



## **Sammanfattningar av presentationerna Training the Trainers (Fortbildning för utbildare) i projektet Biomethane Regions**

**Del 1 – Treforest, södra Wales, maj 2011**

**Del 2 – Köpenhamn, Danmark, november 2011**

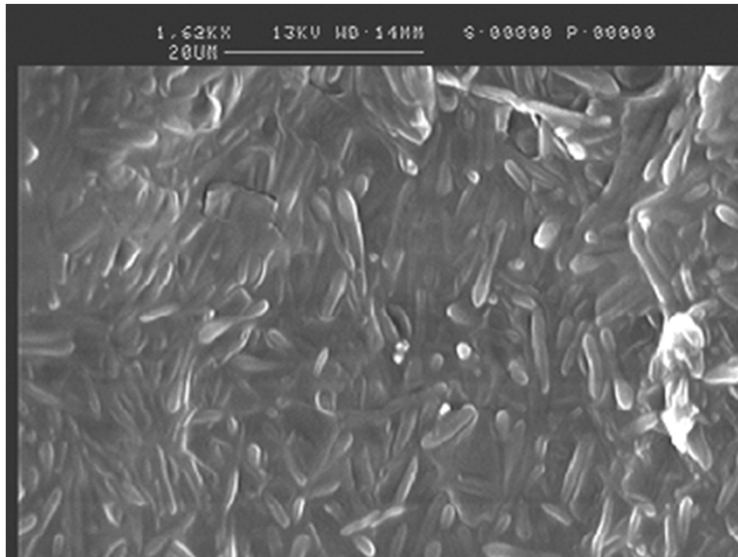
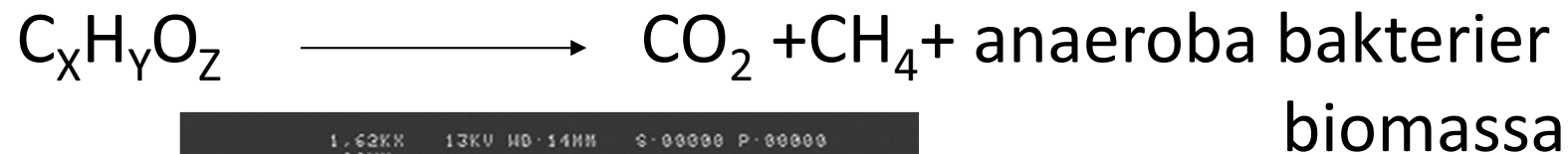
Här följer några korta sammanfattningar av presentationerna. De finns att läsa i sin helhet på [www.bio-methaneregions.eu](http://www.bio-methaneregions.eu) och [www.swea.co.uk/proj\\_biomethane.shtml](http://www.swea.co.uk/proj_biomethane.shtml)



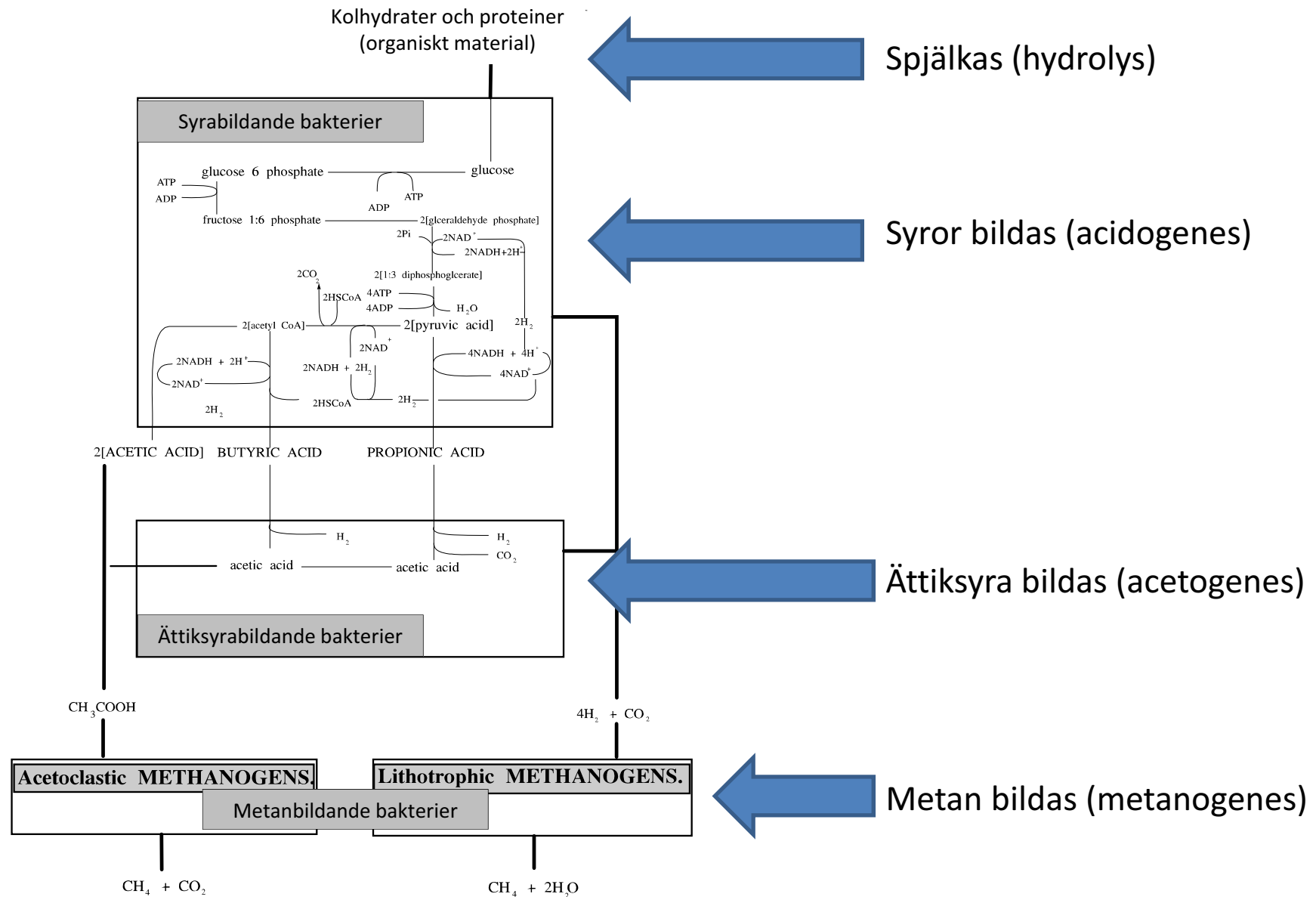
**Grundläggande biokemi**  
**Richard Dinsdale**  
**Universitet i Glamorgan**

# Vad är anaerob rötning?

Anaerob rötning innebär att organiskt material omvandlas till metan och koldioxid med hjälp av mikroorganismer och i frånvaro av syre.



