



CO₂-avskiljning i Sverige – en utredning finansierad av Ångpanneföreningens forskningsstiftelse och Naturvårdsverket

Panndagarna


Värme- och kraftföreningen

2010-02-04

Stefan Grönkvist, ÅF

1


Innovation by experience 




Sektion inom ÅF-Engineering AB

Energi- och systemanalys

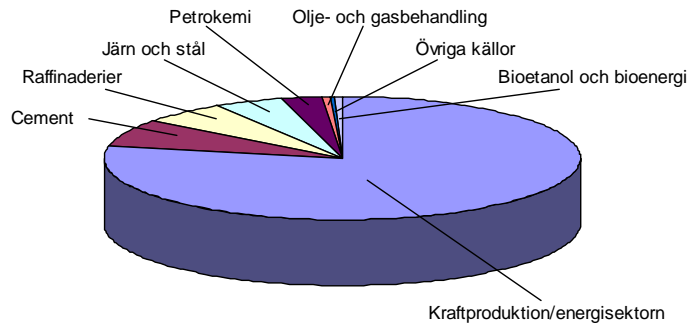
- Utredningsenheten har varit verksam sedan tidigt 1980-tal.
- Inriktning mot energimarknadsanalyser och strategiska utredningar.
- Kunder är departement och myndigheter, kommuner och landsting, branschorganisationer och större företag.
- 15-tal medarbetare, civilingenjörer, ekonomer, licentiater och doktorer, med bred erfarenhet från hela energi- och miljöområdet.
- Utnyttjar hela ÅF för expertkompetens inom olika teknikområden.



2

Innovation by experience 

Fördelning av utsläppskällor över 100 kton CO₂ per år i världen



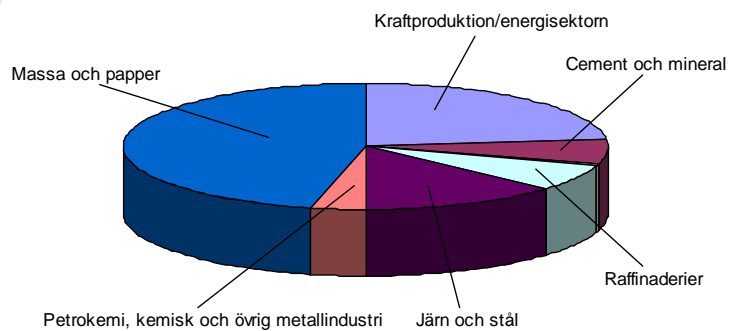
Källa: IPCC 2005, data för år 2000

3

Innovation by experience



Fördelning av utsläppskällor över 100 kton CO₂ per år i Sverige



Källa: ÅF 2008, data från år 2006

4

Innovation by experience





Sveriges punktutsläpp av koldioxid



- Sverige har drygt ett dussin enskilda utsläppskällor med årliga CO₂-utsläpp motsvarande 1 miljon ton per år* eller mer.
- De största enskilda utsläppskällorna är:
 - SSAB Luleå, 3,5-4 miljon ton CO₂/år inkl. Lulekraft
 - SSAB Oxelösund, 2,3 miljon ton CO₂/år
 - Dessutom har nio massabruk, Preemraff i Lysekil, Cementa i Slite och Mälarenergi i Västerås utsläpp över 1 miljon ton CO₂/år

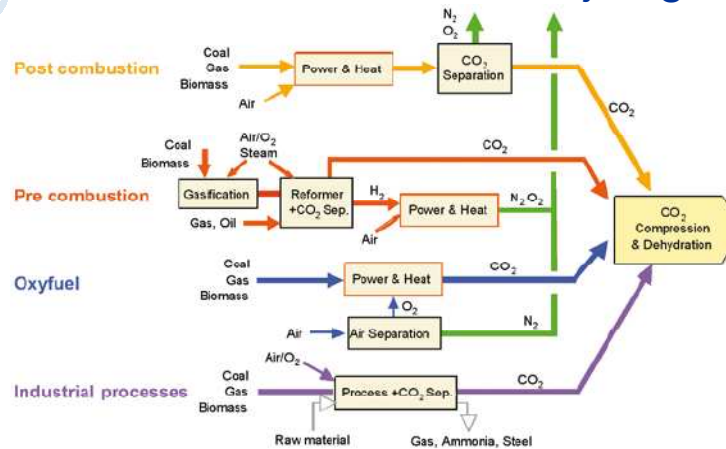
* Vilket kan jämföras med utsläppen från ett 1000 MW kolkraftverk som är ca 7-8 miljoner ton CO₂ per år.

