
Rapport SGC 202

Sammanställning från två seminarier:

- Kryoteknik för biogasbranschen
- LBG – andra generationens fordonsbränsle

©Svenskt Gastekniskt Center – Februari 2009



Redaktör
Anneli Petersson
Svenskt Gastekniskt Center AB

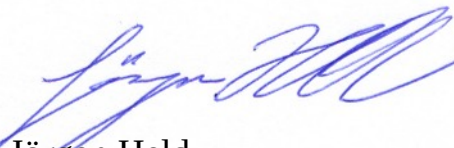
SGC:s FÖRORD

I denna rapport har en sammanställning gjorts över presentationer, med tillhörande sammanfattningar, från två seminarier. De medverkande talarna ansvarar för innehållet i sina respektive bidrag.

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

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

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Jörgen Held

Bakgrund

Våren 2009 anordnade Svenskt Gastekniskt Center AB, Avfall Sverige, Grontmij AB, Biogas Syd, Svenska Biogasföreningen och Svenska Gasföreningen ett seminarium i Malmö med titeln ”Kryoteknik för Biogasbranschen”. Seminariet hölls i Grontmij's lokaler på Norra Bulltoftavägen i Malmö. Seminariet lockade ett hundratal besökare. 9 talare höll presentationer och i anslutning till seminariet besökte man PSA-uppgraderingsanläggningen vid Sjölunda reningsverk.

Ett par veckor senare anordnade Biogas Öst, i samarbete med Miljöförvaltningen Stockholms stad, ett seminarium med titeln ”Seminarium om LBG (flytande biogas)”. Detta seminarium hölls i miljöförvaltningens lokaler i Stockholm och arrangemanget var fullbokat med över 60 anmälda deltagare. Presentationer hölls av fem olika företag inom branschen förutom Biogas Öst.

Denna rapport innehåller presentationer från dessa båda seminarier. Tillsammans ger de en kunskapsöverblick över läget för produktion och användning av flytande biogas, samt planer inom området för framtiden.

Innehållsförteckning

Kryoteknik för biogasbranschen

Program.....	5
Ersättning av fossila bränslen med biogas. Anneli Petersson, Svenskt Gastekniskt Center AB.....	6
Göteborg Energis planer för flytande metan. Emma Jacobsson, Göteborg Energi AB.....	20
Produktion av flytande biogas, LBG, med konventionell och kryogen uppgraderingsteknik, Nina Johansson, examensarbete utfört på Grontmij AB.....	30
Status och framtidsutsikter för kryoteknik. Anna Öhman, examensarbete utfört på Stockholm Vatten och Solving, Bohlin & Strömberg.....	39
LNG som försörjningsalternativ i Sverige. Jens Hansson, examensarbete utfört på Svenskt Gastekniskt Center AB.....	48
Produktion av LBG i Sundsvall. Folke Nyström, MittSverige Vatten AB.....	70
Kryogen uppgradering av biogas med värmedriven absorptionskyla. Henrik Hermansson, examensarbete utfört på Göteborg Energi AB.....	84
E.ON's satsning på biogas. Jessica Cedervall, E.ON Gas Sverige AB.....	95
Sammanfattning av dagen. Johan Benjaminsson, Grontmij AB.....	103

Seminarium om LBG (flytande biogas)

Program.....	112
Biogas Öst – klimatsmart regional samverkan. Beatrice Torgnyson Klemme, Biogas Öst.....	113
Hur skapar vi tillräckligt med produktion för att tung trafik ska kunna nå våra nationella klimatmål 2020? Lars Brolin, Scandinavian Biogas.....	117
Flytande biogas – produktion, teknik, logistik och ekonomi. Hans Kättström, Scandinavian GtS.....	127
Biodiesel – biobaserad tändvätska. David Frykerås, Ageratec.....	154
Dual-fuel konceptet, teknik & erfarenheter. Steve Whelan, Clean Air Power.....	165
Tankställen och distribution av flytande biogas. Roger Andersson, AGA Gas AB.....	174



SEMINARIUM

PROGRAM

PLATS

REGISTRERING

KONTAKT



Program

Moderator: **Johan Benjaminsson, Grontmij AB**

9:30 - 10:00 **Kaffe och registrering**

10:00 - 11:00

[Ersättning av fossila bränslen med biogas](#)

Anneli Petersson, Svenskt Gastekniskt Center AB

[Göteborg Energis planer planer för flytande metan](#)

Emma Jacobsson, Göteborg Energi AB

[Produktion av flytande biogas, LBG, med konventionell och kryogen uppgraderingsteknik](#)

Nina Johansson, examensarbete utfört på Grontmij AB

11:00 - 11:30 **Frukt**

11:30 - 12:30

[Status och framtidsutsikter för kryoteknik](#)

Anna Öhman, examensarbete utfört på Stockholm Vatten och Solving, Bohlin & Strömberg

[LNG som försörjningsalternativ i Sverige](#)

Jens Hansson, examensarbete utfört på Svenskt Gastekniskt Center AB

[Produktion av LBG i Sundsvall](#)

Folke Nyström, MittSverige Vatten AB

12:30 - 13:30 **Lunch**

13:30 - 14:30

[Kryogen uppgradering av biogas med värmedriven absorptionskyla](#)

Henrik Hermansson, examensarbete utfört på Göteborg Energi AB

[E.ON's satsning på biogas](#)

Jessica Cedervall, E.ON Gas Sverige AB

[Sammanfattning av dagen](#)

Johan Benjaminsson, Grontmij AB

14:30 - 16:00

Studiebesök på uppgraderingsanläggning vid Sjölanda Reningsverk, Malmö.

Abonnerad buss avgår 14:30.

Beräknad ankomst Malmö Central 15:45, samt åter N. Bulltoftavägen 65 A: 16:00.

E.ON Gas Sverige AB, VA Syd

Ersättning av fossila bränslen med biogas

Anneli Petersson, Svenskt Gastekniskt Center

Den årliga biogasproduktionen i Sverige ligger på cirka 1,2 TWh och gasen kommer främst från avloppsreningsverk (48%) och deponier (28%), men produceras även vid samrötningsanläggningar (15%), industriella avlopp (8%) samt vid gårdsbiogasanläggningar (1%). Biogasen används i huvudsak till värmeproduktion (56%), men en för varje år ökande andel uppgraderas istället och används till fordonsgas (19%) eller för inmatning på gasnätet (4%). Vid uppgradering av biogas renas den och energiinnehållet ökas genom att man tar bort koldioxiden och ökar därmed innehållet av metan. I Sverige finns idag 37 uppgraderingsanläggningar och dessa fördelar sig på tre tekniker: vattenskrubber, PSA (Pressure Swing Adsorption) och kemisk absorption.

Ett alternativ till dessa uppgraderingstekniker är att uppgradera biogasen genom kryogen uppgradering. Det innebär att man kyler ner gasen så att koldioxiden kondenserar alternativt sublimerar och kan på så sätt separeras från metangasen som har en lägre kokpunkt än koldioxiden. Kyler man sedan ytterligare kan man erhålla även metan i flytande form. Fördelar med flytande biogas är att man får ett högre energiinnehåll per volymenhet och det blir därmed billigare att transportera gasen. Ett alternativ till detta är att uppgradera biogasen med en annan uppgraderingsteknik och sedan kyla metangasen efteråt.

Potentialen för biogasproduktion i Sverige beräknas vara cirka 14-17 TWh. Den största delen av denna potential ligger inom jordbrukssektorn. Detta är också inom denna sektor som den största skillnaden mellan den produktion vi har idag och den potentiella produktionen är som störst. En stor potential för biometan finns också inom förgasning och metanisering av skogsavfall där man skulle kunna producera cirka 59 TWh biometan.

Av Sveriges totala energitillförsel på 632 TWh kommer de största andelarna från råolja (35%) kärnbränsle (30%), biobränsle (18%) vattenkraft (10%). Råoljan raffinerar och används sedan huvudsakligen inom transportsektorn där den årliga användningen av oljeprodukter är 99 TWh.

I förhållande till Sveriges totala energianvändning är biogasproduktionen mycket liten, liksom mängden biogas som används som fordonsgas är mycket liten i förhållande till den mängd fossila bränslen som används inom transportsektorn. Dock kan man se en tydlig trend vad gäller mängden av biogas som används som fordonsgas. Antalet tankställen och antal gasfordon ökar också kraftigt. Man ska också komma ihåg att det finns en potential att öka biogasproduktionen tiofalt, och tillsammans med metangas via förgasning och metanisering skulle man i Sverige årligen kunna producera 73-76 TWh biometan enbart från avfall.

Ersättning av fossila bränslen med biogas



Anneli Petersson, Dr.
Svenskt Gastekniskt Center AB

Anneli Petersson, 2009-01-29



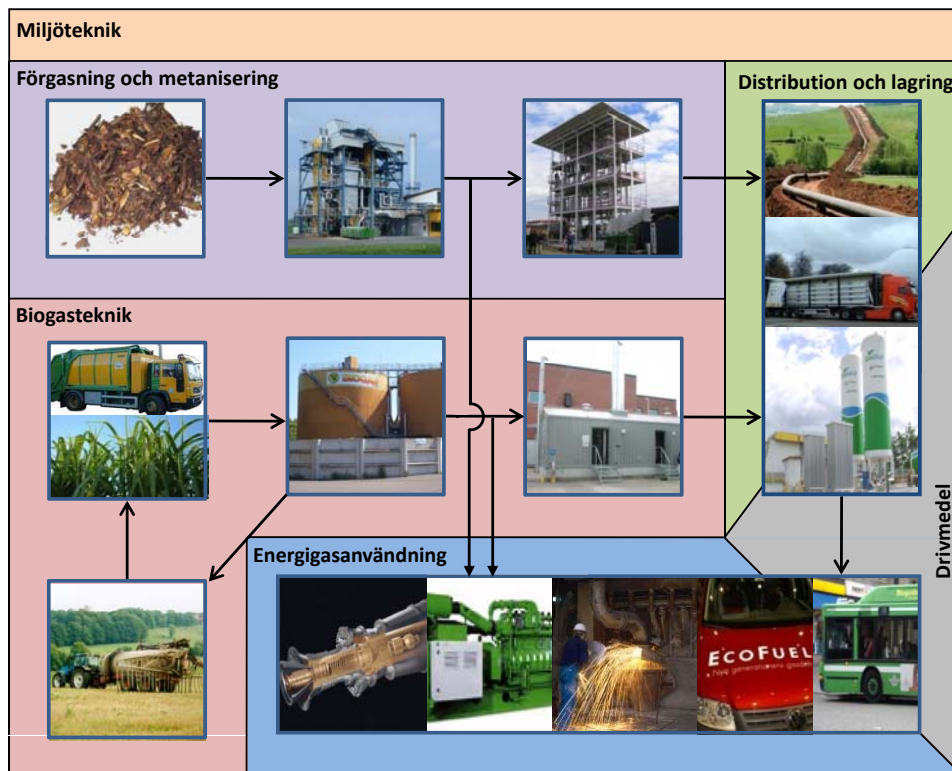
Svenskt Gastekniskt Center

- SGC samordnar gastekniskt utvecklingsarbete.
- SGC driver **Energigastekniskt utvecklingsprogram** på uppdrag av gasbranschen och :  Energimyndigheten
- SGC ägs av:   
 
- SGC är ett icke-vinstdrivande aktiebolag

Anneli Petersson, 2009-01-29



SGC's verksamhet



Anneli Petersson, 2009-01-29



Vi på SGC



Anneli Petersson, 2009-01-29



sgc Svenskt Gastekniskt Center AB

Gasportalen www.GasOnline.se

SGC Svenskt Gastekniskt Center AB

GasOnline

GasAkademin

Sök på www.sgc.se

Gök!

Om SGC Exjobb Publikationer Nyheter Länkar Energigas

Välkommen till Svenskt Gastekniskt Center AB! Vi samordnar den tekniska utvecklingen inom energigasområdet och främjar ett brett och effektivt utnyttjande av energigas.

Svenskt Gastekniskt Center AB
Scheelegatan 3 Hitta till oss
212 20 Malmö

Telefon: 040-680 07 60
Fax: 040-680 07 69
info@sgc.se

KRYOTEKNIK FÖR BIOGASBRANSCHEN
29 januari 2009, Malmö

Senast uppdaterad 2008-10-28

Du är besökare:
79873

Senast uppdaterad:
2009-01-26

AKTUELLT

2009-01-26
Biogas som drivmedel
Älsade med 19 % under
2008

2009-01-14
Stor gasdistributör i
Storbritannien vill mata in
biometan på gasnätet

2009-01-13
Stort intresse för
Kryoteknik för
Biogasbranschen

2009-01-13
Biometan Europas
räddning?

2009-01-09
Volvo Powertrain och Clean
Air Power inleder
samarbete

2009-01-07
Norsk Energigasförening
bildad

2008-12-19
76 minuter kvar för
utbyggnad av
biogastankställen 2009

2008-12-16
Biogas som drivmedel
uppmärksammas av SVT

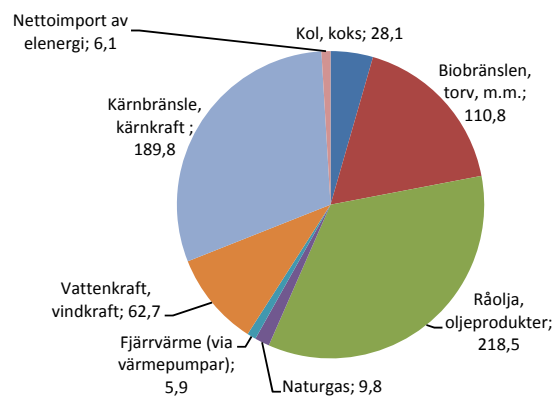
2008-12-08
SGC på EKA-NET
Bioenergy's SNG-workshop

2008-11-27
Ny SGC Rapport 198 Bio-

Internet | Skyddat län

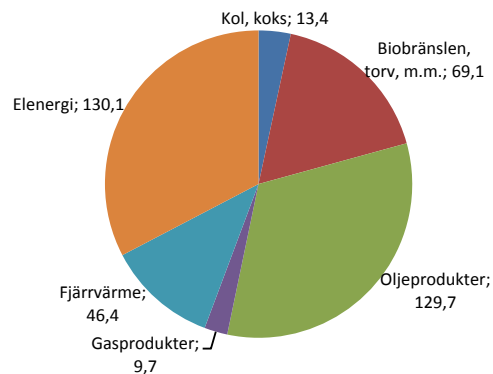
Sveriges energitillförsel

- Bruttotillförsel av energi 2006: 632 TWh



Sveriges energianvändning

- Slutlig användning för energiändamål. Totalt 398 TWh.

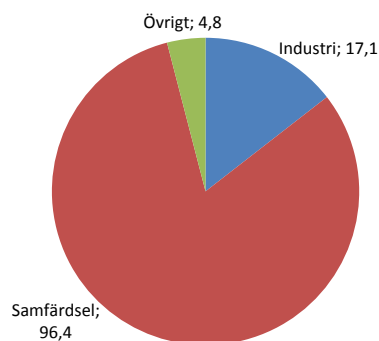


Anneli Petersson, 2009-01-29



Oljeprodukter

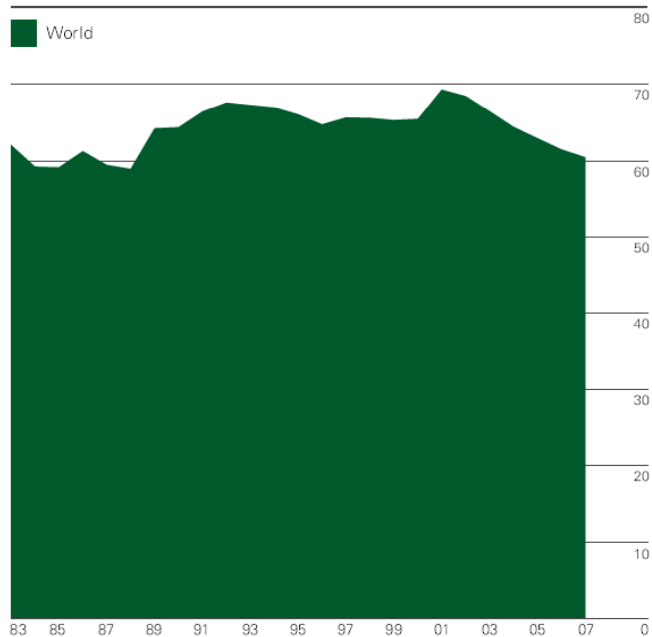
- Användning av oljeprodukter 2006: 130 TWh



Anneli Petersson, 2009-01-29

Naturgasreserv i världen

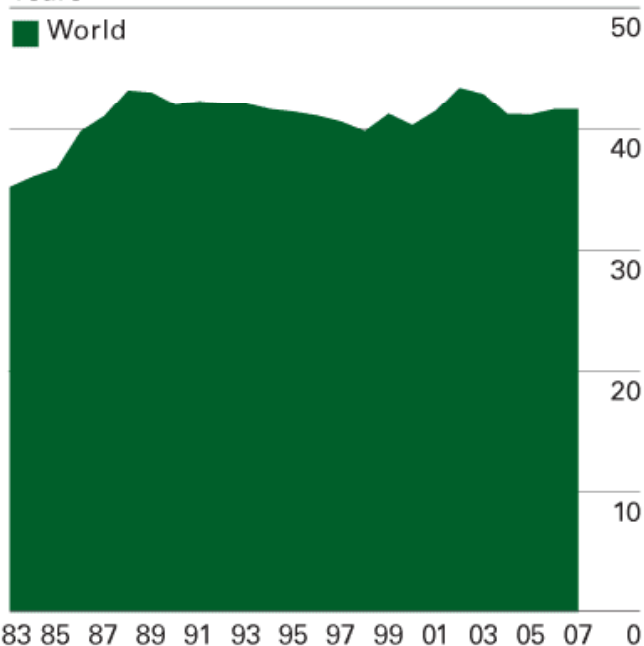
Reserves-to-production (R/P) ratios
Years



Anneli Petersson, 2009-01-29

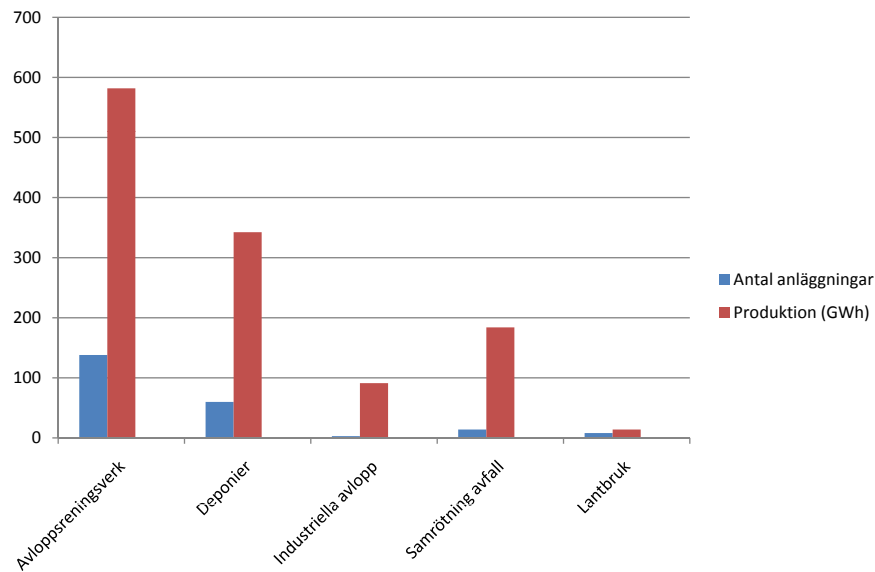
Oljereserv i världen

Reserves-to-production (R/P) ratios
Years



Anneli Petersson, 2009-01-29

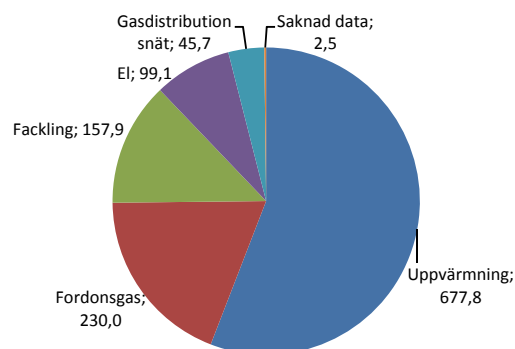
Biogasproduktion i Sverige 2006



Anneli Petersson, 2009-01-29

Biogasanvändning i Sverige 2006

- Användning av biogas i Sverige 2006, 1,2 TWh



Anneli Petersson, 2009-01-29

Biogasuppgradering

- Avskiljning av koldioxid för att öka energidensiteten
- I Sverige används:
 - Vattenskrubber
 - PSA
 - Kemisk absorption
- Exempel på övriga tekniker:
 - Absorption med selexol
 - Membranseparation
 - Kryogen uppgradering

Anneli Petersson, 2009-01-29



Kryogen uppgradering

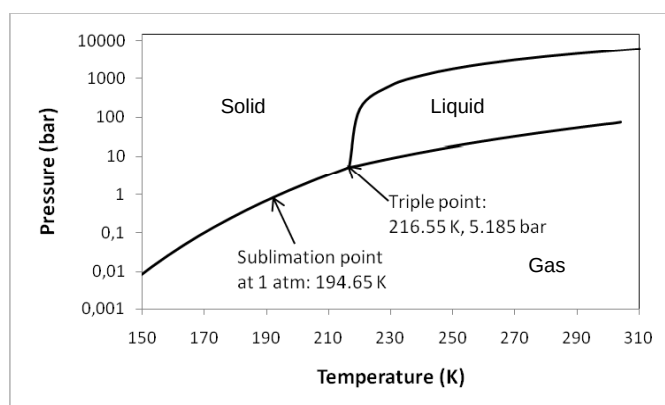
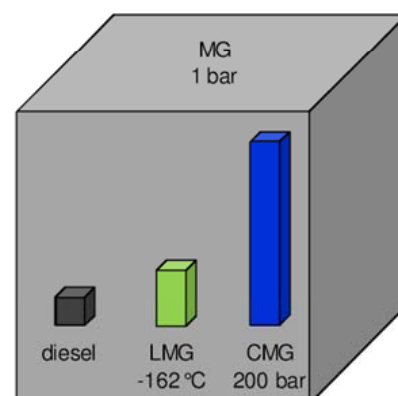
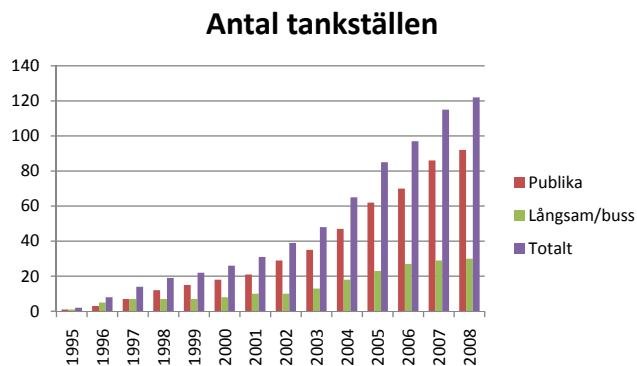


Fig. 11 Phase diagram for carbon dioxide (Data source: Gas Encyclopaedia)



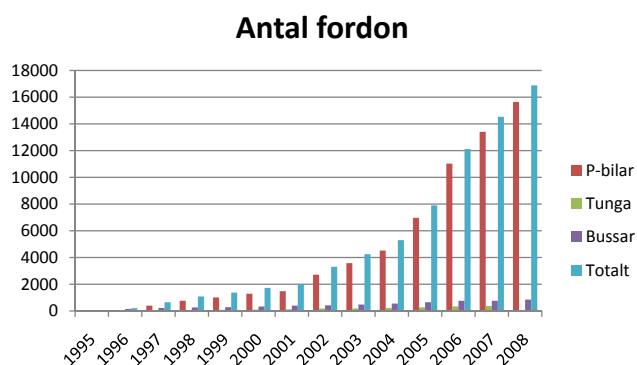
Anneli Petersson, 2009-01-29

Tankställen i Sverige



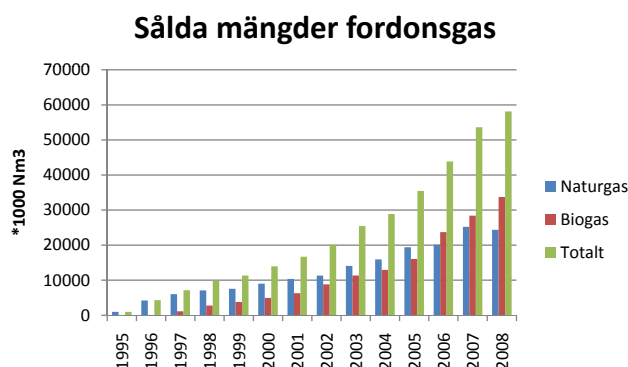
Anneli Petersson, 2009-01-29

Gasbilar i Sverige



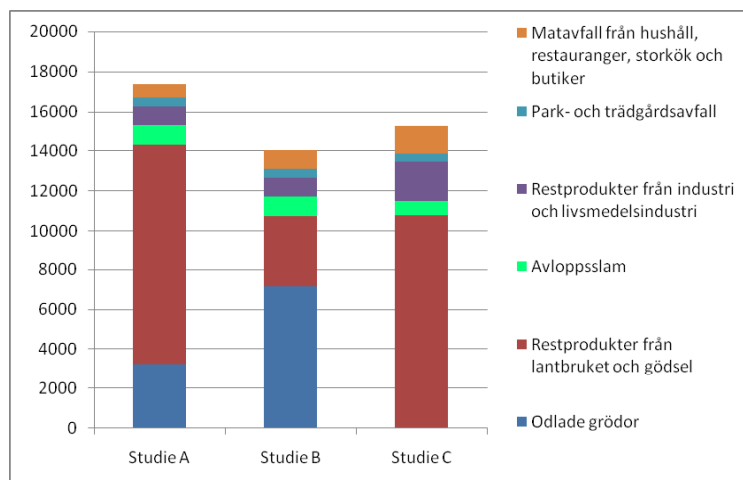
Anneli Petersson, 2009-01-29

Sålda volymer av fordonsgas



Anneli Petersson, 2009-01-29

Potential för biogasproduktion



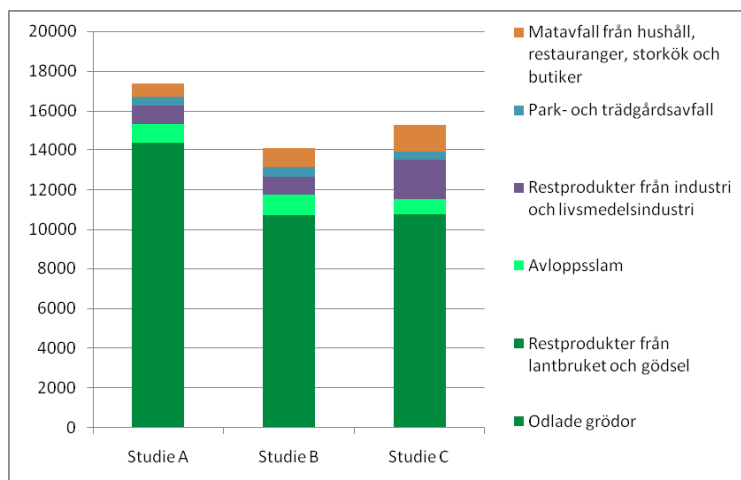
A: Biogaspotential och framtida anläggningar i Sverige, Nordberg *et al.* 1998

B: Sammanställning och analys av potentialen för produktion av förnyelsebar metan (biogas och SNG) i Sverige. Linné och Jönsson. 2005

C: Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter. Linné *et al.* 2008

Anneli Petersson, 2009-01-29

Potential för biogasproduktion



A: Biogaspotential och framtida anläggningar i Sverige, Nordberg *et al.* 1998

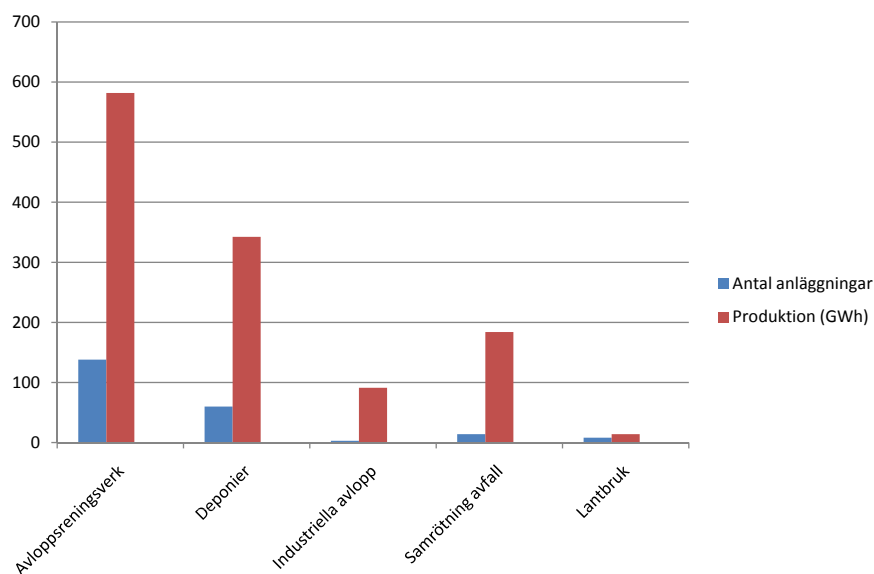
B: Sammanställning och analys av potentialen för produktion av förnyelsebar metan (biogas och SNG) i Sverige. Linné och Jönsson. 2005

C: Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter. Linné *et al.* 2008

Anneli Petersson, 2009-01-29



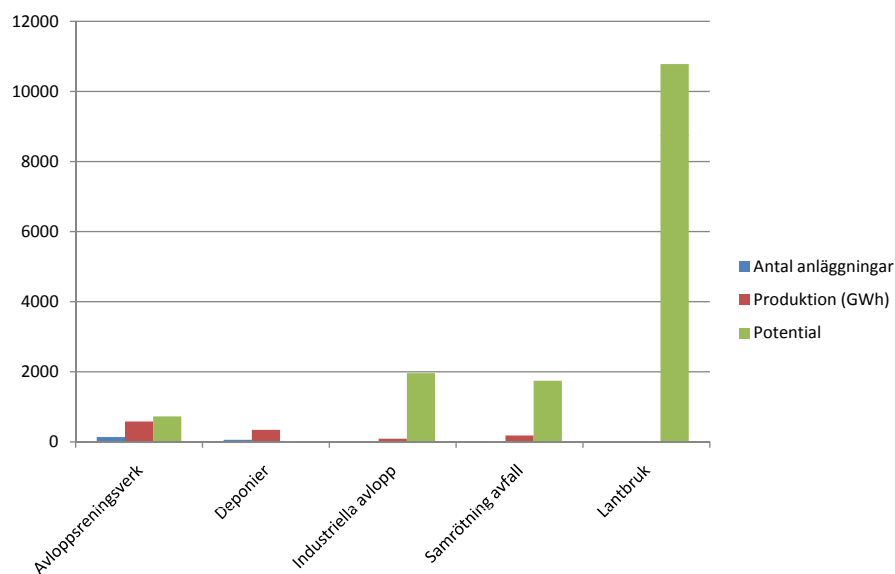
Biogasproduktion i Sverige 2006



Anneli Petersson, 2009-01-29

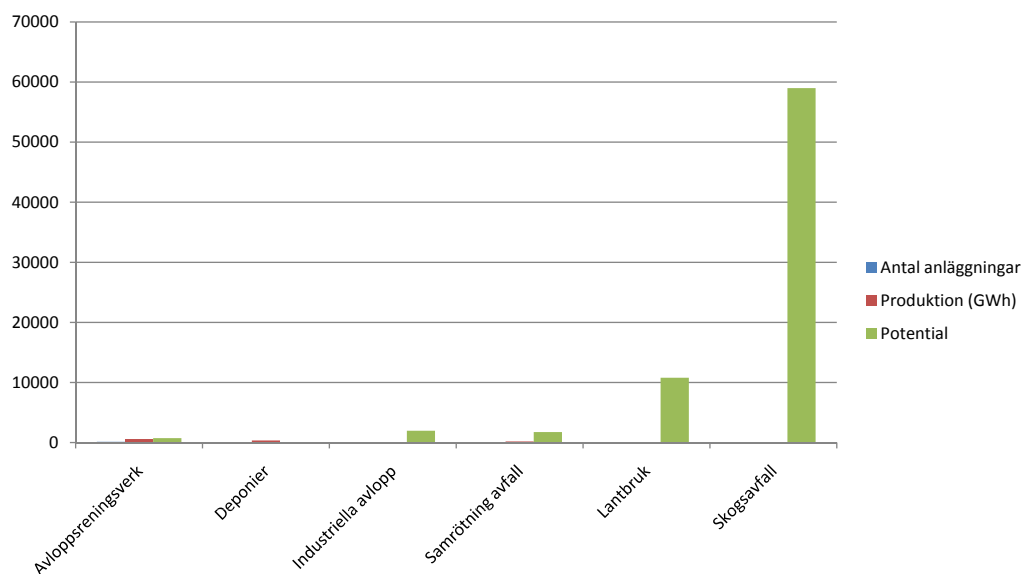


Biogasproduktion i Sverige 2006 och biogaspotential



Anneli Petersson, 2009-01-29

Biogasproduktion i Sverige 2006 och biometanpotential



Anneli Petersson, 2009-01-29

Slutsatser

- 398 TWh energi används årligen i Sverige
- 219 TWh råolja importeras
- 96 TWh oljeprodukter används i transportsektorn
- 1,2 TWh biogas produceras årligen i Sverige, varav 19% används som fordonsgas
- Potential på 14-17 TWh biogasproduktion
- Potential för produktion av metangas via förgasning och metanisering av skogsavfall 59 TWh

Anneli Petersson, 2009-01-29



Robert "Bobby" Louis Drake - Iceman



Anneli Petersson, 2009-01-29





Tack för uppmärksamheten!

www.sgc.se

anneli.petersson@sgc.se

GÖTEBORG ENERGIS PLANER FÖR FLYTANDE METAN

Emma Jacobsson, Göteborg Energi

Göteborg Energi är Västsveriges ledande energibolag. Bolaget strävar efter att skapa långsiktigt hållbara energilösningar. Basprodukterna är fjärrvärme, gas och elnät. Dessutom utvecklar företaget ett optofibernet och erbjuder omfattande energitjänster. Göteborg Energis gasnät är ca 184 km långt och levererade under år 2007 ca 2 900 GWh gas. Naturgas används för produktion av fordonsbränsle, kraft, värme och kyla.

