Innovationscenter for Økologisk Landbrug

RAPPORT

Maj 2025

Klimaberegninger af elefantgræs

Miscanthus Giganteus

Vurdering af elefantgræs som alternativ afgrøde på landbrugsjord i Aarhus kommune



Foto: Lotte Buch, StrawTech

Kontakt:

Julie Henriksen, Innovationscenter for økologisk landbrug
Mailadresse: jcsh@icoel.dk, Mobil: 29394648

Indhold

Sammendrag 2
Introduktion til opgaven 3
Baggrund 3
Dyrkning af elefantgræs i Danmark 3
Metodevalg og systemafgrænsning 4
Flowdiagram over klimaaftrykket fra elefantgræs 5
Scenarieberegninger 8
Resultater og diskussion 8
Potentialer ved elefantgræs som produkt til videre forarbejdning 9
Afledte effekter ved dyrkning af elefantgræs 12
Konklusion 13
Referencer 14

Sammendrag

Denne rapport vurderer potentialet for dyrkning af elefantgræs (Miscanthus giganteus) som en flerårig afgrøde på landbrugsjord i Aarhus Kommune, med særligt fokus på klimaeffekter som drivhusgasudledninger og kulstoflagring. Undersøgelsen er udført i samarbejde med virksomheden StrawTech, der har praktisk erfaring med elefantgræs fra Salling og Holstebro, og som etablerer elefantgræs på et 13 ha stort areal ved Hørret i april 2025.

Der er anvendt livscyklusanalyse med fokus på cradle-to-field gate, hvor både direkte og indirekte emissioner fra markdrift samt kulstoflagring i jorden er håndteret. Fire scenarier er analyseret baseret på kombinationer af konventionel/økologisk etablering og to forskellige høstmetoder. Resultaterne viser, at alle scenarier har et negativt klimaaftryk, dvs. at dyrkningen medfører mere kulstoflagring end udledning. Den mest klimavenlige løsning er konventionel etablering med høst i bigballer grundet lavere dieselforbrug, men alle scenarier giver positivt bidrag af kulstof til jorden, og forskellene er minimale.

Rapporten belyser også mulige anvendelser af elefantgræs til bioenergi, byggematerialer og strøelse. Det fremhæves, at produktets klimaaftryk i høj grad vil afhænge af efterfølgende forarbejdning og anvendelse. Det anbefales at afledte effekter som forbedret jordsundhed, lav kvælstofudvaskning og øget biodiversitet inddrages i ift. beslutninger om etableringsmetode ved fremtidig etablering af marker med elefantgræs. Konklusionen er, at elefantgræs har et betydeligt klimamæssigt og miljømæssigt potentiale som alternativ afgrøde i kommunens klimatiltag og landbrugsudvikling.

Introduktion til opgaven

Efter aftale med Århus kommune er et specifikt areal og landbrug udvalgt til at beregne potentialet ved dyrkning af elefantgræs som alternativ til andet landbrugsjord i omdrift.

I Danmark dyrkes primært to typer elefantgræs: Miscanthus giganteus og Miscanthus sinensis. *Miscanthus giganteus* er kendt for sin kraftige vækst (op til 3–4 meter) og høje biomasseudbytte. Den formeres vegetativt via rodstiklinger og bruges hovedsageligt til energiproduktion. *Miscanthus sinensis* er typisk 1,5–2,5 meter, og dyrkes mest til tækkemateriale. I denne rapport omtales hovedsageligt Michantus *giganteus*, som benævnes som elefantgræs i resten af gennemgangen.

Rapporten udarbejdes i samarbejde med firmaet StrawTech, der har tidligere erfaringer med dyrkning af elefantgræs ved Salling og Holstebro. Første etablering af elefantgræs i virksomheden StrawTech var tilbage i 2019 i Salling ved Thise. Efterfølgende er der etableret yderligere areal i 2022 ved Thise, og i 2024 ved Holstebro. StrawTech lejer et areal på 13 ha ved Hørret i Aarhus kommune, hvor planen er at etablere elefantgræs i april 2025, som et klimatiltag og en forretningsmulighed. Da elefantgræs som dansk afgrøde er relativt nyt og en nicheproduktion, vil der forventeligt være et begrænset datagrundlag for klimaberegningen [10].

Opgavens indhold afstemt med Aarhus kommune og StrawTech, og dækker følgende:

- En klimaberegning af elefantgræs som flerårig afgrøde på tidligere omdriftsjord
- Beskrivelse af metodevalg, systemafgrænsning og impact-kategorier
- Undersøgelse af databaser og litteratur ift. datahåndtering inkl. dataforbehold
- Scenarieberegninger, hvor økologisk og konventionel etablering sammenlignes
- Beskrivelse af de potentialer, der findes ved elefantgræs som produkt til videre forarbejdning
- Kvalitativ benchmark til lignende produkter
- Beskrivelse af eventuelle afledte effekter

Baggrund

I 2024 blev der indberettet 170 ha hektar med elefantgræs (begge arter), som modtog hektartilskud (jf. Landbrugsstyrelsen). Flerårige energiafgrøder som pil, poppel og elefantgræs kan bidrage med biomasse til energiproduktion, strøelse til husdyr, ensilage, byggematerialer og til biogasproduktion. Derudover kan disse afgrøder plantes i områder med behov for at reducere nitratudvaskningen til vandmiljøet for at opfylde kravene i EU's Vandrammedirektiv. Elefantgræs har en forventet levetid på min. 20 år.

