

Program for Camp 2

9.00-9.30 **Registrering og kaffe**

9.30- 10.00 **Projektet og problemstillingerne**
v/ Jacob Arp Fallov, Roskilde Kommune

10.00-10.20 **SPOR 1 – Biogas/Kompost
løsningen**
v/Per Hauge, Halsnæs kommune

10.20-10.40 **SPOR 2 – Biopulp/biogas – Den
fleksible løsning**
v/Henrik Wejdling, Affaldplus

10.40-11.00 **Kaffe**

11.00-11.20 **SPOR 3 – Renseanlæg –
Udnyttelse af kapacitet i rådnetanke**
v/Jacob Kragh Andersen, Envidan

11.20-11.40 **SPOR 4 - Enzymatisk behandling**
v/Susanne Lindeneg, Københavns kommune

11.40-12.00 **Hvad kræver en politisk
indstilling – hvilke udfordringer var der?**
v/Thomas Jørgensen, Rødovre kommune

12.00-12.45 **Frokost**

12.45-13.05 **Begrænsninger for udbringning til
jordbrugsformål**
v/ Henning Jørgensen, Affaldskontoret & Sybille
Kyed, Økologisk landsforening

13.05-13.20 **Kvalitet af KOD – Hashøj eksemplet**
v/Jakob Wagner Jensen, Bigadan

13.20 – 13.30 **Fra affald til ressource:
Mulighederne i Region Sjælland og Region
Hovedstaden** v/ Tyge Kjær, Roskilde Universitet

13.30 -14.05 **Gruppediskussioner – Projektet
som beslutningsgrundlag?**
v/DAKOFA

14.05 -14.15 **Kaffe**

14.15-15.15 **Gruppediskussioner – Krav til
kvalitet i hele kredsløbet**
v/DAKOFA

15.15-15.40 **Rammebetingelser for kommunale
samarbejder** v/Niels Bukholt, Energistyrelsen



ROSKILDE
KOMMUNE

**Kommunepuljeprojekt:
Bæredygtig behandling af organisk
dagrenovation på Sjælland**

Projektgruppen

SlutCamp, Bings 16. november 2015



Projektet

Baggrund + formål

- 50% = KOD genanvendes
- Mange har ikke besluttet sig
- Tese: særlige udfordringer på Sjælland
- Bedst tilgængelige teknologi
- Fremme synergier mellem kommuner
- Eksisterende og ny viden formidles via Camps og studiegrupper

Camp1

- Valg af teknologispør:
- Biogas/kompostløsningen/Biovækst
- Pulpningsløsningen /biogafællesanlæg
- Enzymatisk behandling/ ReneScience

Viden + teknologispør

- Valg af ekstra spor: Renseanlægssporet
- Fokus på de hele spor: udarbejdelse af massebalancer
- Anlægsbesøg i DK + Sverige

Camp2

- Formidling af viden om teknologisporene
- Oplæg om rammebetingelser
- Diskussion af forudsætninger for beslutningsgrundlag : hvilket grundlag mangler og hvor i kredsløbet skal der stilles krav?

Opsamling og sidste vidensafklaring

- Fokuseret vidensindsamling
- Dialog
- Scenarier for ejerskab/teknologi beskrives

Afrapport- ering

- Rapport
- Formidling af resultater





Elementer i kommunens beslutningsgrundlag om valg af den *bedst tilgængelige teknologi* for ens KOD

