



1. Projektets titel

Kortlægning af klimaeffekter i forbindelse med forskellige strategier for håndtering af roetop, halm og efterafgrøder i sædskifter med sukkerroer og produktion af biomasse til forgasning.

2. Den samlede projektperiode, uanset om projektet er etårigt/flerårigt

Projektstart: 01.22

Projektafslutning: 12.22

3. Projektleder

Titel og navn: Forsøgschef Desirée Börjesdotter

4. Projektet set i forhold til fondens indsatsområder jf. strategien

Marker indsatsområdet jf. fondens strategi, som projektet hører under:

- Konkurrenceevne i hele værdikæden i sukkerroedyrkingen
- Klimaaftryk og klimatilpasning i sukkerroedyrkingen
- Mindre afhængighed af pesticider i sukkerroedyrkingen

5. Projektets formål og mål, jf. ansøgningens punkt 2.1

Projektets formål er at kvantificere og beskrive hvorledes dyrkningssystemer med sukkerroer kan udvikles og bidrage positivt til sukkerroedyrkingen og til produktionens klimaprofil.

Der er således behov for at kvantificere den biomasse, som kan komme i spil. Dertil kommer at undersøge om dyrkningssystemer og strategier kan optimeres med henblik på den samlede klimaprofil. Der er behov for at belyse betydningen af efterafgrøder, gødsning, sortsvalg og at undersøge biogaspotentiallet.

6. Projektets hovedaktiviteter i bevillingsåret

AP1) Indledende litteraturstudium i forhold til massebalancer i sukkerroesædskifter, dyrkningsmetodik og høst af efterafgrøder og forgasning af mulige biomasser til biogas.

Efter en del forsinkelse i projektet er opgaven "Potentials for climate change mitigation using cover crops in rotations with sugar beets." udført af Maria Ernfors som er forsker ved SLU, Alnarp.

AP2) Undersøgelser af udbytter og roetop ved forskellige dyrkningsparametre som dyrkningsteknik, efterafgrøder, høsttidspunkt og sort.

Der er gennemført to forsøg i perioden september 2021 - november 2022. Efter anlæg viste det sig, at der var problemer med korrekt tildeling af gyllen fra gyllevognen og det ene forsøg blev derfor erstattet med et nyt forsøg.

Forsøget, som følger oprindelig plan (forsøg 892) indeholdt kombinationer af 2 høsttidspunkter, 5 efterafgrødestrategier og 2 roesorter (20 behandlinger). Af prioriteringsmæssige årsager indgik kun den ene roesort i den endelige opgørelse af rod-, sukker og topudbytte.

Erstatningsforsøget (forsøg 891) blev først besluttet sidst i september og det blev derfor besluttet at udelade forsøgsled med gylle og i stedet sammenligne forskellige typer af jordbearbejdning (reduceret, dybdeharvet efterår og efterårspløjet). Der indgik således 2 høsttidspunkter, 6 efterafgrødestrategier og 2 roesorter (24 behandlinger i alt). Af prioriteringsmæssige årsager indgik kun den ene roesort i den endelige opgørelse af rod-, sukker og topudbytte.

I forsøg 891 blev der i perioden 23. marts – 10. november udført i alt 10 lattergasmålinger i behandlinger med/uden fjernelse af efterafgrøde og med/uden efterårspløjning (4 behandlinger i alt).

I begge forsøg er der ekstraordinært taget N-min-prøver forår og efterår for at dokumentere eventuel sammenhæng mellem disse og lattergasmålinger, og herunder rangere jordkvælstof for flere dyrkningskombinationer. Derudover er der indsamlet rod- og topudbytter for efterafgrøder samt indhold af C og N forud for nedmuldning af disse.

Sukkerroefgiftsfonden 2022

I august 2022 blev der anlagt yderligere to ens forsøg på hver sin lokalitet. Forsøgene indeholder 5 efterafgrødestrategier med/uden gylle, 2 slags jordbearbejdning (efterårsplojning eller dybdeharvning) og 2 niveauer (med/uden) af nitrifikationshæmmere (20 behandlinger i alt).

AP3) Klimabalanceregninger på udvalgte bedrifter.

Der er lavet beregninger på CO₂-udledning fra 10 ejendomme, hvoraf seks ejendomme har roer i sædskiftet. Ejendommene er valgt så de repræsenterer et bredt udsnit af ejendommene i området Sjælland, Lolland og Falster med forskelle i gødningstyper, udbyttens niveau og afgrødesammensætning. Udregningerne er lavet i programmet ESGreentool, udviklet af SEGES.

