



Potentialet for nye biogasanlæg på Fyn, Langeland og Ærø

Husdyrgødning, halmtilsætning, metanisering og afsætning af procesvarme

Af Torkild Birkmose

INDHOLD

1. Indledning og baggrund	3
2. Eksisterende og planlagte biogasanlæg	3
3. Nye anlæg.....	4
4. Tilsætning af halm på op til 14 pct. tørstof i input	6
5. Energiproduktion.....	6
6. Tilsætning af al overskudshalm til biogasanlæg	7
7. Gasanvendelse og opgradering ved metanisering	9
8. Konklusion	12

1. INDLEDNING OG BAGGRUND

I rapporten "Kortlægning af biomasse til energiproduktion på Fyn, Langeland og Ærø" er det beregnet, at der i alt er knap 700.000 ton tørstof til rådighed til energiproduktion i husdyrgødning, overskudshalm og biomasse fra plejekrævende naturarealer. Af denne biomasse kan der potentielt produceres ca. 4,8 PJ energi.

Biomassen er imidlertid ikke jævnt fordelt, og hensynet til produktion og transport af biomasse, konvertering af biogassen til energi, transport og forbrug af energi mv. gør, at placeringen af biogasanlæg skal ske ud fra en lang række hensyn.

Mængde, type og placering af husdyrgødningen vil være af afgørende betydning for antal, placering og størrelse af biogasanlæggene. I dette notat er der lavet et foreløbigt bud på placering og antal biogasanlæg, og den potentielle mængde husdyrgødning pr. anlæg er kvantificeret.

Gasproduktionen kan øges betydeligt ved at tilføre overskudshalmen fra landbruget til biogasanlæg. Yderligere kan produktionen øges ved at opgradere biogassen med brint, som kan produceres med overskudsstrøm fra vindmøller (metanisering). Rapporten illustrerer denne produktion og viser, at den procesvarme, som produceres i forbindelse med opgraderingen, kan udnyttes i det eksisterende fjernvarmenet.

2. EKSISTERENDE OG PLANLAGTE BIOGASANLÆG

På Fyn er der i dag to biogasanlæg i drift: Fangel og Davinde. Derudover er to biogasanlæg under opførelse: Heden i Faaborg Midtfyn Kommune og Nordfyns Biogas i Nordfyns Kommune. De omtrentlige behandlede gødningsmængder er anført i tabel 1. I alt vil der blive afgasset ca. 675.000 ton, når Heden og Nordfyn kommer i drift.

Tabel 1. Omtrentlige årligt behandlede mængder husdyrgødning i eksisterede anlæg og anlæg under opførelse.

Anlæg	Status	Behandlet gødningsmængde, ton pr. år
Fangel	Eksisterende	115.000
Davinde	Eksisterende	10.000
Heden	Under opførelse	320.000
Nordfyns Biogas	Under opførelse	230.000
I alt		675.000

Ifølge kortlægningen af husdyrgødning i rapporten "Kortlægning af biomasse til energiproduktion på Fyn, Langeland og Ærø" bliver der årligt produceret ca. 2.790.000 ton husdyrgødning. Ca. 25 pct. af husdyrgødningen anvendes derfor allerede i dag til biogasproduktion (incl. på anlæg under opførelse).

I tabel 2 er den samlede mængde husdyrgødning i det anslåede eksisterende opsamlingsområde til eksisterende anlæg anført til 812.000 ton, hvoraf langt hovedparten findes på store bedrifter. Med et groft estimat indsamles derfor 80-85 pct. af husdyrgødningen i disse områder.

På figur 1 er det anslåede afhentningsområde for de fire eksisterende anlæg anført med gul farve. Der er regnet med en maksimal afhentningsradius på ca. 15 km fra anlægget. Af figur 1 fremgår det, at leverandørkredsen til især anlægget ved Heden og Nordfyn også findes uden for det estimerede (gule) afhentningsområder. Det betyder dels, at estimatet af, at 80-85 pct. af husdyrgødningen indsamles til de eksisterende anlæg formentlig er overvurderet, og dels, at den estimerede til rådighed værende mængde til eventuelt kommende anlæg ved Vestfyn, Assens og Svendborg også er overvurderet (tabel 3). I de videre beregninger antages det derfor, at 70 pct. af husdyrgødningen kan mobiliseres til biogasanlæg.

Tabel 2. Potentiel husdyrgødningsmængde i afhentningsområdet for eksisterede anlæg.

