



# Klimaeffekt ved klimaoptimeret gødning og sædskifte i økologisk planteavl

Forfattere: Majken Husted og Erik Fog  
Konsulent og landskonsulent ved Innovationscenter for Økologisk Landbrug



Foto: Torkild Birkmose, SEGES Innovation

Rapporten er udarbejdet i projekt Klimaoptimeret gødskning i økologisk planteproduktion (ClimOptic). Projektet er gennemført i et samarbejde mellem Aarhus Universitet, SEGES Innovation og Innovationscenter for Økologisk Landbrug og er en del af Organic RDD 4 programmet, som koordineres af ICROFS. Det har fået tilskud fra "Grønt Udviklings og Demonstrationsprogram (GUDP) under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og medfinansieres af Promilleafgiftsfonden.

## Hovedkonklusion/ sammendrag

Med udgangspunkt i en økologisk planteavlbedrift på godt 500 ha er der lavet klimaberegninger på bedriftsniveau for implementeringen af mere kløvergræs i sædskiftet til brug for biogasproduktion og anvendelse af gødning fra biogasanlæg med en højere udnyttelsesgrad. Beregningerne er lavet i ES-Green Tool, som er udviklet af SEGES Innovation i samarbejde med Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

Der er lavet tre systembeskrivelser, som beskriver forskellige scenarier for produktion af kløvergræs til biogasgødning og tilførsel af afgasset biomasse. I det første erstattes 30 ha vårkorn med kløvergræs. I det næste byttes gylle ud med flydende separeret gødning fra biogasanlæg med højere kvælstofudnyttelse. I det tredje scenarie kombineres de to første. Resultaterne viser, at man ved at øge andelen af kløvergræs i sædskiftet, samtidig med at man øger udnyttelsen af den anvendte gødning (scenarie 3), opnår den største reduktion i udledningen af drivhusgasser. I dette scenarie er der beregnet en reduktion af udledningen på 40,3 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter for bedriften, beregnet uden bidrag til kulstof i jorden. Reduktionen for scenarie 1 (kløvergræs alene) er 18,2 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter og for scenarie 2 (biogasgødning) er 26 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

Hvis man ser på netto-udledningen, når kulstofbalancen er indregnet i ESGreen Tool, bliver værdierne en reduktion på 15,7 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter i scenarie 1, men en øget udledning på 62,6 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter og 35,2 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter i scenarie 2 og 3. Årsagen til dette skifte er, at kulstofindholdet i den afgassede gødning er mindre end i den rå gylle, og det opvejer det højere kulstofinput fra kløvergræsset. Spørgsmålet er dog, om det er retvisende, da andelen af stabilt kulstof er højere i biogasgødningen, hvilket ikke er indregnet i beregningsprogrammet.

Økonomiske overslag på de tre scenarier viser, at med de nuværende prisrelationer er det forbundet med økonomisk tab stigende fra -128.000 kr. i scenarie 1 til -215.700 kr. i scenarie 3. Det skyldes dels, at dækningsbidraget fra kløvergræsset er mindre end på de kornafgrøder, det erstatter. Dertil kommer, at husdyrgødningen i nu-drift leveres gratis, mens der skal betales transport for den afgassede gødning.

Hvis man antager, at husdyrgødning i fremtiden vil have en pris svarende til værdien af næringsstofferne i gødningen, og at biogasanlæggene på grund af gasindtægterne kan levere afgasset gødning til en pris, der er mærkbart lavere end den tilsvarende husdyrgødning, så giver klimaindsatserne i scenarierne et økonomisk overskud. Men det vil være på basis af ringere økonomisk udgangspunkt end den aktuelle nu-drift, fordi gødningsudgifterne vil være steget kraftigt.

Beregningerne på denne bedrifts data har vist, at det er kombinationen af et klimaoptimeret sædskifte og brug af biogasgødning med en høj kvælstofeffekt, der har den bedste effekt på klimaet.

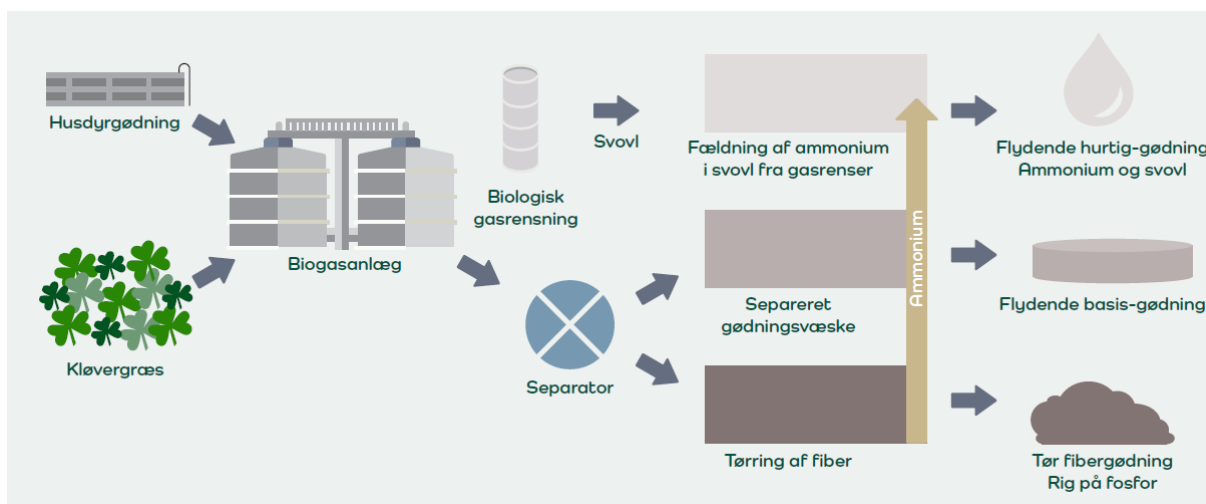
Det understreger, at det er vigtigt, at man i landbruget implementerer flere tiltag i kombination, for at få den bedste klimaeffekt.

De økonomiske beregninger viser, at prisrelationerne for afgrøder og gødning er afgørende for, om sådanne klimatiltag vil kunne implementeres i praktisk produktion.

## Introduktion

I projektet Klimaoptimeret gødsning i økologisk planteproduktion (ClimOptic) er der sat fokus på, hvordan man i økologisk planteproduktion kan mindske klimaaftrykket ved at dyrke mere kløvergræs og anvende gødning fra biogasanlæg med høj kvælstofvirkning.

Systemet, der er undersøgt i ClimOptic-projektet, er skitseret i figur 1. Her kan det ses, at der leveres husdyrgødning og kløvergræs til biogasanlægget, hvor det afgasses. Den afgassede biomasse separeres i en fiberfraktion og en gødningsvæske. Fiberfraktionen tørres og i denne proces frigives der ammoniak, som ved hjælp af svovl fra biogasanlæggets gasrenser fældes i en flydende fraktion. Herved dannes der en flydende svovlsur ammoniumgødning. Processen er godkendt af Landbrugsstyrelsen til brug i økologisk jordbrug.



Figur 1: Produktion af ClimOptic-gødninger på biogasanlæg [1].

Ved at producere separeret og optimeret biogasgødning kan man opnå en bedre udnyttelse af gødningen, hvorved samme mængde kvælstof kan give større udbytte til gavn for klimaprofilen. Herudover bidrager en øget andel af kløvergræs i sædskiftet til en sundere og mere frugtbar jord, samt til opbygning af kulstof i jorden, hvilket også har en positiv klimavirkning.

