Innovationscenter
for Økologisk Landbrug

NOTAT

December 2023

Kvælstof til fordobling af økologien

Økologisk kløvergræs til biogas

KONTAKT

Anton Rasmussen, ICOEL
anto@icoel.dk, +45 61974903

Morten W. Vestenaa, ICOEL
mowv@icoel.dk, +45 23473392

Sammendrag

I denne rapport præsenteres analyser og resultater projektet næringsstoffer til bæredygtig økologisk vækst der er støttet af promilleafgiftsfonden for landbrug. Projektet viser, at økologisk kløvergræs i fremtiden kan levere tilstrækkeligt kvælstof til øget økologisk produktion, selv ved en fordobling af det økologiske areal. Bæredygtig økologisk vækst, fordrerat kløvergræsset i højere grad end i dag faktisk kan sælges til biogasanlæg. Og at den afgassede gødning returneres til de økologiske afgrøder. Det er rimeligt, at antage at kløvergræs fremadrettet i højere grad end i dag er relevant at købe for

biogasanlæg, da majs og andre afgrøder på kort sigt udfases som energiafgrøde. Biogassektoren kommer derfor til at efterspørge andre energi rige biomasser til deres foderplaner, ikke mindst i takt med at biogassektoren vokser. Projektet viser også at konventionelle planteavlsejendomme med økonomisk fordel omlægge til økologi uagtet om de har adgang til husdyrgødning eller kløvergræs i sædskiftet der sælges og udveksles med biogasanlæg. Projektet viser også at selv en betydelig afstand til et biogasanlæg, er der stadigt en fornuftig økonomi i at udvide eller omlægge til økologi. Økologisk kløvergræs er desuden en bæredygtig energiafgrøde, såfremt den ikke gødes med kvælstof.

Økologisk kløvergræs er en uudtømmelig kilde til kvælstof

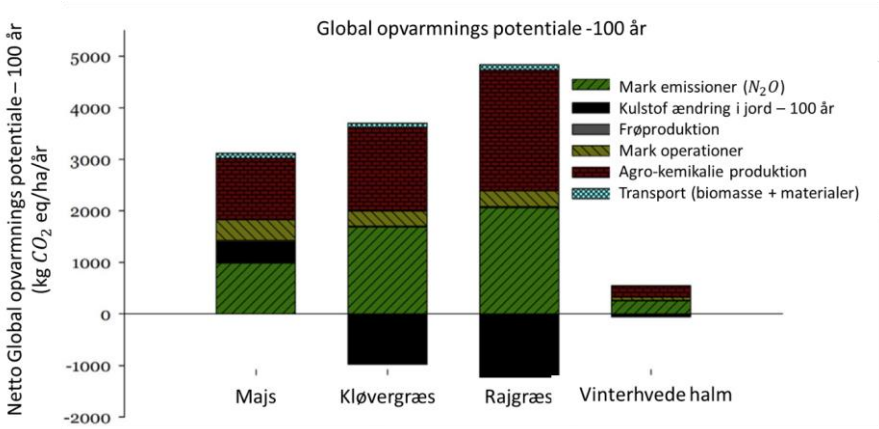
Kvælstof er det plantenæringsstof der hyppigst begrænser afgrøde- og plantevækst. Tilgængeligheden af kvælstof afhænger af formen det er på, da planter udelukkende optager kvælstof på ammonium- og nitratform. Halvfjerds procent af jordens atmosfære er kvælstof, som er bundet sammen af stærke kemiske bindinger. Siden slutningen af anden verdenskrig har man kunne bryde de stærke kemiske bindinger i luftens kvælstof og få dem på plantetilgængelige former ved at udsætte atmosfærisk luft for højt tryk og høje temperaturer. I økologiske dyrkning er fravalgt kvælstoffet fra denne proces af en række årsager fravalgt på linje med andre syntetiske hjælpestoffer på grund af bekymringer for en negativ påvirkning jord, planter, klima og miljø. I stedet anvender økologien de planter som danner symbiose med nitrobactere, bakterier som befolker knolde på planternes rødder, og meget ressource effektivt hiver kvælstof ud af atmosfæren og stiller den til rådighed for de økologiske afgrøder. En flerårig kløvergræsmark typisk ca. 200 kg fikseret kvælstof til den efterfølgende afgrøde. Hertil kommer at der er den overjrodiske biomasse i en kløvergræs mark kan generer 400 kg kvælstof eller mere. Der hvis den høstes og afgasses kan flyttes til andre afgrøder i det økologiske sædskifte.