Anlæg	Landareal, hektar	Alle bedrifter, 1.000 ton			Store bedrifter, 1.000 ton		
		Gylle	Dybstr.	Staldgød.	Gylle	Dybstr.	Staldgød.
Fangel og Davinde	32.500	219	31	4	215	25	3
Heden	30.000	254	33	4	248	29	3
Nordfyns Biogas	28.062	247	17	4	240	12	3
I alt	90.562	719	81	12	703	66	10

3. NYE ANLÆG

Ud fra en vurdering af den maksimale køreafstand er der placeret et antal anlæg på Fyn, Langeland og Ærø. Der er ikke taget stilling til en konkret placering ud fra hensyntagen til naboer, naturforhold, tilkørselsforhold, grundvandinteresser, afsætningsmuligheder for energien og andre vigtige forhold, som har stor betydning for placeringen af et biogasanlæg.

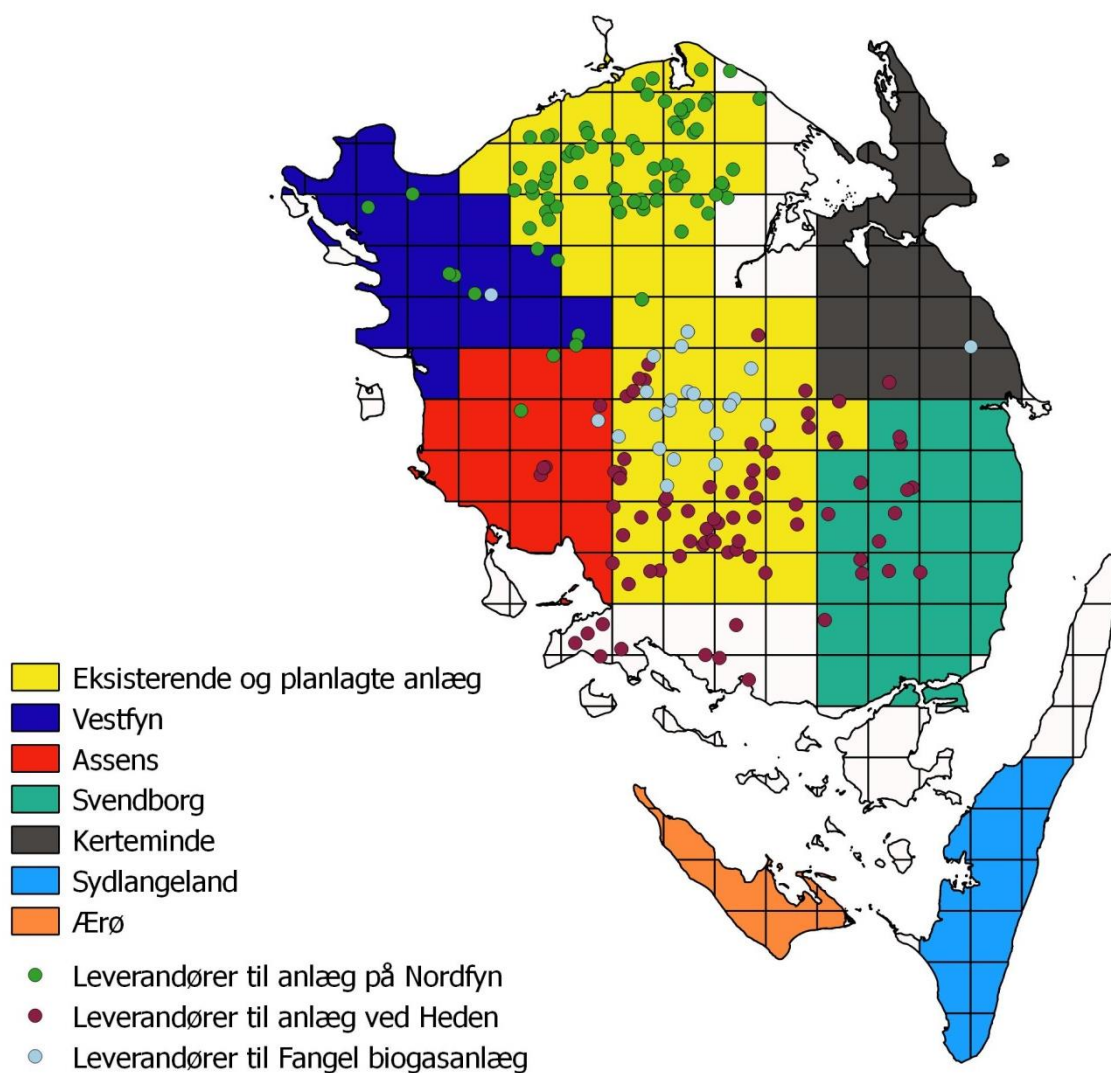
I alt er der indplaceret fem biogasanlæg, som stort set kan dække de "ledige" områder på Fyn, Langeland og Ærø. Afhentningsområderne for de seks anlæg er indtegnet på figur 1, og de potentielle gødningsmængder er opgjort i tabel 3.

Tabel 3. Potentiel husdyrgødningsmængde i afhentningsområdet for nye anlæg.