Bakgrund

Göteborg Energi AB planerar tillsammans med Lidköpings kommun och Swedish Biogas International att bygga en biogasanläggning i Lidköping. Anläggningen ska byggas på Kartåsens industriområde i Lidköping.

Varför satsar Göteborg Energi AB på flytande biogas i Lidköping?

- * Volymen 60 GWh biogas kan inte avsättas i Skaraborgsområdet, att transportera CNG (Compound Natural Gas) längre sträckor är inte lönsamt.
- * Flera leverantörer med goda referenser från LNG-marknaden är intresserade.
- * Flytande metan är värt mer än CNG hos många kunder och kan öppna en ny marknad för tunga fordon.

Aktuell status

- * Anläggningen ska producera 60 GWh biogas per år.
- * Planerad driftstart från mitten 2010.
- * Anläggningen är under upphandling, förvätskningsanläggningen förväntas kosta 40-50 Mkr
- * Lidköpings kommun har fått KLIMP-bidrag för projektet.
- * Ca hälften av produktionen kommer att konsumeras i Skaraborg, resten kommer att konsumeras i Göteborg.

Göteborg Energi AB satsar även på LNG

- * Sjöfartens främsta problem är utsläpp av SOx och NOx.
- * Gas är ett intressant alternativ som reducerar utsläppen markant.
- * Fartyg är stora förbrukare av bränsle. En stor färja förbrukar ca 350 GWh LNG/år.
- * Stor potential.



Vår vision....



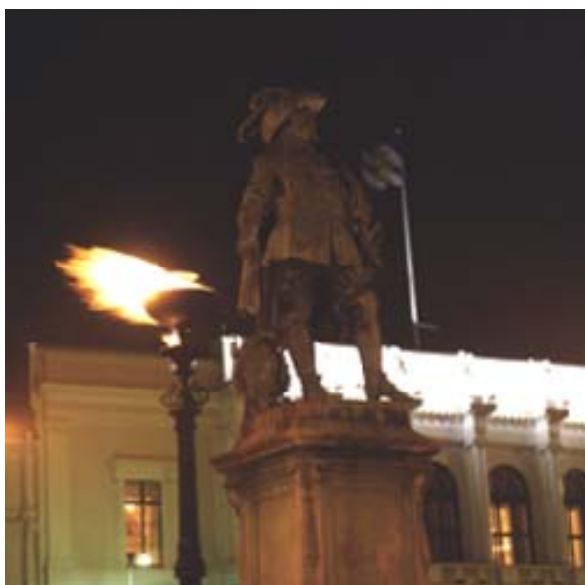
..är att ersätta naturgas med biogas



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Göteborg Energi – från gasverk till framsynt energibolag



Gasen har funnits i Göteborg sedan 1846

**Vision
Ett hållbart Göteborgssamhälle**



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Göteborg Energi 2007

• Ägare	Göteborg Stad	
• Antal kunder	Ca 300 000	
• Antal anställda	1 048	(1051)
• Rörelsens intäkter	4,0 Mdr	(3,8)
• Resultat	565 Mkr	(626)
• Investeringar	1 118 Mkr	(1345)
• Balansomslutning	10,7 Mdr	(9,9)



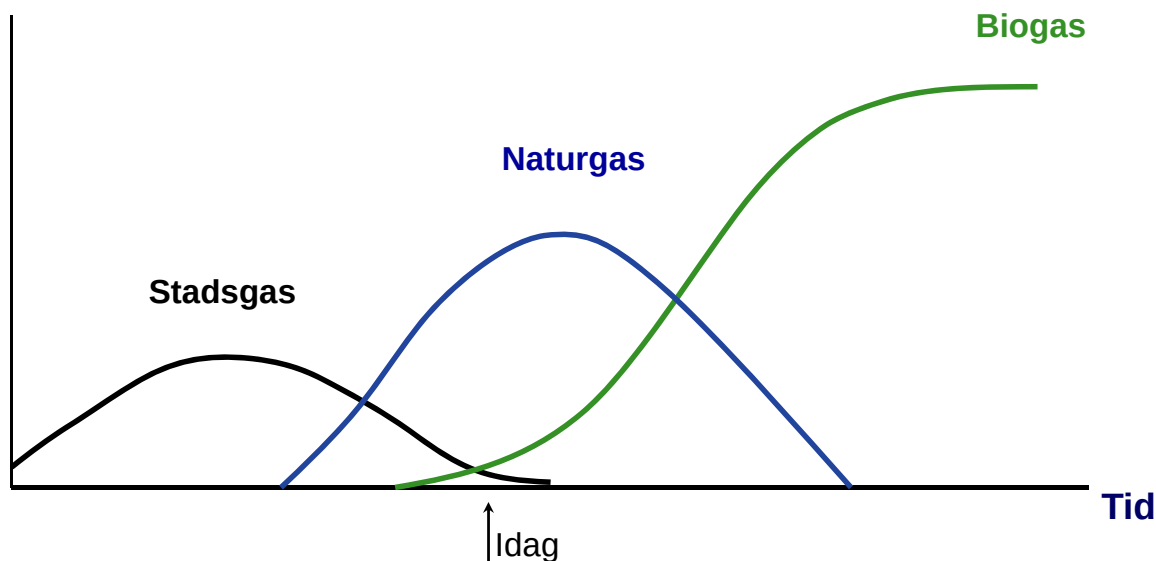
2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Vår energigasvision: I framtiden säljer vi endast förnyelsebar gas

Steg på vägen: År 2020 säljer vi mer än 1 TWh biogas (motsvarar ca 30% av dagens leverans av energigas)

Kapacitet



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Våra biogasanläggningar

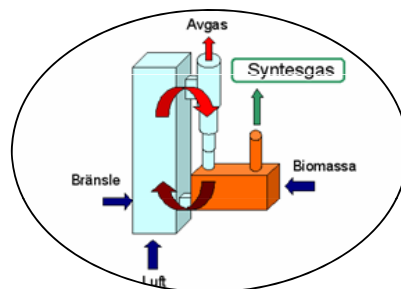
- befintliga och planerade



Gasendal



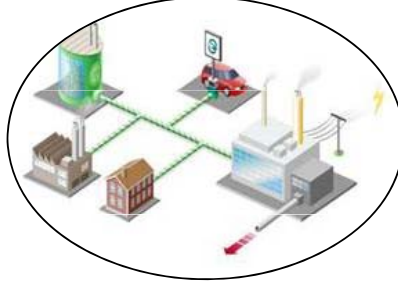
Falköping



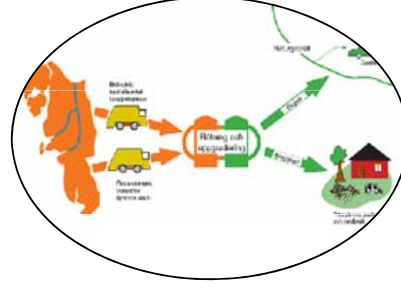
Chalmers



Lidköping



GobiGas



**Biogas i Göteborg
BiG**



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Biogas i Lidköping



- ✓ Samarbete med Lidköpings kommun och Swedish Biogas International
- ✓ En anläggning för rötning, uppgradering och förvätskning av biogas
- ✓ Biogasen skall produceras av avfall från lokala industrier och jordbrukssektorn
- ✓ Kapacitet ca 60 GWh/år
- ✓ Planerad drift 2010



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se



Bild: Svensk Biogas

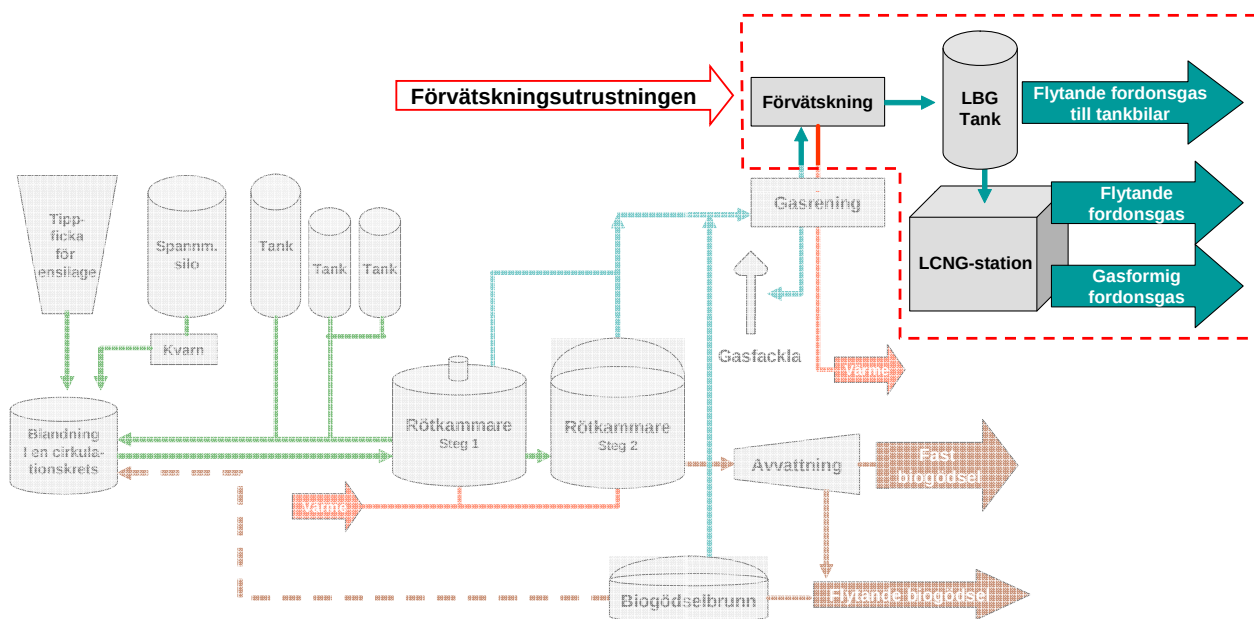
På bilden ses SBI:s biogasanläggning i Norrköping.
Anläggningen vid Kartåsen i Lidköping kommer att likna denna.

1. Silos för råvaror, 2. Driftcentral, 3. Röt-kammare, 4. Röt-kammare 5. Gaskupol, 6. Biogödselbrunn



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Några förkortningar..

- LBG = Liquid BioGas
- CBG = Compressed BioGas
- CNG = Compressed Natural Gas
- LCNG = Liquid (and) Compressed Natural Gas

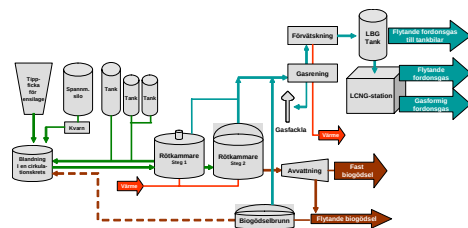


2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Varför satsar GE på flytande biometan i Lidköping?

- 60 GWh biogas kan inte avsättas i Skaraborg, att transportera CBG långa sträckor är inte lönsamt
- LBG har potentialen att bli billigare än konventionell CBG samt att öppna för en ny marknad för tunga fordon
- LBG är värt mer hos många kunder än CBG

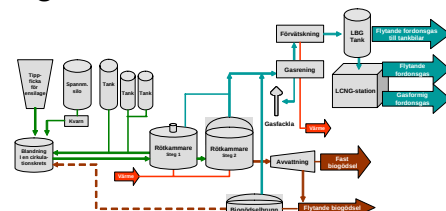


2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Varför satsar GE på flytande biometan i Lidköping?

- Flera leverantörer med goda referenser från LNG-marknaden är intresserade av LBG-anläggningar (bl.a. Hamworthy, Air Liquide, Linde...)
- Flera företag kommer med nya lösningar där kylan även används för att rena biogasen före förvätskning. (Terracastus, Scandinavian Gts, ...)
- Enklare och roligare än att lägga gasledningar!



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

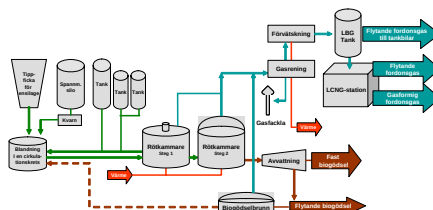
Aktuell status

- Anläggningen är under upphandling – förvätskningsanläggningen förväntas kosta 40 – 55 miljoner kr
- Lidköpings kommun har erhållit KLIMP-bidrag för produktionsanläggningen och förvätskningsanläggningen
- Götene kommun har KLIMP-bidrag för att konvertera ett 20-tal tunga fordon till Dual Fuel drift



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se



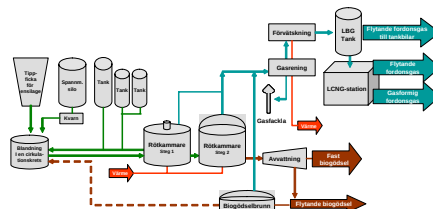
Aktuell status

- Fordonsgas AB kommer att bygga en LCNG-station i anslutning till vår produktionsanläggning
- Ca hälften av produktionen kommer att konsumeras i Skaraborg, resten kommer att konsumeras i Göteborg
- Göteborg Energi projekterar en förångningsanläggning i anslutning till vår uppgraderingsanläggning i Göteborg, Gasendal



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se



Göteborg Energi satsar också på LNG!



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Gas till fartyg

- Sjöfartens främsta problem är utsläpp av NO_x och SO_x
- Gas är ett intressant alternativ som reducerar:
 - SO_x 100 %
 - NO_x 90 %
 - partiklar 100 %
 - CO_2 20-25 %



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Fartyg – stora förbrukare

- En stor färja förbrukar ca 25 000 ton LNG per år vilket motsvarar ca 350 GWh/år.
- I Göteborg bunkras bränsle motsvarande ca 1 000 000 ton LNG/år (14 TWh)
 - 5 % ersätts med gas → 20 % ökning av gasförbrukning i Göteborg
 - 30 % ersätts med gas → fördubbling av gasförbrukningen i Göteborg



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Medan vi jobbar mot vår vision...



ser vi fram emot ett samarbete med er!



2009-01-29 Göteborg Energis planer för flytande metan

emma.jacobsson@goteborgenergi.se

Produktion av flytande biogas, LBG, med kryogen och konventionell uppgraderingsteknik

- Systembeskrivningar och utvärdering av energibalanser

Nina Johansson

Examensarbete utfört på Grontmij AB

Syftet med examensarbetet har varit att utvärdera energibalanser för olika tekniker att producera flytande biogas, LBG. Utvärderingarna har gjorts i ett systemperspektiv och i systemet ingår rening och uppgradering, förvätskning, distribution och tankning. Det mesta av innehållet i examensarbete baseras på information från leverantörer av respektive teknik och utvärderingarna har gjorts i ett svenskt perspektiv där ingen hänsyn har tagits till några ekonomiska aspekter.

En uppgraderingsteknik som kan användas för att producera LBG är *kryoteknik*, vilken bygger på att gasen kyls och olika kondenseringstemperaturer för olika ämnen gör att föroreningar och CO₂ kan separeras från CH₄. CO₂ kondenserar vid -78.5°C (atmosfärstryck) och genom att kyla till denna temperatur kan teknologin användas för att producera uppgraderad biogas. För att producera LBG kyls gasen ytterligare, till -161°C (kondenseringstemperaturen för CH₄).

LBG kan också produceras genom att använda en konventionell uppgraderingsteknik tillsammans med småskalig förvätskningsteknik. De konventionella teknikerna som tas upp i examensarbetet är; vattenskrubber, PSA, Coaab och membran. Förvätskningstekniken är antingen en sluten kvävecykel eller en sluten cykel med en blandning av kylmedium (*mixed refrigerant*). Den första cykeln har en låg effektivitet men den är inte lika komplex som den sistnämnda eftersom endast ett kylmedium används (kväve).

Ett tredje alternativ är att injicera uppgraderad biogasen på naturgasnätets transmissionsledning, för att sedan förvätska ett delflöde i en mät- och reglerstation (MR-station). Här används tryckfallet (från ca 60 till 4 bar) för att i en turboexpander producera elektricitet, vilken sedan driver en kompressor. Med denna teknik kan ett delflöde förvätskas utan tillsats av extra energi. Detta är ett energieffektivt sätt att producera LBG men för att kunna injicera biogasen i naturgasnätet måste dock 7-9 % gasol tillsättas.

När LBG produceras med kryogen uppgraderingsteknik eller med kommersiell uppgraderingsteknik tillsammans med ett förvätskningssteg går det åt mellan 0.8-1.8 kWh elektricitet (och värme)/Nm³ ren biogas. De mest energieffektiva sätten, enligt utvärderingarna som gjorts i examensarbetet, är att använda en vattenskrubber, PSA eller Coaab (inklusive värmeåtervinning) tillsammans med en *mixed refrigerant* process eller att använda Scandinavian GtSs process (kryogen uppgraderingsteknik).

En viktig aspekt vid utvärdering av biogasuppgradering är CH₄-förluster. Dessa varierar mellan *inga* och 2 %. På grund av de låga siffrorna har CH₄-förluster liten inverkan på nettoenergiförbrukningen. En parameter som har stor påverkan på denna förbrukning är avsättningen för återvunnen värme i externa processer. Möjligheten till avsättning är dock väldigt platsspecifik eftersom en användare av lågvärldig värme inte alltid är tillgänglig.

När kryogen uppgraderingsteknik används fås ren, flytande CO₂, LCO₂, som en biprodukt. Denna LCO₂ kan användas i externa processer och inbringa en extra inkomst till biogasuppgraderingsanläggningen. Två möjliga användningsområden är kyltransporter och som gödningsmedel i växthus men även denna avsättning är väldigt platsspecifik.

Produktion av flytande biogas, LBG, med kryogen och konventionell uppgraderingsteknik

- Systembeskrivningar och utvärdering av energibalanser

Nina Johansson



Disposition

- Syfte
- Produktion av LBG
- Teknikbeskrivningar
- Energibalansen



Syfte

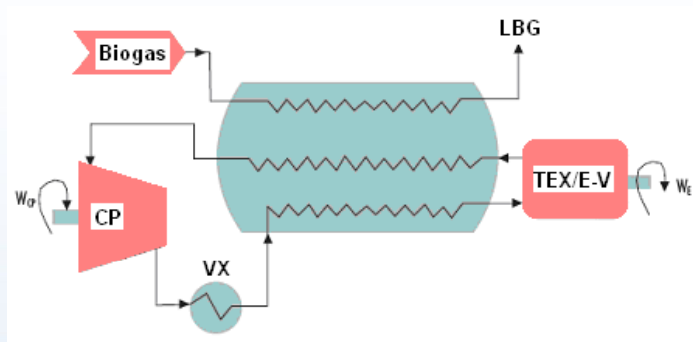
Utvärdera energibalanser för produktion av LBG med kryogen och konventionell uppgraderingsteknik

- Systemperspektiv
 - Rening & Uppgradering
 - Förvätskning
 - Distribution
 - Tankning

Hur produceras LBG?

- Konventionell uppgraderingsteknik + småskalig förvätskningsteknik
- Kryogen uppgraderingsteknik
- Via naturgasnätet

Småskalig förvätskning



- Kvävecykel (N_2)
- "Mixed refrigerant"-cykel (MRC)

Kryogen uppgraderingsteknik

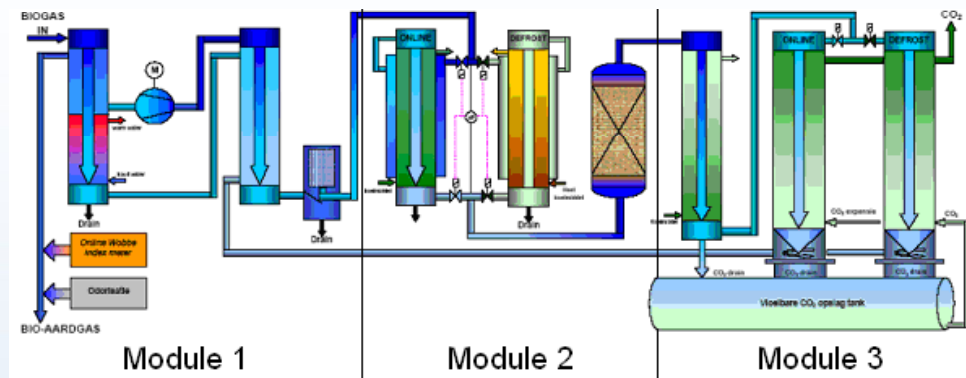
- Skillnader i kondenseringstemperatur

Ämne:	CO ₂	CH ₄
Kondenseringstemp.: (°C vid atmosfärstryck)	-78.5*	-161

*Sublimeringstemp.

- Leverantörer
 - Scandinavian GtS (SGtS)
 - Acron Technologies/Terracastus Technologies
 - Prometheus-Energy

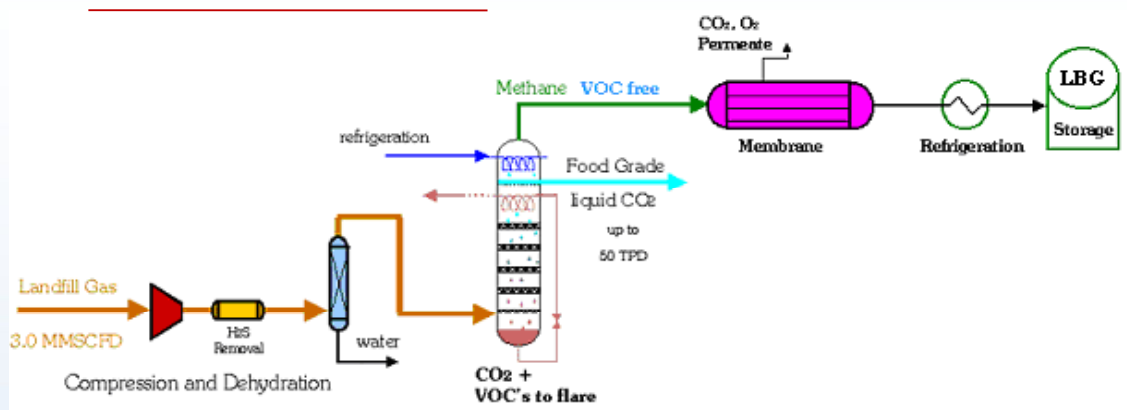
Scandinavian GtS (SGtS)



- Modul 1: H₂O och föroreningar
- Modul 2: Siloxaner och svavelväte
- Modul 3: CO₂
- Modul 4: Förvätskning



Acrion Technologies



- "CO₂ Wash": Föroreningar
- Membran: CO₂
- Polish: CO₂
- N₂- eller MR-cykel



Prometheus-Energy

- Adsorptionsprocess: Föroreningar
- Fryser ut CO₂
- N₂-cykel

LBG via naturgasnätet

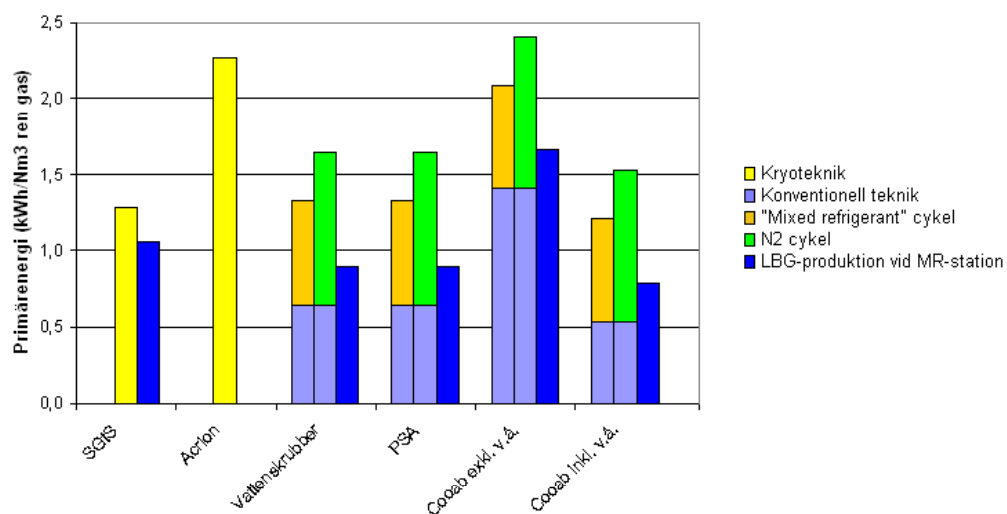
- Transmissionsledning (ca 60 bar)
- Tillsats av propan
- Förvätska 20-30 %

Energibalansen

- Originaldata från leverantörer
- kWh/Nm³ ren gas
 - Ren gas: 100% CH₄
- Primärenergi

Energibärare:	Teknik:	Primärenergifaktor:
El	Nordisk mix	1.60
Värme	Flispanna	1.16

Produktion av LBG



Slutsats

- LBG kan framställas på flera sätt
- LBG produktion via naturgasnätet mest energieffektivt
- Kylcykeln betydelsefull

Tack för visat intresse!

Nina Johansson

nina.johansson@grontmij.se

Länk till exjobb: www.miljo.lth.se, under rubriken publikationer (Exjobbet är skrivet på engelska och har titeln: "Production of liquid biogas, LBG, with cryogenic and conventional upgrading technology").

Kryotekniskt behandlad flytande biogas

- En utvärdering med utgångspunkt i Stockholm

Anna Öhman

Examensarbete utfört på Stockholm Vatten och Solving, Bohlin & Strömberg

Utgångspunkten för examensarbetet är biogasens distributionsproblem i Stockholm då inget befintligt naturgasnät finns att tillgå och frågan är om det kan lösas med kryoteknik. Syftet med arbetet är utvärdera kryotekniken i dagsläget i ett tekniskt såväl som ekonomiskt perspektiv och även bedöma dess framtidsutsikter. Vidare ska framgången i Linköpings biogassatsning tillämpas och tas tillvara på.

Tre aktörer inom kryotekniken har identifierats på den internationella marknaden; Scandinavian GtS, Acrion Technologies och Prometheus Energy. Alla arbetar mot samma mål, att kondensera ut koldioxiden och producera LBG, men de skiljer sig märkbart åt i tillvägagångssätt och hur långt deras utvecklingsarbete har kommit. Ingen har för närvarande en fullskalig anläggning i drift. Problematiken tycks ligga kring hantering av koldioxiden när denne övergår direkt från gasfas till fastfas vid temperaturen $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, såkallad torr-isbildning. En lämplig lösning på detta problem kan möjligtvis vara en kombination av kryoteknik och en annan typ av avskiljningsteknik som kompletterar den kryogena uppgraderingen, en lösning som Acrion har utvecklat.

Jämförelse mellan kryoteknikerna från respektive aktör i form av finansiell information och metanförluster har resulterat i bäst utsikter för Scandinavian GtS. I ett typfall har en totalkostnad för respektive leverantör beräknats för en anläggning av storleken 1000 Nm^3 rågas per timme vilket har lett till ett kostnadsintervall mellan 1,4 och 2,3 kr per Nm^3 rågas. Av dessa var Acrions teknik dyrast.

Framtiden för den flytande biogasen i ett helhetsperspektiv ser ljus ut. Drivkrafterna bakom en fortsatt utveckling av produktion av LBG bör grunda sig på vinsterna vad gäller distributionen, förutsatt att inget befintligt naturgasnät finns att tillgå. För transport av LBG inom Sverige kan tankbilar användas som är identiska med konventionella LNG-tankbilar. En såkallad LCNG-tankstation som möjliggör tankning av både CBG och LBG medför även minskade driftkostnader då dessa förbrukar betydligt mindre elektricitet än vanliga tankstationer.

För att utvecklingen av flytande biogas ska fortgå måste tydliga mål komma från en högre nivå, exempelvis kommun. På så vis kan stödet från kommunen verka som en garanti för att efterfrågan kommer att öka varpå fler vågar investera, precis som fallet i Linköping.

Kryotekniskt behandlad flytande biogas

En utvärdering med utgångspunkt i Stockholm

090129

Anna Öhman

Gävlegatan 16, 113 85 Stockholm • Tel +46 8 52 25 60 00 • Fax +46 8 52 25 60 01 • www.bs.se
144, avenue des Champs-Élysées 75008 Paris • Tel. +33 1 53 53 57 00 • Fax. +33 1 53 53 97 00 • www.solving-int.com
Paris • Atlanta • Barcelona • Brussels • Buenos Aires • Göteborg • London • Madrid • Milan • Munich • New York • Northwich • Sao Paulo • Rome • Shanghai • Stockholm • Tokyo

- Bakgrund
- Syfte
- Metod
- Resultat
- Slutsats
- Frågor

Stockholm Vatten

- Största producenten av biogas i Stockholmsområdet
- Rötning av avloppsslam på reningsverken i Henriksdal och Bromma
- Arbete pågår att bilda ett renodlat fordonsgasbolag som i ett senare skede ska avyttras från den kommunala verksamheten
- Idag distribueras CBG via korta gasledningar eller växelflak }
- Planer på att öka biogasproduktionen finns



Ny uppgraderingsteknik som löser
distributionsproblemet?

” Utvärdera kryoteknikens tillstånd i dagsläget i ett tekniskt
såväl som ekonomiskt perspektiv

och beröra följderna av en produktion av flytande biogas
utifrån ett helhetsperspektiv, från produktion till slutkund.

Biogassatsningens framgång i Linköping ska även tillämpas
och tas till vara på ”

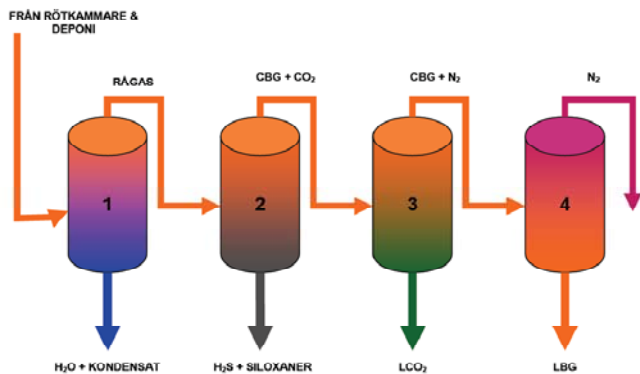
- Kvalitativa intervjuer med berörda personer
- Litteraturstudier av befintligt material
- Studiebesök på en produktionsanläggning i Linköping samt på Henriksdal och Bromma reningsverk i Stockholm



Kryogen uppgradering, "kryoteknik" =
Avskiljning av koldioxid med hjälp av temperatursänkning

- **Scandinavian GtS**
 - Samarbete mellan svenska Scandinavian Biogas och holländska Gastreatment Services
 - Grundades år 2007
- **Acrion Technologies**
 - Kontor i Cleveland, Ohio
 - Grundades år 1989 och består av 4 kemiingenjörer
- **Prometheus Energy**
 - Kontor i Mercer Island, Washington
 - Grundades år 2003

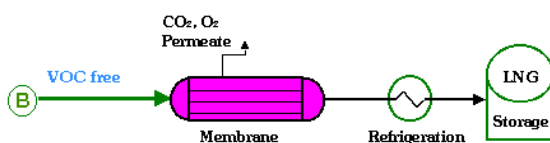
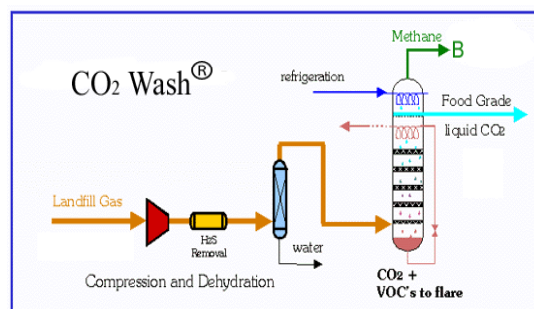
Scandinavian GtS



Källa: Scandinavian GtS. Teknisk beskrivning uppgradering med kryoteknik.

- Kommersiellt kylmedium (R404A)
- Patenterad värmeväxlare
- 0,5 % metanförluster
- 0,45 kWh/Nm³ rågas

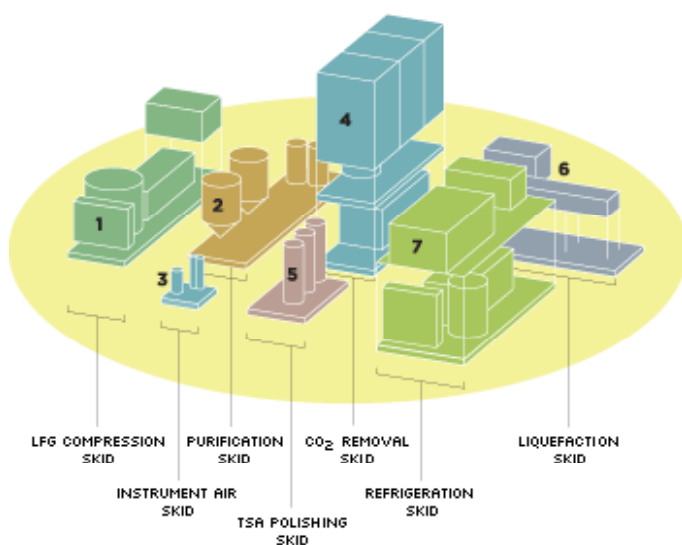
Acrion Technologies



Källa: <http://acrimon.com/> den 2.10.2008

- Kryoteknik plus en konventionell uppgraderingsteknik i form av membranseparation
- 1 % metanförluster i "CO₂ Wash"
- 20 % metanförluster i membranseparationen som kan användas till intern kraftvärmeproduktion
- 0,72 kWh/Nm³ rågas

Prometheus Energy



- Flytande kväve som kylmedium
- 30 % metanförluster som kan användas till intern kraftvärmeproduktion
- 1,05 kWh/Nm³ rågas

Källa: <http://www.prometheus-energy.com/whatwedo/technologyprocessing.php> den 4.11.2008

Status

- **Scandinavian GtS** har en pilotanläggning på Essents Landfill i Weert, Holland, sedan dec 2008. Tester av modul 4 pågår.
- **Acrion** genomförde ett pilotprojekt år 2005 på Burlington County Landfill i Ohio där LBG och LCO₂ producerades med lyckat resultat.
- **Prometheus** försökte under hösten 2006 kommersialisera sin teknik på Bowerman Landfill i Irvine, California, men tvingades att i efterhand byta ut uppgraderingsdelen mot en vanlig PSA-anläggning pga problem.

Identifierat problem:

Hantering av koldioxid-isen som bildas vid tempsänknningen.