Økologisk kløvergræs er en energiafgrøde med særlig status

Det er politisk besluttet at energiafgrøder udfases i Danmark, og fra 2024/2025 skal afgrøder som majs og roer derfor udfases som energiafgrøde (Klima- Energi- og Forsyningsministeriet, 2021). Baggrunden for at udfase energiafgrøder er at livscyklusanalyser viser at klimabelastning fra energiafgrøder er markant i forhold til energiudbyttet (Parajuli et al., 2017; figur 1) og således reducerer brugen af energiafgrøder den ellers positive klimaeffekt der er ved biogasproduktionen. Herudover optager energiafgrøder arealer hvor der ellers kan produceres af fødevarer eller være natur (Tonini et al., 2012).

Kløvergræs kan have samme klimabelastning som majsproduktion til biogas, hvis den gødes med kvælstof i betydelige mængder (figur 1). Majoriteten af klimabelastningen ved at producerer og anvende kløvergræs til biogasproduktion kan undgås, ved ikke at anvende kvælstofgødning til kløvergræsset. Parajuli *et al.* viste i 2017 netop at belastningen fra produktion af mineralsk kvælstof og lattergasudledningerne efter udbringning udgør hovedparten af udledningerne fra kløvergræsmarker. Udover klimabelastningen er eutrofieringspotentialet og forbruget af ikke-fornybare energi det samme ved dyrkning af konventionelt kløvergræs og majs produktion som energiafgrøde (Parajuli et al., 2017). Når en kløvergræsmarker gødes med kvælstof er den således ikke en bedre energiafgrøde i et livscyklusperspektiv end majs.

Ved produktion af økologisk kløvergræs anvendes ikke mineralsk gødning. Der kan i princippet gødskes med en vis mængde konventionel eller økologisk husdyrgødning. Hvorfor det er afhængig af gødningsniveau om en økologisk kløvergræsmark har samme udfordringer som konventionelle kløvergræsmarker i forhold til klimabelastning, eutrofiering og brug af fossil energi (figur 1). Imidlertid gødskes økologisk kløvergræs der anvendes i sædskiftet som grøngødning ikke, selvom den overjordiske biomasse høstes og afsættes til biogas. Derved vil klimabidraget fra agro-kemisk industri (brun søjle) og en stor del af emissionstabet i marken (den grønne) i figur 1 være elimineret ved dyrkning og afgasning af ugødet økologisk kløvergræs.



Figur 1, global opvarmnings potentiale ved produktion af konventionel majs, kløvergræs, rajgræs og halm. Produktionskædens emissioner er medtaget. Modificeret efter (Parajuli et al., 2017).

Indfasning af økologisk kløvergræs til biogas centralt i udfasning af konventionelle energiafgrøder

Biogassektorens brancheforening, Biogas Danmark og Energistyrelsen vurderer væksten i biogasproduktion kommer til at betyde forgasning af andre biomasse, blandt andet regner man med at skulle bruge store mængder halm. Halm er endnu ikke lige så udbredt i biogasproduktionen som industriaffald, husdyrgødning og energiafgrøder som majs. Det skyldes at halm i højgrad anvendes til brændsel på varmeværker, men også at halm skal forbehandles inden det kan anvendes i biogasreaktorer og derfor er mere vanskelig at bruge til biogas. Kløvergræs har i højere grad samme egenskaber som majs, og kan derfor nemmere substituerer majs som energiafgrøde i foderplanen på biogasanlæg. Ca. halvdelen af de danske biogasanlæg anvender ikke energiafgrøder i væsentligt grad. Derfor er det ikke alle anlæg der bliver påvirket af udfasningen af energiafgrøderne og sådanne anlæg har ikke nødvendigvis samme incitament til at købe økologisk kløvergræs.