## Steg i anaerob rötning



Källa: Guwy, (1996). Omarbetning av Mosey, (1983)



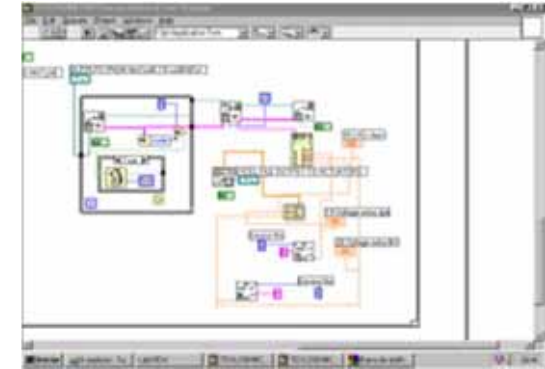
**Övervakning och styrning**  
**Sandra Esteves**  
**Universitet i Glamorgan**

# Slutsats

Övervakning och styrning av råvaror och  
förloppet i reaktorn ger effektiv  
behandling/återvinning och produkter av hög  
kvalitet, samt förbättrar anläggningens  
ekonomi



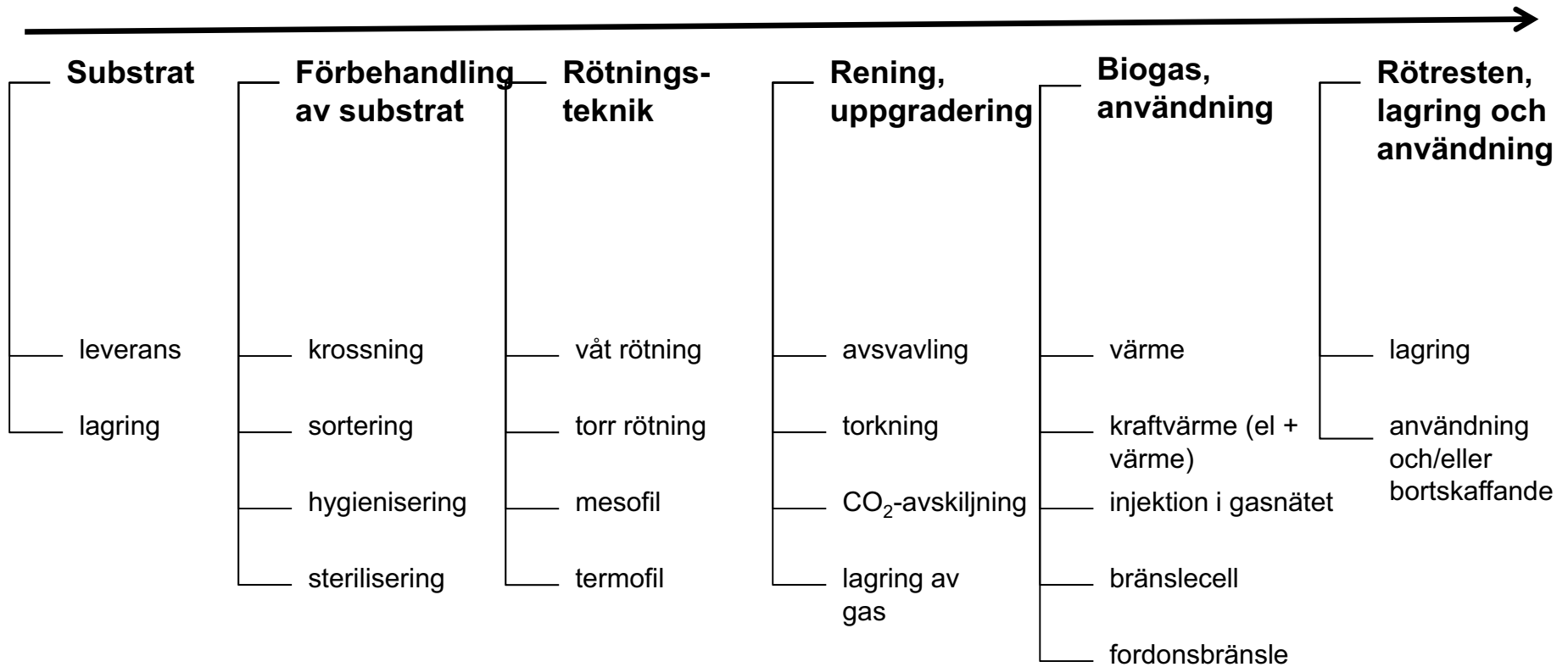
# Hur kan vi styra/optimera anläggningen?



- Styrningen baseras på råvarans egenskaper och reaktorförloppet
  - Håll den inställda temperaturen
  - Ändra inmatningshastighet/uppehållstid
  - Sluta använda vissa råvaror, eller leta efter kompletterande råvaror som behövs i det "perfekta" receptet
  - Tillsätt vatten/återcirkulera den flytande rötresten
  - Justera pH och alkalinitet
  - Dosera makro- och mikronäringsämnen, t.ex. järn, kobolt, nickel, molybden, selen, kalcium, magnesium och B-vitamin
  - Förbehandla eller efterbehandla



**Biogasanläggningens delar**  
**Karl Puchas**  
**Energikontoret i Steiermark, Österrike**



## olika torrsbstansinnehåll

### Våtrötning



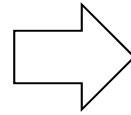
< 25 % torrsbstans  
kontinuerlig rötning (flöde)  
pumpning  
automatisk

### Torrötning

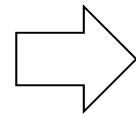


25 % torrsbstans  
ingen pumpning  
kan lagras i hög  
satsvis rötning (halvautomatisk)

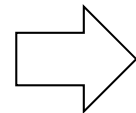
## olika råvaror



flytande → pumpning  
gratis  
lukt  
lågt energiutbyte



fast → ingen pumpning  
kostnad  
högt energiutbyte



fast eller flytande  
ekonomisk vinst  
förbehandlingsenhet  
lukt  
hygieniseringsenhet?



