

Antagelser til budgetkalkuler for produktion på organogene jorde	Ansvarlig	Iato
	Oprettet	12-11-2020
Projekt: 4300 Fremtidens anvendelse af organogene jorde	Side	1 af 10

Ved at sætte kulstofrige lavbundsarealer under vand er det muligt at undgå klimabelastningen for omsætning af det organiske indhold i jorden. Til gengæld er det ikke længere muligt at dyrke traditionelle landbrugsafgrøder. I stedet kan man dyrke de såkaldte paludikulturer, som fx dunhammer og rørgræs (se Figur 1 nedenfor), der kan levere en høj biomasseproduktion samtidig med at man også opnår positive miljø- og klimaeffekter. Ved at samtænke biomasseproduktion og -udnyttelse med pleje af arealerne, opnår man både en indtjening fra arealerne samtidig med at de bliver holdt lysåbne og ikke springer i vild skov.



Figur 1: Dunhammer (tv) og rørgræs (th) er nogle af de afgrøder, der kan dyrkes på våde arealer. Kilde

Dyrkning af paludikultur er et ganske nyt område, og der er begrænsede erfaringer med produktionsformen i både ind- og udland. Hovedårsagen hertil er, at det er omkostningstungt at etablere, dyrke og høste arealerne, og der er endnu ikke etableret rentable forretningsmodeller for den høstede biomasse.

Dette notat gør status på den nuværende viden om de produktionsøkonomiske forhold ved produktion af biomasse fra paludikultur. I notatet er der udvalgt to afgrøder: dunhammer og rørgræs, der begge udmærker sig ved at potentielt kunne levere en meget høj biomasseproduktion på niveau med de mest højt-ydende landbrugsbiomasser.

Dunhammer er en afgrøde, der i særlig høj grad trives ved at stå konstant under vand. De er derfor oplagte at producere i områder som fx ådale, hvor man ved ophør af dræning vil få et højt vandspejl. Rørgræs er også en afgrøde, der kan tåle at stå under vand i kortere perioder, men den trives bedst ved et vandspejl ca. 25 cm under terrænet.

Etablering af afgrøder

Omkostningerne til at etablere afgrøderne vil variere ganske betydeligt fra sted til sted og afhænge af de lokale forhold, skalaen og infrastrukturen. Derudover vil de naturlige hydrologiske forhold have betydning for hvilke afgrøder, der kan dyrkes hvor, og der kan være tilfælde, hvor det er nødvendigt at pumpe vand for at sikre et konstant højt vandspejl.

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Etablering af dunhammere

Ifølge erfaringer fra Holland (Geurts et al. (2018)) kan man ved dunhammere forvente at opnå de bedste resultater med plantning af unge planter på 25-50 cm med en tæthed på 5-10.000 planter/ha. Fordelen ved at etablere planter i stedet for at så frø er, at man de unge planter på 25-50 cm er mindre følsomme overfor variationer i vandstand end de planterne er i de første uger i dyrkningen. Omvendt er det ekstremt dyrt at etablere afgrøderne på denne måde. Ifølge erfaringerne fra Holland er det angivet (Geurts et al. (2018)), at man kan købe planter til 2 – 6,5 DKK/plante. På baggrund af de hollandske erfaringer kan man derfor forvente en omkostning til planter i størrelsesordenen 10.000–65.000 DKK/ha, hvis etableringen skal ske med planter. Ved at så planterne i stedet kan man reducere etableringsomkostningerne betragteligt. Udfordringen er dog – foruden det øgede krav til styring af vandstanden – at frøene er meget lette og svære at få spredt, da de let driver eller blæser væk.

I store Vildmose er der i regi af CANAPÉ-projektet¹ forsøgt etableret dunhammere med forskellige metoder og plantemetoder. Erfaringer viste, at den væsentligste parameter var at sikre en stabilt høj vandstand, og det var kun i de områder, hvor man havde en stabil vandstand, at der blev etableret planter.