Antaganden

- Anläggning av storleken 1000 Nm³ rågas/h
- Totalkostnad har beräknats som inkluderar investerings-, drift- och underhållskostnad
- Annuitetsmetoden har använts på investeringskostnaden:

$$Kapitalkostnad = \frac{I * r}{1 - (1 + r)^{-t}}$$

- Produktionstiden antas vara 85 % årets alla timmar

Jämförelse

	Scandinavian GtS (kr/Nm ³ rågas)	Acrion (kr/Nm ³ rågas)	Prometheus (kr/Nm ³ rågas)
Investeringskostnad	0,55	1,15	0,77
Underhållskostnad	0,41	0,41	0,41
Driftkostnad/Energikostnad	0,45	0,72	1,05
TOTALKOSTNAD	1,4	2,3	2,2

Framtidsutsikter för LBG

- **Produktion**

- Två planerade storskaliga anläggningar i Sverige i samarbete med Scandinavian GtS: Varberg (CBG) och Sundsvall (LBG)
- En testanläggning i Stockholm "Loudden" i samarbete mellan Stockholm Vatten och Scandinavian Biogas

- **Distribution**

- Transport med LNG-trailer
- LCNG-tankstation

- **Fordonstillverkare**

- Nya förutsättningar för tunga fordon

- **Slutkund**

- Krav: större tillgång till biogas samt bättre utbud på gasfordon



- **Teknisk och ekonomisk utvärdering**

- Ingen storskalig kryoanläggning i drift idag
- Kombination av kryoteknik och anslutning av en annan typ av avskiljningsteknik lämplig lösning på koldioxid-isproblemet? Acrion!
- Finansiell jämförelse samt jämförelse av metanförluster gav bäst utsikter för Scandinavian GtS

- **Drivkrafter**

- Vinsterna i distributionen

- **Strategi**

- Tydliga mål måste komma från en högre nivå, ex kommun

Tack!
Frågor?

LNG som försörjningsalternativ i Sverige

Jens Hansson

Examensarbete utfört på Svenskt Gastekniskt Center AB

Flytande naturgas (Liquefied Natural Gas = LNG) är naturgas kyld till $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Såväl som att sammanfatta de tillgängliga alternativen, miljöaspekterna och användningsområdena för LNG så har denna studie som mål att kartlägga kostnaderna i samband med en import av LNG till Sverige, från källan till användaren. Studien utfördes som examensarbete under våren 2007.

De naturgasfyndigheter som ligger närmast de största användarna håller på att ta slut men det finns stora fyndigheter på mer fjärran belägna platser. Tidigare har rörtransport av gasen varit självklar men för transportsträckor över 1000-3000 km är distribution i form av LNG det billigaste alternativet. I Sverige står naturgas för 2 % av den totala energianvändningen och det befintliga röret når inte på långa vägar alla möjliga användare. Dagens alternativ på dessa platser är eldningsolja, koks och kol men en ersättning dessa råvaror med naturgas skulle innebära stora miljövinster – naturgas tillför atmosfären 20 % mindre CO_2 och ger upphov till mycket mindre NO_x , SO_2 och partiklar vid förbränning än olja.

Stora LNG-exportörer i världen är Indonesien, Qatar, Australien och Algeriet och de största importörerna är Japan, USA, Frankrike och Spanien. Världsproduktionskapaciteten ökade med 60 % mellan år 2002 och 2007. Det största användningsområdet för naturgas och LNG är som energikälla, men det kan också användas som råmaterial i kemiska processer, som bränsle för fartyg och vägfordon, kylmedium i värmeverkskyklar, vid luftseparation, i livsmedelsindustrin och som fjärrkyla. Ett oregelbundet användningsmönster av naturgas skulle kunna innebära svårigheter för LNG-terminaler att löna sig – om användningen periodvis är alltför låg så blir den specifika kostnaden för gasen hög. Men genom en kombination av flera olika användningsområden såsom ovan nämnda så ökar den ekonomiska lönsamheten.

Den totala LNG-kostnaden består av inköpskostnad av LNG, transportkostnad och kostnader för terminalen som tar emot och lagrar LNG. I denna undersökning studeras olika rutter, volymer och transportsätt och på så vis skapas en bild av hur den totala kostnaden varierar med dessa parametrar. Vid beräkningen av dessa kostnader har källor från industrin liksom uppskattningar använts. De rutter som valts att studeras anses lönsamma och möjliga i framtiden och går mellan Norge/Algeriet och olika städer i Sverige med järnväg, sjö- och vägtransport. De studerade leveransvolymerna ligger mellan 100 och 20 000 GWh/år.

Beräkningsresultaten visar att norsk LNG kostar mellan 537 och 689 kr/MWh medan algerisk LNG hamnar på 315-324 kr/MWh. Runt 80 % av kostnaden är inköpspris vilket betyder att trots att exempelvis ”renare” transportvägar såsom järnväg kostar mer har den liten inverkan på totalkostnaden. Sjötransport är det mest mångsidiga transportsättet och vägtransport är det billigaste för korta sträckor.

Denna studie visar att LNG skulle kunna vara ett alternativ för att täcka naturgasbehovet efter att de danska fyndigheterna tagit slut. Den har visat sig vara en säker energikälla och marknaden mognar alltmer. Ödet för storskalig LNG-distribution bestäms till största delen av andra större naturgasprojekt i Norden såsom Skanled och Nord Stream. Marknaden för

småskalig LNG har å andra sidan potential att täcka in områdena som inte är röranslutna och är en annan sak. Frågan är om marknadspriset på LNG hålls på en låg nivå genom att den globala LNG-produktionskapaciteten ökar och hur stor inverkan ökade materialpriser har. I vilket fall så kommer flytande naturgas alltid att vara ett bättre miljöalternativ än olja och därför ett alternativ att ha i åtanke när världens energimix är under förändring.



LNG som försörjnings- alternativ i Sverige



Jens Hansson

Kryoteknik för biogasbranschen
29 januari 2009



Examensarbete utfört på
Institutionen för Kemiteknik
Lunds Tekniska Högskola



Projektuppgift

- Kostnaden för LNG-import – från källan till användaren
- Leverantörer – Volymer - Transportmedel
- Miljöaspekter och energieffektivitet
- Peak-Shaving med LNG
- Lokal LNG-produktion i Mät- och reglerstationer



Vad är LNG?

- LNG = Liquefied Natural Gas kylt till $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$
- LNG 1/600 av volymen av okomprimerad gas
→ billigare lagring och transport
- Naturgas:
 - fossilt bränsle
 - rena förbränningsegenskaper
 - mer energi/C än olja och kol



Varför LNG?

- De närmast belägna fyndigheterna håller på att ta slut

Resurser för **10-11 års** förbrukning återstår i Europa och Nordamerika

Fyndigheter för **100-tals år** (med dagens förbrukning) finns i Ryssland, Mellanöstern och Afrika.

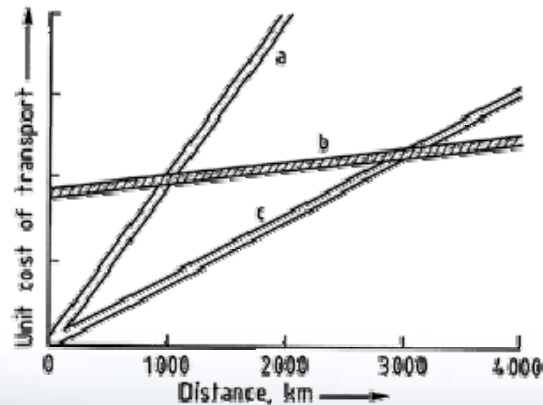


Varför LNG?

- De närmast belägna fyndigheterna håller på att ta slut

Off-shore (a) och on-shore (c) rörledningar är dyrare för **längre** sträckor

LNG-transport (b) billigare från **1000 km** respektive **3000 km**



Varför LNG?

- De närmast belägna fyndigheterna håller på att ta slut
- Miljöskäl

Användning 2006

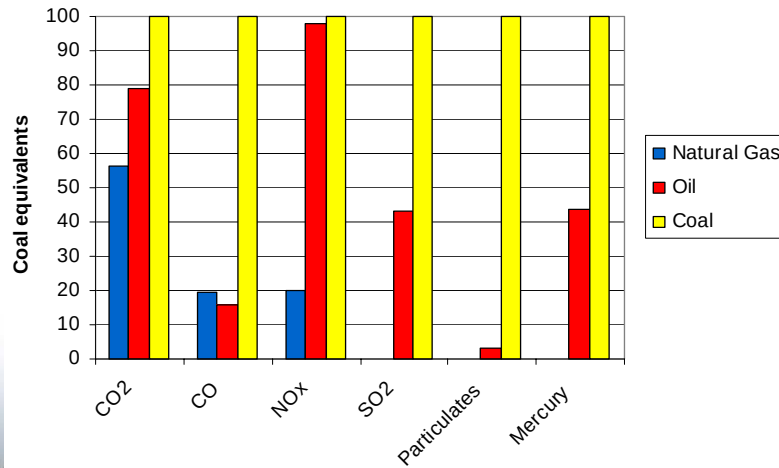
3 TWh torv
54 TWh träbränslen
40 TWh svartlut
9 TWh avfall
8 TWh naturgas
5 TWh gasol

17 TWh tung eldningsolja
12 TWh lätt eldningsolja
12 TWh kol
11 TWh koks
48 TWh petroleum
44 TWh diesel
229 TWh övrigt



Varför LNG?

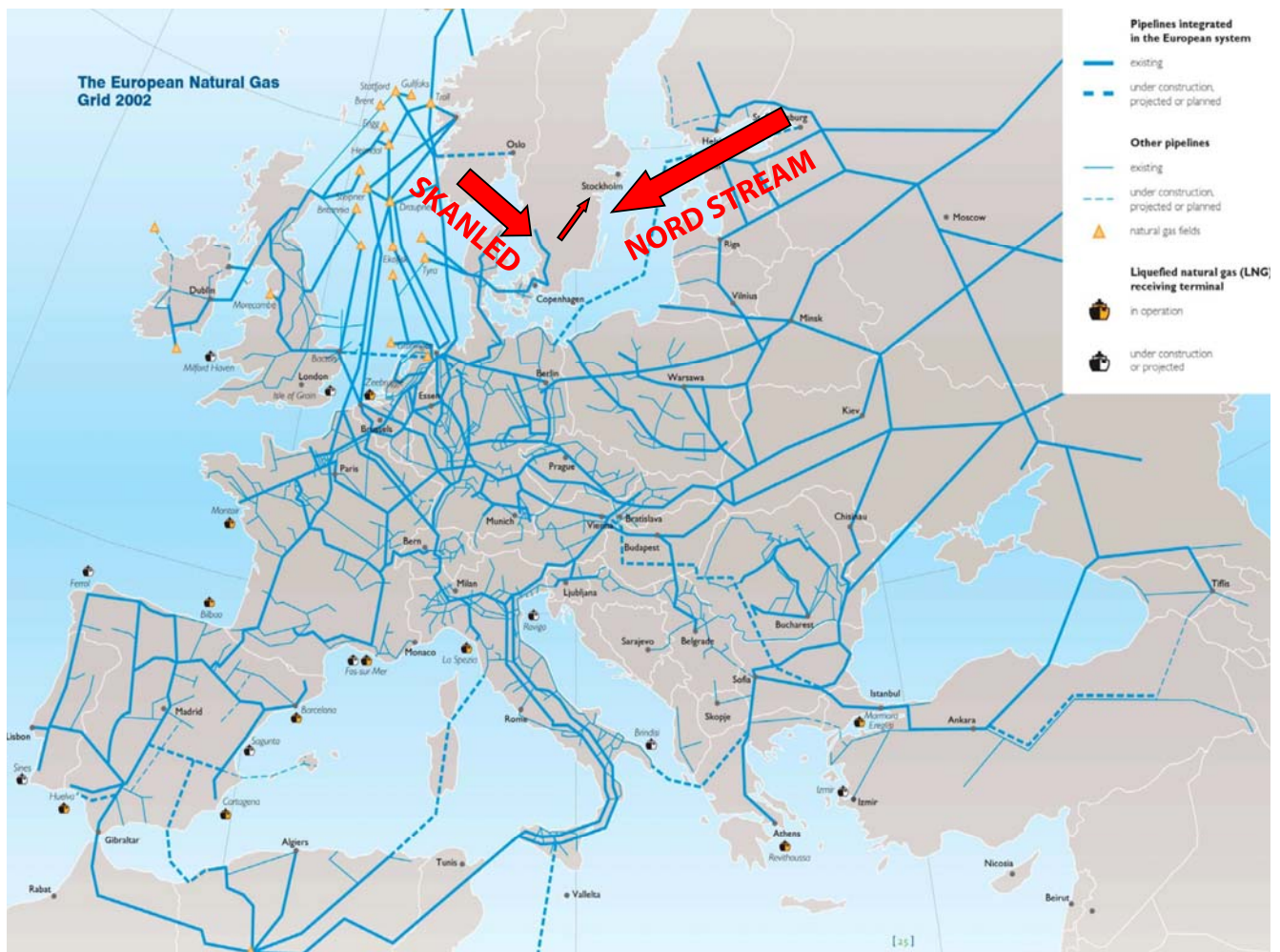
- De närmast belägna fyndigheterna håller på att ta slut
- Miljöskäl



Varför LNG?

- De närmast belägna fyndigheterna håller på att ta slut
- Miljöskäl
- Naturgas används mycket mer i Europa – rörnätet i Sverige bara en stump





Varför LNG?

- De närmast belägna fyndigheterna håller på att ta slut
- Miljöskäl
- Naturgas används mycket mer i Europa – rörnätet i Sverige bara en stump
- En infrastruktur för naturgas förbereder för biogas och vätgas



Säkerhetsaspekter

- färglös, luktlös
- ej korroderande eller giftig
- Liten explosionsrisk
 - instängt utrymme
 - 5-15% koncentration i luft krävs
- värmeläckage → densitetsvariation → övertryck
- fysisk explosion
- pool fire
- Inga större olyckor på 45 år



LNG i korthet

- Specifika användningsområden
 - Fartygsbränsle
 - Vägfordonsbränsle
 - Användning av kylan
 - Peak-Shaving



Luftseparation

Produktion av flytande eller fast CO₂

Kylmedium

Livsmedelindustrin

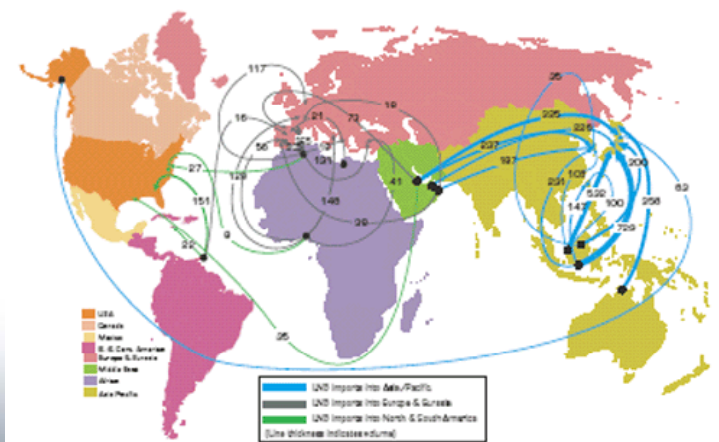
Fjärrkyla



LNG i korthet

- Specifika användningsområden
- LNG globalt

Major LNG Trade Movements, 2002 (Billion cubic feet)



Producenter

Indonesien
Quatar
Australien
Algeriet

Trinidad och Tobago
Egypten
Malaysia
Nigeria

Ryssland
Iran
Norge

Importörer

Japan
Sydkorea
USA
Frankrike
Spanien



LNG i korthet

- Specifika användningsområden
- LNG globalt
- Stor ökning

År 2002:

137 miljoner ton

År 2007:

220 miljoner ton (+60%)

År 2000:

120 fartyg

År 2010:

370-380 fartyg



LNG i korthet

- Specifika användningsområden
- LNG globalt
- Stor ökning
- LNG i Sverige
 - Back-up för biogastankstationer
 - Ny terminal i Nynäshamn 2010
 - E.ON Oxelösund – lagt i malpåse



Typer av LNG-distribution

	Base-load	Small-scale
Importvolymer	Stora	Små
Tillsätts	Stort rörnätverk	Enstaka användare eller stad
Produktions-anläggning	4 Mton/år	0.02-0.2 Mton/år
Fartygskapacitet	150 000 m ³ LNG	1000-10 000 m ³ LNG
Terminalens lagringskapacitet	200 000 m ³ LNG	100 – 10 000 m ³ LNG



Typer av LNG-distribution

Exempel på Small-scale



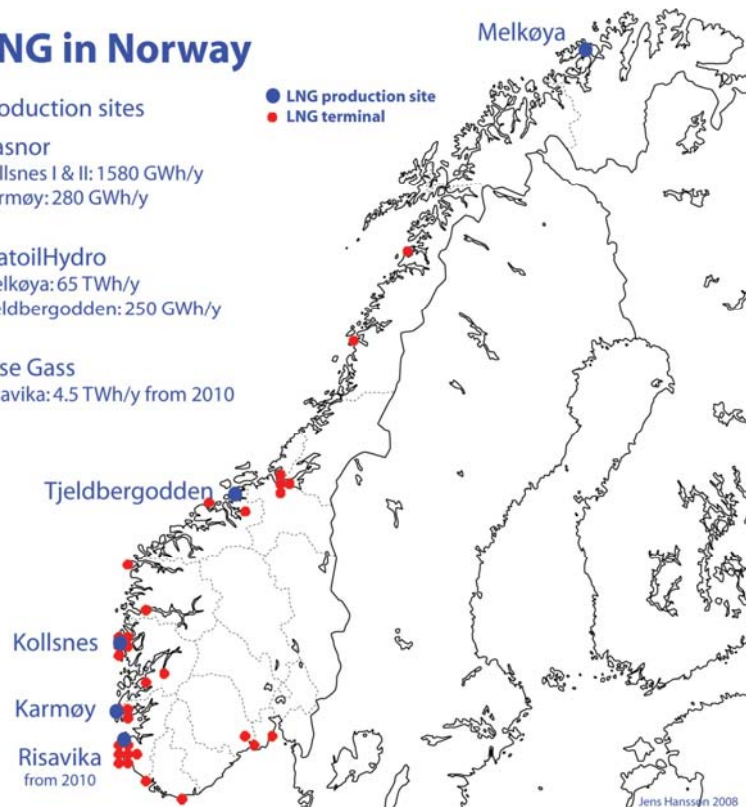
LNG in Norway

Production sites

Gasnor
Kollsnes I & II: 1580 GWh/y
Karmøy: 280 GWh/y

StatoilHydro
Melkøya: 65 TWh/y
Tjeldbergodden: 250 GWh/y

Lyse Gass
Risavika: 4.5 TWh/y from 2010



Värdekedja för LNG



Avlägsnande av vatten och tyngre kolväten (C5+)



Värdekedja för LNG



Pre-Cooled Mixed-Refrigerant

1. **Propankaskad** förkyler gasen
2. Mix av **propan, etan, metan** och **kvävgas** ner till **-162 °C**



Värdekedja för LNG



+Järnväg?



80 000 – 250 000 m³

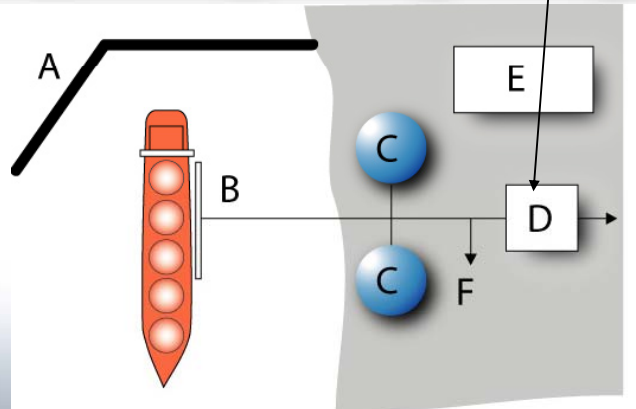


11 000 m³



55 m³

Värdekedja för LNG



Värdekedja för LNG



Lagrings-
tankar



LNG/luft-
förångare



Värdekedja för LNG



Används som vanlig naturgas!



Beräkningar – Kostnad för LNG

Inköp av LNG

+

Transport

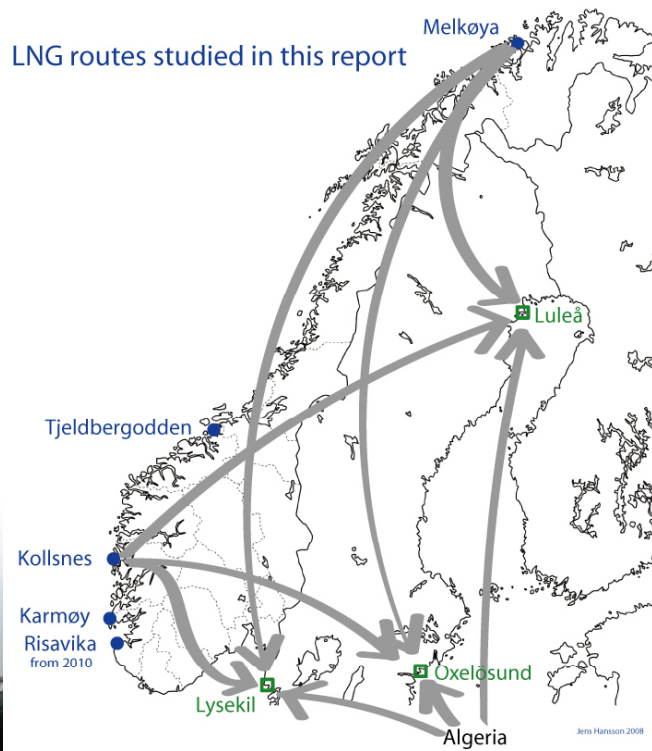
+

Terminal



Beräkningar – Kostnad för LNG

- Rutter



Beräkningar – Kostnad för LNG

- Rutter
- Volym: 100 GWh/år
- 200 GWh/år
- 500 GWh/år
- 1 000 GWh/år
- 5 000 GWh/år
- 20 000 GWh/år
- Sjö, väg och järnväg

Beräkningar – Kostnad för LNG

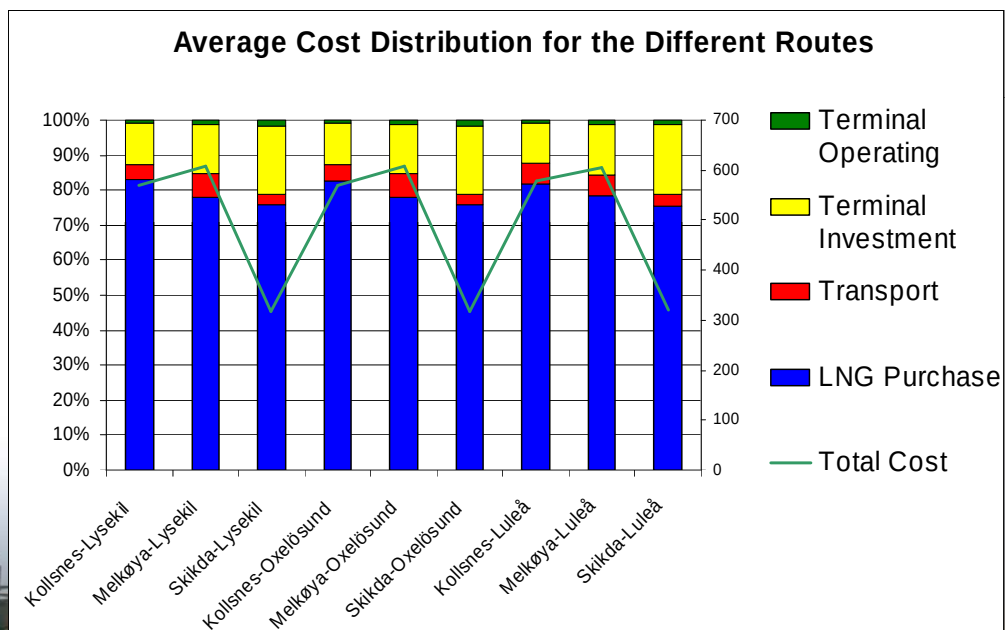
- **Inköp** – inget tillgängligt världsindex
 - Norsk LNG: tumregel/SGC 167
 - Algerisk LNG: LNG Journal European Spot Price
- **Transport**
 - Väg: kostnadsmodell som i SGC 167
 - Järnväg: Green Cargo och VTG
 - Sjö: Anthony Vede och medelkostnader givna av International Energy Agency (IEA)
- **Terminal**
 - Liten: Fortums Nynäshamnterminal
 - Stor: Medelvärde från planerade base-loadterminaler i Nordamerika
- - Driftkostnader: 1% av den specifika investeringskostnaden

Resultat- Kostnad för LNG

- **Norge**
 - Väg: 560 – 608 SEK/MWh
 - Järnväg: 570 – 689 SEK/MWh
 - Sjö: 537 – 555 SEK/MWh
- **Algeriet**
 - Sjö: 315 – 324 SEK/MWh
- **Naturgas:** 428 SEK/MWh (Dong Energy)

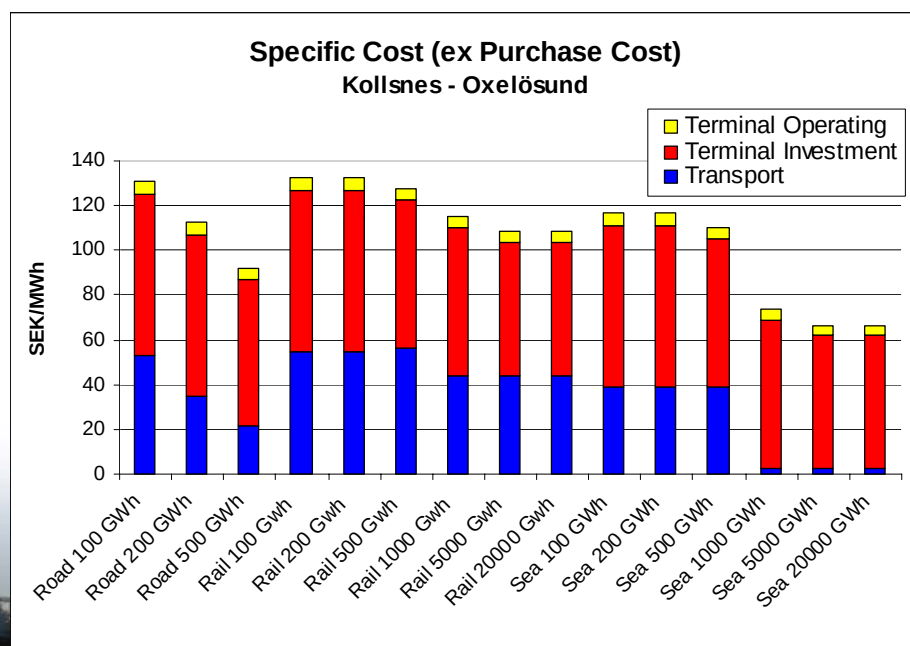
Resultat- Kostnad för LNG

- Kostnadsfördelning



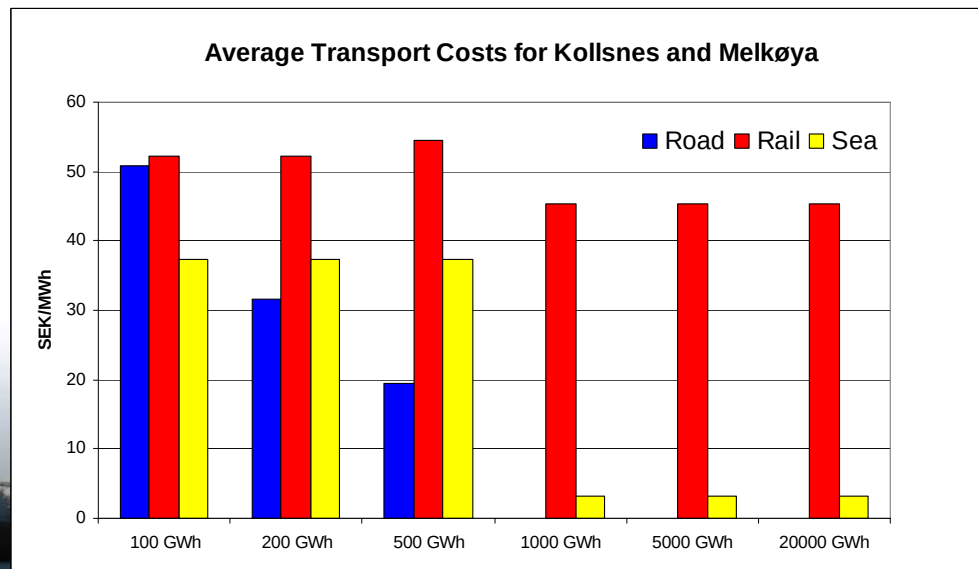
Resultat- Kostnad för LNG

- Kostnadsfördelning
- Volym



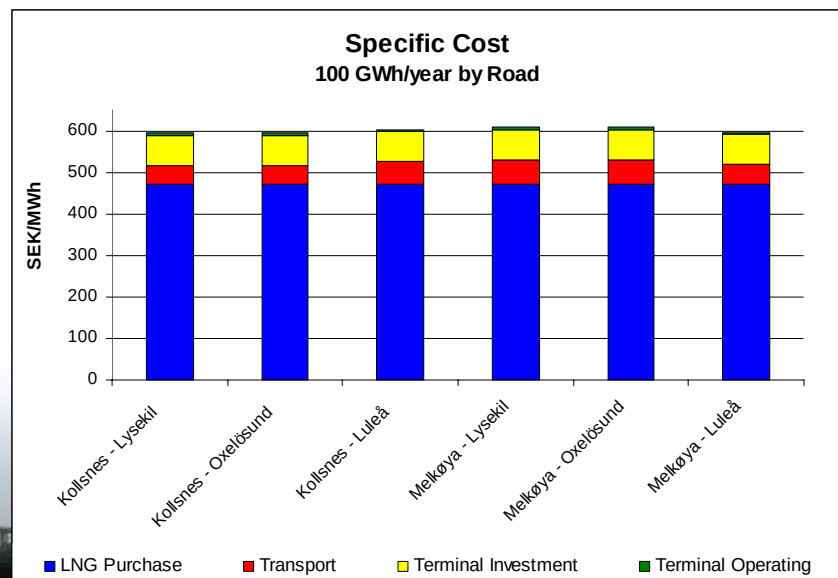
Resultat- Kostnad för LNG

- Kostnadsfördelning
- Volymer
- Transportmedel



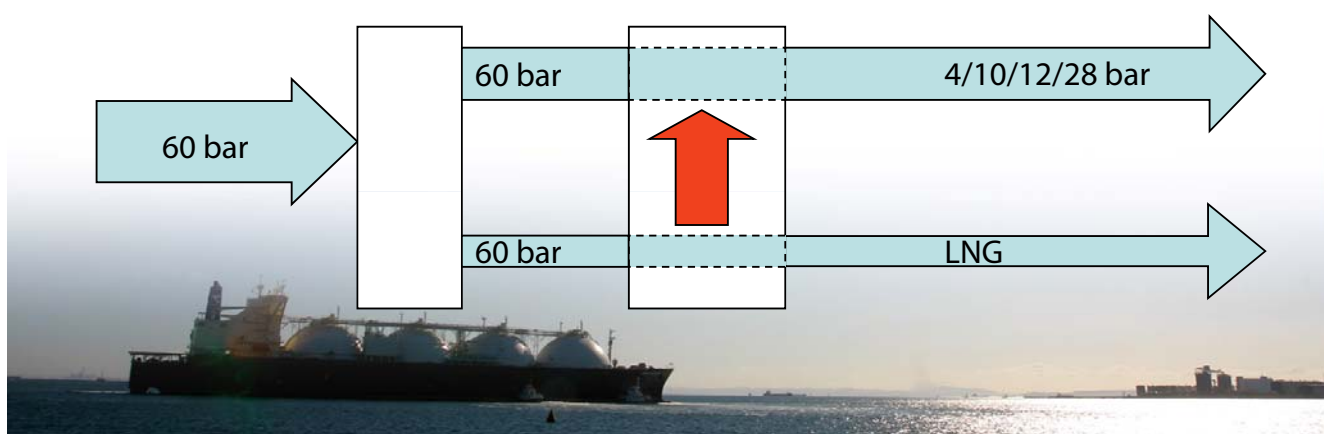
Resultat- Kostnad för LNG

- Kostnadsfördelning
- Volymer
- Transportmedel
- Rutter



Mät- och reglerstationer

- Kontrollerar flödet från **transmissionsledningarna** (60 bar) till **distributionsledningarna** (4/10/12/28 bar)
- Tryckreduktion: **värme** krävs för bibehållen temperatur
- **Dela** gasströmmen, **överföring** av värme mellan strömmarna



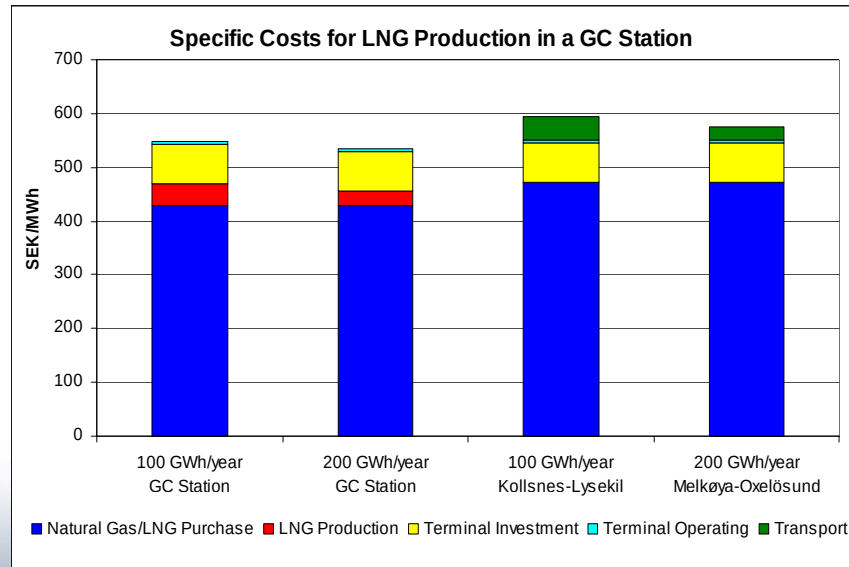
Beräkningar Mät- och reglerstation

- Kostnaden för **lokal produktion** av LNG vid en mät- och reglerstation (MR-station)
- 60 bar → 28 bar (Göteborg)
- Modell som angivits i SGC 167-rapporten



Resultat

Mät- och Reglerstation

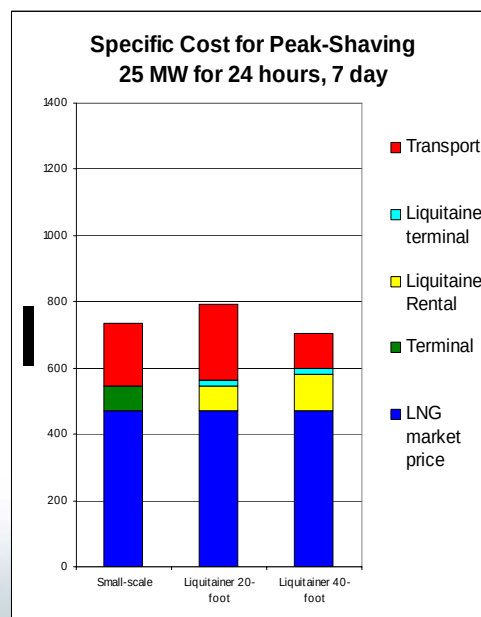
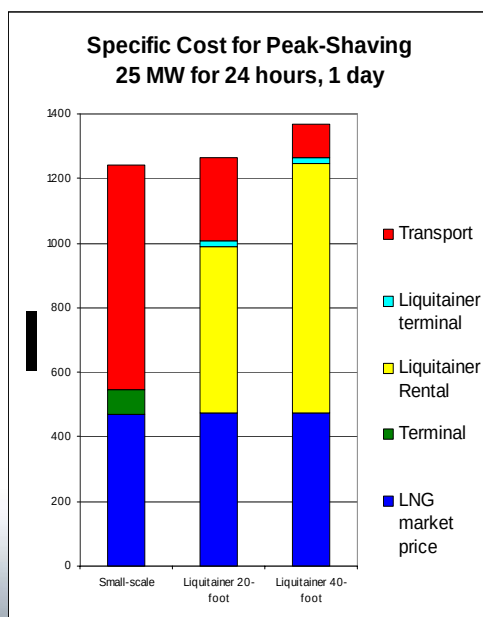


Beräkningar – Peak-Shaving

- Krav: 20-30 MW i totalt 24 timmar, 1 dag/år = 600 MWh/år
- Lösning 1: Small-scale LNG-import
- Lösning 2: Portabel LNG-container (20/40-fot)



Resultat – Peak-Shaving



Slutsatser

- **Varför inte?**
Varierande förbrukningsmönster i Sverige
Andra projekt kan ersätta *base-load*-import
Fossilt bränsle - LCA visar på stora miljöeffekter
Säljarens marknad
- **Varför?**
Specifika användningsområden: Fartygs- och fordonsbränsle
Kombination av användningsområden
OK om det är olja som ersätts
Small-scale är fortfarande ett alternativ dit rör inte når och olja är alternativet
När produktionskapaciteten ökar, mognar marknaden



Frågor?