typisk gårdsanläggning för biogas



typisk industriell biogasanläggning

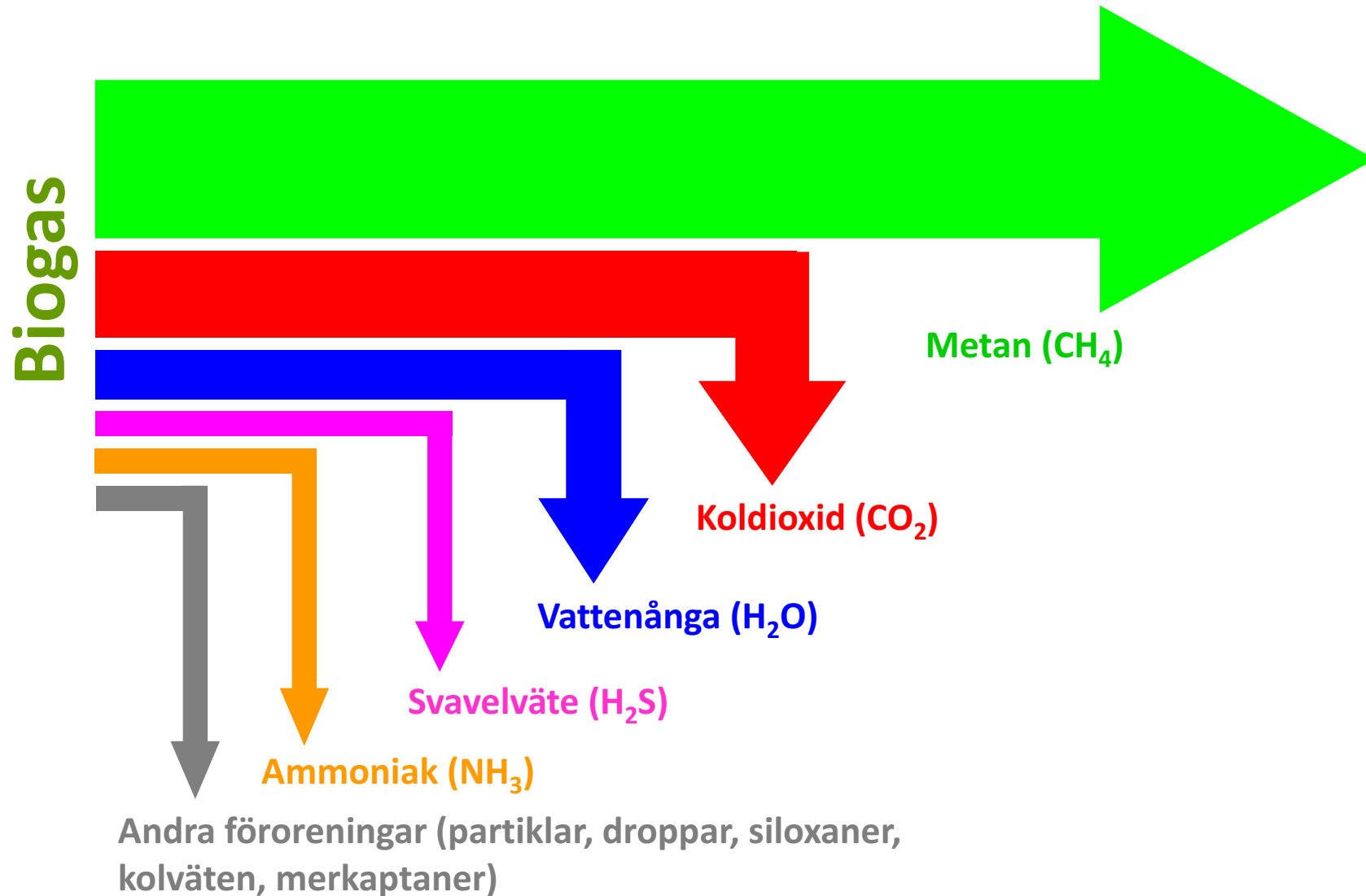
**typisk biogasanläggning för avfall (med kompostering)**





**Uppgradering av biogas**  
**Michael Harasek**  
**Tekniska högskolan i Wien**

# Uppgradering av biogas – om separering



# Steg vid uppgradering av biogas

1

- Förbehandling
- Avlägsnande av partiklar, droppar, siloxaner och spår av andra ämnen

2

- Avsvavling

3

- Kompression

4

- Uppgradering av biogasen
- Avskiljning av CO<sub>2</sub> och H<sub>2</sub>O

5

- Slutbehandling
- Justering av daggpunkt och värmevärde, hantering av gas för leverans

# Uppgradering av biogas

- ✓ **Olika tillgängliga tekniker**
  - ✓ PSA, Pressure swing adsorption
  - ✓ vattenskrubbning
  - ✓ absorption med Selexol
  - ✓ absorption med kemisk reaktion, t.ex. amin
  - ✓ membranseparation
  - ✓ kryoprocesser
  - ✓ hybridsystem
- ✓ **Vid val av lämplig teknik, ta INTE i första hand hänsyn till investeringskostnaden – kom ihåg: billigt kan bli dyrt!**
- ✓ Välj lämplig teknik med hänsyn till:
  - ✓ uppgraderingskapacitet
  - ✓ turn-down ratio, nedre gräns för att det ska fungera
  - ✓ stopp/start, hur fungerar det? Enkel/svår att sköta?
  - ✓ önskad kvalitet på produkten
  - ✓ energi- och kemikalieförbrukning





**Förbehandling av råvaran  
Gregg Williams och Des Devlin  
Universitetet i Glamorgan**

# Slutsatser

- Många olika material kan användas som substrat vid anaerob rötning.
- Tillgång, kostnad, hantering, lagringsbehov, sammansättning och biologisk nedbrytbarhet bör tänkas igenom.
- Kvantitativ och kemisk analys är värdefullt för en effektiv drift av anläggningen.
- Buswellekvationen – teoretiskt energiutbyte.
- Rötbarhetstest för att bekräfta gasutbytet.
- Förbehandling kan vara gynnsam för processen och öka gasutbytet.