Mere information om produktionen af ClimOptic-gødninger kan findes på projektets hjemmeside (<https://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-4/climoptic/>) og i folderen "ClimOptic-gødninger; Mere effektive gødninger fra biogasanlæg til økologer og andre jordbrugere" [1].

Produktionen af ClimOptic-gødninger bygger på afgang af husdyrgødning og kløvergræs.

For at bedømme værdien af systemet i praksis vises i denne rapport, hvilken klimaeffekt det vil have for en økologisk planteavler, der tilkøber husdyrgødning til sin planteproduktion, hvis han introducerer ClimOptic-systemet på sin bedrift.

Til brug for kvantificeringen af klimaeffekten er brugt værktøjet ESGreen Tool, der netop er udviklet til, at man kan gøre klimaeffekten op på enkelte landbrug.

ESGreen Tool har i projektet erstattet værktøjet RISE (Response Inducing Sustainability Evaluation), der tidligere har været brugt til at evaluere bæredygtigheden på landbrugsbedrifter.

## Materialer og metoder

Der er udvalgt en planteavlbedrift med mere end 500 ha til at gennemføre en case-beregning på. Bedriften har en mindre kødkvægsbesætning, der ikke er medtaget i beregningerne.

Sammen med ejeren er nu-driften gennemgået med hensyn til afgrødevalg og gødskning og i fællesskab er tre scenarier beskrevet, hvor forskellige dele af ClimOptic-systemet er indtænkt i bedriftens drift. Scenarierne er derfor et billede på, hvordan denne landmand vurderer, at anvendelsen af ClimOptic-gødninger kan implementeres på hans bedrift.

Klimaberegningerne er lavet i værktøjet ESGreen Tool. Værktøjet er udviklet af SEGES Innovation, i samarbejde med Innovationscenter for Økologisk Landbrug. Beregningen er lavet i version 1 af værktøjet i september/oktober 2022. Til beregningerne i denne rapport er der indhentet data for gødningsåret 2019/2020 fra gødningsregnskabet, og for data der ikke kan hentes via gødningsregnskabet, er der indhentet data direkte fra landmanden. For at data og beregninger er opdateret til de nyeste gødningsregler [2], er gødningstildelingen tilpasset de nye udnyttelseskrav. Der er ikke ændret i mængden af tilført udnyttet N, men et højere udnyttelseskrav fører til en lavere tilførsel af total N. Afgrødefordeling og gødningstildeling for nu-driften kan ses i henholdsvis tabel 1 og 2.

I ESGreen Tool er der beregnet en relativ kulstofbalance for det tilførte kulstof i organisk gødning og afgrøderester, og ikke en absolut værdi for kulstoflagring på den specifikke bedrift. Det vil sige at beregningen ikke tager højde for hvilken jordtype der er på bedriften og heller ikke hvilket kulstofindhold der er i jorden i forvejen, hvilket er to meget vigtige parametre at have med, når den faktiske kulstoflagring skal beregnes. Den beregnede kulstofbalance (klimaeffekten ved ændring af kulstof i jord) er i ESGreen Tool baseret på inputtet af kulstof fra afgrøderester, samt kulstofinputtet fra organisk gødning, relateret til en referenceafgrøde [3] og en faktor for, hvor stor en andel af kulstoffet der er tilbage i jorden efter 100 år [4]. Man beregner således en klimaeffekt ud fra, at 9,7 % af det tilførte kulstof i organisk gødning og afgrøderester vil forblive i jorden efter 100 år.

Landmanden tilfører i gennemsnit maksimalt 60 kg udnyttet N/ha, hvilket udløser et miljøtilskud. I det hele taget optimeres driften i høj grad i forhold til økonomi. Filosofien på bedriften er, at et kg ekstra gødning skal give en større økonomiske gevinst gennem øget udbytte end udgiften ved at tildele den ekstra gødning. Med udgangspunkt i udbytteresponser og økonomital vurderer landmanden, hvor meget gødning der skal tildeles til de enkelte afgrøder. Det betyder i praksis, at gødningen prioriteres på de afgrøder, hvor man får mest effekt af gødningen, og hvor der er den største økonomiske vinding. Den praksis inkluderer også, at kløvergræs og korn efter kløvergræs ikke modtager gødning.

**Tabel 1: Afgrødefordeling på bedriften for nu-driften samt i scenarie 1 og 3.**

Afgrøde	Antal hektar (nu-drift)	Antal hektar (scenarie 1 & 3)	Antal hektar (forskel mellem nu-drift og scenarie 1 & 3)
Timothefrø	51,04	51,04	-
Vårhavre, forfrugt korn	79,47	49,47	-30
Vårhavre, forfrugt kløvergræs	14,1	29,1	+15
Vårbyg, forfrugt korn	61,47	31,47	-30
Vårbyg, forfrugt kløvergræs	14,1	29,1	+15
Vinterbyg	33,75	33,75	-
Vinterrug	56,57	56,57	-
Rajgræs	29,14	29,14	-
Kløverfrø	25,05	25,05	-
Hestebønne	81,15	81,15	-
Lupin	4,97	4,97	-
Hamp	18,3	18,3	-
Kløvergræs	25,09	55,09	+30
Permanent græs	35,59	35,59	-
Æbler	0,18	0,18	-
Græs uden kløver	3,11	3,11	-
Naturareal	0,64	0,64	-
MVJ-udtagning	4,11	4,11	-
Udyrket areal, vandboring	0,02	0,02	-
<b>Total</b>	<b>537,85</b>	<b>537,85</b>	

Udover hovedafgrøderne som er listet i tabel 1, er der i nu-driften 3,66 hektar kløvergræsudlæg, 53,56 hektar med udlæg og efterafgrøder til grøngødning og 43,27 hektar med pligtige efterafgrøder. Disse afgrøder er i ESGreen Tool angivet som en sekundær afgrøde. I scenarie 1 og 3 er arealet med kløvergræsudlæg øget med 30 hektar, så det samlede areal med kløvergræsudlæg bliver 33,66 hektar.

I nedenstående afsnit er de tre valgte scenarier beskrevet nærmere.

### **Systembeskrivelse – scenarie 1: Mere kløvergræs – samme gødning**

I scenarie 1 øges arealet med kløvergræs, mens gødningstypen er den samme som i nu-driften (se tabel 3). Denne systembeskrivelse illustrerer en situation, hvor bedriften leverer kløvergræs til biogas-anlægget uden at få afgasset biomasse retur.

Der er indsat 30 hektar ekstra med kløvergræs. 15 hektar tages fra vårbyg og 15 hektar tages fra vårhavre (se tabel 1).

Som nævnt ovenfor gødes kløvergræsset ikke, og korn efter kløvergræs gødes heller ikke. Der er derfor yderligere 60 hektar på bedriften som ikke modtager gødning, hvorved den samlede gødningstilførsel falder. I praksis ville man måske udnytte den husdyrgødning, der på den måde bliver til overs til at gøde de andre afgrøder mere og på den måde få et højere udbytte. Det vil give ekstra indtægt, men samtidig vil man gå glip af den klimaeffekt, der kommer fra reduktionen i tilført kvælstof.

