



**Høgskolen  
i Innlandet**

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Pernille Nielsen

## Bacheloroppgave

**Kan fangvekster i korndyrking være tilstrekkelig for å  
hindre nedgang i karbon i jord?**

Are cover crops in grain cultivation enough to stop the decline of carbon in soil?

Bachelor i agronomi

Emnekode: 6JB297

2023

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket JA  NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA  NEI

## NORSK SAMMENDRAG

Fangvekster i korn benyttes for å hindre erosjon og avrenning, samt øke nitrogenopptaket og beskytte jorda mot fosfortap etter kornet er høstet. Belgvekster, gressarter, korsblomstrede arter og flere kan anvendes som fangvekst. Fangvekster har evnen til å øke karbonbinding i jord gjennom fotosyntese og et kraftig rotsystem. Gressarter har generelt best evne til karbonbinding i jord på grunn av langsom nedbrytning av plantematerialet. Mulig ugraskonkurranse og positiv effekt på jordlivet er andre fordeler med fangvekster.

Fangvekster kan sås sammen med kornet eller noe senere. Ved tidligvekster kan de også sås etter høsting. Tidlig såing er positivt av hensyn til nitrogenopptak og dekningsgrad.

Konkurransforhold mellom korn og fangvekst må tas hensyn til ved valg av såtidspunkt.

Flerårig raigras som fangvekst gir lite avlingsnedgang, er frosttolerant og passer det norske klimaet godt. Av kornsorter er det lettere å oppnå en god fangvekstbestand i vårhvete og bygg framfor havre.

En stor biomasse av planter både over og under bakken gjør at fangvekster har potensiale til å øke mengden organisk karbon i jord. Plantemassen over bakken bidrar til økt fotosyntese, mens røttene er særlig avgjørende for å frakte karbon til jorda. Opptil drøyt 30% av karbonet plantene fanger i fotosyntesen kan føres til røttene og skilles ut i jorda. Fangvekster kan potensielt binde 32 kg karbon per dekar og år ved bruk av flerårig raigras. I hvor stor grad fangvekstene kan binde karbon avhenger blant annet av det opprinnelige karbonnivået i jorda, jordtype, såtidspunkt, vekstforhold og valg av fangvekst. Fangvekster i korndyrking kan være tilstrekkelig for å hindre nedgang i karbon i jord.

## ABSTRACT

Catch crops is used in grains to stop erosion and runoff, and also to increase the nitrogen uptake and protect the soil from loss of phosphate after the grain has been harvested.

Legumes, grass species, cruciferous species among others can be used as catch crops. Catch crops have the ability to increase carbon sequestration in soil through photosynthesis and a strong root system. Grass species are generally the best for carbon sequestration in soil because of the slow breakdown of plant materials. Weed-crop competition and positive effects on soil are other benefits of catch crops.

Catch crops can be seeded together with the grain or some time later. They can also be seeded after harvest in the case of early growth. Early seeding is positive in terms of nitrogen uptake og degree of cover. Competition relationships between grain and catch crops should be considered when choosing when to seed. Perennial ryegrass, when used as catch crops, causes little crop yield reduction, is resistant to frost and works well in the norwegian climate. In grain varieties, it is easier to achieve a good population in spring wheat and barley than oats.

A large biomass of plant, both above and underground gives catch crops the potential to increase the amount of organic carbon in the soil. The plant mass aboveground contributes to increased photosynthesis, while the roots are especially important for transporting the carbon to the soil. Up to roughly 30% of the carbon that is caught by the plant through photosynthesis can be transferred to the root and filtered out in the soil. Catch crops can potentially bind 32 kg of carbon per acre and year when using perennial ryegrass. How much carbon the catch crops can bind depends on among others, the original carbon levels in the soil, soil type, seeding time, growth conditions and choice of catch crops. Catch crops can be sufficient in hindering reduction of carbon in soil.

