalitetssäkras för användning som fordonsbränsle.

2 Slutsatser från genomgång av anläggningar

Etapp 1 har omfattat insamling av data från de åtta anläggningar som ingår i studien. Varje anläggning har besökts på plats och insamling av data har gjorts med hjälp av tre stycken framtagna frågeprotokoll, samt genomgång av anläggningarna och diskussioner med ansvarig personal.

De parametrar som framförallt lades vikt vid att studera var:

- gaskvalitet
- uppkomna problem och lösningar
- tillgänglighet
- typ av gasreningsprocess
- typ av analysystem

2.1 Gaskvalitet

Kvaliteten på den reade gasen varierade relativt mycket mellan de olika anläggningarna. Orsakerna till dålig kvalitet varierade från luftinblandning i rågasen till problem med reningsutrustningen och problem med analysutrustningen. Vid felaktiga analysresultat erhålls fel styrparametrar till processen oavsett om inställningen av reningsgraden sker manuellt eller med direkt återkoppling från analysystemet.

Ingen anläggning kunde visa på en kontinuerligt uppmätt metanhalt som ligger över 98% CH₄. Den högsta redovisade metanhalten ligger i intervallet 97.5 till 98% CH₄. Vid hälften av anläggningarna angavs en metanhalt mellan 97.5 och 99%, som baserades på mätning av koldioxid. Orsaken till detta är, att det varit svårt att hitta tillförlitliga och billiga metanhaltsmätare för den höga koncentration som förekommer i den reade biogasen. Flera av de metanmätare som installerades initialt i anläggningarna, visade sig vara instabila och kräva täta kalibreringar eller inte fungera överhuvudtaget efter en kortare driftsperiod. Leverantören har då rekommenderat ett byte till koldioxidmätning i stället, eftersom mätningen då sker i ett gynnsammare koncentrationsområde.

Mätning av koldioxid för att beräkna metanhalten fungerar bra under förutsättning att endast koldioxid och metan förekommer i gasen. Eftersom det i några fall förekommit syre och kväve i gasen, kan det dock inte med säkerhet fastställas om en beräknad metanhalt överensstämmer med den verkliga halten.

Ett allmänt omdöme avseende kvaliteten på den reade gasen är, att det är svårt att alltid garantera en hög kvalitet vad avser Wobbeindex. I synnerhet gäller detta förslaget till standard typ A. De studerade anläggningarna har fungerat som pilotanläggningar för produktion av fordonsbränsle ur biogas och har inte varit tvingade att uppfylla någon fastställd standard. Av denna orsak, har leverans av gas kunnat ske relativt oavbrutet vad avser gasens kvalitet. Leveransavbrotten hade dock sannolikt blivit betydande om kraven enligt föreslagen standard typ A tillämpats strikt.

Torkning av gas och avskiljning av svavelväte har fungerat bra i de flesta fall. Några anläggningar har haft problem med torkutrustningen och i vissa fall även med daggpunktsmätningen på den torkade gasen. I ett olyckligt fall havererade daggpunktsmätningen samtidigt med torkanläggningen, vilket ledde till utlevererad fuktig gas. Orsaken till detta resultat

låg bl a i det faktum att daggpunktsmätaren är så konstruerad, att den vid elektriskt avbrott i givaren, ger en utsignal som indikerar lägsta mätbara daggpunkt. Flera av de mätare som finns installerade har denna konstruktion.

De anläggningar som haft problem med höga halter svavelväte i rågasen har åtgärdat detta genom att tillsätta järnjoner till röt-kammaren. Resterande svavelväte avskiljs antingen i gasreningsutrustningen eller i ett separat filter före gasreningen.

Endast en anläggning har en kontinuerlig analysator för svavelväte installerad. De halter som redovisas från de övriga anläggningarna baseras på stickprovsmätningar, både för den reade gasen och rågasen.

En slutsats som kan dras avseende gaskvalitet är, att de krav som föreslås som biogasstandard, både typ A och typ B, är svåra att uppfylla vad avser metanhalt, vilket i standarden anges som Wobbeindex. Övriga krav, d v s vattenhalt, svavelhalt, mängder av gaskomponenterna syre och väte, skall inte innebära några större problem att uppfylla.

2.2 Problem och lösningar

Mer eller mindre allvarliga problem har uppträtt i samtliga anläggningar. I några fall har det huvudsakligen rört sig om problem som uppstått inledningsvis till följd av att ny teknik har introducerats. Exempel på sådana problem är felaktiga materialval i ingående komponenter, som packningar och tätningar i kompressorer. I ett fall har huvudproblemet varit luftinblandning i rågasen med åtföljande dålig kvalitet på den reade gasen. Dessa problem har åtgärdats sedan anläggningarna togs i drift och anläggningarna fungerar sedan dess tillfredsställande.

För några anläggningar har problemet varit allvarliga och lett till stora driftstörningar och stora insatser i fråga om service och underhåll. I några fall har det varit nödvändigt att utöka anläggningen med nya komponenter för att kunna klara kontrakterade leveranser av fordonsgas. Bristerna har varit svåra eller omöjliga att avhjälpa i vissa fall, eftersom den grundläggande orsaken är felaktig dimensionering av utrustningen. Installationerna har även utförts bristfälligt i några fall, med driftsproblem som följd. I ett fall har direkta olyckor inträffat med högtrycksutrustningen till följd av felaktig installation, dock utan personskador.

En stor del av de klagomål som anläggningsägarna redovisat i samband med denna undersökning härrör sig till svårighet att få garantifel åtgärdade, samt att erhålla service i övrigt. Svårigheten med denna typ av problem är, att anläggningsägaren är beroende av att leverantören fullgör sina åtaganden så länge inte anläggningen är formellt övertagen.

De två olika principiella processlösningar för koldioxidavskiljning som används i de undersökta anläggningarna, d v s absorption med vatten och PSA, fungerar båda bra för rening av biogas. De problem som redovisats hänför sig inte till typen av anläggning, utan huvudsakligen till det tekniska och installationsmässiga utförandet.

De erfarenheter som erhållits från de åtta anläggningarna visar att det är viktigt att dimensionera ingående komponenter på ett korrekt sätt. Anläggningarna skall i de flesta fall kunna drivas under merparten av årets timmar, varför nyckelkomponenter bör vara dimensionerade så att de inte drivs med maximal belastning under normaldrift. Vidare är det, av samma skäl, viktigt att välja komponenter med hög kvalitet. En slutsats som kan dras avseende komponentval är, att val av komponenter med lägre kvalitet och låg investeringskostnad ofta resulterat i en hög total kostnad.

Tillgång till snabb service är också mycket viktigt för att kunna vidmakthålla en hög tillgänglighet på en anläggning.

2.3 Analyssystem

Analysutrustning för gasanalys varierar mycket mellan de undersökta anläggningarna. Delvis beror detta på att tre av anläggningarna är små och endast att betrakta som pilot- eller demonstrationsanläggningar. Det fordonsbränsle som produceras vid dessa anläggningar används huvudsakligen internt. I ett av fallen har inte någon fast analysutrustning överhuvudtaget installerats, utan gaskvaliteten har följts med stickprovsanalyser med handmätinstrument och provtagning för analys på externt laboratorium.