Service

- Indsamling, sortering, administration

Økonomi

- Indsamling, transport og behandlingsomkostninger.
Anvendelse af gassen

Klima

- Biogasudbytte og energiforbrug

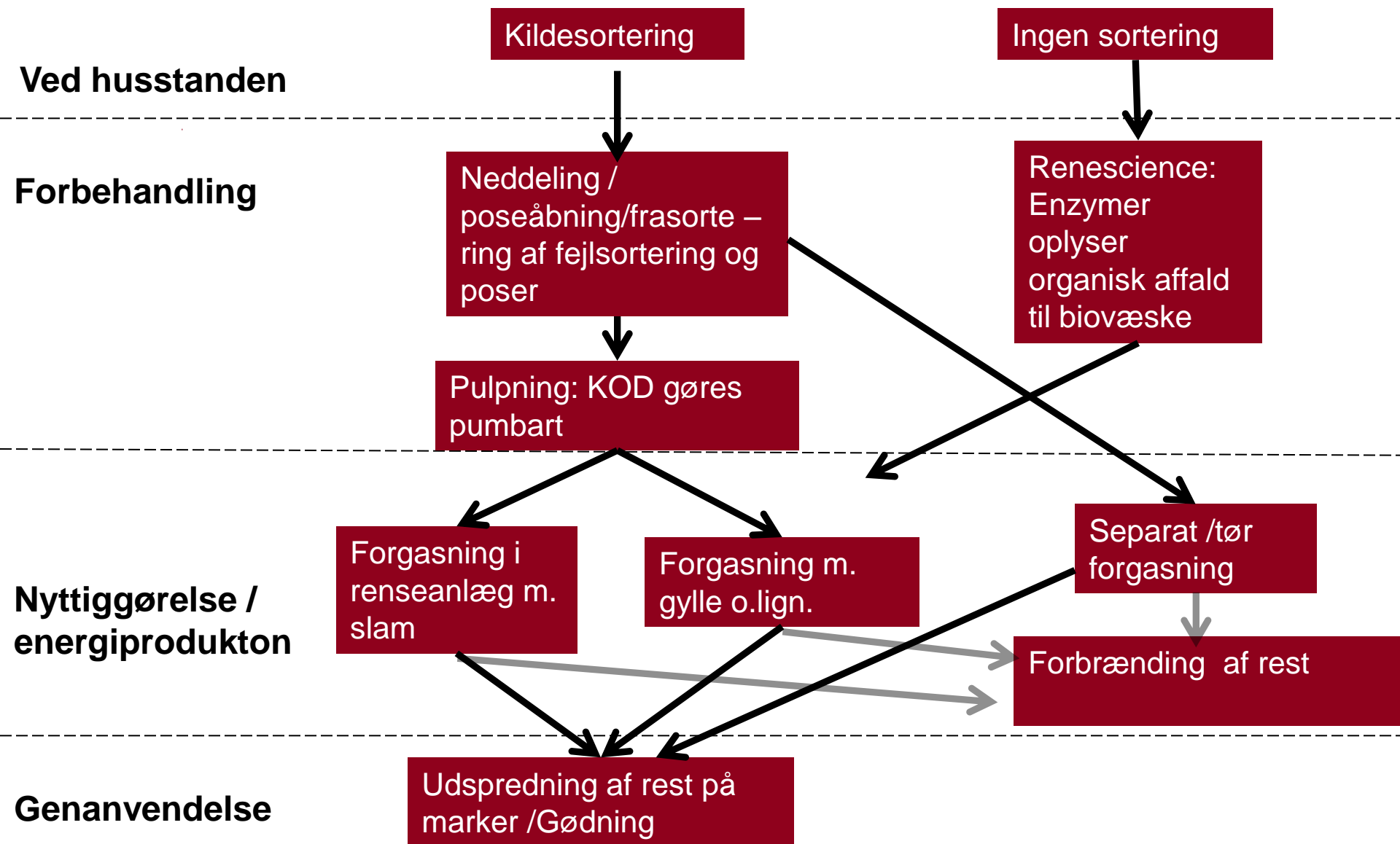
Miljø

- Recirkulering af næringsalte
- Renhed i restproduktet
- Lugt- og støj i nærmiljøet

Kapacitet/ tilgængelighed

- Muligheder for behandling
- Teknisk og økonomisk overkommelige
