

Rapport 1 • Biogas • Power Bio

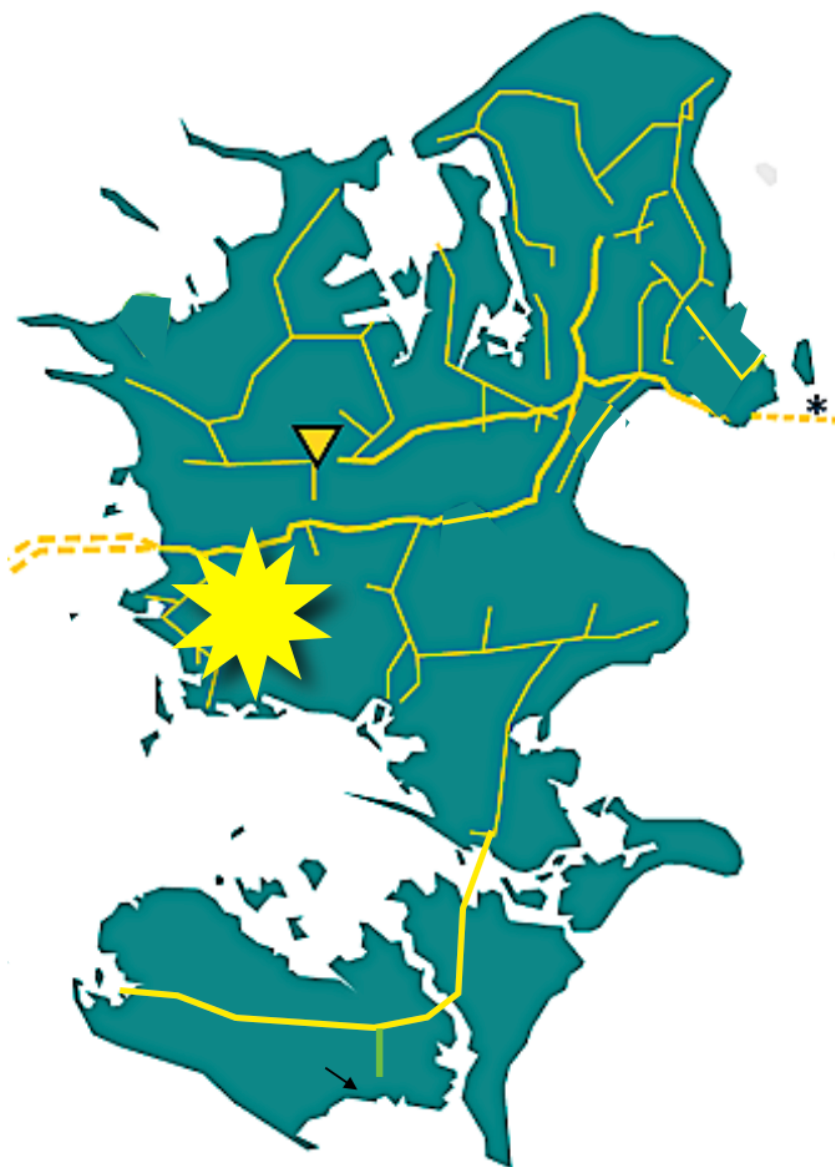
Et nyt biogasinitiativ i Slagelse

Råvareforsyningen til det planlagte biogasanlæg i Slagelse
med tør udrådning (Sauter)

Interreg Projekt **Bio Power**

Tyge Kjær

Den 15. maj 2024



Roskilde Universitet

Institut for Mennesker og Teknologi

Forskningsenheden Klima og Energi



Power Bio



interreg



Co-funded by
the European Union

Øresund-Kattegat-Skagerrak



Et nyt biogasinitiativ i Slagelse

Råvareforsyningen til det planlagte biogasanlæg i Slagelse

Projekt **Bio Power**

Tyge Kjær

Roskilde Universitet

Den 15. maj 2024.

1. Introduktion

To landmænd har ifølge LandbrugsAvisen taget initiativ til etableringen af et biogasanlæg i Slagelse i samarbejde med virksomheden Agri Energy, hvor der er tale om at etablere en biogen energipark, baseret på et sauterbaseret biogasanlæg kombineret med et pyrolyseanlæg.¹ Hensigten med denne rapport er at understøtte initiativet med udgangspunkt i vores kendskab til og analyser af de råvarer, som forventes at være til rådighed i både Slagelse-området og Region Sjælland.²

Især halm som råvare kan være et problem: I Region Sjælland findes en række planer om udbygningen af bestående biogasanlæg og etableringen af nye anlæg. I nogle af planerne indgår brug af **halm** som en supplerende råvare. I andre anlæg er halmen planlagt som den eneste råvare. Den umiddelbare vurdering er, at halmmængderne ikke vil kunne dække alle de mængder, der planlægges for.

Halmproduktionen i Region Sjælland svinger årligt mellem 1,2-1,4 mio. tons, hvor den typiske mængde er belyst nærmere i bilag 6. Det vurderes, at de omtalte biogasplaner - hvis de alle realiseres - vil kræve en halmmængde på mere end to mio. tons.³

1) Jvf. pressemeddelelse/artikel i LandbrugsAvisen; den 11. marts 2024: »**Vestsjællandske landmænd vil fjerne op til 500.000 tons CO₂ om året**«. Sauterbaseret biogasanlæg er et biogasanlæg, som i grundprincippet adskiller sig fra den kendte biogasteknologi. I stedet for omrøring af biomassen (som typisk kræver en maksimal tørstofindhold på 12%), anvendes der et sprinklingssystem, som betyder, at der kan anvendes stråprodukter o.lign. med et højere tørstofindhold. Normalt regner man her med et maksimum på 40%. Se iøvrigt beskrivelsen hos Erik Fog: **Biogasanlæg til afgang af kløvergræs og andre faste biomasser**; SEGES, Videncentret for Landbrug; januar 2015.

2) I projektet **Bio Power**, som er et dansk-svensk samarbejdsprojekt, arbejder vi bl.a. med at finde anvendelse af de forskellige typer af biomasser, som umiddelbart ikke nyttiggøres i nævneværdigt omfang, som vi karakteriserer som 'besværlige' biomasse. Biogasanlæggene, ikke mindst anlæg af Sautertypen, rummer en potentiel anvendelsesmulighed for en række af de forskellige biomasser, som vi samlet kalder for de 'besværlige' biomasser, som f.eks. kræver lang opholdstid.

3) Det er selvfølgelig ikke givet, at alle anlægsplanerne bliver til noget. Halmudbyttet varierer fra år til år med en typisk årlig mængde på 1,2-1,4 mio. tons i Region Sjælland. I de to år med forårstørke - 2018 og 2023 - var halmmængden i Regionen betydeligt mindre, nemlig 0,9-1,1 mio. tons. Over de seneste år er 55-60% af halmen ikke bjerget, men snittet og fordelt på den pløjefrie mark eller nedmuldet. Den øvrige mængde er anvendt som foder/strøelse og brugt til energiproduktion (jvf. Statistikbanken, Halm1). På Regionens energianlæg blev der i 2022 ialt anvendt 266.000 tons. Endvidere blev der »eksporteret« halm fra Regionen til Avedøre-anlægget på knap 94.000 tons i 2022, jvf. Energistyrelsen: **Produktions- og forbrugsdata 2022**. Det betyder alt i alt, at der ikke er ubegrænsede halmmængder til rådighed.