Anlæg	Landareal, hektar	Alle bedrifter, 1.000 ton			Store bedrifter, 1.000 ton		
		Gylle	Dybstr.	Staldgød.	Gylle	Dybstr.	Staldgød.
Vestfyn	30.722	292	62	5	287	58	5
Assens	31.016	332	40	2	322	36	1
Svendborg	31.655	396	57	5	389	51	4
Kerteminde	24.903	195	20	2	186	16	1
Sydlangeland	20.495	114	22	2	109	21	1
Ærø	8.331	59	13	2	58	11	2
I alt	147.122	1.387	214	18	1.351	194	13

Hvis det antages, at anlæggene kan modtage ca. 70 pct. af husdyrgødningen i afhentningsområderne, skal de fire anlæg på Fyn hver dimensioneres til at behandle ca. 200.000-400.000 ton husdyrgødning, affald, halm og energiafgrøder årligt. I størrelse vil disse anlæg omtrentlig svare til de to anlæg, som er under opførelse i Heden og Nordfyn. De to anlæg på Sydlangeland og Ærø vil blive noget mindre og skal dimensioneres til henholdsvis ca. 125.000 ton og 70.000 ton biomasse årligt.

Det er ikke taget stilling til, om de foreslåede anlægsantal og -størrelse er driftsøkonomisk optimalt. Ud fra en driftsøkonomisk overvejelse kunne det måske være mere optimalt at placere ét nyt anlæg på Vestfyn og ét på Østfyn, og muligvis er der slet ikke driftsøkonomisk rationale i et placere anlæg på Langeland og Ærø, da disse anlæg vil blive relativt små. Færre, men større anlæg på Fyn vil dog sandsynligvis betyde, at der kommer flere yderområder, hvorfra det ikke vil være rentabelt at hente husdyrgødningen ind til anlægget, fordi transportomkostningerne bliver for høje.



Figur 1. Anslåede afhentningsområder for eksisterende og nye biogasanlæg på Fyn, Langeland og Ærø. Figur udarbejdet af Julie Houge Hansen, SDU.

4. TILSÆTNING AF HALM PÅ OP TIL 14 PCT. TØRSTOF I INPUT

Det er ikke rentabelt at producere biogas på basis af husdyrgødning alene, fordi tørstofprocenten og dermed energitætheden er for lav. Der skal derfor tilsættes andre biomasser med et højere tørstofindhold for at øge gasproduktionen og produktiviteten.

Halm er en potentiel vigtig biomasse, som i fremtiden kan vise sig at blive brugt i biogasanlæg i større omfang. I tabel 5 er det beregnet, hvordan biomassesammensætningen til de ti eksisterende og nye biogasanlæg vil blive, såfremt man forudsætter, at 70 pct. af husdyrgødningen anvendes, og at der tilsættes en mængde halm, som øger den samlede blandings tørstofprocent til 14 pct. Erfaringsvist vil det være vanskeligt at håndtere en biomasse med en gennemsnitlig tørstofprocent større end 14 i traditionelle biogasanlæg. Halm skal udgøre 6-8 pct. af biomassen, for at øge tørstofprocenten til 14. I alt vil der skulle bruges 145.000 ton halm, hvilket udgør ca. 27 pct. af det samlede overskudshalm på Fyn, Langeland og Ærø.

Tabel 5. Biomassesammensætning ved brug af 70 pct. af husdyrgødningen plus halm.

Biogasanlæg	1.000 ton frisk biomasse						Pct. halm
	Gylle	Dybstr.	Staldgød.	Affald	Halm	I alt	
Vestfyn	201	41	3		15	260	6
Assens	225	25	0		21	272	8
Svendborg	272	36	3		24	335	7
Kerteminde	130	11	1		13	154	8
Sydlangeland	77	15	1		6	98	6
Ærø	41	8	1		3	53	6
Fire eksisterende	675	0	0	135	65	875	7
I alt	1.620	136	9	135	145	2.046	7

I stedet for halm - eller som supplement til halm - kan der naturligvis også vælges traditionelle co-substrater som affald fra fødevarerindustrien, græs fra naturarealer og energiafgrøder.

5. ENERGIPRODUKTION

Den potentielle metanproduktion for de fire eksisterende og seks nye anlæg er beregnet ud fra biomassesammensætningen i tabel 5 og med de samme forudsætninger som i rapporten "Kortlægning af biomasse til energiproduktion på Fyn, Langeland og Ærø". Se tabel 6. I alt kan der produceres ca. 61,8 mio. Nm³ metan pr. år, hvoraf knap halvdelen stammer fra halm.

De 61,8 mio. Nm³ metan svarer til en energimængde på ca. 2,2 PJ.