- Afsætning af restprodukter
- Lovgivningsmæssige rammer

Teknologisporene – det store overblik





Fælles forudsætninger for massebalance for teknologispor

Enfamilieboliger

- 1 ton dagrenovation
- Minimum 42,6 % organisk
- Sorteringseffektivitet 70 %

298 kg KOD
Massebalancen



Etageboliger

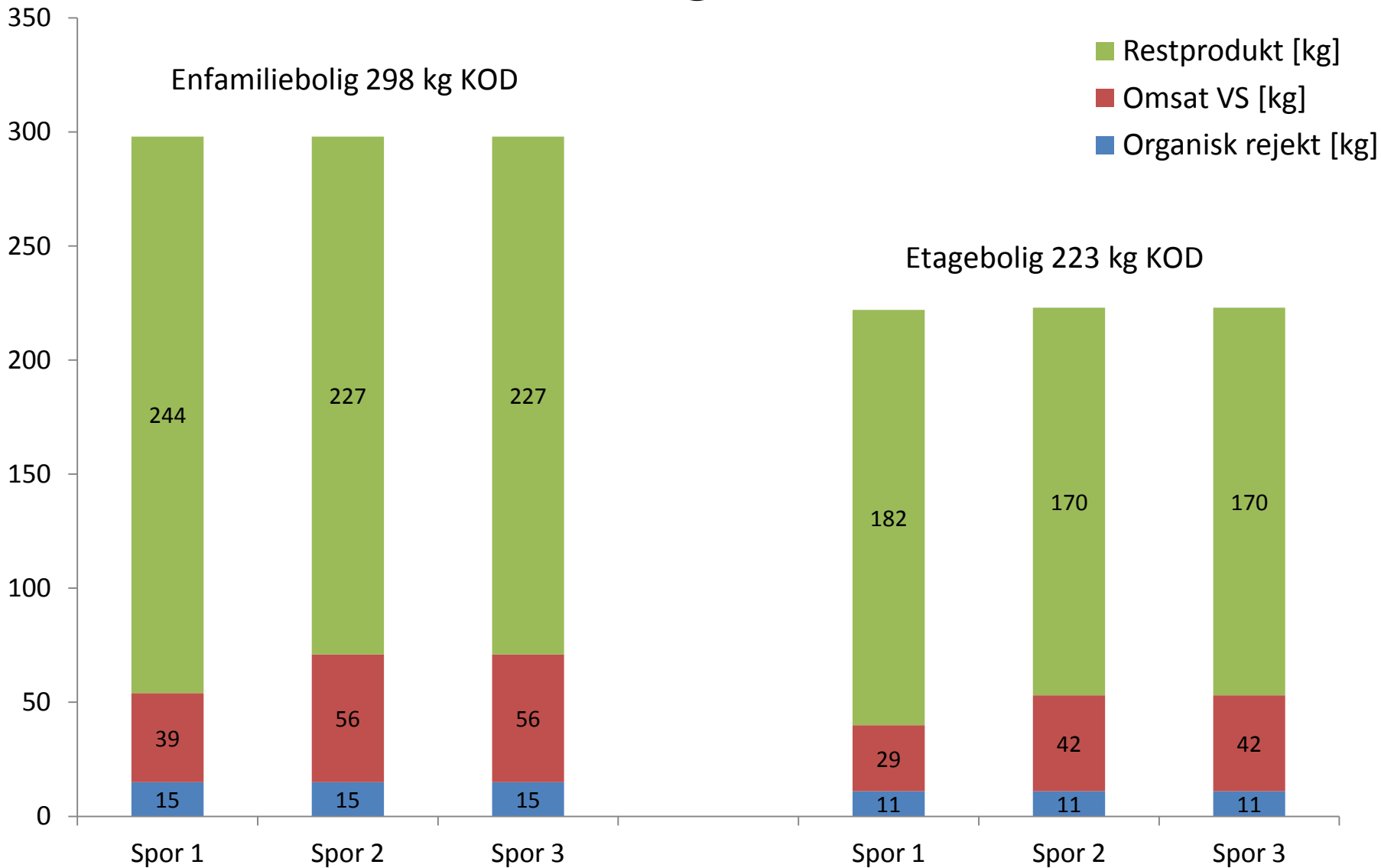
- 1 ton dagrenovation
- Minimum 44,5 % organisk
- Sorteringseffektivitet 50 %