AP4) Formidling ved hjælp af hjemmesider, nyhedsbreve, landmandsmøder samt en afsluttende workshop

Resultaterne er brugt på interne møder i VKST Planteavl til at højne vores vidensniveau indenfor et nyt område. Resultaterne er også blevet præsenteret på landmandsmøder hos VKST Planteavl.

AP5) Evaluering af projektets resultater og en identifikation af vigtige områder som bør undersøges og beskrives for yderligere at styrke klimaprofilen.

Dataindsamlingen har fokuseret på udbytter og risikoen for lattergasdannelse ved nedmuldning af efterafgrøder. Alle forsøgsdata er endnu ikke modtaget fra laboratorier og bearbejdet. Dog foreligger udbyttedata for rod-, sukker og roetop. Disse viser for begge forsøg, at det største topudbytte opnåedes ved den tidlige roehøst. Derimod er der ikke signifikante effekter af at fjerne efterafgrøden eller typer af jordbearbejdning, mens gyllegødskning af efterafgrøder gav udbyttetab sammenlignet med traditionel forårsgødskning. Udbyttetabet kan måske henføres til problemer ved gylleudbringelsen jf. pkt. 6 AP2. De gennemførte forsøg supplerer tidligere forsøgsserier ved NBR og vil sammen med de nystartede forsøg forventeligt kunne give anvisninger til optimal efterafgrødestrategi. Minimering af lattergasrisikoen kan formodentlig opnås ved nitrifikationshæmmere. Denne parameter indgår i ny-anlagte forsøg og undersøges tillige i parallelle projekter i andre afgrødesystemer af andre aktører. Alt andet lige tyder egne og andres resultater på, at efterafgrøder bør fjernes for helt at minimere risikoen for lattergasdannelse. Det anbefales derfor, at der på sigt igangsættes afprøvninger, hvor der optimeres på biomasseproduktion ved dyrkning af efterafgrøder samt skånsomme bjærgningsmetoder (risiko for pakningskade i våde efterår).

Projektet har indtil videre undladt at måle på lattergasdannelse fra nedmuldning af roetop. Udenlandske publikationer viser, at risikoen for lattergasdannelse ved nedmuldning af roetop er relativt stor grundet det lave C/N-forhold. Tilsvarende undersøgelser bør derfor fokuseres på afprøvninger med fjernelse af roetop.

En tredje lattergasrisiko hidrører fra forårsgødskningen af roer. Det er planen at inkludere dette i 2023-forsøg. De vigtigste parametre til lattergasminimering forventes at være nitrifikationshæmmere og erstatte dele af den placere N-gødning med bladgødskning (se NBR-rapport 305-2022).

Sædskifter med kombinationer af efterafgrøder og sukkerroer har potentiale til at øge biomasseproduktion og kulstoflagring. Potentialet i sidstnævnte favoriseres af generelt lavt kulstofindhold i landbrugsjorden i roedyrkningsområdet. En klimasikker løsning vil derfor bestå af at fjerne biomassen, udnytte denne i biogasproduktion og senere ved pyrolyse, og derefter returnere restproduktet til landbrugsjorden i form af biokul. Den næstsikreste klimamæssige løsning består af kombinationer af dyrkningsteknik, hvor kvælstofgødskning og nedmuldning af biomasse med lav C/N begrænses og suppleres med anvendelse af nitrifikationshæmmere. Projektet sigter mod at levere nøgletal, som kan understøtte de nødvendige beregninger af de klimamæssige og økonomiske konsekvenser heraf.

7. Projektets opnåede leverancer – opsamling på bevillingsåret

Det er et nyt projektområde for NBR og øvrige projektdeltagere. Derfor har projektet haft en længere igangsættelsesperiode end normalt. Da vi startede forsøgsarbejdet forud for projektperioden ved at etablere efterafgrøde i 2021, har vi nået at høste både efterafgrøder og sukkerroer.

Rapport som beskriver de faktorer og dyrkningselementer som forventes at have betydning for sukkerroedyrknings klimaprofil. Herunder set ud fra et bedriftsperspektiv

I februar og april 2022 holdt vi to interne møder med udgangspunkt i de publikationer vi har fundet frem som baggrund og de erfaringer som var i vores projektgruppe på det tidspunkt. På møderne var også planlægning af roeforsøgene den kommende sæson.

Fastlæggelse af biomasseudbytter ved forskellig dyrkningspraksis, sædskifte og sortsvalg.