Det sauterbaserede biogasanlæg kan imidlertid være et bidrag til at reducere forsyningsproblemer med halm, fordi denne teknologi med fordel vil kunne anvende de mere »besværlige« biomasser. De efterfølgende analyser har til formål at pege på potentialerne for anvendelsen af de forskellige biomasser.⁴

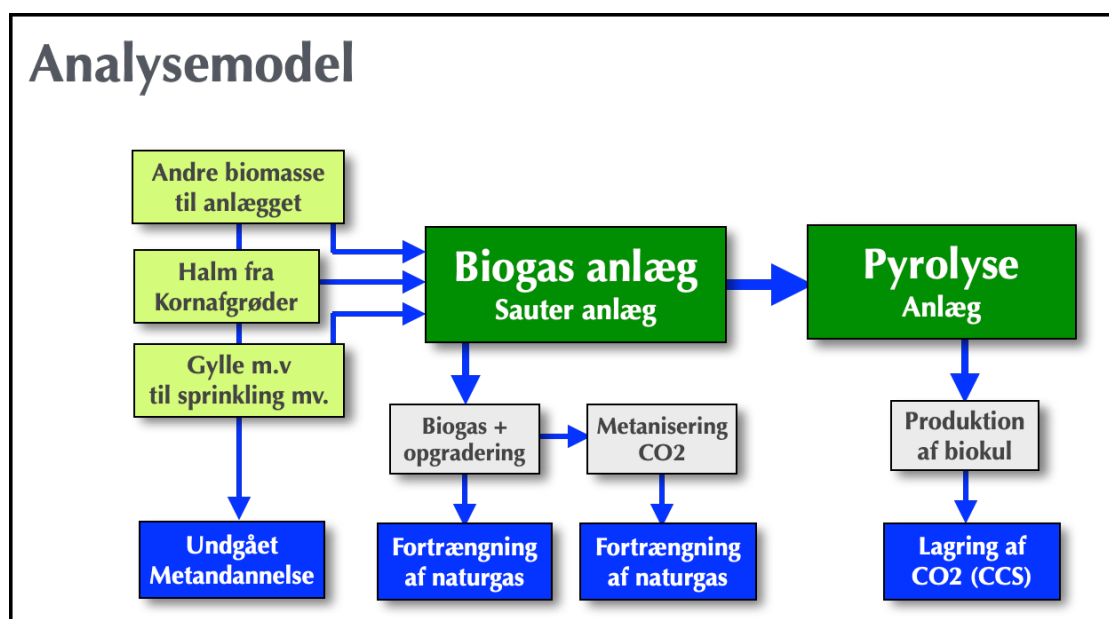
2. Råvareforsyning og forsyningsmuligheder

Der er i det følgende beregnet fem forskellige muligheder for råvareforsyningen, som vil kunne nyttiggøres i det planlagte sauter-pyrolyse anlæg i Slagelse. Beregningsgrundlaget fremgår af introduktionen til bilagene og af de enkelte bilag. De fem mulige forsynings-situationer ser således ud:

1. Råvarer fra Slagelse kommune
2. Råvarer fra Slagelse og Sorø kommuner
3. Råvarer fra Slagelse, Sorø, Næstved og Kalundborg kommuner
4. 250.000 tons råvarer fra Slagelse, supplerende med halm udefra.
5. Drivhusgas reduktion på 500.000 tons fra Slagelse, supplerende med halm udefra.

Der beregnes tre hovedstørrelser: 1) Den potentielle råvareforsyning; 2) Produktionen af biogas og biokul og 3) Den forventede bidrag til biogasreduktionen. Beregningerne er baseret på følgende anlægsmodel:

Figur 1. Løst biogasanlæg i kombination af pyrolyse: råvarer, produktion og forventet bidrag til reduktion af drivhusgasser.

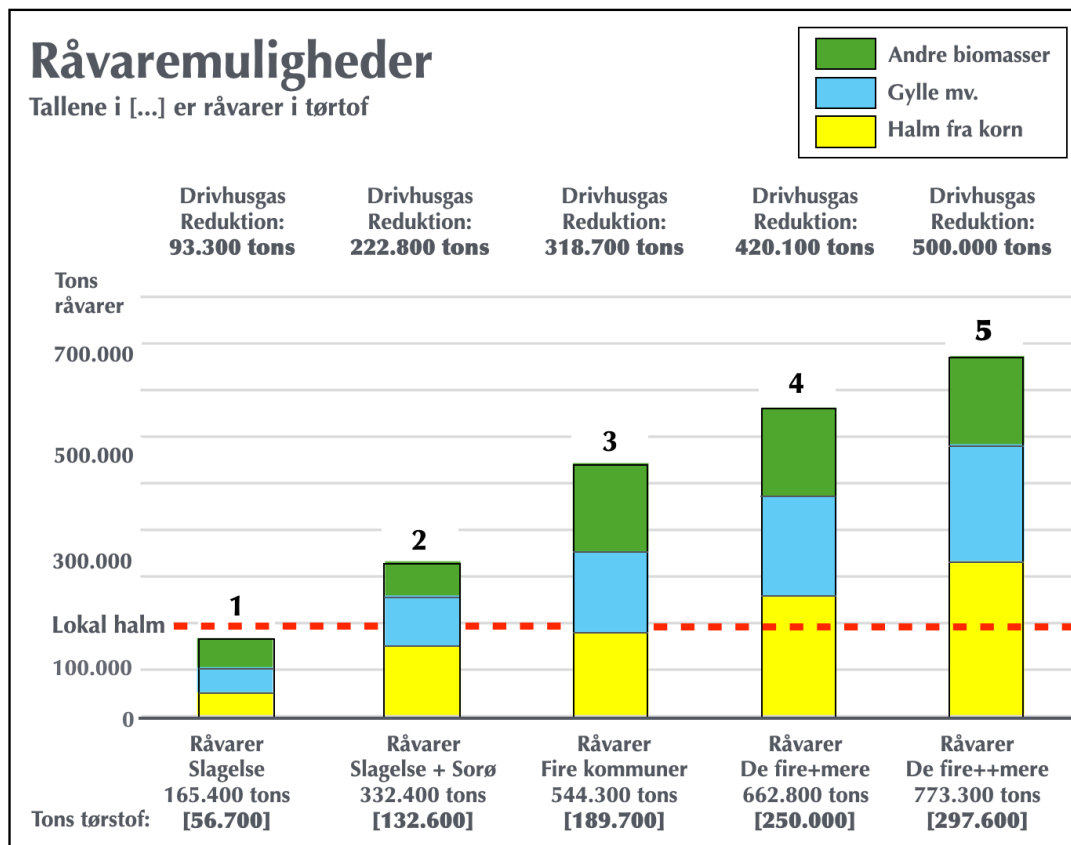


Beregningerne baseres bl.a. på, at biogassen opgraderes og at den derved frigjorte CO₂ anvendes til metanisering og dermed en yderligere produktion af biogas og fortrængning af naturgassen. Biogassen og den deri indeholdte CO₂ kan naturligvis bruges på andre måder med en måske større fortrængningseffekt. Det bør bemærkes, at man med den lange udrådningstid i Sauter-anlægget kan forvente en højere metan-procent i biogassen, hvilket vil reducere den CO₂ mængde, der er til rådighed fra opgraderingen.