Dunhammere er en permanent afgrøde og etableringen af afgrøden vil være en engangsomkostning. Overordnet set findes der endnu ikke effektive metoder til at få etableret dunhammere i større skala, og der er behov for en udviklingsindsats for at få udviklet robuste og omkostningseffektive metoder.

Som alternativ til en hurtig etablering, kan man vælge at etablere dunhammerne med frø, og så acceptere, at der meget vel kan gå flere år, før man kan høste fra arealet.

Man forventer, at røgræs og andre græsser kan sås med frø, der lægges med en almindelig såmaskine. Etableringen kunne med fordel ske inden arealet vandmættes til omkring 25 cm under jordoverfladen.

Røgræs er en flerårig afgrøde, men det er usikkert om der er behov for at efterså løbende for at opretholde røgræsset. På baggrund af dialog med Aarhus Universitet er det antaget, at der skal eftersås 20% af arealet hvert år.

Biomasseproduktion

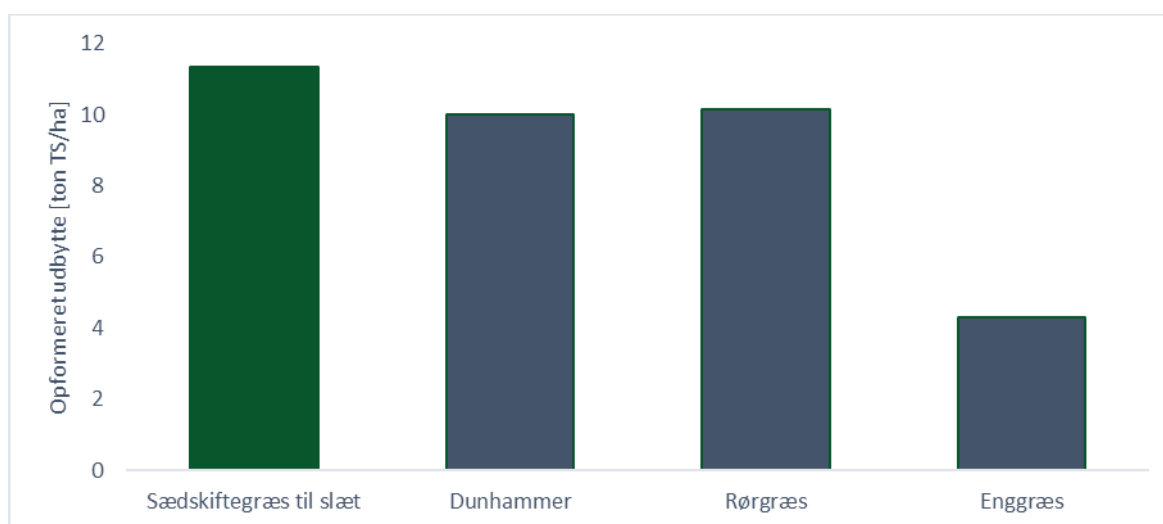
Hvis det skal være rentabelt at benytte arealerne til biomasseproduktion, er det vigtigt at opnå et højt biomasseudbytte. Naturstyrelsen har i flere år haft et projekt, hvor man kombinerer naturpleje med biomasseudnyttelse. Sammenlignet med omdriftsarealer opnår man meget lavere biomasseudbytte fra naturarealer og derudover svinger udbyttet også mere fra år til år, end hvad man vil se på dyrkede arealer. I Projektet Græs til gas blev der i perioden 2014-2016 høstet 4-6 tons TS/ha.

Som nævnt tidligere er dunhammer afgrøde, der udmærker sig ved at kunne levere et særdeles højt udbytte. I Holland (Geurts 2016) er der afrapporteret en årlig biomasseproduktion på 10-25 t dm/ha, og i et nyligt publiceret studie af biomasseproduktionen fra Holland, Tyskland og Danmark, er der beskrevet et gennemsnitligt udbytte på tværs af områderne på 12,4 t dm/ha. De højeste udbytter bliver opnået i områder med optimale hydrologiske forhold og store mængder næringsstoffer tilgængeligt, mens man med lave mængder kvælstof (37,5 kg N/ha/år) kan forvente at opnå en biomasseproduktion på mere end 10 t TS/år

¹ <https://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/interreg-canape/>

I et demoprojekt i Canada (Grosshans 2013) har man set lignende biomasseproduktioner. I demoprojektet i Canada var det dog kun omkring halvdelen af biomassen, der i praksis kunne bjærges. Dette skyldes, at man både taber biomasse i forbindelse med høsten, og derudover opererer høstudstyret med en høj skårlægningshøjde for at begrænse indhold af fremmedlegemer i den høstede biomasse.

