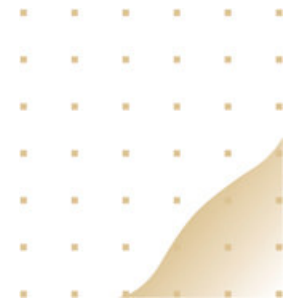


# Bioenergi kan bidra til reduserte klimagassutslipp

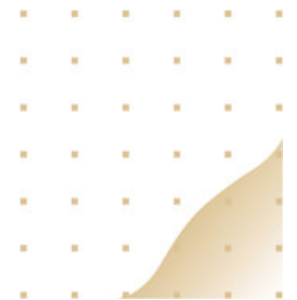
**Arne Grønlund**  
**Bioforsk, Jord og miljø**

**Brøstadbotn 4. september 2008**

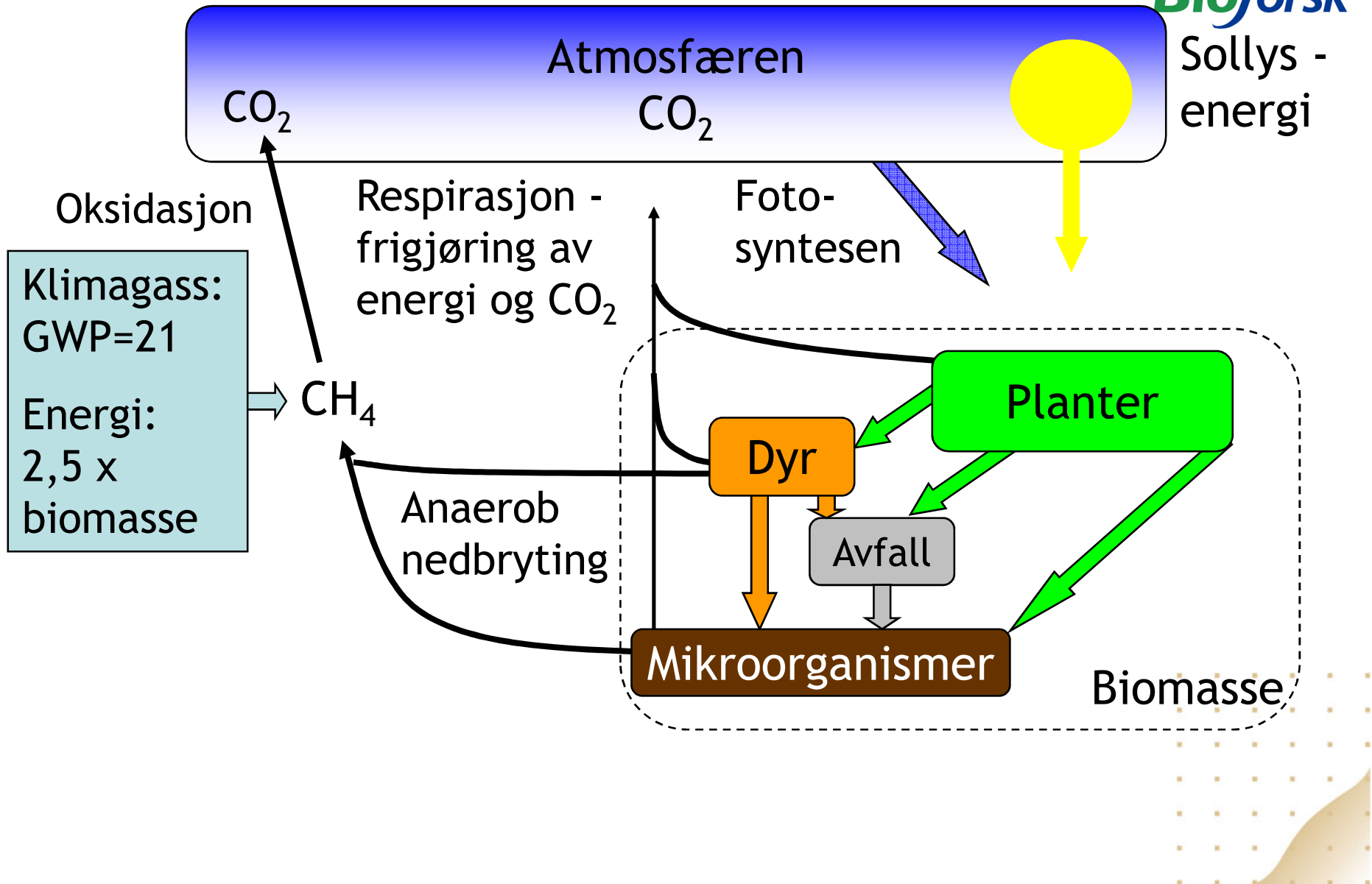


# Bioenergi

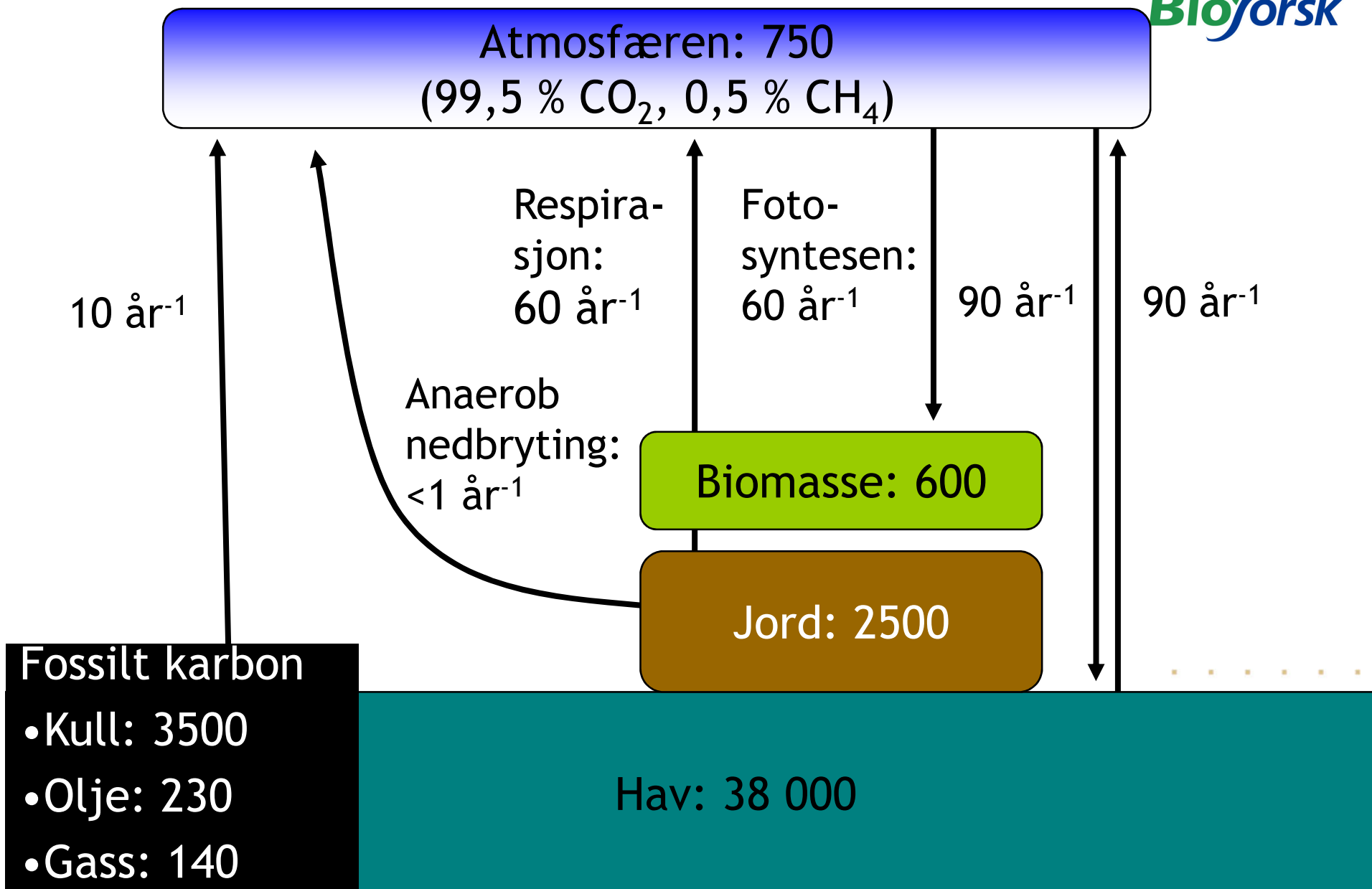
- Energi utvunnet fra biologisk materiale - biomasse