4) Rapporten tager ikke stilling til, om sautertechnologien kan leve op til forventningerne. Det er velkendt, at der har været problemer med ydelserne i det sauter-baserede anlæg i Fuglebjerg: »*Første sjællandske øko-gårdbiogas anlæg bliver måske det sidste*«, jvf. LandbrugsAvisen, den 9. marts 2019. Der var betydelig problemer med gasudbyttet på anlægget i 2017-18; hvor der efterfølgende er arbejdet med optimeringen af proesserne, hvor man over de seneste år har kunnet konstateres en fremgang.

Anlægget kan forsynes med forskellige råvarer, som f.eks. vil afhænge af råvare-oplandets størrelse (alene Slagelse, Slagelse og Sorø, eller Slagelse og de tre nærmeste nabokommuner. Figuren nedenfor belyser de forskellige muligheder (jvf. bilag 1-5)

Figur 2. Forsyningsmuligheder fra Slagelse og nabokommunerne på et sauteranlæg med pyrolyseanlæg: Råvarer og CO₂-fortrængning.



De eksakte tal og forudsætninger fremgår af bilag 1-5. Analyse af råvaremulighederne er baseret på råvare dataoversigten i bilag 6. I projektplanerne tales der om et måltal på **250.000 tons tørstof**. Efter oversigten i figuren kan det lade sig gøre, hvis der også anvendes biomasser fra nabokommunerne, og hvis der suppleres med yderligere halm.

Den samlede halmmængde (halm fra korn) kan være et problem. I det fjerde alternativ med de 250.000 tons tørstof er der eksempelvis regnet med 256.400 tons halm. Det vurderes til at være i overkanten af mulighederne; men det er her sautertechnologien kommer til sin ret, idet man her vil kunne anvende nogle mindre »bekvemme« råvarer i stedet.⁵ De fem forskellige forsyningsmuligheder skal kort gennemgås.

(1) Råvarer fra Slagelse (bilag 1): Efter oversigten i bilag 1 estimeres det, at der vil være **165.400 tons** biomasse til rådighed i Slagelse Kommune. Det vil give en biogasproduktion på knap 12 mio. m³ ren metan) eller godt 21 mio. m³ biogas. Det vil samlet kunne bidrage til en reduktion af drivhusgasser på **95.300 tons** årligt (beregnet som CO₂-ækvivalenter).

5) Råvarerne er beregnet som den fulde mængde fra en række biomasse restprodukter, som er velegnet til sauter-teknologien; endvidere er det forudsat, at 50% af halm fra kornafgrøder indgår i anlægget. I udviklingen af råvareforsyningen vil det også være nødvendigt at tage hensyn til råvarebehovet hos det eksisterende biogasanlæg i Slagelse: Hashøj Biogas ApS, som har godkendte planer for udvidelse af råvareforsyningen 121.000 tons til 325.000 tons, jvf. tilladelsen: »§ 25 tilladelse: Udvidelse af Høshøj Biogasanlæg og etablering af gastilslutningsledning«; Slagelse Kommune, maj 2022.

(2) Råvarer fra Slagelse og Sorø (bilag 2). For at udvide resourcegrundlagt er der i dette alternativ beregnet samme råvaremængde fra Slagelse som i det første alternativ, suppleret ved med råvarer fra nabokommunen Sorø; hvor der er forudsat, at 2/3 af potentialerne i Sorø indgår i anlægget. Det betyder, at der vil være **332.400 tons** biomasse til rådighed, der giver en metan produktion på godt 27 mio m³ (regnet som ren metan), som svarer til godt 49 mio. m³ biogas. Med denne konstellation vil man kunne opnå en drivhusgasreduktion på **222.804 tons**.

(3) Råvarer fra Slagelse, Sorø, Næstved og Kalundborg (bilag 3). Her er der også beregnet samme mængde fra Slagelse som i det første alternativ. Endvidere er der forudsat en leverance fra nabokommunerne Sorø, Kalundborg og Næstved på 2/3 af potentialerne. Med denne forudsætning vil anlægget kunne få tilført **544.300 tons** råvarer, som svarer til 189.700 tons tilført tørstof. Det vil give 38,9 mio. m³ metan, svarende til 70,7 mio. m³ biogas. Med disse mængder vil man kunne opnå en drivhusgasfordel på **318.700 tons**. Forudsætningen er, at der anvendes 176.500 tons halm, som i overensstemmelse med forudsætningerne svarer til 50% af den gennemsnitligt tilgængelige halmmængde i de fire anførte kommuner.

Som tidligere nævnt er det et tilstræbt mål, at anlægget skal tilføres **250.000 tons** biomasse, beregnet som tørstof. De 250.000 tons tørstof kan 'regneteknisk' opnås ved i det følgende alternativ (4) ved at supplere råvarerne i det tredje alternativ med en yderlig halmmængde.

(4) 250.000 tons råvarer (tørstof) fra de fire kommuner, supplerende med halm udefra (bilag 4): I dette alternativ suppleres råvarerne i det tredje alternativ med yderligt 74.400 tons halm, så den samlede anvendelse af halm (halm fra korn) bliver på 256.400 tons. Den samlede råvare-mængde bliver på **662.800 tons**.

De 250.000 tons tørstof forventes at producere godt 51 mio. m³ ren metan, svarende til godt 93 mio. m³ biogas. Med denne produktion vil der kunne opnås en drivhusgasreduktion på **420.100 tons** (drivhusgas ækvivalenter).⁶

En halmmængde på de nævnte 256.400 tons svarer til 73% af den halmmængde, der er til rådighed i de fire kommuner (jvf. bilag 6). Til dette tal skal man lægge den mængde, der i dag anvendes til energiformål (halmfyr, mv.) i de fire kommuner, nemlig ca. 73.000 tons. Med de nævnte 256.600 tons og den aktuelt anvendte mængde på ca. 73.000 tons, når man op på en udnyttelsesgrad af halm i de fire kommuner på knap **94%**. Der er derfor et klart behov for at reducere anvendelse af halm til et mere realistisk niveau. Her findes der potentialer ved anvendelsen af sautertechnologien.

Det femte alternativ er kun medtaget for at vise, hvad det vil kræve af råvarer til sauteranlægget med pyrolyse, hvis man skal kunne opnå en drivhusgasreduktion på 500.000 tons, således som det offentligt har været diskuteret.

(5) Drivhusgas reduktion på 500.000 tons med råvarer fra de fire kommuner, supplerende med halm (bilag 5) I dette alternativ er der beregnet konsekvenserne af en målsætning om at opnå en drivhus-gasreduktion på **500.000 tons**. Med udgangspunkt i biomasserne i Slagelse vil en sådan målsætning kræve en halmleverance på 330.780 tons, som ikke kan anses for at være realistisk.

6) I den tidligere citerede artikel fra LandbrugsAvisen hedder det i overskriften: »*Vestsjællandske landmænd vil fjerne op til 500.000 tons CO₂ om året*«. Vores beregninger bekræfter fuldt ud, at man med 250.000 tons tørstof vil kunne opnå en drivhusgas reduktion på op til 500.000 tons; (jvf. note 1).