Tabel 6. Potentiel energiproduktion ud fra biomassesammensætningen i tabel 5. Mio. Nm³ metan pr. år

	Gylle	Dybstr.	Staldgød.	Affald	Halm	I alt
Vestfyn	2,5	2,2	0,1	0,0	2,8	7,6
Assens	2,8	1,4	0,0	0,0	3,9	8,1
Svendborg	3,3	2,0	0,1	0,0	4,5	9,9
Kerteminde	1,6	0,6	0,0	0,0	2,4	4,6
Sydlangeland	0,9	0,8	0,0	0,0	1,1	2,9
Ærø	0,5	0,4	0,0	0,0	0,6	1,5
Fire eksisterende	8,3	0,0	0,0	6,5	12,4	27,1
I alt	19,9	7,4	0,3	6,5	27,7	61,8

6. TILSÆTNING AF AL OVERSKUDSHALM TIL BIOGASANLÆG

I afsnit 4 og 5 er det antaget, at der tilsættes halm indtil blandingen af husdyrgødning og halm har opnået en tørstofprocent på 14, idet det antages, at indpumpning ved dette blandingsforhold er relativt uproblematisk. I dette afsnit antages det, at halmen kan forbehandles, således at en større halmmængde kan iblandes, således at biomassen fortsat kan pumpes, omrøres mv. uden problemer. Det er således antaget, at al overskudshalm fra landbruget iblandes gyllen.

I alt på Fyn, Langeland og Ærø produceres 643.000 ton halm årligt. Forbruget til strøelse og fodring er ca. 109.000 ton, og forbruget til fyring på primært Fynsværket er ca. 234.000 ton halm. Det forudsættes, at anvendelsen til foder og strøelse opretholdes, mens den nuværende anvendelse til forbrænding i fremtiden i stedet anvendes til biogasproduktion. Det giver et samlet maksimalt forbrug til biogasproduktion på 534.000 ton. Halmen forudsættes anvendt på alle anlæg, både de fire eksisterende anlæg og anlæg under opførelse og de seks nye. I praksis kan det sagtens tænkes, at halmen vil blive anvendt på færre og specialiserede biogasanlæg, da halm kan transporteres overalt i området til en beskedent omkostning.

I tabel 7 er biomassesammensætningen til de ti anlæg anført. Det er antaget, at de fire eksisterende anlæg får tilført en mængde affald, som svarer til ca. 20 pct. af gyllemængden. Der forudsættes således også, at de nye anlæg ikke vil modtage affald. I praksis vil anvendelse af affald være reguleret af markedsmekanismerne, så derfor kan den fremtidige mængde og fordeling af affald mellem anlæggene være betydelig anderledes end forudsat i beregningerne.

Tabel 7. Input af biomasse til de nye og eksisterende biogasanlæg, 1.000 ton frisk masse.

Biogasanlæg	1.000 ton frisk biomasse						Pct. halm
	Gylle	Dybstr.	Staldgød.	Affald	Halm	I alt	
Vestfyn	201	41	3	0	69	314	22
Assens	225	25	0	0	81	332	24
Svendborg	272	36	3	0	93	403	23
Kerteminde	130	11	1	0	49	191	26
Sydlangeland	77	15	1	0	23	115	20
Ærø	41	8	1	0	12	61	19
Fire eksisterende	675	0	0	135	209	1.019	20
I alt	1.620	136	9	135	534	2.435	22

Ved en rimelig jævn fordeling af halmen på de ti anlæg vil halmen udgøre 19-26 pct. af den samlede biomasse tilført anlæggene. Tørstofprocenten i inputtet vil være ca. 24 pct., hvilket ikke antages at være et teknisk problem. I tabel 8 og 9 er vist gas- og energiproduktionen fra de tilførte biomasser til de ti anlæg. I alt kan der produceres ca. 136 mio. Nm³ metan svarende til 4,9 PJ årligt.