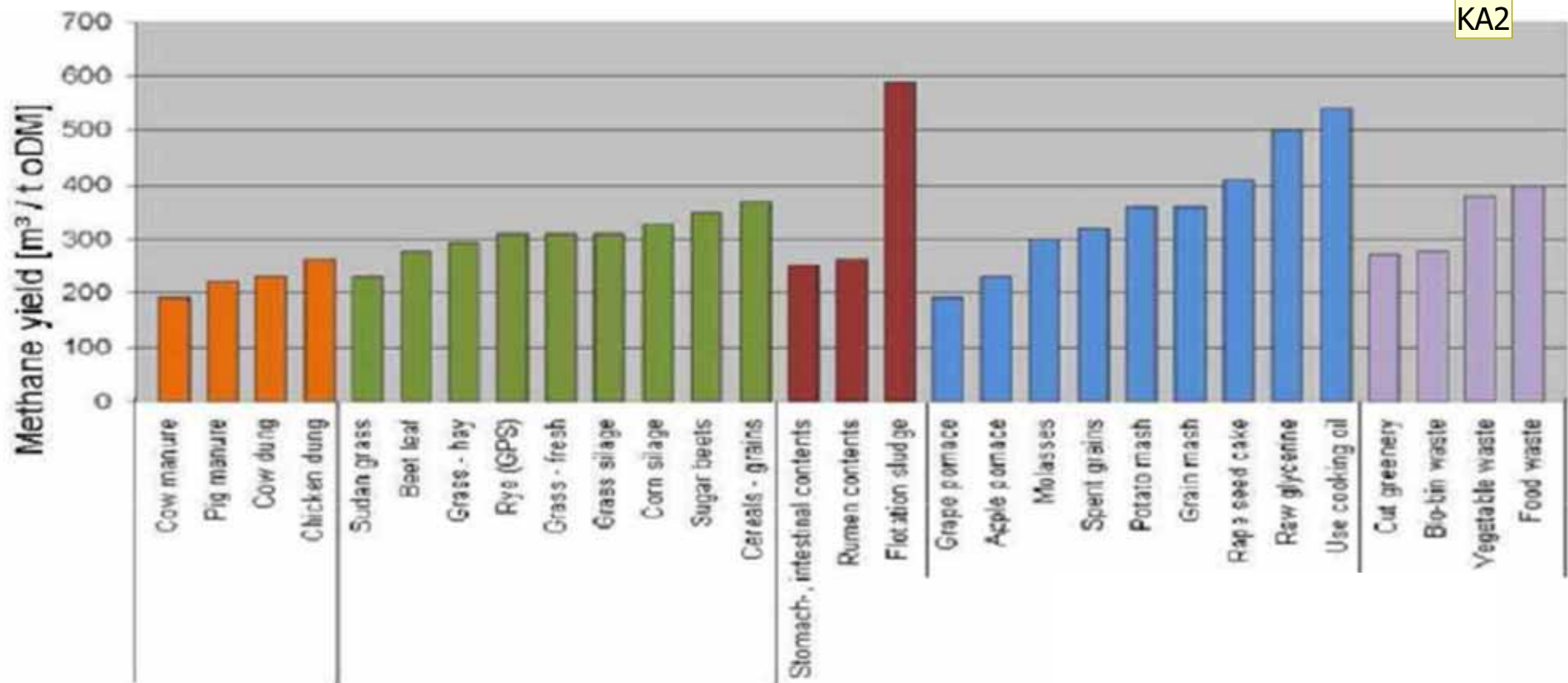
# Karakterisering av råvaran – kemisk analys

| Type of feedstock         | Organic content                  | C:N ratio | DM %  | VS % of DM | Biogas yield $m^3/kg^c VS$ | Unwanted physical impurities                      | Other unwanted matters                          |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|-------|------------|----------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Pig slurry                | Carbohydrates, proteins, lipids  | 3-10      | 3-8   | 70-80      | 0,25-0,50                  | Wood shavings, bristles, water, sand, cobs, straw | Antibiotics, disinfectants                      |
| Cattle slurry             | Carbohydrates, proteins, lipids  | 6-20      | 5-12  | 80         | 0,20-0,30                  | Bristles, soil, water, straw, wood                | Antibiotics, disinfectants, $NH_4^+$            |
| Poultry slurry            | Carbohydrates, proteins, lipids  | 3-10      | 10-30 | 80         | 0,35-0,60                  | grit, sand, feathers                              | Antibiotics, Disinfectants, $NH_4^+$            |
| Stomach/intestine content | Carbohydrates, proteins, lipids  | 3-5       | 15    | 80         | 0,40-0,68                  | Animal tissues                                    | Antibiotics, disinfectants                      |
| Whey                      | 75-80% lactose<br>20-25% protein | -         | 8-12  | 90         | 0,35-0,80                  | Transportation impurities                         |                                                 |
| Concentrated whey         | 75-80% lactose<br>20-25% protein | -         | 20-25 | 90         | 0,80-0,95                  | Transportation impurities                         |                                                 |
| Flotation sludge          | 65-70% proteins<br>30-35% lipids | -         |       |            |                            | Animal tissues                                    | Heavy metals, disinfectants, organic pollutants |
| Ferment. slops            | Carbohydrates                    | 4-10      | 1-5   | 80-95      | 0,35-0,78                  | Non-degradable fruit remains                      |                                                 |
| Straw                     | Carbohydrates, lipids            | 80-100    | 70-90 | 80-90      | 0,15-0,35                  | Sand, grit                                        |                                                 |
| Garden wastes             |                                  | 100-150   | 60-70 | 90         | 0,20-0,50                  | Soil, cellulosic components                       | Pesticides                                      |
| Grass                     |                                  | 12-25     | 20-25 | 90         | 0,55                       | Grit                                              | Pesticides                                      |
| Grass silage              |                                  | 10-25     | 15-25 | 90         | 0,56                       | Grit                                              |                                                 |
| Fruit wastes              |                                  | 35        | 15-20 | 75         | 0,25-0,50                  |                                                   |                                                 |
| Fish oil                  | 30-50% lipids                    | -         |       |            |                            |                                                   |                                                 |
| Soya oil/margarine        | 90% vegetable oil                | -         |       |            |                            |                                                   |                                                 |
| Alcohol                   | 40% alcohol                      | -         |       |            |                            |                                                   |                                                 |
| Food remains              |                                  |           | 10    | 80         | 0,50-0,60                  | Bones, plastic                                    | Disinfectants                                   |
| Organic household waste   |                                  |           |       |            |                            | Plastic, metal, stones, wood, glass               | Heavy metals, organic pollutants                |
| Sewage sludge             |                                  |           |       |            |                            |                                                   | Heavy metals, organic pollutants                |

AL Seadi (2001)

# Karakterisering av råvaran – uppskattat metanutbyte

- Från litteraturen



Big East Handbook (2008)