3. Forslag til prioriteringer

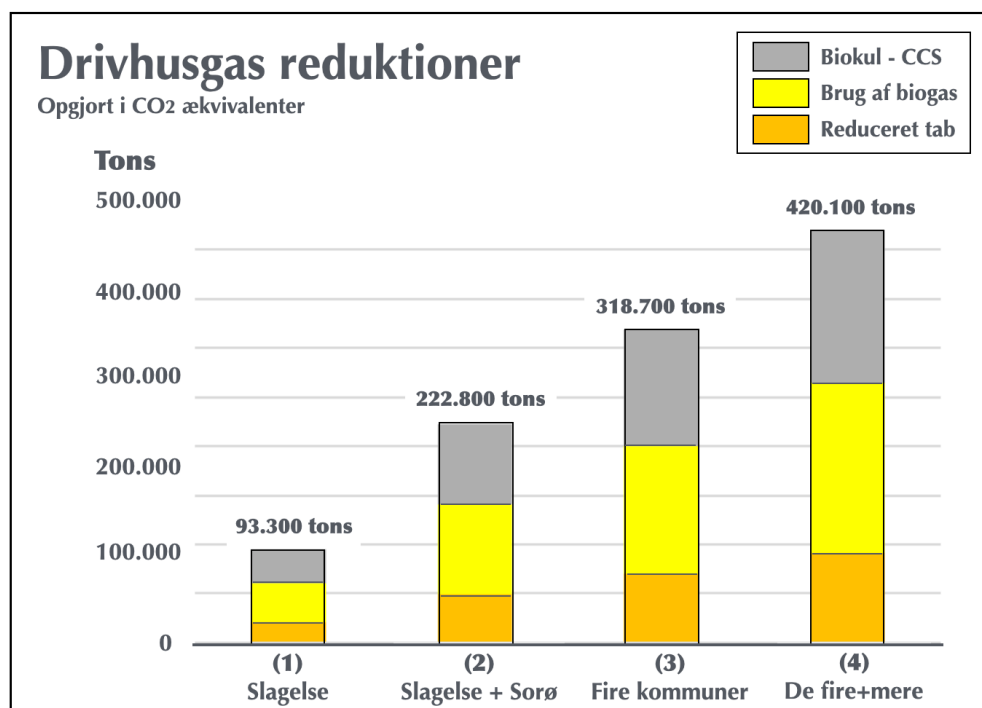
Sauter-anlægget muliggør anvendelse af en række biomasser, som ikke vil være eftertragtet for et biogasanlæg med central omrører. Denne mulighed kan anvendes til at reducere halmbehovet i det påtænkte anlæg. Med udgangspunkt i det tredje forsyningsalternativ kunne følgende overvejes som en mulighed:

- **Prioriteringen:** Indsamling og anvendelse af især 'besværlige' biomasser i de nærliggende kommuner; men måske også tilgrænsede kommuner, alt sammen med det formål at reducere den halmmængde, som skal indgå i anlægget; dvs. en reduktion af de tidligere omtalte 176.500 tons.
- **Der er to fordele:** For det første kan nyttiggøre biomasser, som typisk har en lang udrådningstid, som derfor ikke vil være efterspurgt af andre typer af biogasanlæg. For det andet vil der være en økonomisk fordel med denne satsning. Halm er ubetinget en købsvare, men der er en række andre biomasser, som forventes begrænsede omkostninger (råvarepris og transport) og i nogle tilfælde måske også en behandlingsbetaling.
- **Mulig tilpasning af kapaciteten:** En stor halmefterspørgsel vil meget let kunne ende som et forsyningsproblem. Det er vigtigt at tilpasse dimensionerne til mængderne, til den direkte halmanvendelse i jordbrug/landbrug og til andre biogasanlæg i området.

4. Drivhusgasserne

Den optimale anvendelse af Regionens rest-biomasser er af stor betydning for reduktion af drivhusgas aftrykket både i energisystemet og i landbruget. Efter de foreløbige beregninger vil man opnå en betragtelig bidrag til reduktion af udledningen af drivhusgasser dels ved reduceret metantab, dels ved anvendelse af biogas og dels ved lagring af biokul, således der er illustreret med figur 3 (det femte alternativ er udeladt):

Figur 3. Reduktion af drivhusgas ved etableringen af sauter baseret anlæg med pyrolyse for de fire første alternativer



Et anlæg, som skitseret i det tredje alternativ vil alt andet lige bidrage med en reduktion på 318.800 tons årligt. Region Sjælland har et behov for en drivhusgasreduktion på knap

2,9 mio. tons på årsbasis i 2030.⁷ Her vil det tredje alternativ bidrage med **11%** til denne reduktion. Det er en betragtelig reduktion, og en betragtelig mulighed. Det fjerde alternativ vil med en reduktion på 420.100 tons bidrage til en reduktion på godt **14%** af Regionens 70%'s forpligtigelser.

Reduktionen af drivhusgas udledningen vil også rumme en betydelig økonomi, idet det forventes en økonomisk fordel, som tager udgangspunkt i kvotemarkedet og den forventede kvoteafgift på 750 kr/tons - enten i form af certifikater, afgiftsmodregning eller direkte betaling. Denne økonomi må selvfølgelig vurderes meget nøje i forhold til omkostningerne ved de forskellige tiltag.

5. Bilagene

Råvaregrundlaget til de forskellige anlægsberegninger er baseret på opgørelsen af biomasserne i bilag 6, bortset fra to poster: »Dybstrøelse« og »Kløver, efterafgrøder«. Her er mængderne antaget. Ved beregning af metanproduktionen er det forudsat, at man med sauter-anlægget opnår en fuld udrådning af det biologiske materiale; hvorfor der er regnet med ens metanpotentiale, angivet som metan i m³ pr. tons organisk tørstof. Hvis der forudsættes kortere udrådningstid, må metanpotentiale-tallet på de anførte 205 m³ pr. organisk tons tørstof reduceres.

Hvor store vil drivhusaffekterne være? Her er der gjort en række antagelser, som kort kan sammenfattes i følgende: (1) **Undgået metandannelse** er sat til 10% ved indsamling af organisk materiale som ellers vil henligge og afgasse. Den er uden tvivl en antagelse i underkanten; det er en gennemsnitsbetragtning; procentsatsen vil variere meget med de forskellige råvarer efter, hvor letomsættelige de er.

(2) **Anvendelsen af biogassen:** Her er antaget, at biogassen anvendes til erstatning for naturgas; men i beregningerne er der kun medtaget selve forbrændingen af naturgassen på 204 kg pr. MWh, og ikke drivhusgas udledninger fra indvinding og transport af naturgassen. (3) **Anvendelsen af CO₂ fra opgradering.** Her er det forudsat, at den anvendes til yderligere metanisering og derved erstatter naturgas som under det foregående punkt.

(4) **Pyrolyse af restprodukter:** Her er forudsat, at 20% af restbiomassen med 90% tørstof bliver til biokul og lagres. Procenten er sat lavt; under ideelle forhold kan man måske regne med et større procent, og derved opnå en større drivhusgasreduktion.

Bilagene:

Bilag 1: Sauter anlæg med pyrolyse - Slagelse opland.