Biomasseudbytteproduktion fra efterafgrøder og roetop foreligger fra tidligere og igangværende projekt. Biomasse fra roetop per hektar er cirka dobbelt så høj som produktion af biomasse fra efterafgrøder per hektar. I projektet var topudbyttet signifikant lavere ved den sene høst, hvilket er i overensstemmelse med tidligere NBR-resultater (5T-projektet 2014-2016). Udnyttelse af biomasse fra roetop bør derfor ske i det tidlige efterår, som også passer bedst med at finde en tør periode og dermed mindske risikoen for skadelig jordpakning.

Kulstof/kvælstof-forhold (C/N-forhold) i sukkerroetop er relativt stabilt med omkring 20 kg N per ton tørstof. I efterafgrøder svinger mængden og indholdet mere og i gul sennep kan det variere mellem 15 til 25 kg N per ton tørstof.

Hvis systemet afgrænses til dyrkningen, er det mest effektive klimatiltag at fjerne biomasse til eksempelvis biogasproduktion og dernæst returnere kulstoffet til jorden til efterafgrøden foran roerne.

Beskrivelse af de dyrkningsystemer og -strategier som kan medvirke til en positiv klimaprofil af den samlede produktion og det benyttede sædskifte.

Principperne er kortfattet ridset op under pkt. 6d.

Bedriftsberegninger på i alt 10 bedrifter. Blandt disse vil der være bedrifter, hvor der indgår roedyrkning og hvor der ikke indgår roedyrkning.

Udregningerne er lavet i programmet ESGreentool, udviklet af SEGES. Programmet er for nuværende ikke i stand til at regne på afgrødeniveau, og derfor vil gennemgangen af data baseres på de sædskifter de ti ejendomme nu en gang har. Dog kan vi stadig inddеле ejendommene i to grupper, én gruppe, som har roer i sædskiftet, og én, som ikke har. Men det er ikke muligt at inddele de to grupper yderligere, og for eksempel sige noget om den enkelte afgrødes andel eller betydning for CO₂-udledningen.

Beregningen i ESGreentool giver den totale mængde CO₂e-udledning pr. bedrift. For at have nogle tal som kan sammenlignes mellem bedrifterne, er deres udledning omregnet til ton CO₂e/ha. Det giver en mulighed for at se hvad spændet i udledninger er, og finde frem til grunden for disse variationer.

I projektet var der seks ejendomme med sukkerroer i markplanen, og fire ejendomme uden. Når de inddeles i to grupper med og uden sukkerroer, ligger udledningen for ejendomme med sukkerroer mellem 1,84 t CO₂e/ha og 0,6 t CO₂e/ha, med et gennemsnit på 1,39 t CO₂e/ha. Ejendommene uden sukkerroer i markplanen havde en udledning mellem 1,37 t CO₂e/ha og 1,03 t CO₂e/ha, med et gennemsnit på 1,17 t CO₂e/ha.

Det skal påpeges, at tallene inkluderer hele sædskiftet på de valgte ejendomme, og varierer afhængig af datainput. Det baserer sig blandt andet på bedriftens udbytte niveau, gødningsniveau, halmhåndtering, efterafgrøder og brændstofforbrug. Roernes egen CO₂e-belastning kan derfor endnu ikke pilles ud af det store regnskab, da de mere generelle betragtninger om gødninger, halmhåndtering og efterafgrøder og deres effekt på CO₂-udledningen endnu ikke kan placeres på de enkelte afgrøder.

Det er derfor på nuværende tidspunkt ikke muligt at sige, at ejendomme med sukkerroer har en højere CO₂e-udledning end ejendomme uden, selvom tallene fra dette projekt kunne indikere dette.

Det er planen at ESGreentool i løbet af 2023 skal udvides til at kunne regne på CO₂-udledning på afgrødeniveau. Det forventer vi os meget af, da vi så også vil kunne komme med mere præcis rådgivning på hvordan vi kan reducere CO₂e-udledning på afgrødeniveau.

8. Projektets hovedresultater

Det største topudbytte opnåedes ved den tidlige roehøst. Derimod er der ikke signifikante effekter af at fjerne efterafgrøden eller typer af jordbearbejdning, mens gyllegødskning af efterafgrøder gav udbyttetab sammenlignet med traditionel forårsgødskning.