De flesta anläggningarna har haft problem med kontinuerliga analyser av metan. Problemen har dels bestått i svårighet att erhålla noggranna mätresultat på den renade gasen eftersom mätningen sker nära instrumentens övre gräns, dels i stabilitet och funktion av mätarna både på rengas och rågas. Problemen har i de flesta fall åtgärdats genom att övergå till stickprovsmätning på rågasen och genom att analysera koldioxid i stället för metan i den renade gasen.

Några anläggningar har även haft problem med mätning av koldioxid och gjort försök med att återgå till metanmätning i rengasen.

De mätprinciper som använts för analys av metan har varit både termisk konduktivitet och IR (infraröd spektrofotometer). Det har visat sig, att de mätare som är baserade på termisk konduktivitet inte gett tillfredsställande noggrannhet och heller inte varit stabila, i de installationer som gjorts i de undersökta anläggningarna. De IR-mätare som installerats med mätområdet 0-100% metan har heller inte haft tillräcklig noggrannhet. En installation av IR-instrument med mätområdet 90-100% metan för renad gas finns installerad och den uppges fungera tillfredsställande. Samma instrument används, med annat mätområde, för rågasen och fungerar även där bra. Mätaren ingår i ett analyssystem med automatisk kalibrering.

Utrustning för kontinuerlig analys av svavelväte finns endast installerad vid en anläggning. Vid de övriga anläggningarna tas endast stickprov på svavelväte eller analyseras den inte alls.

Mätning av vattenhalt i den renade gasen utförs i de flesta fall med dagpunktsmätare som mäter ångtrycket för vatten i gasen. De har huvudsakligen fungerat tillfredsställande.

Den slutsats som kan dras av analyssystemen i de undersökta anläggningarna är, att analysinstrumenten i de flesta fall inte är anpassade till mätning i rå och renad biogas. Detta gäller framförallt för metan. Tillförlitliga analysinstrument för svavelväte är dyra och det är svårt att motivera investeringen. Slutligen har kvaliteten på de installerade instrumenten i flera fall varit för dålig och installationerna har utförts felaktigt, vilket bl a fått till följd att instrument skadats av utkondenserat vatten.

3 Förslag till standard för biogas som fordonsbränsle

Den grupp som arbetar med att ta fram ett förslag till standardisering av biogas som fordonsbränsle har föreslagit två olika biogasstandarder för olika motortyper, Biogas typ A och Biogas typ B. Typ A avser motorer utan lambdareglering, vilka arbetar med magerblandning. Till denna kategori hör tyngre fordon som bussar och tunga lastbilar. Typ B gäller för lambdareglerade motorer med 3-vägs-katalysator. Denna motorkategori finns i personbilar och vissa lätta lastbilar.

De egenskaper hos bränslet som föreslås kravsificeras är:

- Wobbeindex_{undre}
- motoroktanttal (MON)
- tryckvattendagpunkt
- absolut vattenhalt
- volymhalt CO₂ + O₂ + H₂
- volymhalt O₂
- total svavelhalt
- totalhalt kväveföreningar exklusive N₂
- alkoholer

Vid beräkning av Wobbeindex_{undre}, förutsättes att gasen endast innehåller metan och koldioxid. Beräkningen av MON görs enligt formel i ISO 15403, vilken endast tar hänsyn till gasens innehåll av kvävgas och tyngre kolväten, förutom metan och koldioxid.

Kraven gällande Biogas typ A och Biogas typ B föreslås bli lika för alla egenskaper utom Wobbeindex_{undre} och volymhalt CO₂ + O₂ + H₂.

3.1 Erfarenheter från undersökta anläggningar

De erfarenheter avseende kvalitet på renad biogas som erhållits från de åtta undersökta anläggningarna, redovisas under punkten slutsatser ovan. Följande slutsats kan dras utifrån uppnådda erfarenheter:

- "de krav som föreslås som biogasstandard, både typ A och typ B, är svåra att uppfylla vad avser metanhalt, vilket i standarden anges som Wobbeindex. Övriga krav, d v s vattenhalt, svavelhalt, mängder av gaskomponenterna syre och väte, skall inte innebära några större problem att uppfylla."

3.2 Metanförluster

Vid rening av biogas till fordonsbränslekvalitet, skall huvudsakligen koldioxid avskiljas i någon form av gasreningsprocess. Samtidigt avskiljs dock en del metan, vilket gäller för alla typer av reningsprocesser som finns på marknaden. Ju högre metanhalt som eftersträvas i reningen, desto mer metan avskiljs samtidigt med koldioxiden. Detta ger upphov till en förlust av metan, som

ökar med ökande metanhalt i rengasen. Eftersom metan är en kraftig växthusgas, är det önskvärt att metanförlusterna begränsas till ett minimum. Förluster av metan innebär dessutom en energiförlust.

För att minska metanförlusterna, återförs gas från någon typ av regenereringssteg i gasreningsprocessen till reningssteget. Denna återförda gas innehåller både metan och koldioxid och resultatet blir att det totala gasflödet som skall behandlas i gasreningsprocessen ökar. Detta medför en ökad energiåtgång, liksom en fördyring av utrustningen eftersom den måste dimensioneras för ett större gasflöde.

För varje typ av reningsprocess finns en relation mellan minskning av metanförlusterna och ökning av energiåtgången. Denna relation beror av flera processparametrar och kan inte beräknas generellt. I allmänhet gäller dock att energiåtgången ökar mer ju högre metanhalt som eftersträvas i den renade gasen.

3.3 Förslag till revidering av föreslagen standard för biogas som fordonsbränsle

De erfarenheter som gjorts från de befintliga anläggningarna för produktion av fordonsbränsle ur biogas visar, att det är svårt att klara de krav som föreslås enligt, framförallt, Biogas typ A vad avser Wobbeindex.

Wobbeindex används framförallt i panntekniska resonemang där det ger ett bättre mått på ett bränsles förbränningsegenskaper än det rena värmevärdet. Detta gäller dock inte för förbränningsmotorer. Vidare avses inte det verkliga Wobbeindex i förslaget till standard, utan beräkningen grundas på förutsättningen att biogasen endast innehåller metan och koldioxid. Med detta som bakgrund, verkar det lämpligare att i en standard för biogas som bränsle i förbränningsmotorer, använda värmevärdet eller metanhalten som krav på förbränningsegenskap.

Kundunderlaget för en produktionsanläggning för fordonsbränsle ur biogas är relativt begränsat. De allra flesta anläggningar kommer därför att vara beroende av både tyngre fordon och personbilar som användare av gasen. Av denna orsak är det onödigt komplicerat att skapa två olika typer av bränslestandarder, eftersom anläggningarna troligtvis är tvingade att alltid producera enligt de hårdaste kraven.

För att minimera metanförlusterna utan att energiåtgången vid reningen av biogas ökas alltför mycket, kan det vara lämpligt att justera ner kraven på metanhalt något från det nuvarande förslaget. Med endast ett standardiserat bränsle innebär detta då, att kraven bör sänkas något i jämförelse med vad som nu föreslås bli Biogas typ B. Hittills uppnådda erfarenheter i de undersökta anläggningarna pekar på samma slutsats.