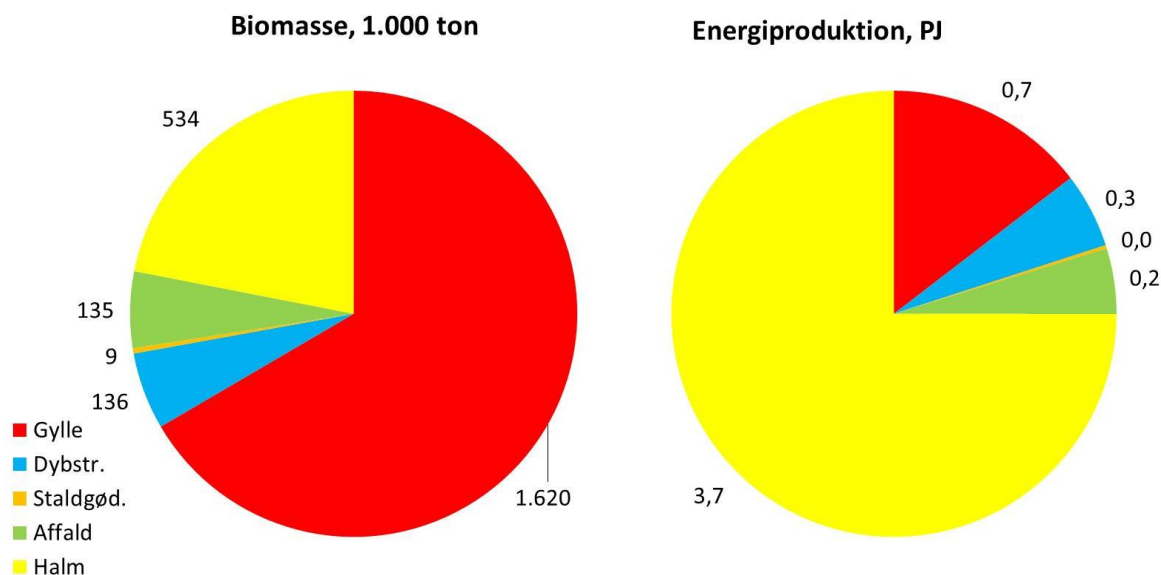
Tabel 8. Metanproduktion (mio. Nm³ metan) på de ti biogasanlæg ved anvendelse af hele overskudsmængden af halm.

	Samlet gasproduktion, mio. Nm ³ metan					
	Gylle	Dybstr.	Staldgød.	Affald	Halm	I alt
Vestfyn	2,5	2,2	0,1	0,0	13,1	17,9
Assens	2,8	1,4	0,0	0,0	15,4	19,6
Svendborg	3,3	2,0	0,1	0,0	17,7	23,1
Kerteminde	1,6	0,6	0,0	0,0	9,4	11,6
Sydlangeland	0,9	0,8	0,0	0,0	4,4	6,1
Ærø	0,5	0,4	0,0	0,0	2,2	3,2
Fire eksisterende	8,3	0,0	0,0	6,5	39,9	54,7
I alt	19,9	7,4	0,3	6,5	102,1	136,2

Tabel 9. Energiproduktion (PJ) på de ti biogasanlæg ved anvendelse af hele overskudsmængden af halm.

	Samlet energiproduktion, PJ					
	Gylle	Dybstr.	Staldgød.	Affald	Halm	I alt
Vestfyn	0,09	0,08	0,00	0,00	0,47	0,6
Assens	0,10	0,05	0,00	0,00	0,56	0,7
Svendborg	0,12	0,07	0,00	0,00	0,64	0,8
Kerteminde	0,06	0,02	0,00	0,00	0,34	0,4
Sydlangeland	0,03	0,03	0,00	0,00	0,16	0,2
Ærø	0,02	0,02	0,00	0,00	0,08	0,1
Fire eksisterende	0,30	0,00	0,00	0,23	1,44	2,0
I alt	0,7	0,3	0,0	0,2	3,7	4,9

Gylle udgør 67 pct. af inputtet og halm blot 22 pct. Halm er imidlertid meget mere energitæt end gylle, så derfor stammer langt hovedparten af energiproduktionen fra halm, idet 75 pct. af energien stammer fra halm og blot 15 pct. fra gyllen. Se figur 2.



Figur 2. Biomasseinput (1.000 ton vådmasse) og energiproduktion (PJ) fordelt på typer af biomasse.

7. GASANVENDELSE OG OPGRADERING VED METANISERING

I de ti biogasanlæg kan der potentielt produceres 136 mio. Nm³ metan i form af biogas. Biogassen indeholder 30-40 pct. CO₂ sammen med metanen. Ved opgradering til naturgaskvalitet skal denne CO₂ frarenses i et opgraderingsanlæg. I fremtiden kan CO₂'en måske i stedet metaniseres med brint, som produceres ved hydrolyse af vand med overskudsstrøm fra vindmøller. Ved processen kan energiproduktionen øges 60-70 pct., således at ca. 40 pct. af den samlede energiproduktion stammer fra metaniseringen af CO₂. Dertil kommer en betydelige mængde procesvarme fra metaniseringen, som energimæssigt svarer til ca. halvdelen af den ekstra producerede metan.

I opgraderingsprocessen skabes således ca. 1,6 PJ i form af procesvarme. Den optimale fordeling af denne procesvarme kan formentlig ske i fjernvarmenettet, og det vil derfor være en fordel, at opgraderingsanlæggene kommer til at ligge i umiddelbar nærhed af fjernvarmeområder (se figur 3). Den opgraderede gas kan distribueres via naturgasnettet.

Biogasanlæggene behøver derimod ikke nødvendigvis placeres ved fjernvarmeområder, da biogassen relativt billigt kan pumpes under lavt tryk i gasrør over afstande på f.eks. 10-15 km. Det betyder f.eks., at der kan placeres et biogasanlæg på Sydlangeland, men da Langeland ikke er dækket af et naturgasnet, kan det være en fordel at sende biogassen til Svendborg, hvor der både er fjernvarmenet og naturgasnet.