Planten kan danne rødder ned til 2,5 meters dybde, men størstedelen af kulstoflagringen sker i jordens øverste lag [14]. Derudover opbygges der også kulstof i biomassen over jorden. Elefantgræs er en robust afgrøde, der kan klare klimaekstremt vejr, og kan dyrkes på både sand- og lerjord. Elefantgræs har yderligere den evne, at planterne opsamler stort set alt kvælstof fra jorden, hvilket gør planten interessant i forbindelse med beskyttelse af vandmiljøet [9]. På trods af dets potentiale dyrkes elefantgræs i dag kun i meget begrænset omfang i dansk landbrug [2, 8].

Dyrkning af elefantgræs i Danmark

Elefantgræs er en flerårig afgrøde, der typisk kræver minimal ukrudtsbekæmpelse efter etableringsfasen. I de første 1-2 år, mens planten etablerer sig, er det nødvendigt at kontrollere ukrudt for at sikre optimal vækst enten med herbicider eller ved mekanisk bekæmpelse. Efter denne periode danner

elefantgræs en tæt vegetation, der effektivt undertrykker ukrudt, hvilket reducerer behovet for yderligere ukrudtsbekæmpelse.

Elefantgræs plantes i april-maj i en klargjort mark, som er fri for ukrudt som kvikgræs og andet flerårigt ukrudt. I etableringsåret konkurrerer græsser og frøukrudt med elefantgræsset, da tilvæksten det første år er begrænset. Det anbefales ikke at tilføre gødning i etableringsåret, da det fremmer ukrudt frem for elefantgræsset. Hvis der i de efterfølgende år er behov for gødskning, skal det ske i april/maj måned [9].

Arealets historik og jordtype

Arealet, som vurderes i indeværende rapport, ligger ved Hørret i Aarhus kommune. Arealet er på 13 ha, og der er planlagt etablering af elefantgræs i april 2025. Arealet har tidligere været en del af et almindeligt sædskifte med kløvergræs til ensilering og korn i et 2-årigt interval. Arealet ligger på jordbundstype 6, hvilket svarer til svær lerjord. De andre arealer i Salling og ved Holstebro, hvor elefantgræsmarkerne er etableret, ligger på mere sandede jorde med jordtyperne 1-4.

Jordtypen har betydning for forskellige faktorer omkring etablering og høst, hvor humusjord har størst udbytte af alle jordtyper, men kun hvis jorden er veldrænet, hvilket ikke er optimalt ift. drivhusgasudledninger fra lavbundsområder. Udbytter på sandet jord og lerjord forventes at ligge på samme niveau. Tilvækstraten er højere på lerjord end på sandet jord, til gengæld starter væksten senere på lerjord. Derudover er elefantgræs på lerjord mere sårbar overfor nattefrost i etableringsfasen [9,12]. Disse forskelle påvirker ikke klimaberegningen, men kan være relevante at tage højde for ved etablering af elefantgræsmarkerne i Aarhus kommune.



Foto: StrawTech. Billede af høst af elefantgræs.

Metodevalg og systemafgrænsning

Beregningen af elefantgræs som alternativ landbrugsafgrøde udføres ved brug af en livscyklusanalyse (LCA), hvor impact-kategorierne drivhusgasudledninger og kulstoflagring inddrages. Impact på andre bæredygtighedsfaktorer inddrages ikke som beregning, men beskrives hvis relevant i afsnittet *Afledte effekter ved dyrkning af elefantgræs*.

Ved beregning af klimaaftrykket inkl. potentiel kulstoflagring ved produktion af elefantgræs skal den funktionelle enhed og systemafgræsningen defineres. Denne definition er afgørende for, hvilke data der skal findes og medtages i beregningen. Der fokuseres på den effekt dyrkningen af elefantgræs har på kulstof i jorden. Kulstof i selve det høstede materiale omtales derudover under sammenligningen med andre relevante produkter.

Definition af funktionelle enheder:

- Kg CO_2e inkl. kulstoflagring i jord pr. kg produkt af høstet elefantgræs
- Kg CO_2e inkl. kulstoflagring pr. hektar pr. år ved høstklar afgrøde

Definition af systemafgræsningen:

Der beregnes på et cradle to field gate system, hvor tilførsel til marken ved etablering medregnes indtil produktet er færdigsnittet på marken, og relevante indirekte påvirkninger ved produktionen. Det fremgår af flowdiagrammet (Figur 1), hvilke indirekte faktorer der medregnes. Denne LCA dækker ikke transport af elefantgræs til videre forarbejdning eller brug. Dette vurderes kvalitativ ift. relevante hotspots under afsnittet *Potentialer ved elefantgræs som produkt til videre forarbejdning*.