I tabel 2 er gødningstildelingen per afgrødetype vist for nu-driften og scenarie 1. Tildelingen per hektar for de forskellige afgrødetyper er ikke ændret mellem nu-driften og scenarie 1. Forskellen i total gødningstildeling på bedriften skyldes udelukkende en stigning i antal hektar med kløvergræs og en stigning af antal hektar med vårhavre og vårbyg efter kløvergræs, der ikke modtager gødning.

**Tabel 2: Gødningstildeling på afgrødeniveau for nu-driften, samt for scenarie 1.**

Afgrøde	Tildelt gødning (kg tot-N/ha)	Tildelt gødning, nu-drift (kg tot-N)	Tildelt gødning, scenarie 1 (kg tot-N)
Timothefrø	73,58	3.755,3	3.755,3
Vårhavre, forfrugt korn	127,53	10.333,1	6.507,2
Vårhavre, forfrugt kløvergræs	0	0	0
Vårbyg, forfrugt korn	122,63	7.728,4	4.049,7
Vårbyg, forfrugt kløvergræs	0	0	0
Vinterbyg	147,15	4.966,3	4.966,3
Vinterrug	122,63	6.936,9	6.936,9
Rajgræs	220,73	6.431,9	6.431,9
Kløverfrø	0	0	0
Hestebønne	0	0	0
Lupin	0	0	0
Hamp	78,48	1.436,2	1.436,2
Kløvergræs	0	0	0
Permanent græs	18	640,62	640,62
Æbler	0	0	0
Græs uden kløver	0	0	0
Naturareal	0	0	0
MVJ-udtagning	0	0	0
Udyrket areal, vandboring	0	0	0
<b>Total</b>		<b>42.228,8</b>	<b>34.724,1</b>

### Systembeskrivelse – scenarie 2: Samme kløverareal – Højere gødningseffekt

I dette scenarie anvendes separeret biogasgødning i stedet for almindelig gylle, og derved skrues der op for udnyttelsesprocenten af de anvendte gødninger.

Udnyttelsesprocenten for gylle i nu-driften er beregnet til 74 % og er for biogasgødning i scenarie 2 øget til 85 %, som er kravet til udnyttelse af kvælstof i væskefraktion fra separeret gylle [2]. I tabel 3 er udnyttelsesprocenten for de anvendte gødninger i nu-driften vist. Ud fra den totale mængde total N og den totale mængde udnyttet N, er den gennemsnitlige udnyttelsesprocent af den anvendte gødning beregnet.

Markplanen er som ved nu-drift, uden ekstra kløvergræs. Denne systembeskrivelse illustrerer en situation, hvor bedriften køber afgasset biomasse, uden at levere kløvergræs til biogasanlægget.

**Tabel 3: Udnyttelsesprocenter for anvendt gødning i nu-driften.**

Gødningstype	Tildelt gødning (kg tot-N)	Udnyttelses %	Tildelt gødning (kg udn. N)
Grisegylle	28.882,8	80	23.106,2
Kvæggylle	4.392,9	75	3.294,7
Forarbejdet husdyrgødning	8.952,3	55	4.923,8
<b>I alt</b>	<b>42.228</b>	<b>74</b>	<b>31.324,7</b>

Den samlede mængde udnyttet N tildelt til afgrøderne fastholdes som i nu-driften.



Da biogasdødningen har højere udnyttelsesprocent end den almindelige gylle bliver behovet for indkøbt gødning mindre (se tabel 4).

### Systembeskrivelse – scenarie 3: Mere kløvergræs & Højere gødningseffekt

I dette scenarie kombineres scenarie 1 og 2 ved at der kommer mere kløvergræs i afgrødefordelingen og der anvendes biogasdødning i stedet for almindelig gylle.

Denne systembeskrivelse illustrerer en situation, hvor bedriften leverer kløvergræs til biogasanlægget og køber afgasset separeret biomasse retur.

I dette scenarie er der en reduktion i anvendt gødning både på grund af det større kløvergræsareal, og følgeafgrøder, der ikke behøver gødning, og på grund af gødningens højere udnyttelsesprocent.

Den samlede gødningstilførsel bliver derved den laveste af de tre scenarier (se tabel 4).

**Tabel 4: Gødningstildeling på bedriftsniveau for nu-drift og scenarier.**

Scenarie	Tildelt gødning (kg tot-N)	Tildelt gødning (kg udn. N)
Nu-drift	42.228	31.324
Scenarie 1	34.723	25.758
Scenarie 2	36.853	31.324
Scenarie 3	30.178	25.758

## Resultater og diskussion

I dette afsnit er klimaeffekten ved de tre beskrevne scenarier præsenteret som beregnet i værktøjet ESGreen Tool. Resultaterne er vist både med og uden kulstofbalance. Dette skyldes, at der er stor usikkerhed om, hvordan man skal medregne kulstoflagring i klimaberegninger. Som beskrevet tidligere i rapporten, så er den beregnede kulstofbalance (klimaeffekten ved ændring af kulstof i jord) i ESGreen Tool baseret på inputtet af kulstof fra afgrøderester, samt kulstofinputtet fra organisk gødning, relateret til en referenceafgrøde [3] og en faktor for, hvor stor en andel af kulstoffet der er tilbage i jorden efter 100 år [4].

I bilagene er vist udklip af resultater fra ESGreen Tool for udledningerne fra marken. Der er nogle enkelte husdyr på bedriften, men da disse ikke har indflydelse på scenarierne og beregningerne af disse, er denne del ikke vist.

Det vil have betydning for bedriftens økonomi at producere kløvergræs til biogas og bruge afgasset gødning. Forskel på dækningsbidraget for kløvergræs til biogasproduktion og for de afgrøder kløvergræsset erstatter vil afspejle sig i indtjeningen. Dertil kommer, at der skal tilføres mindre gødning på grund af den højere udnyttelsesprocent i afgasset separeret gødning, idet det er forudsat, at tilførslen af udnyttet kvælstof holdes konstant til de afgrøder, der har et gødningsbehov. Det vil påvirke udgifterne til indkøb og spredning af gødning. Sidst i dette afsnit er effekten på økonomien søgt kvantificeret.

En mindsket mængde tilført gødning påvirker udledningen af lattergas. Dels fra den direkte udledning af lattergas fra den udbragte gødning dels fra en indirekte lattergasudledning fra ammoniakfordampning. Den mindre mængde gødning påvirker også kulstoftilførslen fra organisk gødning og dermed kulstofbalancen i jorden.

Tilsvarende er der en klimaeffekt ved at have en højere andel græs i sædskiftet. Den kommer gennem en ændret kulstofbalance fra afgrøderne, ændret nitratudvaskning og størrelsen af lattergasudledningen fra afgrøderester.

Lattergasudledningen fra gødningen er beregnet som 1% af tilført total N [5]. Derfor er der en direkte sammenhæng mellem et mindsket input af total N og mindsket udledning af lattergas fra gødning.

Kulstofbalancen påvirkes også af den tildelte mængde organisk gødning. Det er i den forbindelse afgørende, hvilken type organisk gødning man bruger. Der er stor forskel på kulstofindholdet i forskellige

typer af gødning, og når man reducerer mængden af tilført gødnings-N, er effekten på kulstofbalancen derfor meget afhængig af, hvilken type af gødning der reduceres.