# Biomasse i karbonets kretslop

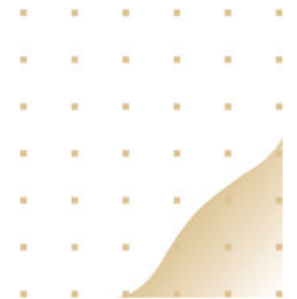


# Karbonpooler og -flukser (milliard tonn C)



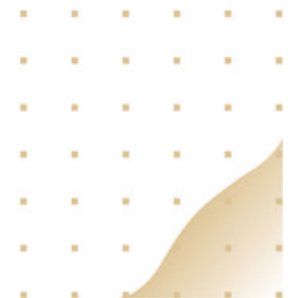
## Hvordan kan bioenergi bidra til reduserte klimagassutslipp?

- Erstatte bruk av fossilt karbon (substitusjon)
- Bruke trevirke som byggemateriale
- Redusere utslipp av metan som klimagass



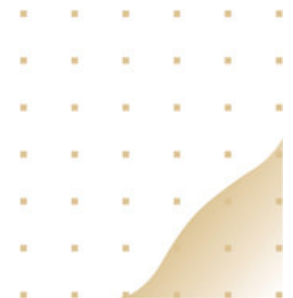
## Erstatte fossilt karbon (substitusjon)

- Biologisk nedbryting av biomasse frigjør:
  - like mye energi som forbrenning
  - en energimengde tilnærmet proporsjonal med mengde frigjort CO<sub>2</sub>
  - totalt ca 6 ganger så mye energi som forbrenning av fossilt karbon
- Energien frigjøres uansett
  - Vi kan like gjerne utnytte den til å dekke vårt energibehov
  - Det fører ikke til økte CO<sub>2</sub>-utslipp



## Trevirke som byggemateriale

- Forlenger oppholdstiden av biomasse - hindrer naturlig nedbryting og CO<sub>2</sub>-utslipp
- Erstatte sement - produksjon av sement bidrar til:
  - utslipp av ca 1 tonn CO<sub>2</sub>/tonn sement
  - totalt 8 % av menneskeskapte klimagassutslipp



## Redusert utslipp av metan som klimagass

Eksempel:

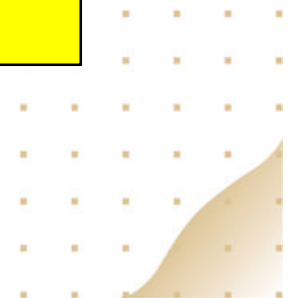
Drivhuseffekt av 1 kg CH<sub>4</sub> : 21 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter

- Utslipp ved forbrenning: 2,75 kg CO<sub>2</sub>

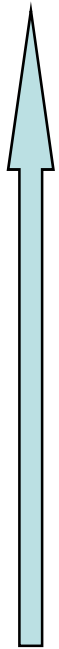
= Differanse (reduksjon): 18,25 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter



5 ganger så stor som effekten av å erstatte olje:  
1 kg CH<sub>4</sub> ⇔ 1,2 kg olje → 3,5 kg CO<sub>2</sub>