På Ærø er der heller ikke naturgasnet, men transport af biogassen til Fyn vil formentlig ikke være realistisk. På Ærø kunne biogassen derfor alternativt anvendes i transportsektoren.

Table 10. Beregning af ekstra energiproduktion ved metanisering af CO₂ i biogasanlægget (PJ).

	Energi fra metan			Proces- varme	Energi i alt
	fra biogas	fra metanise- ring	i alt		
Vestfyn	0,6	0,4	1,1	0,2	1,3
Assens	0,7	0,5	1,2	0,2	1,4
Svendborg	0,8	0,6	1,4	0,3	1,7
Kerteminde	0,4	0,3	0,7	0,1	0,8
Sydlangeland	0,2	0,1	0,4	0,1	0,4
Ærø	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2
Fire eksisterende	2,0	1,3	3,3	0,7	3,9
I alt	4,9	3,3	8,2	1,6	9,8

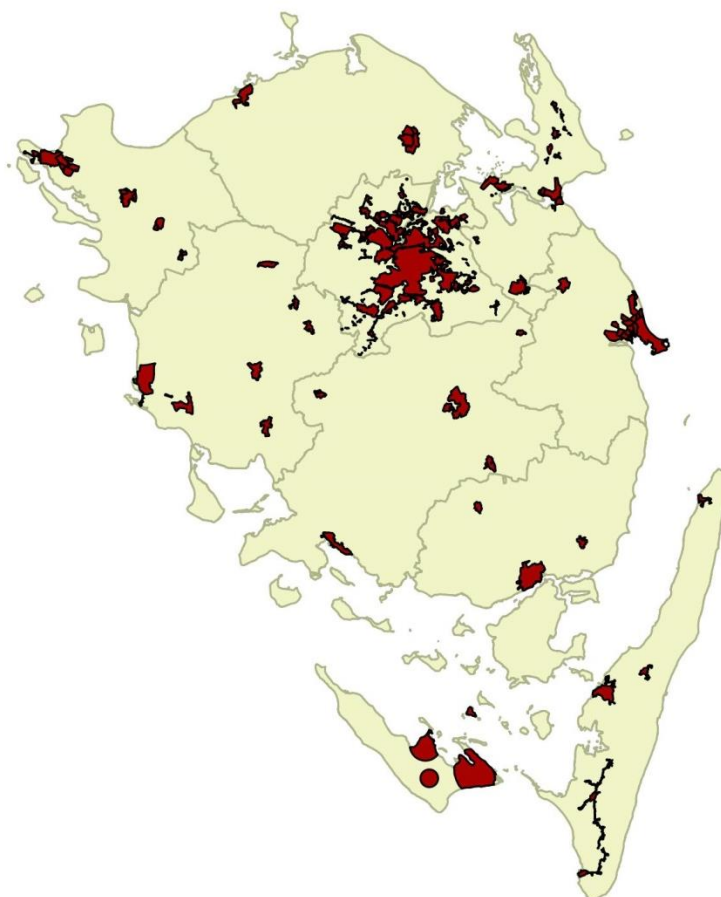
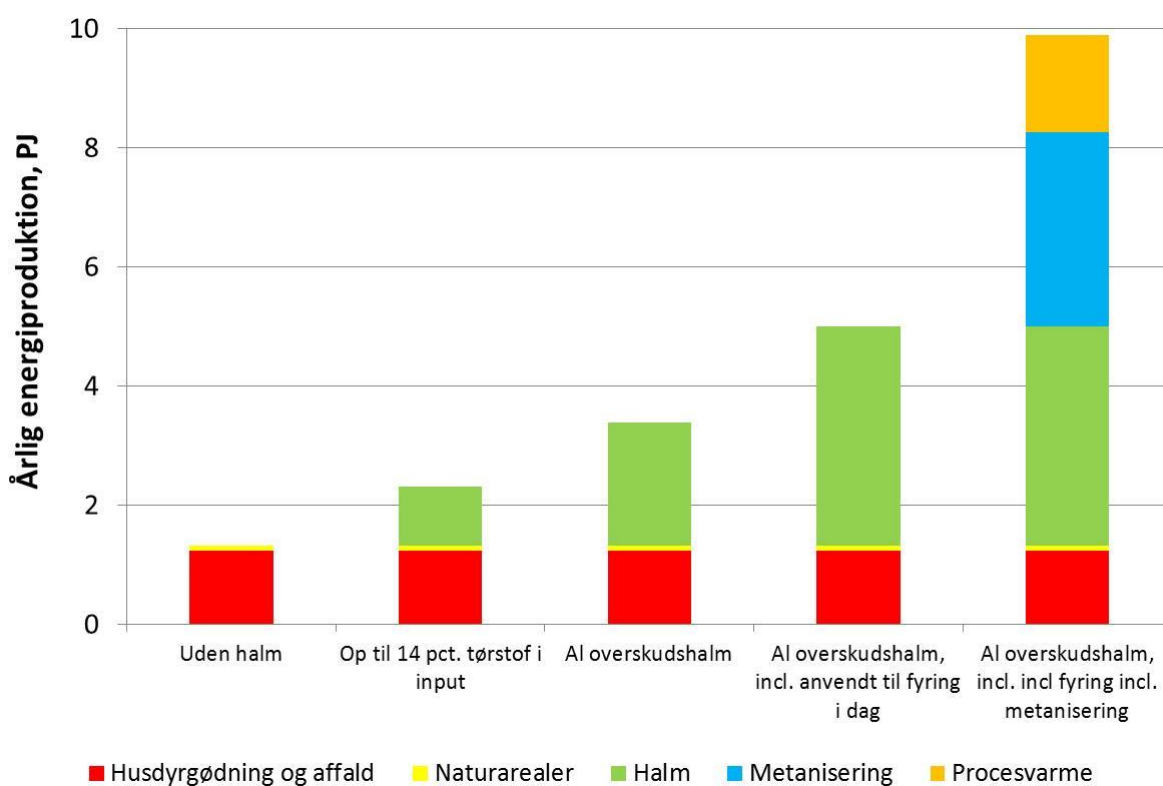