223 kg KOD
Massebalancen





Massebalancen for tre teknologisor





Gasudbytte

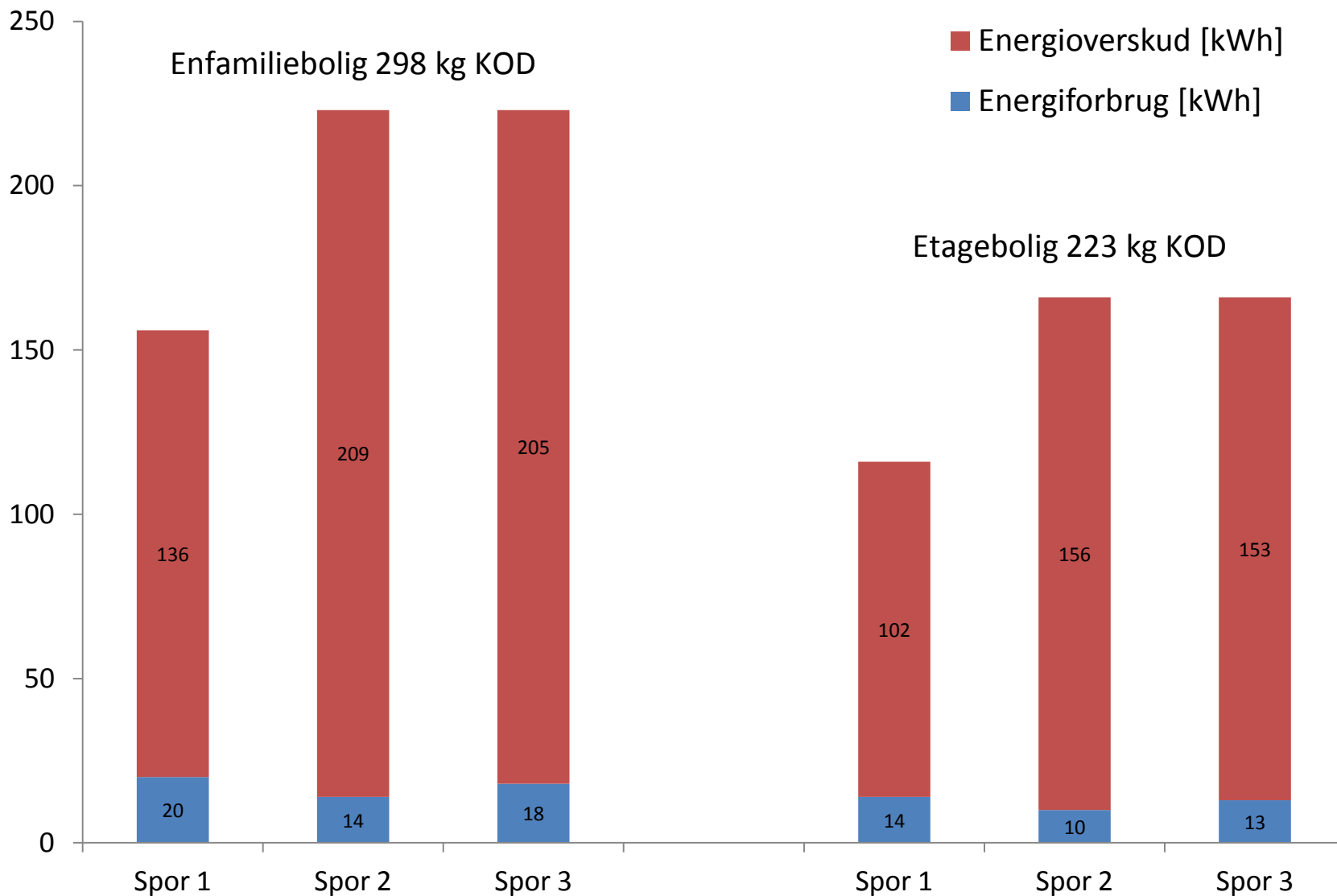
Metanudbytte (62 % af Biogassen)	Enfamiliebolig 298 kg KOD	Etagebolig 223 kg KOD
Spor 1 Biogas/kompost	16 Nm ³ CH ₄	12 Nm ³ CH ₄
Spor 2 Biopulp/biogas	22 Nm ³ CH ₄	17 Nm ³ CH ₄
Spor 3 Renseanlæg	22 Nm ³ CH ₄	17 Nm ³ CH ₄