Tabell 1. Förslag till revision av biogasstandard

Följande revision av förslag till standard för biogas som fordonsbränsle föreslås:	
A	Metanhalten i vol-% används som förbränningsteknisk egenskap i stället för Wobbeindex_{undre}
B	Endast en standard för biogas som fordonsbränsle fastställs
C	Kravet på metanhalten i fordonsbränslet sänks i förhållande till nuvarande förslag till Biogas typ B. <i>Vilken nivå som är lämplig avseende metanhalt bör tas upp till förnyad prövning av alla inblandade parter, som fordonstillverkare och anläggningsägare. Ett önskemål från anläggningsägare har angetts till 97% metan med en tolerans på +/- 2 %-enheter. Detta skulle innebära en lägsta metanhalt på 95%.</i>

4 Analysutrustning

En kvalitetsspecifikation för renad biogas som fordonsbränsle bygger på att gasen kan analyseras på ingående komponenter med stor tillförlitlighet. Ju högre krav som ställs på gasen, desto mindre toleranser finns för avvikelser i analysresultat.

Erfarenheterna från de åtta undersökta anläggningarna visar att funktionaliteten och tillförlitligheten för de installerade analysystemen varierar mycket. De instrument som installerats har i många fall inte varit avsedda för biogas och i ännu mindre grad för renad biogas med hög metanhalt. Vidare har installationen av instrumenten i en del fall utförts utan att hänsyn tagits till att rå biogas ofta är mättad med vattenånga och kan innehålla partiklar.

Den avgörande faktorn för val av instrument har i flera fall varit priset. Tillförlitliga analysinstrument med hög noggrannhet och långtidsstabilitet är oftast kostsamma. För att ha möjlighet att garantera att den renade gasen uppfyller ställda krav, är det dock nödvändigt att installera analysinstrument som har fullgod tillförlitlighet inom de koncentrationsområden för ingående gaskomponenter som specificerats i kravet.

4.1 Olika typer av analysinstrument

De gaskomponenter som förekommer, eller kan förekomma, i biogas i större mängder är följande:

- metan
- koldioxid
- vatten
- svavelväte
- syre
- kväve
- väte

Dessutom kan partiklar av olika ursprung finnas i gasen. Förekomsten av partiklar beror mycket på typen av biogasprocess och vilka råvaror som används för produktion av biogas.

Tyngre kolväten förekommer normalt inte i biogas som produceras i röt-kammaranläggningar. Däremot innehåller deponigas ofta spår av eten och etan. Deponigas är dock normalt inte aktuell som råvara för produktion av fordonsbränsle, eftersom halten av kväve är för hög.

Nedan följande exempel på typer av analysinstrument som finns tillgängliga på marknaden:

Tabell 2. Analysinstrument

Komponent	Mätprincip	Mätområde (exempel)	Onoggrannhet i % av max mätområde
Metan, CH₄	Termisk konduktivitet	0-100 vol-%	+/- 5
	IR	0-300 ppm till 0 - 100 vol-%	+/- 0.5 till +/- 5
	IR	90 - 100 vol-%	+/- 0.5 till +/- 2
	IR	95 - 100 vol-%	+/- 0.03 till +/- 0.5
	Gaskromatografi (GC)	0-3 ppm till 0 - 100 vol-%	+/- 0.2 till +/- 0.5
Koldioxid, CO₂	IR	0-5 ppm till 0-100 vol-%	+/- 2 till +/- 5
	IR	0 - 5 vol-%	+/- 2 till +/- 5
	GC	0-500 ppm till 0-100 vol-%	+/- 0.2 till +/- 0.5
Vatten, H₂O	Daggpunktsmätare	-80 till +20 °C	+/- 2 °C (OBS enhet)
	IR	0-1000 ppm till 0-10 vol-%	+/- 2
Svavelväte, H₂S	Elektrokemisk cell	0-20 till 0-200 ppm	+/- 1
	Laserdiodspektrometer	0-1000 ppm till 0-30 vol-%	+/- 2 till +/- 4
	GC	0-500 ppm till 0-100 vol-%	+/- 0.2 till +/- 0.5
Syre, O₂	Elektrokemisk cell	0-10%	+/- 1
	Paramagnetisk	0-10%	+/- 1
	GC	0-500 ppm till 0-100 vol-%	+/- 0.2 till +/- 0.5
Kväve, N₂	GC	0-500 ppm till 0-100 vol-%	+/- 0.2 till +/- 0.5
Väte, H₂	GC	0-0.5% till 0-100 vol-%	+/- 0.2 till +/- 1

Analysinstrumenten i tabellen ovan kan erhållas som fristående instrument eller som multikomponentsystem. Exempelvis erbjuder flera leverantörer metan och koldioxid i samma instrument och även instrument med upp till fyra IR-kanaler + syre finns tillgängligt. Ett sådant instrument kan exempelvis mäta metan, koldioxid och vatten med IR-spektrometer, samt syre med elektrokemisk cell eller paramagnetisk mätare.

Med gaskromatograf kan alla ingående komponenter i biogasen, med undantag för vatten, mätas samtidigt. Gaskromatografi är dock ingen kontinuerlig mätmetod, utan gasprov uttages med vissa intervaller för analys. En gaskromatograf kan anslutas direkt som processinstrument, men kräver då ett automatiserat provtagningsystem. Vidare kräver en gaskromatograf dessutom relativt mycket tillsyn av utbildad personal.

Alla typer av analysinstrument ger en förändring i mätvärdena med tiden. Instrumentens känslighet och nollpunkt förändras av olika orsaker. De elektrokemiska cellerna förbrukas av den analyserade komponenten och exempelvis svavelväteceller kan förbrukas snabbt om höga halter svavelväte uppträder. För IR-instrument beror förändringarna på nedsmutsning av mätcellen, samt på att den ljuskälla som används för mätningen åldras. Gemensamt för alla instrument är, att en viss förändring sker i elektroniken som detekterar och förstärker mätsignaler, vilket också får till följd att mätresultaten förändras.

Förändringar i mätvärden med tiden innebär att instrumenten måste omkalibreras för att säkerställa analysresultaten. Olika typer och fabrikat av instrument kan ha mycket olika

långtidsstabilitet. Tidsintervallen mellan omkalibreringar kan variera mellan en vecka och upp till ett år.

4.2 Installation

Det är viktigt att välja pålitliga och stabila analysinstrument för att ett bra analysresultat skall erhållas. Emellertid är också installationen av instrumenten viktig. Vid undersökningen av de åtta anläggningarna framkom, att installationerna av analysinstrument i flera fall utförts felaktigt. Felaktig installation kan resultera i att instrumenten skadas av fukt, partiklar eller omgivande miljö som vibrationer och onormala temperaturnivåer. Vidare kan elektriska störningar uppträda vid montering i närheten av starkströmsinstallationer, vilket påverkar analysresultaten .

Eftersom den gas som skall analyseras är brännbar och delar av reningsanläggningen omfattas av explosionsklassade utrymmen, är det nödvändigt att välja analysutrustning som är godkänd för den installation som är aktuell. Alla instrument är inte avpassade för klassade zoner, utan det kan vara nödvändigt att montera givare/transmittrar skilda från de övriga instrumenten. I vissa fall kan det vara nödvändigt att installera ett provuttag och leda gasen till ett speciellt ventilerat analyskåp.