Tack för uppmärksamheten



Rapporten i sin helhet är tillgänglig i SGC:s rapport-samling på www.sgc.se under benämningen SGC197.

Presentation av biogasprojekt i Sundsvall

Folke Nyström, MittSverige Vatten AB

MittSverige Vatten är ett regionalt VA-bolag som svarar för driften av VA-anläggningarna i Sundsvall, Timrå och Nordanstigs kommuner och där all personal är anställd. Kommunernas anläggningar ägs av de enskilda kommunernas ägarbolag, Sundsvall Vatten, Timrå Vatten och Nordanstig Vatten.

För att hitta långsiktiga lösningar och uppfylla branschens mål har vi kommit fram med en ide' om att sammanföra VA-bolagets avloppsslam med skogsindustrins bioslam och det organiska hushållsavfallet i en gemensam rötningsanläggning, ett biogaskombinat.

Syftet är att få ut största möjliga nytta i form av biogas för fordonsdrift och rötrest förädlad till näringsrik gödningsprodukt med huvudinriktning på skogsgödsling.

Arbetet har lett till att det för närvarande pågår två projekt med biogasinriktning. Dels en förstudie för det ovan nämnda biogaskombinatet dels ett projekt som syftar till att snarast uppgradera den nuvarande produktionen av rötgas vid största reningsverket, Tivoliverket, till fordonsgas och att ordna med distribution och försäljning av denna gas. Båda projekten sker helt i linje med nationella, regionala och lokala miljömål. Förstudien av biogaskombinatet ska beskriva de tekniska, ekonomiska, miljö- och avtalsmässiga konsekvenserna av projektet.

Fordonsgasprojektet är ett pilotprojekt som är avsett att etablera en efterfrågan för fordonsgas, bidra till teknikutveckling på området och att utveckla samarbetet med aktörer på marknaden. I fordonsgasprojektet kommer att uppgradering, distribution och försäljning att ske på kommersiella villkor av privata aktörer i samverkan.

Första steget togs i oktober 2008 med ett provisoriskt tankställe för 2 sopbilar. Detta försörjs med gasflak som fraktas från Östersund.

Under april –09 kommer en kommersiell gastankstation att tas i bruk i Sundsvall. Den försörjs under första tiden med flytande naturgas (LNG) för att vid halvårsskiftet börja ta flytande biogas (LBG) från Tivoliverket.

Vid stationen finns en förångare som omvandlar den flytande metanen till gasform innan den tankas i fordon, i framtiden kommer det att finnas möjlighet att tanka fordon med flytande metan.

Biogaskombinatet

Arbetet med förstudien för biogaskombinatet pågår våren 2009. Beslut om investering tas under hösten 2009.

Produktion av c:a 3,5 miljoner m³ biogas (motsv. 3,8 miljoner liter bensin) kan då påbörjas kring årsskiftet 2012/2013.

Process

Organiskt avfall från hushållen och slam från reningsverk och industri skickas till ett gemensamt biogaskombinat bestående av rötnings, slambehandlings och gasreningsanläggning. Anläggningen försörjs med värme och ånga från Sundsvall Energis avfallsförbränningsanläggning. Biogasen uppgraderas till fordonsgas.

Rötresten/slammet avvattnas, kväveberikas och torkas/granuleras till ett gödningsmedel som i första hand är avsett för skogsgödsling. Näringsämnen i det rejekt som uppstår i slambehandlingen kommer dels att användas för att ersätta insatsämnen för industrins avloppsrening och dels att ingå i gödningsmedlet.

Genom skogsgödslingen kommer skogens tillväxt att öka vilket både binder mera CO₂ och ger mera skogsråvara till industrin.

Potential

Förutom den kända mängden substrat beräknas det finnas en potential i regionen för att öka produktionen till 4,5 – 5,0 miljoner m³ biogas, vilket beräknas räcka till 1500 – 2000 bilar.

Gödningsmedel

I ett separat samverkande projekt pågår utveckling av rötresten till ett högvärdigt gödningsmedel i första hand inriktat mot skogsgödsling. Detta projekt leds av SLU i Umeå och har MittSverige Vatten, SYVAB och svenskt Vatten som medfinansiärer.

Fordonsgasprojektet

”Fordonsgas 2008” kallas projektet om småskalig LBG produktion i Sundsvall.

Projektet startas för att skapa en marknad för fordonsgas innan det stora biogaskombinatet kommer i produktion och för att bidra till utveckling av ny teknik i samarbete med andra aktörer.

I projektet kommer Sundsvall Vatten att göra säkerhetsanalys, grund- och markarbeten samt framdragande av medieförsörjning till uppgraderingsanläggningen.

Inom Sundsvall Vattens tillstånd kommer företagen Scandinavian GTS i samarbete med AGA att på kommersiella villkor ställa upp och driva gasrening, distribution och försäljning av fordonsgas. Gasuppgraderingen kommer att ske med den s.k. *Kryometoden* vilket innebär att CO₂ och Metan skiljs genom nedkylning till flytande tillstånd. Produktionen kommer att uppgå till c:a 400 000 m³ fordonsgas i form av flytande metan (**LBG**). **LBG** formen möjliggör en effektiv landsvägsdistribution och en kommande användning direkt i flytande form för tunga fordon med s.k. *DUAL FUEL*-teknik.

Som back-up vid driftproblem kommer flytande naturgas (LNG) att användas.

Antal fordon som efterfrågar fordonsgas beräknas utvecklas från 15 fordon under 2009 till mellan 500 – 600 fordon år 2012. Sundsvalls kommun har en ambition att anskaffa ett stigande antal tjänstefordon med gasdrift.

Effekter

Biogas som fordonbränsle bidrar med

- Minskad förbrukning av fossila bränslen
- Minskade utsläpp av koldioxid
- Minskade utsläpp av partiklar.

Övriga positiva effekter

- Utnyttjar näringsämnen, kväve och fosfor, som skogsgödning och i reningsprocessen.
- Långsiktigt hållbar hantering av avloppsslam och organiskt hushållsavfall, uppfyller nationella och lokala mål.
- Ger ett system med sammantaget hög energieffektivitet.

- Rationell och lönsam hantering av restprodukter.
- Frigör behandlingskapacitet vid avfallsförbränningen vid Korstaverket.
- Kravet på hygienisering av avloppsslam klaras.
- Produktion av skogsgödning bidrar till ökad skogstillväxt vilket bidrar till ökat upptag av CO₂.
- Stärker regionens image.



Biogas i Sundsvall

MittSverige Vatten AB
Folke Nyström
Utvecklingschef för avlopp



MittSverige Vatten AB.



Bakgrund



Grundläggande ide' är att sammanföra VA-bolagets avloppsslam med skogsindustrins bioslam från reningen i pappersbruket och det organiska hushållsavfallet till ett gemensamt **biogaskombinat**.

Syftet är att få ut största möjliga nytta i form av biogas för fordonsdrift och rötrest förädlad till näringsrik gödningsprodukt med huvudinriktning på skogsgödsling



Två projekt

- **”Förstudie Biogaskombinatet”**
 - I linje med nationella och lokala miljömål.
 - Skall beskriva tekniska-, ekonomiska- och avtalsmässiga konsekvenser.
- **”Fordonsgas 2008”** Att omgående uppgradera reningsverkets nuvarande biogas till fordonsgas
 - Ett pilotprojekt.
 - Etablera marknad/efterfrågan.
 - Bidra till teknikutveckling.
 - Utveckla samarbete med andra aktörer.



MRP 2008

Lokal regeringsförklaring för Sundsvall 2007 – 2010.

"Vi ska ligga steget före och dra nytta av omställningen till ett hållbart samhälle. Vi ska därför underlätta framväxten av förnyelsebara bränslen och energi."

"Minst hälften av kommunens fordon ska drivas med förnyelsebara bränslen."

Mål- och resursplan 2008 med plan för 2009 – 2010.

"Klimatpåverkan och övrig negativ miljöpåverkan minskar. Energi- och resurshushållningen och effektiviseringen ökar genom lösningar där flödena ingår i kretslopp. Användningen av fossila bränslen minskar."

"Kommunens engagemang för framväxten av alternativa drivmedel i Sundsvall ska stärkas".

"Utsläppen av koldioxid från kommunens transporter ska halveras till 2010."



Tänkt utveckling



"Fordons-
gas 2008"

- 1 Provisoriskt tankställe för de 2 gasdrivna sopbilarna finns sedan oktober 2008.
- 2 I april 2009 kommersiell tankstation i centrala Sundsvall.
- 3 Halvårsskiftet 2009 tas biogas från Tivoliverket.

"Förstudie
Biogas-
kombinatet"

- 4 Arbetet med förstudien pågår till våren 2009. Beslut om investering tas under hösten 2009. Produktion av ca 3,5 miljoner m3 biogas (3,8 miljoner liter bensin) kan då påbörjas kring årsskiftet 2012/2013.



BIOGASKOMBINAT

Förstudie



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden



SUNDSVALLS
KOMMUN



Härnösands
kommun



TIMRÅ KOMMUN

Skogsgödning förstudie



Svenskt Vatten

Tidsplan biogaskombinat



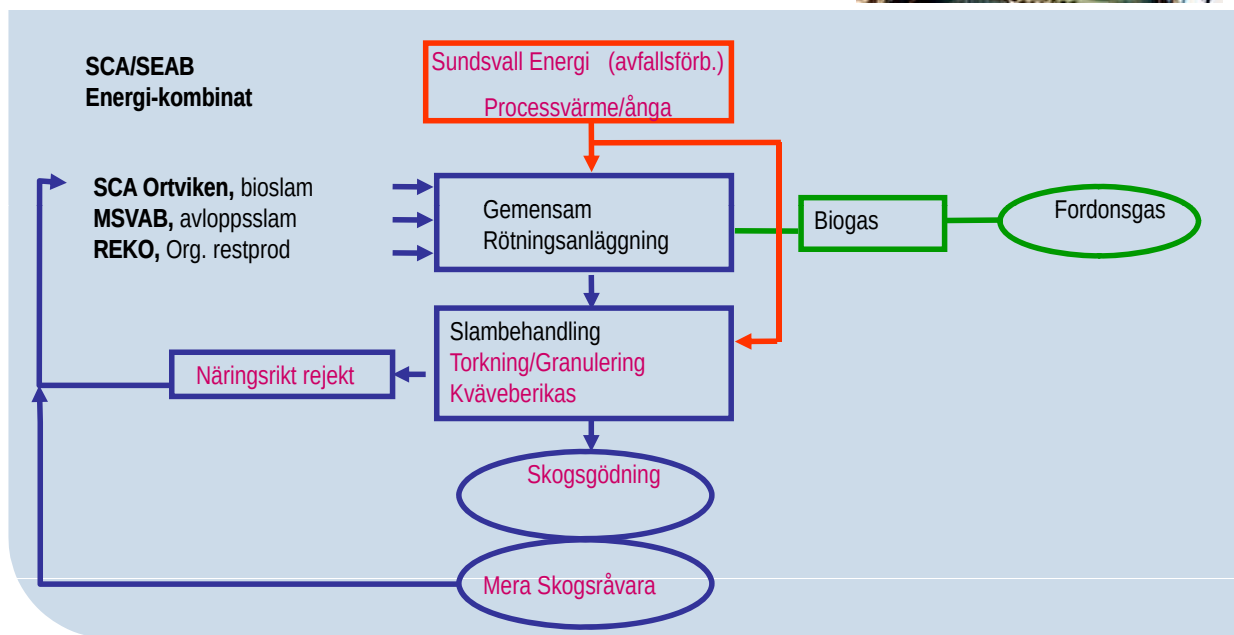
- Förstudie klar juni 2009
- Beslut under hösten 2009
- Projektering, upphandling 12 månader
- Byggande 12 månader
- Drift våren 2013



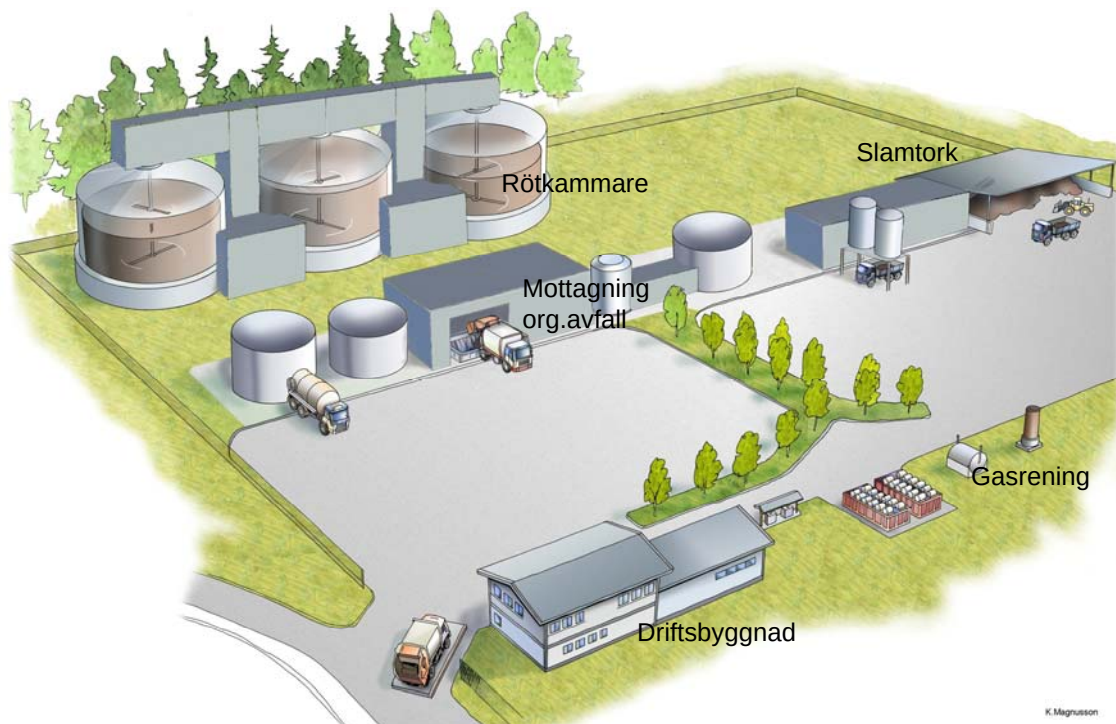
EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden



Biogaskombinat



Idéskiss över biogasanläggning



Känd fordonsgaspotential

4,5-5,0 Milj.*Nm³/år

räcker till



• Egna fordon	150 st	300 000 Nm ³ /år
• Sopbilar	10 st	250 000
• Bussar	10 st	350 000
• Privata fordon	1 500 st	3 500 000

Reducerar utsläppen av koldioxid med 12 000 ton/år.

*Normalkubikmeter, motsv. 1,0 l dieselbränsle.



Gödsling med skogstraktor

Produktion av skogsgödning bidrar till ökad skogstillväxt vilket ökar upptag av CO₂.

Kenneth Sahlén, SLU, Inst f skogens ekologi och skötsel



"Fordonsgas 2008"

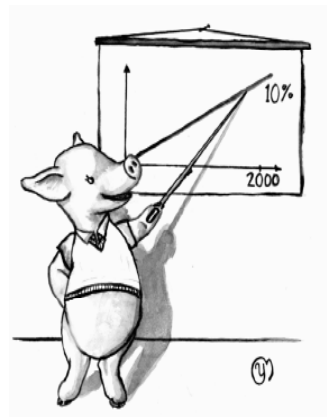
SMÅSKALIG LBG PRODUKTION I SUNDSVALL

Ny teknik för att etablera marknad

- Rågas från Tivoliverket
- Årlig produktion av 400.000 Nm³ flytande metan (fordonsgas)
- Fordonsgas till tung trafik
- Möjliggör effektiv landsvägsdistribution
- Liten beställarrisk



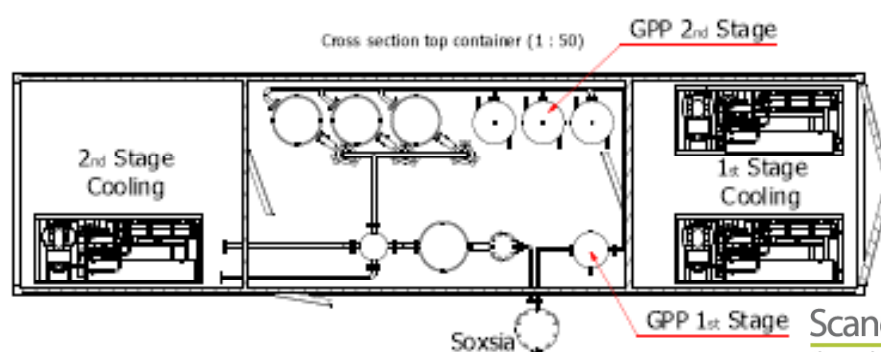
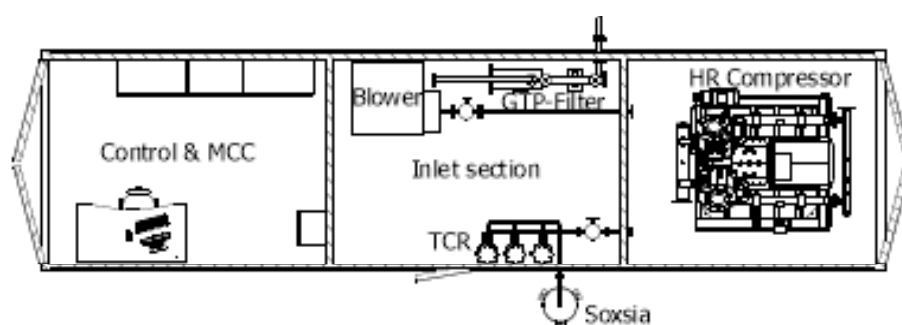
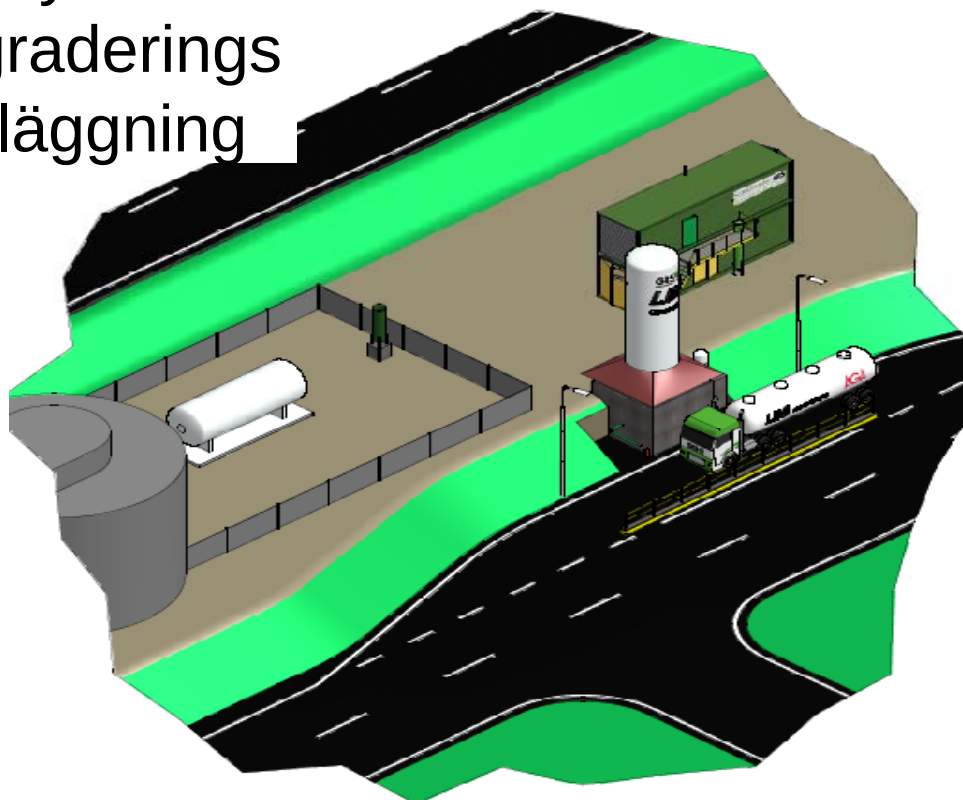
Bedömd efterfrågan 2009-2012 Antal fordon



	2009	2010	2011	2012
• Kommun	15	50	100	130
• Privata fordon		25	50	150
• Summa	15	75	150	280



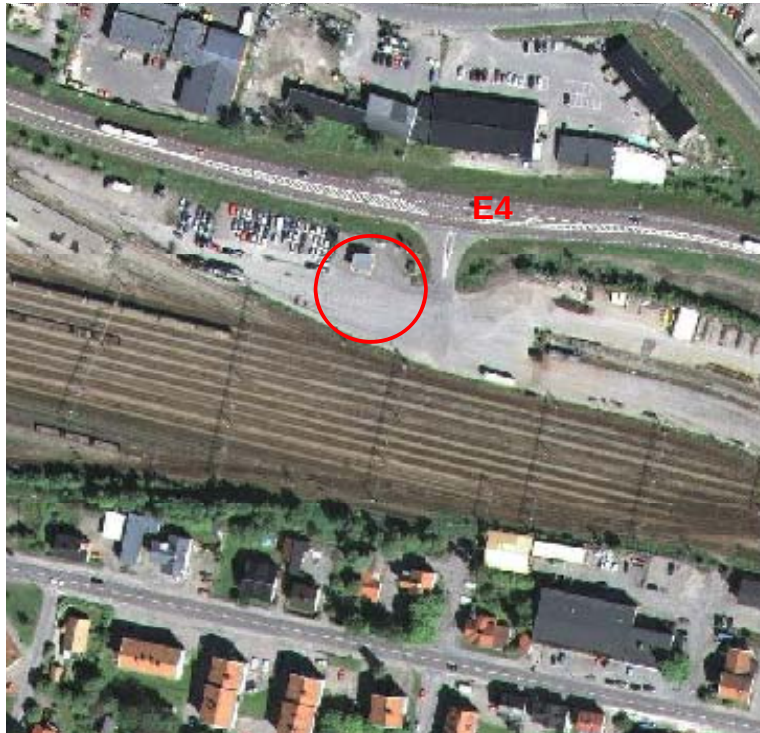
Layout Uppgraderings - anläggning



Scandinavian GTS
developing partners



LCBG/LCNG tankstation vid Preem i Sundsvall

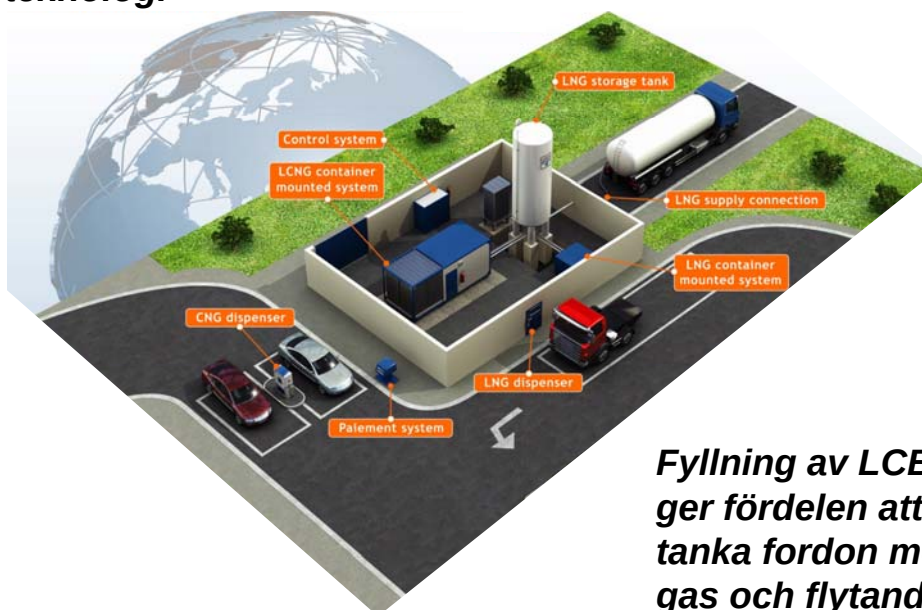


LCNG i April 2009

LCBG (LCNG) i
augusti 2009



Existerande teknologi



***Fyllning av LCBG/LCNG
ger fördelen att kunna
tanka fordon med både
gas och flytande metan***



Biogas som fordonsbränsle

- Minskad förbrukning av fossila bränslen.
- Minskade utsläpp av koldioxid.
- Minskade utsläpp av partiklar.

Övriga positiva effekter

- Utnyttjar näringsämnen, kväve och fosfor, som skogsgödning och i reningsprocessen.
- Långsiktigt hållbar hantering av avloppsslam och organiskt hushållsavfall, uppfyller nationella och lokala mål.
- Ger ett system med sammantaget hög energieffektivitet.

Foto: Åsa Grip



Positiva effekter

- Rationell och lönsam hantering av restprodukter.
- Frigör behandlingskapacitet vid Korstaverket.
- Kravet på hygienisering av avloppsslam klaras.
- Produktion av skogsgödning bidrar till ökad skogstillväxt vilket bidrar till ökat upptag av CO₂.
- Stärker regionens image.

Foto: Anna-Karin Åström



Tack

Folke Nyström

folke.nystrom@mittsverigevatten.se



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden



Kryogen uppgradering av biogas med kyla från värmedriven absorptionskylmaskin

Henrik Hermansson

Examensarbete utfört på Göteborg Energi AB

Detta är ett examensarbete som genomförts hos Göteborg Energi AB och syftar till att utreda om kryogen uppgradering av biogas med fördel kan ske genom att producera nödvändig kyla med värmedriven absorptionskylmaskin. Göteborg Energi är en av tre parter som tillsammans ska bygga en biogasanläggning i Lidköping som ska vara i drift 2010. Anläggningen ska producera 30 GWh flytande biogas per år.

Arbetet utreder om det är fördelaktigt ur ekonomiskt, energimässigt och miljömässigt perspektiv att uppgradera biogas med kryogen teknik med värmeproducerad kyla. En jämförelse görs först med kryogen teknik där kylan är producerad med el och sen med andra uppgraderingstekniker. Som stöd har två olika processsimuleringsprogram används, Hysys och DESIGN II.

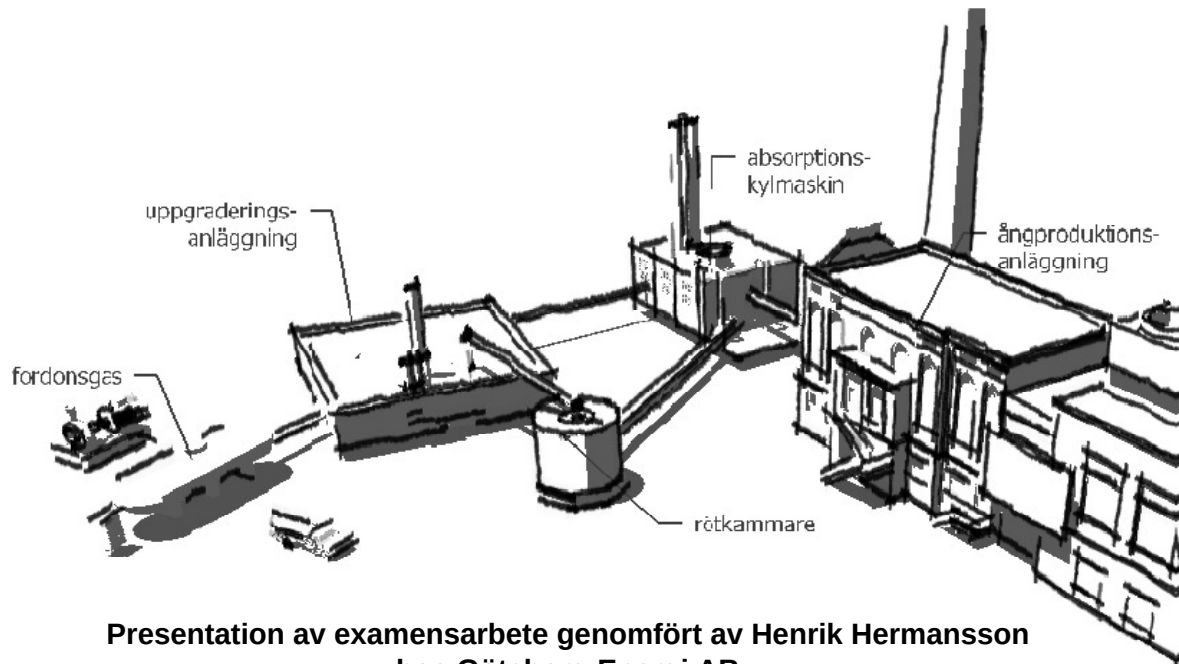
Resultatet visar att energianvändningen ökar då värmedriven kyla används i jämförelse med kyla producerad med el. 0,47 kW/Nm³ rågas för kryo med absorptionskyla och 0,29 kW/Nm³ rågas med el. Om det finns avsättning för spillvärmen kan energianvändningen i uppgraderingen minska till 0,29 kW/Nm³ rågas och 0,15 kW/Nm³ rågas för systemet med värmedriven respektive eldriven kyla. I jämförelse med andra uppgraderingstekniker ligger 0,47 kW/Nm³ bland de teknikerna med högst energianvändning medans 0,29 kW/Nm³ placerar sig bland de teknikerna med lägst energianvändning.

Resultat visar att klimatpåverkan från uppgraderingen, som kommer av metanslip och elanvändningen, minskar marginellt om kylan produceras med värme istället för el. Resultatet varierar mycket beroende på hur koldioxidutsläppen från marginaelen beräknas. I jämförelse med andra uppgraderingstekniker ligger kryo lägre än de flesta andra. Undantaget är COOAB-tekniken som i denna jämförelse är överlägset bäst tack vare lågt metanslip och liten elanvändning.

Ekonomisk jämförelse med andra uppgraderingstekniker visar att kostnaden för energianvändningen ligger i samma nivå som övriga uppgraderingstekniker i jämförelsen, ca 0,03 kr/kWh uppgraderad gas. Om det finns avsättning för spillvärmen sjunker kostnaden till 0,024 och 0,02 kr/kWh uppgraderad gas för kryoteknik med kyla ifrån värme respektive el.

Slutsatsen av arbetet är att utnyttjandet av tillgänglig spillvärme gör att god driftsekonomi kan erhållas i jämförelse med andra uppgraderingstekniker. Aningen bättre miljöprestanda kan erhållas om kylan till den kryogena uppgraderingen produceras med värme istället för el, annars är det alltid mer fördelaktigt att använda el i samband med kryogen uppgradering.