5

Innovation by experience



Metoder för koldioxidavskiljning



Källa: IPCC, 2005

6

Innovation by experience





Tillämpning för koldioxid-avskiljning idag

- Uppgradering av naturgas
 - 50 % av alla naturgaskällor över 4 % CO₂
 - 100 Mton CO₂ per år
 - Även för lagring (In Salah, Sleipner, Snøhvit m.fl)
 - 6,5 Mton per per år för EOR i USA
 - Både kemisk och fysikalisk absorption, dock trycksatt
- Vätgasproduktion, ammoniakproduktion och Fischer-Tropsch
 - Gemensamt för dessa är ångreforming eller förgasning
 - CO₂ tas bort vid förhöjt tryck.
 - Kemisk och fysikalisk absorption eller adsorption tillämpas
 - Upp till 250-300 Mton CO₂ per år enbart från ammoniakprocesser (180 Mton för CCS).

7

Innovation by experience



Lågt hängande frukter


- Tillämpningar där CO₂ avskiljs från en process
 - Ammoniakproduktion
 - Vätgasproduktion (raffinaderier)
 - Uppgradering av naturgas
 - Biogasproduktion genom rötning (liten skala)
 - Fischer-Tropsch processer
 - Andra förgasningsprocesser (metanol, biogas)
- Etanoljäsning (Agroetanol i Norrköping, 150 kton ren CO₂ per år)

8

Innovation by experience



Potentiellt effektiva sätt att avskilja koldioxid i Sverige



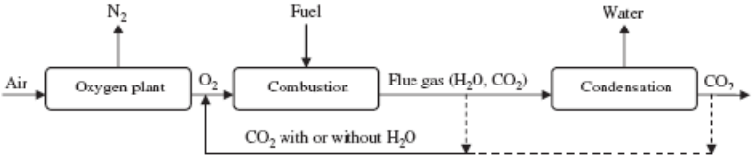
- Rökgaserna från förbränning av biomassa har ofta höga koncentrationer av CO₂ (i jämförelse med rökgaserna från fossila bränslen).
- Energigaserna (hyttgas och koksugns gas) från stålverk har höga koncentrationer av CO₂.
- Raffinaderier kan ha "rökgaserna" med mycket höga koncentrationer av CO₂ (exempelvis från vätgasproduktion)
- Vid kalcinering av kalciumkarbonat (CaCO₃) är avskiljning genom syrgasförbränning troligtvis mycket effektivt. Tillämpningar:
 - Cementugnar
 - Kalkugnar
 - Mesaugnar

9

Innovation by experience




Avskiljning genom förbränning i syrgas för olika processer.



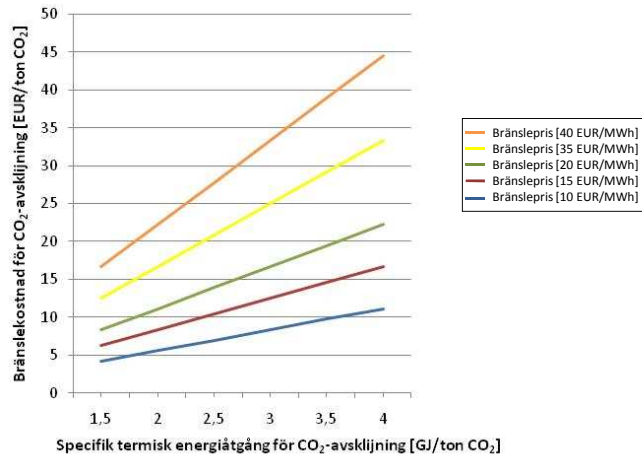
| Teknik | Bränsle | "Oxygen efficiency" [mol CO ₂ /mol O ₂] |
|------------|------------------|--|
| Gasturbin | Naturgas (metan) | 0.50 |
| Kolkondens | Bituminöst kol | 0.86 |
| Mesaugn | Olja | 2.00 |
| Cementugn | Bituminöst kol | 2.50 |

