

Rapport, der beskriver brugen af værktøjerne til at bestemme omkostningerne ved at få afgrøderne fra marken til anlæggene	Ansvarlig	LOA
	Oprettet	05-01-2018
	Side	1 af 5

Projekt: [2525, BioChain] Leverance 1

Anvendelse af modeller til at bestemme omkostningerne ved at anskaffe biomasser til biogasanlæg

I løbet af Biochains projektperiode er der blevet arbejdet på og givet input til en række værktøjer, der kan hjælpe med at danne overblik over omkostningerne ved at indhente og forarbejde biomasser fra landbruget til anvendelse i biogasanlæg. Regeringens mål er, at halvdelen af gyllen fra de danske landbrug i 2020 skal udnyttes til biogas. Efter energiforliget i 2012, hvor der kom forbedrede rammevilkår i form af kombinerede anlægs- og driftstilskud og nye muligheder for at opgradere og indføre biogassen på gasnettet, er biogassektoren vokset markant. Således er biogasproduktionen steget fra ca. 4 PJ i 2012 til ca. 9 PJ i 2016, og Energi styrelsen forventer, at udbygningen vil nå 15 PJ i 2020. Ved en fortsat udbygning af biogassektoren er det nødvendigt at restbiomasserne fra landbruget anvendes optimalt for at sikre at der er tilstrækkelig med tørstofrig biomasse til at supplere gyllen. Det er nødvendigt at biomassegrundlaget for anlæggene kendes før placeringen af anlægget, særligt for gylle og dybstrøelse. Men det er også vigtigt, at omkostninger ved at indhente, lagre og forarbejde biomasserne kendes, så biogasanlæggene forbliver økonomisk levedygtige, også hvis tilskudsordningerne ændres engang i fremtiden.

Økonomi, transport og håndtering af gylle og dybstrøelse til biogasanlæg

Når gyllen og de øvrige tilsatte biomasser omsættes i biogasanlægget, mineraliseres det organisk bundne kvælstof. Bioforgasning kan øge mineraliseringsgraden. For svine- og kvæggylle øges mineraliseringen med ca. 8% sammenlignet med gylle [1]. For at udnytte det fulde potentiale er det dog nødvendigt, at biogasgylle udbringes med nedfældning eller anden lav-emissionsteknik. Gyllen skal desuden bringes til biogasanlægget så frisk som muligt for at undgå kvælstoftab under lagring. Den typiske aftale er levering af 32-38 m³ afgasset biomasse i en overdækket lagertank efterfulgt af afhentning af 32-38 m³ frisk omrørt gylle fra gyllebeholderens fortank. Biogasanlægget står for fragt og omkostninger i forbindelse med fragten af gylle og den afgassede biomasse. Leverandørerne af so- og svinegylle bør findes indenfor en radius af ca. 20 km fra anlægget og kvæggylle indenfor ca. 25 km. Udgifterne for landmanden vil typisk være etablering af fortank og lagertank, såfremt disse ikke allerede er på bedriften. Derudover kan der være krav om medejerskab af biogasanlægget. På Sønderjysk Biogas er der eksempelvis krav om et engangsindskud på 10.000 kr. plus 140 kr. per dyreenhed. Endelig er der ofte et bonus/straf system baseret på tørstofindholdet af den leverede gylle. I særlige tilfælde, hvor den øvrige biomasse eksempelvis forøger gødningsværdien (eksempel Djurs Bioenergi som tilfører spøl fra spritfremstillingen, der indeholder betydelige mængder kalium) opkræver anlægget 5 kr. per m³ byttegylle. Rene planteavlere tilbydes at købe overskydende gylle. Afregningen varierer fra anlæg til anlæg. Som minimum dækkes transportudgifterne af planteavleren, og ofte er der også et modtagergebyr i omegnen af 15 kr. per m³. I tilfælde hvor en gylleleverandør ligger langt fra biogasanlægget kan der også komme en merbetaling på for transport for leverandør.