## FORORD

Bakgrunn for temavalg i oppgaven var et ønske om å vite mer om karbonbinding i jord, og hvilken påvirkning dette har på klima og jordbruk. Gjennom arbeid med oppgaven har jeg lært mye om hvordan fangvekster kan bidra til karbonbinding i jord ved korndyrking, og hvordan det totale CO<sup>2</sup> utslippet til atmosfæren på denne måten kan reduseres. Jeg har også fått økt forståelse for hvordan bruken av fangvekster fungerer i praksis.

En stor takk til Thomas Cottis for god veiledning og deling av kunnskap i forbindelse med oppgaven. Retter også en takk til Høgskolens bibliotek på Blæstad for hjelp med tilgang på flere tekster og data. Til slutt vil jeg også takke Torill Alveng for korrekturlesing.

*Signatur:*

Pernille Nielsen

Blæstad, 31. mai 2023.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>Norsk sammendrag</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Innledning og problemstilling</b> .....	<b>6</b>
1.1 <i>Problemstilling:</i> .....	6
1.2 <i>Fangvekster i korn: Hva og hvordan</i> .....	6
1.3 <i>Fordeler og ulemper med fangvekster i korn</i> .....	8
<i>Mulige fordeler:</i> .....	8
<i>Erosjon, avrenning og ugraskontroll</i> .....	8
<i>Karbonbinding og reduserte CO2 utslipp</i> .....	8
<i>Nitrogenavrenning</i> .....	9
<i>Fosforavrenning</i> .....	9
<i>Mulige ulemper – Praktiske utfordringer og lystgassutslipp</i> .....	10
1.4. <b>Fangveksters påvirkning på dyrkingsforhold, jordliv og andre forhold som påvirker mengden karbon i jord</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Material og metode</b> .....	<b>13</b>
<b>3 Litteraturstudie</b> .....	<b>14</b>
3.1 <i>Fangvekster sin effekt på organisk materiale og karbon i jord</i> .....	14
3.2 <i>Hvordan gir fangvekster i korn økning i organisk karbon i jorda?</i> .....	15
3.3 <i>Norges fangvekstareal</i> .....	16
3.4 <i>Hvor mye organisk karbon tilføres jorda av fangvekster i korn?</i> .....	18
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>22</b>
<b>5 Konklusjon</b> .....	<b>25</b>
<b>6 Litteraturliste</b> .....	<b>26</b>

# 1. INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING

## 1.1 PROBLEMSTILLING:

Denne teksten skal besvare følgende problemstilling: Kan fangvekster i korndyrking være tilstrekkelig for å hindre nedgang i karbon i jord?

## 1.2 FANGVEKSTER I KORN: HVA OG HVORDAN

Fangvekster blir sådd i korn for å øke karbonbinding og fotosyntese, samt redusere avrenning og hindre erosjon i perioden etter at kornet er tresket (Hojem & Ohna, 2010). Fangvekster kan være både gressarter, korsblomstrede arter, belgvekster og kløverarter med mer. De ble tradisjonelt benyttet for å øke opptaket av nitrogen, redusere avrenning og hindre erosjon, samt beskytte jorda mot fosfortap når den ikke er dekket av kulturvekster på høst og vinter (Bøe et al., 2019).

Fangvekstene er med på å stabilisere jorda, øke infiltrasjonen og bremse vannhastigheten. Effekten av fangvekstene kan også redusere tap av partikkelbundet fosfor, spesielt på områder med høye fosfortap grunnet erosjon. (Bøe et al., 2019). Fangvekstene tilfører biomasse til jorda og bidrar til karbonbinding, her er spesielt røttene avgjørende. Ved at karbon bindes i jorda, vil dette også føre til at netto utslipp av CO<sub>2</sub> blir redusert. Dyptvoksende røtter finner vi blant annet hos sikori og luserne, disse kan forebygge pakket jord og løsne opp i allerede pakkeskadet jord. Økt karbonbinding vil gi mer organisk innhold i jorda, og dette vil bidra til mer mikrobiell aktivitet, som igjen kan gi bedre jordstruktur (Bøe et al., 2019).