10

Innovation by experience



Avskiljningsprocesser behöver integreras (även avskiljning från rökgaser)

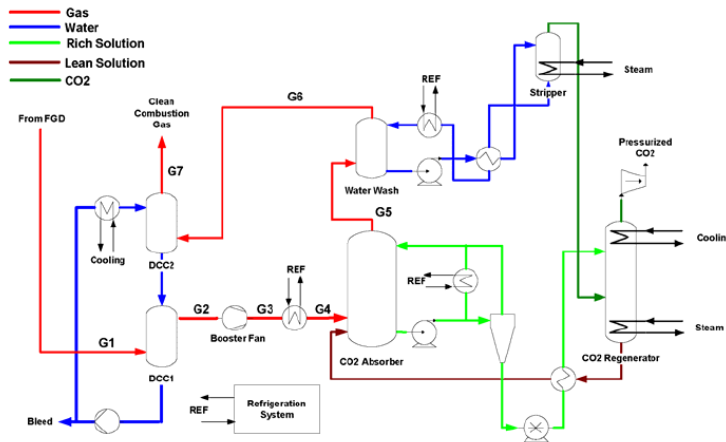


11

Innovation by experience



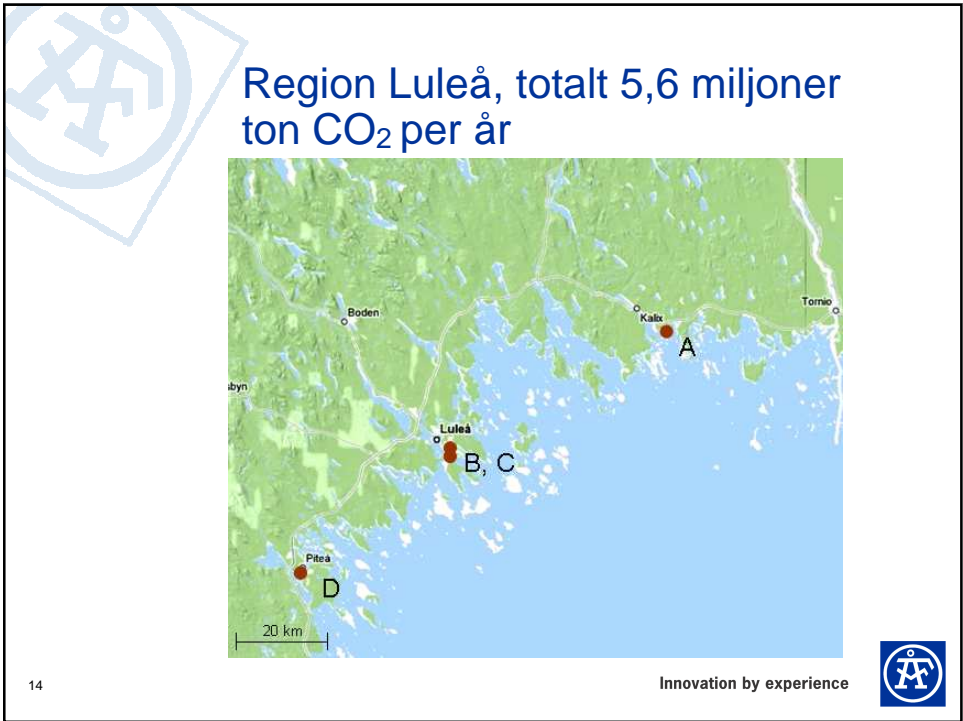
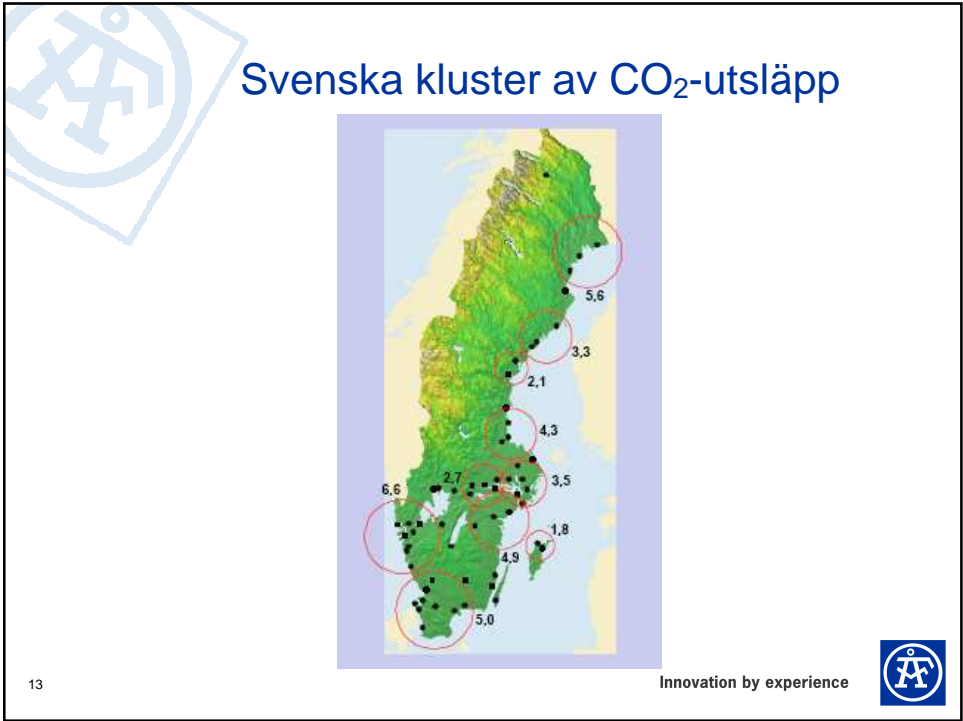
Alstoms Chilled Ammonia, fördelar vid höga CO₂-koncentrationer