4.3 Kostnader

Prisbilden på de analysinstrument som finns tillgängliga för analys av biogas är mycket spridd. Generellt gäller, att enklare instrument med förhållandevis låg noggrannhet och stabilitet är betydligt billigare i inköp än instrument med hög noggrannhet. I vissa fall är skillnaderna så stora, att det kan vara svårt att motivera högklassiga analysinstrument eftersom det fördyrar hela reningsanläggningen så mycket att lönsamheten blir dålig.

Detta är givetvis ett dilemma, eftersom det eftersträvas en jämn och säker kvalitet på biogas som fordonbränsle, samtidigt som det likaså är angeläget att så många reningsanläggningar som möjligt kommer till stånd. Stora anläggningar har större möjlighet att bära kostnaderna för ett bra analysystem eftersom storleken på anläggningen inte påverkar priset på analysutrustningen.

Investeringskostnaden för själva analysinstrumenten är dock inte hela kostnaden för ett bra analysystem. Till kostnaden för själva instrumenten kommer installation, kalibreringsutrustning, elektrisk anslutning och integrering med styrsystem, utbildning, samt inte minst driftkostnader. Ett analysystem som kräver frekventa manuella omkalibreringar, ger på sikt höga driftkostnader. Detta måste ställas i relation till investeringskostnaden för instrumenten.

Nedan ges några exempel på investeringkostnader för olika analysinstrument och kompletta system:

Tabell 3. *Prisexempel för analysinstrument och kompletta analysystem*

Komponent/system	Analysmetod	Prisexempel, kkr	Kommentarer
CH₄	IR	30-155	Det lägre priset är utan gasberedning
CO₂	IR	25-60	Det lägre priset är utan gasberedning
H₂O	Ångtryck (DP)	30-40	Keramisk cell med aluminiumoxid
H₂S	Laserdiod	250	Komplett med provuttag och gasberedning
H₂S	Elektrokemisk cell	20-35	
O₂	Elektrokemisk cell	15	Endast instrument
O₂	Paramagnetisk	70	Endast instrument
CH₄ +CO₂ +H₂O +H₂S	IR, IR, DP, elektrokemisk cell	190	Komplett system inklusive driftsättning och utbildning
CH₄ +CO₂ +H₂O	IR, IR, DP	160	Komplett system inklusive driftsättning och utbildning
CH₄ +H₂O	IR, DP	270	Komplett system med analyskåp och provgasledning, exklusive driftsättning och utbildning
CH₄ +CO₂ +H₂O + O₂	IR, IR, DP, elektrokemisk cell	195	Komplett system inklusive driftsättning och utbildning

5 Förslag till kvalitetssäkring

Med ledning av de erfarenheter som erhållits vid de åtta undersökta anläggningarna, ges här nedan ett förslag till hur biogas som fordonsbränsle skall kunna kvalitetssäkras. En uppdelning har gjorts mellan kvalitetssäkring av bränslet och leveranssäkerhet, eftersom det till viss del är helt skilda parametrar som styr bränslekvalitet respektive leveranssäkerhet.

5.1 Administrativa rutiner

För att ett kvalitetssystem skall kunna fungera i praktiken, krävs att administrativa rutiner inrättas. De administrativa rutinerna skall säkerställa att ansvaret för kvalitetssystemet alltid kan återföras på namngivna personer, samt att alla relevanta data för anläggningen och bränslekvaliteter finns tillgängliga i form av regelbunden dokumentation.

5.1.1 Kvalitetsansvarig

Minst en kvalitetsansvarig person och en ställföreträdare skall utses för anläggningen. Den kvalitetsansvarige ansvarar för att alla administrativa rutiner följs och uppdateras avseende kvaliteten på det producerade fordonsbränslet och tillgängligheten på anläggningen. Vidare skall den kvalitetsansvarige tillse att dokumenterad kvalitetsinformation sammanställs regelbundet och utvärderas.

5.1.2 Dokumentation

Leverantör av anläggningen eller av delar av anläggningen eller av enskilda komponenter skall överlämna all dokumentation som krävs för drift av anläggningen och för förståelse av anläggningens funktion. Detta innefattar bl a funktionsbeskrivning, installationsritningar, komponentlistor, datablad över komponenter, serviceplaner, uppmärkning av anläggningen, samt övriga dokument som är av betydelse. All dokumentation skall vara på svenska språket. Undantag kan göras för datablad avseende utländska komponenter såvida inte dessa datablad är av betydelse för förståelsen av anläggningen eller för drift, service och underhåll.

Dokumentationen över anläggningen skall alltid finnas tillgänglig för den personal som har behov av den.

Alla åtgärder som företas på anläggningen skall dokumenteras och signeras av ansvarig person. Service, underhåll, kalibrering av analysinstrument, produktionsdata och övrigt som har betydelse för kvaliteten på fordonsbränslet, samt driftstillgängligheten på anläggningen skall sammanställas regelbundet i överskådlig form.

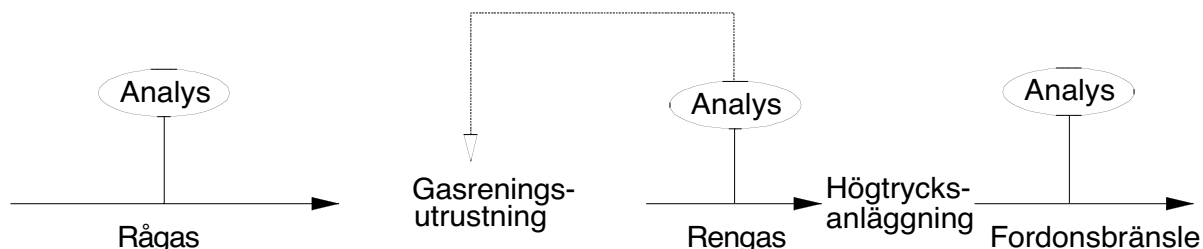
Dokumentering av åtgärder och händelser avseende anläggningen bör göras på speciellt utformade protokoll.

5.2 Kvalitetssäkring av bränslet

Med kvalitetssäkring av bränslet menas, att det genom tillförlitliga, väldokumenterade analyser går att garantera kvaliteten på det fordonsbränsle som levereras från anläggningen. Kvaliteten på bränslet skall alltid ligga inom de intervall för ingående gaskomponenter som specificeras av ställda krav, antingen genom en statligt fastställd biogasstandard eller genom överenskommelser mellan leverantörer och avnämare.

5.2.1 Analyser av ingående gaskomponenter

Den principiella utformningen för ett komplett analyssystem för kvalitetssäkring av biogas som fordonsbränsle visas nedan i Figur 1. Figuren hänför sig till en reningsanläggning med en linje för gasrening och en linje för högtryckskomprimering. Om fordonsbränsleanläggningen består av flera parallella linje på reningssidan och/eller högtryckssidan, bör ett analyssystem för varje linje installeras. Vid flera parallella högtryckslinjer kan ett gemensamt analyssystem användas om det installeras efter sammankopplingspunkten för de olika linjerna. Detta garanterar att kvaliteten på fordonsbränslet uppfyller ställda krav, men kan ge driftsproblem, eftersom ett eventuellt fel i gaskvalitet inte direkt kan hänföras till en av linjerna. I ett sådant fall måste eventuellt hela anläggningen stoppas.