Figure 3. Kort over områder dækket af fjernvarmenet på Fyn, Langeland og Ærø. Kilde: Julie Houge Hansen, SDU.

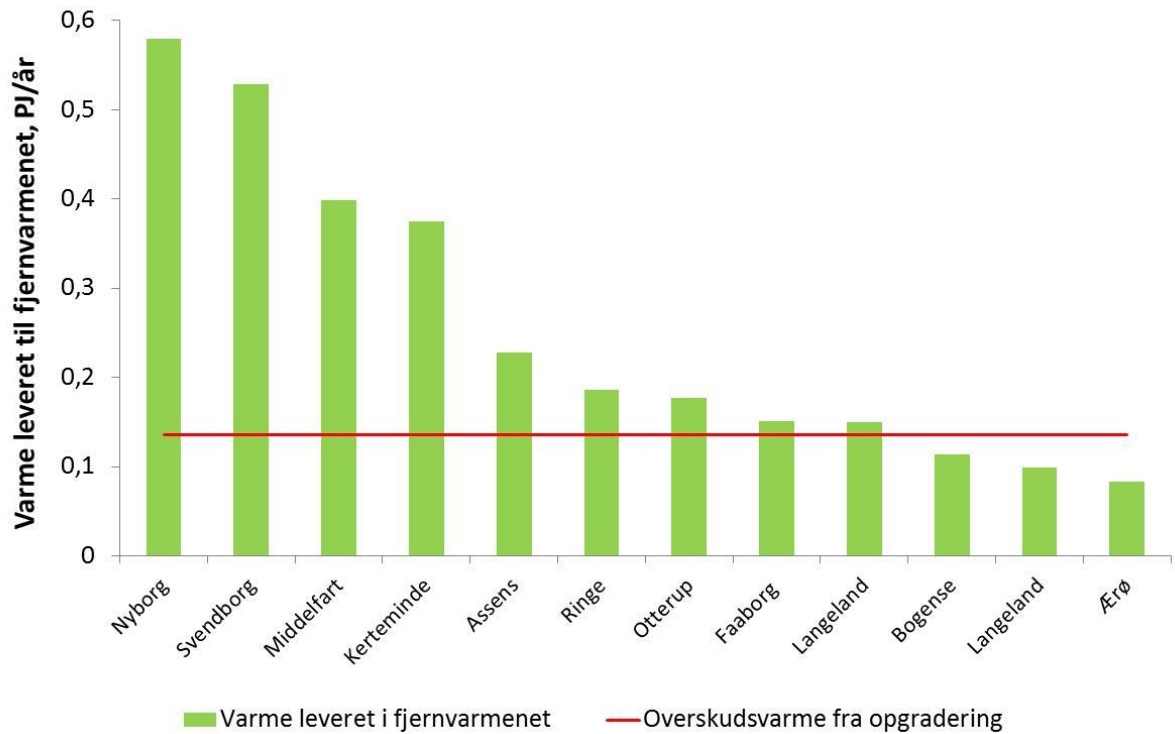
Energiproduktionen i anlæggene vil være meget afhængig af den tilsatte halmmængde og muligheden for opgradering med brint. I figur 4 er illustreret den samlede energiproduktion for de ti anlæg ved fem forskellige scenarier: 1) Et scenarium helt uden halmtilsætning, 2) et scenarium, hvor der tilsættes halm således, at tørstofprocenten i det samlede input er 14 pct., 3) et scenarium, hvor den aktuelle overskudsmængde af halm anvendes, 4) et scenarium, hvor al overskudshalm anvendes incl. den mængde, som i dag anvendes til fyring og 5) et scenarium, hvor al overskudshalm anvendes og biogassen opgraderes med brint.