I modellerne udviklet under Biochain er det muligt at beregne omkostningerne ved at transportere gylle/afgasset gylle med forskellige tankvolumen, læsehastighed og afstand således, at biogasanlægget kan beregne omkostninger ved at indhente gyllen. Det er også muligt at beregne gasudbyttet for forskellige gylletyper og deres indhold af tørstof. Dermed kan anlægget beregne, hvornår det er rentabelt at indhente gyllen. SEGES har et GIS værktøj, der kan beregne, hvor meget gylle, der findes indenfor givne afstande af et biogasanlæg. Værktøjet kan desuden udvides til at bestemme afstanden til den enkelte landmand fra biogasanlægget. Således kan Biochain modellerne i kombination med GIS værktøjet bruges til at beregne totale omkostninger ved indhentning af gylle til biogasanlægget såvel som individuelle omkostninger til at afhente gylle

ved den enkelte landmand. Dette kan medvirke til en mere rimelig prissætning blandt dyreproducenter, plan-teavlere og biogasanlæg. Det kan også sikre, at anlæggene ikke placeres, hvor gyllemængderne indenfor en rimelig transportafstand er utilstrækkelige

Dybstrørelsens energiindhold og omkostninger til transport kan også findes i modellerne. I samarbejde med GIS modellerne er det også muligt at beregne tilgængelige mængder i oplandet til biogasanlægget. Gød-ningsværdien i dybstrørelsen afregnes normalt med en tilsvarende mængde afgasset gylle. Landmandens udgifter til udspreddning af dybstrørelsen falder, da det er billigere og lettere at nedfælde afgasset gylle end at udsprede dybstrørelse. For biogasanlægget kræves der et håndteringsanlæg til neddeling af dybstrørelsen. Udgifterne til dette anlæg såvel som driften af anlægget kan være høje, særligt hvis der følger urenheder med i dybstrørelsen. Det er derfor vigtigt, at der indgås aftaler, der kan mindske risikoen for urenheder. Dybstrørelsen kan eventuelt afleveres i batchs, hvor renheden af dybstrørelsen kan kontrolleres.

I modellerne er der for gylle og dybstrørelse lavet et beregningsark, hvor der er indtastet omkostninger til ek-sempelvis maskiner, kapaciteter, håndteringstid, afstande og gasudbyttet. Ud fra egne indtastninger eller standardværdier, kan den maksimale køreafstand beregnes. I tabellerne nedenfor ses et eksempel på be-regningen.

Max cost for biogas substrates	2,5 kr/m ³ CH4						
Max transport deep litter							
km	5	10	15	20	25	30	35
cost (tractor) kr/ton	19	29	39	50	60	70	80
cost (lorry) kr/ton	11	15	19	23	28	32	36
Cost (tractor, cattle manure) kr/m3CH3	1,58	2,42	3,25	4,17	5,00	5,83	6,67
Cost (lorry, cattle manure) kr/m3CH4	0,92	1,25	1,58	1,92	2,33	2,67	3,00
Cost (lorry, swine manure) kr/m3CH4	1,00	1,36	1,73	2,09	2,55	2,91	3,27

Max cost for biogas substrates	2,5 kr/m ³ CH4						
Max transport deep litter							
km	5	10	15	20	25	30	35
cost (no storage) kr/ton	36	47	57	68	79	89	100
cost (with storage) kr/ton	44	54	65	76	86	97	108
Cost (no storage) kr/m3CH4	0,86	1,11	1,37	1,62	1,87	2,13	2,38
Cost (with storage) kr/m3CH4	1,04	1,29	1,54	1,80	2,05	2,31	2,56

Økonomi, håndtering og transport af energiafgrøder fra landbruget

Majs, roer og græs/kløvergræs i omdrift er energiafgrøder, der kan give et godt tørstofsupplement og en sta-bil og økonomisk velfunderet drift på biogasanlæggene. Ved Biochain projektets start var der derfor fokus på omkostninger og fortjenester ved at lade disse energiafgrøder indgå i biogasdriften. Der var også fokus på, hvorledes disse afgrøder skulle lagres optimalt og indgå i en fodringsplan for biogasanlægget for at sikre en stabil drift året rundt, uafhængigt af høstsæsonen og med mindst muligt tab. Sidenhen er anvendelsen af energiafgrøder blevet begrænset lovmæssigt. I øjeblikket må der anvendes 25% energiafgrøder, men fra medio 2018 sænkes dette til 12% og yderligere begrænsninger er på vej. Det vil dog stadig være relevant at

anvende energiafgrøderne i den udstrækning, der er tilladt, og særligt for græs vil det give mening at bruge de to første slæt til kvægfoder, da de kvalitetsmæssigt er bedre end tredje og fjerde slæt, og så anvende de sidste slæt til biogas.

I modellerne er det muligt at beregne omkostninger til produktion, høst, lagring, håndtering og transport af energiafgrøderne som beskrevet i notatet "Vejledning til model". Nogle gange vil biogasanlægget også få tilbudt en lavere kvalitet af færdig græs eller majsensilage, der af forskellige årsager ikke egner sig til dyrefoder, eller hvor besætningen, der skulle aftage foderet, er blevet nedlagt. Når prisen for anskaffelse og transport af ensilagen kendes, kan den indtastes i et regneark, der er udviklet til at vurdere gaspotentialet af ensilagen og til at designe en fodringsplan for anlægget. Dette værktøj er stadig under udvikling og beskrives i afsnittet om modellen Årshjulet

Prissætning af øvrige biomasser fra landbruget til biogasproduktion.