Omregning til CO_2-ækvivalenter:

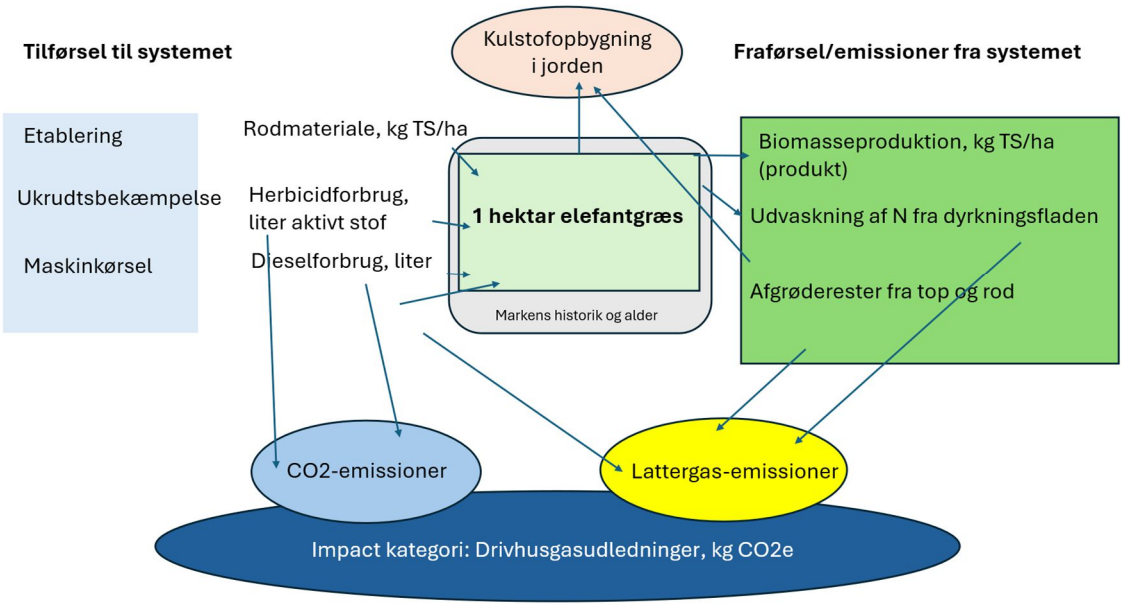
I livscyklussen af elefantgræsset udledes både CO_2 og lattergas, og der lagres kulstof. Dette skal omregnes til en fælles enhed i CO_2e, som beregnes ud fra IPCC-guidelines 2019, hvor omregningsfaktorerne (GWP = global warming potential) er følgende ud fra et 100-årigt tidsperspektiv:

1 kg CO_2 = 1 kg CO_2-ækvivalenter = CO_2e 1 kg Metan = 25 kg CO_2e, 1 kg Lattergas = 265 CO_2e, 1 kg Kulstof i jord = 3,7 kg CO_2e i atmosfæren[7].

Flowdiagram over klimaaftrykket fra elefantgræs

Følgende faktorer opdelt i 4 hovedkategorier tages med i en livscyklusberegning såfremt relevant og bedriftsspecifikt data er tilgængeligt:

1. Råmaterialer og input
   - Produktion af frø eller rodstiklinger (rhizomer)
   - Produktion af pesticider
2. Etablering af elefantgræsmarken
   - Dieselforbrug ved jordbearbejdning
   - Ukrudtsbekæmpelse (herbicider eller mekanisk rensning)
3. Dyrkningsfase (typisk 15-25 år)
   - Vanding (hvis nødvendigt)
   - Gødskning (hvis nødvendigt)
4. Høst og lagring
   - Dieselforbrug ved høst og opsamling
   - Dieselforbrug ved transport af biomasse til markkanten ("field gate")
   - Eventuel tørring og lagring på marken



Figur 1: Flowdiagram over tilførsel, fraførsel, kulstoflagring og emissioner ifm. dyrkning af elefantgræs.

Et metodestudie fra 2021 har vist, at de 5 mest betydende faktorer for beregning af klimaaftrykket for produktion af elefantgræs på markniveau er kulstoflagring, udbytteniveau, varighed af dyrkningsperiode og mængde tilført kvælstof og kalium via gødningstildelingen [10]. Yderligere udpeges især kulstoflagring og lattergasudledning i litteraturen til at være mest afgørende for det beregnede resultat [1].

I indeværende rapport, baseret på den konkrete etablering af elefantgræs på et areal i Århus, vil de største effekter på resultatet være kulstoflagring og dieselforbrug, da der i det konkrete scenarie, ikke gødes i dyrkningsperioden. Denne antagelse er baseret på erfaringerne fra de allerede etablerede arealer ved Thise og Holstebro. I bilag 1 kan alle de nedenstående data og beregninger tilgås.

Nedenstående datakategorier illustreret i flowdiagrammet (Figur 1) inddrages på følgende vis:

Markhistorik

Arealets tidligere brug som omdriftsmarker med kløvergræs og korn og bedriftens jordtype indgår som en del af grundlagte for antagelser omkring dyrkning og udbytteniveau.

Grundet jordbundstypen og baseret på de tidligere erfaringer fra arealerne i Salling og ved Holstebro, så antages der et udbytte pr. år fra 9.000 til 11.000 kg TS/ha. Der regnes derfor med et gennemsnitligt udbytte på 10.000 kg TS/ha/år. Der høstes hvert år undtagen i det første etableringsår, og elefantgræssets levealder forventes at være på min. 20 år.

Etablering af plantemateriale

Klimaaftrykket fra selve plantematerialet (rhizomerne) inkluderes ikke i denne LCA, da der ikke findes pålideligt data for klimaaftrykket fra rodmateriale af elefantgræs, der flyttes til et andet areal. Hvis dette kunne estimeres, ville det samtidig være det samme værdi ved både konventionel og økologisk etablering af rhizomer.