Kryogen uppgradering av biogas med värmedriven absorptionskyla



Presentation av examensarbete genomfört av Henrik Hermansson
hos Göteborg Energi AB



Disposition

Bakgrund till exjobbet
Syfte och frågeställning
Tekniken
System med kryogen uppgradering
Dimensionering av utrustning
Resultat
Synergieffekter med LBG?
Sammanfattning och slutsats
Frågor



Bakgrund till exjobbet

- Jespers exjobb
 - "LNG är kondenserad metan, det sker vid ca $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ och minskar volymen ca 600 gånger"
- Professor Björn Karlsson
 - Kolkondens på marginalen, minska elanvändningen
- Exergi
 - Använd så lågkvalitativ energi som möjligt
- Absorptionskylmaskin
 - Gör kyla av värme

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor



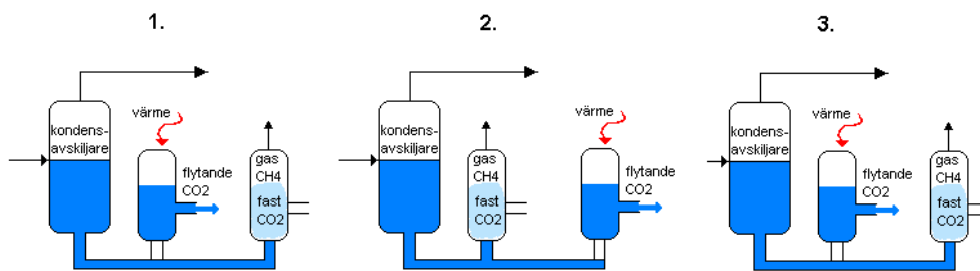
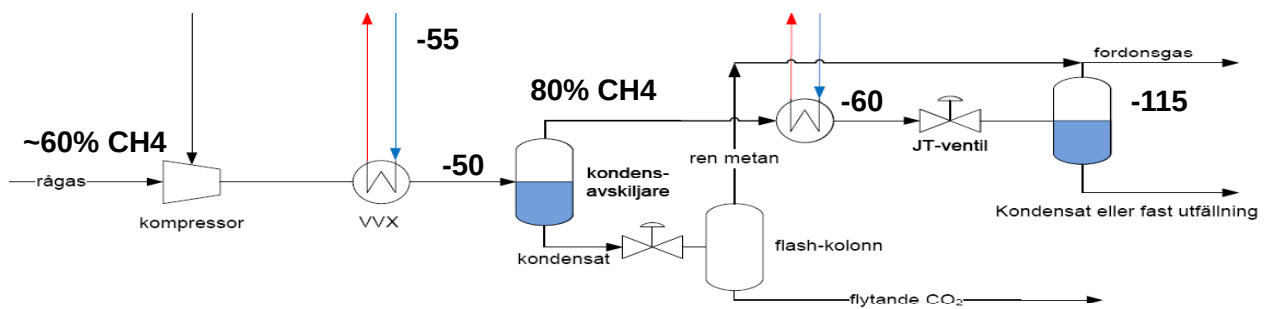
Syfte och frågeställning

- Syfte
 - Att undersöka om biogasanläggningen i Lidköping kan dra nytta av kryogen uppgradering där nödvändig kyla, helt eller delvis, erhålls med en absorptionskylmaskin som får sin drivenergi från fjärrvärme eller ånga.
- Frågeställning
 - Är det fördelaktigt ur ekonomiskt och miljömässigt perspektiv att använda värmedriven absorptionskyla för att erhålla kyla vid kryogen uppgradering av biogas?

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor



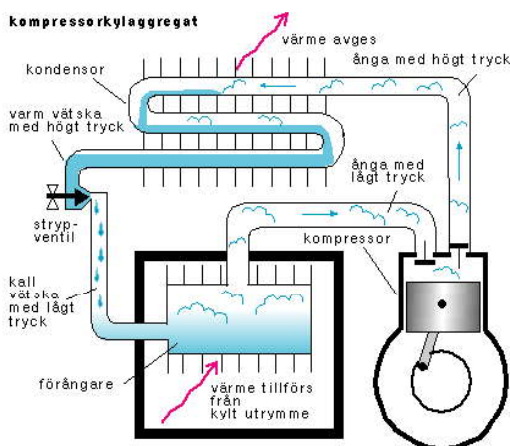
Teknik - kryouppgradering



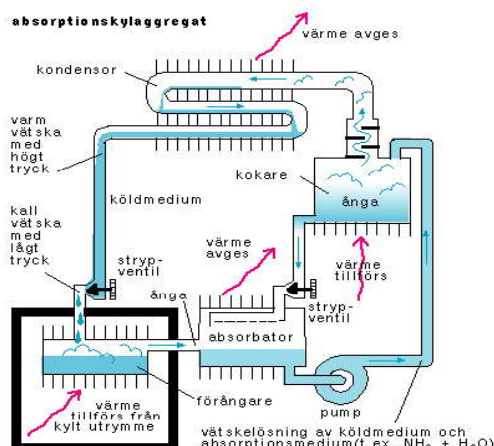
Göteborg Energi



Teknik - kylmaskin



COP: ca 1,5



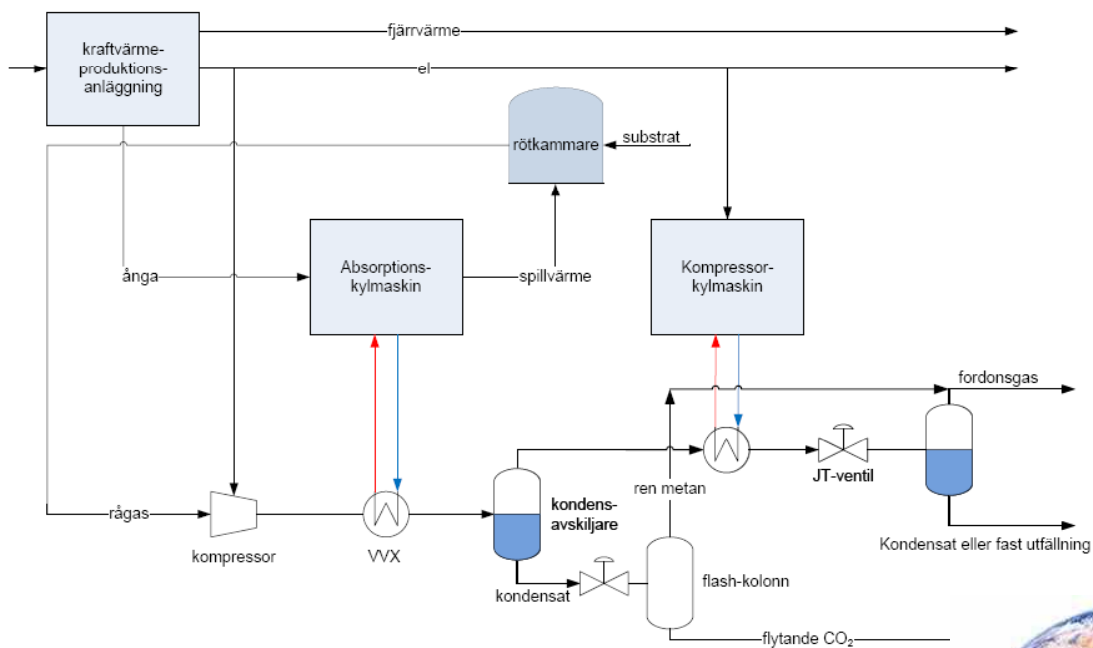
COP: ca 0,5
mintemp: -60° C

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor

Göteborg Energi



Kryo med absorptionskyla

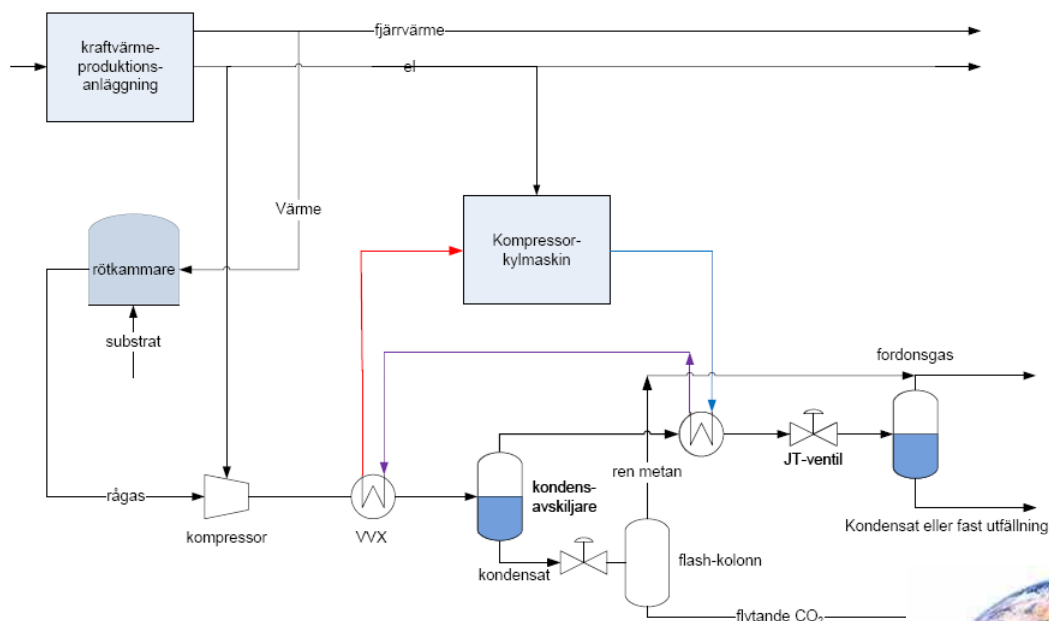


- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor

Göteborg Energi



Kryo med elkompressorer



- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor

Göteborg Energi



Dimensionering av utrustning

System	Krav	Effekt
Kylproduktion med AKM	•maximal kyla -55°C → rågas-temperatur ca -50°C •700Nm3 rågas/h från 20° till -50°C	70 kW
Kompressor-arbete	•Efter JT-ventilen måste ca -115°C erhållas för ca 97% metan i gasen •Kompression från 1 till 58 bar uppfyller kraven ovan. •700 Nm3 rågas/h	150 kW

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor



Resultat, energianvändning med AKM

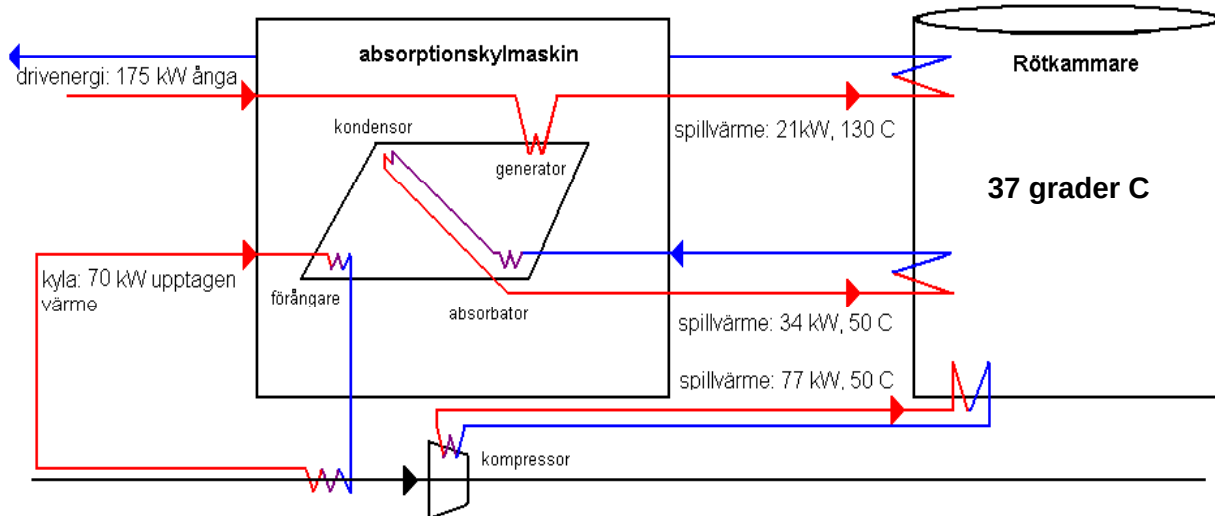
	ånga	el, kompressor	el, pumpar och kylning -50 till -60°C	totalt
effekt [kW]	175	150	20	345
energianv. [MWh]	1533	1314	175	3022
årskostnad [SEK]	360000	580000	78000	1018000
energikälla	enhet	pris	källa	
ånga, 170°C	kr/MWh	237	beräknat på produktionsbortfall från ångturbin	
el	kr/MWh	444	VPP-rapport	
spillvärme	kr/MWh	200	alternativ produktionskostnad med biobränsleeldad hetvattenpanna	

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor

- Energianvändning: 0,49 kW/Nm3 rågas
- Kostnad för energianvändning: 0,033 kr/kWh fordonsgas



Värmeväxling av spillvärmen



- Tillgänglig spillvärme mellan 56 och 42 grader: 132 kW, 1,2 GWh
- värmebehov hos rötkammaren: ca 10 % av producerad energi, dvs ca 3 GWh

Göteborg Energi



Resultat, energianvändning med AKM och värmeväxling av spillvärme

	Total	Tillgänglig spillvärme mellan 56 och 42°C	Totalt effekt i uppgradering med VVX
effekt [kW]	345	132	213
energianv. [MWh]	3022	1156	1866
årskostnad [SEK]	1018000	231000	787000
energikälla	enhet	pris	källa
ånga, 170°C	kr/MWh	237	beräknat på produktionsbortfall från ångturbin
EI	kr/MWh	444	VPP-rapport
spillvärme	kr/MWh	200	alternativ produktionskostnad med biobränsleeldad hetvattenpanna

- Energianvändning: 0,29 kW/Nm³ rågas
- Kostnad för energianvändning: 0,026 kr/kWh fordonsgas

Göteborg Energi



- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor

Resultat, jämförelse av energianvändning

Uppgraderingsmetod	Energianvändning [kW/Nm ³]	varav el	varav värme	källa
kryo med AKM	0,49 (0,29)	0,24 (0,1)	0,25 (0,19)	beräknat
kryo med KKM	0,30 (0,15)	0,30 (0,15)	låg	beräknat
kryo Scandinavian GtS	0,23	0,23	låg	SGtS
PSA	0,36	0,36	låg	SwedPower
skrubber, genomströmning	0,32	0,32	låg	SwedPower
skrubber, recirkulering	0,4-0,5	0,4-0,5	låg	SwedPower
selexol	0,3	0,3	låg	SwedPower
COOAB	0,57	0,1	0,47	SwedPower

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor



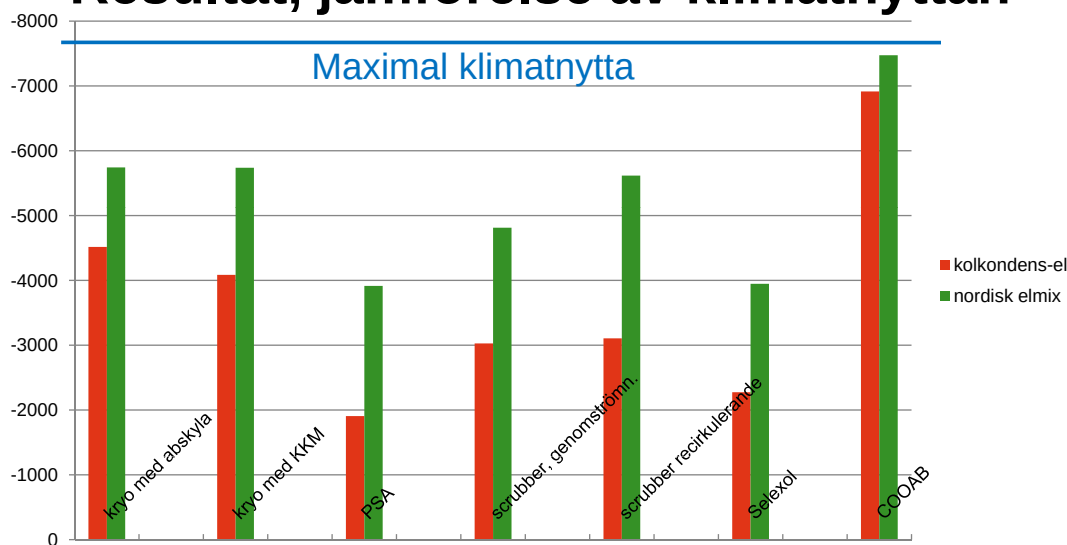
Resultat, jämförelse av energikostnad

	AKM	KKM	PSA	skrubber	selexol	COOAB
Energianvändning kWh/Nm ³ rågas	0,49	0,30	0,36	0,32	0,3	0,57
kostnad kr/kWh fordonsgas	0,032	0,026	0,033	0,029	0,027	0,050
Energianvändning med avsättning för spillvärme	0,29	0,15	-	-	-	-
kostnad kr/kWh fordonsgas	0,024	0,020				
el = 444 SEK/MWh, ånga = 237 SEK/MWh, spillvärme = 200 SEK/MWh						

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor



Resultat, jämförelse av klimatnytta



- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor

- Producerad mängd biogas: 30 GWh
- Antas ersätta antal liter bensin: 3,3 miljoner
- Maximal klimatnytta: -7600 ton CO2-ekvivalenter



Synergieffekter med LBG-produktion?

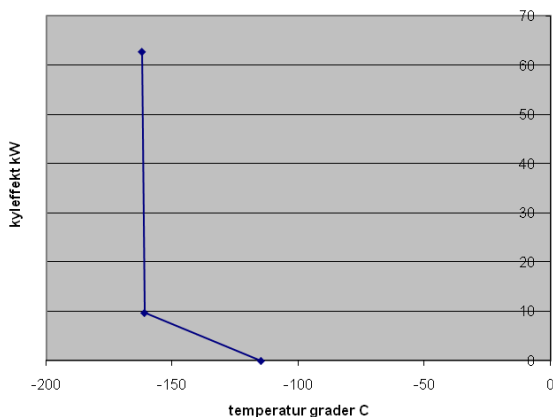
Metod:	temp C	fas	ackumulerat kylbehov kW	Procentuellt ackumulerat behov
Kryo	-115	gas	0	0
	-161	gas	10	16%
	-162	flytande	63	100 %
Metod:	temp C	fas	ackumulerat kylbehov kW	Procentuellt ackumulerat behov
annan	20	gas	0	0%
	-161	gas	39	43%
	-162	flytande	91	100%

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor

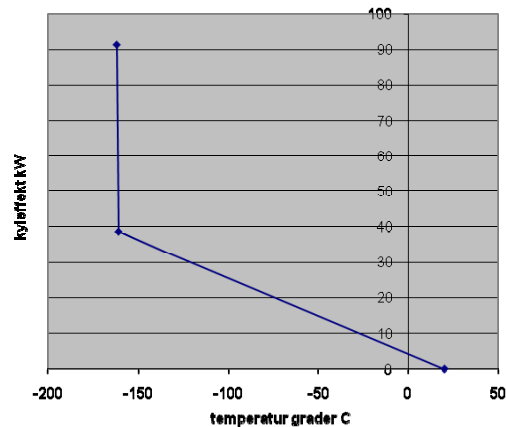


Synergieffekter med LBG-produktion?

kyleffekt för LBG med kryoupgradering



kyleffekt för LBG med annan uppgradering



- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor



Sammanfattning och slutsats

- Utnyttjande av spillvärmen väsentlig för god driftsekonomin
- Om spillvärmen utnyttjas är kryogen uppgradering bra ur ett driftsekonomiskt perspektiv
- Förutom en marginellt bättre klimatnytta är kryo med el alltid mer fördelaktigt än kryo med värme
- Ingen nämnvärd synergieffekt med LBG eftersom fasövergången gas → flytande är mycket energikrävande

- Bakgrund till exjobbet
- Syfte och frågeställning
- Tekniken
- System med kryogen uppgradering
- Dimensionering av utrustning
- Resultat
- Synergieffekter med LBG
- Sammanfattning och slutsats
- Frågor





Frågor?

henrik.hermansson@swedishbiogas.eu
0768-550705





EON satsar på Biogas

Jessica Cedervall 2009-01-29



E.ON Group

- Focused on our core power and gas business and our target markets: Central Europe, the United Kingdom, Northern Europe and the Midwestern US
- Sales of just under € 68 billion
Around 81,000 employees
30 million customers
Headquarters in Düsseldorf, Germany

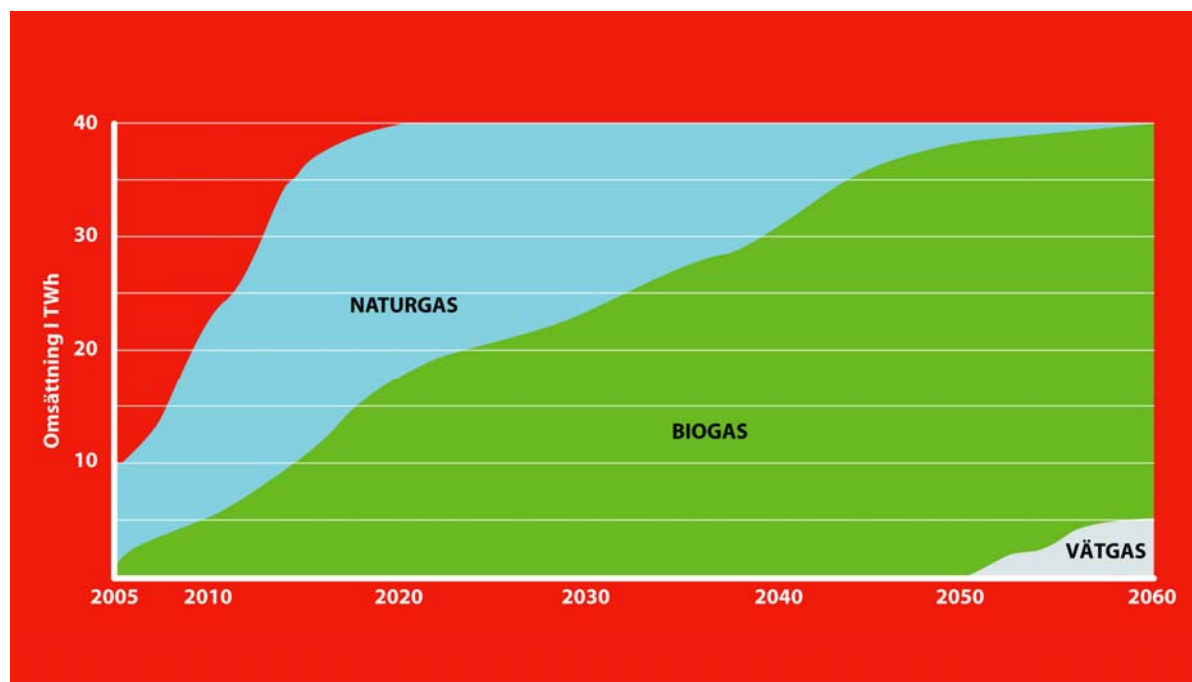


Naturgas i Sverige – idag och imorgon

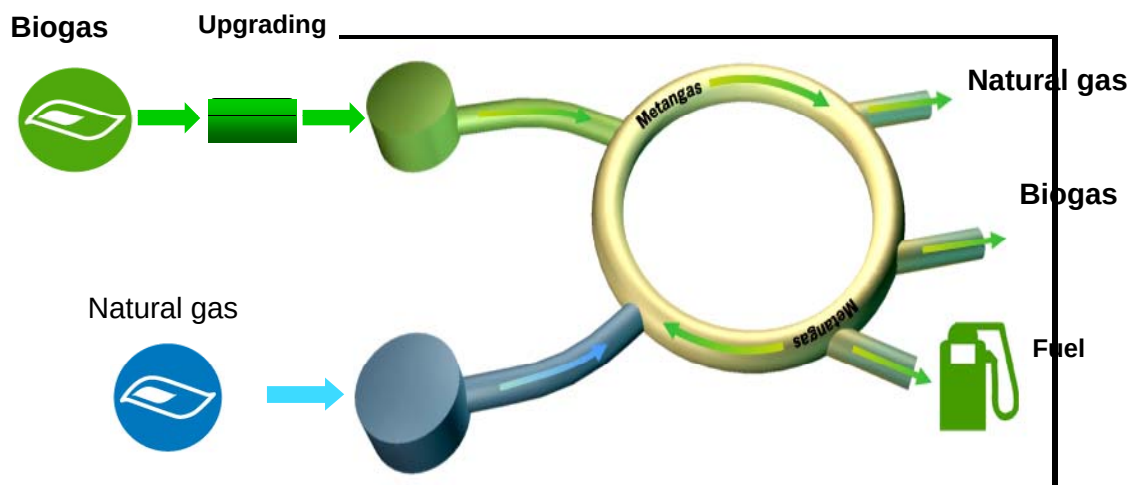
- Existerande marknad 12 TWh
Förväntas öka till 15 TWh
- Expansion "Mellan-Sverige" 15-20 TWh



Naturgas och biogas i dag - vätgas i morgon.



Synergi biogas och naturgas

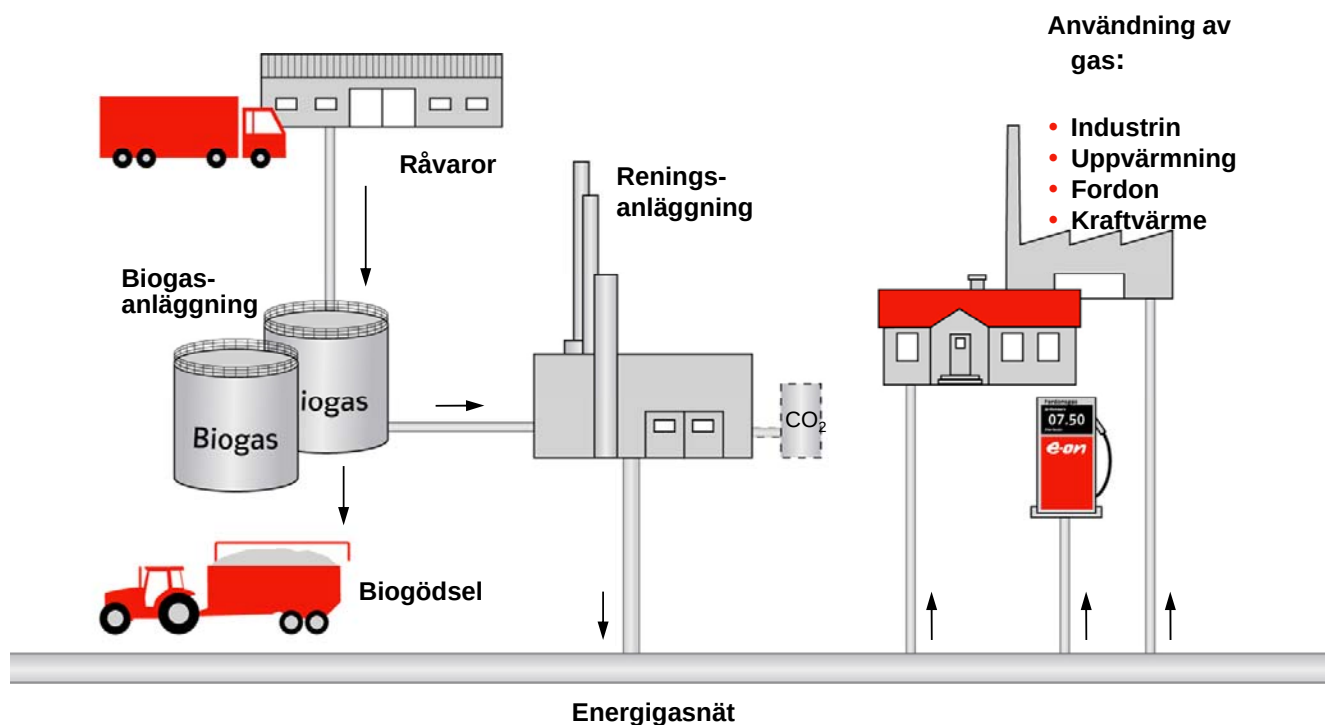


"Grön gas principen" innebär att biogas kan erbjudas vid alla tankstationer

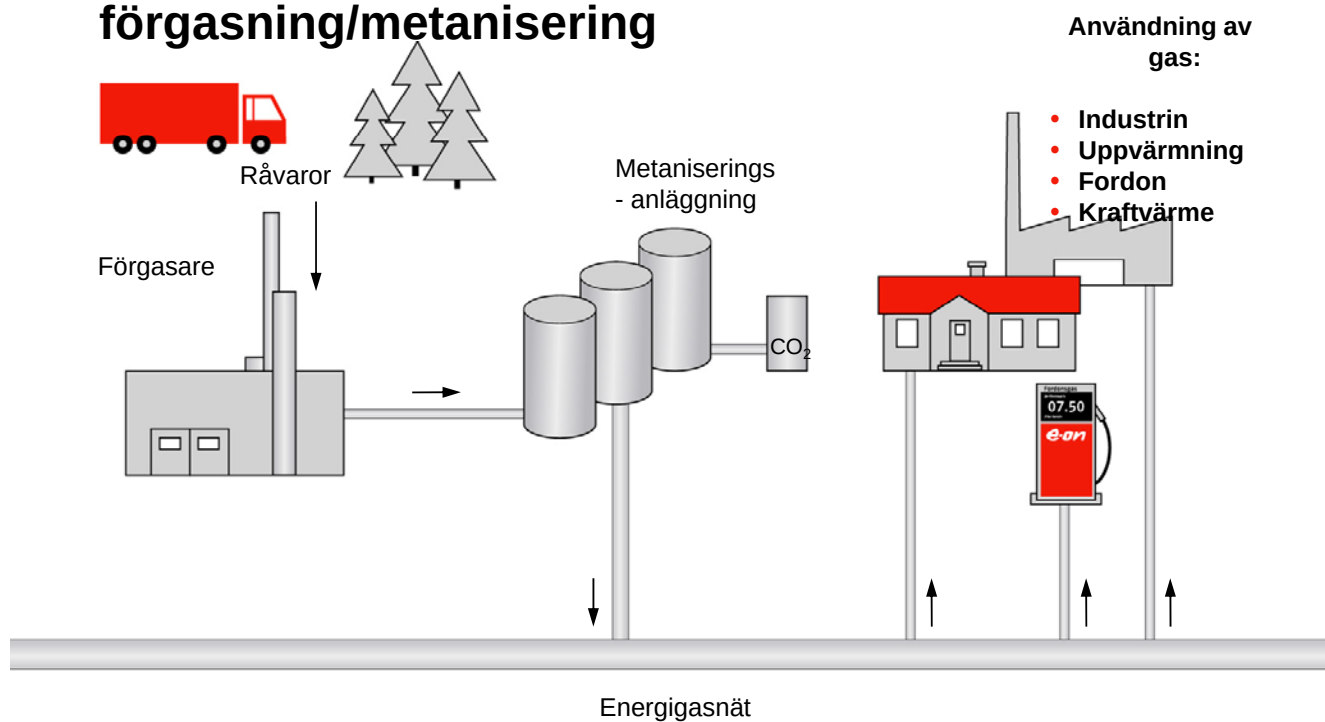
Varför distribution av biogas via naturgasnätet?

- All biogas från en anläggning kan utnyttjas – ingen fackling
- Biogas kan nå nya marknader och säljas till ett högre pris
- Biogas kan användas där miljöfördelarna är störst
- Naturgasnätet kan användas som back-up och lager

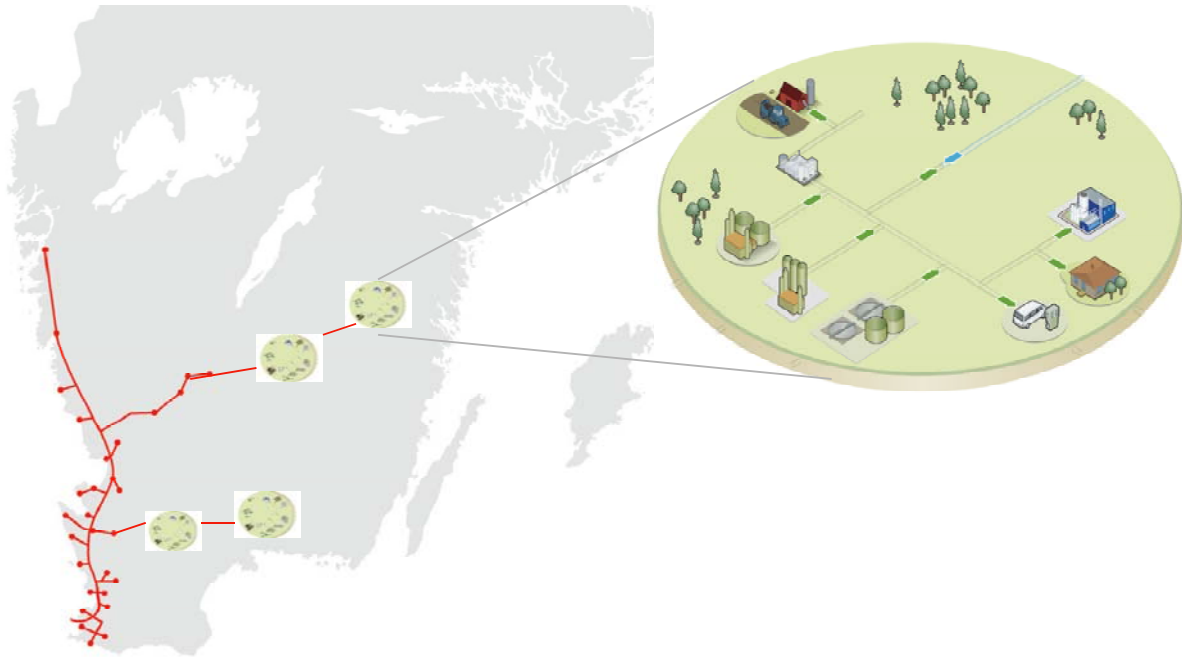
Produktion av biogas idag - rötning



Produktion av biogas imorgon – förgasning/metanisering



Biogasen är "Multi-local"



Produktion av biogas

idag:

- Laholm 25 GWh
- Norrköping 10 GWh
- Bjuv 25 GWh
- Sjölunda 25 GWh
- Falkenberg 40 GWh

Planerad produktion (aktuella idag):

- Malmö 300 GWh
- Jordberga 330 GWh
- Nöbbelöv 120 GWh
- Karlshamn 600 GWh



Biogas projekt Jordberga



Gasproduktion: 330 GWh/år

Biogasproduktion baserad på
grödor

Malmö Hamn



Produktion av flytande biogas

- Kryogen uppgradering av biogas
- Tankstation för flytande biogas
- Tankstation för flytande koldioxid
- Dual-fuel motorer för flytande biogas



LBG-produktion

Pilot Klagshamn 20 GWh
KLIMP för användning av LBG för tung trafik
Färjor Trelleborg 2 TWh
Överskottet från Jordberga samt LNG
Karlshamn – produktion av 600 GWh Biogas



Karlshamn – ett unikt läge



Distribution via ledningsnät eller LBG

Sammanfattning av dagen

Johan Benjaminsson, Grontmij AB

En stor fördel med framställning av flytande biometan är dess höga energitäthet i förhållande till gasformig fordonsgas. Det gör gasen mer effektiv att distribuera, vilket är särskilt viktigt om produktionsanläggningen inte är belägen i anslutning till ett gasdistributionsnät. Se tabell 1 över energitäthet för CBG, LBG samt flytande fordonsbränslen.

Tabell 1. Jämförelser i energitäthet.

	kWh/liter
CBG, 200 bar(ö)	2,6
LBG -162 °C	5,7
Etanol E85	6,6
Bensin	9,0
Diesel	9,8

Biometan från avfall, lantbruk och skogsbruk har en potential på cirka 76 TWh/år. Hela transportsektorn förbrukar idag cirka 96 TWh vilket innebär att förnybar gas kan motsvara en hög andel av dagens drivmedelsbehov.

Leveranstryggheten av fordonsbränsle förbättras om både förnybar inhemsk gas såväl som importerad LNG kan användas som drivmedel. Det utgör ett komplement till olja. En stor potential för avsättning av flytande biometan är till tung trafik, sjöfart och industrier.

En nackdel med småskalig produktion av LBG är hög kapitalkostnad för en kondenseringsanläggning avsedd för mindre flöden. Således är tekniken i första hand lämplig till större biogasanläggningar.