Analyse og Resultater

Økonomi i økologisk kløvergræs til biogas afhænger af sædskifter

I traditionelle økologiske dyrkningssystemer anvendes kløvergræs dels som grovfoder til husdyr, og i særdeleshed til kvæg, og dels som grøngødning der typisk afpudses og nedmuldes og i sjældne tilfælde ensileres og udbringes på en anden afgrøde. Den bedste økonomi er selvsagt hvis græsset kan afsætte til foder. Men det kan også sagtens være rentabelt at inkluderer mellem 10-20 procent kløvergræs i økologiske planteavlssædskifter, selv om græsset ikke kan sælges. Den praksis er dog meget sjældent anvendt på økologiske planteavls bedrifter, der fortrækker at have salgsafgrøder fremfor grøngødning. Dækningsbidrag II af markdriften beskriver hvor meget landmanden har tilbage for salg af afgrøden når udgifter til maskiner, transport, udsæd, gødning mv. er betalt. Det er derfor et godt tal at arbejde med for at vurderer om en ny praksis kan betale sig at indfører.

I projektet er der udfra af tre økologiske sædskifter, med varierende grad af kløvergræs fra 0 til 30 % opsat kvælstofbalancer og beregnet dækningsbidrag både ved salg og nedmuldning af kløvergræset. Næringstofforsyning og dækningsbidrag i kløvergræs sædskifterne er sammenlignet dels med et traditionelt økologisk sædskifte uden grøngødning der gødskes med (konventionelt) husdyrgødning og et

traditionelt konventionelt planteavlssædskifte med korn og raps som salgsafgrøder. Kløvergræssædskiftet er opsat som et syvmarks sædskifte. Beregningen viser at det økologisk sædskifte har relativt lavt dækningsbidrag II på kløvergræsmarkerne til biogas, men det opvejes i høj grad af gødningsproduktionen. Dækningsbidrag II er 1320 kr. per hektar på en kløvergræsmark til biogas, når der ikke er udgifter til transport af kløvergræs og afgasset gødning frem og tilbage til biogasanlæg (tabel 1). Dækningsbidrag II på 1370 kløvergræsmarken betyder gennemsnittet i hele sædskifter trækkes ned. Det skal det dog bemærkes at der i dækningsbidraget for kløvergræsmarkerne er indregnet transport og udbringning af gødning i det samlede bedriftens samlede gødning forsyning i det økologiske sædskifte med kløvergræs, som derfor trækker dækningsbidrag II op på de resterende 5 marker i sædskifter markant op. Det gennemsnitlige DBII i sædskiftet ender på 6750 kr. pr hektar. Kløvergræsmarkerne tildeles en lille mængde gødning, og hvorfor der kan flyttes megen gødning herfra i sædskiftet, hvilket giver gode udbytter på de resterende 5 afgrøder. Dette har også selvsagt en positiv effekt på de resterende fem markers dækningsbigrag II (tabel 1). I udregning af dækningsbidrag II er der indregnet en effekt af kløvergræs ift. indlejring af kulstof eller den positive effekt på ukrudtstrykket.

Tabel 1, økologisk syvmark sædskifte med kløvergræs i to ud af syv år. Sædskiftet starter med to års kløvergræs.

Hovedafgrøde	Efterafgrøde	N-Eftervirk.	N-afg.biogas	N-tilrådig.	Udbytte		DBII
Kløvergræs		0	0	0	7000	kg ts	1.327,62 kr.
Kløvergræs		0	40	40	8000	kg ts	1.327,62 kr.
Vårhavre	pligtig	100	0	100	50	hkg	6.234,00 kr.
Vinterraps	Hvidkløver	50	100	150	30	hkg	13.703,00 kr.
Vinterhvede	Rodukrudt	50	70	120	50	hkg	9.993,00 kr.
Markært		0	0	0	30	hkg	8.132,50 kr.
Vinterrug	Kløverudl.	50	50	100	40	hkg	6.637,00 kr.
Gns. Værdi		36	37	73			6.764,96kr.