I Figur 2 er de typiske opformerede ved dyrkning af græs til slæt sammenlignet med udbytterne, som man har set realiseret for dunhammer og røgræs, samt fra naturarealer. Som det fremgår af figuren, så kan man med de rette afgrøder potentielt godt opnå en biomasseproduktion, der svarer til hvad man opnår på arealer i omdrift.



Figur 2: Opformeret udbytte for sædskiftegræs til slæt (grøn søjle, Kilde: Farmtalonline), dunhammer, røgræs og enggræs fra naturarealer (grå søjler, Kilder: Kilde: Groshans et. al 2013., Grassbot2-projektet, Græs til Gas 2016)

Høst-, bjærings- og transportomkostninger

Høst-, bjærings- og transportomkostninger er en af største udgifter ved dyrkning af paludikulturer, og der er fortsat et stort udviklingspotentiale, der kan bidrage til at få gjort dyrkning af udtagne lavbunds-jorde til en interessant forretning.

Høst og bjærning af biomasse fra udtagne lavbunds-jorde vil være en udfordring, der kræver særligt høstudstyr med lavt marktryk og ved høst af afgrøder, der står under vand, vil det være nødvendigt at benytte udstyr, der sejler.

Der er i en række danske innovationsprojekter forsøgt at finde effektive metoder, der kan høste, bjærge og transportere biomasse fra lavbundsarealer på en omkostningseffektiv måde, der samtidig sikrer, at den bjærgede biomasse er af en salgbar kvalitet. De præcise kvalitetskrav afhænger af til hvor man skal anvende biomassen. For at begrænse askeindholdet og reducere høstomkostningerne, kan man med fordel høste og bjærge biomassen i den samme arbejdsgang.

Alt efter høstbetingelser for den enkelte afgrøde vil der være mulighed for at anvende forskellige typer høstudstyr. Til høst af dunhammer og andre afgrøder, der står i meget våde områder, vil det være en stor fordel, hvis man kan udtørre arealerne inden høst. Alternativt vil det være nødvendigt at anvende både eller håndholdt udstyr.

Høstudstyret skal være i stand til at levere en høj driftssikkerhed på trods af hårde arbejdsbetingelser, så det ikke påvirker effektiviteten af hele biomasseindsamlingen.

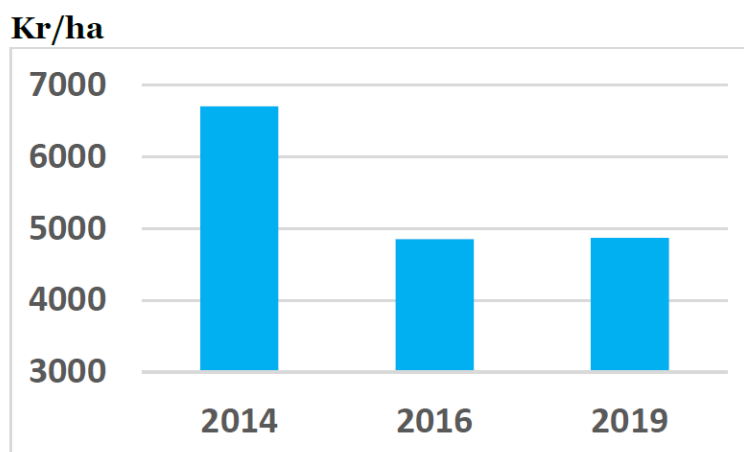
Danske Curru-Tek har udviklet flere maskiner, der er i stand til at høste og bjærge biomasse fra lavbunds-arealer målrettet biogasproduktion.