För att undvika isbildning i kondenseringsanläggningen måste uppgraderingssteget säkerställa en låg halt av koldioxid, vatten och svavelväte. Se specifikation i tabell 2. Uppgradering kan ske med konventionell teknik som kemisk absorption, PSA eller vattenabsorption. Efter vattenabsorption och PSA behövs polering av gasen för att tillmötesgå kraven på koldioxidhalt medan processen för kemisk absorption från början kan utformas för att nå upp till kraven.

Tabell 2. Krav på renhet av biometan innan kondensering.

	Tillåten halt
CO ₂	<35 ppm _v
H ₂ O	<0,2 ppm _v
H ₂ S	<4 ppm _v

Det är även möjligt att uppgradera gasen med nyutvecklad kryoteknik. Det innebär att koldioxid separeras bort i fast eller flytande fas från biogasen. Scandinavian GtS och Terracastus har pilotanläggningar för denna teknik.

Air Liquide, Cryostar, Hamworthy och Linde är exempel på företag som saluför mindre kondenseringsanläggningar till biometan.

Inom den närmsta tiden planeras en LCNG station i Sundsvall som framöver ska förses med LBG då uppgraderings- och kondenseringsanläggning är installerad. Enligt tidplan ska LBG kunna levereras under 2009. I Lidköping planerar Göteborg Energi att installera en kondenseringsanläggning 2010. Biometan ska då mer kostnadseffektivt kunna transporteras till marknaden i Göteborg.

Kryoteknik för biogasbranschen

Sammanfattning

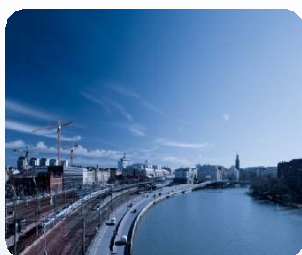
Johan Benjaminsson 2009-01-29



www.grontmij.se

Huvudmarknader

SAMHÄLLSBYGGNAD



ENERGI



HUSBYGGNAD



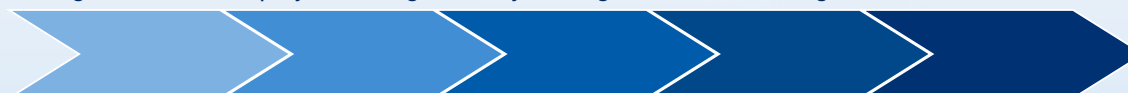
Tidiga skeden

Programstyrning
& projektledning

Projektering

Kontraktering

Drift
& underhåll



Styrkan och bredden – även när kundernas behov växer

- 8000 medarbetare gör Grontmij till ett av Europas största teknikkonsultbolag

- Länder:

- Sverige
- Danmark
- Nederländerna
- UK
- Tyskland
- Belgien
- Irland
- Polen
- Samt representation i ytterligare ett antal länder



Sammanfattning av dagen

- Faktorer som talar för och emot LBG
- Uppgradering med konventionell teknik eller kryoteknik
- Pågående projekt



Faktorer som talar för LBG

- Gasnätets begränsade omfattning i Sverige

- Energitäthet

	kWh/liter
CBG, 200 bar(ö)	2,6
LBG -162 °C	5,7
Etanol E85	6,6
Bensin	9,0
Diesel	9,8



Faktorer som talar för LBG

- Potentialen till 75 TWh biometan. Hela transportsektorn konsumerar 98 TWh.
- Leveranstrygghet av fordonsbränsle från förnybara källor och LNG



- Avsättningsmöjligheter till tung trafik och sjöfart



Faktorer som talar emot LBG

- Kostnad för småskaliga lösningar till LBG?

Uppgradering med konventionell teknik eller kryoteknik

- Scandinavian GtS och Terracastus har pilotanläggningar för uppgradering med kryoteknik
- Det är även möjligt att använda konventionell teknik som försteg till kondensering av metan. Exempelvis kemisk absorption eller vattenabsorption med finpolering.

	Tillåten halt
CO ₂	<35 ppm _v
H ₂ O	<0,2 ppm _v
H ₂ S	<4 ppm _v

Uppgradering med konventionell teknik eller kryoteknik

- Uppgradering med kryoteknik gör att kondenseringssteget till LBG har cirka 30 % lägre energiförbrukning, i jämförelse med om uppgradering sker med konventionell teknik (Hermansson, 2009)



Gasrec –"konventionell" uppgradering före kondensering till LBG



Pågående projekt

- Uppgradering med kryoteknik:
Varberg
- Produktion av LBG:
Lidköping 2010
Sundsvall 2009
- LCBG-stationer:
Lidköping
Sundsvall, april 2009



Full fart framåt med CBG och LBG i tanken!



- johan.benjaminsson@grontmij.se



KRYOTEKNIK FÖR BIOGASBRANSCHEN

29 januari 2009, Malmö



Program*

Ulla Hamilton (m) Stockholms miljö- och trafikborgarråd hälsar välkommen

- **Hur skapar vi tillräckligt med produktion för att tung trafik ska kunna nå våra nationella klimatmål 2020?**

Lars Brolin berättar om möjligheter att öka biogasproduktionen utifrån konkreta exempel. Kan vi med storskalig produktion nå vårt mål med en CO₂ minskning på 25%?

- **Flytande biogas – produktion, teknik, logistik och ekonomi**

Hans Kättström berättar ingående om teknik och affärsmässighet för flytande biogas i alla led, från små & storskalig produktion till tankning.

- **Biodiesel – biobaserad tändvätska**

David Frykerås berättar om biodiesel, råvara, produktionsmetoder, tillgänglighet, dess egenskaper som tändvätska i ett dual-fuel koncept, biogas + biodiesel.

- **Dual-fuel konceptet, teknik & erfarenheter (engelska)**

Bussar och lastbilar med dual-fuel bränslesystem, teknik, fördelar, nackdelar, erfarenheter, kostnader och emissioner. Steve Whelan berättar om bästa tillvägagångssätt och vad som krävs för en övergång.

- **Tankställen och distribution av flytande biogas**

Roger Andersson berättar om en ny struktur för tankställen och distribution.

Paneldiskussion, samtliga föreläsare

Efter 14.00:

Fika med diskussion och nätverkande. Bokade enskilda möten/diskussioner, intresse anmäls till Biogas Öst

* Med reservation för eventuella ändringar.

Information om Biogas Öst finns på www.energikontor.se (under länken projekt)



Varmt välkomna!

Önskar Biogas Öst i samarbete med Stockholms Stad

Biogas Öst

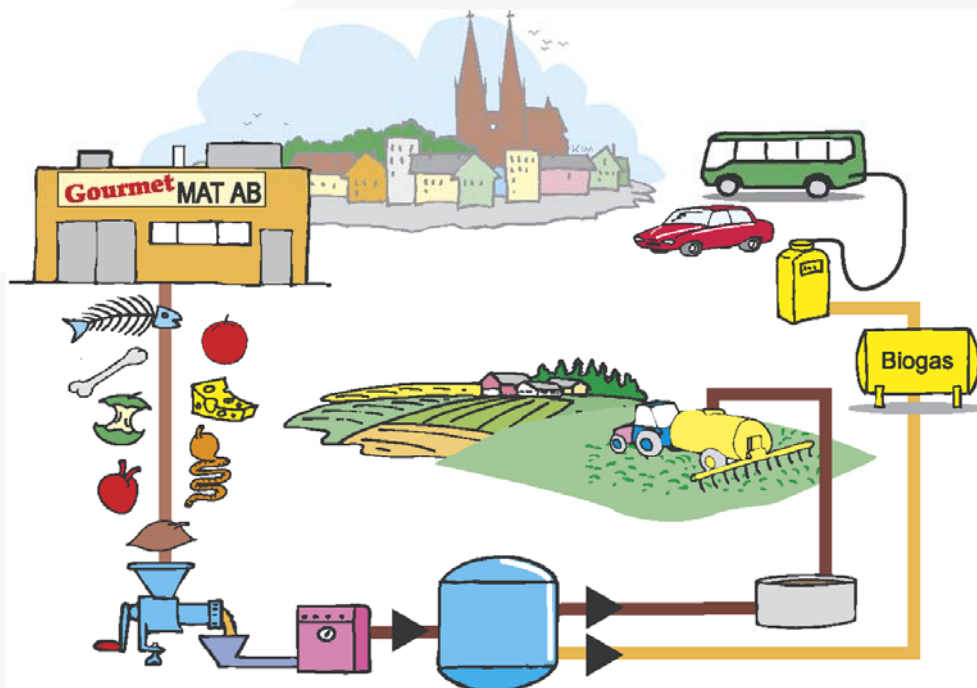
- klimatsmart regional samverkan

www.biogasost.se

Beatrice Torgnyson Klemme

beatrice.torgnyson@energikontor.se

0733 – 97 06 25

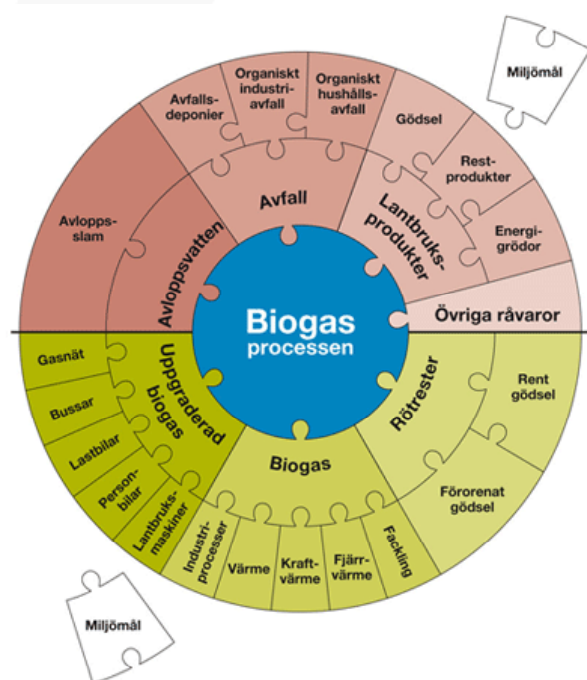


Kretsloppssamhälle mellan stad och land



Biogaspusslet

- framtaget av Biogas Syd

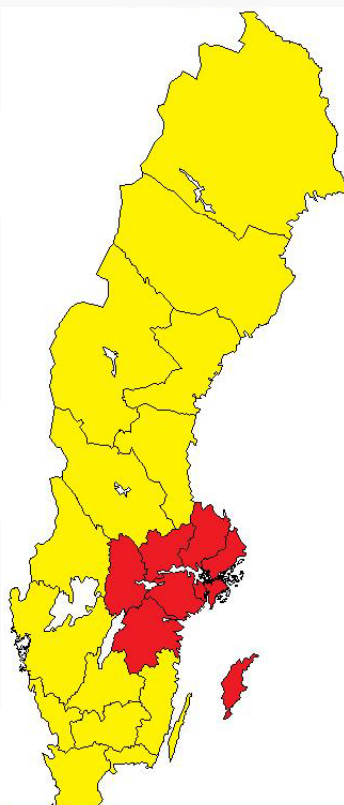


Många
pusselbitar

**SAMVERKAN
VIKTIGT!**



Biogas Östs region



Nuläge i regionen



Vision

Biogas Öst ska aktivt påverka och förbättra förutsättningarna för biogas i regionen och bidra till att lokala, regionala, nationella och internationella miljömål uppnås

Mål 2016

100 tankställen (37 i dag)

152 millioner Nm³ (1,5 TWh) fordonsgas (0,4 TWh i dag)

5 procent av fordonsbränslet (0,4 % i dag)

Mål 2020

10 procent av fordonsbränslet (0,4% i dag)

Konkreta resultat i regionen

- Minst 5000 nya arbetstillfällen (Gasföreningen, 2006)
- En reduktion av koldioxidutsläpp med minst 650 000 ton/år
- Minst 1,1 miljarder kronor i ökad samhällsnytta (Sika, 2008)



Vad ska vi göra?

- Skapa de bästa regionala förutsättningarna för en ökad produktion, distribution och konsumtion av biogas.
- Informera, kommunicera och marknadsföra biogas, arrangera möten och utbildningar.
- Verka för större tilldelning av finansiella resurser till regionens aktörer. Driva marknadsutveckling och skapa ökad sysselsättning.

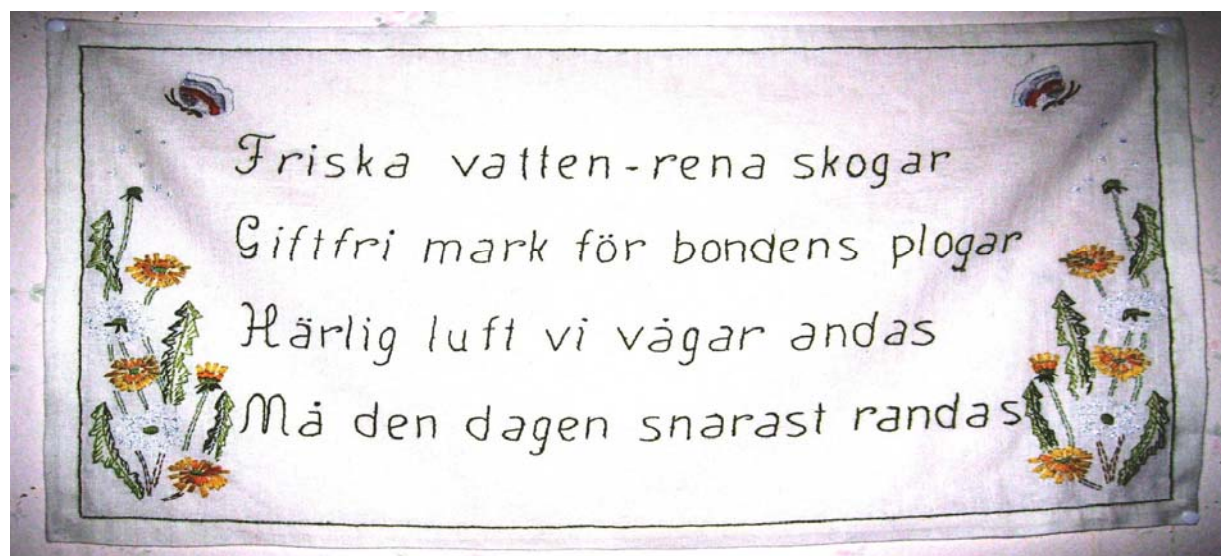


Vi stödjer redan Biogas Öst!



Vill ni också vara en del av lösningen?





Brodderad av Mo-Gerda 92 år på Mogården, Dalarna. År 1991.



Lars Brolin

Projektchef
Scandinavian Biogas

Tfn: 0707 95 98 78

lars.brolin@scandinavianbiogas.com

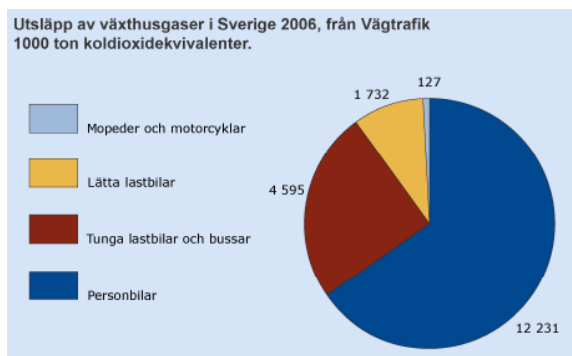


UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER I SVERIGE

Totalt utsläpp ca 65 miljoner ton CO₂ per år (Red. ca 9 % sedan 1990)

Vägtrafiksektorn ca 19 miljoner ton CO₂ per år – 90 TWh

Tung trafik inkl. bussar ca 4,5 miljoner ton CO₂ per år – 21 TWh



NATIONELLA KLIMATMÅL

Klimatmålsdiskussioner pågår i EU

- 30% av växthusgaser fram till 2030
- 20% förnybar energi
- 10% biobränsle i transportsektorn 2020

Allianspartiernas överenskommelse 2009

- 40% minskning av utsläpp av klimatgaser till 2020 (från 1990)
20 miljoner ton varav 2/3 i Sverige
- 10% förnybar energi i transportsektorn.
- Oberoende av fossila drivmedel i svensk fordonsflotta 2030



SVENSKA UTSLÄPP AV KLIMATGASER

Alliansmål

40% reduktion jmf 1990

30% reduktion jmf 2008

20% reduktion i Sverige

Inget är sagt om fördelning mellan sektorer. Proportionellt innebär reduktion:

Vägtrafiksektorn 3,7 Mton – 18 TWh

Tunga trafiksektorn 0,9 Mton – 4,2 TWh

Med en ökad låginblandning kan dessa reduceras med cirka 25%.



REDUKTION AV VÄXTHUSGASER - VÄGTRAFIKSEKTORN

1 Minskad drivmedelförbrukning

Här har skett mycket under de senaste 10-15 åren och mer kan förväntas. En 20%-ig minskning uppges kunna uppnås med nuvarande teknik. Här bör man nå betydligt längre fram till 2020. Detta gäller alla fordonstyper.

2 Mindre fordon

Här finns en trend mot mindre fordon inom personbilssegmentet. Genom att välja ett mindre fordon kan 10% besparing förväntas idag. Sverige har idag en personbilsflotta med stor bränsleförbrukning så potentialen är stor.

3 Minskad körning

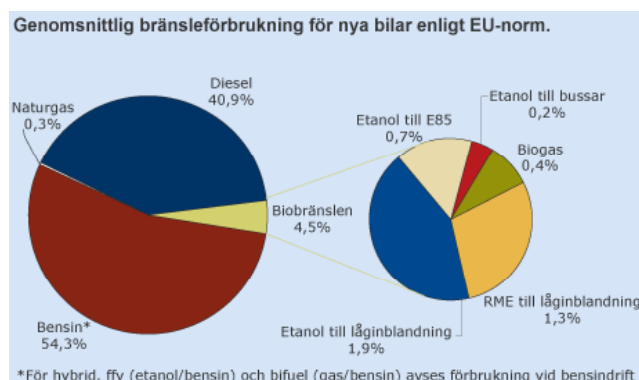
Tyvärr har trenden varit den motsatta under de senaste åren. Politiska åtgärder kan förväntas ex. högre drivmedelskatt.



4 Övergång till biodrivmedel

Idag är andelen biodrivmedel cirka 4,5 % och kan förväntas öka genom ökad låginblandning till upp mot cirka 10%. Med ökad låginblandning nås målet 2020 på 10% förnybart i trafiksektorn.

För att nå de mer långsiktiga målet med fossiloberoende 2030 måste biodrivmedel fasas in i systemet. Detta måste ske med långsiktig trovärdighet och påbörjas snarast.



Biogasproduktion - Från destruktion till energiproduktion

1. Slam 1930
2. Industriavfall och gödsel 1990
3. Hushållsavfall 2000
4. Grödor 2005
5. Etanoldrank 2007





HUR MYCKET BIOGAS KAN PRODUCERAS

Vi har en total potential som utgår från vad som kan produceras inom:

- Samhället i form av avfall och restprodukter
- Lantbruket gödsel och grödor
- Skogsnäringen avfall och restprodukter (även jungfrulig vara)
- Sjöar och hav – alger och andra vattenväxter.

I stort sett allt biologiskt material kan brytas ner med via biogasprocessen

Potentialen är mycket stor och begränsas praktisk av tekniska och ekonomiska faktorer samt av konkurrens om råvara.



Substrat för biogasproduktion

- 📌 Slam / reningsverk
- 📌 Organiskt industriavfall / slakterier, kvarnar, bryggerier mm.
- 📌 Matavfall / hushåll, restauranger.
- 📌 Gödsel och grödor / jordbruket
- 📌 Drank och glycerol / etanol och biodieselproduktion
- 📌 Slam mm/ pappersbruk, läkemedelsindustri mm
- 📌 Alger mm /hav och sjöar



DET FINNS EN KOSTNADSKURVA FÖR OLIKA SUBSTRAT



Skog substrat för biogas?

Skogsindustriellt
avloppsvatten, slam mm.

Förbehandlad cellulosa samt
hemicellulosa är ett utmärkt
substrat.



ALGER

Utmärkt för biogasproduktion

Insamling av näringsämnen som
kan återföras till lantbruket.

Insamlingsteknik en utmaning



AVLOPPSRENINGSVRK

Utnyttjande av befintlig infrastruktur

Ökning av biogasproduktionen från befintliga rötkammare 3-5 gånger genom

Processförbättringar

Möjligheter att ta emot externt slam och fasta substrat



AVFALLSANLÄGGNINGAR



Samlokalisering av biogasanläggning med annan avfallsrelaterade verksamhet.

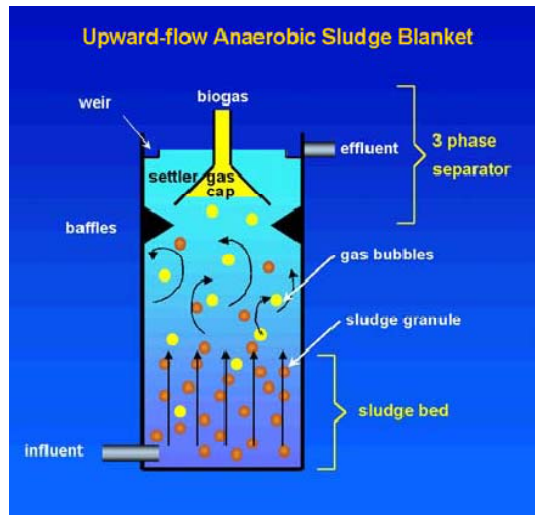
Matavfall utgör basen.

Ytterligare utbyggnad av anläggningar planeras.

Ex. Göteborg,
Norrköping och Skövde,



INDUSTRIELLA ANLÄGGNINGAR



Biogasproduktion direkt vid industri för behandling av organiskt material.

Industriella avloppsvatten med hög organisk innehåll. Typ UASB

Kombinerat med slamrötning.

Ex.

Bryggerier

Mejerier - Norrmejerier

mfl



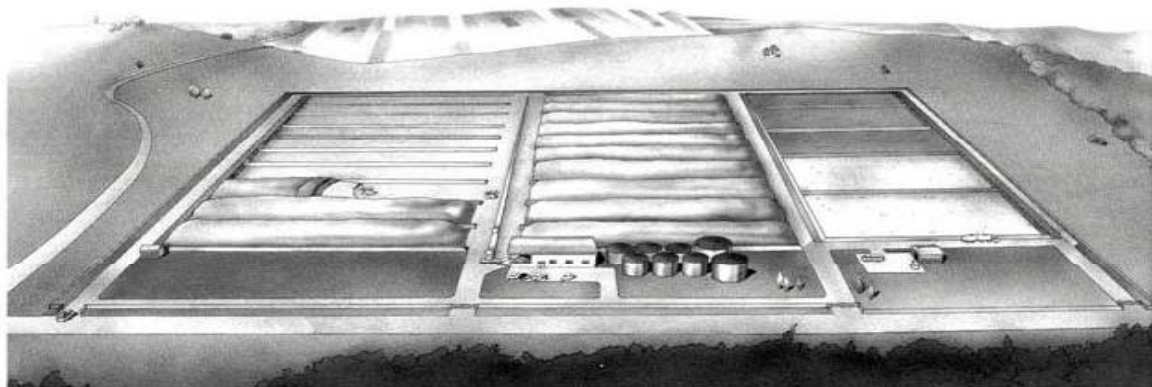
ETANOL - BIOGASANLÄGGNING



- 108 miljoner liter etanol/år
- 30 miljoner Nm³ av biogas/år
- Total potential att reducera CO₂ med 290.000 ton/år



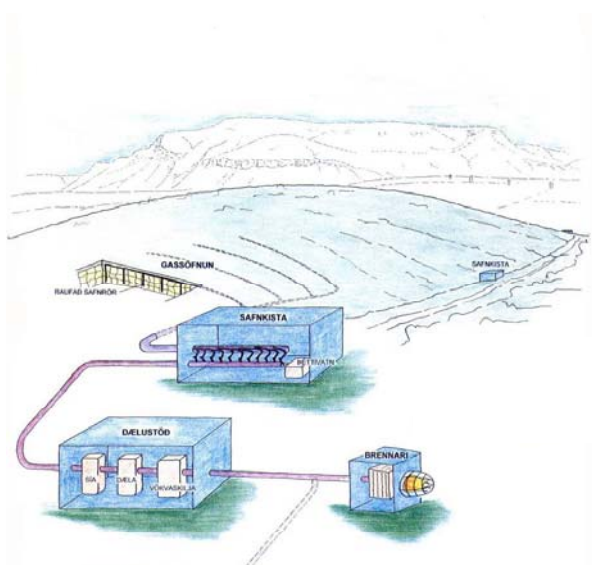
STORSKALIGA BIOGASANLÄGGNINGAR



Baserade på grödor, skogsråvara, alger eventuellt i industrikombinat.
Skalan är med hänsyn till gashantering inte begränsade.



DEPONIGAS



Biogas bildas spontant i deponier med organiskt material.

Gasen utvinns och innehåller även kvävgas – deponigas.

Med ny kryoteknik kan även deponigas uppgraderas till fordonsgas.



MÖJLIGHETERNA ATT PRODUCERA BIOGAS

Biogas kan produceras från i stort sett all biomassa från cellulosa till våta alger. = Stor potential!

Biogas kan produceras från avfall/restprodukter och jungfruliga råvaror i samverkan med industrin för bästa utnyttjande av råvaruresurser.

Ett flertal alternativa typer av biogasproduktions anläggningar är idag aktuella.

De praktiska möjligheterna att producera biogas är främst beroende av gaspriset. Olika substrat medför olika kostnadsnivåer.



SLUTSATSER

Biogas har god potential och med befintlig teknik kan produktionen ökas betydligt.

Biogas har goda möjligheter att medverka till att klara de nationella klimatmålen för växthusgaser.

Flytande biogas – produktion, teknik, logistik och ekonomi

Hans Kättström, Scandinavian GtS

Scandinavian GtS utvecklar CBG och LBG projekt med teknik för kryogen behandling av biogas. Ägarna är Scandinavian Biogas Fuels AB och holländska Gastreatment Services. Tekniken för kryogen behandling av gaser är väl beprövad. Redan 1941 byggdes den första kommersiella LNG produktionsanläggningen i Ohio. Scandinavian GtS erbjuder kryogen teknik anpassad till biogas för produktion av flytande biogas, LBG (Liquid BioGas). Denna teknik kan även avskilja kväve och syre ur deponigas för att producera högklassig fordonsgas. Här finns en enorm potential att snabbt erhålla fordonsgas ur befintliga deponier: som ett exempel skulle utnyttjande av Stockholms deponigas kunna dubbla stadens biogasproduktion.

LBG är mycket hållbart ur energi- och miljösynpunkt och kan därför ses som andra generationens fordonbränsle. Tekniken har hög energieffektivitet i form av effektiv distribution, låg elförbrukning och värmeåtervinning vid produktionen samt låga metanförluster. Överskottsvärme från kryoanläggningen används för att värma rötkamrarna under biogasproduktionen - i stort sett all energi som åtgår för kryoanläggningen fås tillbaka i form av värme. Flytande CO₂ (LIC) som fås vid uppgraderingen kan användas för kylning i rötningsprocessen eller säljas. Tack vare den reducerade volymen är det lönsamt att distribuera flytande biogas inom en radie av max 50 mil. Detta innebär att med de befintliga produktionsanläggningar av biogas som finns idag så kan LBG vara tillgängligt i hela Sverige. Beräknade energibesparingar för LBG är: 25-50 % vid gasuppgradering, 80 % vid distribution, 75 % vid tankning och 15-20 % vid konsumtion (Dual Fuel). Metanförlusterna vid produktionen är <0,5 %, vilket är åtskilliga procentenheter lägre än konventionell gasuppgradering med vattenskrubber, PSA och membranteknik.

Vid produktion av LBG utnyttjas att de olika komponenterna i biogas kondenserar ut i vätskefas vid olika temperaturer. Genom att kyla gasen kan man således separera de olika komponenterna. CO₂ övergår från gas till flytande vid -78 grader och metan vid -161 grader. Separationen sker i 4 steg (3 steg för produktion av CBG) där temperaturen sänks successivt. Under steg 1 och 2 avskiljs kondensat, föreningar, svavelväten och siloxaner och betraktas därefter som ren. Svavelväten och siloxaner avskiljs med SOXIA katalysator (regenereras med värme). Siloxaner finns i t ex schampo och hamnar i avloppsverk och deponier. Vid förbränning bildas kiseloxid, ett vitt pulver som förstör förbränningsmotorer. Under steg 3 sänks temperaturen ytterligare och flytande koldioxid avskiljs. Avgörande för en god separation är att koldioxiden går från gas till vätska till fast fas och sedan tillbaka till vätska, det är nämligen i den fasta fasen som en hög separationsgrad uppstår mellan metan och koldioxid, vilket ger mycket låga metanförluster. Vid deponigas och för produktion av flytande metan fortsätter man till steg 4, där LBG avskiljs och ev. N₂ och O₂ finns kvar i gasfas.

LBG är mycket kostnadseffektivt att lagr hålla och tanka, kostnaden per Nm³ hamnar på nästan en tiondel av kostnaden för CBG. Det är även möjligt att tanka CBG, vid tankning pumpas den flytande biogasen upp i tryck och förgasas. Idag finns tillgänglig utrustning för tankning av LBG till både fordon och trailers. En 28 tons LBG trailer kan transportera 40 000 Nm³ gas, vilket innebär ca 2 leveranser per vecka för en bussdepå på 4 MNm³/år. Tillgänglig teknik för att köra tunga fordon på LBG är Dual Fuel, där en kombination av upp till 90 %

LBG och diesel förbränns i en modifierad dieselmotor. I USA finns även teknik för LBG gasmotor. En ytterligare fördel med LBG är att fordonets totala vikt minskar, då man inte längre behöver en tryckbehållare för CBG. Energiinnehållet för LBG motsvarar energiinnehållet för etanol, dvs lite lägre än för bensin och diesel.

I dagsläget finns en småskalig testanläggning för LBG produktion från deponigas i Essent i Holland som kommer att gå över i produktion i april när alla tester är klara. Den första svenska LBG anläggningen byggs just nu vid Tivoliverket i Sundsvall. AGA står för tankstationen och LBG/CBG tankning planeras kunna ske i augusti.

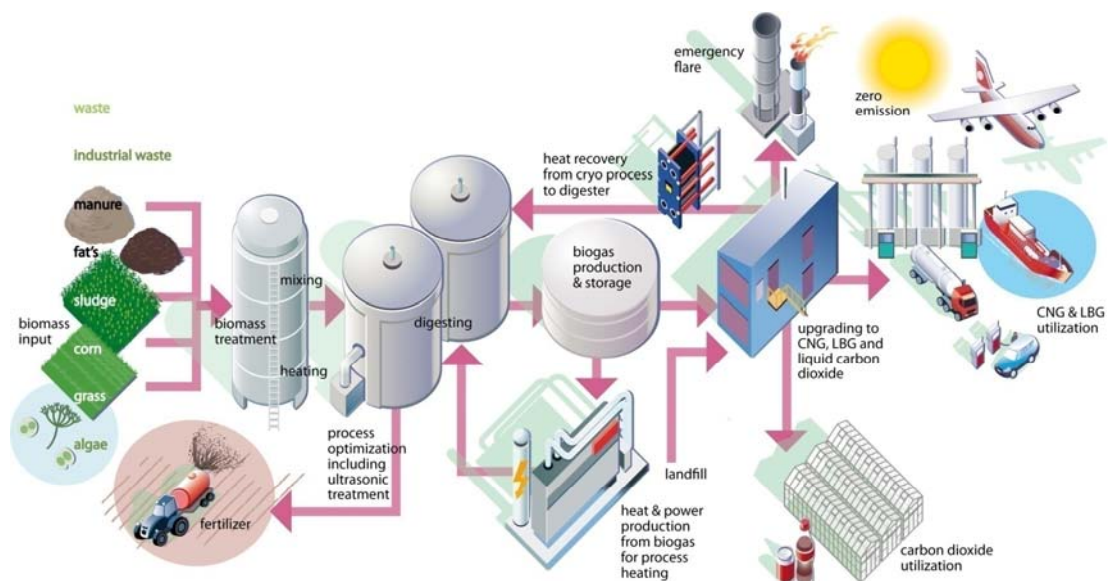
LBG POTENTIAL AS A VEHICLE FUEL



info@ScandinavianGtS.com +46 707 571750



Utvecklar CBG & LBG projekt.....



Scandinavian **GTS**
developing partners



Biogasprodukter, nomenklatur

- LBG = Liquid Bio Gas
- LNG = Liquid Natural Gas
- CBG = Compressed Bio Gas
- CNG = Compressed Natural Gas
- LCO₂ = Liquid Carbon dioxide

ScandinavianGtS
developing partners



“Biogas has the potential
to replace all fossile fuels
for vehicles”

LBG.... 2-a generationens fordonsbränsle

ScandinavianGtS
developing partners



Historik



Michael Faraday (22 September 1791 – 25 August 1867) experiment flytande gaser

1872 David Boyle, patenterar kylmaskin med ammoniak som köldmedia

1895 Karl Von Linde (1842-1934, Tyskland) byggde den första kylmaskinen för en kontinuerlig process baserat på Joule-Thomson effekt, produktion av flytande gaser tog fart.

1912 påbörjas byggnation av den första LNG produktionsanläggningen i West Virginia vilken 5 år senare togs i drift 1917.

1941 byggs den första kommersiella LNG produktionsanläggningen i Cleveland Ohio där gasen lagras vid atmosfärstryck. Syftet med produktionen var att skapa en produkt som lättare kan distribueras.

1959 sjösätts världens första LNG tanker, *The Methane Pioneer*. Den fraktade LNG från Lake Charles, Louisiana till Canvey Island, U.K. Fartyget visade att LNG kan transporteras långa sträckor till havs.