Samlet dieselforbrug ved etablering, dyrkning og høst

Det samlede dieselforbrug estimeres ud fra de enkelte maskinhandlinger inkl. maskinhandlinger vedrørende udbringning af herbicider under de tre faser af dyrkningen. Det samlede dieselforbrug omregnes efterfølgende til CO_2e/ha/år.

- Maskinkørsel ved etablering
- Maskinkørsel ved dyrkning
- Maskinkørsel ved høst

Der arbejdes med to forskellige høstmuligheder:

Høst 1 = Elefantgræsset snittes og transporteres i vogn af traktor. Det snittede græs køres på lager.

Høst 2 = Elefantgræsset skårlægges og rives sammen. Herefter presses det til bigballer. Bigballerne køres på lager.

De forskellige markhandlinger omregnes til liter diesel forbrugt [11]. Dieselolie bliver opgjort i liter/år, og emissionen i kg CO_2e/år fra dieselforbruget beregnes ud fra en EF på 2,626 pr. liter diesel beregnet ud fra en vægtfylde på 0,83 pr. liter diesel [6].

Se bilag 1 (vedlagt excelark) for opgørelse over alle markhandlingerne.

Samlet pesticidforbrug inkl. produktion af pesticider

Mængden af tildelte herbicider bestemmes for de beregnede scenarier baseret på bedriftsspecifikke erfaringer. Det forventes, at der skal bruges RoundUp ved etablering af såbed, og Callisto årligt mod ukrudt i etableringssperioden.

- Forbrug af RoundUp ved etablering: 4liter/ha to gange i etableringsåret
- Forbrug af Callisto under dyrkning 0,3 kg/ha/år i år 1 og 2 (etableringsfasen).

Der er begrænset data på de enkelte pesticidtyper, hvormed der bruges en gennemsnitsværdi for klimaaftrykket fra produktionen af herbicider på 22 kg CO_2e/kg produkt [3,4].

Udvaskning fra marken via gødskning

Flerårige afgrøder som elefantgræs bidrager til en lav kvælstofudvaskning pga. det permanente og dybe rodnet. Det antages, at udvaskning fra marker med elefantgræs er uafhængig af om produktionen er tiltænkt energi, byggematerialer eller andet, da dette først har effekter på klimaaftrykket senere i forarbejdningskæden. Selv ved tilførsel af gødning til elefantgræs antages en meget lav udvaskning fra marken [5]. Der vil dog altid være en mindre andel, der udvaskes selv fra ikkedyrkede arealer, på ca. 12 kg N/ha/år. Dette vil gælde for alle de beregnede scenarier. I indeværende rapport sættes udvaskningen til 0, da der ikke forventes, at der er behov for gødskning og da merudvaskningen fra arealet ift. et naturareal er 0.

Lattergas fra afgrøderester

Flerårige afgrøder som elefantgræs vil have lavere udledning af lattergas fra afgrøderester end enårige afgrøder, da marken ikke pløjes om årligt, og udledningen af lattergas derfor fordeles hen over hele planternes levetid på min. 20 år [5]. Med kornproduktion som referencestandard (direkte og indirekte udledninger fra planterester) udregnes udvaskningen fra produktion af elefantgræs som en procentandel af det forventede niveau af kg N/ha/år fra planterester. Det antages derfor, at kg N fra planterester ved produktion af elefantgræs ligger på 49 kg N/ha/år, hvilket svarer til 70% af udledningen fra planterester ved korndyrkning [5].

Kulstoflagring i dyrkningsjorden

Ifølge Rehbein et al, så er den årlig tilførselsrate af kulstof for elefantgræs vurderet til at ligge mellem 1,8 og 3,9 kg C/ha. Den rene effekt fra elefantgræssets rødder ligger på 1,8 kg C/ha, og den resterende effekt kan ikke forklares fuldstændig, men er påvirket at gødningstilførslen. Da der i indeværende scenarie ikke gødskes, indsættes den lave værdi for kulstofraten ved dyrkning af elefantgræs for at sikre, at kulstoftilførslen ikke overestimeres [8, 14].

Scenarieberegninger

Virksomheden StrawTech har som nævnt erfaringer med etablering af elefantgræs fra flere andre arealer, hvor tilgangen på disse arealer har været en konventionel etablering uden yderligere behov for input af gødning de efterfølgende min. 20 år, som afgrøden kan forventes at leve. Derfor er det et oplagt scenarie at beregne forskellen på klimaaftrykket ved konventionel og økologiske etablering. Her vil de mest afgørende faktorer for resultatet være det samlede dieselforbrug for hvert scenarie og klimaaftrykket fra brugen af herbicider, da forskellen ved de to etableringsmetoder er brugen af pesticider og type og antal af markhandlinger. Brugen af herbicider og jordbehandling kan have andre effekter på eksempelvis biodiversitet, jordsundhed og drikkevand, som diskuteres under afsnittet *Afledte effekter ved dyrkning af elefantgræs*.

I flowdiagrammet (Figur 1) betyder det, at datainputtet under tilførsel til systemet ift. ukrudtsbekæmpelse og maskinkørsel vil variere mellem de to etableringsscenarier. Det antages at biomasseproduktionen er ens for de to scenarier, og derfor også lattergasudledningen fra afgrøderester og kulstoflagringen via rødderne. I bilag 1 kan alle data og beregninger for begge scenarier tilgås.