Bilag 2: Sauter og pyrolyse - Slagelse & Sorø opland

Bilag 3: Sauter anlæg med 'Beværlige' råvarer

Bilag 4: Sauter anlæg med 250.000 tons tørstof

Bilag 5: Sauter anlæg: 500.000 tons CO₂ reduktion

Bilag 6: Biomasse - Region Sjælland.⁸

7) Jvf. opgørelserne i *Energipolitisk Charter. Charter for kommunerne i Region Sjælland*; Tyge Kjær, Roskilde Universitet, oktober 2022; især bilag 1.1, s. 18.

8) Hovedparten af data'erne i Bilag 6 er delvis baseret på et biomasseværktøj, som blev udviklet i projektet *Greater Bio* af Andreas Dyreborg Martin.

Bilag 1. Sauter anlæg med pyrolyse - Slagelse opland

Biogasanlæg - Sauter - tør biogasproduktion

Fulde mængder fra Slagelse. Halm fra korn-afgrøder indgår kun med 50%.

- Primær udrådning: op til 115 dage
- Sekundær udrådning: variabelt.

Råvare input:	Mængde tons	Tørstof indhold i procent	Organisk tørstof i procent	Tørstof mængde tons	Methan potentiale m3/tons	Forventet bidrag til gasproduktion Ren metan m3
Gartnerriaffald:	765	40,0%	80,0%	245	205,0	50.184
Dybstrøelse, mv.*	6.000	30,0%	80,0%	1.440	205,0	295.200
Halm (korn) - 50% af halmen:	49.233	85,0%	80,0%	33.478	205,0	6.863.080
Halm frøgræs:	9.017	85,0%	80,0%	6.132	205,0	1.256.970
Halm oliefrø og bælgfrugter:	9.306	33,0%	90,0%	2.764	205,0	566.596
Vejgræs:	5.740	33,0%	80,0%	1.515	205,0	310.649
Græs, permanent, miljø:	26.041	33,0%	90,0%	7.734	205,0	1.585.506
Grødeskær:	2.258	20,0%	80,0%	361	205,0	74.062
Kløver, efterafgrøder:*	3.000	33,0%	90,0%	891	205,0	182.655
Recirkulat (gylle):**	54.010	5,0%	80,0%	2.160	205,0	442.879
Sum	165.370 tons		-	56.721	205,0	11.627.781
Gasudbyttet omregnet til energienheden MWh:	115.580 MWh			Omregnet til biogas, m3:		21.141.420

*) Anslået størrelser.

**) Gyllen anvendes til opfugtning (spraying) af biomassen (procentandel af biomassen).

Tørstofprocent i tilført materiale:	34,3%
Restprodukt - mængder i tons:	151.998 tons
Tørstofniveauet i restproduktet:	28,5%

1) Undgået metandannelse: Indsamling/anvendelse af pågældende biomasser

Stor variationer i almindelige estimater, varierende mellem 10-20%.

Der antages følgende sats: 10%

Undgået udledning af metan: 1.162.778 m3

Omregnet, tons (0,717 kg/m3) 834 tons. Omregnet til CO2 ækvivalent, multipliceret med 25

Omregnet til drivhusgas ækvivalent: 20.843 tons

2) Anvendelse af biogassen:

- Tre muligheder:
- Anvendt i gasnettet - fortrængning af naturgas
 - Anvendelse til kraftvarme (motoranlæg) - fortrængning af fossil el og fossil varme
 - Anvendt som motorbrændstof (flydende gas) - fortrængning af dieselolie

Her antages anvendelse af opgraderet biogas til gasnettet, hvorved der fortrænges naturgas

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh) 23.578 tons

3) Rest CO2 fra opgraderingen

- Umiddelbart tre muligheder:
- Anvendt metanisering; kræver en VE-brintkilde
 - Anvendt til PTX, hvorved der fortrænges fossil brændstof
 - Flydendegørelse og lagring af CO2

Her beregnes metaniseringen drivhusgaseffekt, enten direkte i biogas-reaktoren eller i efterfølgende proces:

Metanproduktion af CO2 fra opgradering (42% af af beregnet biogasproduktion): 76.283 MWh

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh) 15.562 tons

4) Pyrolyse af restprodukter

Restprodukt til rådighed: 151.998 tons med angivet tørstofniveau: 28,5%

Omregnet til pyrolyse input: 48.165 tons med 90% tørstof (10% vand)

Biokoks udbytte mellem 15-40%.

Her regnes med et middeltal. 20,0% Antaget udbytte

Biokoks udbytte i tons: 9.633 tons

CO2 reduktion ved produktion af biokul: 35.321 tons

Samlet drivhusgasreduktion

- Undgået metandannelse: 20.843
- Anvendelse af biogassen (metan) 23.578
- Anvendelse af CO2: 15.562
- CO2 reduktion ved biokul: 35.321

Reduktion i alt ved de valgte alternativer: 95.304 tons

Bilag 2. Sauter og pyrolyse - Slagelse & Sorø opland

Biogasanlæg - Sauter - tør biogasproduktion.

Fulde mængder fra Slagelse og 2/3 af mængderne fra Sorø. Halm fra korn-afgrøder indgår kun med 50%.

Forventet udrådningstid:

- Primær udrådning: op til 115 dage
- Sekundær udrådning: variabelt.

Råvare input:	Mængde tons	Tørstof indhold i procent	Organisk tørstof i procent	Tørstof mængde tons	Methan potentiale m3/tons	Forventet bidrag til gasproduktion Ren metan m3
Gartneriaffald:	800	40,0%	80,0%	256	205,0	52.480
Dybstrøelse, mv.:	10.000	61,0%	80,0%	4.880	205,0	1.000.400
Halm (korn) - 50% af halmen:	150.000	85,0%	80,0%	102.000	205,0	20.910.000
Halm frøgræs:	8.260	85,0%	80,0%	5.617	205,0	1.151.479
Halm oliefrø og bælgfrugter:	11.927	33,0%	90,0%	3.542	205,0	726.195
Vejgræs:	7.529	33,0%	80,0%	1.988	205,0	407.451
Græs, permanent, miljø:	26.568	33,0%	90,0%	7.891	205,0	1.617.593
Grødeskær:	3.763	20,0%	80,0%	602	205,0	123.426
Kløver, efterafgrøder:*	5.000	33,0%	90,0%	1.485	205,0	304.425
Recirkulat (gylle):**	108.566	5,0%	80,0%	4.343	205,0	890.241
Sum	332.413 tons		-	132.603	205,0	27.183.691
Gasudbyttet omregnet til energienheden MWh:	270.206 MWh			Omregnet til biogas, m3:		49.424.892

*) Anslået størrelser: Som bilag 1 + 70%.

**) Gyllen anvendes til opfugtning (spraying) af biomassen (procentandel af biomassen).

Tørstofprocent i tilført materiale:	39,9%
Restprodukt - mængder i tons:	301.152 tons
Tørstofniveauet i restproduktet:	33,7%

1) Undgået metandannelse: Indsamling/anvendelse af pågældende biomasser

Stor variationer i almindelige estimater, varierende mellem 10-20%.