I tabel 5 er angivet kulstofindholdet for forskellige gødningstyper, som anvendes i ESGreen Tool. Her er det tydeligt, at hvis man erstatter "forarbejdet husdyrgødning" med "afgasset biomasse", som det bl.a. gøres i dette eksempel, så forværres kulstofbalancen. For hvert kg N i anden organisk gødning der erstattes af afgasset biomasse, øges udledningen fra kulstofbalancen med 6,1 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. En del af denne effekt vil kunne mindskes, hvis den fraseparerede fiber også bruges på bedriften. Det er ikke medregnet i beregningerne i denne rapport.

**Tabel 5: Kg C per kg N tilført for udvalgte gødningstyper, som angivet i ESGreen Tool.**

Gødningstype	Kg C/kg N	Kg CO <sub>2</sub> e/kg N
Grisegylle	6	-2,1
Kvæggylle	8	-2,8
Dybstrøelse	14	-5,0
Afgasset biomasse	4	-1,4
Forarbejdet husdyrgødning	21	-7,5

Som beskrevet ovenfor, så er der i scenarie 1, en effekt af øget andel kløvergræs i sædskiftet, i scenarie 2 af ændret gødning og i scenarie 3 af kombinationen af mere kløvergræs og anden gødning.

### Scenarie 1: Mere kløvergræs – samme gødning

Der er beregnet en besparelse på 7.504,6 kg total N i tilført gødning, ved at lave den beskrevne ændring i sædskiftet (se tabel 1). Det svarer til en besparelse på 17,8 % gødnings-N i forhold til nu-driften.

I bilag 1 og 2 er vist udskrifter fra ESGreen Tool for scenarie 1 uden og med kulstofbalance. I kolonnen "fremtidsscenerier" kan man se, hvor meget scenariet har ændret på de forskellige poster, sammenlignet med "bedriftens tal". Kolonnen "standard/overført" er beregningen som er lavet på baggrund af driftsdata fra gødningsregnskabet 2019/2020, og standardtal for f.eks. udbytter, mens der i "bedriftens tal" er anvendt faktiske tal for udbytter på bedriften.

I tabel 6 er der vist de klima-poster, som påvirkes ved ændringer i sædskifte og gødningsplan.

Samlet set mindskes drivhusgasudledningen i scenarie 1, både uden (bilag 1) og med kulstofbalance (bilag 2). Effekten er højest når kulstofbalancen ikke medregnes (se tabel 6).

**Tabel 6: Oversigt over klimaeffekter i scenarie 1 (ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter). Ændring ift. nu-driften er angivet i parentes.**

Klima-poster	Uden kulstofbalance	Med kulstofbalance
Lattergas fra gødning	179 (-38)	179 (-38)
Lattergas fra nitratudvaskning	80 (-1)	80 (-1)
Lattergas fra afgrøderester	120 (+21)	120 (+21)
Kulstofbalance - afgrøder med kulstofopbygning	-	-91 (-11)
Kulstofbalance – afgrøder med kulstofnedbrydning	-	217 (-12)
Kulstofbalance – organisk gødning	-	-116 (+26)
<b>Total</b>	<b>379 (-18)</b>	<b>389 (-15)</b>

Dette skyldes, at kulstofbalancen er påvirket af mængden af organisk gødning, hvor en mindre gødningsmængde giver et mindre kulstofinput fra denne kilde. Omvendt er der et øget kulstofinput fra afgrøder, grundet en større andel græs i sædskiftet. Den samlede effekt på kulstofbalancen er en øget udledning på 3 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter (se tabel 6). Effekten på kulstofbalancen ved at skifte fra korn til

kløvergræs mindskes i beregningerne af, at der er halmnedmuldning i både vårhavre og vårbyg på bedriften. Hvis der ikke var halmnedmuldning i disse kornafgrøder, ville effekten på kulstofbalancen ved at skifte fra korn til kløvergræs være større.

For de direkte udledninger kommer den største effekt fra lattergasudledning (både direkte og indirekte fra ammoniakfordampning) ved tilførsel af gødning. Som det ses i øverste linje i tabel 6, betyder det mindskede input af gødnings-N en reduktion i udledningen på 38 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

### Scenarie 2: Samme kløverareal – Højere gødningseffekt

Der er gødsket efter at tildele den samme mængde udnyttet N som i nu-driften, derfor antages det, at udbytte vil være det samme. Ved at gøde med gødning med en højere udnyttelsesprocent er der sparet 5.375,4 kg total N. Det svarer til en besparelse i mængden af total N på 12,7 %.

I bilag 3 og 4 ses udskrift fra ESGreen Tool for dette scenarie uden og med kulstofbalance. I tabel 7 er resultaterne vist samlet. I tabel 7 er der udelukkende vist de klima-poster som påvirkes ved ændringer i sædskifte og gødningsplan.

**Tabel 7: Oversigt over klimaeffekter i scenarie 2 (ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter). Ændring ift. nu-driften er angivet i parentes.**

Klima-poster	Uden kulstofbalance	Med kulstofbalance
Lattergas fra gødning	191 (-26)	191 (-26)
Lattergas fra nitratudvaskning	83 (±0)	83 (±0)
Lattergas fra afgrøderester	115 (±0)	115 (±0)
Kulstofbalance - afgrøder med kulstofopbygning	-	-77 (±0)
Kulstofbalance – afgrøder med kulstofnedbrydning	-	240 (±0)
Kulstofbalance – organisk gødning	-	-52 (+89)
<b>Total</b>	<b>389 (-26)</b>	<b>500 (+63)</b>

Der er en klar effekt, når der kigges på resultatet uden kulstofbalance. Der er en mindsket udledning på 26 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

Al gødning er indsat som afgasset biomasse i dette scenarie.

Når vi medregner kulstofbalancen, er der en øget udledning på 63 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter. Det skyldes dels, at mængden af gødning og dermed kulstof fra gødningen er reduceret, og at der tilføres afgasset biomasse, som indeholder væsentligt mindre kulstof per kg N, end de organiske gødninger der anvendes i nu-driften. I dette scenarie er der desuden ikke nogen ændringer i sædskiftet, som bidrager til en øget kulstofopbygning.

### Scenarie 3: Mere kløvergræs & Højere gødningseffekt

Tilsvarende scenarie 1 fås en gødningsbesparelse på 7.504,6 kg total N, ved at ændre sædskiftet. Herudover, kommer der en besparelse på 4.545,5 kg total N ved at øge udnyttelsesprocenten. Det giver en total besparelse på 12.050,1 kg total N, som svarer til 28,5 %, sammenlignet med nu-driften. Da der ikke er ændret på mængden af udnyttet N der er tildelt til de enkelte afgrødetyper, antages det at udbytte vil være de samme som i nu-driften.

Udskrifterne fra ESGreen Tool for dette scenarie er vist i bilag 5 og 6 og effekterne er vist samlet i tabel 8. I tabel 8 er der udelukkende vist de klima-poster som påvirkes ved ændringer i sædskifte og gødningsplan.