Udover de to etableringsscenarier, så beregnes der yderligere to høstscenarier, hvormed vi ender med resultater for 4 forskellige scenarier med følgende titler:

1. Konventionel etablering – Høst1
2. Konventionel etablering – Høst2
3. Økologisk etablering – Høst1
4. Økologisk etablering – Høst2

Høstmetoden er bestemmende for hvilke typer produkter, der efterfølgende kan produceres af elefantgræsset. Resultaterne præsenteres både pr. kg produkt og pr. hektar.

Resultater og diskussion

Resultaterne for de 4 scenarier er vist i Tabel 1. Det ses, at forskellene på de 4 scenarier er små. Kulstofandelen inkluderet i denne beregning er kulstofbidraget til jorden, da kulstofindholdet i biomassen over jorden vil afhænge af, hvad elefantgræsset bruges til efter høst. Klimaaftrykket pr. ha inkl. kulstoflagring ligger på en årlig tilførsel svarende til 6,3-6,4 ton CO_2e. Dette bliver for hele arealet ved Århus på en årlig tilførsel svarende til 82,3 – 83,2 ton CO_2e. Scenariet konventionel etablering med høst2-metoden, har det laveste klimaaftryk pga. af et lavere dieselforbrug fra de samlede markaktiviteter.

Resultaterne pr. kg produkt (kg TS) viser tilsvarende, at scenariet konventionel etablering med høst2-metoden har det laveste klimaaftryk med en tilførsel svarende til 0,640 kg CO_2e inkl. kulstof. Høst2-metoden ligger bedst for både konventionel og økologisk etablering.

Resultaterne for alle 4 scenarier tilfører alle mere kulstof end der udledes, og forskellene er minimale.

Resultaterne pr. kg produkt ligger lavere (mere kulstoftilførsel til jorden) end hvad der kan findes i litteraturen [2], hvilket formentlig kan forklares med, at der i indeværende scenarier ikke tilføres gødning.

Tabel 1: Oversigt over resultaterne pr. ha, pr. kg TS og for totalt areal for de 4 valgte scenarier.

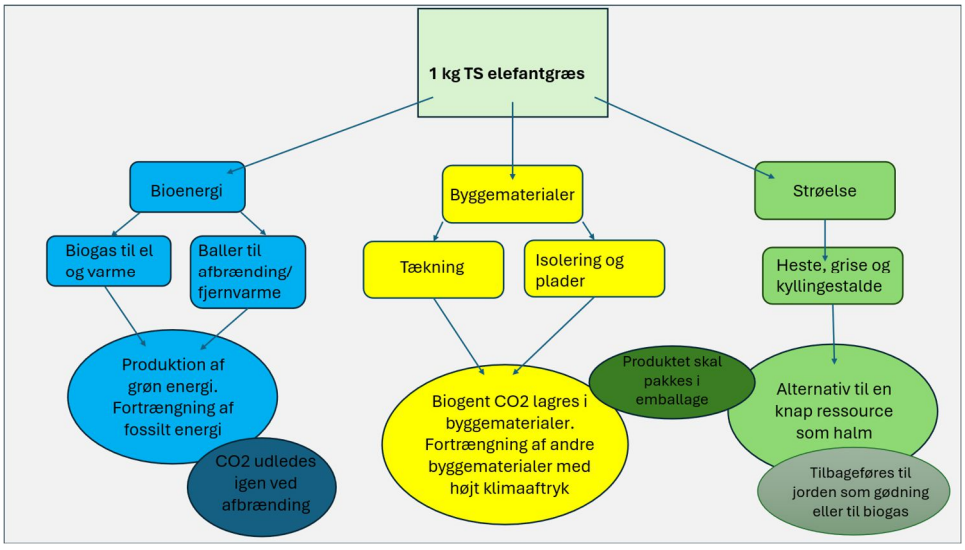
Scenarie/Enhed	Klimaaftryk inkl. C i jord pr. ha, ton CO_2e/år	Klimaaftryk inkl. C i jord pr. kg TS, kg CO_2e	Klimaaftryk inkl. C i jord totalt areal, ton CO_2e/år
Konventionel – Høst1	-6,3	-0,634	-82,4
Konventionel – Høst2	-6,4	-0,640	-83,2
Økologisk – Høst1	-6,3	-0,629	-81,7
Økologisk – Høst2	-6,4	-0,635	-82,6

Beslutningen ift. om etableringen af elefantgræs skal være økologisk eller konventionel vil afhænge af, hvilke andre bæredygtighedsparametre, der evt. også tages i betragtning udover klimaaftrykket og kulstoflagringen. Her kan der inddrages overvejelser om hensyn til drikkevandsbeskyttelse, biodiversitet og jordsundhed. Baseret på resultaterne i Tabel 1 vil anbefalingen for etablering og dyrkning af elefantgræs fremadrettet, hvor der ikke gødes, være, at høstmetode vælges efter, hvad formålet med produktet er efter høst. Forskellene mellem de estimerede klimaaftryk er små, og har derfor ikke stor betydning for produktets klimaaftryk ved "field gate". Derimod vil produktets klimaaftryk formentlig afhænge mere af de forskelle, der findes ved yderligere transport og forarbejdning efter høst til forskellige produkttyper.