Figur 3: Maskiner til høst af engarealer

Over en 5-årige periode bidrog de til, at udviklingen i høstudgifter i Projektet *Græs til Gas* blev reduceret betragteligt (se Figur 4 nedenfor).

Udvikling i høstudgifter 2014 - 2019



Figur 4: Høstudgifter for pr ha. Udgifterne dækker høst og transport af biomasse til bilfast vej. Kilde: *Græs til Gas*

Det hidtil mest effektive system til høst af naturbiomasse fra lavbundsarealer består af:

- En specialudviklet høst og bjærningsmaskine, der finsnitter biomassen. Den snittede biomasse samles i en stak ved bilfast vej.
- En lastbil, der vha. en kran opsamler den snittede biomasse til en container. Det er vigtigt med en god komprimering af biomassen i containeren, så der kan flyttes så mange tons som overhovedet muligt.

Arealet, der er høstet i *Græs til Gas*-projektet var kun på omkring 150 ha, og man kan forvente at høstudgifterne vil blive reduceret markant, når et større areal skal høstes, og man kan opnå en bedre udnyttelse af høstudstyret.

For at begrænse høstomkostningerne kan man med fordel nøjes med kun at høste græsarealerne to gange om året. I det Region Midt Finansierede projekt *GrassBot2* kunne man i røgræs med to slæt opnå et udbytte på 15,6 t TS/ha ved tilførsel af 200 kg N.

Høstomkostningerne vil i idealsituationen være svarende til snitning af byghelsæd på rod, der ifølge Farmtal Online har en omkostning på ca. 3.000 kr./ha ved 2 slæt.

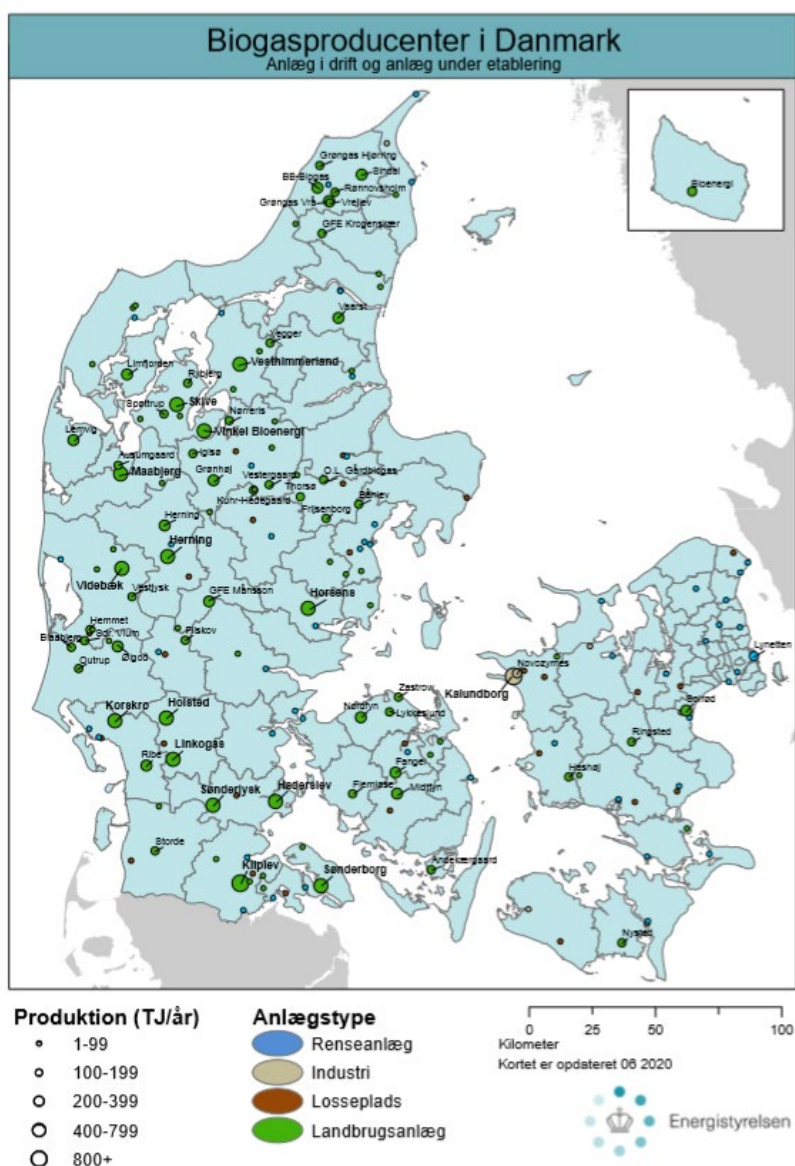
Biomassen er antaget transporteret 10 km på lastbil med en kapacitet på 25 tons/læs til en timepris på 750 DKK/time. Transportomkostningen er beregnet ud fra formlen:

$$\text{Transportomkostning} = 6 \text{ DKK/ton} + 1,2 \text{ DKK/ton/km}$$

Nyttiggørelse af den bjærgede biomasse

Biogasproduktion

Tidligere arbejde omkring nyttiggørelse af dunhammere og græs har hovedsageligt fokuseret på at anvende græs til biogasproduktion og dunhammere til foder, biogas eller som byggemateriale. Afsætning til biogas vil være en oplagt mulighed mange steder i Danmark, da der efterhånden er etableret biogasanlæg i de fleste dele af landet (se figur nedenfor). Det er dog ikke alle biogasanlæggene, der er i stand til at håndtere plantebiomasse, da det kræver særligt forbehandlingsudstyr.



Figur 5: Biogasanlæg i Danmark. Kilde: Energistyrelsen

I Naturstyrelsens projekt *Græs til Gas* har man opnået en afregningspris på 0,69 DKK/kg TS for biomasse fra naturarealer.

SEGES har udført laboratorie udrådningforsøg med dunhammer henblik på at vurdere biogasudbyttet og dermed værdien af produktet i forhold til biogasproduktion.

I tabellen nedenfor er gasudbyttet angivet for dunhammer, græs og naturbiomasse

*Tabel 1: Tørstof, glødetab og gasudbytte for dunhammer, græs og naturpleje.
Kilder: ^A SEGES' analyser og udrådningforsøg. ^B Energinet.dks faktaark om biogas, 2012*

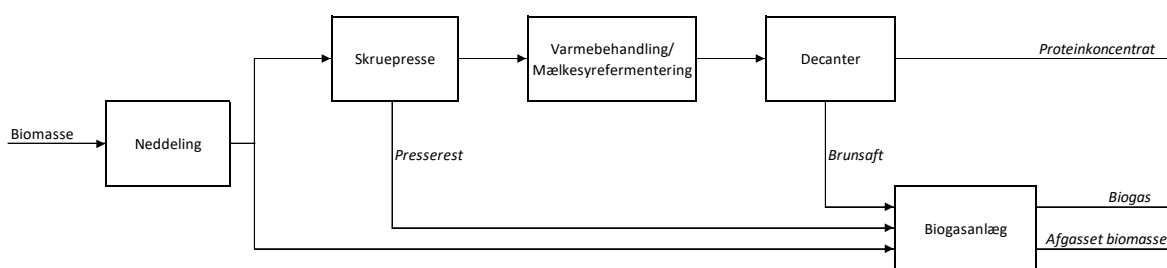
	Dunhammer ^A	Græs ^B	Naturpleje ^B
Tørstof [%]	15	15 – 25	45 - 55
Glødetab [% af TS]	92	91	85
Gasudbytte [Nm ³ CH ₄ /t TS]	263	302	150

Den konkrete pris vil naturligvis afhænge af de lokale forhold såsom biogasanlæggets effektivitet og den lokale konkurrence om råvarer. Derudover vil råvarekvaliteten have betydning for afregningsprisen, der kan opnås: Hvis biomassen allerede er neddelat og kan man anvende den direkte i biogasanlægget kan man opnå en højere afregningspris end hvis man leverer en svært håndterbar biomasse, der kræver en omkostningstung forbehandling før biomassen kan ensileres eller bioforgasses.