12

Innovation by experience





Region Örnsköldsvik – Umeå, totalt 3,3 miljoner ton CO₂ per år

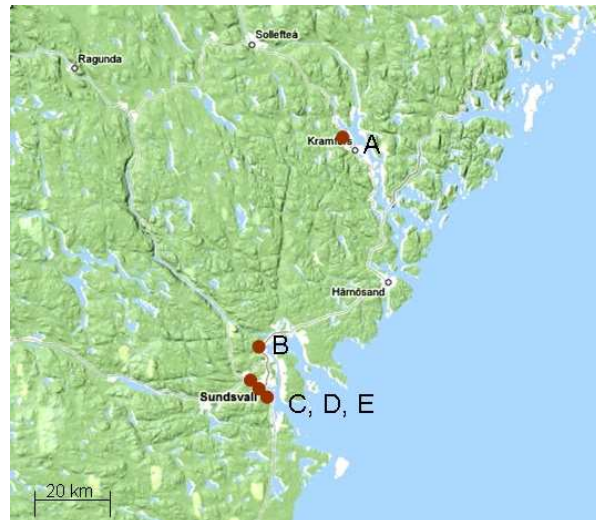


15

Innovation by experience



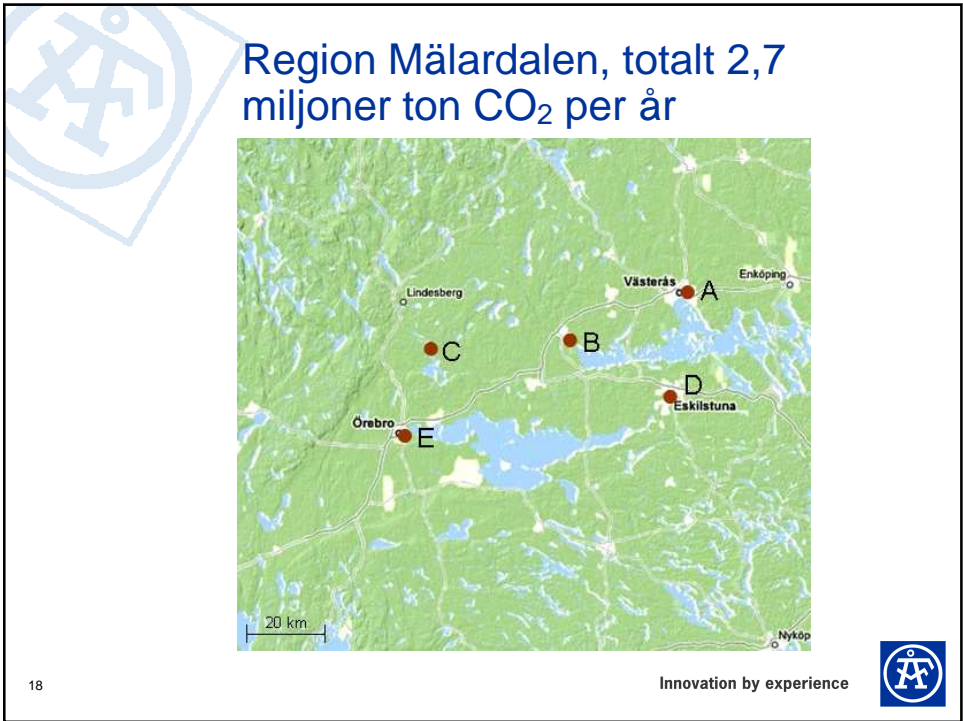
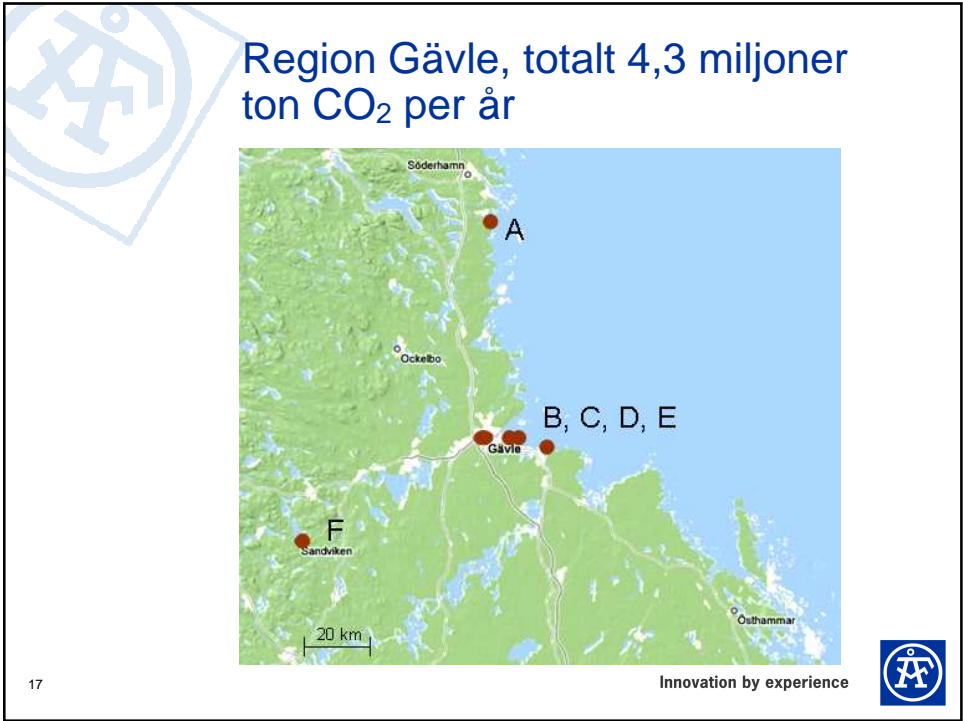
Region Sundsvall, totalt 2,1 miljoner ton CO₂ per år