## Bild 22

---

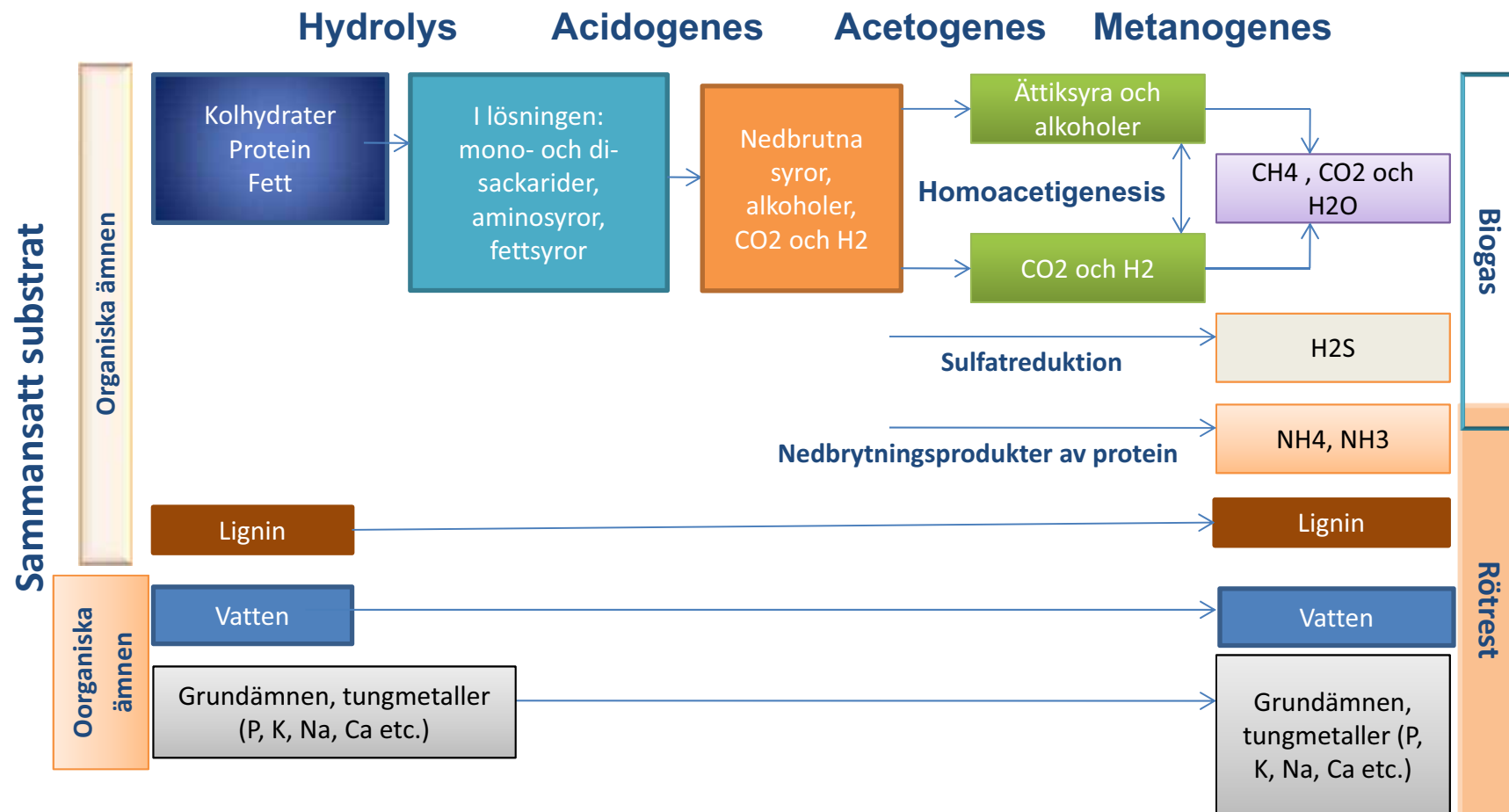
**KA2**

Karin Abrahamsson; 2012-01-23



**Rötrestens egenskaper och behandling**  
**Sandra Esteves**  
**Universitetet i Glamorgan**

# Anaerob rötning



# Näringsämnen i rötresten



Material change for  
a better environment



Environment  
Agency

Waste Protocols Project

## Anaerobic Digestate

Partial Financial Impact Assessment of the introduction of a Quality Protocol  
for the production and use of anaerobic digestate

**Table 6: Example nutrient contents of further selected digestate products [8, 4, 21]**

| Parameter                        | Rötrest från ko |       |       | Rötrest från gris |       |        | Rötrest från mix<br>(30 % ko, 50 % gris, 20 % C&I) |       |        |
|----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------------------|-------|--------|----------------------------------------------------|-------|--------|
|                                  | Whole           | SL    | SF    | Whole             | SL    | SF     | Whole                                              | SL    | SF     |
| Torrsubstans (%)                 | 7               | 3.1   | 23    | 5                 | 1.5   | 30     | 4                                                  | 1     | 30     |
| Totalt kväve (kg/ton)            | 5.47            | 4.6   | 9     | 5.05              | 4.36  | 9.56   | 5.15                                               | 4.49  | 12.5   |
| Tillgängligt kväve (kg/ton)      | 3.29            | 3.3   | 3.3   | 3.78              | 3.79  | 3.72   | 4.12                                               | 4.13  | 4      |
| Organiskt kväve kvar (kg/ton)    | 2.18            | 1.3   | 5.7   | 1.27              | 0.57  | 5.84   | 1.03                                               | 0.36  | 8.5    |
| Fosfat (kg/ton)                  | 1.02            | 0.2   | 4.2   | 1.21              | 0.56  | 5.49   | 1.16                                               | 0.37  | 10     |
| Uppskattat värde (totalt N, P)   | £3.73           | £2.22 | £9.65 | £3.82             | £2.62 | £11.69 | £3.79                                              | £2.41 | £19.22 |
| Tillgängligt värde (totalt N, P) | £1.74           | £1.46 | £2.86 | £2.01             | £1.79 | £3.48  | £2.14                                              | £1.87 | £5.17  |

SL = separerad vätska  
SF = separerade fibrer

# Slutsatser

Fundera över vilka möjligheter till användning av rötresten som finns.  
Finns det någon uthållig marknad?

Rötresten innehåller värdefulla näringsämnen som gör dem lämpliga som alternativ till kemiska gödningsämnen.

Separationstekniker kan användas för att separera näringsämnen (NPK) från den fasta rötresten.

Viktigt vid val av separator är vilket slags användning rötresten kommer att få.



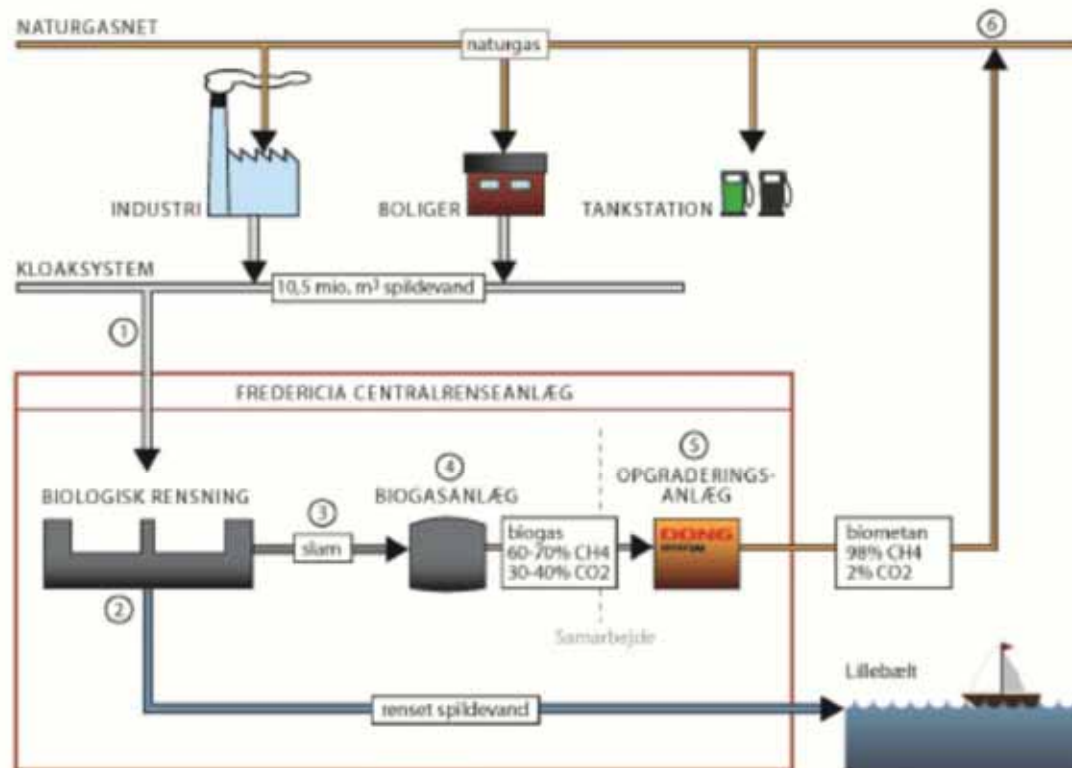
**Läget för biogasen i Danmark**  
**Bruno Sander Nielsen**  
**Danska biogasföreningen**