Halm og frøgræshalm anvendes i stigende grad til biogasproduktion. Halm har et højt biogaspotential, men halmen omsættes meget langsomt i biogasanlæggene grundet halmens høje indhold af lignin, og halmen har tendens til at danne flydelag, hvis den ikke forbehandles tilstrækkeligt. Der er derfor behov for forbehandling i form af snitning, ensilering, syrebehandling eller varme og trykbehandling. Forskellige forbehandlingsmetoder er beskrevet på [Landbrugsinfo](#). I modellen Field to gate er omkostningerne ved at vende halmen, presse den i baller, transportere, håndtere og lagre den angivet. Det er muligt at beregne udgifter til forbehandling, variationer i udgifter til transport og lagring som følge af ballestørrelsen samt lageromkostninger ved brug af forskellige lagringsmetoder. De forventede omkostninger til anskaffelse af halmen samt de forventede halmmængder kan indtastes i modellen Årshjulet, der kan beregne gasudbyttet og optimere anvendelsen af halmressourcen.

Foruden halm modtages også en række andre biomasser fra landbruget, såsom frøgræshalm, frarens fra korn/frøgræs, avner og kasseret korn. Disse er dog ikke prissat i Field to gate modellen.

Årshjulet, en model til en samlet vurdering af biomasseforbruget, gasudbytte og biomasselager.

Årshjulet er en model til at vurdere et biogasanlægs forbrug af biomasser gennem et årsforløb, således at der tages hensyn til, at ikke alle biomasser fra landbruget er tilgængelige året rundt. Årshjulet kan anvendes til at fastlægge en fodringsplan for et biogasanlæg, samt at opnå overblik over variationerne i gasudbyttet over året afhængigt af hvilke biomasser, der anvendes hvornår. Årshjulet er udviklet med input fra Biochain samt andre projekter og er under stadig udvikling. Foruden landbrugets biomasser kan det håndtere en række industrielle biomasser, da disse også anvendes i biogas. Indtastningsarket giver mulighed for at vurdere om den pris, det koster at tage biomassen ind, står mål med den forventede indtægt i form af gasudbyttet (figur 1).

In this page all input to the biogas plant & the store must be registered

Type	Yearly input	Cost	Dry matter %	VS/TS	BMP	Expected Methane production	Cost
	Tonnes/yr	kr./tonne	Own data	Own data	Own Data	m3 CH4	Kr/m3
Cattle & Pig manure	Cattle manure 7%	150000	15			1.665.000	1,35
	Pig manure 4%	150000	15			716.880	3,14
	300000	4500000				2.381.880	4,49
Other livestock	Cattle, muck, 20%	15000	15			480.000	0,47
	Cattle muck, 25%						
	15000	225000			Total	480.000	32 0,47
Silage	Sugar beet root	5000	200			390.023	2,56

Figur 1. Eksempel på årligt indkøb af biomasser til et biogasanlæg og beregning af udgiften per m3 metan

Forbruget af biomasser opdeles på månedsbasis og anvendelsen af den enkelte biomasse fordeles ligeledes på månedsbasis (figur 2). Grafer giver derpå en vurdering af gasproduktion og tørstofinput, således at gasproduktionen kan varieres efter forbrug (f.eks. på gårdanlæg), og der sikres, at tørstofindholdet ikke bliver for højt (figur 3).