Potentialer ved elefantgræs som produkt til videre forarbejdning

I dette afsnit redegøres for de mest oplagte produkter, der kan produceres af elefantgræsproduktion. Disse produkter har hver især fordele og ulemper i forhold til at se produktet i en cirkulær og bæredygtig sammenhæng med andre produktionssystemer. Dette beskrives herunder. Dette kan forstås som en form for benchmark for elefantgræs ift. andre lignende produkter.

Produkterne er uafhængige af om elefantgræsset etableres på konventionel eller økologisk vis. Høstmetoden er derimod afhængig af, hvilke produkter, der skal komme ud af produktionen. Ved brug af elefantgræs til afbrænding, vil halmen af elefantgræsset normalvis presses til bigballer (høstmetode 2). Ved produktionen af byggematerialer og strøelse, vil græsset transporteres fra marken som snittet græs (Høstmetode 1). Herefter vil der ske yderligere pakning og forarbejdning afhængig af produkt.



Figur 2: Grupperinger af relevante produkter baseret på elefantgræs inkl. potentiel klimaeffekt og andre afledte konsekvenser.

Elefantgræs er en alsidig afgrøde, der kan bruges til mange forskellige produkter og formål. De mest relevante anvendelser i dansk kontekst er levering til bioenergi, byggematerialer og strøelse. En vurdering af klimaeffekten ved de enkelte produkter, der kan produceres af elefantgræs vil afhænge af hele værdikæden, kombineret med hvilke antagelser, der opstilles ift. eventuelle fortrængningseffekter på fossil energi mm. og ændret arealanvendelse (LUC) [15]. Dette er i sig selv et omfattende arbejde baseret på flere metodemæssige antagelser, som ikke indgår i indeværende rapport. Ved inkludering af flere led i værdikæden fra "field gate" til de ovennævnte produkter i en LCA, skal de efterfølgende led i håndtering, transport og forarbejdning medregnes i produktets klimaaftryk. Hermed ville der skulle inddrages data på de nødvendige ekstra input og samtidig antages en fortrængningseffekt af andre ressourcer. Denne del af beregningen indgår ikke i indeværende rapport og vil også være meget specifik for hver enkelt produktionsform og værdikæde [5,8,15].

Halm og byggemateriale af træ udvælges som de mest relevante materialer at sammenligne med, hvor klimapåvirkningen af elefantgræs sammenlignet med træ og halm vurderes kvalitativt. Elefantgræs til bioenergi vil også skulle sammenlignes med eks. bigballer af halm og indgår derfor i denne sammenligning.

Elefantgræs som produkt i byggemateriale

Elefantgræs og træ er potentielt begge bæredygtige byggematerialer, hvor klimaaftrykket vil variere afhængigt af faktorer som væksthastighed, CO_2-lagring, dyrkningsmetoder og energiforbrug ved forarbejdning. Herunder beskrives de største forskelle mellem træ og elefantgræs ift. de mest betydende faktorer for produktets klimaaftryk.

Emissioner af drivhusgasser på dyrkningsarealet

I dyrkningssystemer uden gødskning som indeværende scenarie, vil den samlede udledning af drivhusgasser afhænge af dieselforbrug ved etablering, renholdelse og høst for både elefantgræs og træer.

Kulstoflagring i biomassen

Kulstoflagring i biomassen over jorden varierer mellem træer og elefantgræs på forskellig vis. Elefantgræs har en høj årlig vækstrate og kan derfor optage relativt store mængder CO_2 på kort tid, men lagrer mindre CO_2 pr. volumen end træ. Elefantgræsset kan høstes årligt, hvor træer optager CO_2 over en længere periode afhængig af træart. Hvor længe kulstoffet lagres i biomassen afhænger af hvad det anvendes til. Dette gælder både for elefantgræs og træ, hvor kulstoffet potentielt kan lagres i mange år, hvis det anvendes i materialer og konstruktioner med lang levetid. Hvis materialet afbrændes, afgives kulstoffet efter kort tid, og der kan derfor ikke medregnes en kulstoflagring i biomassen over jorden. Tabel 2 nedenfor giver et overblik over lagringspotentialet i udvalgte træarter, der kan bruges til byggematerialer (eg, bøg, rødgran), en energiafgrøde (pil), og elefantgræs, der kan bruges til begge formål. Resultaterne kan ikke direkte sammenlignes, da det er estimeret pba. forskellige metoder. Som vist i tabellen, så beregnes kulstoffet i biomassen over jorden som et estimat af kulstoffet i selve planten inkl. kulstoffet i jorden i de øverste 30 cm. Ved estimering af kulstofindholdet i biomassen ved træarterne, er denne beregning baseret på træernes tilvækst.

Tabel 2: Overblik over kulstoflagringspotentialet i udvalgte træarter, der kan bruges til byggematerialer (eg, bøg, rødgran), en energiafgrøde (pil), og elefantgræs.