**Från Nordsjögas till Fredericiagas**  
**Asger Myken**  
**DONG Energy**

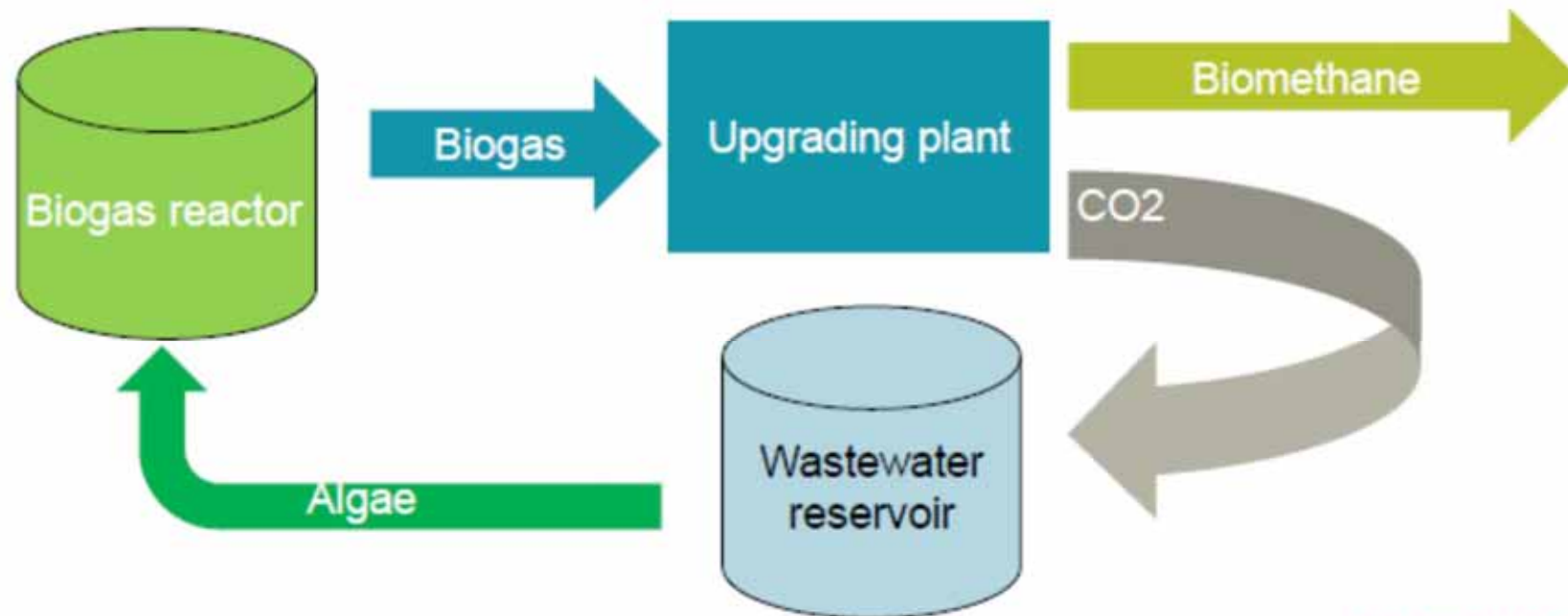
## För första gången distribueras nu biogas i naturgasnätet i Danmark (DONG ENERGY)

- I drift sedan 16 september 2011
- Förväntad produktion: 810 GWh/år
- Biogas från avloppsreningsverk



## Algproduktion binder koldioxid vid uppgraderingsanläggning i Fredericia

- Möjligt projekt med Fredericia Spildevand som projektledare
- CO<sub>2</sub> från uppgraderingsprocessen används för att stimulera algproduktion
- Biogasen ger förbättrad CO<sub>2</sub>-reduktion





**Överskott på vindkraft till biogas**  
**John Bøgild Hansen**  
**Haldor Topsøe A/S**



**Etablering av en europeisk biogasmarknad**  
**Knud Boesgaard**  
**energinet dk**

## Fakta om Energinet.dk



- Oberoende offentligt företag
  - Ägs av danska staten
- Icke vinstdrivande företag
- Äger och driver basen i infrastrukturen för energi
  - 400 kV högspänningsnät
  - 80 bar högtrycksgasledningar
  - Nord Pool Spot
  - Nord Pool Gas
- Handhar flera offentliga uppdrag på energiområdet
  - Stöd till grön energiproduktion
  - Finansiering av energiforskning
- Medlem i europeiska nätverket för operatörer i överföring av gas/el (ENTSOG/ENTSOE)