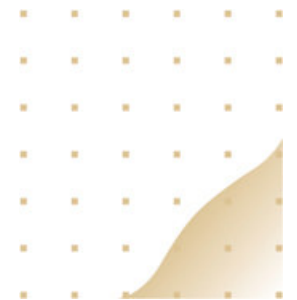
## Energikvalitet



Høyverdig - en stor del  
kan omdannes til nyttig  
arbeid

Lavverdig - liten  
anvendelse (oppvarming)

1. Elektrisitet
2. Olje/gass
3. Bioenergi
4. Jordvarme



# Hovedbruksområder for bioenergi

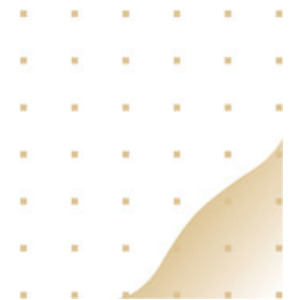


- **Biobrensel**

- direkte forbrenning i stasjonære anlegg - oppvarming og elektrisitetsproduksjon
- lite foredlet - god energiutnyttelse  
≈100 % av energien omdannes til varme (noe går med til fordampning av vann)

- **Biodrivstoff**

- transport
- sterkt foredlet - dårligere energiutnyttelse -  
ca 50 % av energien i biomassen omdannes til biodrivstoff



# Hovedtyper av biodrivstoff

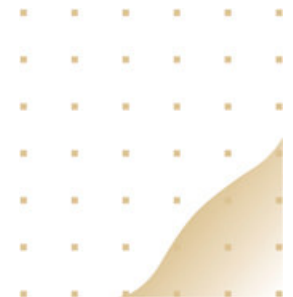


- **1. generasjons biodrivstoff**
  - Biodiesel fra oljerike vekster og -avfall
  - Bioetanol fra karbohydratholdige vekster (mais og sukker)
  - Biogass fra våtorganisk avfall
- **2. generasjons biodrivstoff**
  - Cellulose fra tre og halm
- **3. generasjons biodrivstoff**
  - Nye vekster - bioteknologi

Konkurransen med matproduksjon  
Store negative miljøeffekter

Aktuell i dag

FOU pågår - foreløpig ikke kommersiell  
5-10 år?



## Produksjon av biogass av våtorganisk avfall



- Anaerob nedbryting
- Høyt vanninnhold
- >50 % av karbonet og energien gjenvinnes i biogass
- Biogass inneholder:
  - 55-75 % CH<sub>4</sub>
  - 25-45 % CO<sub>2</sub>
- CH<sub>4</sub>:
  - 30-50 % av karbonet i avfall
  - Hydrofob (vannavstøtende) gass - skiller lag med vannfasen - krever ingen energi til tørking
  - Må separeres (oppgraderes)
  - Drivstoff i spesialbygde kjøretøy
- Biorest
  - Mineralsk N - høy gjødselverdi



# Lokale råstoffer for bioenergi i Troms



- Trevirke og skogsavfall:

- Stamme
- GROT
- (Røtter og stubber)
- Bark, bakhon, avkapp, flis og spon
- Rivningsvirke

Biobrensel

2. generasjons  
biodrivstoff

- Vårorganisk avfall

- Matavfall
- Slakteriavfall - fiskeavfall
- Avløpsslam
- Husdyrgjødsel  
(små konsentrasjoner i nord?)

Biodrivstoff:

- Biogass  
- Biodiesel

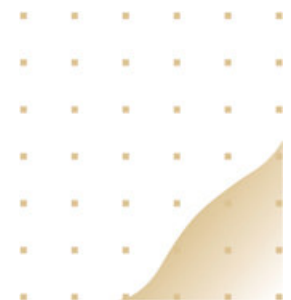
Liten  
alternativ  
verdi



## Trevirke og skogsavfall i Troms



•Årlig tilvekst	568 000 m <sup>3</sup>
•Balansekvantum totalt	450 000 m <sup>3</sup>
•Balansekvantum lauvskog (84 %)	380 000 m <sup>3</sup>
Hvor mye kan nyttes til bioenergi?	
•50-75 % av lauvskogen?	200 000 - 300 000 m <sup>3</sup>
•GROT (lauvskog og barskog)	80 000 - 100 000 m <sup>3</sup>
•Rivningsvirke, industriavfall	20 000 m <sup>3</sup>
•Sum	300 000 - 400 000 m <sup>3</sup>
Energiinnhold (2400 KWt/m <sup>3</sup> )	720 - 960 GWt