Sædskifter med kombinationer af efterafgrøder og sukkerroer har potentiale til at øge biomasseproduktion og kulstoflagring. Potentialet i sidstnævnte burde favoriseres af et generelt lavt kulstofindhold i landbrugsjorden i roedyrkningsområdet. Hvis systemet afgrænses til dyrkningen, er det mest effektive klimatiltag at fjerne biomasse til eksempelvis biogasproduktion og dernæst returnere kulstoffet til jorden til efterafgrøden foran roerne.

Der er variation i udledning af CO₂ ved de seks ejendomme med sukkerroer i markplanen, og fire ejendomme uden ifølge ESGreentool. Når de inddeles i to grupper med og uden sukkerroer, ligger udledningen for ejendomme med sukkerroer på et højere niveau end ejendommene uden sukkerroer i markplanen.

Sukkerroefgiftsfonden 2022

Roernes egen CO₂e-belastning kan ikke pilles ud af det store regnskab, da de mere generelle betragtninger om gødnin-ger, halmhåndtering og efterafgrøder og deres effekt på CO₂-udledningen endnu ikke kan placeres på de enkelte afgrø-der. Det er derfor på nuværende tidspunkt ikke muligt at sige, at ejendomme med sukkerroer har en højere CO₂e-udled-ning end ejendomme uden, selvom tallene fra dette projekt kunne indikere dette.

En samensilering af halm og roetop kan bruges som råstof til biogasproduktion.

9. Offentliggørelse, formidling og videndeling

- Forsøgene er fremvist gennem vækstsæsonen til konsulenter og landmænd ved besøg i marken.
- Præsentation af projektet ved seminarium og workshop "Biogas och biogödsel i samverkan mellan stad och land" arrangeret af SLU Alnarp maj 2022.
- Resultaterne er brugt på interne møder i VKST Planteavl til at højne vores vidensniveau og rådgivning på området klima og CO₂-udledninger.
- Resultaterne er også blevet præsenteret og diskuteret sammen med de ca. 70 landmænd der får lavet DB2-rapport hos VKST Planteavl.
- Anvendelse af biomasse fra efterafgrøder og roetop. Artikel i Sukkerroe-nyt 2023 (1) side 4-5. Otto Nielsen & Desirée Börjesdotter.
- Præsentation ved International Consulting Meeting med Nordzucker Agricentres konsulenter Berlin 31. januar 2023.
- Det er besluttet at holde en workshop med inviterede interessenter i vækstsæsonen 2023.

10. Projektets forventede effekter

Projektet vil i første omgang tjene til kvantificering af potentiale af sukkerroernes bidrag til klimaløsninger for dansk land-brug samt oparbejde konkret viden indenfor området. Desuden forventer vi, at sukkerroedyrkerne får en øget indsigt i klimaregnskaber, og at vi finder forbedringsmuligheder i linje med kravene for øget bæredygtighed. Viden fra projektet kan på sigt anvendes som beslutningsgrundlag for dyrkere om hvordan sædskiftet skal udvikles til at blive bæredygtigt intensiveret.

Det er planen at ESGreentool i løbet af 2023 skal udvides til at kunne regne på CO₂-udledning på afgrødeniveau. Det forventer vi os meget af, da vi så også vil kunne komme med mere præcis rådgivning på hvordan vi kan reducere CO₂e-udledning på afgrødeniveau.

11. Tilfredshed med projektets gennemførelse

I hvilken grad gælder det oplistede udsagn? Spørgsmålet henviser til helhedsopfattelsen af projektets forløb.

	Helt enig	Delvis enig	Delvis uenig	Helt uenig	Ved ikke
Projektets gennemførelse har været tilfredsstillende	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uddybning af svaret

De planlagte aktiviteter er gennemført. Visse metodiske ting omkring den eksperimentelle del har givet udfordringer og fremskaffelse af data er forsinket, men da projektet fortsat kører (ny etårig finansiering fra SRAF) forventes en tilfredsstillende gennemførelse samlet set.

12. Vurdering af projektets understøttelse af fondens effektmål, jf. strategien

- *Anvendes til statistik og vurdering af fondens samlede effektskabelse.*

Projektets forventede effekt er at optimere klimaaftrykket ved en effektiv sukkerproduktion. En viden om klimabelastning og deraf klimaeffektiv sukkerproduktion kan måske være med til at sikre en fremtidig produktion af sukkerroer i Danmark. Projektets effektmål understøtter ingen af de nedenstående effektmål.

Sæt kryds Effektmål

- Forøgelse af udbyttet med 0,254 ton polsukker pr. ha om året
- Pesticidbelastningen i sukkerroer reduceres med 0,038 enheder pr. år