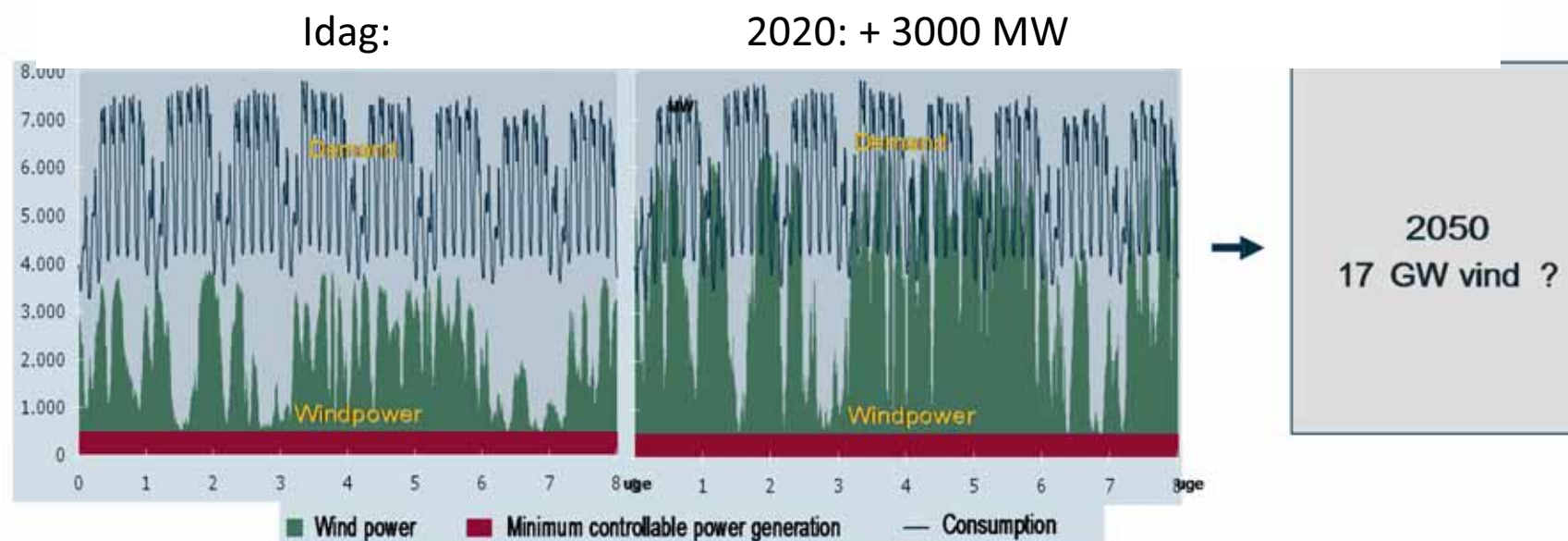


## Arbetar för ett CO2-neutralt energisystem

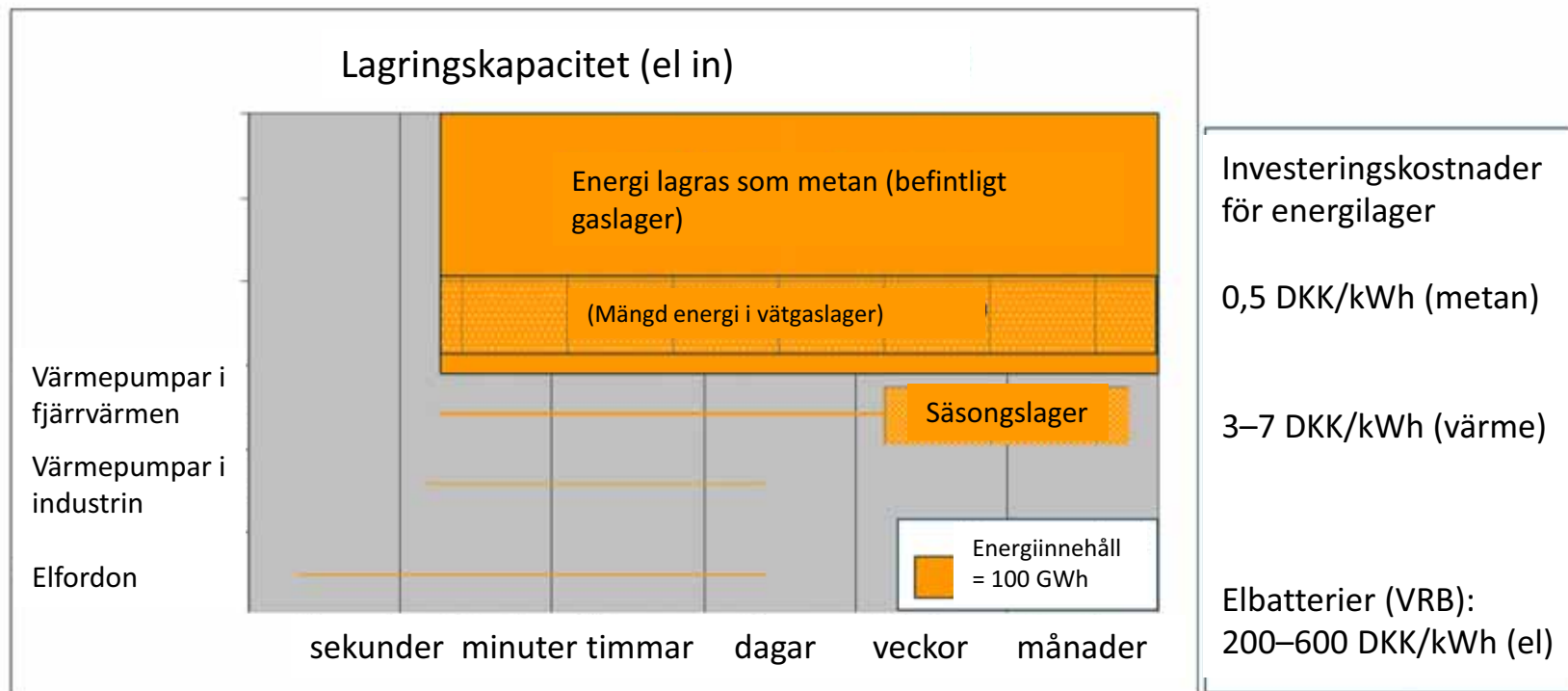


- Fossilbränslefritt 2050
- 50 % vind 2020
- Smarta elnät som intelligent elkraftsystem
- Potential för gas i transportsystemet
- Flytande naturgas, LNG, som alternativ med låga CO2-utsläpp för fartyg
- Sammanbundna system för vind och gas
- Förnybara gaser som komplement till naturgas