Der antages følgende sats: 10%

Undgået udledning af metan: 2.718.369 m3

Omregnet, tons (0,717 kg/m3) 1.949 tons. Omregnet til CO2 ækvivalent, multipliceret med 25

Omregnet til drivhusgas ækvivalent: 48.727 tons

2) Anvendelse af biogassen:

- Tre muligheder:
- Anvendt i gasnettet - fortrængning af naturgas
 - Anvendelse til kraftvarme (motoranlæg) - fortrængning af fossil el og fossil varme
 - Anvendt som motorbrændstof (flydende gas) - fortrængning af dieselolie

Her antages anvendelse af opgraderet biogas til gasnettet, hvorved der fortrænges naturgas

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh) 55.122 tons

3) Rest CO2 fra opgraderingen

- Umiddelbart tre muligheder:
- Anvendt metanisering; kræver en VE-brintkilde
 - Anvendt til PtX, hvorved der fortrænges fossil brændstof
 - Flydendegørelse og lagring af CO2

Her beregnes metaniseringen drivhusgaseffekt:

Metanproduktion af CO2 fra opgradering (42% af af beregnet biogasproduktion): 178.336 MWh

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh) 36.381 tons

4) Pyrolyse af restprodukter

Restprodukt til rådighed: 301.152 tons med angivet tørstofniveau: 33,7%

Omregnet til pyrolyse input: 112.602 tons med 90% tørstof (10% vand)

Biokoks udbytte mellem 15-40%.

Her regnes med et middeltal. 20,0% Antaget udbytte

Biokoks udbytte i tons: 22.520 tons

CO2 reduktion ved produktion af biokul: 82.575 tons

Samlet drivhusgasreduktion

1) Undgået metandannelse: 48.727

2) Anvendelse af biogassen (metan) 55.122

3) Anvendelse af CO2: 36.381

4) CO2 reduktion ved biokul: 82.575

Reduktion i alt ved de valgte alternativer: 222.804 tons

Bilag 3. Sauter anlæg med udvidet råvaregrundlag

Biogasanlæg - Sauter - tør biogasproduktion

Fulde mængder fra Slagelse og 2/3 af mængderne fra Sorø, Kalundborg og Næstved. Halm fra korn-afgrøder indgår kun med 50%. - Forventet udrådningstid:

- Primær udrådning: op til 115 dage
- Sekundær udrådning: variabelt.

Råvare input:	Mængde tons	Tørstof indhold i procent	Organisk tørstof i procent	Tørstof mængde tons	Metan potentiale m3/tons	Forventet bidrag til gasproduktion Ren metan m3
Gartneriaffald:	1.212	40,0%	80,0%	388	205,0	79.507
Dybstrøelse, mv.:*	18.000	30,0%	80,0%	4.320	205,0	885.600
Halm (50% af korn halm):	176.537	85,0%	80,0%	120.045	205,0	24.609.258
Halm frøgræs:	22.750	85,0%	80,0%	15.470	205,0	3.171.350
Halm oliefrø og bælgrugter:	23.423	33,0%	90,0%	6.957	205,0	1.426.109
Vejgræs:	15.124	33,0%	80,0%	3.993	205,0	818.511
Græs, permanent, miljø:	92.461	33,0%	90,0%	27.461	205,0	5.629.488
Grødeskær:	8.021	20,0%	80,0%	1.283	205,0	263.089
Kløver, efterafgrøder:*	9.000	33,0%	90,0%	2.673	205,0	547.965
Recirkulat (gylle):**	177.766	5,0%	80,0%	7.111	205,0	1.457.682
Sum	544.294 tons		-	189.700	205,0	38.888.559
Gasudbyttet omregnet til energienheden MWh:	386.552 MWh			Omregnet til biogas, m3:		70.706.471

*) Anslået størrelser, fordoblet i forhold til bilag 1.

**) Gyllen anvendes til opfugtning (spraying) af biomassen (procentandel af biomassen).

Tørstofprocent i tilført materiale:	34,9%
Restprodukt - mængder i tons:	499.572 tons
Tørstofniveauet i restproduktet:	29,0%

1) Undgået metandannelse: Indsamling/anvendelse af pågældende biomasser

Stor variationer i almindelige estimater, varierende mellem 10-20%.

Der antages følgende sats:	10%
Undgået udledning af metan:	3.888.856 m3
Omregnet, tons (0,717 kg/m3)	2.788 tons. Omregnet til CO2 ækvivalent, multipliceret med 25
Omregnet til drivhusgas ækvivalent:	69.708 tons

2) Anvendelse af biogassen:

- Tre muligheder: a) Anvendt i gasnettet - fortrængning af naturgas
b) Anvendelse til kraftvarme (motoranlæg) - fortrængning af fossil el og fossil varme
c) Anvendt som motorbrændstof (flydende gas) - fortrængning af dieselolie

Her antages anvendelse af opgraderet biogas til gasnettet, hvorved der fortrænges naturgas

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh)	78.857 tons
---	--------------------

3) Anvendelsen af CO2 fra opgraderingen

- Umiddelbart tre muligheder: a) Anvendt til metanisering; kræver en VE-brintkilde
b) Anvendt til PtX, hvorved der fortrænges fossil brændstof
c) Flydendegørelse og lagring af CO2

Her beregnes metaniseringen drivhusgaseffekt, enten direkte i biogas-reaktoren eller i efterfølgende proces: Metanproduktion af CO2 fra opgradering (42% af af beregnet biogasproduktion): 255.125 MWh

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh)	52.045 tons
---	--------------------

4) Pyrolyse af restprodukter

Restprodukt til rådighed:	499.572 tons med angivet tørstofniveau:	29,0%
Omregnet til pyrolyse input:	161.087 tons med 90% tørstof (10% vand)	

Biokoks udbytte mellem 15-40%.

Her regnes med et middeltal. 20,0% Antaget udbytte
Biokoks udbytte i tons: 32.217 tons

CO2 reduktion ved produktion af biokul:	118.131 tons
--	---------------------

Samlet drivhusgasreduktion

1) Undgået metandannelse:	69.708
2) Anvendelse af biogassen (metan)	78.857
3) Anvendelse af CO2:	52.045
4) CO2 reduktion ved biokul:	118.131

Reduktion i alt ved de valgte alternativer:	318.740 tons
--	---------------------

Bilag 4. Sauter anlæg med 250.000 tons tørstof

Biogasanlæg - Sauter - tør biogasproduktion

Råvarer, som i bilag 3 + den mermængde af halm, der giver tørstof på 250.000 tons. - Forventet udrådningstid

- Primær udrådning: op til 115 dage
- Sekundær udrådning: variabelt.

Råvare input:	Mængde tons	Tørstof indhold i procent	Organisk tørstof i procent	Tørstof mængde tons	Metan potentiale m3/tons	Forventet bidrag til gasproduktion Ren metan m3
Gartneriaffald:	1.212	40,0%	80,0%	388	205,0	79.507
Dybstrøelse, mv.:	18.000	61,0%	80,0%	8.784	205,0	1.800.720
Hvor meget korn-halm:	256.371	85,0%	80,0%	174.332	205,0	35.738.080
Halm frøgræs:	22.750	85,0%	80,0%	15.470	205,0	3.171.350
Halm oliefro og bælgfrugter:	23.423	33,0%	90,0%	6.957	205,0	1.426.109
Vejgræs:	15.124	33,0%	80,0%	3.993	205,0	818.511
Græs, permanent, miljø:	92.461	33,0%	90,0%	27.461	205,0	5.629.488
Grødeskær:	8.021	20,0%	80,0%	1.283	205,0	263.089
Kløver, efterafgrøder:*	9.000	33,0%	90,0%	2.673	205,0	547.965
Recirkulat (gylle):**	216.485	5,0%	80,0%	8.659	205,0	1.775.181
Sum	662.847 tons			250.000	205,0	51.250.000
Gasudbyttet omregnet til energienheden MWh:	509.425 MWh			Omregnet til biogas, m3:		93.181.818

*) Anslået størrelser, fordoblet i forhold til bilag 1.