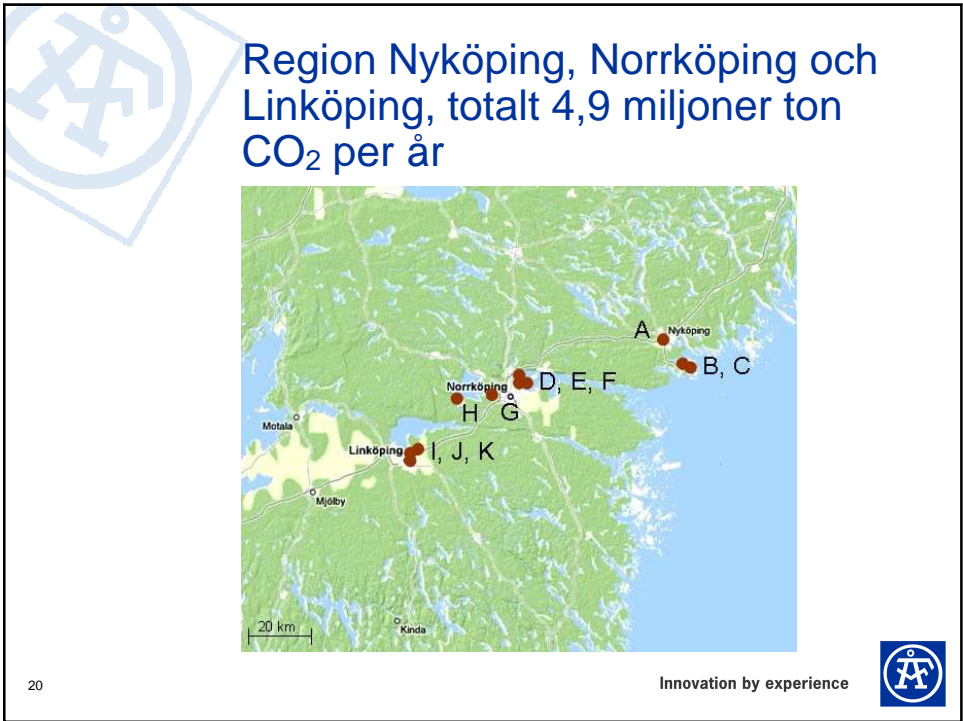
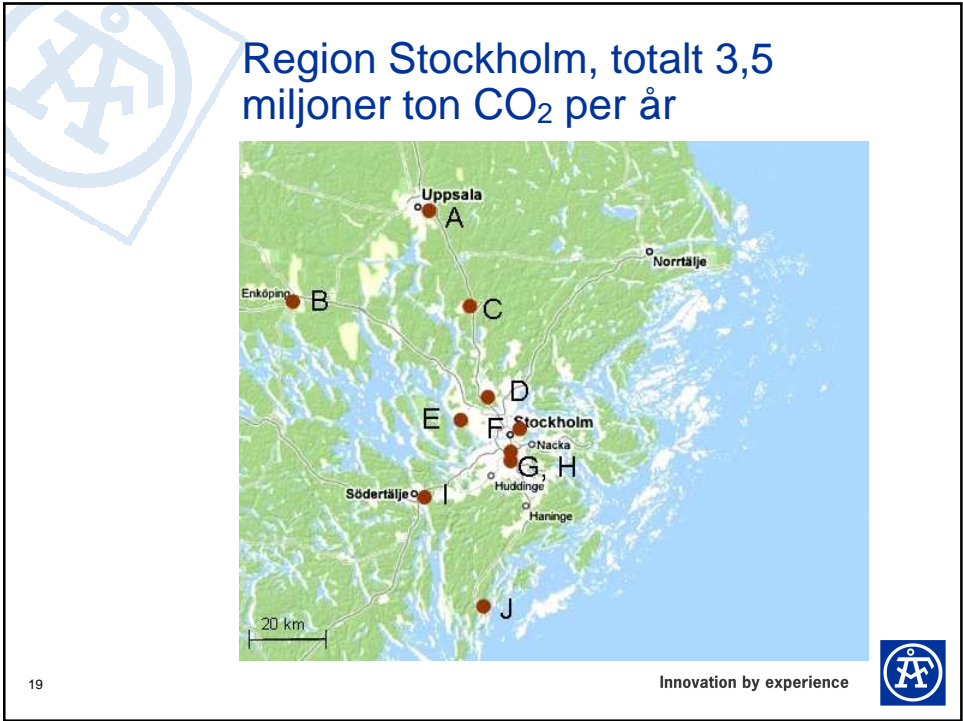