## Vision för Danmark 2025: ytterligare 3000 MW vindkraft



## Balansering av kraft och stabilitet i elsystemet





**Det flexibla biogasnätet**  
**Lars Byberg**  
**Bioenergi Vest A/S**

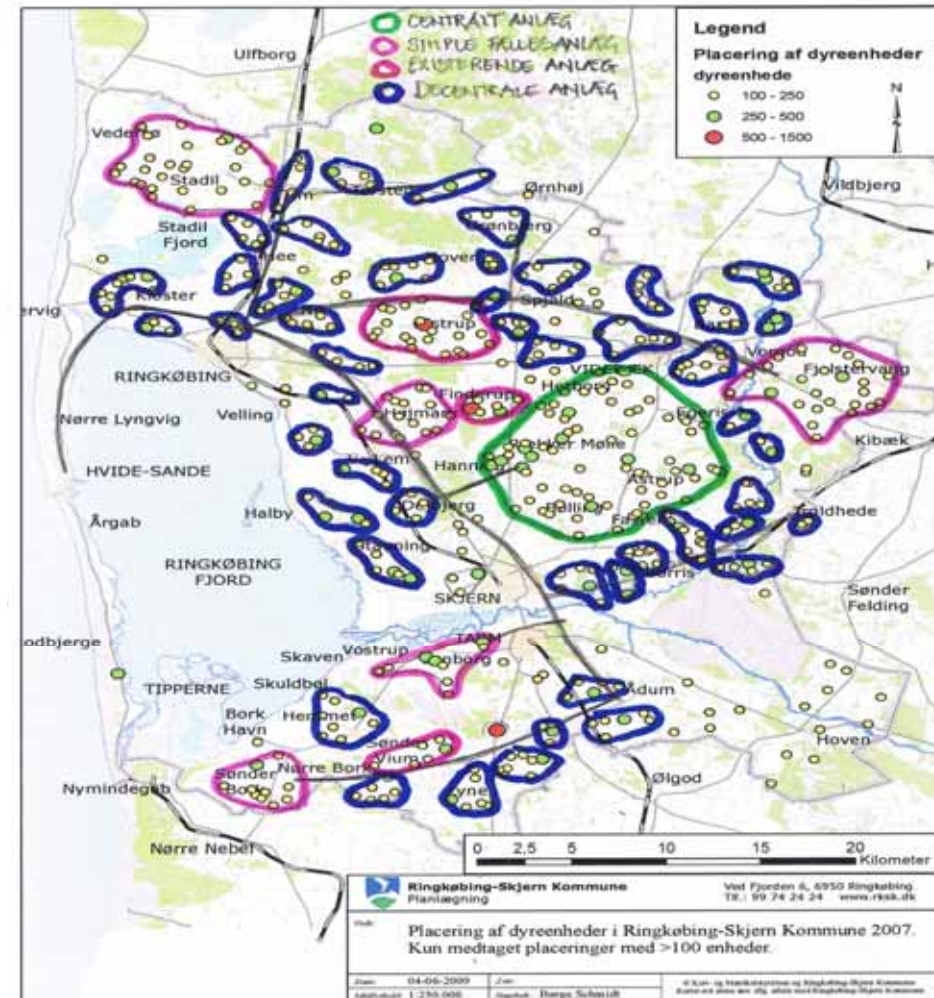
# Ringkøbing-Skjern Municipality



Kommunen har 59 000 invånare, 1000 kreaturs- och grisgårdar och 100 000 hektar odlad jord

## Ringkøbing-Skjern kommuns modell

- 30–90 decentraliserade biogasanläggningar
- 1–2 centrala biogasanläggningar (serviceanläggningar)
- Fiberfraktion
- All slags biomassa





**Svenska erfarenheter av biogas/biometan  
i transportsektorn  
Roland Nilsson  
E.ON Gas**

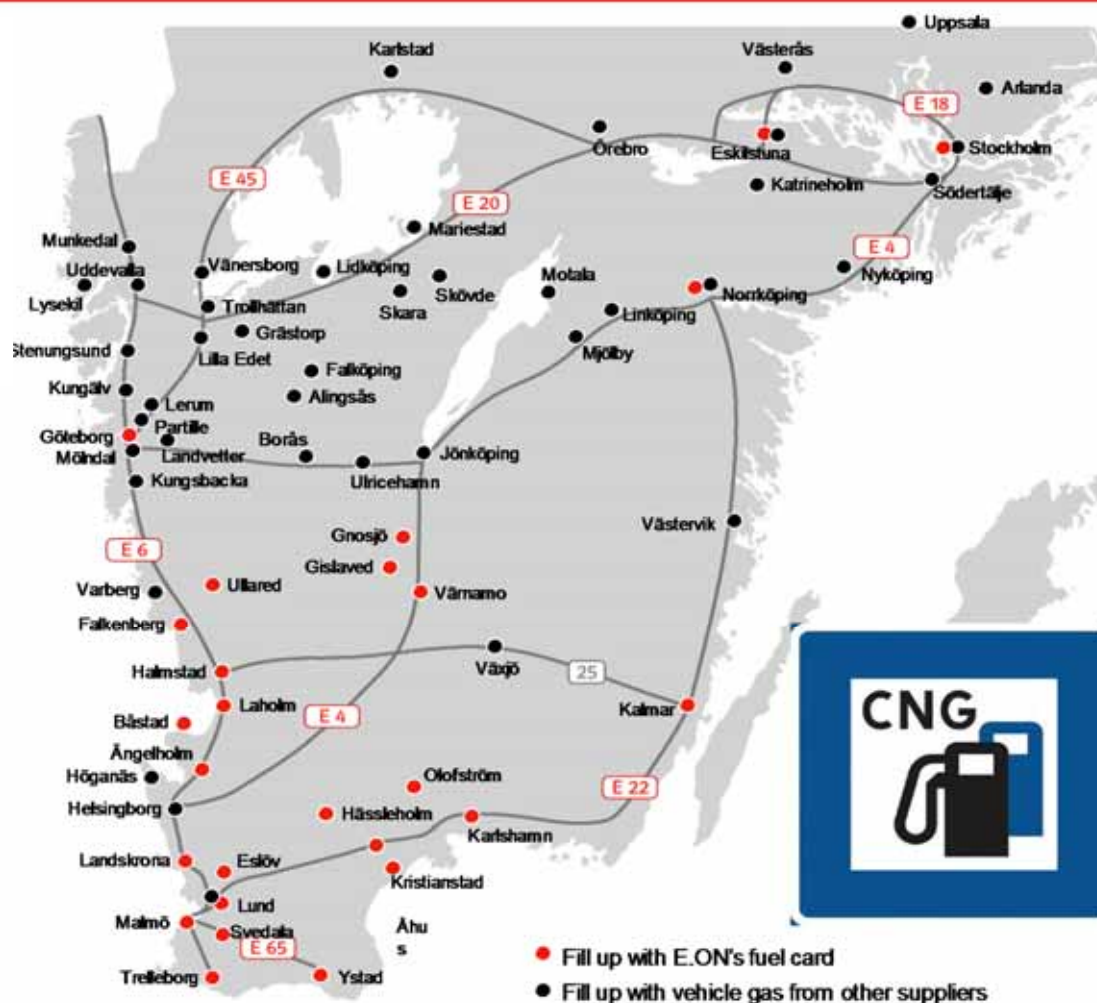


Kartan visar tankstationer för fordonsgas i södra Sverige.

Tankställen i norra Sverige:

- Östersund
- Boden
- Sundsvall
- Skellefteå

120 offentliga tankstationer  
50 depåer för tung trafik  
30 000 privatbilar  
950 bussar  
350 lastbilar



## Marknadsföring av metan som fordonsbränsle

- E.ON Gas Sverige AB säljer komprimerad naturgas och biogas vid 35 öppna tankstationer i södra Sverige.  
18 bussdepåer.  
Årlig volym 400 GWh som ersätter 40 miljoner liter bensin/diesel.
- 40 % är biogas

### Mål:

- Tillförsel 2000 GWh/år 2020, varav 75–100 % biogas





## Vad driver marknaden för biogas som fordonsbränsle?

Framväxande behov och ekonomi

EU-direktiv om förnybar energi

Nya möjligheter att utveckla jordbrukssektorn

Stor miljönytta – globalt, lokalt, regionalt

Befintlig teknik för produktion och användning

Låg eller ingen skatt i många länder

Infrastruktur på plats

Stor potential – organiskt avfall, gödsel, grödor och i framtiden trä



Foto:  Schmack



Författarna har ensam ansvar för innehållet i detta dokument. Det företräder inte nödvändigtvis Europeiska gemenskapens åsikter. Varken EACI eller Europeiska kommissionen ansvarar för någon form av användning av informationen som finns i dokumentet.