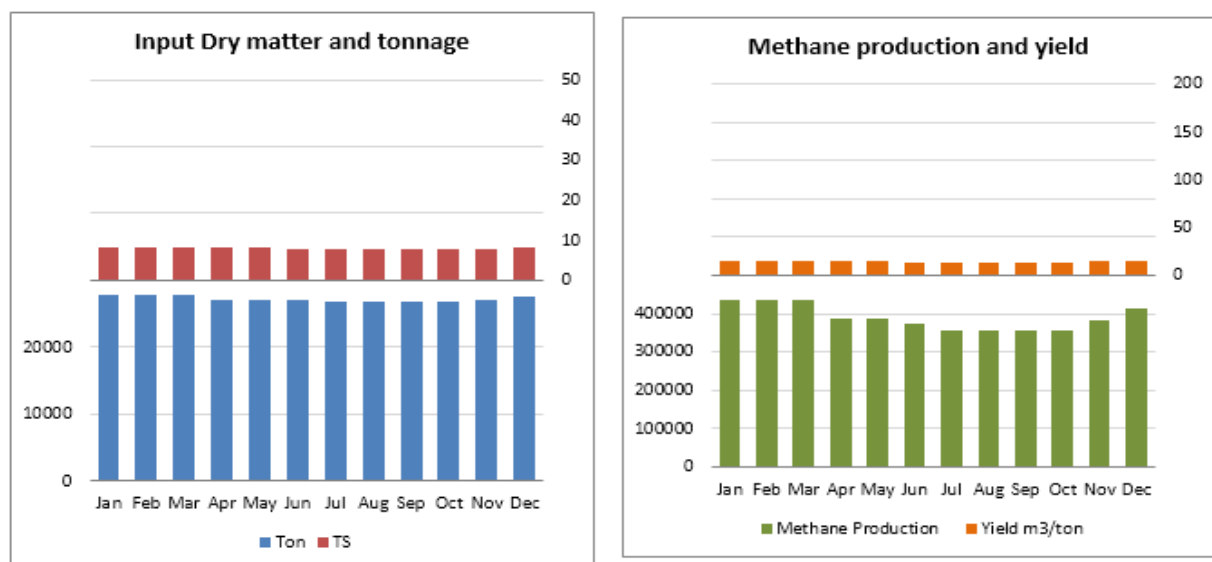
This page calculates the monthly input to the digester. If the biomass is evenly distributed, use automatic allocation, else distribute to each month

Monthly input of Feedstock to digester

Antal måneder på lager gang

Feedstock	Tonnage	CH ₄ per t ww	Dry matter	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Left to Allocate	Make automatic allocation
Manure	Cattle manure 7%	150000	11	7%	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	0	Allocate
	Pig manure 4%	150000	5	4%	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	0	Allocate
Livestock	Cattle muck, 20%	15000	32	20%	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	0	Allocate
	Cattle muck, 25%	0	27	25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
Silage		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
	Sugar beet root	5000	78	23%	1000	1000	1000	400	400	200	0	0	0	300	700	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
Fresh		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
Straw & Hay	Wheat straw 92%	6000	237	92%	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
Industry		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
		0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Allocate
Water	Water	0	0%													0	

Figur 2. Eksempel på månedsvis fordeling af biomasseinput til reaktortanken



Figur 3. Grafer over tørstofinput og forventet metanudbytte som resultat af reaktorinput

Derudover vil et ark over lagerbeholdningen angive, hvilke biomasser der er på lager hvornår på året samt lageret størrelse, så lagerkapacitet kan dimensioneres herefter (figur 4).

Store		Transferred	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Cattle & Pig manure	Cattle manure 7%	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500
	Pig manure 4%	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500
Other livestock	Cattle, muck, 20%	1300	1250	1300	1250	1300	1250	1300	1250	1300	1250	1300	1250	1300
	Cattle muck, 25%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silage	Sugar beet root	3000	3000	2000	1000	600	200	0	0	0	0	0	1700	3000
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fresh from soil			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straw & hay	Wheat straw 92%	3500	3000	2500	2000	1500	1000	500	0	5500	5000	4500	4000	3500
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industry & others			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figur 4. Beregningsark til vurdering af lagerstørrelse

På sigt vil modellen blive udbygget med yderligere faneblade til vurdering af omkostninger og indtægter ved drift af biogasanlæg. En af disse ark vil bidrage til beregning af værdien af den afgassede biomasse som gødningsprodukt. Gødningsværdien af den afgassede biomasse afhænger særligt af kvælstof- og fosforindholdet i de biomasser, der afgasses i anlægget, og her er der særligt forskel på de dyretyper, der modtages gylle fra. Arket er påbegyndt, men er endnu ikke færdigudviklet. Andre muligheder for videreudbygning af modellen kunne være beregning af omkostninger til opgradering kontra afsætning af gas i motor, integrering af omkostninger til forbehandling og drift, beregning af forbehandlingsomkostning, beregninger af omkostninger til lån og afskrivninger og beregninger af omkostninger ved omlægning til økologisk drift eller udvidelse af kapacitet. Disse udvidelser vil ligge efter Biochain projektet, da dette afsluttes december 2017.

Kildehenvisning

1. Jensen, L.S., *Udvikling af beregningsmodel til bestemmelse af gødningsværdi og fastsættelse af udnyttelsesprocent for biomasser til biogasanlæg*. 2015: Rapport for Miljøstyrelsen, udgivet af Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet. p. 41.