Figur 1. Analyssystem för produktion av fordonsbränsle ur biogas

Styrssystem för fordonsbränsleanläggningen skall vara utformat så att det automatiskt förhindrar att gas som inte uppfyller ställda krav levereras vidare. I gasreningssidan innebär detta att gasen återförs till reningsssteget eller att anläggningen stoppas. På högtryckssidan innebär det att gasen förs till gasfackla eller att anläggningen stoppas. Om anläggningen utformats så att återföring av högtrycksgas kan ske till gasreningen, är detta givetvis också en möjlighet.

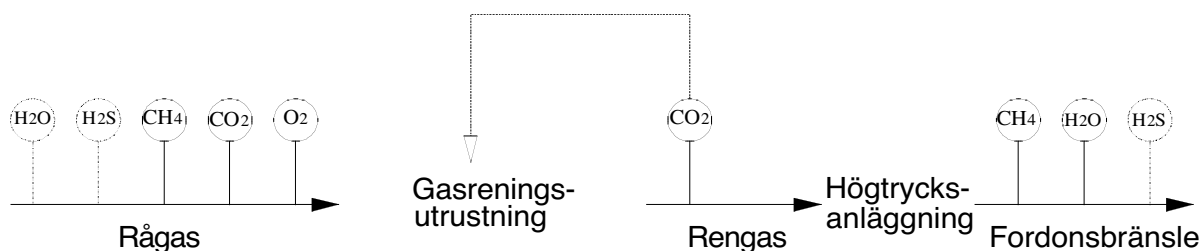
Analyssystemen kan utformas med olika ambitionsnivåer. Kostnaderna för analysutrustningen skjuter raskt i höjden då många komponenter skall analyseras kontinuerligt med hög noggrannhet. Stora anläggningar har möjlighet att bära en större kostnad för analysutrustning än vad små anläggningar har.

Kostnaderna för analyser fördyrar produktionen av fordonsbränslet och innebär att priset på bränslet blir högre ju mer omfattande analyssystem som installeras. Eftersom det är kundernas krav på kvalitetssäkring av fordonsbränslet som bestämmer hur omfattande analyssystem som måste installeras, har kunderna även i viss mån en möjlighet att påverka slutpriset på bränslet.

Utformningen av analysystem bör därför ske i samförstånd mellan producenten av fordonsbränslet och kunderna. Detta ger möjlighet till mindre omfattande analysystem vid små anläggningar.

Nedan ges tre exempel på hur analysystemen kan utformas vid olika krav på kvalitetssäkring.

5.2.2 Omfattande analysystem



Figur 2. Omfattande analysystem för produktion av fordonsbränsle ur biogas

¹Analys av rågas

Rågasen analyseras alltid med avseende på metan, koldioxid och syre.

Syre analyseras dels av säkerhetsskäl, eftersom syre kan ge en explosiv blandning med biogas, dels för att ge en indikation på om kväve förekommer i gasen. I luft är förhållandet mellan syre och kväve 1:3.76, dvs för varje mol, eller volymenhet, syre som finns så föreligger alltid minst 3.76 mol, eller volymenheter, kväve. Att minst 3.76 enheter kväve finns i gasen, innebär att det kan vara mer. Om luft kommer i kontakt med substratet i röt-kammaren, kommer allt eller en del av syret att förbrukas av mikroorganismer. Detta innebär att förhållandet mellan syre och kväve i biogasen blir större än 3.76. Finns ett inläckage av luft efter röt-kammaren, kommer förhållandet att vara 1:3.76. Mät-punkten för syre bör av säkerhetsskäl placeras så tidigt som möjligt i biogassystemet. Dock bör hänsyn tas till möjliga inläckagepunkter för luft och mät-punkten för syre bör placeras så att risken för inläckage av syre efter mät-punkten minimeras.

Om syre detekteras i biogasen, bör prov uttagas för analys av kväve på laboratorium.

Metan och koldioxid skall normalt vara de enda gaskomponenterna i biogasen, förutom vatten och små mängder svavelväte. Analys av både metan och koldioxid innebär att det kan avgöras om andra gaskomponenter som exempelvis kväve finns i gasen.

Tillfredsställande analyser av syre (=0), metan och koldioxid ger en klar bild av rågasens sammansättning, samtidigt som det är möjligt att avgöra om kväve finns med i gasen och i så fall i vilken koncentration.

Väte förekommer i vissa av mikroorganismernas respirationscykler, men förekommer aldrig i nämnvärda mängder i biogas från stabil och kontinuerlig biogasprocess. Väte måste mätas med gaskromatograf, eftersom inga andra tillförlitliga analysinstrument finns tillgängliga. Det bedöms inte som meningsfullt att installera mätutrustning för väte.

Vatten och svavelväte behöver av kvalitetssäkringsskäl normalt inte analyseras före gasrening. Ett undantag utgörs av svavelväte, om det förekommer i så höga halter att gasrening-processen

inte kan avlägsna det, utan en separat avskiljningsutrustning för svavelväte krävs. Analys skall då ske efter svavelväteavskiljningen för att kontrollera att avskiljningen fungerar tillfredsställande.

Vissa gasreningsprocesser som exempelvis PSA, är känsliga för förekomst av vatten och svavelväte. Det kan i sådana fall vara nödvändigt av processkäl, att analysera både vatten och svavelväte i rågasen.

1)Analys av renad gas

Efter gasreningen analyseras gasen på antingen metan eller koldioxid. Eftersom metan föreligger i hög koncentration, är det lämpligare att analysera koldioxidhalten. Metanmätare för analys av koncentrationer över 95% är kostsamma. Den uppmätta halten av koldioxid används för att styra gasreningsprocessen så att en renad gas produceras som uppfyller ställda krav på metan- och koldioxidhalt. Om kväve förekommer i gasen, måste hänsyn tas till detta om koldioxid analyseras.

Återkopplingen till gasreningsprocessen av mätvärdet för koldioxid kan vara antingen manuell eller automatisk via styrsystemet för processen. Återkoppling kan också ske på olika sätt i olika utrustningar.

1)Analys av fordonsbränsle

Det färdiga fordonsbränslet som avfuktats och komprimerats till fyllnings- eller lagringstryck, analyseras med avseende på metan, daggpunkt och, i förkommande fall, svavelväte. Om svavelväte inte förekommer efter reningssteget och detta verifieras under regelbundet återkommande provperioder, kan svavelvätemätning i det färdiga bränslet utelämnas.

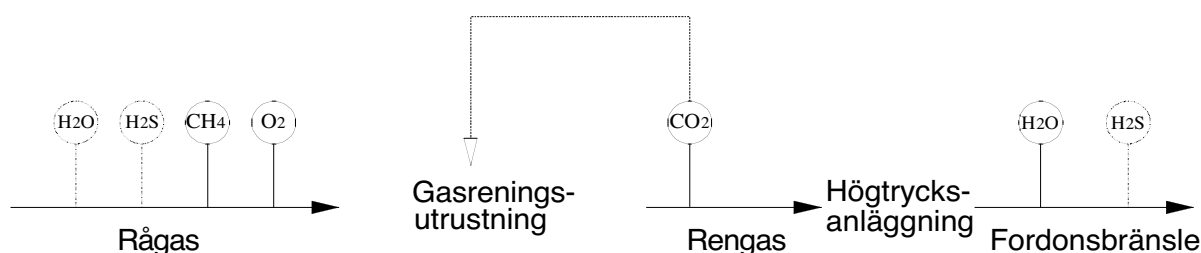
För att kvaliteten på fordonsbränslet skall kunna garanteras, skall metanhalten mätas. Det är alltså inte rekommendabelt att mäta koldioxidhalten för att utifrån denna beräkna en sannolik metanhalt.