**) Gyllen anvendes til opfugtning (spraying) af biomassen (procentandel af biomassen).

Tørstofprocent i tilført materiale:	37,7%
Restprodukt - mængder i tons:	603.910 tons
Tørstofniveauet i restproduktet:	31,6%

1) Undgået metandannelse: Indsamling/anvendelse af pågældende biomasser

Stor variationer i almindelige estimater, varierende mellem 10-20%.

Der antages følgende sats:	10%
Undgået udledning af metan:	5.125.000 m3
Omregnet, tons (0,717 kg/m3)	3.675 tons. Omregnet til CO2 ækvivalent, multipliceret med 25
Omregnet til drivhusgas ækvivalent:	91.866 tons

2) Anvendelse af biogassen:

- Tre muligheder: a) Anvendt i gasnettet - fortrængning af naturgas
b) Anvendelse til kraftvarme (motoranlæg) - fortrængning af fossil el og fossil varme
c) Anvendt som motorbrændstof (flydende gas) - fortrængning af dieselolie

Her antages anvendelse af opgraderet biogas til gasnettet, hvorved der fortrænges naturgas

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh)	103.923 tons
--	--------------

3) Anvendelsen af CO2 fra opgraderingen

- Umiddelbart tre muligheder: a) Anvendt metanisering; kræver en VE-brintkilde
b) Anvendt til PtX, hvorved der fortrænges fossil brændstof
c) Flydende og lagring af CO2, CSS.

Her beregnes metaniseringen drivhusgaseffekt:

Metanproduktion af CO2 fra opgradering (42% af af beregnet biogasproduktion): 336.221 MWh

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh)	68.589 tons
--	-------------

4) Pyrolyse af restprodukter

Restprodukt til rådighed:	603.910 tons med med angivet tørstofniveau
Omregnet til pyrolyse input:	212.292 tons med 90% tørstof (10% vand)

Biokoks udbytte mellem 15-40%.

Her regnes med et middeltal. 20,0% Antaget udbytte

Biokoks udbytte i tons: 42.458 tons

CO2 reduktion ved produktion af biokul:	155.681 tons
---	--------------

Samlet drivhusgasreduktion

1) Undgået metandannelse:	91.866
2) Anvendelse af biogassen (metan)	103.923
3) Anvendelse af CO2:	68.589
4) CO2 reduktion ved biokul:	155.681

Reduktion i alt ved de valgte alternativer:	420.058 tons
---	--------------

Bilag 5. Sauter anlæg: 500.000 tons - CO2 reduktion

Biogasanlæg - Sauter - tør biogasproduktion

Råvarer, som i **bilag 3** + den halmmængde, der skal til for at opnå 500.000 tons CO₂. - Forventet udrådningsti

- Primær udrådning: op til 115 dage
- Sekundær udrådning: variabelt.

Råvare input:	Mængde tons	Tørstof indhold i procent	Organisk tørstof i procent	Tørstof mængde tons	Metan potentiale m ³ /tons	Forventet bidrag til gasproduktion Ren metan m ³
Gartneriaffald:	1.212	40,0%	80,0%	388	205,0	79.507
Dybstrøelse, mv.:*	18.000	30,0%	80,0%	4.320	205,0	885.600
Hvor meget korn-halm:	330.780	85,0%	80,0%	224.931	205,0	46.110.774
Halm frøgræs:	22.750	85,0%	80,0%	15.470	205,0	3.171.350
Halm oliefrø og bælgfrugter:	23.423	33,0%	90,0%	6.957	205,0	1.426.109
Vejgræs:	15.124	33,0%	80,0%	3.993	205,0	818.511
Græs, permanent, miljø:	92.461	33,0%	90,0%	27.461	205,0	5.629.488
Grødeskær:	8.021	20,0%	80,0%	1.283	205,0	263.089
Kløver, efterafgrøder:*	9.000	33,0%	90,0%	2.673	205,0	547.965
Recirkulat (gylle):**	252.574	5,0%	80,0%	10.103	205,0	2.071.107
Sum	773.345 tons		-	297.578	205,0	61.003.500
Gasudbyttet omregnet til energienheden MWh:	606.375 MWh			Omregnet til biogas, m ³ :		110.915.455

*) Anslået størrelser, fordoblet i forhold til bilag 1.

**) Gyllen anvendes til opfugtning (spraying) af biomassen (procentandel af biomassen).

Tørstofprocent i tilført materiale:

38,5%

Restprodukt - mængder i tons:

703.191 tons

Tørstofniveauet i restproduktet:

32,3%

1) Undgået metandannelse: Indsamling/anvendelse af pågældende biomasser

Stor variationer i almindelige estimater, varierende mellem 10-20%.

Der antages følgende sats:

10%

Undgået udledning af metan:

6.100.350 m³

Omregnet, tons (0,717 kg/m³)

4.374 tons. Omregnet til CO₂ ækvivalent, multipliceres med 25

Omregnet til drivhusgas ækvivalent:

109.349 tons

2) Anvendelse af biogassen:

Tre muligheder: a) Anvendt i gasnettet - fortrængning af naturgas

b) Anvendelse til kraftvarme (motoranlæg) - fortrængning af fossil el og fossil varme

c) Anvendt som motorbrændstof (flydende gas) - fortrængning af dieselolie

Her antages anvendelse af opgraderet biogas til gasnettet, hvorved der fortrænges naturgas

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh)

123.700 tons

3) Anvendelsen af CO₂ fra opgraderingen

Umiddelbart tre muligheder: a) Anvendt metanisering; kræver en VE-brintkilde

b) Anvendt til PtX, hvorved der fortrænges fossil brændstof

c) Flydendegørelse og lagring af CO₂, CSS.

Her beregnes metaniseringen drivhusgas effekt:

Metanproduktion af CO₂ fra opgradering (42% af af beregnet biogasproduktion):

400.207 MWh

Fortrængning naturgas (0,204 tons/MWh)

81.642 tons

4) Pyrolyse af restprodukter

Restprodukt til rådighed:

703.191 tons med angivet tørstofniveau:

32,3%

Omregnet til pyrolyse input:

252.693 tons med 90% tørstof (10% vand)

Biokoks udbytte mellem 15-40%.

Her regnes med et middeltal.