- Renseanlæggets metandbytte er potentielt lavere, da den er estimeret ud fra et biogasanlæg.



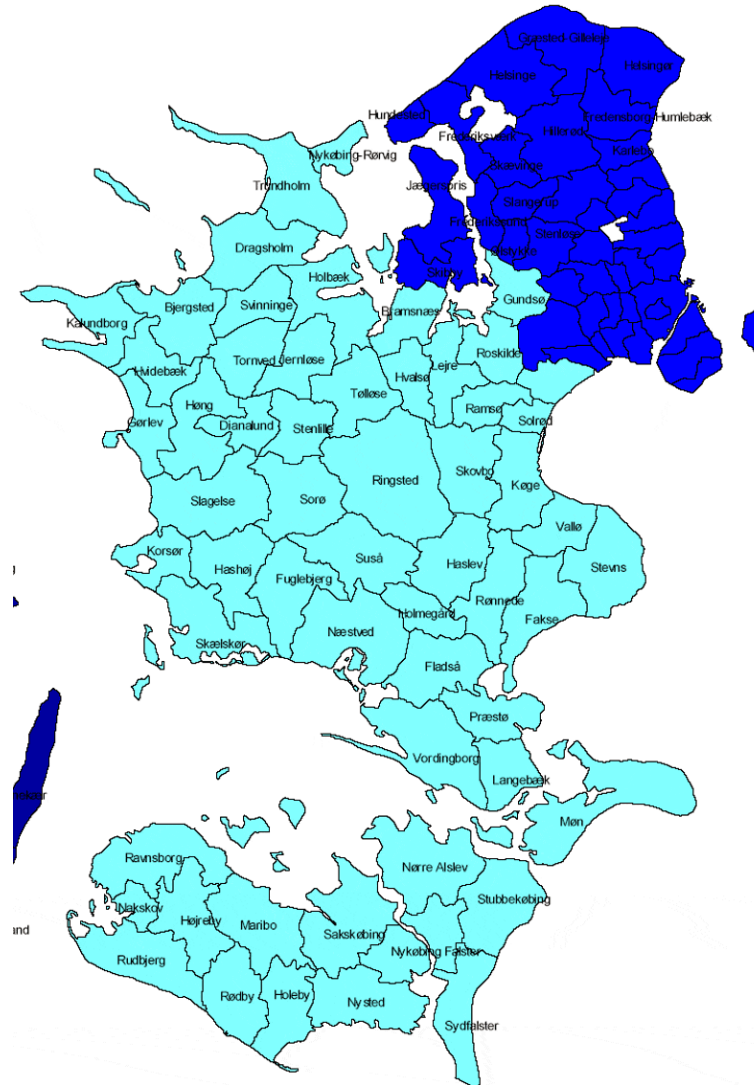


Gasudbyttet (i kWh) og sporenes energiforbrug





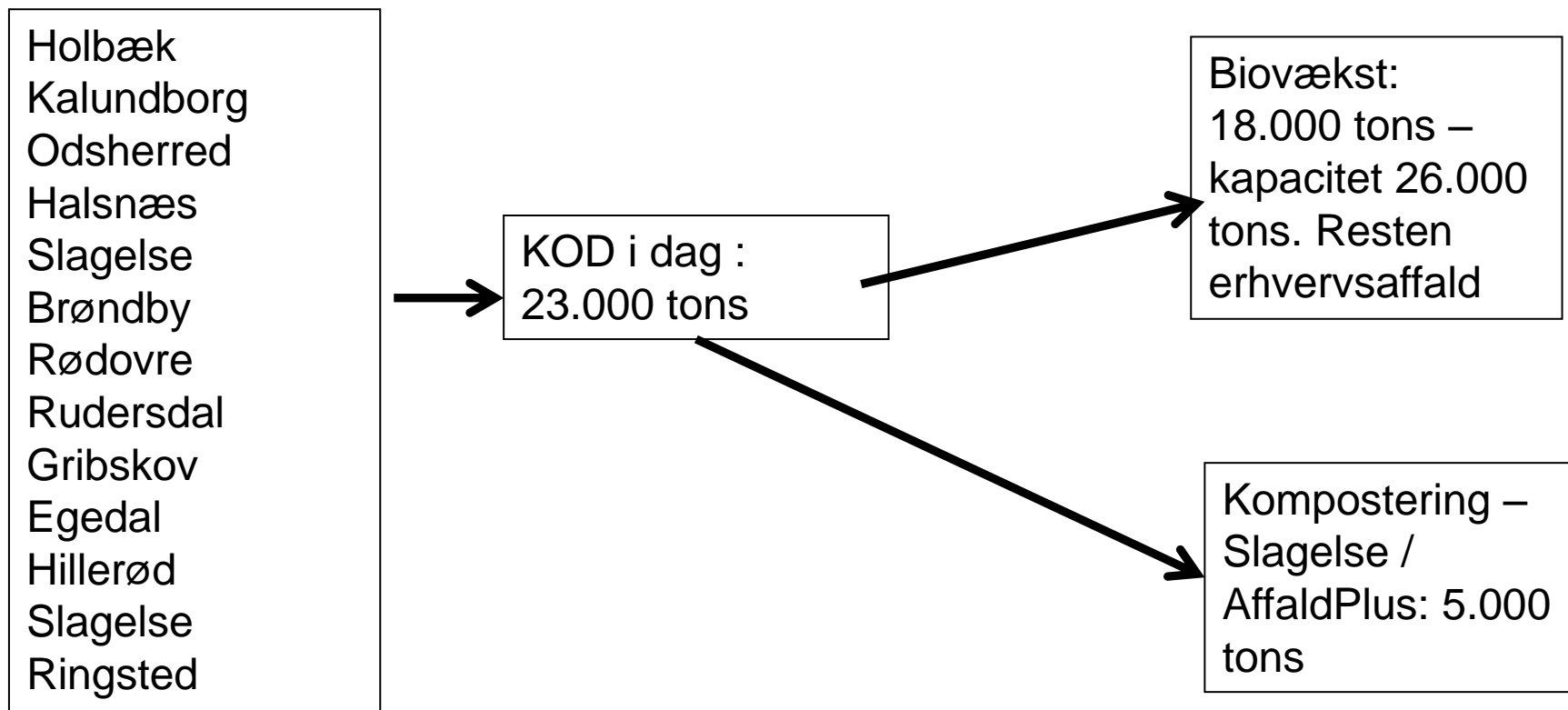
Lidt om kapacitet





ROSKILDE
KOMMUNE

Behov nu på Sjælland: kommuner der sorterer i dag og deres mængder, ADS 2014



2022 potentiale og behov for kapacitet – alle 45 kommuner sorterer

BioVækst:
50.000 tons

Hashøj: ? tons

Nysted: ? tons

Svenske anlæg:
? tons

Jyske og fynske
anlæg: ? tons

Rådnetanke på
renseanlæg

Nye
biogasfællesanlæg:
? tons

KOD 2022:
138.100 tons

HCS: ? tons

Marius
Pedersen: ? tons

NC Miljø: ? tons

Komtek: ? tons

AffaldPlus pulper
?