**Tabel 8: Oversigt over klimaeffekter i scenarie 3 (ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter). Ændring ift. nu-driften er angivet i parentes.**

Klima-poster	Uden kulstofbalance	Med kulstofbalance
Lattergas fra gødning	157 (-60)	157 (-60)
Lattergas fra nitratudvaskning	80 (-1)	80 (-1)
Lattergas fra afgrøderester	120 (+21)	120 (+21)
Kulstofbalance - afgrøder med kulstofopbygning	-	-91 (-11)
Kulstofbalance – afgrøder med kulstofnedbrydning	-	217 (-12)
Kulstofbalance – organisk gødning	-	-43 (+98)
<b>Total</b>	<b>357 (-40)</b>	<b>440 (+35)</b>

Når man kigger på resultatet uden kulstofbalance, er der en meget klar positiv effekt ved at øge udnyttelsesgraden af gødningen og dermed mindske inputtet af total N (tabel 8). Den samlede klimaeffekt ved at mindske mængden af tilført gødnings-N er en mindsket udledning af lattergas fra gødningsudbringning og en indirekte mindsket udledning fra ammoniakfordampning. I alt mindskes udledningen med 40 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

Når vi ser på resultatet inklusive kulstofbalance (tabel 8), er der nu en netto merudledning af drivhusgasser på 35 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter ved implementering af tiltaget. Det skyldes at der tilføres afgasset biomasse, som indeholder væsentligt mindre kulstof per kg N, end de organiske gødninger der anvendes i nu-driften. Samtidig anvendes der en mindre mængde gødnings-N, som også resulterer i et mindsket input af kulstof fra organisk gødning. Da der i dette scenarie er mere kløvergræs i sædskiftet end i nu-driften øges kulstofinputtet fra denne kilde, men det er ikke nok til at kompensere for den reducerede mængde kulstof fra organisk gødning.

### **Kulstof i jord ved brug af biogasgødning**

I scenarie 2 og 3 er der beregnet en klimaeffekt for brugen af organisk gødning med en højere udnyttelsesprocent, som i dette tilfælde er afgasset og separeret biomasse. For begge scenarier kan det ses, at når vi medregner kulstofbalance, så ændrer tiltaget sig fra at have en mindsket udledning af drivhusgasser til at give en øget udledning. I ESGreen Tool-beregningen af kulstofbalance differentieres der ikke mellem forskellige gødningstyper i forhold til, hvor stabilt det tilførte kulstof er. I værktøjet regnes klimaeffekten af tilført kulstof fra afgrøderester og organisk gødning ved at antage at 9,7 % af det tilførte kulstof stadig vil være i jorden efter 100 år. Denne faktor blev foreslået af Petersen et al. (2013) [4] og er sidenhen blevet brugt i adskillige livscyklusvurderinger som inkluderer ændringer i jordens kulstofpulje, bl.a. Mogensen et al. (2014) [3] og Mogensen et al. (2018) [7].

Udfordringen ved denne metode er, at der ikke tages højde for hvor stabilt kulstoffet i det tilførte materiale er. Det er særligt en udfordring, når der regnes effekt ved tilførsel af afgasset biomasse, da man i afgasset biomasse har en meget højere andel stabilt kulstof, sammenlignet med andre typer organisk gødning. Dette skyldes at det labile kulstof er omsat til metan i biogasanlægget.

Thomsen et al. (2013) [6] har lavet en undersøgelse af forskellen i kulstoflagring mellem forskellige typer organisk materiale tilført jorden, hvor der blev sammenlignet med den oprindelige mængde af frisk plantemateriale. Her blev det fundet, at når man sammenlignede med en ens mængde frisk plantemateriale, var der kun en lille forskel i de forskellige materials potentiale til at lagre kulstof i jorden set i et langvarigt tidsperspektiv. En mindre tilførsel af labilt kulstof vil dog sandsynligvis have en betydning for jordens frugtbarhed set i et kortere tidsperspektiv, da det betyder en mindre mængde let omsætteligt kulstof som er til stede til mikroorganismene i jorden [6]. Effekten på jordens frugtbarhed må dog også forventes at afhænge af den øvrige tilførsel af organisk materiale og labilt kulstof til jorden. En høj tilførsel af halm samt kulstof fra efterafgrøder og kløvergræs, vil også have en effekt på jordens frugtbarhed.

## Størst klimaeffekt

Når vi sammenligner de tre scenarier, er det scenarie 3 der giver den største reduktion i udledningen af drivhusgasser, beregnet uden kulstofbalance (se tabel 9). Dette skyldes at vi i scenarie 3 har de positive effekter af både mere kløvergræs i sædskiftet, den reduktion i gødnings-N der følger med denne sædskifteændring og en reduktion i anvendt gødnings-N grundet en højere udnyttelse af gødningen.

**Tabel 9: Klimaeffekt af scenarier. Negative tal er mindsket udledning af drivhusgasser.**

	Nu-drift	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3
Udledning, uden kulstof (t CO <sub>2</sub> e)	2.154,4	2.136,2	2.128,4	2.114,1
Ændring ift. nu-drift, uden kulstof (t CO <sub>2</sub> e)	-	-18,2	-26	-40,3
% ændring ift. nu-drift, uden kulstof	-	-0,8	-1,2	-1,9
Udledning, inkl. kulstof (t CO <sub>2</sub> e)	2.176,5	2.160,8	2.239,2	2.211,7
Ændring ift. nu-drift, inkl. kulstof (t CO <sub>2</sub> e)	-	-15,7	62,7	35,2
% ændring ift. nu-drift, inkl. kulstof	-	-0,7	2,9	1,6

Kigger vi på beregningen inklusive kulstof, så er det kun scenarie 1 som giver en mindsket udledning. Som angivet ovenfor, må det dog formodes, at kulstofberegningen ved anvendelse af afgasset biomasse ikke er retvisende for klimaeffekten, og der er heller ikke regnet med, at den fraseparerede fiber tilbageføres til bedriften.

Den specifikke bedrift, der er brugt som case til beregningerne, har flere marker med lavbundsjord på sin bedrift, de såkaldte JB11-jorde. Disse står for en stor del af udledningen på bedriften. Hvis den procentvise effekt af de 3 scenarier beregnes uden bidraget fra JB11 jorde, er effekten henholdsvis -3,2 %, -4,6 % og -7,1 %, beregnet uden kulstofbalance. Inkluderer kulstofbalancen er effekten af de tre scenarier uden bidrag fra JB11 jorde henholdsvis -2,7 %, 10,7 % og 6 %.

## Øvrige klimaeffekter

Klimaeffekten ved implementeringen af dette system er beregnet for ét dyrkningsår. Dette betyder at der ikke er taget højde for, at der i de efterfølgende år vil være en lidt lavere kvælstofeffektivitet, fordi der efterlades mindre organisk kvælstof i jorden. Dette kan på længere sigt føre til lavere udbytter.

Når man leverer biomasse til biogasanlæg, så er der også en klimaeffekt ved at gassen kan erstatte fossile brændstoffer og dermed reducere CO<sub>2</sub> udledningerne fra energi. Denne klimagevinst er ikke taget med i disse beregninger, da klimagevinsten fra produktionen af biogas hører under energisektoren. Ikke desto mindre, så har det en effekt for den samlede udledning på nationalt plan, at der produceres biogas fra biomasse.

## Økonomiske konsekvenser

De økonomiske effekter på bedriftens økonomi er estimeret på følgende måde:

- Da det er forudsat, at der tilføres samme mængde udnyttet N pr. ha til de forskellige kvælstofkrævende afgrøder, regnes der med samme udbytter pr. ha som i nu-drift.
- I scenarierne 1 og 3 belastes økonomien med udgifter til at producere kløvergræsensilage samt manglende dækningsbidrag for det vårkorn, som kløvergræsset har fortrængt. På plussiden er der en salgsindtægt for kløvergræsensilage til biogasanlæg samt sparet indkøb og spredning af husdyrgødning.
- I scenarie 2 hvor der ikke dyrkes kløvergræs til biogas, er der blot ført en indtægt for sparet indkøb og spredning af husdyrgødning.