Afgrøde	Optag, ton CO_2e/ha/år	Kulstofbinding i biomassen, ton C/ha/år	Høstfrekvens	Metode	Reference
Elefantgræs	16	4,3	Årligt	over jorden og ned til 30 cm under jordoverfladen	AU virkemiddelkatalog[5]
Pil	16	4,3	Hvert 2. - 4. år	over jorden og ned til 30 cm under jordoverfladen	AU virkemiddelkatalog
Rødgran	11	3	Sjældent (50–70 år)	VIDAR modellering på tilvækst	IGN Rapport, KU[13]
Eg	6	1,6	Sjældent (80–120 år)	VIDAR modellering på tilvækst	IGN Rapport, KU
Bøg	11,3	3,1	Sjældent (80–120 år)	VIDAR modellering på tilvækst	IGN Rapport, KU

Produktions- og forarbejdningspåvirkning

Påvirkningen på klimaaftrykket ved produktions- og forarbejdningsleddet, vil være helt afhængig af hvilket set-up, der er gældende ift. behov for lager, transport, forarbejdning og delprocesser. Jo mere direkte produktet fra marken kan bruges, jo lavere vil det endelig produkts klimaaftryk være.

Arealanvendelse

Ved dyrkning af andet end afgrøder til konsum, skal det altid overvejes, om det valgte areal er bedre egnet til egentlig fødevareproduktion.

Elefantgræs som strøelsesprodukt eller til bioenergi

Elefantgræs kan erstatte andet strøelse eller supplere til behovet for strøelse, da halm er en begrænset ressource, der kan bruges til flere formål.

Emissioner af drivhusgasser på dyrkningsarealet

Halm anses beregningsmæssigt som et biprodukt af kornproduktionen, og halm har derfor et meget lavt eller intet klimaaftryk. Derfor vil den samlede udledning fra elefantgræsset ligge højere, da alle udledninger ved dyrkningen tilfalder elefantgræsset. Denne effekt er et spørgsmål om metodehåndtering, hvormed det er svært at opstille en reel sammenligning af produktets udledninger af drivhusgasser.

Kulstoflagring på dyrkningsarealet

Halm har beregningsmæssigt ikke et tilsvarende aktivt CO_2-optag som elefantgræsset, da halmen også her beregnes som et biprodukt af kornproduktionen. Derudover afhænger resultatet af, hvad formålet med halmproduktionen er. Her tilfalder hele det positive bidrag af kulstoflagringen derfor også elefantgræsset. Både elefantgræshalm og halm fra korn vil bidrage positivt til jordens kulstofindhold, hvis det bruges som strøelse og derefter bringes ud på marken som dybstrøelse.

Produktions- og forarbejdningspåvirkning

Transport, lagring og forarbejdningsprocesserne for halm fra korn og halm fra elefantgræs er meget sammenlignelige, hvormed det ikke forventes at dette led i processen har stor betydning for forskellen mellem klimaaftrykket på halm og elefantgræs.

Arealanvendelse

Ved dyrkning af elefantgræs i stedet for halm fra kornproduktion, optages der evt. areal, der kunne bruges til foderproduktion.

Afledte effekter ved dyrkning af elefantgræs

I dette afsnit beskrives potentielle afledte effekter ved dyrkning af elefantgræs og betydningen af at etablere markerne konventionelt eller økologisk.

Biodiversitet:

Brug af pesticider ved dyrkning af elefantgræs kan potentielt have negative sideeffekter på biodiversiteten over jorden og mikrolivet under jorden. Den nødvendige tilførsel af herbicider er dog lav sammenlignet med andre konsum- og foderafgrøder, der dyrkes konventionelt, og tilføres kun i de to første etableringsår. Elefantgræs har ikke nogen alvorlige skadevoldere, så det er ikke nødvendigt med kemisk bekæmpelse af skadedyr.

Elefantgræs er en monokultur, der er dominerende på arealet, når det først er etableret. Dette er ikke optimalt for insekter på arealet og kan evt. afhjælpes ved at integrere blomsterstriber eller urter mellem rækkerne for at fremme bestøvere. Alternativt kan der sikres mindre områder med naturlig vegetation ved siden af elefantgræsmarkerne. Den tætte bevoksning har modsat stor værdi for større fugle og pattedyr [5].

StrawTechs erfaringer fra dyrkning af elefantgræs på Salling viser, at fuglelivet, men især klovvildtet øges i antal, grundet elefantgræssets gode skjulesteder og lægivende forhold. På arealet i Salling er der etableret striber af græs og blomster imellem elefantgræsset på ca. 6 meter for at skabe en randeffekt i stykket, så dyrene kan komme ud og få sol og finde mad. Elefantgræssets hurtige og høje vækst bevirker, at elefantgræsset opnår en højde på 3,5 meter fra august og frem til høst i april. På arealerne i Salling er der især set en øget fremkomst af snepper i forhold til tidligere. Dette skyldes højst sandsynlig at i elefantgræssets nedfaldne blade lever de insekter/larver som sneppen lever af, så den urørte bladmasse fører til et godt levested for insekter og larver.
I Sønderjylland er der gennem de sidste 5-6 år sat 40-60 bistader ud i nærheden af en elefantgræsmark. Bistaderne er opfostringssted for ungbier, som trives godt pga. de lægivende forhold som elefantgræsset skaber. På samme areal er der også større bestand af fasaner og harer, og modsat før i tiden, så er de her året rundt. Derudover er der anlagt græsgange i elefantgræsset til græssende heste. Erfaringen er at det giver mere rolige heste, når de går blandt elefantgræs.