20,0% Antaget udbytte

Biokoks udbytte i tons:

50.539 tons

CO₂ reduktion ved produktion af biokul:

185.308 tons

Samlet drivhusgasreduktion

1) Undgået metandannelse:

109.349

2) Anvendelse af biogassen (metan)

123.700

3) Anvendelse af CO₂:

81.642

4) CO₂ reduktion ved biokul:

185.308

Reduktion i alt ved de valgte alternativer:

500.000 tons

BILAG 6. Biomasse - Region Sjælland

Biomasse type	Faxe	Greve	Guldborg-		Kalund-		Lolland	Ods-			Ringsted	Roskilde	Slagelse	Solrød	Sorø	Vording-		TOTAL	
			sund	Holbæk	borg	Næstved		herred	Stevns	borg									
Svinegylle	124.189	0	473.523	283.279	311.948	37.537	57.922	317.284	209.795	40.512	96.226	29.440	123.619	0	113.896	73.991	121.896	2.415.057	
	Seer, gyfte og omer	0	90.943	70.379	57.459	8.119	17.811	63.712	38.156	9.464	14.969	18.121	17.130	0	9.210	19.701	26.913	473.012	
	Svin over 30 kg	96.337	0	236.025	184.457	184.457	9.823	18.725	154.381	101.411	57.253	7.197	84.326	0	78.794	27.788	61.685	1.155.632	
	Smågrise mellem 7 og 30 kg	16.926	0	146.555	94.391	70.032	19.594	21.387	99.191	70.228	12.136	24.005	4.121	22.162	0	25.892	26.502	686.420	
Kvæggylle	5.291	0	64.195	42.204	45.221	3.989	13.134	23.239	41.998	22.525	13.985	3.168	28.454	677	20.307	14.199	85.085	427.671	
	Handyr	1.290	0	8.661	4.252	5.100	162	1.277	3.024	2.159	1.360	516	3.524	129	2.716	4.584	6.602	49.100	
	Kvler	1.827	0	27.891	18.765	20.303	1.841	5.285	17.509	10.382	5.848	1.249	11.227	209	8.592	4.902	38.721	182.998	
	Køer	2.175	0	27.643	19.188	19.818	1.986	6.572	11.048	21.465	9.984	6.777	13.703	339	8.999	4.712	39.762	195.574	
Fjerkræ	0	0	6.251	1.551	0	733	51	1.255	9.447	0	931	0	0	0	733	677	727	22.356	
	Fiskeaffald	0	0	439	0	1.119	0	582	128	0	0	0	6	0	0	0	0	2.274	
Vejrgræs	3.274	1.584	7.296	5.250	5.308	3.044	2.185	6.059	6.085	5.485	2.527	3.297	5.740	812	2.683	1.993	5.128	67.750	
	Madaffald Privat	2.097	2.477	3.849	3.781	2.930	2.998	1.505	2.911	4.601	1.699	4.162	4.201	1.109	1.698	1.370	2.865	46.412	
	Parcel/Stuehuse	1.455	1.409	2.636	2.395	2.016	1.712	1.089	2.109	2.830	1.053	2.215	2.281	682	1.181	961	2.016	29.408	
	Etageboliger	153	359	430	573	247	530	26	239	692	118	350	903	927	146	143	49	6.211	
Rekke-, kæde- og dobbelthuse	472	709	669	737	554	748	298	535	1.029	379	292	950	890	279	365	281	431	9.618	
	Andet	17	1	114	6	112	8	91	50	293	3	95	103	1	8	80	91	1.098	
Halm	77.268	7.000	186.200	110.231	114.536	39.776	41.560	203.133	133.831	50.972	53.039	32.591	114.789	5.385	50.015	52.618	112.373	1.385.317	
	Vårsæd til modenhed	22.407	2.630	63.717	30.076	31.354	23.450	11.484	71.231	38.617	13.186	9.979	30.091	2.331	13.131	14.124	39.643	433.200	
	Vintersæd til modenhed	40.929	3.098	96.460	66.453	67.518	19.391	22.528	111.400	76.031	32.955	29.069	18.418	2.467	29.957	28.342	54.918	766.309	
	Frigræs	8.852	897	19.107	5.103	6.676	4.094	3.278	13.361	10.929	2.026	4.539	1.598	9.017	285	2.995	7.123	11.008	110.888
Oliefra og bælgsgød	5.080	375	6.916	8.599	8.988	2.841	4.270	7.141	8.255	2.804	3.682	2.595	9.306	302	3.932	3.029	6.803	84.918	
	Sukker roetoppe	35.074	0	208.427	1.169	14.990	3.844	1.149	295.683	43.305	0	12.860	3.659	31.626	1.716	14.944	63.653	737.615	
Sukkerroe pulp	0	0	1.182.481	0	0	0	0	1.187.295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.369.776	
	Gartneriaffald (væksth)	62	496	170	84	106	1.040	650	135	128	1347	84	271	105	213	762	417	6.835	
	Haveaffald	1.246	3.365	1.414	3.351	1.718	2.999	1.238	1.906	1.920	2.110	925	9.564	464	209	1.254	1.229	35.330	
	Resttræ	63.672	2.736	94.569	58.977	34.652	43.700	27.995	65.208	73.146	32.519	37.554	9.218	51.808	1.280	44.297	19.375	67.342	728.048
Kasseret indsamlet træ	2.226	6.246	3.307	2.062	1.212	1.528	979	2.280	2.558	1.137	1.313	322	1.811	45	1.549	677	2.355	31.607	427.736
	Stubbe	38.956	4.713	54.890	34.232	20.113	25.364	16.249	37.848	42.495	18.874	21.797	5.350	743	25.711	11.245	39.086	427.736	
	Trærester	24.489	2.664	36.373	22.684	13.328	16.808	10.767	25.080	28.133	12.507	14.444	3.545	492	17.037	7.452	25.901	281.630	
	Høslæt	55.254	8.668	82.088	146.350	130.150	38.118	77.539	56.044	116.994	94.523	52.994	48.524	81.497	9.774	31.853	138.566	1.248.736	
Græs, permanent	11.224	2.091	19.150	34.947	22.498	6.322	14.801	8.841	20.810	22.861	10.935	10.321	14.107	2.012	16.606	6.073	20.438	244.037	1.248.736
	Græs, permanent omlagt	7.501	844	5.624	9.508	5.907	5.494	6.072	3.101	11.837	6.968	6.758	8.262	497	8.339	4.573	8.009	105.036	1.248.736
	Græsmarksplanter, omdrift	23.211	4.020	31.526	68.387	45.874	20.511	39.777	19.066	48.818	26.943	24.408	28.565	5.885	40.907	18.181	54.798	544.695	1.248.736
	Miljøgræs og -tiltag	9.343	999	16.878	17.151	44.171	2.336	11.545	16.756	23.640	12.429	3.244	5.301	17.779	1.091	5.736	1.854	47.925	238.178
Grødeskær	2.129	387	4.710	3.097	2.581	1.226	1.161	5.677	3.806	1.355	1.677	839	2.258	323	2.258	903	2.645	37.032	1.248.736
	Totalt biomasse:	369.556	26.713	2.315.612	659.324	665.259	179.004	226.089	2.166.411	645.184	253.507	274.501	144.733	445.227	21.390	321.834	213.938	601.926	9.530.209
Heraf restprodukter	335.121	20.602	2.264.936	555.990	596.887	152.171	171.511	2.138.504	575.556	186.828	236.623	110.004	402.555	13.493	264.321	189.684	526.690	8.741.477	9.530.209

I dataoversigten indgår ikke madaffald fra virksomheder (catering, restauranter mv.), tang og tilsvarende. Tilsvarende vis er der ikke medtaget biologiske restprodukter fra industrivirksomhederne, bortset fra de to sukkerfabrikker.