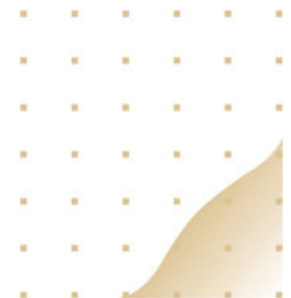
## Våtorganisk avfall og slam i Troms



	Tonn råstoff	GWt
Matavfall <sup>1)</sup>	15 000 <sup>4)</sup>	10
Slakteriavfall <sup>2)</sup>	5 000 <sup>4)</sup>	7
Fiskeoppdrett <sup>3)</sup>	4 000 <sup>4)</sup>	6
Annet fiskeavfall <sup>3)</sup>	4 000? <sup>4, 6)</sup>	4
Avløpsslam <sup>2)</sup>	3 000 <sup>5)</sup>	5
Husdyrgjødsel (10-50 %)	20 000 -100 000	3 -12
<b>Sum</b>		<b>35 - 45</b>

- 1) 100 kg per innbygger
- 2) 3 % av hele landet
- 3) 10 % av hele landet
- 4) På råvarebasis
- 5) På tørrstoffbasis

- 6) 600 000 tonn totalt (biprodukter)  
Storparten brukes som fôr  
140 000 kastes i havet  
Rest på land?



# Energiinnhold og -kvalitet



Lavere energikvalitet, kan bare brukes til:

- Oppvarming
- Kraftproduksjon i kombinasjon med fjernvarme

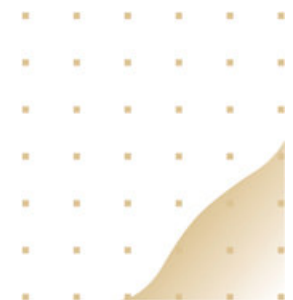
Bioenergiressurser i Troms	Energiinnhold
Trevirke og skogsavfall	720-960 GWt
Biogass (CH <sub>4</sub> )	35-45 GWt
Sum	800-1000 GWt

Høyere energikvalitet, kan også brukes til:

- Drivstoff til motorkjøretøy
- Husholdning (koking og steking)

95 %

5 %



## Hovedutfordringer klimatiltak



- Redusere forbruket av ikke fornybar energi
  - Fossil energi
  - Elektrisitet produsert på fossil energi
- Øke bruken av bioenergi og annen fornybar energi på bekostning av elektrisitet og fossil energi
- Bruke fossil olje og gass til drivstoff - ikke til elektrisitet og oppvarming
- Bruke bioenergi der den gir størst effekt



## Optimal bruk av biobrensel

### Bruksområder:

- Varmeproduksjon
- Varmeproduksjon + elektrisitet
  
- Biodrivstoff (2. generasjon)
- Elektrisitet uten utnyttning av spillvarme

← Nær 100 %  
← energi-  
utnyttelse

← < 50 %  
← energi-  
utnyttelse



## Optimal bruk av biogass



### Bruksområder:

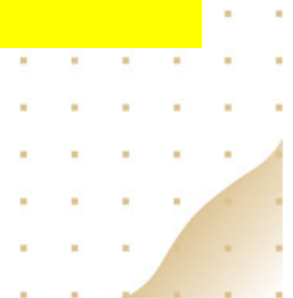
- Drivstoff til motorkjøretøy
- Husholdning (koking og steking)

← Erstatte fossilt drivstoff eller elektrisitet

- Oppvarming
- Produksjon av elektrisitet

← Erstatte biobrensel, som utgjør 95 % av tilgjengelig bioenergi

Oppgrader biogass til drivstoff!