I det økologisk sædskifte uden kløvergræs høster salgsafgrøder på alle marker, der opnås i sædskiftet uden kløvergræs lidt højere gennemsnitligt dækningsbidrag II end det sædskiftet med kløvergræsmarker. Når gødningsudgiften lægges på de enkelte afgrøder, og gødningsnormen fordeles på alle salgsafgrøder ender det dækningsbidrag II i sædskifte uden kløvergræsmarker samlet ca. 1500 kr højere end i det økologiske sædskifte med kløvergræs. Det skyldes, at der ikke er kløvergræsmarker som trækker det gennemsnitlige dækningsbidrag ned. Imidlertid fordre det sædskiftet uden kløvergræs at kunne skaffe biogasgødning uden at leverer biomasse til biogas. I nogle områder er det muligt at modtage biogasgødning uden at leverer biomasse, men det vil formentligt ikke være tilfældet for de fleste anlæg.

Tabel 2, økologisk femmark sædskifte uden kløvergræs gødet med 65 kg kvælstof som biogasgødning per hektar.

Hovedafgrøde	Efterafgrøde	N-Eftervirk.	N-indkøbt	N-tilrådig.	Udbytte		DBII
Vinterraps	kløver		150	150	30	hkg	11.953 kr.
Vinterhvede	Pligtig kløver	50	75	125	50	hkg	8.993 kr.
havre	rodukrudt	50	50	100	50	hkg	5.234 kr.
ært	efterafgrøde		0	0	30	hkg	8.133 kr.
Vinterrug		50	50	100	40	hkg	5.637 kr.
Gns. Værdi		29	65	107			7.990 kr.

I det opsatte konventionelle planteavlssædskifte høstes der selvsagt salgsafgrøder på alle marker, og gødningen indkøbes som handelsgødning. Det gennemsnitlige dækningsbidrag II herfra er markant lavere end de økologiske sædskifter. Det skyldes store styk omkostninger forbundet ved indkøb og udbringning af planteværn og gødning [1]. Salgsprisen for afgrøderne i det konventionelle sædskifte er også lavere end priserne i det økologiske sædskifte. Såfremt der udover raps indføjes flere højværdi-afgrøder som f.eks. frøgræs, vil dette have hæve det gennemsnitlige dækningsbidrag II for bedriften op omkring niveauet, men næppe højere end de økologiske sædskifter.

Tabel 3, konventionelt femmark sædskifte gødet med handelsgødning.

Hovedafgrøde	Efterafgrøder	N-indkøbt (kg/ha)	Udbytte (hkg)	DBII
vårbyg	Pligtige	150	65	2.648,00 kr.
vårbyg		150	65	2.648,00 kr.
Vinterbyg		180	80	3.587,00 kr.
Vinterraps		200	45	3.858,50 kr.
Vinterhvede	Pligtige	188	100	5.507,50 kr.
Gennemsnit		**174**		3.649,80 kr.

Det økologiske sædskiftes med kløvergræsmarkers gennemsnits dækningsbidrag II er udregnet uden udgifter til transport af kløvergræs til biogasanlæg og biogasgødning tilbage fra biogasanlæg [1]. Transport udgiften formodes at en vigtig i forhold til at afgøre på hvilke marker der rentabelt kan dyrkes økologisk kløvergræs.

Med henblik på rentabilitet i at udveksle biomasse og næringsstoffer fra økologisk kløvergræs til biogas er der i GIS opsat datasæt med beregnet afstand fra alle omdriftsmarker til nærmeste biogasanlæg. Herudfra kan efterfølgende beregnes, i hvilket geografisk omfang det relevant at leverer økologisk kløvergræs til biogas og modtage afgasset gylle retur (figur 1). Udfra afstanden mellem mark og biogasanlæg er udregnede pris for transport af kløvergræs fra mark til biogasanlæg og transport af afgasset gødning tilbage til de øvrige marker i sædskiftet. Pris på transport er defineres således at transport af kløvergræs og gødning som regel er uden beregning indenfor 25 km fra biogasanlæg. Derefter er der sat en omkostning på per kilo per kørt kilometer. I analysen indgår desuden at der modtages samme mængde kvælstof retur med afgasset gylle som der leveres med kløvergræsset. Således transporteret 1.9 kg retur fra biogasanlæg til mark per 1 kg kløvergræsensilage til biogasanlægget, da kløvergræsensilage typisk indeholder en dobbelt så høj koncentration af kvælstof som biogasgødning (tabel 4).