Udover at kigge på den direkte råvarepris, så vil biogasanlæggene også tage højde for, til hvor meget gas råvaren bidrager med og hvilke omkostninger de har til at håndtere biomassen i forhold til majs. Andelen af energiafgrøder, som majs tilhører, blev pr 1/8 2018 reduceret fra 25% til 12%, og der et politisk ønske om at begrænse anvendelsen af majs til biogasproduktion. Mange biogasanlæg vil derfor være interesserede i at få adgang til alternative råvarer, der kan erstatte majs.

Produktion af grøntprotein

Alternativt til biogasproduktion kan biomassen også anvendes til ekstraktion af grøntprotein. Medprodukterne pressekage og brunsaft er begge egnede til biogasproduktion.



Figur 6: Nyttiggørelse af biomasse fra naturpleje. Proteinkoncentrat ekstraheret fra kløvergræs har i en tilsvarende proces vist sig at være et attraktivt alternativ til sojaprotein med en god aminosyresammensætning.

Både dunhammer og røgræs er afgrøder, der kan opnå et højt proteinindhold ved tildeling af kvælstof. Ved tilsætning Aarhus Universitet har i det RegionMidt finansierede Grassbot2-projekt demonstreret, at man på opnå et proteinudbytte på 3,5 t råprotein/ha i røgræs på et dårligt drænet tørveareal ved tilførsel af 200 kg N/ha.

Kalkuler

Nedenfor er opstillet foreløbige kalkuler for produktion af dunhammere og rørgræs. Kalkulerne er behæftet med meget stor usikkerhed, da der ikke dyrkes hverken rørgræs eller dunhammer på vandmættede arealer i stor stil i Danmark.

Kalkulerne indikerer dog, at det for rørgræs er muligt at opnå en omkostningsneutral produktion. For dunhammer udgør store etableringsomkostning en stor udfordring. Eftersom indtjeningen fra biomassen er ganske begrænset kunne man overveje at forsøge at etablere afgrøden med frø, og så acceptere, at der kommer til at gå flere år før det vil være muligt at høste biomasse.

Rørgræs			
	Kg TS/ha	øre/kg TS	Total
Udbytte	10.000	69	6.900
Etableringsomk.		-	456
Eftersåning 20 % pr. år		-	200
Gødning			-
Diverse			-
Stykomkostninger kr./ha		-	656
Forberedelse til såning/plantning			-
Eftersåning (maskiner) 20 % pr. år		-	200
Vedligehold af kultur			-
			-
Høst		-	5.000
Transport til fabrik		-	1.000
Maskinomkostninger kr./ha		-	6.200
DBII			44
Levetid af kulturen			5
Rente			4,50%
Etablering: fordeles over 20 år			
Udsæd/planter		-	1.000
Såning plus jævning med stubharve		-	1.000
Sum		-	2.000
Årlig omkostning (5 år)		-	456

Dunhammer			
	Kg TS/ha	øre/kg TS	Total
Udbytte	10.000	64,0	6.399
Etablering			- 2.229
Gødning			-
Planteværn			-
Diverse			-
Stykomkostninger kr./ha			- 2.229
Forberedelse til såning/plantning			-
Såning/plantning (engangsomk.)			-
Vedligehold af kultur			-
Eftersåning			-
Høst			- 5.000
Transport til fabrik			- 1.000
Maskinomkostninger kr./ha			- 6.000
DBII			- 1.830
Levetid af kulturen			20
Rente			4,50%
Etablering: fordeles over 20 år			
Udsæd/planter			- 25.000
Såning/plantemaskine			- 4.000
Sum			- 29.000
Årlig omkostning (20 år)			- 2.229

Kilder

Poul Erik Lærke - Grassbot2 projektmøde

Geurts J, Fritz C (2018). Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands. 10.13140/RG.2.2.12916.24966.

Grosshans R, Grieger L (2013) Cattail Biomass to Energy: Commercial-scale harvesting of cattail biomass for biocarbon and solid fuel

Jeroen J.M. Geurts (2020) Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils, *Science of The Total Environment*, Volume 747, 2020,