1960 K. B. Kennedy, utvecklade turboexpander RotoFlow

2008 Sveriges första LBG anläggning i Sundsvall, produktion Sept 2009

2010 två produktionsanläggningar nära Stockholm, import av LBG

2011 AGA LNG terminal, Nynäshamn

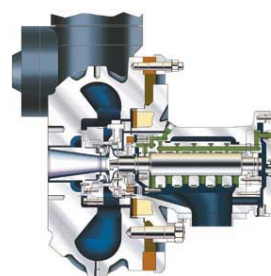
ScandinavianGTS
developing partners



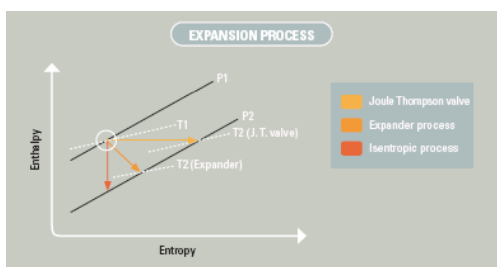
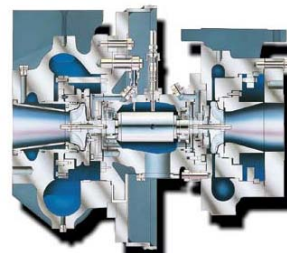
Genombrott



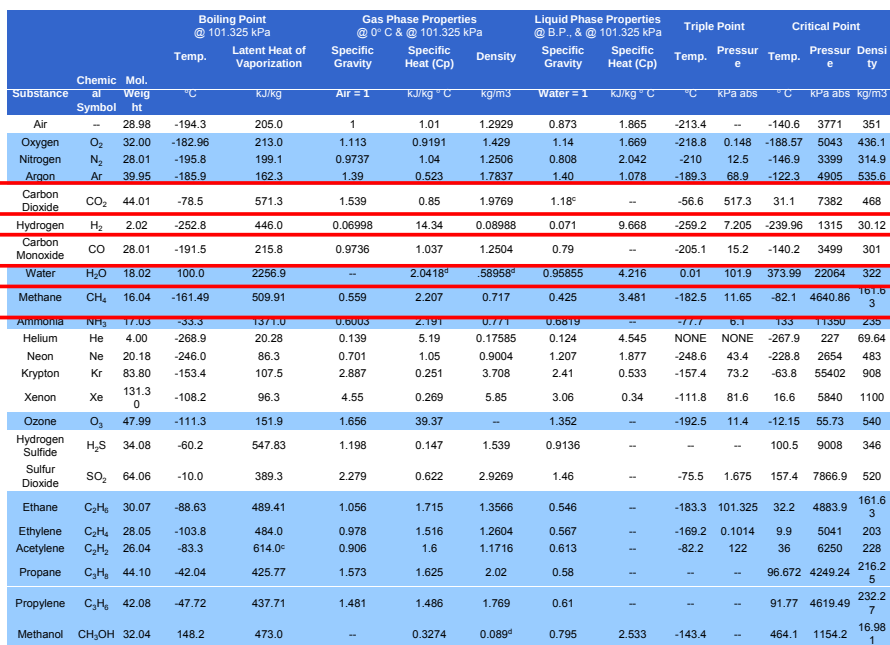
Turboexpander



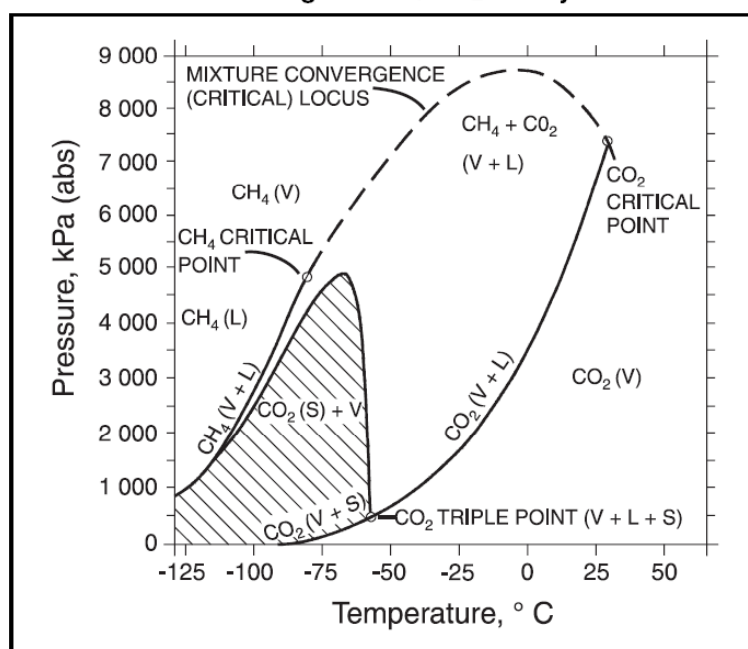
Med broms eller arbete



ScandinavianGTS
developing partners

^a Sublimation point ^b Sublimation Enthalpy ^c Triple point ^d Boiling point

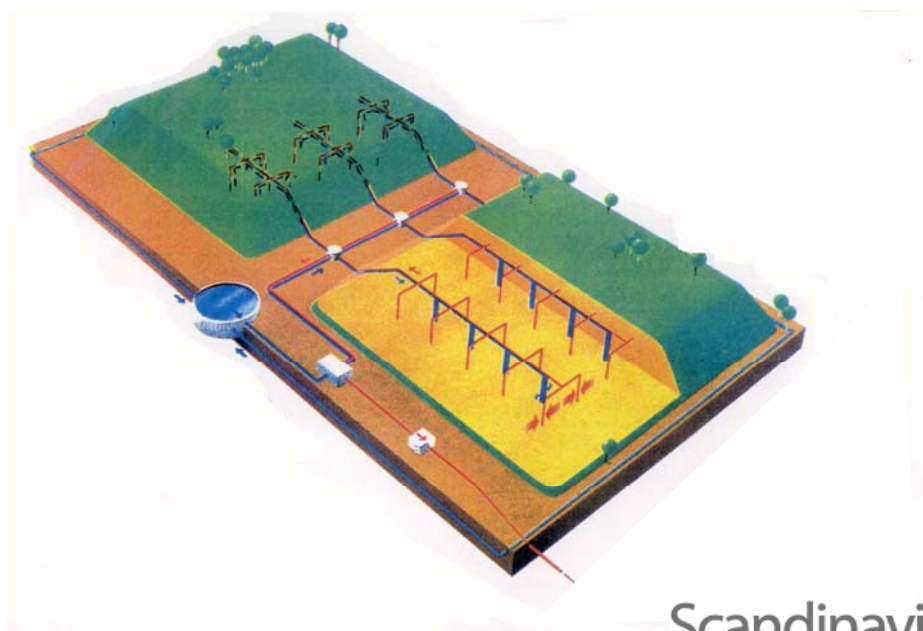
Scandinavian **GTS**
developing partners



Scandinavian **GTS**
developing partners



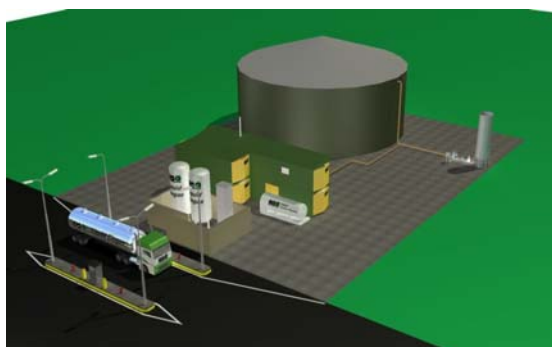
Utnyttja befintliga biogaskällor..... Deponier = tillgängliga omgående



Scandinavian **Gts**
developing partners



Utveckla nya biogaskällor..... Lantbruk



Scandinavian **Gts**
developing partners



Utveckling av nytt fordonsbränsle.....vad är viktigt?

- **Miljömässigt hållbar produktion**

- Låga metanförluster

- **Energieffektivitet**

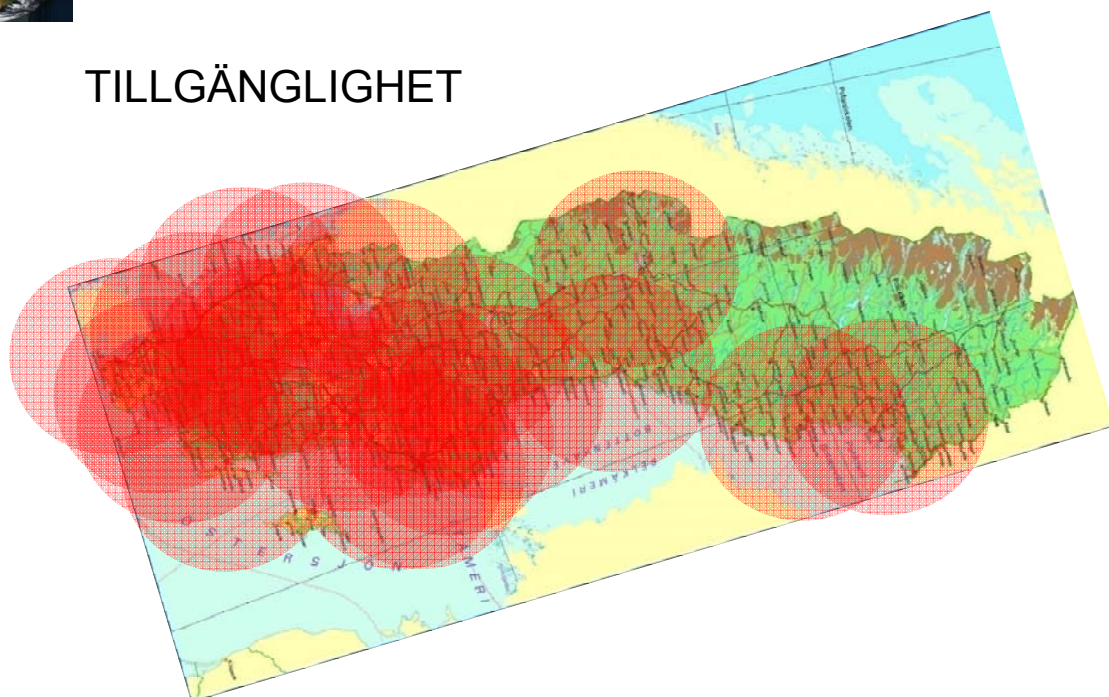
- Effektiv distribution
- Låg elförbrukning
- Maximera metan i fordon
- Värmeåtervinning

- **Tillgänglighet**

Scandinavian **Gts**
developing partners



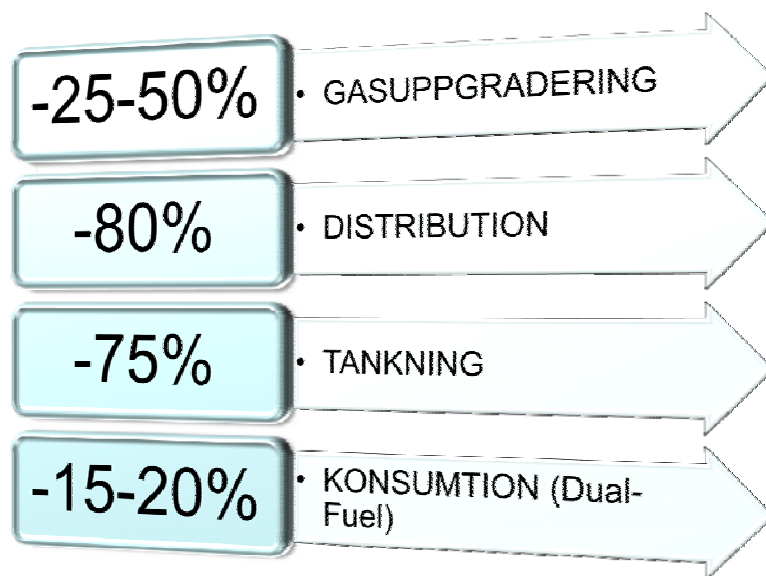
TILLGÄNGLIGHET



Scandinavian **Gts**
developing partners



Beräknad Energibesparing



ScandinavianGtS
developing partners



Metanförluster hos olika uppgraderingstekniker

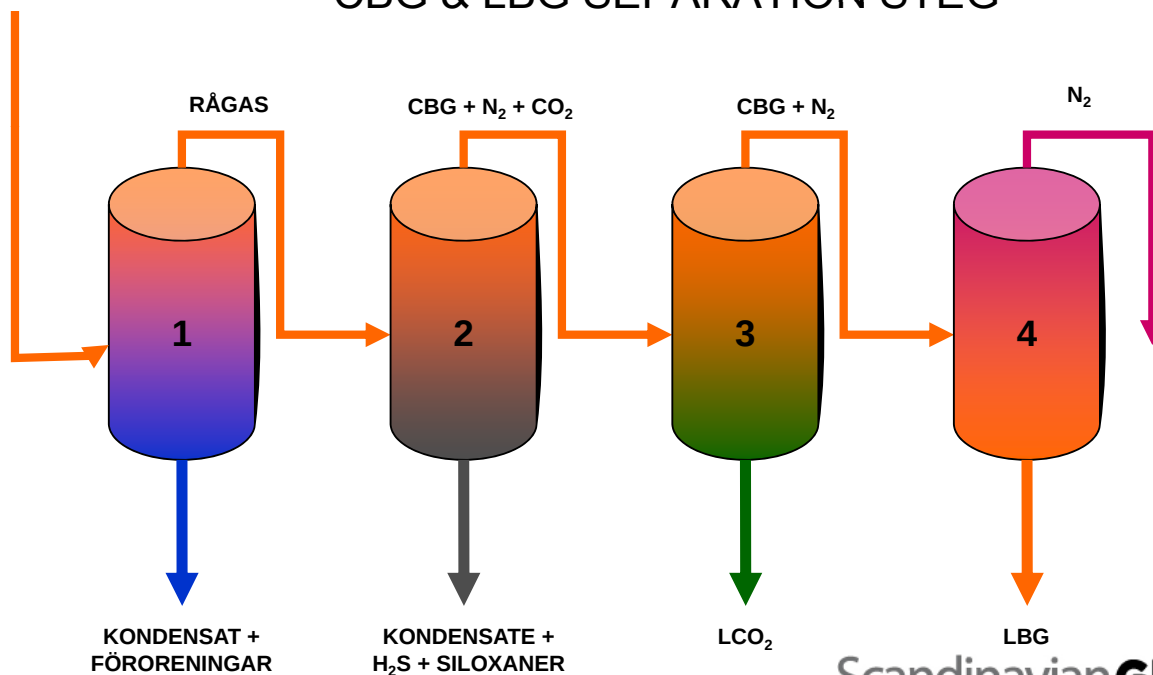
	WS	PSA	AMIN	CRYO	Membran
CH4 loss %	2 - 8	3 - 23	< 0,5	< 0,5	8 - 12

ScandinavianGtS
developing partners



RÖTGAS OCH/ELLER
DEPONIGAS

CBG & LBG SEPARATION STEG



ScandinavianGTS
developing partners



Total Contaminant Removal (SOXIA)

TCR Separation av H₂S & siloxaner

1. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
2. $\text{Fe}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{S}(\text{s})$





Avsvalning med SOXSIA®-katalysator

- Utvecklad för att avskilja svavel och siloxaner.
- Vätesulfider (svavelväte) omvandlas till elementärt svavel:

$$\Rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- Katalysatorn kan regenereras med värme som ger elementärt svavel enligt nedan:

$$\Rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{S}(\text{s})$$
- SOXSIA® katalysator can absorbera 26% av sin egen vikt i svavel.

SOXSIA® katalysator

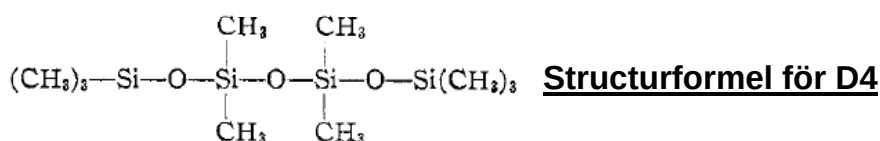


Scandinavian **GTS**
developing partners



- Siloxanbindningar benämns efter antal bindningar och valigt förekommande är:

Name	Formula	MW	Vapor Pressure mmHg 77° F	Abbreviations	Boiling Point ° F	Water Solubility (mg/l) 25° C
Hexamethylcyclotrisiloxane	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3\text{Si}_3$	222	10	D ₃	275	1.56
Octamethylcyclotetrasiloxane	$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_4\text{Si}_4$	297	1.3	D ₄	348	0.056
Decamethylcyclopentasiloxane	$\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_5\text{Si}_5$	371	0.4	D ₅	412	0.017
Dodecamethylcyclohexasiloxane	$\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_6\text{Si}_6$	445	0.02	D ₆	473	0.005

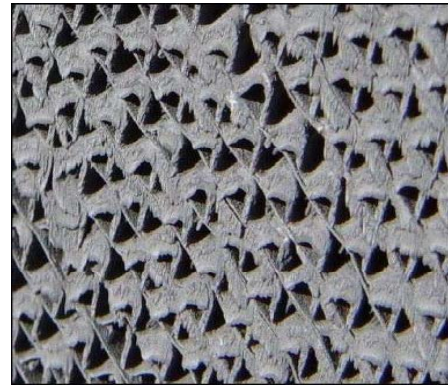


Scandinavian **GTS**
developing partners



Module 2, The TCR-system

- Siloxaner är en kolväte med silicium-oxygen kombination (Si-O).
- Dessa kemiska bindningar finns exempelvis i kosmetika, deodoranter, shampo, hudkrämer och hamnar i avloppsverk samt deponier.
- Kolväten är inte ett problem i sig men vid förbränning bildas kiseloxid ett vitt pulver som förstör förbränningsmotorer.



Scandinavian **GtS**
developing partners



Panna



Scandinavian **GtS**
developing partners



Turbin



Scandinavian **GtS**
developing partners



Gränser för stationära motorer

- Caterpillar 28 mg/m³
- Waukesha 25 mg/m³
- Jenbacher 10 mg/m³
- Deutz 5 mg/m³

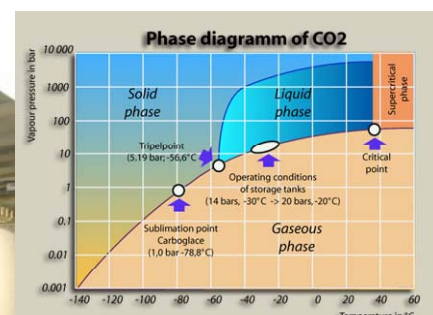
Microturbiner

- 5 ppb

Fordon

- ?

Scandinavian **GtS**
developing partners



Scandinavian GTS
developing partners



Småskalig LBG produktion, Essent NL



Scandinavian **GtS**
developing partners



Sundsvall LBG + LCO₂ produktion



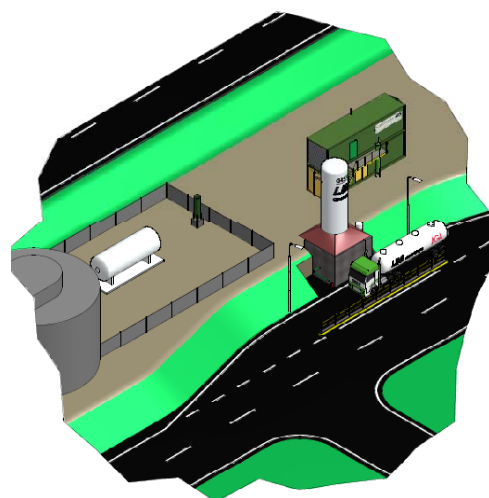
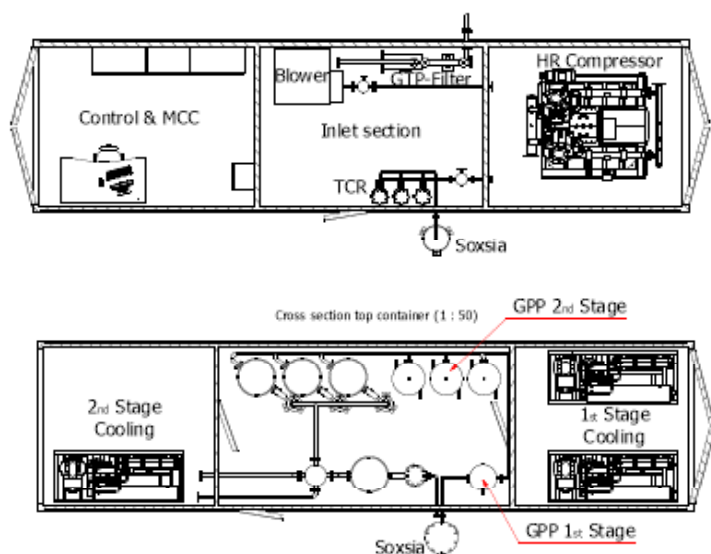
Avgörande faktorer

- Omedelbar avsättning för hela produktionen
- Effektiva transporter
- Kostnadseffektiv lagervolym
- Öka produktvärdet
- 3 Produkter
- Förbereda en större produktion

Scandinavian **GtS**
developing partners



LBG produktion vid Tivoliverket 1



Scandinavian **Gts**
developing partners



AGA tankstation hos Preem i Sundsvall



LCNG tankning i April

LCBG (LCNG) tankning i Augusti

LBG tankning när kund finns

Scandinavian **Gts**
developing partners



Storskalig LBG produktion

Scandinavian **Gts**
developing partners



Motiv för Sverige

Transportsektorns årskonsumtion av energi motsvarar 10'000 MNm³ CBG & LBG per år varav ca hälften är för bussar & lastbilstrafik.

Dagens produktion är 28 MNm³ CBG (0,3%) vilket har tagit oss 15 år.

Vi släpper idag ut ca 12 ton fossilt CO₂/person, långsiktigt mål är 1 ton.

Baserat på 1 fabrik av 1 TWh motsvarande 100 MNm³ CBG & LBG behövs:

- Vid 30 % mål 30 fabriker
- Vid 40 % mål 40 fabriker

Energieffektivare fordon, mindre resor kan ge snabba resultat men en utbyggnadstakt av 2 fabriker per år lär behövas för att nå nationella mål.

Scandinavian **Gts**
developing partners



Motiv för EU

Transport sektorn är ansvarig för ca 28% av totala utsläpp av fossilt CO₂.
Energikonsumtionen motsvarar ca 3750 000 MNm³ CBG per år.

Trängsel på vägar och flygplatser ökar utsläppen med ca 6 % av EU
konsumtion av fordonsbränsle.

För att nå 20% mål baserat på spannmål behövs 300 Mha (600 Mha för
etanol), med alger..... Frankrike har 12 Mha.

Samma mål med alger ger 30 Mha, 2,5 ggr Frankrike.

Kommer EU att köpa upp den svenska produktionen?

ScandinavianGTS
developing partners

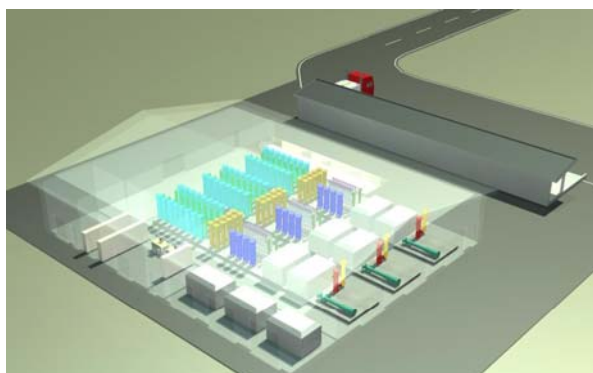


IMPORT av energi

- Bättre fördelning av ekonomi, mindre beroende av bistånd
 - Skapar nya arbetstillfällen
 - Mindre export av mat (mineraler), minskar utarmning av jordar.
 - Endast export av kol från atmosfär, kretsloppsanpassat!
 - Stimulerar ett ekologiskt jordbruk med tillgång till biogödsel
 - Inga handelshinder med EU
 - Vattenbehov!
-
- Transport effektivt fordonsbränsle?? LBG uppfyller dessa krav.



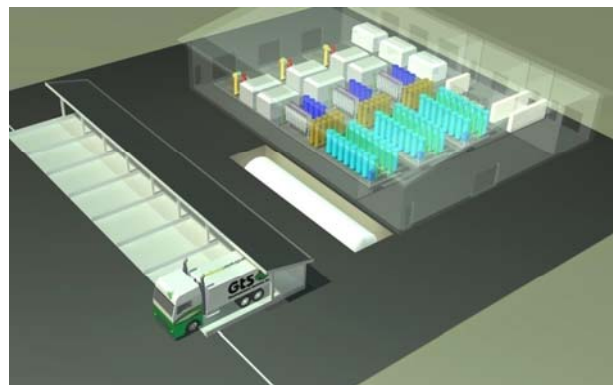
ScandinavianGTS
developing partners



CBG Layout

7`500 Nm³/h

0,35 TWh



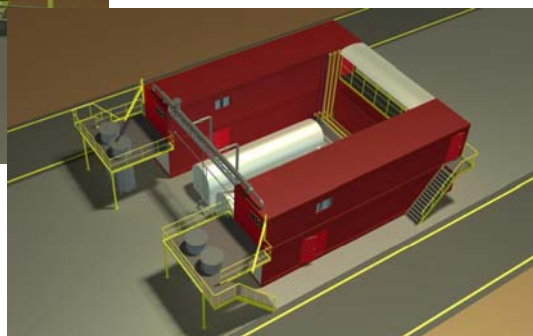
Scandinavian **Gts**
developing partners



CBG Layout

13`400 Nm³/h

0,6 TWh



Scandinavian **Gts**
developing partners



LBG Layout

10`000 Nm³/h

0,5 TWh



Scandinavian **Gts**
developing partners



LBG Transport

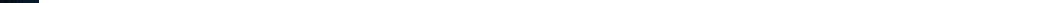
56 m³, 17 ton, 24 000 Nm³

28 ton, 40 000 Nm³

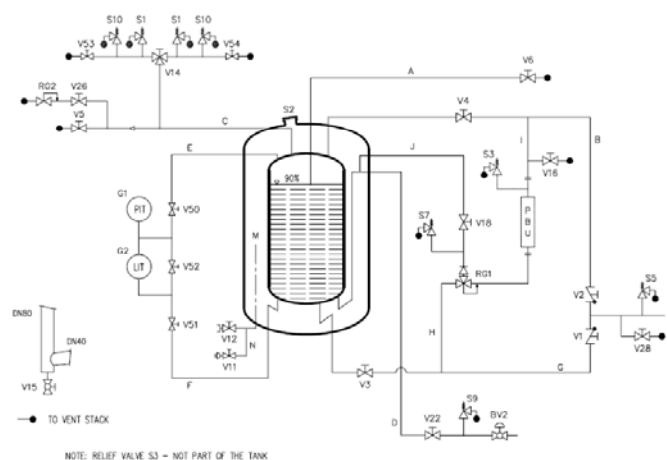
Bussdepå 4 MNm³/år ger 2-4 lev/vecka



Scandinavian **Gts**
developing partners



4x60'000 liter, 6 dispensers

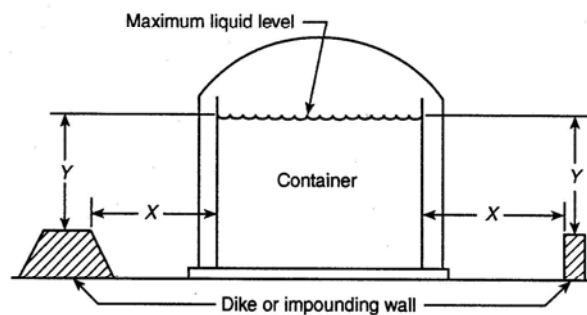


Scandinavian **GTS**
developing partners



LBG & säkerhet

- Säkerhetsrådgivare
- Regelbunden besiktning
- Utbildning
- Skydd mot frysskador



Scandinavian **Gts**
developing partners



BEFINTLIG TEKNIK.....



LBG pump, trailer fyllning

Scandinavian **Gts**
developing partners



BEFINTLIG TEKNIK.....



LBG pump, tankning av fordon

ScandinavianGts
developing partners



BEFINTLIG TEKNIK.....



***HT LBG pump 800 Nm³/h, 0,4 Mkr, 30 kW
(CBG compressor 800 Nm³/h, 3Mkr, 132 kW)***

ScandinavianGts
developing partners



BEFINTLIG TEKNIK.....



LBG förångare till CBG, 1 i drift & 1 defrost

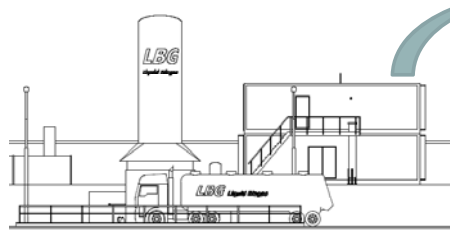
ScandinavianGTS
developing partners



LBG övrig tankningsutrustning

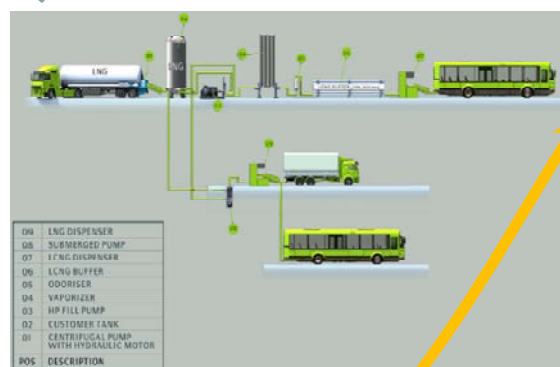


ScandinavianGTS
developing partners



LBG fabrik

Tankstation/bussdepå



Återföra energi

GAS/CBG

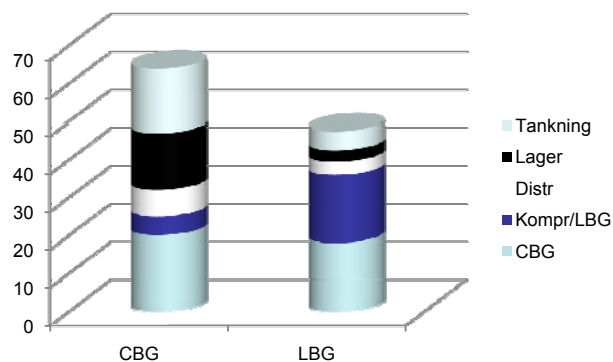
VÄTSKA/LBG

Temperatur

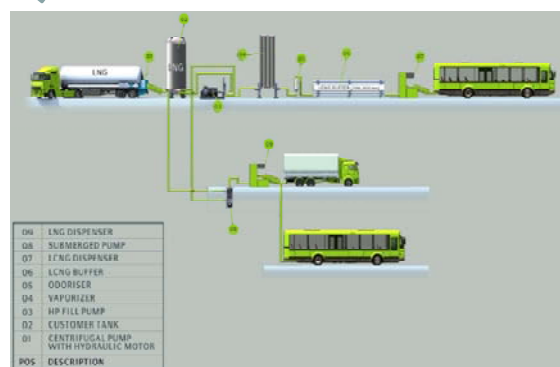
Scandinavian **Gts**
developing partners



Investerings



Tankstation/bussdepå



Scandinavian **Gts**
developing partners

Biodiesel – Biobaserad tändvätska

David Frykerås, Ageratec

Bild #2: Ageratec är ett bolag vars affärsidé är att sälja Biodieselanläggningar. Vi har varit verksamma inom Biodiesel sedan 1996. Ageratec har 76 anläggningar sålda i 23 länder. Den snabbaste växande marknaden är i dagsläget USA och Canada.

Bild #3: Det är i huvudsak 4 produktområden 1: Byggnation, leverans samt installation av förbehandlingsutrustning för oljor och fetter för att förbereda råvaran för biodieselproduktion. 2: Byggnation leverans och installation av Biodieselutrustning för biodieselproduktion. 3: Laboratorie för testning av råvaror men även analyser av den färdiga Biodieseln. 4: Försäljning av kemikalier och förnödenheter för Biodieselproduktion.

Bild #4: Biodiesel är en bränsle som ersätter Diesel. Råvaran är alltid en treglycerid i någon form. Exempel på treglycerider är rapsolja, sojaolja, Fiskolja, jatropha samt fetter från animalie. Det går i stort sätt använda vilken typ av fett som helst. Biodiesel är det internationella handelsnamnet. Biodiesel är en produkt som följer en standard som är överenskommen mellan motortillverkarna och Biodieselproducenterna. Inom EU används standarden EN14214 medan nord och Sydamerika använder sig av standarden ASTM 6751.

Bild #5: Principen för produktion av Biodiesel är att man tar en fett och omförestrar med en alkohol så som metanol eller etanol. De som sker är att treglyceriden splittrar upp sig till monoestrar som har mycket snarlika egenskaper i en dieselmotor som Diesel.

Bild #6: Exempel på ett bränsle producerad i Ageratecs processor. Detta exempel är baserat på kallpressad rapsolja som bas. Detta är en mätning enligt standarden EN14214.

Bild #7: Biodieseln främsta egenskap är att den minskar CO₂ utsläppen. Den skiljer sig från Diesel miljöegenskaper då den inte är giftig för människa och natur samt att den bryts ned på 21 dagar i naturen. Samliga utsläppsvärden är lägre jämfört med Diesel. Undantaget kan vara NO_x om man enbart använder sig av raps eller sojaolja. Används animaliefett som grund så är även NO_x lägre på grund av ett ökat cetantal.

Bild #8: Ageratec har produkter för att kunna hantera olika typer av avfall för produktion av Biodiesel. Exempel på sådana avfall är begagnad fritäsolja, fett från fettavskiljare eller avfall från slakterier. Historisk har biodiesel produktion skett enbart från ätbara produkter. Ageratec har specialiserat sig på att kunna använda någon typ av avfall för produktion.

Bild #9: De råvaror som går åt för en produktion är någon typ av vegetabilisk eller animaliskt fett som man tillsätter metanol eller etanol till. För att driva processen tillsätts katalysator som är kaliummetholat eller natriummetholat. Ageratecs egna patenterade raffineringsmedel. Samt 60 Wh per liter producerat bränsle. Då en liter Biodiesel innehåller ca 10 000Wh så är energibalansen mycket god. Bilden visar Enköpings lokaltrafiks buss som går på 100% biodiesel producerat i en Ageratec processor på Brunnsolms säteri i Enköping.

Bild #10: Ageratec har ett samarbete med Scandinavian Biogas för en totalintegrerad produktion av Biodiesel/Biogas på gårdsbasis. Med detta kombinat kan en gård bli självförsörjande på el, värme bränsle samt foder till djur.

Bild #11: Exempel på Ageratecs minsta processor som är containerbaserad för produktion av 2000liter/dygn.

Bild #12: Produktion av 16000liter/dygn i Spanien. Kunden transport Y Martines använder bränslet till sin egen flotta på 50 lastbilar. Råvaran är begagnad fritösolja.

Bild #13: Ageratecs bygger sina fabriker på moduler. Standardmodulen för en stor produktion är 24000 liter/ dygn. Fördelen är att man kan starta i liten skala för att sedan bygga ut fabriken gradvis. Detta utan att kostnaden för underhåll och service är högre än ett motsvarande platsbyggd fabrik.