Analyspunkten för det färdiga fordonsbränslet kan ur kundernas synvinkel vara lämplig att placera så nära tankningsutrustningen som möjligt. Emellertid är det ur produktionssynpunkt lämpligare att analysera den komprimerade gasen innan den förs in i gaslagret. Om gasen visar sig hålla för låg kvalitet, skall den inte tillåtas gå vidare till gaslagret, eftersom då hela lagervolymen kan måsta kasseras. Om fukthalten är för hög p g a torkproblem kan dessutom lagren tvingas tas ur drift och rengöras.

Kvaliteten gentemot kund kan garanteras med en analyspunkt som placeras före gaslagret om all gas som matas in i lagren alltid uppfyller ställda krav.

Vill man från anläggningens sida utnyttja gaslagren för att utjämna gaskvaliteten så att gas med för låg kvalitet tillåts blandas med gas som uppfyller kvalitetskraven med marginal, skall ytterligare en analyspunkt installeras efter gaslagret, före tankningsutrustningen.

5.2.3 Förenklat analysystem



Figur 3. Förenklat analysystem för produktion av fordonsbränsle ur biogas

Det förenklade analysystemet bör kompletteras med regelbunden provtagning av gasen för laboratorieanalys. Provtagningsintervallerna kan bestämmas erfarenhetsmässigt efter hur stora variationerna är mellan provtagningstillfällena. Rekommenderat intervall: 1 till 2 månader.

1) Analys av rågas

Rågasen analyseras alltid med avseende på metan och syre.

Syre analyseras dels av säkerhetsskäl, eftersom syre kan ge en explosiv blandning med biogas, dels för att ge en indikation på om kväve förekommer i gasen. I luft är förhållandet mellan syre och kväve 1:3.76, dvs för varje mol, eller volymsenhet, syre som finns så föreligger alltid minst 3.76 mol, eller volymsenheter, kväve. Att minst 3.76 enheter kväve finns i gasen, innebär att det kan vara mer. Om luft kommer i kontakt med substratet i röt-kammaren, kommer allt eller en del av syret att förbrukas av mikroorganismer. Detta innebär att förhållandet mellan syre och kväve i biogasen blir större än 3.76. Finns ett inläckage av luft efter röt-kammaren, kommer förhållandet att vara 1:3.76. Mät-punkten för syre bör av säkerhetsskäl placeras så tidigt som möjligt i biogassystemet. Dock bör hänsyn tas till möjliga inläckagepunkter för luft och mät-punkten för syre bör placeras så att risken för inläckage av syre efter mät-punkten minimeras.

Om syre detekteras i biogasen, bör prov uttagas för analys av kväve på laboratorium.

Metan och koldioxid skall normalt vara de enda gaskomponenterna i biogasen, förutom vatten och små mängder svavelväte. Analys av metan innebär att halten koldioxid kan beräknas, under förutsättning att ingen luft finns med i gasen.

Vatten och svavelväte behöver av kvalitetssäkringsskäl normalt inte analyseras före gasrening. Ett undantag utgörs av svavelväte, om det förekommer i så höga halter att gasrening-processen inte kan avlägsna det, utan en separat avskiljningsutrustning för svavelväte krävs. Analys bör då ske efter svavelväteavskiljningen för att kontrollera att avskiljningen fungerar tillfredsställande.

Vissa gasrening-processer som exempelvis PSA, är känsliga för förekomst av vatten och svavelväte. Det kan i sådana fall vara nödvändigt av processkäl, att analysera både vatten och svavelväte i rågasen.

1Analys av renad gas

Efter gasreningen analyseras gasen på antingen metan eller koldioxid. Eftersom metan föreligger i hög koncentration, är det lämpligare att analysera koldioxidhalten. Metanmätare för analys av koncentrationer över 95% är kostsamma. Den uppmätta halten av koldioxid används för att styra gasreningprocessen så att en renad gas produceras som uppfyller ställda krav på metan- och koldioxidhalt. Om kväve förekommer i gasen, måste hänsyn tas till detta om koldioxid analyseras.

Återkopplingen till gasreningprocessen av mätvärdet för koldioxid kan vara antingen manuell eller automatisk via styrsystemet för processen. Återkoppling kan också ske på olika sätt i olika utrustningar.

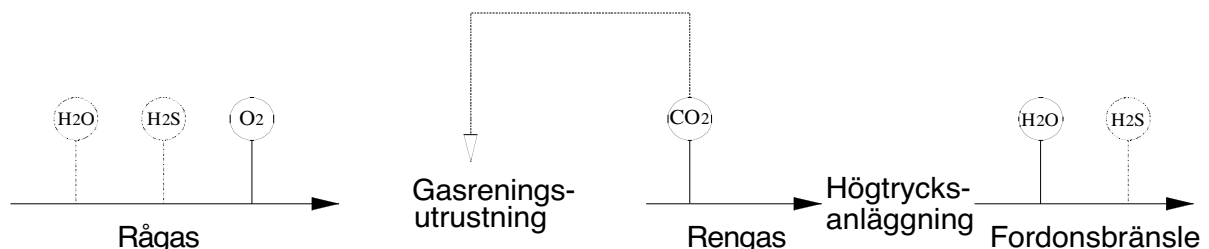
1Analys av fordonsbränsle

Det färdiga fordonsbränslet som avfuktats och komprimerats till fyllnings- eller lagringstryck, analyseras med avseende på daggpunkt och, i förekommande fall, svavelväte. Om svavelväte inte förekommer efter reningssteget och detta verifieras regelbundet, kan svavelvätemätning i det färdiga bränslet utelämnas.

Koldioxidanalysen efter gasreningssystemet används för att beräkna metanhalten i det färdiga fordonsbränslet. Om kväve förekommer i gasen, måste hänsyn tas till detta vid beräkningen.

Analyspunkten för det färdiga fordonsbränslet placeras innan den komprimerade gasen förs in i gaslagret.

5.2.4 Enkelt analysystem



Figur 4. Enkelt analysystem för produktion av fordonsbränsle ur biogas

Det enkla analysystemet kompletteras med regelbunden provtagning av gasen för laboratorieanalys. Provtagningsintervallerna kan bestämmas erfarenhetsmässigt efter hur stora variationerna är mellan provtagningsstillfällena. Rekommenderad provtagningsfrekvens: 1 - 2 gånger per månad.

1Analys av rågas

Rågasen analyseras alltid med avseende på metan syre.