# Olje vs. elektrisitet som drivstoff



## Olje (bensin)

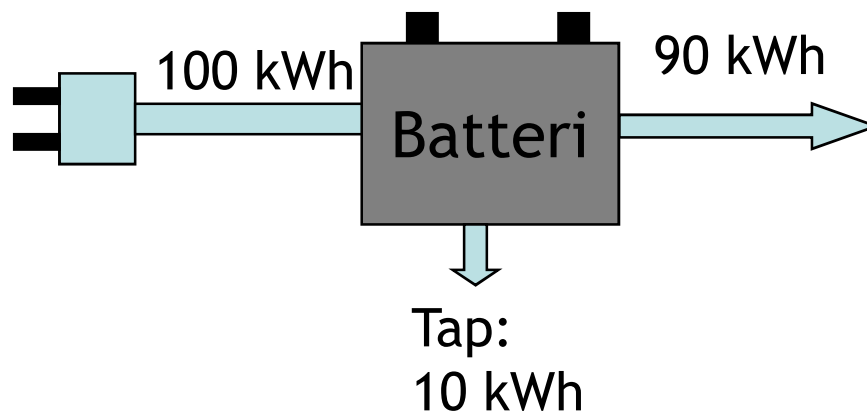
10 liter:  
100 kWh



Ytelse:  
25 kWh  
Varme:  
75 kWh

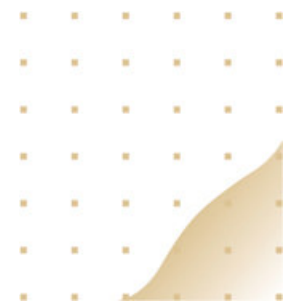
Elektrisitet er høyverdig energi -  
vi kan kjøre 3 ganger så langt på  
samme mengde energi

## Elektrisitet



Ytelse  
80 kWh  
Varme  
10 kWh

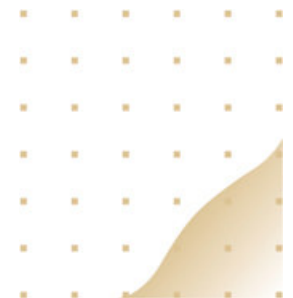
# Utfordringer og flaskehals



## Billig elektrisitet



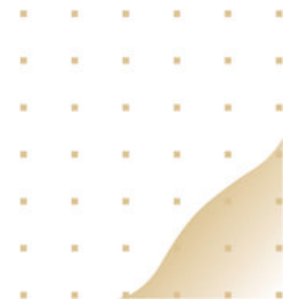
- Billig elektrisitet en "menneskerett" i Norge?
- Stor kjøpekraft - høyst kostnadsnivå - billig elektrisitet fører til sløsing
- Norsk elektrisitet basert på vann- og vindkraft er verdens reneste energi
- Bør eksporteres til verdensmarkedspris - inntektene bør komme hele befolkningen (økt bunnfradrag eller pensjon)
- Kan velge mellom:
  - Kostbar oppvarming med panelovner
  - Varmepumpe
  - Bioenergi