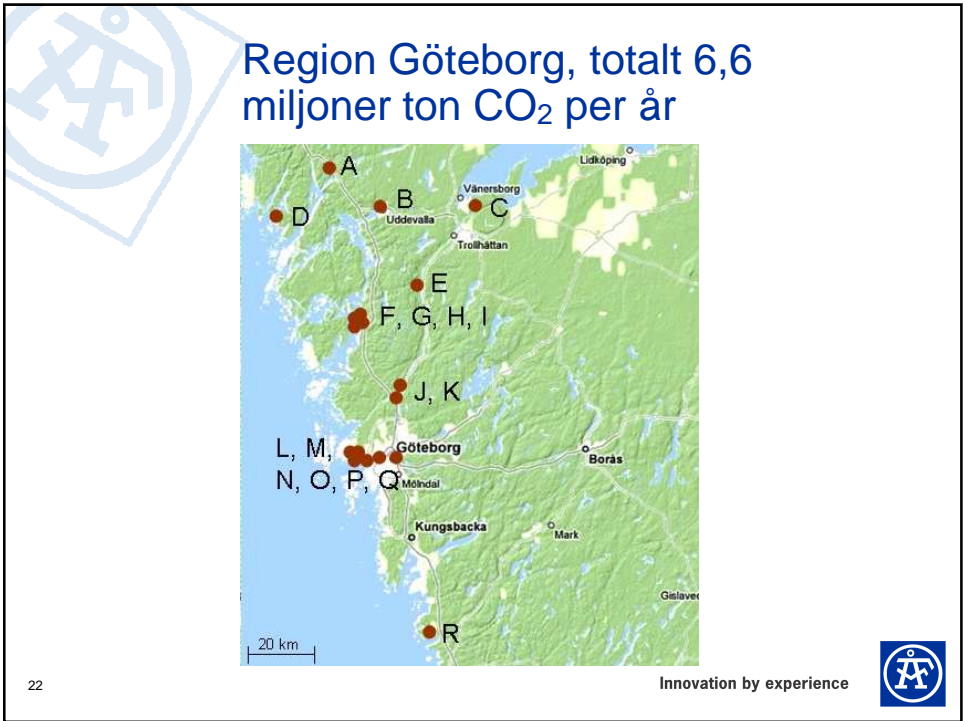
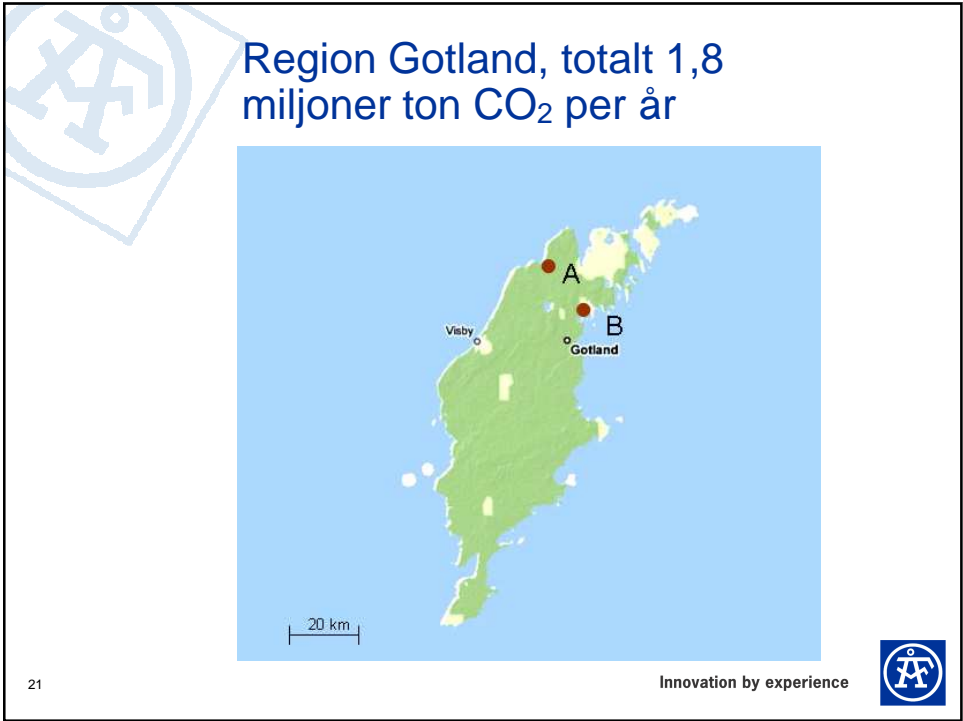
16