Da dækningsbidraget for kløvergræs til biogas er mindre end dækningsbidraget for de kornafgrøder kløvergræsset fortrænger giver det en nettoudgift for selve sædskifteændringen.

På gødningssiden er der en besparelse i mængden af gødning, der tilføres ejendommen. Det påvirker dels størrelsen på betaling for gødning og dels udbringningsomkostningerne. Gødningsprisen er helt afgørende for hvor stor den økonomiske effekt af gødningsbesparelsen ser ud.

Hidtil har bedriften kunnet modtage den gødning, der er brugt på bedriften, uden beregning.

For afgasset gødning er det også indtil videre typisk, at modtagerne ikke har betalt for gødningen, men kun for transporten fra biogasanlægget til bedriften og kun for de landmænd, der ikke er leverandører af gødning mv. til biogasanlægget.

I bilag 7 er vist en beregning af, hvordan bedriftens økonomi påvirkes i de tre scenarier under de givne prisforhold for gødning.

I alle tre scenarier er der et negativt økonomisk resultat fra -128.000 kr. i scenarie 1, voksende til -169.000 kr. i scenarie 2 og -215.700 kr. i scenarie 3.

Den første del af det økonomiske tab ligger i, at dækningsbidraget for kløvergræs til biogas er på 2.900 kr. pr. ha, mens dækningsbidraget for havren, der bliver erstattet med kløvergræs, ligger på 8.862 kr. Altså et tab på ca. 6.000 kr. pr. ha ekstra kløvergræs i sædskiftet. Kløvergræs til biogas er en mindre rentabel afgrøde, fordi biogasanlægget giver mindre for kløvergræsset, end hvis det bruges som foder, og dertil skal lægges en udgift for transport til biogasanlægget, som landmanden skal betale. Det giver et samlet tab på ca. 178.000 kr. for de 30 ha. Derfra kan så trækkes ca. 50.000 kr. i sparede udbringningsomkostninger, så resultatet bliver de -128.000 kr.

I scenarie 2, hvor al gødningen på bedriften erstattes med afgasset separeret gødning, skal der betales 25 kr. pr. ton gødning til transport fra biogasanlægget. Det bliver til et samlet tab på ca. -169.000 kr. når der er taget højde for, at der skal bruges mindre gødning end i scenarie 1.

I scenarie tre, er der dels tabet ved at skifte havre ud med kløvergræs som i scenarie 1, dels udgifter til transport af gødning som i scenarie 2. Gødningsudgiften er dog lavere, fordi gødningsbesparelsen er større og fordi bedriften i scenarie 3 leverer biomasse og derfor ikke skal betale transport af gødning svarende til det kvælstof, der er leveret med kløvergræsset. Samlet set giver det dog resultatet -215.700 kr.

Med de prisrelationer vil det ikke blive aktuelt at dyrke kløvergræs til biogas og skrive til biogavgødning for at opnå en klimaeffekt. Man kunne i scenarie 1 udnytte, at kløvergræsset giver plads til at tilføje mere gødning og stadig holde sig under 60 kg udnyttet N/ha i gennemsnit. Det ville kunne give et højere udbytte i kornmarkerne, og det vil kunne reducere underskuddet til -52.000 kr. Det er stadig ikke attraktivt, og samtidig forsvinder en stor del af klimaeffekten, fordi man så ikke har en reduktion i tilført gødning.

At der er så lidt økonomisk incitament til at skaffe klimaeffekt på den beskrevne måde er knyttet til den hidtidige praksis, at der har været gratis husdyrgødning til rådighed fra store husdyrbesætninger, der på grund af miljøreglerne har brug for at skaffe sig af med overskydende gødning.

Hvis man gør det tankeeksperiment, at husdyrgødning i fremtiden vil have en pris, der svarer til indholdet af næringsstoffer svarende til deres værdi i handelsgødning. Og hvis man samtidig antager, at biogasanlæggene kan levere afgasset gødning til en mindre pris pr. tons end prisen på husdyrgødning, fordi gasværdien i de leverede biomasser kan dække en del af omkostningerne, så bliver regnestykket for klimaindsatsen at dyrke kløvergræs til biogas og anvende afgasset gødning et helt andet.

I bilag 8 er de tre scenarier vist, hvor husdyrgødningen nu koster 132 kr. pr. ton ud fra en næringsstofpris på 23 kr. pr. kg kvælstof, 23 kr. pr. kg fosfor og 14 kr. pr. kg kalium, som anvendt i Farmtal Onlines budgetkalkuler for 2023. Det er samtidig antaget, at landmanden kan få afgasset gødning til en pris på 3/4 af prisen på husdyrgødning, når man ikke leverer biomasse til biogasanlægget som i scenarie 2, og når man er leverandør, kan man få det til halv pris for den del, der svarer til det kvælstof, man har leveret ind.

Med de forudsætninger vil klimaindsatsen kunne svare sig, idet scenarie 1 viser et plus på 178.000 kr., scenarie 2 et plus på 506.000 kr. og scenarie 3 et plus på 714.000 kr. Det skal dog bemærkes, at økonomien i nu-drift vil være belastet med en ekstra omkostning til gødning på ca. 1,5 mio. kr.

## Konklusion

Klimaberegningerne, foretaget med redskabet ESGreen Tool af de forskellige scenarier skitseret i denne rapport, viser, at de direkte drivhusgasemissioner kan mindskes ved at øge andelen af kløvergræs i sædskiftet og ved at øge udnyttelsen af den anvendte gødning i form af afgasset gødning. Det følger af, at der er en direkte sammenhæng mellem mængden af tilført kvælstof og udledningen af lat-tergas, derfor er det forventeligt at tiltag, der reducerer behovet for tilført gødnings-N, vil reducere emissionerne.

Beregningerne på denne bedrifts data har vist, at kombinationen af en større andel kløvergræs samtidig med anvendelsen af afgasset gødning giver den bedste effekt på klimaregnskabet. Dette understreger at det er vigtigt at man i landbruget implementerer flere tiltag i kombination, for at reducere emissionerne mest muligt.

De økonomiske beregninger viser til gengæld, at under de nuværende prisrelationer, er det forbundet med betydelige tab at gennemføre de beskrevne klimatiltag, og tabene stiger i scenarierne 2 og 3. Den økonomiske situation vil dog ændre sig til et økonomisk plus, hvis husdyrgødning får en kraftig prisstigning, og hvis biogasanlæggene kan afsætte afgasset gødning til en lavere pris på grund af gasindtægterne fra de leverede biomasser. I den situation kan den beskrevne klimaindsats give et økonomisk plus; men det vil være på basis af en ringere basisøkonomi for nu-drift på grund af den højere pris på husdyrgødning.

Det skal også huskes, at beregningerne er betinget af, at der er biogasanlæg i nærheden, der kan levere de nødvendige gødningsmængder.