Vi mangler
kapacitet til
mindst 88.000
tons KOD

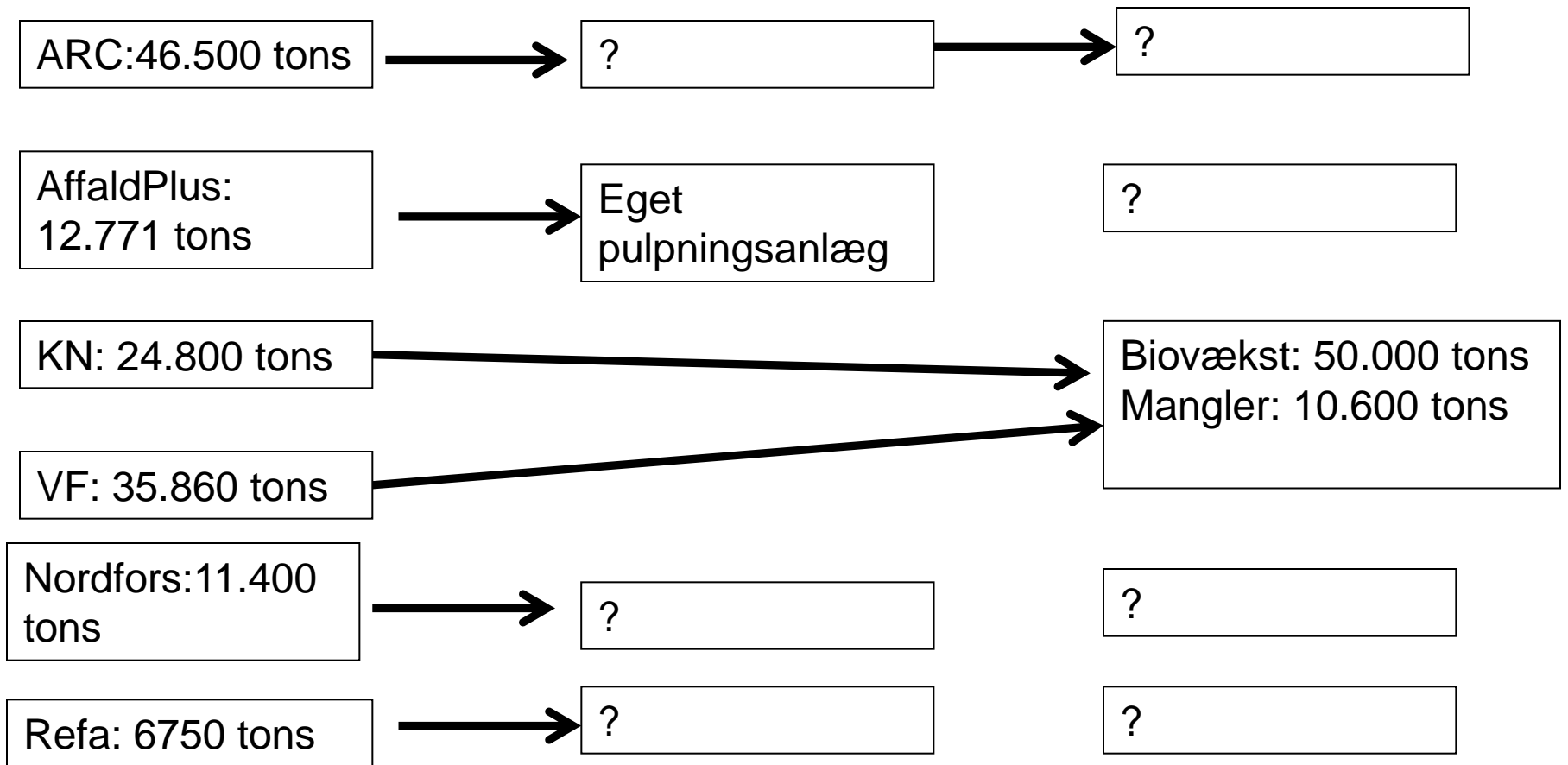
Dagrenovation i
dag: 634.235
tons

Dagrenovation
2022: 494.146





...efter affaldsselskab i 2022





ROSKILDE
KOMMUNE

Renhed af KOD og kapacitet af landbrugsjord til udbringning

- Renhed:
 - Overholder grænseværdierne i Slambekendtgørelsen
 - Plast er en udfordring
- Der er landbrugsjord nok...
 - Økologerne 😊
 - Mejeriforeningen 😞





Scenarier for ejerstrategier

	Indsamling	Forbehandling/ pulpning	Forgasning	Afsætning af restpro- dukter	Landbrugs- jord
Kommunen udbyder KOD	Kommune	Marked Findes marked? Hvilke krav kan stilles?	Marked Gælder kravene for de næste led ? Udbudsreglernes rækkevidde?	Marked	Marked
Kommunen udbyder pulp	Kommune	Kommune Effektivitet/stordrift /ejerforhold ?	Marked Styrken af marked? Gælder kravene for de næste led ? Udbudsreglernes rækkevidde?	Marked	Marked
Kommunen afsætter restprodukter	Kommune	Kommune	Kommune	Marked	Marked
		Fordele af ejerskab: forsyningssikkerhed, uafhængighed af marked. Bagdele: kan mangle skala og ejere hænger på anlægsinvesteringer der ikke er fleksible overfor ny udvikling			
Kommunen udnytter kapacitet på renselanlæg	Kommune	Kommune	Kommune	(Marked)	(Marked)
		Fordele: små investeringer og driftsynergi ? Bagdele: Vandsektorloven ?, er slammet rent nok så KOD'en kan udbringes? Tekniske udfordringer ?			



ROSKILDE
KOMMUNE

Tak for opmærksomheden!

Projektgruppen:

Rasmus Nør Hansen og Jacob Fallov: Roskilde Kommune

Torben Forskov: Solrød Kommune

Tina Braunstein: Greve-Solrød Forsyning

Susanne Lindeneg: Københavns Kommune

Inge Werther: DAKOFA

Kim Paamand m.fl.: Envidanenergy

Følgegruppen:

Thomas Budde Christensen og Tyge Kjær: RUC

Lena Hjalholt: Kara|Noveren

Miljøstyrelsen: Allan Sørensen.

Styregruppen: Cheferne (er der ikke plads til 😊)



Forudsætninger til spor 1 (forsorteret KOD til biogasanlæg)

Spor 1 for enfamiliebolig (indsat 223 kg (44,5 %, 50 %) KOD i stedet for 298 kg KOD for etageboliger):

1000 kg dagrenovation > 42,6 % Organisk > 70 % Sorteringseffektivitet = **298 kg KOD (enfamilie)**

5 % rejekt (data fra komtek) 298 – (0,05*298) = **283 kg forsorteret KOD.**

Ifølge Per Hauge fra Halsnæs kommune udgøre den organiske rejekt 8,5 % af total rejekten på 17 %. Der er dog potentielt et problem med at fastsætte den del af det organiske stof der kan omsættes til biogas, da man fastsætter mængden ved at fordampe vandet og derefter forbrænde det organiske stof i materialet, hvilket derved også medtager plast (Dvs mængde af organisk stof er: plast + additiver + VS i madaffald). Det er derfor indtil videre antaget at rejekten af organisk madaffald er på 5 % ligesom de andre teknologispor.