Innovation by experience









Region Skåne, totalt 5,0 miljoner ton CO₂ per år

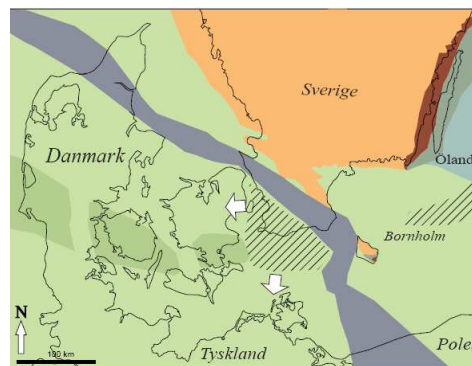


23

Innovation by experience



Svenska lagringsplatser, Skåne



YTBERGGRUNDENS UPPBYGGNAD

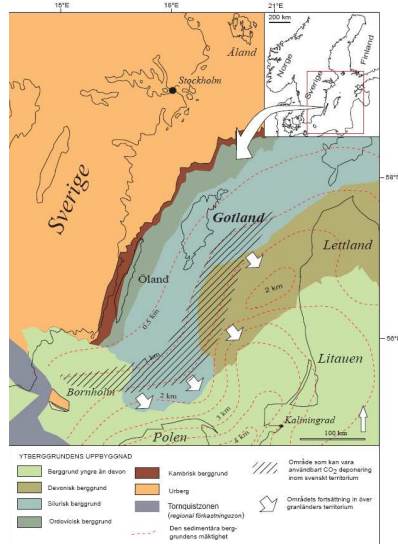
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | Mesozoisik berggrund | | Kambrisk berggrund | | Område som kan vara användbart CO ₂ deponering som svenskt territorium |
| | Rel. tunn mesozoisik berggrund (höjdygg) | | Urberg | | Området fortsättning in över gränsländers territorium |
| | Silurisk berggrund | | Tornaustrizonen (regional/rikshattingszon) | | |
| | Ordovicisk berggrund | | | | |

24

Innovation by experience



Svenska lagringsplatser, Östersjön



25

Innovation by experience



Uppskattning av kostnader för CCS från Svenska utsläppskluster

| Region | Utsläpp [Mton/år] | Avstånd lagring [km] | Genomsnittlig avskiljnings- kostnad [euro/ton] | Transport- kostnad [euro/ton] | Lagrings- kostnad [euro/ton] | Total- kostnad [euro/ton] |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Luleå* | 5,6 | 900-1000 560-580* | 20-40 | 12 5-7* | 2-14 0,5-6* | 34-66 26-53* |
| Gävle | 3,6 | 480-500 | 25-40 | 8-12 | 2-14 | 35-66 |
| Linköping, Norrköping, Nyköping | 3,5 | 260 | 20-40 | 3-6 | 2-14 | 25-60 |
| Gotland | 1,7 | 100 | 25-40 | 3-5 | 2-14 | 30-59 |
| Skåne | 2,8 | 40-140 | 25-40 | 3-5 | 1-5 | 29-50 |
| Göteborg** | 4,4 | 70-170 | 25-45 | 3-5 | 2-14 | 30-64 |

* Uppskattningar för transport och lagring vid Hammerfest i Norge.

** Mellan Stenungsund och Mongstad i Norge är det 600 till 650 km sjövägen. I Mongstad kommer det sannolikt att finnas möjligheter för koldioxidlagring i framtiden men det alternativet har inte tagits upp i den här sammanställningen.

26

Innovation by experience