Kløvergræsset høstes og oplægges på marken, inden transport til biogasanlægget, mens den afgassede gylle løbende modtages i en gylletank på bedriften. Biogasgødningen opbevares her til udbringning i foråret. Der er indregnes omkostninger til oplagring og udbringning, men kørsel fra gylletanken til mark er ikke medregnet. I stedet leveres biogasgødningen på hver enkelt mark. Dette giver en mindre fejl i DB, som dog vurderes at relativt begrænset (figur 1).

Beregninger af DB er lavet for på alle marker i Danmark. På de viste kort figur 3 – 6 ses derfor et billede af hvilke marker der er relevante til dyrkning af økologisk kløvergræs til biogas i et økologisk sædskifte. Da kløvergræsmarkerne om pløjes hvert andet år, vil roterer på de økologiske bedrifters arealer. Derfor skal der kunne laves kløvergræs med rimelige dækningsbidrag II på alle arealer på en bedrift hvis analysens dækningsbidrag II skal kunne opnås.

Tabel 4, udregning af forskel i kvælstof mængde imellem produktion af økologisk kløvergræs per hektar og modtagelse af samme mængde biomasse i form af biogasgødning.

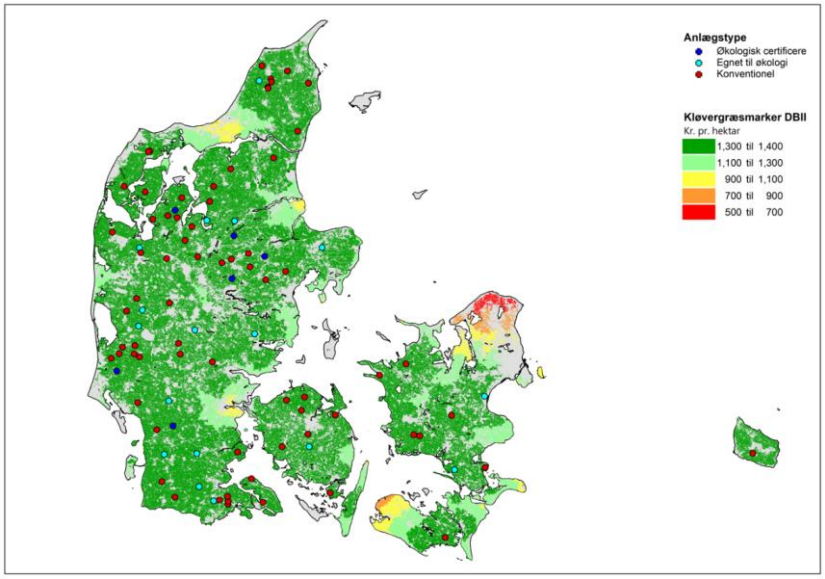
Afsat til Biogas		Total N	Udnyttet N
22500	kg Ensilage	216	130
7500	kg TS		
18%	Protein		
60%	Udnyttelse		