283 kg Biopulp * 0,29 (TS) * 0,85 (VS) * 0,56 (Udrådningsprocenten) = **39 kg VS** (organisk stof der er blevet omsat til biogas)

Udrådningsprocenten er fastsat ud fra "trial and error" metoden. Ifølge DTUs analyse af biovækst var metanudbyttet 56 Nm³ CH₄/ton forsorteret KOD. Ved at tage udgangspunkt i 1000 kg KOD kunne man gætte sig frem til udrådningsprocenten, så den tilsvarede dette metanudbytte. Dette var en udrådningsprocent på 56 % (det er tilfældigt at tallene er ens!). Grunden til at der udrådnings mindre end ved biopulp til et biogas- og renseanlæg, er fordi perkolaten kun opfanger de letomsættelige væsker i procesmodulet.

Gennemsnitsværdi for gasudbyttet:

Gennemsnitsværdi: 0,4 Nm³ CH₄/kg VS (Gennemsnitsværdien er fastsat ved pilot-forsøg af 17 prøver forbehandlet KOD, ved en termofil udrådnings (55 grader) i 15 dage. Gennemsnitsværdien er dog blevet korrigeret af Kim Paamand fra ervidan, fra 336 Nm³ CH₄/ton VS til 400 Nm³ CH₄/ton VS.

Gasudbytte i Nm³ og kWh:

39 kg VS * 0,4 Nm³ CH₄/kg VS = **16 Nm³ CH₄/kg VS**

9,97 kWh/Nm³ CH₄

9,97 kWh/Nm³ CH₄ * 16Nm³ CH₄/kg VS = **159 kWh/39 kg VS** (Den er sat til 156 kWh i grafen, grunden til dette, er fordi decimalerne ikke er medtaget her. Dette skal derfor korrigeres, da opgørelsen ikke medtager decimaler, da det indikere at tallene er specifikke, og ikke bare gennemsnitsværdier

Energiforbrug:

Varmeforbrug er 0,02 kWh/kg KOD

Elforbrug er 0,011 kWh/kg KOD

Dieselforbrug er 0,0036 l diesel/kg KOD. Det er her antaget at der er 11 kWh/l diesel (Kilde: Packard 2011: *a beginners guide to energy and power*, stanford university)

0,02 kWh/kg KOD * 283 kg forsorteret KOD = 6 kWh

0,011 kWh/kg KOD * 298 kg KOD = 3 kWh

0,0036 l diesel/kg KOD * 298 kg KOD = 1 l diesel

1 l diesel * 11 kWh = 11 kWh

6 kWh + 3 kWh + 11 kWh = **20 kWh (samlet energiforbrug)**

159 kWh – 20 kWh = **139 kWh energioverskud**

Der er forudsat at energindholdet – energiforbruget repræsenterer den mængde energi et teknologispor kan anvende til produktion af el- og varme som afsættes på et marked. Denne mængde repræsenterer således den potentielle indtægt for et teknologispor, samt fortrængningseffekten under forudsætningen af at energien kan omsættes med en 100 % virkningsgrad. Der er derved ikke medregnet tabt varmeenergi ved konverteringen af metan til el og varme, eller opgraderingen og konverteringen til el og varme.



ROSKILDE
KOMMUNE

Forudsætninger (spor 2, biopulp til biogasanlæg)

Biogassporet for enfamilie- og etagebolig (indsæt 223 kg KOD i stedet for 298 kg KOD for etageboliger):

1000 kg dagrenovation > 42,6 % Organisk > 70 % Sorteringseffektivitet = **298 kg KOD (enfamilie)**

5 % rejekt (data fra komtek) $298 - (0,05 \cdot 298) = \mathbf{283 \text{ kg biopulp}}$

$283 \text{ kg Biopulp} \cdot 0,29 \text{ (TS)} \cdot 0,85 \text{ (VS)} \cdot 0,80 \text{ (Udrådningprocenten)} = \mathbf{56 \text{ kg VS}}$ (organisk stof der er blevet omsat til biogas)

Gennemsnitsværdi: 0,4 Nm³ CH₄/kg VS (Gennemsnitsværdien er fastsat ved pilot-forsøg af 17 prøver forbehandlet KOD, ved en termofil udrådning (55 grader) i 15 dage. Gennemsnitsværdien er dog blevet korrigeret af Kim Paamand fra envidan, fra 336 Nm³ CH₄/ton VS til 400 Nm³ CH₄/ton VS.

Gasudbytte i Nm³ og kWh:

$56 \text{ kg VS} \cdot 0,4 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS} = \mathbf{22 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/ 56 \text{ kg VS}}$

9,97 kWh/Nm³ CH₄

$9,97 \text{ kWh/Nm}^3 \text{ CH}_4 \cdot 22 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS} = \mathbf{223 \text{ kWh}/56 \text{ kg VS}}$ (medregnet 1 decimal)

Energiforbrug:

Gennemsnitsværdier:

El: 0,017 kWh/kg KOD (Intervallet ligger mellem 7 – 27 kWh ved forbehandling)

Varme: 0,02 kWh/kg KOD (udrådning i reaktortank) **Det er her forudsat at opvarmningen af procesvand fra forbehandling er medtaget som en del af varmemeforbruget.**

Elforbrug: 0,009 kWh/kg KOD (pumpning og omrøring) **Det er her forudsat at elforbruget af procesvand fra forbehandling er medtaget som en del af varmemeforbruget.**