## Utbygging av fjernvarme



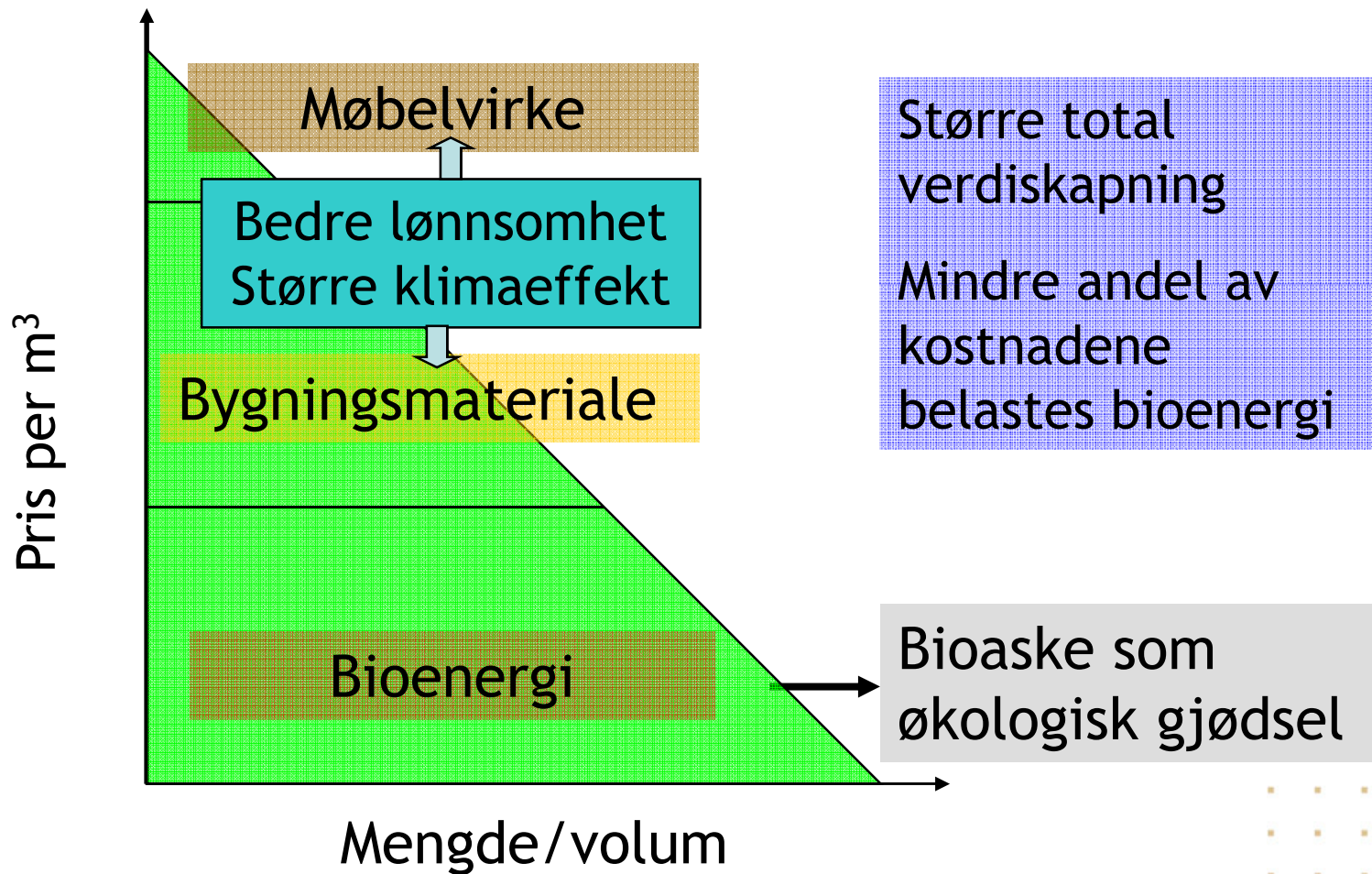
- Byggforskrifter - tilknytning til vannbåren varme like obligatorisk som vann og avløp
- Utfasing av oljefyring
- Bedre håndteringsegenskaper på biobrensel



## Lav pris kombinert med god lønnsomhet



- Utnytting av biprodukter av bioenergi/biomasse



## Oppsummering og konklusjon



- Bioenergi kan bidra til reduserte klimagassutslipp ved å:
  - Erstatte fossilt karbon
  - Lagre trevirke som byggemateriale
  - Redusere utslipp av metan som klimagass
- Biobrensel av skog- og treprodukter viktigste ressurser
- Biodrivstoff fra jordbruksprodukter frarådes
- Biobrensel bør brukes til oppvarming, evt. kombinert med EL-prod.
- Flaskehalsar:
  - Pris på elektrisitet
  - Manglende utbygging av fjernvarme
  - Lønnsomhet - kan økes ved utnytting av biprodukter - brenn ikke kvalitetsvirke som kan nyttes til møbler og byggemateriale