Retur fra biogas 22500 kg biogasgødning		Total N	Udnyttet N
5	kg N /Tons	113	68

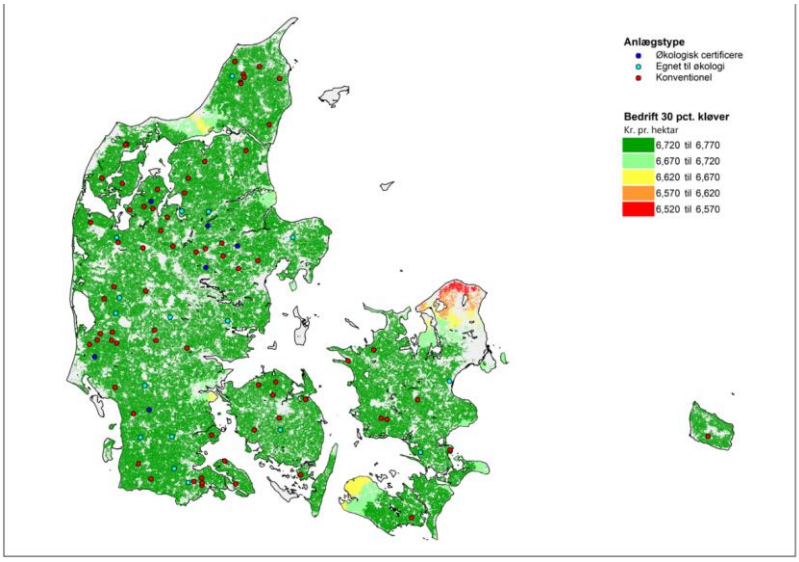
Afsat/retur N	1,92

Figur 3 viser at dækningsbidrag II for økologisk kløvergræs på alle danske marker varierer fra 500 kr til 1300 kr pr ha, med laveste dækning bidrag på marker med længst afstand til biogasanlæggene. Figur 4 viser det samlede dækningbidrag for et 7 marks sædskifte med 30 % økologisk kløvergræs, af kortet ses at der faktisk er et ret relativt lille interval 6500 – 6700 kr pr ha – mellem marker i områder der ligger langt fra biogas anlæg <50 km og marker der ligger tæt på biogasanlæg. Således vægter afstand mellem marker og biogas betydning både ift. indtjening og klima relativt lidt i det samlede regnskab. Figur 5 viser differencen mellem et økologisk sædskifte ed og uden kløvergræs. Som de øvrige kort ses det at afstanden mellem mark og biogasanlægs betydning for dækningsbidraget er relativt begrænset. Ligeledes viser analysen at selv med kort afstand fra mark til biogasanlæg er der stadigt et lavere DB med kløvergræs i sædskiftet end hvis man kan skaffe 65 kg N fra husdyrgødning tæt på bedriften. Slutteligt viser figur 6 en større indtjening på 2000 til 4000 kr i økologisk sædskifte med 30 % end et konventionelt planteavlssædskifte, med aftagende forskel i merindtjening med stigen afstand til biogasanlæg.

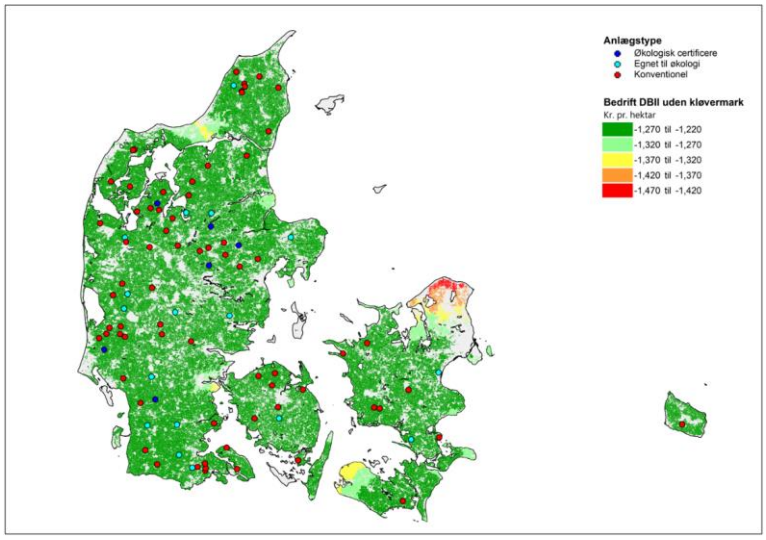
Figur 2, Screenshot af resultat af analyse som kvantificerer alle danske markers afstand til nærmeste biogasanlæg. Grønne cirkler markerer centrum af marker, og blå markerer ruten som analysen udregnes på basis af. Den blå rute starter fra markkant tættest på centrum af mark til det nærmeste biogasanlæg.