$298 \text{ kg KOD} \cdot 0,017 \text{ kWh/kg KOD} = 5 \text{ kWh}$

$283 \text{ kg Biopulp} \cdot (0,02 + 0,009) = 6 \text{ kWh (varme)}/283 \text{ kg biopulp} + 3 \text{ kWh (el)}/283 \text{ kg biopulp}$ (rundet op fra 2,5 kWh) = 9 kWh

$9 \text{ kWh} + 5 \text{ kWh} = \mathbf{14 \text{ kWh (samlet energiforbrug)}}$

$223 \text{ kWh} - 14 \text{ kWh} = \mathbf{209 \text{ kWh energioverskud}}$

Der er forudsat at energindholdet – energiforbruget repræsenterer den mængde energi et teknologispør kan anvende til produktion af el- og varme som afsættes på et marked. Denne mængde repræsenterer således den potentielle indtægt for et teknologispør, samt fortrængningseffekten under forudsætningen af at energien kan omsættes med en 100 % virkningsgrad. Det er derved **ikke** medregnet tabt varmeenergi ved konverteringen af metan til el og varme, eller opgraderingen og konverteringen til el og varme.



Forudsætninger (spor 3, biopulp til renseanlæg)

Renseanlægssporet for enfamiliebolig (indsæt 223 kg KOD, i stedet for 298 kg KOD for etageboliger):

1000 kg dagrenovation > 42,6 % Organisk > 70 % Sorteringseffektivitet = **298 kg KOD (enfamilie)**

5 % rejekt (data fra komtek) $298 - (0,05 \cdot 298) = \mathbf{283 \text{ kg biopulp}}$

$283 \text{ kg Biopulp} \cdot 0,29 \text{ (TS)} \cdot 0,85 \text{ (VS)} \cdot 0,80 \text{ (Udrådning)} = \mathbf{56 \text{ kg VS}}$ (organisk stof der er blevet omsat til biogas)

Gennemsnitsværdi: 0,4 Nm³ CH₄/kg VS (Gennemsnitsværdien er fastsat ved pilot-forsøg af 17 prøver forbehandlet KOD, ved en termofil udrådning (55 grader) i 15 dage. Gennemsnitsværdien er dog blevet korrigeret af Kim Paamand fra envidan, fra 336 Nm³ CH₄/ton VS til 400 Nm³ CH₄/ton VS.

Gasudbytte i Nm³ og kWh:

$56 \text{ kg VS} \cdot 0,4 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS} = \mathbf{22 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}}$

9,97 kWh/Nm³ CH₄

$9,97 \text{ kWh/Nm}^3 \text{ CH}_4 \cdot 22 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS} = \mathbf{223 \text{ kWh}/56 \text{ kg VS}}$ (medregnet 1 decimal)

Energiforbrug *se kommentar boks vedr. energiforbrug fra envidan:

Gennemsnitsværdier:

Forbehandling el: 0,017 kWh/kg KOD (Intervaller ligger mellem 7 – 27 kWh ved forbehandling)

Varme: 0,02 kWh/kg KOD (udrådning i rådnetank **Det er her forudsat at opvarmningen af procesvand fra forbehandling er medtaget som en del af varmemeforbruget. Derudover er det antaget at varmemeforbruget er det samme som hvis pulpen blev tilsat i en reaktortank**

Elforbrug: $0,05 \text{ kWh/kg TS} \cdot 0,29 \text{ (TS i KOD)} = 0,015 \text{ kWh/kg KOD}$ (pumpning, omrøring, polymeranlæg og slutfvanding) **Det er her forudsat at opvarmningen af procesvand**

fra forbehandling er medtaget som en del af varmemeforbruget.

$0,03 \text{ kWh/kg TS} \cdot 0,29 \text{ (TS i KOD)} = 0,009 \text{ kWh/kg KOD}$ (**Beluftning af N, ved 3,1 % N af TS. Vi har regnet med 2,6 % N af TS. Elforbruget til beluftning er derfor potentielt sat for**

højt iff. vores tal)

$298 \text{ kg KOD} \cdot 0,017 \text{ kWh/kg KOD} = 5 \text{ kWh}$

$283 \text{ kg Biopulp} \cdot (0,02 + 0,015) = 9 \text{ kWh}$

$283 \text{ kg Biopulp} \cdot 0,015 \text{ kWh} = 4 \text{ kWh}$

$5 \text{ kWh} + 9 \text{ kWh} + 4 \text{ kWh} = \mathbf{18 \text{ kWh (samlet energiforbrug)}}$

$223 \text{ kWh} - 18 \text{ kWh} = \mathbf{205 \text{ kWh energioverskud}}$

Der er forudsat at energindholdet – energiforbruget repræsenterer den mængde energi et teknologispør kan anvende til produktion af el- og varme som afsættes på et marked. Denne mængde repræsenterer således den potentielle indtægt for et teknologispør, samt fortrængningseffekten under forudsætningen af at energien kan omsættes med en 100 % virkningsgrad. Det er derved **ikke** medregnet tabt varmeenergi ved konverteringen af metan til el og varme, eller opgraderingen og konverteringen til el og varme.