Bild #14: Tiderna då det var okej att använda en del av en produkt är över. Det finns begränsad mängd råvaror som Jorden kan producera och de ska i störta möjliga mån användas om och om igen. Detta exempel är en integrerad Biodiesel och Biogas produktion. raps eller soja skördas, jordbruksmaskinerna går på Biodiesel, fröet pressas till djurfoder samt olja. Oljan renas och spillet blir djurfoder. Den renade oljan görs biodiesel av, biprodukten glycerol går in i röt-kammaren tillsammans med gödsel från djuren för produktion av Biogas. Ur biogasanläggningen kommer rötslam som är ett utmärkt gödsel som kan återföras till naturen och på så sätt är cirkeln sluten.

Bild #15: Flygbussarna och Upplands lokaltrafik använder sig av 100% biodiesel till en del av sin bussflotta.

Bild #16: Ageratec har installationer i alla världsdelar och har testat mer än 130 olika råvaror som kan användas för produktion av Biodiesel.

Bild #17: Bild på Jathropha buske som växer i torra områden i Afrika och Sydamerika. Den växten konkurrerar inte med matproduktion då det inte går att odla mat på det land som denna buske växer. Bild på en P16000. Bild på en P3000 installerad i Australien, råvaran är fett från slakteriavfall. Pressanläggning i Skåne.

Integrated Biodiesel production

David Frykerås

Ageratec

- Started development in 1996
- First processor in 1998
- First delivery in 2003
- 76 machines sold in 23 countries
- 7 processors sold in USA and Canada



Ageratec Head office Norrköping, Sweden

Biodiesel Products and Services

Preparation & Pre-treatment



Processors



Oil & Fats Testing



Process Chemicals



What is Biodiesel?

- Fatty Acid Methyl Ester (FAME) or Fatty Acid Ethyl Ester (FAEE)
- Renewable raw material: Vegetable oils including palm oil, used cooking oil and animal fat
- Biodiesel is regulated by the quality standard EN 14214/ASTM 6751
- Mixable with fossil diesel



SOGB - raw material
crude palm oil, Ivory
coast, Africa

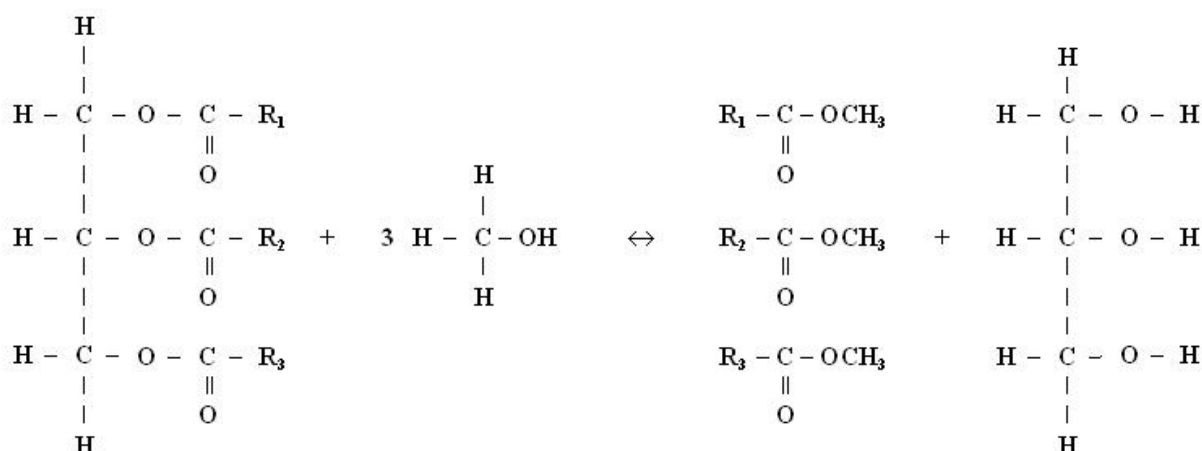


Triglyceride oil molecule

Methanol

Methyl Esters

Glycerol

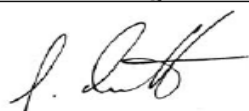


R₁, R₂, R₃ = Fatty acid carbon chains

Sample Appearance : Yellowish colour, bright, visibly free of suspended or precipitated contaminants
 Sample Container : PE bottle 1000 ml
 ASG-ID : 79060

Parameter	Method	Result	Specification DIN EN 14214		Unit
			min.	max.	
Ester Content	DIN EN 14103	98,6	96,5	-	% (m/m)
Density at 15 °C	DIN EN ISO 12185	884,0	860	900	kg/m ³
Viscosity at 40 °C	DIN EN ISO 3104	4,55	3,5	5,0	mm ² /s
Flash Point	DIN EN ISO 3679	180	120	-	°C
CFPP	DIN EN 116	-13	-	*	°C
Sulfur Content	DIN EN ISO 20884	<1	-	10,0	mg/kg
Carbon residue (10%)	DIN EN ISO 10370	0,29	-	0,3	% (m/m)
Cetane number	IP 498	51,4	51,0	-	-
Sulfated Ash	ISO 3787	<0,001	-	0,02	% (m/m)
Water Content	DIN EN ISO 12937	389	-	500	mg/kg
Total contamination	DIN EN 12662	8	-	24	mg/kg
Copper Strip Corrosion	DIN EN ISO 2160	1	1		Corr.Degree
Oxidation stability at 110 °C	DIN EN 14112	2,9	6,0	-	h
Acid value	DIN EN 14104	0,212	-	0,5	mg KOH/g
Iodine value	DIN EN 14111	113	-	120	g Iodine/100g
Linolenic Acid Methyl ester	DIN EN 14103	9,3	-	12,0	% (m/m)
Methanol Content	DIN EN 14110	0,01	-	0,20	% (m/m)
Free Glycerol	DIN EN 14105	0,02	-	0,020	% (m/m)
Monoglyceride Content		0,43	-	0,80	% (m/m)
Diglyceride Content		0,17	-	0,20	% (m/m)
Triglyceride Content		0,01	-	0,20	% (m/m)
Total Glycerol		0,16	-	0,25	% (m/m)
Phosphorous Content	DIN EN 14107	<1	-	10,0	mg/kg
Metals I (Na + K)	E DIN EN 14538	<0,5	-	5,0	mg/kg
Metals II (Ca + Mg)		<0,5	-	5,0	mg/kg

* requirements : 15.04. - 30.09. max. 0 °C
 01.10. - 15.11. max. -10 °C
 16.11. - 28.02. max. -20 °C

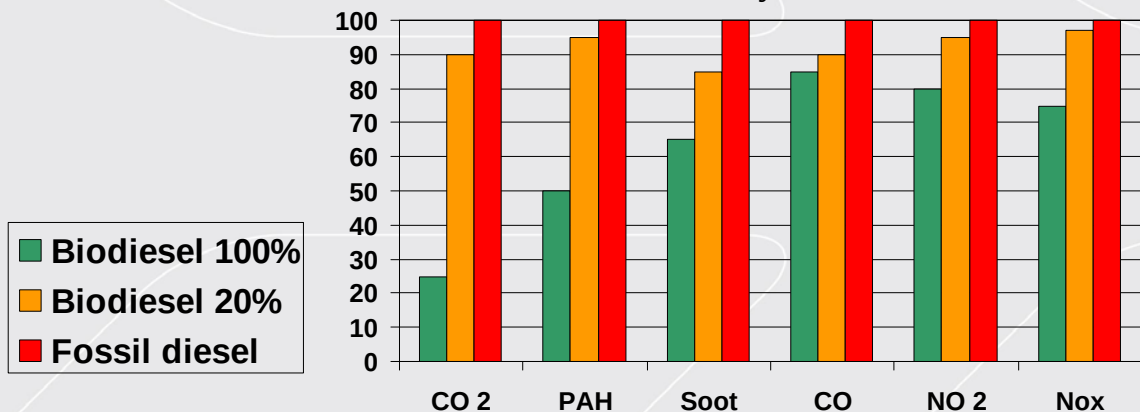


Environmental benefits:

- Same vehicle – cleaner exhaust
- 75-95 % renewable
- Biodegradable in 21 days
- Not poisonous for people or animals
- Cleaner exhaust



Biodiesel mostly from Palm oil or UCO



Raw materials yesterday until tomorrow



Comprehensive Biodiesel Solutions

Remove	20-100% FFA	1-20% FFA	Distillation / Fractionation
• Water • Solids • Metals	• Trap Grease • Brown Grease • PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) • Other High FFA	• Yellow Grease • Tallow / Fats • Used Cooking Oil • Corn Oil (Ethanol) • RBD Virgin Oil	• ASTM D6751-08 • Cold Soak • EN-14214 • CFPP

▪ Example Transesterification, oils with 1% FFA

▪ Inputs:

- Raw material, 100%
- Methanol/Ethanol, 13,5%
- Catalyst, 1%
- Refining agent, 0,6%
- Energy 60 Wh/liter

▪ Products:

- Biodiesel, 97-99%
- Glycerol, 16-18%
- No process water



Biodieselproduktion till
Upplands lokaltrafik, Enköping

Ageratec integrated system with biogas production from Glycerol



Production of 150 kWh to 750 kWh electricity and 300-1400kWh of heat.

P2000

- Capacity 2000 liters/24h
- Can be containerized
- Need 17kW of electrical power
- Energy consumption 65W/litre
- Ready to produce upon arrival
- Fits into one 20 foot container



Containerized P2000 portable production.

P16000

- Batch size of 8000 liters 2 batches/day
- 1 operator/ shift
- Need 55kW maximum electrical power
- Energy consumption 59Wh/litre
- Needs 14 days for erection and commissioning
- Needs three 40 foot containers for transport



P16000 Transport Y Martinez, Spain

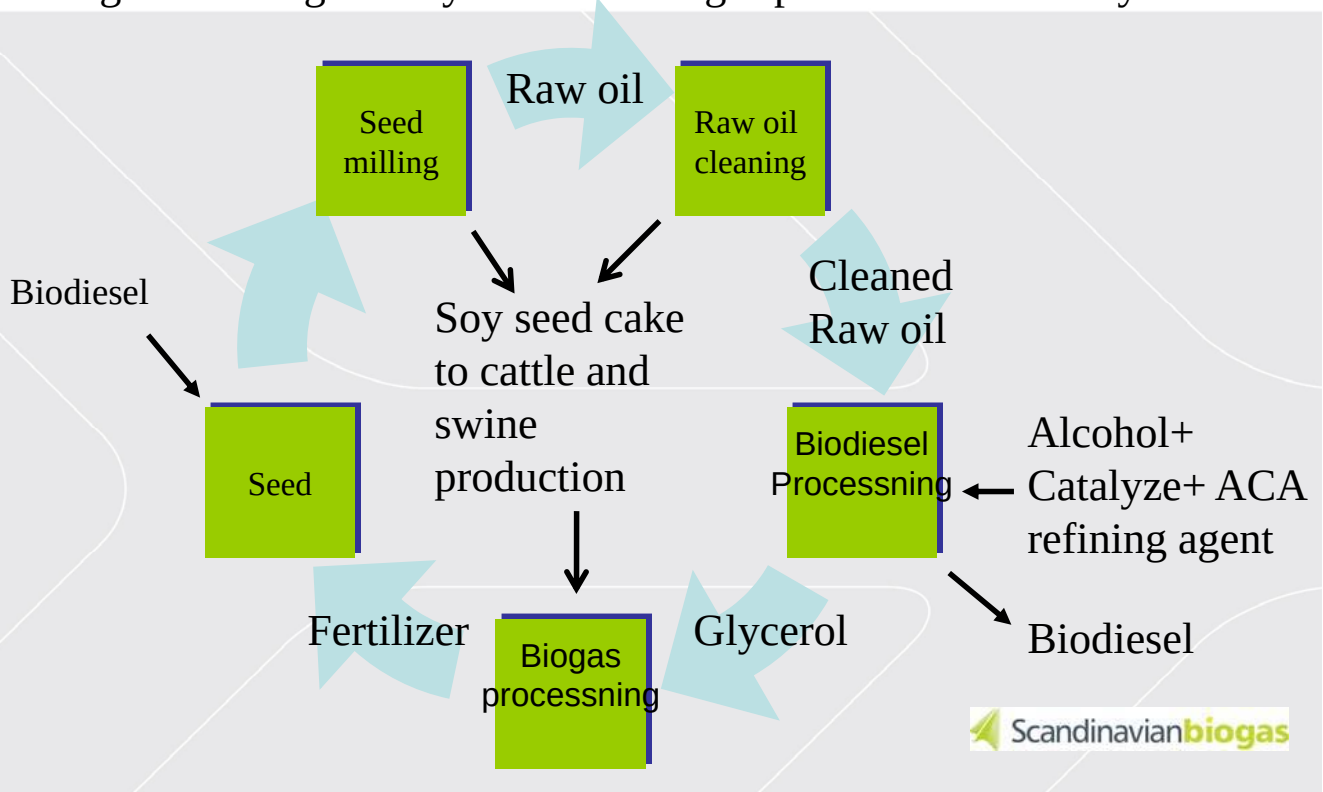
Benefit with multi-link

- Modular built factory
- Turn key solution
- 1-2 operators/shift
- Energy consumption 52W/liters
- Less than 2% per year in maintenance cost
- Possibility to extend the factory gradually
- High availability independent units
- Lower investment cost
- Low civil work investment



PE120000 production 120m³/day

Ageratec integrated system with biogas production from Glycerol



Users references

Flygbussarna



http://www.flygbussarna.se/Om_oss/Miljo.aspx

Uppland lokaltrafik



▪ http://www.ul.se/sv/Nyheter/UL_medverkar_i_Arlandas_framtid/

Processors/country

Sweden	10
Poland	8
Lithuania	4
Romania	3
Australia	10+7
Norway	2
Portugal	2
Spain	2
Greece	2
Netherlands	2
USA	6
Germany	1
Ivory Coast	1
Cameroon	1
South Korea	1
Belorussia	1
Zambia + Mali	1
Uruguay	2
Canada	1
Rwanda + Mozambique	2
Columbia	5

Processors/raw material

CANOLA OIL	19
USED COOKING OIL	14
PALM OIL	3
SOY OIL	6
ANIMAL FAT	19
FISH OIL	1
SUNFLOWER OIL	5
COCONUT OIL	1
MERINGA	1
JATROPHA	4

Thank you for the opportunity to present Ageratec
and renewable fuels



Dual-Fuel™ Technology

Enabling Trucks & Buses to Operate on Bio-Methane

Steve Whelan, Technical Director

BioGas Öst Conference, Stockholm

10th February 2009



Trends in Oil Usage

- Use of oil in power generation is  but transport use is 
- Power generation can use hydro, wave, tidal, wind & nuclear
- Alternatives to oil based fuels are increasingly being adopted for cars, buses and light duty commercial vehicles
- Hybrid-electric powertrain is increasingly being adopted for cars, buses and light duty commercial vehicles
- **To date, practical alternatives to diesel-oil in the heavy duty sector are very limited**

Clean Air Power's Dual-Fuel™ technology addresses the heavy duty commercial vehicle sector by enabling the use of natural & bio-gas fuel in unchanged diesel engines



Clean Air Power : combining diesel and natural gas for clear cost efficiency

Clean Air Power: Profile

- 1st Dual-Fuel™ patent filed in 1995
 - Original patent holders remain with the company
 - Approximately 150 man-years of Dual-Fuel™ know-how
- Around €50m invested
- Listed on the London Stock Exchange (AIM:CAP)
- Tier 1 supplier of components to Volvo, Mercedes-Benz, L3
- January 2009: signed LOI with Volvo to develop Dual-Fuel™ product
- Headquarters and vehicle operations in Leyland, UK;
Engineering R&D and component production in San Diego, CA.

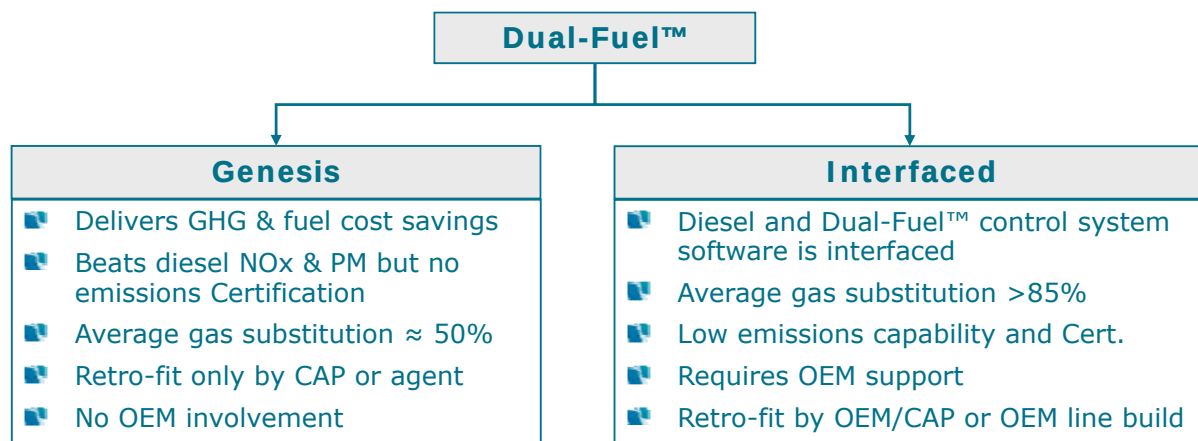
Dual-Fuel™ Background

- Methane is a favoured road fuel
 - Bio-Methane is a renewable, sustainable, carbon neutral fuel
- GHG reductions are being demanded by Government & fleets
 - Dual-Fuel™ technology can reduce GHGs by ~20%
- Operators can make fuel savings of €0.09 per km (Germany) €0.18 per km (UK) using natural gas
- Clean Air Power's Dual-Fuel™ technology is proven and acceptable to both drivers and operators
 - Over 1,700 units operated across 3 continents
 - Estimated 500,000,000 km covered

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Dual-Fuel™ Product Options

- Genesis – Europe: Volvo FM13 Euro 5, Mercedes & DAF Euro 3
- Interfaced – Australia & S America: Caterpillar C-15/C-12



Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Range of Clean Air Power Vehicles



INTERFACED

USA 250HP 7 litre - Disney Tram



INTERFACED

USA 315HP 10 litre - Refuse



INTERFACED

USA 380HP 12 litre - Distribution



INTERFACED

Switzerland 420 HP 12 litre - Distribution



GENESIS

Euro5 440HP 13 litre - Distribution



INTERFACED

Australia 500HP 15 litre - Road-Train

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

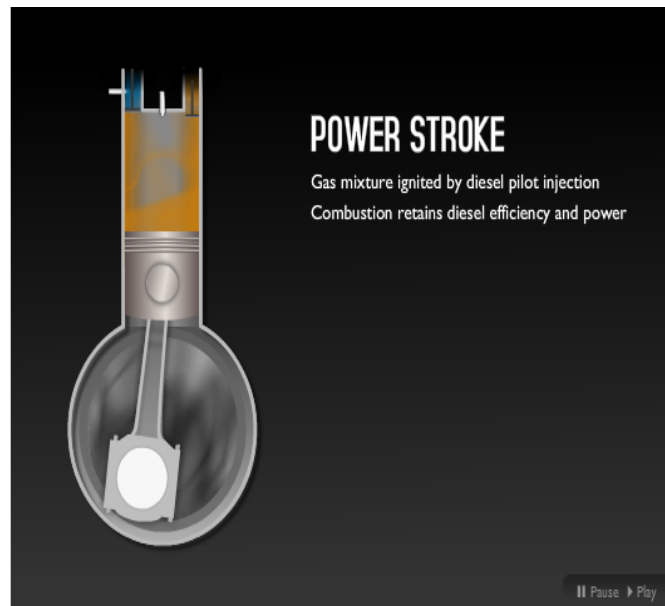
Dual-Fuel™ : Fundamentals

- A Dual-Fuel™ engine is a diesel engine – no basic change
- Dual-Fuel™ uses a diesel pilot injection to ignite a lean, homogeneous mixture of natural gas and air
- Retains diesel-cycle performance & efficiency with up to 90% gas substitution
- Can use LNG or CNG
- Delivers lower regulated & carbon emissions than diesel
- Returns to 100% diesel operation automatically and instantaneously when gas supply is terminated

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Dual-Fuel™ Technology

- No change to the base diesel engine
- Uses Diesel 4-stroke cycle
- No change to vehicle cooling system
- Operates within diesel engine mechanical and thermal limits
- Average use of 50% to 85% natural gas with instantaneous use of up to 90%
- Drives like a diesel



Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

FM13 Genesis Dual-Fuel™ Engine-Systems

Gas Injection System

- Electronic gas injectors
- Single point injection
- LNG or CNG

Air System

- Turbo Air Bypass
- Bosch Electronic Throttle Body

Hawk™ System

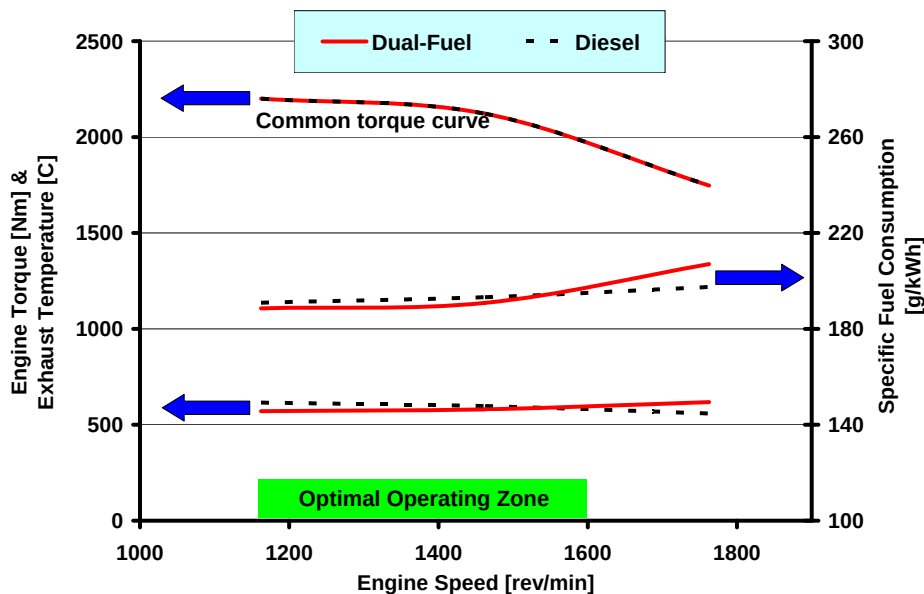
- ECU
- Sensors
- Harnesses
- CAN interface



Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

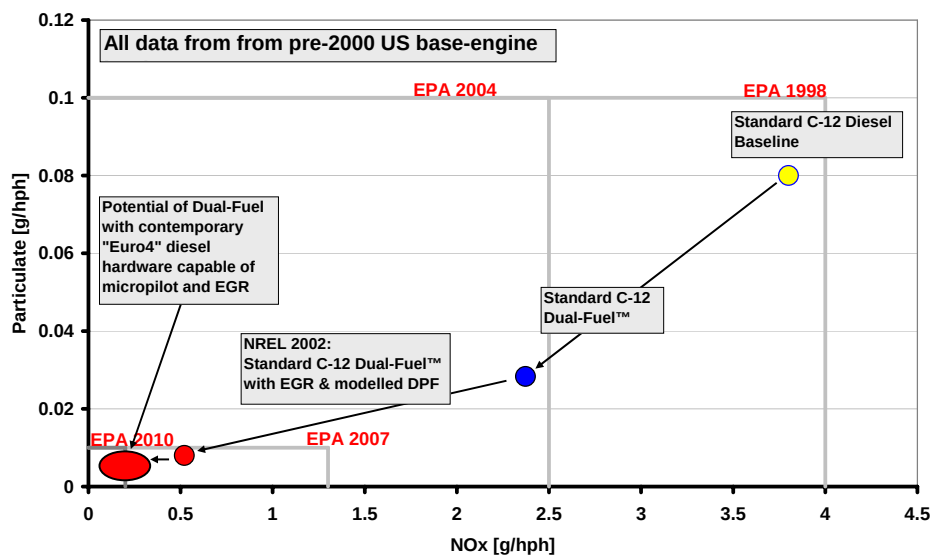
FM13 Genesis Vehicle Performance

FM13 Genesis Full Load Operation @ 440 HP Rating



Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Interfaced Dual-Fuel™: Lower Emissions



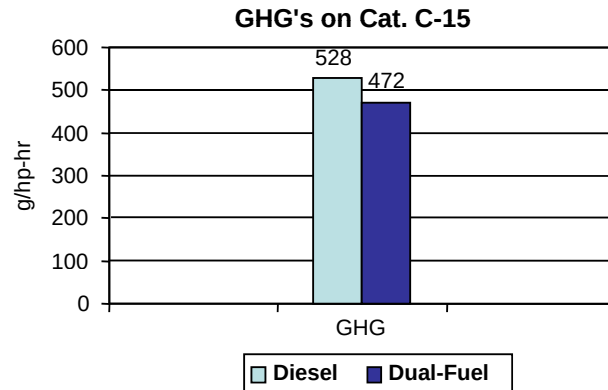
The Dual-Fuel™ engine delivers low NOx and PM with US2010 potential

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Interfaced Dual-Fuel™: Lowest GHG's

"Tank-to-Wheels"

- Validated test data shows a 21% reduction of CO₂
- Proven GHG reduction of 11% based on CO₂ equivalence for NO_x and CH₄
- Improvement in GHG reduction can be achieved through improvement in CH₄ emission
- >18% proven GHG reduction with oxidation catalyst



"Well-to-Wheels"

- >60 % reduction in CO₂ with Bio-methane
- Can be "carbon-neutral" or better

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

OEM Co-operation

- **Volvo FM9**
Stockholm August 2007
RAI Amsterdam Nov. 2007



- **MACK Pinnacle**
Washington DC, March 2008



- **January 2009 - Volvo sign letter of intent with Clean Air Power to develop Dual-Fuel™ commercial product**

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Dual-Fuel™ and Bio-Methane in Action



Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

“running on rubbish”



 **Sainsbury's**
Daily 500km
Bristol – Dartmouth

 **CLEAN AIR POWER**
Dual-Fuel system
Mercedes Axor Euro 3

 **gasrec**
Biomethane from
Albury landfill site

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Summary

- Clean Air Power Dual-Fuel™ system is available today
- Volvo signed LOI for Dual-Fuel™ technology
- Bio-Methane is a genuine & practical substitute for diesel
- Energy alternatives for heavy road transport are limited
- Don't waste Bio-Methane on grid-power-generation
- Use Bio-methane for lower cost, sustainable heavy transport

Clean Air Power : delivering lower transport costs & lower greenhouse gas emissions - today

Thank You !

Flytande metan – tillgänglighet i Sverige.

2009-02-18



Begränsat med naturgas/metan rörledning i Sverige-Norge

- Liten befolkning
- Stora avstånd
- Billig elproduktion
- Politik
- Skattesystem

Befintligt

- Västkusten + avstick (500 km)
- Stavanger- området (300 km)



Försörjning av LNG idag

- LNG tillverkar vi i bl a i Sköldvik (Kilpilahti) genom kryogen kondensation med LIN.
- Back-up från delägd anläggning i Tjeldbergodden (Trondheim-trakten)
- Gasen fraktas i trailer från Nådendal till Kappelskär och distribueras till kundtankar..
- LNG används idag bl a som backup för biogas i östra mellansverige
- LNG används i egen tankanläggning som back –up till 10 st biogasstationer i Stockholmsområdet
- AGA har redan idag kapacitet att försörja fordonsflottor i östra Mellansverige med LNG.

Terminal för LNG i Nynäshamn



2009-02-18

5

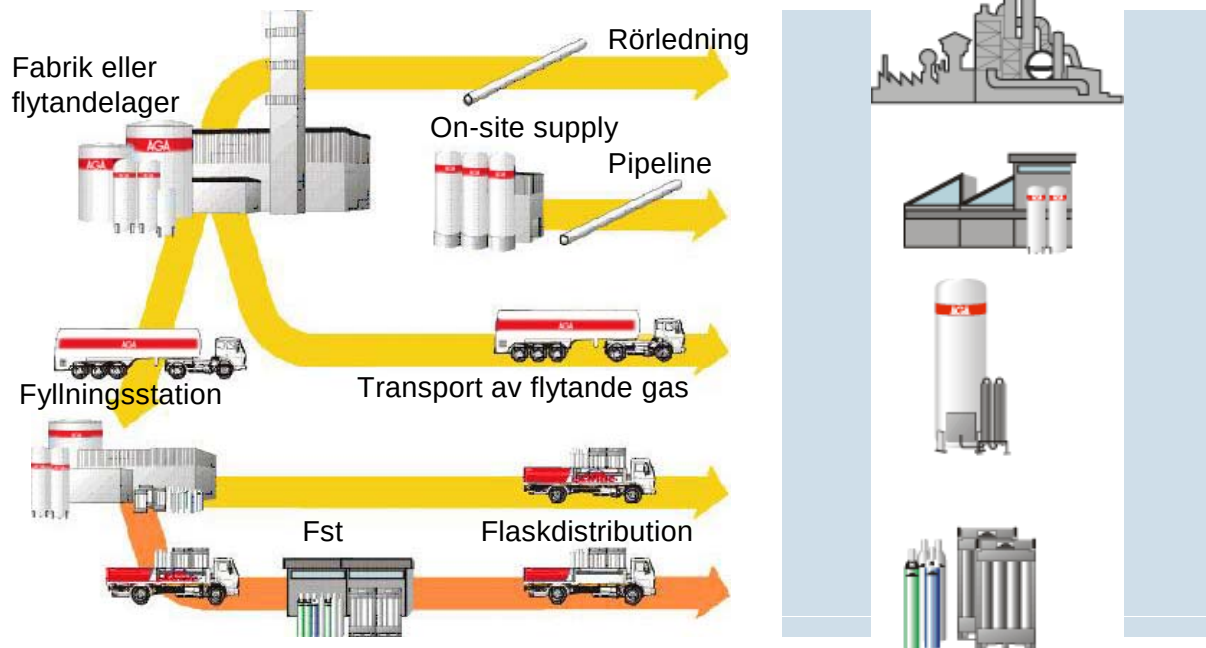
Nynäshamns Gasterminal AB.

- AGA Fortum och Nynäs har lämnat in en tillståndsansökan till miljödomstolen för att bygga en LNG terminal i Nynäshamn.
- Beräknad drifttagning 2010.
- Lagringsvolymen är cirka 20 000 kubikmeter, en medelstor oljecistern.
- Fullt utnyttjande av terminalen medför en minskning av koldioxidutsläppen med 80 000 ton per år
- Renare och effektivare alternativ till gasol och eldningsolja.
- Naturgasen kan ersätta bensin och diesel som fordonsbränsle.
- Backup för biogas för att säkerställa tillgången och därmed möjliggöra utökad användning av biogas.

2009-02-18

6

Försörjning av en lokal marknad med gas



Försörjning av en lokal marknad med gas

- Terminal/flytandelager lokaliseras nära en storförbrukare (i detta fall Nynäs) som får gas via en rörledning.
- Övriga kunder försörjs med flytande gas som körs ut med trailer till en gasstation hos kunden eller i fallet fordonsgas och transportkyla till en publik station.
- 40 bilar sköter AGAs distribution av flytande gas i Sverige.
- 1200 kundtankar för industrigas hos kunder i Sverige idag.
- Många av tankarna fjärrövervakas och har automatisk påfyllning.

Distributionskedjan för flytande metan



2009-02-18

9

Tankstation med flytande metan



2009-02-18

10

Transport av flytande metan i Sverige



- 25,25 meter längd
- Design Cryo AB
- 60 ton totalvikt
- Ca 71.000 ltr LNG
- 25,5 tonn LNG
- 4 axlad semi
- Superisolering
- A til B transport
- Kapacitet v/ 500 km t/r:
 > 15000 ton LNG

Jämför CBG

- c:a 5700 m³ = 4 ton per
60 ton långtradare

Dvs. flytande metan
ger 6 ggr effektivare
distribution. !

2009-02-18

11

LBG projekt i Sverige

Sundsvall först med produktion av flytande biogas - LBG

- AGA bygger lagertank vid produktionsanläggning
- AGA bygger publikt tankställe med lagertank, högtryckspump och luktsättning
- Planerad start av tankställe april –maj förses med LNG de första månaderna
- Planerad start med LBG i tankställe juli 2009.

- Flera större LBG - projekt är på gång i Sverige. Vi tror att LBG inom kort blir den dominerande transport och lagringsmetoden för biogas

2009-02-18

12

Framtid för uppgraderad Biogas i Sverige

- Komprimerad biogas (CBG) i små lokala nätverk och lokalt
- Alla större anläggningar > 2 Mm³/år görs med flytande produkt LBG.
- Dual-fuel teknik till lastbilar accepterat. (5 % av lastbilarna använder metoden)
- LBG med LNG som back-up kan inom en 5 års period växa från 0.7 % av drivmedelsmängden till 5 % om bara produktion finns.
- Biogas är inte längre bara ett lokalt drivmedel utan körs i form av LBG över hela landet.

2009-02-18

13

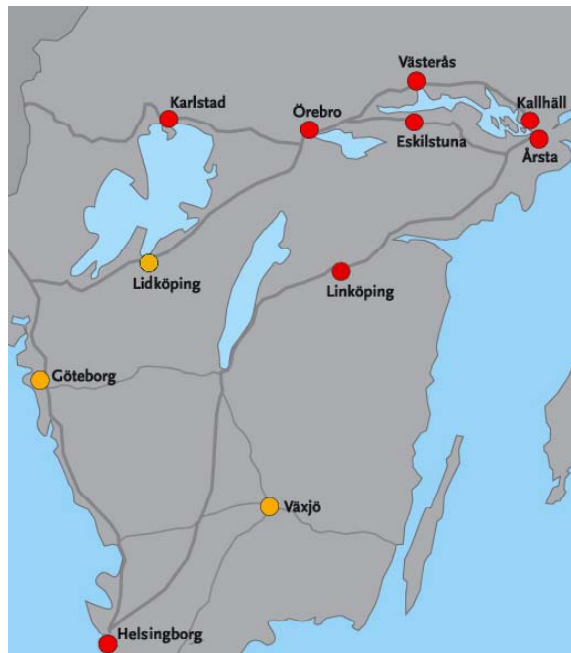
Uppbyggnad av Dual – Fuel marknad

- Dual-Fuel systemet kan användas med flytande eller komprimerad biogas/naturgas
- Tankställena byggs därför både för tankning av flytande och komprimerad gas så kallade LCNG/ LCBG stationer.
- Dual –fuel kräver inte full utbyggnad av tankställena överallt fordonen kan köras på ren diesel om inte tankställe finns...

2009-02-18

14

Publika tankställen LIC för transportkyla



2009-02-18

15

New Business Transportkyla



Tankning av LIC



2009-02-18

17

Tankning av LIC



2009-02-18

18



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