Det er vigtigt, at man holder sig for øje, at den nuværende version af ESGreen Tool har en begrænsning i forhold til beregningen af kulstofbalance i relation til afgasset biomasse. Beregningsmetoden kan ikke tage højde for, at afgasset biomasse indeholder en højere andel stabilt kulstof sammenlignet med andre typer organisk gødning. For at belyse klimaeffekten ved ClimOptic systemet inklusive kulstofbalance er det derfor vigtigt, at man får forbedret beregningsmetoderne til at vurdere klimaeffekten fra kulstofbidraget fra afgasset biomasse. Hvor stor effekten på kulstofbalancen vil være, afhænger også meget af, hvilken type gødning der erstattes med afgasset biomasse.

I denne rapport er klimaeffekten ved implementering af ClimOptic gødning og dyrkning af kløvergræs til produktion af biogasgødning blevet belyst. Klima er ét element når vi taler bæredygtighed. For at belyse bæredygtigheden skal der også belyses andre miljømæssige effekter, samt sociale og økonomiske effekter.



## Referencer

- [1] Innovationscenter for Økologisk Landbrug & SEGES Innovation (2021): ClimOptic-gødnin-ger; Mere effektive gødnin-ger fra biogasanlæg til økologer og andre jordbrugere.
- [2] Vejledning om gødsknings- og harmoniregler for planperioden 2022/2023. Link: [Vejledning om gødsknings- og harmoniregler - Landbrugsstyrelsen \(lbst.dk\)](#)
- [3] Mogensen, L.; Kristensen, T.; Nguyen, T. L. T.; Knudsen, M. T. & Hermansen, J. E. (2014): Method for calculating carbon footprint of cattle feeds – including contribution from soil carbon changes and use of cattle manure. Journal of Cleaner Production, 73, pp. 40-51.
- [4] Petersen, B. M.; Knudsen, M. T.; Hermansen, J. E. & Halberg, N. (2013): An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments. Journal of Cleaner Production, 52, pp. 217-224.

- [5] IPCC (2006): Guidelines for national greenhouse gas inventories. Chapter 11: N<sub>2</sub>O emissions from managed soils, and CO<sub>2</sub> emissions from lime and urea application.
- [6] Thomsen, I. K.; Olesen, J. E.; Møller, H. B.; Sørensen, P. & Christensen, B. T. (2013): Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces. *Soil Biology and Biochemistry*, 58, pp. 82-87.
- [7] Mogensen, L.; Knudsen, M. T.; Dorca-Preda, T.; Nielsen, N. I.; Kristensen, I. S. & Kristensen, T. (2018): Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg – metode og tabelværdier. DCA rapport 116.

# Bilag 1:





Scenarie 1 – uden kulstofbalance. Udklip fra ESGreen Tool.

Klimaaftryk med energi, import og eksport	Standard / overført ton CO <sub>2</sub> e	Bedriftens tal ton CO <sub>2</sub> e	Fremtidsscenerier ton CO <sub>2</sub> e (ændringer)	
<b>Samlet udledning for bedriften</b>	<b>2.190,3</b>	<b>2.154,4</b>	<b>2.118,9</b>	<b>(-35.5)</b>
<b>Mark</b>	<b>2.059</b>	<b>2.002</b> 	<b>1.966</b>	<b>(-35.5)</b> 
Husdyrgødning mark	189	214	176	(-38.1)
Anden organisk gødning mark	50	0	0	-
^ Husdyrgødning afgræsning	0	3	3	-
Malkekøer	-	-	-	-
Opdræt 0-6 mdr.	0	0	0	-
Opdræt 6 mdr. - kælving	0	3	3	-
Tyre 0-6 mdr.	-	-	-	-
Tyre 6 mdr. - slagtning	-	-	-	-
Organogene jorde 	1.588	1.588	1.588	-
Kalkning	40	0	0	-
Nitratudvaskning	83	83	80	(-2.7)
Afgørderester	109	115	120	(+5.4)






## Bilag 2:

Scenarie 1 – inklusive kulstofbalance. Udklip fra ESGreen Tool.

Klimaaftryk med energi, import og eksport	Standard / overført ton CO <sub>2</sub> e	Bedriftens tal ton CO <sub>2</sub> e	Fremtidsscenarier ton CO <sub>2</sub> e (ændringer)	
<b>Samlet udledning for bedriften</b>	<b>2.032,7</b>	<b>2.176,5</b>	<b>2.129,2</b>	<b>(-47.3)</b>
<b>Mark</b>	<b>2.059</b>	<b>2.002</b> 	<b>1.966</b>	<b>(-35.5)</b> 
Husdyrgødning mark	189	214	176	(-38.1)
Anden organisk gødning mark	50	0	0	-
<sup>^</sup> Husdyrgødning afgræsning	0	3	3	-
Malkekøer	-	-	-	-
Opdræt 0-6 mdr.	0	0	0	-
Opdræt 6 mdr. - kælving	0	3	3	-
Tyre 0-6 mdr.	-	-	-	-
Tyre 6 mdr. - slagtning	-	-	-	-
Organogene jorde 	1.588	1.588	1.588	-
Kalkning	40	0	0	-
Nitratudvaskning	83	83	80	(-2.7)
Afgørderester	109	115	120	(+5.4)
<b>Mark, kulstofbalance </b>	<b>-158</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>(-11.8)</b>
Afgørder med kulstofopbygning	-89	-77	-91	(-13.6)
Afgørder med kulstof nedbrydning	293	240	217	(-23.3)
Kulstofopbygning organisk gødning	-362	-141	-116	(+25.1)




## Bilag 3:

Scenarie 2 – uden kulstofbalance. Udklip fra ESGreen Tool.

Klimaaftryk med energi, import og eksport	Standard / overført ton CO <sub>2</sub> e	Bedriftens tal ton CO <sub>2</sub> e		Fremtidsscenarier ton CO <sub>2</sub> e (ændringer)	
<b>Samlet udledning for bedriften</b>	<b>2.190,3</b>	<b>2.154,4</b>		<b>2.128,4</b>	<b>(-25.9)</b>
<b>Mark</b>	<b>2.059</b>	<b>2.002</b>	 <b>Data</b>	<b>1.976</b>	<b>(-25.9)</b>  <b>Scenarier</b>
Husdyrgødning mark	189	214		188	(-25.9)
Anden organisk gødning mark	50	0		0	-
<sup>^</sup> Husdyrgødning afgræsning	0	3		3	-
Malkekøer	-	-		-	-
Opdræt 0-6 mdr.	0	0		0	-
Opdræt 6 mdr. - kælvning	0	3		3	-
Tyre 0-6 mdr.	-	-		-	-
Tyre 6 mdr. - slagtning	-	-		-	-
Organogene jorde 	1.588	1.588		1.588	-
Kalkning	40	0		0	-
Nitratudvaskning	83	83		83	-
Afgroederester	109	115		115	-




## Bilag 4:

Scenarie 2 – inklusive kulstofbalance. Udklip fra ESGreen Tool.