Syre analyseras dels av säkerhetsskäl, eftersom syre kan ge en explosiv blandning med biogas, dels för att ge en indikation på om kväve förekommer i gasen. I luft är förhållandet mellan syre och kväve 1:3.76, dvs för varje mol, eller volymsenhet, syre som finns så föreligger alltid minst 3.76 mol, eller volymsenheter, kväve. Att minst 3.76 enheter kväve finns i gasen, innebär att det kan vara mer. Om luft kommer i kontakt med substratet i röt-kammaren, kommer allt eller en del av syret att förbrukas av mikroorganismer. Detta innebär att förhållandet mellan syre och kväve i biogasen blir större än 3.76. Finns ett inläckage av luft efter röt-kammaren, kommer förhållandet att vara 1:3.76. Mät-punkten för syre bör av säkerhetsskäl placeras så tidigt som möjligt i biogassystemet. Dock bör hänsyn tas till möjliga inläckagepunkter för luft och mät-punkten för syre bör placeras så att risken för inläckage av syre efter mät-punkten minimeras.

Om syre detekteras i biogasen, bör prov uttagas för analys av kväve på laboratorium.

Vatten och svavelväte behöver av kvalitetssäkringsskäl normalt inte analyseras före gasrening. Ett undantag utgörs av svavelväte, om det förekommer i så höga halter att gasrening-processen inte kan avlägsna det, utan en separat avskiljningsutrustning för svavelväte krävs. Analys bör då ske efter svavelväteavskiljningen för att kontrollera att avskiljningen fungerar tillfredsställande.

Vissa gasrening-processer som exempelvis PSA, är känsliga för förekomst av vatten och svavelväte. Det kan i sådana fall vara nödvändigt av processskäl, att analysera både vatten och svavelväte i rågasen.

1Analys av renad gas

Efter gasreningen analyseras gasen på antingen metan eller koldioxid. Eftersom metan föreligger i hög koncentration, är det lämpligare att analysera koldioxidhalten. Metanmätare för analys av koncentrationer över 95% är kostsamma. Den uppmätta halten av koldioxid används för att styra gasrening-processen så att en renad gas produceras som uppfyller ställda krav på metan- och koldioxidhalt. Om kväve förekommer i gasen, måste hänsyn tas till detta om koldioxid analyseras.

Återkopplingen till gasrening-processen av mätvärdet för koldioxid kan vara antingen manuell eller automatisk via styrsystemet för processen. Återkoppling kan också ske på olika sätt i olika utrustningar.

1Analys av fordonsbränsle

Det färdiga fordonsbränslet som avfuktats och komprimerats till fyllnings- eller lagringstryck, analyseras med avseende på daggpunkt och, i förkommande fall, svavelväte. Om svavelväte inte

förekommer efter reningssteget och detta verifieras regelbundet, kan svavelvätemätning i det färdiga bränslet utelämnas.

Koldioxidanalysen efter gasreningsutrustningen används för att beräkna metanhalten i det färdiga fordonsbränslet. Om kväve förekommer i gasen, måste hänsyn tas till detta vid beräkningen.

Analyspunkten för det färdiga fordonsbränslet placeras innan den komprimerade gasen förs in i gaslagret.

5.2.5 Analysinstrument

De analysinstrument som installeras i anläggningen skall vara avsedda för analys av biogas respektive renad biogas. Leverantörer av analysutrustning skall genom dokumentation, och helst referenser, kunna visa och garantera att instrumenten uppfyller de specifikationer som angivits. Installationer skall utföras enligt leverantörens skriftliga anvisningar och kontrolleras, alternativt utföras, av leverantör. All personal som skall handha utrustningen skall utbildas av leverantör eller av leverantör godkänd lärare.

Nedanstående instrumenttyper kan användas för installation i en fordonsbränsleanläggning:

Tabell 4. Analysinstrument för analys av rågas

Komponent	Mätprincip	Mätområde	Max. onoggrannhet
Metan, CH ₄	IR	0-100 vol-%	+/- 2 % av mätomr.
Koldioxid, CO ₂	IR	0-50 alt. 0-100 vol-%	+/- 2 % av mätomr.
Svavelväte, H ₂ S	Elektrokemisk cell	0-200 ppm	+/- 1 % av mätomr.
Syre, O ₂	Elektrokemisk cell	0-10%	+/- 1 % av mätomr.

Tabell 5. Analysinstrument för analys av renad gas

Komponent	Mätprincip	Mätområde	Max onoggrannhet
Koldioxid, CO ₂	IR	0 - 5 alt. 0-10 vol-%	+/- 2 % av mätomr.

Tabell 6. Analysinstrument för analys av fordonsbränsle

Komponent	Mätprincip	Mätområde	Max onoggrannhet *)
Metan, CH ₄	IR	90 -100 alt. 95-100 vol-%	+/- 0.5 % av mätomr.
Vatten, H ₂ O	Daggpunktmätare	-80 till +20 °C	+/- 2 °C
Svavelväte, H ₂ S	Elektrokemisk cell	0-20 ppm	+/- 1

*) Alternativt kan onoggrannheten väljas större om börvärdet för halterna sätts större i motsvarande grad, så att ställda krav uppfylls även vid instrumentens maximala felvisning.

5.2.6 Kalibrering av analysutrustning

Alla analysinstrument måste kalibreras regelbundet. För att analysresultat skall vara tillförlitliga krävs, att kalibrering av alla instrument sker enligt leverantörs specifikationer. Detta gäller både för själva förfarandet vid kalibrering och de referensgaser eller andra referenser som används vid kalibreringen.

Ur driftsynpunkt är det att föredra att förse analysystemet med automatisk kalibrering där så är möjligt. Manuell kalibrering skall utföras med minst de minimiintervall som föreskrivs av leverantör. Utförda kalibreringar skall dokumenteras och signeras på härför avsett protokoll.

Styrsystem för fordonsbränsleanläggningen skall vara programmerat för att hantera kalibrering av analysinstrument, oavsett om den utförs automatiskt eller manuellt.

För utrustning där nedmontering krävs för kalibrering på laboratorium eller av leverantör, skall kalibreringstillfällen planeras så att kalibrering kan ske när anläggningen är avställd. Alternativt dubbleras sådan utrustning som inte kan kalibreras på plats.

5.2.7 Larmhantering

Vid larm för att gaskvaliteten inte uppfyller ställda krav, skall helst omkoppling av gasflöden ske automatiskt. Finns det ingen möjlighet att återföra gas till förnyad rening eller att på annat sätt åtgärda problemet, skall anläggningen stoppas automatiskt.

För att undvika plötsliga driftsavbrott p g a felaktig gaskvalitet, kan det vara lämpligt att förse anläggningen med varningslarm för analysvärden som förändras så att risk finns för att gaskvaliteten skall sjunka under uppställda krav.

Alla larm skall loggas i styrsystem eller överordnat system, samt skrivs ut i klartext på larmlista. Data från larmlistor skall överföras till larmprotokoll som signeras och arkiveras tillsammans med övrig dokumentation för analysystemet.

5.3 Leveranssäkerhet

En viktig del i ett kvalitetssystem för biogas som fordonsbränsle är, att leveranser av bränsle kan garanteras, både till kontrakterade kunder som transportföretag och övriga, i förekommande fall.