Vandmiljø:

Brug af pesticider ved dyrkning af elefantgræs kan potentielt have negative sideeffekter på drikkevandet og andet vand i nærheden af arealet. Ved økologisk dyrkning bruges der ikke pesticider. Ved konventionel dyrkning tilføres herbicider de første to år, hvor marken etableres. Ved dyrkning af elefantgræs uden brug af gødskning, vil udvaskningen til omkringliggende vand reduceres væsentligt til sammenligning med at almindeligt sædskifte med eks. kløvergræs og kornproduktionen.

Jordsundhed

Brug af pesticider ved dyrkning af elefantgræs kan potentielt have negative sideeffekter på mikrolivet i jorden. Modsat kan markhandlinger, der forstyrrer jordlaget også virke forstyrrende for mikrolivet i jorden afhængig af hvilke handlinger, og hvor ofte markhandlinger udføres.

Arealanvendelse

Ved ændret brug af tidligere landbrugsareal, skal det altid overvejes, hvad der er det mest optimale brug af arealet. Dette vil afhænge af jordtype, beliggenhed og om der er særlige miljømæssige hensyn at tage ift. eks. drikkevandsbeskyttelse, biodiversitet og kvælstofudvaskning. Dyrkning af energiafgrøder kan potentielt skubbe konsum- og foderproduktion til andre arealer.

Naturoplevelser

Ved etablering af elefantgræsmarker, er der et potentiale for at tilbyde naturoplevelser for lokalsamfundet og turister. Ved etablering af mindre stier og større gange i elefantgræsset kan der skabes oplevelser for mennesker, hvor elefantgræsset kan opleves som at træde ind i en anden verden. Stierne kan laves, så det opleves som en labyrint, som bl.a. vil kunne bruges som legeplads for børn og voksne med udkigstårn, hemmelige huler og meget mere.

Konklusion

Elefantgræs (Miscanthus giganteus) har et potentiale som en klimamæssigt fordelagtig flerårig afgrøde med lav udledning af drivhusgasser og betydelig kulstoflagring i jorden, især ved dyrkning uden gødskning. Livscyklusanalyser for fire dyrknings- og høstscenarier viser, at forskellene i klimaaftrykket er små, men at konventionel dyrkning kombineret med bigballehøst har det laveste samlede CO_2-aftryk. Sammenlignet med træ har elefantgræs en højere vækstrate og mulighed for årlig høst, hvilket gør det egnet som supplement til produkter med kort levetid som strøelse og lang levetid som byggematerialer. Træ binder mere kulstof pr. volumen, men over meget længere tid. Elefantgræs kan derfor supplere træ i bæredygtige materialekredsløb. Det endelige produkts klimaaftryk afhænger af de følgende led efter dyrkningen på marken som transport og forarbejdning. Det anbefales derfor at værdikæden optimeres i disse led. Udover den positive klimaeffekt har elefantgræs potentiale til at styrke biodiversitet, beskytte vandmiljøet og forbedre jordsundheden, især når det dyrkes uden pesticider eller i kombination med naturvenlige tiltag. Det gør elefantgræs til en relevant og skalerbar løsning i Aarhus kommune.

Referencer

[1] Adler. 2023. Life cycle inventory of Miscanthus production on a commercial farm in the US. Plant Science.

[2] Andersen et al. 2024. Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget - 2024. Rådgivningsrapport fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. 373 sider. Leveret: 10.06.2024

[3] Audsley, E., Stacey, K. F., Parsons, D. J., & Williams, A. G. (2009). Estimation of the greenhouse gas emissions from agricultural pesticide manufacture and use. Cranfield University.

[4] Cox, C., & Surgan, M. (2006). Unidentified inert ingredients in pesticides: implications for human and environmental health. Environmental Health Perspectives, 114(12), 1803-1806.

[5] Eriksen, J., Thomsen, I. K., Hoffmann, C. C., Hasler, B., Jacobsen, B. H. 2020. Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet. Aarhus Universitet. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 452 s. – DCA rapport nr. 174 https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport174.pdf

[6] Henriksen et al. 2021. Notat om beregningsgrundlaget for emissionskilder og virkemidler.

[7] IPCC guidelines 2019 kan tilgås via Publications - IPCC-TFI

[8] Jensen, R.E., Poulsen, H.V., Jensen, N., Eller, F., Christensen, A.T., Vestenaa, M.W., Egelund, V.R., Husted, M.H., Pedersen, T.M., 2024. Kulstoflagring pa landbrugsjord.

[9] Larsen. 2017. Elefantgræs. Dyrkningsvejledning.

[10] Lask et al. 2021. A parsimonious model for calculating the greenhouse gas emissions of miscanthus cultivation using current commercial practice in the United Kingdom. Bioenergy. Global change og biology.

[11] Lyngvig, H.S. Maskinhandling. Seges 2020.

[12] Nielsen, P.N. Produktiviteten af elefantgræs, *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' på forskellige jordtyper. Statens Planteavlsforsøg. Beretning nr. 1908.

[13] Nord-Larsen, Thomas. 2024. Skove og træers klimapotentiale. IGN Rapport.

[14] Rehbein et al. 2015. Soil carbon accrual in particle-size fractions under Miscanthus x. giganteus cultivation. Biomass end Bioenergy 78; 80-91.

[15] Yesufu et al. 2018. Consequential life cycle assessment of miscanthus livestock. bedding, diverting straw to bioelectricity generation. Bioenergy. Global change og biology.