Klimaaftryk <b>med</b> energi, import og eksport	Standard / overført ton CO <sub>2</sub> e	Bedriftens tal ton CO <sub>2</sub> e		Fremtidsscenarier ton CO <sub>2</sub> e (ændringer)	
<b>Samlet udledning for bedriften</b>	<b>2.032,7</b>	<b>2.176,5</b>		<b>2.239,2</b>	<b>(+62.6)</b>
<b>Mark</b>	<b>2.059</b>	<b>2.002</b>	 <b>Data</b>	<b>1.976</b>	<b>(-25.9)</b>
Husdyrgødning mark	189	214		188	(-25.9)
Anden organisk gødning mark	50	0		0	-
<sup>^</sup> Husdyrgødning afgræsning	0	3		3	-
Malkekøer	-	-		-	-
Opdræt 0-6 mdr.	0	0		0	-
Opdræt 6 mdr. - kælvning	0	3		3	-
Tyre 0-6 mdr.	-	-		-	-
Tyre 6 mdr. - slagtning	-	-		-	-
Organogene jorde 	1.588	1.588		1.588	-
Kalkning	40	0		0	-
Nitratudvaskning	83	83		83	-
Afgørderester	109	115		115	-
<b>Mark, kulstofbalance </b>	<b>-158</b>	<b>22</b>		<b>111</b>	<b>(+88.6)</b>
Afgørder med kulstofopbygning	-89	-77		-77	-
Afgørder med kulstof nedbrydning	293	240		240	-
Kulstofopbygning organisk gødning	-362	-141		-52	(+88.6)





## Bilag 5:

Scenarie 3 – uden kulstofbalance. Udklip fra ESGreen Tool.

Klimaaftryk med energi, import og eksport	Standard / overført ton CO <sub>2</sub> e	Bedriftens tal ton CO <sub>2</sub> e	Fremtidsscenarier ton CO <sub>2</sub> e (ændringer)	
<b>Samlet udledning for bedriften</b>	<b>2.190,3</b>	<b>2.154,4</b>	<b>2.096,8</b>	<b>(-57.5)</b>
<b>Mark</b>	<b>2.059</b>	<b>2.002</b> 	<b>1.944</b>	<b>(-57.5)</b> 
Husdyrgødning mark	189	214	154	(-60.2)
Anden organisk gødning mark	50	0	0	-
^ Husdyrgødning afgræsning	0	3	3	-
Malkekøer	-	-	-	-
Opdræt 0-6 mdr.	0	0	0	-
Opdræt 6 mdr. - kælving	0	3	3	-
Tyre 0-6 mdr.	-	-	-	-
Tyre 6 mdr. - slagtning	-	-	-	-
Organogene jorde 	1.588	1.588	1.588	-
Kalkning	40	0	0	-
Nitratudvaskning	83	83	80	(-2.7)
Afgroederester	109	115	120	(+5.4)

## Bilag 6:

Scenarie 3 – inklusive kulstofbalance. Udklip fra ESGreen Tool.

Klimaaftryk <b>med</b> energi, import og eksport	Standard / overført ton CO <sub>2</sub> e	Bedriftens tal ton CO <sub>2</sub> e	Fremtidsscenarier ton CO <sub>2</sub> e (ændringer)
<b>Samlet udledning for bedriften</b>	<b>2.032,7</b>	<b>2.176,5</b>	<b>2.180,2 (+3.6)</b>
<b>Mark</b>	<b>2.059</b>	<b>2.002</b>  <b>Data</b>	<b>1.944 (-57.5)</b>  <b>Scenarier</b>
Husdyrgødning mark	189	214	154 (-60.2)
Anden organisk gødning mark	50	0	0 -
^ Husdyrgødning afgræsning	0	3	3 -
Malkekøer	-	-	- -
Opdræt 0-6 mdr.	0	0	0 -
Opdræt 6 mdr. - kælvning	0	3	3 -
Tyre 0-6 mdr.	-	-	- -
Tyre 6 mdr. - slagting	-	-	- -
Organogene jorde 	1.588	1.588	1.588 -
Kalkning	40	0	0 -
Nitratudvaskning	83	83	80 (-2.7)
Afgørderester	109	115	120 (+5.4)
<b>Mark, kulstofbalance </b>	<b>-158</b>	<b>22</b>	<b>83 (+61.2)</b>
Afgørder med kulstofopbygning	-89	-77	-91 (-13.6)
Afgørder med kulstof nedbrydning	293	240	217 (-23.3)
Kulstofopbygning organisk gødning	-362	-141	-43 (+98.1)

# RAPPORT

## Bilag 7:

### Økonomikalkule for scenarie 1 – 3. Aktuelle gødningspriser

#### Økonomisk overslag - ClimOptic-systemet

Tre scenarier for case-bedrift. - Aktuelle gødningspriser

##### Scenarie 1

+ 30 ha kløvergræs

	Enheder	I alt (kr.)
Udgift til kløverdyrkning	30	210.156
Manglende DB - Havre	30	265.860
Indkøb af gødning		0
Udgifter i alt		476.016
Indtægt kløvermarker	30	297.660
Sparet udbringning	1.668	50.040
Indtægt og besparelser		347.700

##### Resultat

**-128.316**

##### Scenarie 2

+ afgasset gødning

	Enheder	I alt (kr.)
Indkøb af gødning		204.739
Udgifter i alt		204.739
Sparet udbringning	1.195	35.840
Indtægt og besparelser		35.840

##### Resultat

**-168.899**

##### Scenarie 3

+ kløvergræs og afgasset gødning

	Enheder	I alt (kr.)
Udgift til kløverdyrkning	30	210.156
Manglende DB - Havre	30	265.860
Indkøb af gødning		117.656
Udgifter i alt		476.016
Indtægt kløvermarker	30	297.660
Sparet udbringning	2.678	80.340
Indtægt og besparelser		378.000

##### Resultat

**-215.672**

#### Prisforudsætninger

Kløvergræsensilage leveret på anlæg	310 kr./ ton
Havre	2,8 kr./ kg
Husdyrgødning	0 kr./ ton
Biogasgødning	0 kr./ ton
Udbringning af gødning	30 kr./ ton

Biogasgødning (transport) 25 kr./ ton

Biogasgødning (transport) 18 kr./ ton



## Bilag 8:

### Økonomikalkule for scenarie 1 – 3. Ændrede gødningspriser

#### Økonomisk overslag - ClimOptic-systemet

Tre scenarier for case-bedrift. - Tænkte fremtidspriser for gødning.

Scenarie 1 + 30 ha kløvergræs			Scenarie 2 +afgasset gødning		Scenarie 3 + kløvergræs og afgasset gødning		
	Enheder	I alt (kr.)			Enheder	I alt (kr.)	
Udgift til kløverdyrkning	30	210.156			Udgift til kløverdyrkning	30	210.156
Manglende DB - Havre	30	180.360			Manglende DB - Havre	30	180.360
			Gødningsudgift før	1.524.936			
Udgifter i alt		390.516			Udgifter i alt		390.516
Indtægt kløvermarker	30	297.660			Indtægt kløvermarker	30	297.660
Sparet gødning	1.668	271.050	Gødningsudgift efter	1.018.576	Ændret gødningsudgift		807.100
Indtægt og besparelser		568.710			Indtægt og besparelser		1.104.760
<b>Resultat</b>		<b>178.194</b>	<b>Resultat</b>	<b>506.360</b>	<b>Resultat</b>		<b>714.244</b>

#### Prisforudsætninger

Kløvergræsensilage leveret på anlæg	310	kr. / ton						
Vårkorn	2,8	kr. / kg						
Havre	2,8	kr./kg						
Husdyrgødning	132,5	kr./ ton	Biogasgødning inkl. transport	124	kr./ ton	Biogasgødning inkl. transport	107	kr./ ton
Udbringning af gødning	30	kr./ ton						