Leveranssäkerhet kan i vissa fall tryggas genom att någon form av back-up finns för gasleveranser. Detta kan i sydvästra Sverige exempelvis vara tillgång till naturgas för fordonsdrift. I övriga landet, där naturgas inte finns ledningsbundet, kan leveranssäkerheten tryggas om flera anläggningar för fordonsbränsleproduktion finns i närområdet. Gas kan då transporteras mellan olika anläggningar. Detta kräver transportsystem för högtryckskomprimerad gas med möjlighet att relativt snabbt leverera till olika anläggningar. Transportsystemet kan antingen vara uppbyggt med mobila gaslager som transporteras med olika fordon, eller av specialbyggda transportfordon för fordonsgas. Detta är dock relativt kostsamma system.

I de flesta fall finns ingen möjligheten till back-up, utan anläggningarna måste utformas för hög tillgänglighet och stabil kvalitet på gasen. Detta bör för övrigt även gälla anläggningar med möjlighet till back-up.

Leveranssäkerheten påverkas av flera skilda faktorer:

- rågasförsörjning
- kvalitet på produktionsanläggningen
- tillgång till service och underhåll
- dimensionering av anläggningen i förhållande till kundunderlag

5.3.1 Rågasförsörjning

Tillgången på rågas till reningsanläggningen är givetvis mycket viktig eftersom den utgör hela grunden för produktionsanläggningen.

Rågastillgången bestäms av flera faktorer. För biogasanläggningar för samrötning av organiska avfall krävs att leveranserna av råmaterial till biogasprocessen är stabila. Stabila leveranser innebär båda att tillräckliga mängder material tillförs biogasanläggningen, och att sammansättningen, d v s fördelningen mellan olika materialslag, är relativt jämn och ligger inom de toleranser som anläggningen dimensionerats för. De flesta biogasanläggningar har också behov av att avsätta rötresten, eller biogödseln som den ofta kallas, till lantbruk. Det krävs då att lagervolymer för biogödseln är anpassade så att de kan utjämna leveransvariationer över året. Variationerna i biogödselleveranser påverkas både av väderleksförhållanden och av regler för hur och när spridning får ske på olika typer av mark och växtlighet.

Vidare påverkas rågastillgången av driftstillgängligheten på biogasanläggningen.

Rågasförsörjning från kommunala reningsverk brukar normalt vara stabil. Reningsverkens rötchamrar har en relativt jämn belastning och är dimensionerade för att klara de variationer som normalt förekommer. Eftersom reningsverkens huvudsakliga uppgift är att rena avloppsvatten med minimal slamproduktion och inte att producera biogas, är de dimensionerade och utförda för att ha mycket hög driftstillgänglighet.

I vissa fall finns biogasanläggningar för samrötning i anslutning till kommunala reningsverk. I dessa fall finns möjligheter till back-up även vad avser rågasförsörjningen.

För att tillräcklig rågasförsörjning alltid skall finnas till en produktionsanläggning av fordonsbränsle från biogas, bör anläggningen dimensioneras för maximalt den mängd rågas som säkert finns tillgänglig vid normal drift. Vad avser driftstillgängligheten på biogasanläggningen som producerar rågasen, kan det vara svårt för fordonsbränsleanläggningen att påverka denna.

5.3.2 Kvalitetskrav på utrustning

För att erhålla en hög tillgänglighet på en produktionsanläggning krävs, att utrustningen är av hög kvalitet. Detta innebär att maskiner och komponenter som ingår i anläggningen skall vara av hög kvalitet och vara avsedda för kontinuerlig drift under längre perioder. Vidare skall anläggningen i sin helhet vara dimensionerad för kontinuerlig drift. Under normala driftsförhållanden skall anläggningen inte drivas med maximal kapacitet, utan en viss överkapacitet skall alltid finnas. Om anläggningen avses att ha en varierande produktion av fordonsbränsle vid olika tidpunkter, skall dimensionering av anläggningen göras utifrån detta. Det är viktigt att alla komponenter som ingår i anläggningen klarar av att fungera samtidigt vid delast.

Anläggningen skall byggas med redundans avseende nyckelkomponenter. Detta innebär att ingående komponenter som är vitala för att anläggningen skall kunna hållas i drift, bör dubblas eller dimensioneras så att sannolikheten för driftsavbrott blir minimal.

För att klara av mindre driftstörningar och kapacitetsvariationer, skall gasreningsutrustningen dimensioneras för att normalt klara rening till en högre kvalitet än de krav som ställs.

5.3.3 Service och underhåll

Alla processanläggningar kräver bra service och underhåll för att fungera. För att hålla en hög driftstillgänglighet krävs, att service utförs på alla i anläggningen ingående komponenter i enlighet med leverantörernas riktlinjer. Anläggningens underhåll måste också skötas så att slitna komponenter byts ut innan de orsakar driftstörningar eller driftavbrott.

En serviceplan skall finnas för anläggningen som helhet och för alla ingående komponenter som omfattas av servicekrav enligt leverantörens instruktioner.

Service skall utföras med lägst de intervall som föreskrivits av leverantören. Utförd service skall dokumenteras och signeras av ansvarig servicepersonal. Regelbunden inspektion skall företas i anläggningen och allt som avviker från, eller tycks avvika från, det normala skall undersökas och dokumenteras.

Reservdelar skall hållas i lager för vitala komponenter och i enlighet med leverantörernas rekommendationer eller krav. Om reservdelar inte hålls i lager på anläggningen, skall de lagerhållas hos leverantör som kan leverera delar inom fastställd tidsram.

I de fall normal eller akut service krävs av extern personal som exempelvis leverantörer av utrustning eller externa verkstäder, skall servicekontrakt upprättas. I kontrakten skall finnas avtalat garanterade inställelsetider för olika åtgärder, samt även om reservdelshållning skall ingå.

I datoriserat övervaknings- och processtyrningssystem, bör servicekort ingå för anläggningens komponenter. På korten skall vara angivet komponentens namn, märkning, placering och funktion i anläggningen, tillsammans med servicekrav och serviceintervall. Möjlighet skall finnas att dokumentera utförd service på de datoriserade servicekort. Vidare bör systemet ge varningslarm innan tidpunkt för service av komponenter infaller.

6 Slutsatser

Det erfarenhetsunderlag som finns från de i etapp 1 undersökta anläggningarna, bildar en god grund att bygga ett kvalitetssäkringssystem för biogas som fordonsbränsle på. En hel del problem med anläggningarnas funktion, liksom med analysystem, har förekommit och i de flesta fall funnit lösningar.

En orsak till problem i flertalet av anläggningarna är, att kvaliteten på ingående komponenter är otillräcklig, samt att dimensioneringen av anläggningarna gjorts med alltför små, eller inga, marginaler.

Förslag ges till revidering av liggande förslag till standard för biogas som fordonsbränsle. Erfarenheterna från de undersökta anläggningarna pekar på att de nuvarande föreslagna kraven är svåra att klara vid kontinuerlig produktion. Dessutom är bedömningen att det är tillräckligt med en bränslekvalitet för biogas som fordonsbränsle.

I föreliggande rapport, pekas på viktiga parametrar för kvalitetssäkring och en naturlig fortsättning är att utarbeta ett komplett kvalitetssäkringssystem för produktion av fordonsbränsle ur biogas.



SE-205 09 MALMÖ ● TEL 040-24 43 10 ● FAX 040-24 43 14
Hemsida www.sgc.se ● epost info@sgc.se