Hvis ingen halm anvendes, kan der produceres ca. 1,2 PJ årligt. Hvis hele overskudsmængden incl. mængden til fyring anvendes, kan der potentielt produceres ca. 5,0 PJ årligt. Hvis der yderligere opgraderes med brint kan der i alt produceres knap 10 PJ. Heraf kommer en beskedent potentiel produktion på ca. 0,1 PJ fra græs fra naturarealer, som i øvrigt ikke er medregnet i dette notat.



Figur 4. Energiproduktion på de ti biogasanlæg for fem scenarier uden halm og med tre forskellige niveauer af halmtilsætning.

Ved metaniseringen produceres ca. 1,6 PJ årligt i form af procesvarme. Hvis denne varme f.eks. skal bruges på de 12 fjernvarmeværker, som er vist i figur 5, vil der i gennemsnit kunne bruges ca. 0,14 PJ pr. værk. I figur 5 er varmeleverancen fra anlæggene sammenlignet med den producerede overskudsvarme fra opgraderingen. I praksis vil procesvarmen kunne udnyttes fuldt ud, idet det antages, at procesvarmen næppe vil være ligeligt fordelt, som det er antaget i figuren.



Figur 5. Oversigt over leveret varme til fjernvarmenettet for 12 fjernvarmeværker på Fyn, Langeland og Ærø. Derudover er markeret den gennemsnitlige produktion af procesvarme fra opgradering af biogas med brint. Kilde: Julie Hougé Hansen, SDU.

8. KONKLUSION

- De eksisterende biogasanlæg og biogasanlæg under opførelse på Fyn anvender ca. 25 pct. af den nuværende husdyrgødningsproduktion.
- De nuværende antal biogasanlæg og deres placering levner plads til 2-6 nye biogasanlæg afhængig af størrelse, idet det antages, at ca. 70 pct. af den potentielle husdyrgødningsmængde kan realiseres til biogasproduktion.
- De tre anlæg på Fyn vil i størrelse nogenlunde svare til de to anlæg i Heden og Nordfyn. De to anlæg på Langeland og Ærø bliver relativt små, og måske bliver de så små, at de driftsøkonomisk ikke kan blive rentable.
- Husdyrgødningen skal tilsættes andre substrater for at biogasproduktionen kan blive rentabel. Hvis denne biomasse alene skal udgøres af halm, vil der skulle bruges ca. 75.000 ton halm, hvilket udgør ca. 27 pct. af halmoverskuddet. Halm vil udgøre 6-8 pct. af biomassen.
- De nye anlæg vil kunne producere ca. 61,8 mio. Nm³ metan (2,2 PJ) under antagelse af tilsætning af 6-8 pct. halm. Knap halvdelen af gasproduktionen vil stamme fra halmen.
- I alt er der 534.000 ton halm i overskuddet i landbruget. Heraf anvendes ca. 234.000 ton i dag til fyring.
- Hvis al overskudshalm (incl. den mængde, som anvendes til fyring) bliver anvendt på eksisterende og nye anlæg bliver den potentielle energiproduktion på ca. 4,9 PJ årligt. Heraf vil

hele 73 pct. stamme fra halm. Hvis den halm, som i dag anvendes til fyring anvendes til biogasproduktion, fortsat skal anvendes til fyring, vil den samlede årlige energiproduktion i form af biogas være ca. 3,4 PJ.

- Energiproduktionen kan øges yderligere med op til 0,1 PJ ved også at anvende græs fra naturarealer.
- Placering og antal af biogasanlæg vil formentlig blive bestemt ud fra den til rådighed værende husdyrgødning. Den tilførte halmmængde vil være uafhængig af anlæggenes placering, da halm – i modsætning til husdyrgødning – kan transporteres over lange afstande.
- Store mængder halm i biogasanlægget vil formentlig stille krav til forbehandling af halmen, inden den tilsættes biogasanlægget. Der er ikke foretaget driftsøkonomiske analyser af, om det er rentabelt at bjærge og forbehandle store mængder halm til biogasanlæg.
- Energiproduktionen kan øges med 60-70 pct. ved metanisering med brint. Dertil kommer en betydelig mængde energi i form af procesvarme. I alt vil der således kunne produceres knap 10 PJ, hvoraf ca. 1,6 PJ er procesvarme.
- Opgraderingsanlæggene kan med fordel placeres i forbindelse med fjernvarmeværker for at kunne udnytte procesvarmen i fjernvarmenettet.