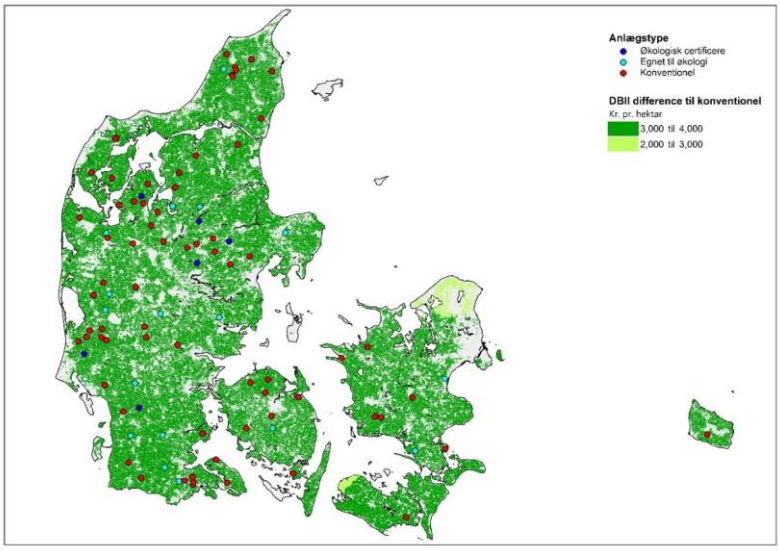
Figur 3 Dækningsbidrag II på kløvergræsmarker som leverer økologisk kløvergræs til det nærmeste biogasanlæg. Forskellene i dækningsbidrag er udgifter til transport af kløvergræs fra mark til biogasanlæg og tilbage igen.



Figur 4, gennemsnits dækningsbidrag II i et økologisk sædskifte som leverer økologisk kløvergræs til biogas på to ud af syv marker til det nærmeste biogasanlæg. Forskellen i dækningsbidrag er udtryk for udgifter til transport af kløvergræs og biogasgødning til og fra mark og biogasanlæg.



Figur 5, difference imellem et gennemsnits dækningsbidrag II i et økologisk sædskifte som leverer økologisk kløvergræs til biogas på to ud af syv marker til det nærmeste biogasanlæg og det gennemsnitlige dækningsbidrag i et økologisk sædskifte som gøder med 65 kg biogasgødning per hektar.



Figur 6, difference imellem et gennemsnits dækningsbidrag II i et økologisk sædskifte som leverer økologisk kløvergræs til biogas på to ud af syv marker til det nærmeste biogasanlæg og det gennemsnitlige dækningsbidrag i et konventionelt planteavlssædskifte som indkøber handelsgødning.

Konklusion

Kløvergræs til biogas kan producere gødning til ny økologisk vækstbølge

Det kan konkluderes, at økologisk kløvergræs til biogasproduktion fremadrettet vil bidrage til en bære dygtig økologisk omlægning, ikke mindst i områder hvor der er eller bliver begrænset adgang til husdyrgødning. De økonomiske resultater understreger at transportafstande og andel af kløvergræs i sædskifterne er betydende men først første nævnte i mindre grad en forventet.

Materialer og metoder (overskrift 2)

Rapporten baserer sig på data fra GLR, fællesskema, og gødningsregnskaber. Budgetkalkuler fra SEGES Innovation fra landbrugsinfo.dk og farmtal-online er anvendt til at udregne dækningsbidrag II.

Typesædskifter

For at kunne lave en analyse over hvor i Danmark økologisk kløvergræs økonomisk rentabelt dyrkes til biogas, beskrev vi tre typesædskifter (tabel 1, 2 og 3).

- Konventionelt planteavl gødet med handelsgødning
- Økologisk uden kløvergræs med gødskning med biogasgylle
- Økologisk med kløvergræs til biogas på 2 ud af 7 marker

Sædskifterne er baggrund for en økonomisk analyse, og overholder gældende krav til gødskning og miljøbeskyttelse. Det betyder at der er taget hensyn til pligt til efterafgrøder og gødningsnormer. Udbytter er vurderet konservativt på baggrund af mange års forsøg i regi af landsforsøgene. Udbytterne vurderet med udgangspunkt en planteavlsejendom på som ligger på jordtype JB 5+6. Dækninigsbidrag II er udregnet på baggrund af budgetkalkuler på landbrugsinfo[1]

Referencer

Kommenterede [MBL1]: Både danske og udenlandske kilder samles i referencelisten over anvendte referencer. Referencer skrives som angivet.

[1] SEGES Innovation, landbrugsinfo.dk (December, 2023) Brug budgetkalkulerne og få et realistisk billede af produktionsøkonomien (landbrugsinfo.dk)

[2] Pluske, J.R.; Hampson, D.J.; Williams, I.H. (1997): Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig. Livestock Production Science, 51, pp. 215-236.