En ser ofte betydelige tap av organisk karbon på jord som er dyrket. Dette er spesielt knyttet til erosjon og biologisk nedbrytning utover hva som vanlig fra naturens side (A Grønlund & Korsæth, 2010). Sammenlignet med naturlig vegetasjon, fører dyrking av jord til et karbontap på rundt 30-40% (Poeplau & Don, 2015). Dette er en trussel for det biologiske mangfoldet, samt jordas produksjonsevne. For å se på jordkvaliteten er det organiske innholdet av karbon den mest avgjørende faktoren for jordas økologiske prosesser. Det er funksjoner som jordstruktur, aggregatdannelse, vannhusholdning og motstandsevne mot erosjon, samt jordlevende organismer som vil bli påvirket av jordas organiske karboninnhold. Balansen mellom tilført og tapt karbon bestemmer det totale innholdet av organisk karbon i jorda (A

Grønlund & Korsæth, 2010). Balansen, eller ubalansen mellom disse bestemmes i hovedsak av type produksjon, tilførsel og tap av gjødsel eller dødt plantemateriale forårsaket av nedbrytning, erosjon og avrenning. For å opprettholde karbonbalanse på jordbruksjord bør karbontilførselen økes. Fangvekster har potensiale til å binde store mengder karbon i jord uten å gi negativ påvirkning på avling (Poeplau & Don, 2015).

Fangvekster kan sås på ulike måter, enten undersådd sammen med hovedkulturen, eller på høsten før eller etter tresking. Hvilke såtidspunkt en bør velge avhenger av vær og klima, art og sort av fangvekst og korn, samt ønsket effekt. Dersom fangveksten skal sås sammen med hovedveksten må man være oppmerksom på at fangveksten kan gi kornet konkurranse ved rask etablering (Bøe et al., 2019). Konkurransforholdet må justeres med såtidspunkt. Jo svakere konkurranseevnen er hos hovedkulturen, desto lenger må man vente med å så fangveksten (Cottis, 2023). En kan velge å så fangveksten noen uker etter kornet, men ifølge forsøk er etableringen av fangveksten bedre dersom den sås samtidig med kornet, framfor 3-4 uker senere (Bøe et al., 2019). Dette fordi fangvekstene tar opp mer nitrogen og får større dekningsgrad ved tidlig såing. Dette avhenger blant annet av vær og fuktighet, samt art og sort av fangvekst. Kornarten er også avgjørende, det er lettere å få en god fangvekstbestand i bygg og vårhvete, enn i havre. (Bøe et al., 2019). Havre har langt strå og konkurrerer godt. Den er sterk mot soppsykommer og utnytter tilgjengelig næring i stor grad. I vårhvete kan hveteaksprikk være en utfordring. Bygg krever gode vekstbetingelser tidlig i sesongen og trenger generelt god næringstilgang (Frøseth, 2008). Når en skal etablere fangvekst i vårkorn bør man velge lavtvoksende arter som utvikler seg sakte, f.eks. flerårig raigras (Frøseth & Seehusen, 2023).

Av gressarter som fangvekst er det generelt enklere å benytte raigras, framfor timotei, engsvingel og hundegras for å oppnå et godt dekke. Disse tar opp mindre nitrogen og etablerer seg saktere enn raigraset. Det skiller også på ettårig, toårig og flerårig raigras. Det ettårige raigraset dør ut om vinteren, mens toårig og flerårig raigras overvintrer. Flerårig raigras er frosttolerant, gir liten påvirkning på avlingen av hovedkulturen (lite avlingsnedgang), vokser ved lave temperaturer og egner seg dermed godt for det norske klimaet (Bøe et al., 2019). I gjennomsnitt reduserer den også nitrogenutvaskingen med ca. 50%. Italiensk raigras er også et godt alternativ, men denne konkurrerer mer med kornet og gir dermed mer sannsynlig avlingsnedgang (Bøe et al., 2019).

Å kombinere ulike fangvekster kan være fordelaktig på flere måter. Blant annet vil det gi god effekt å kombinere to vekster som tar opp nitrogen på forskjellige tider av året. Her kan man kombinere timotei som tar opp mye nitrogen på våren, med italiensk raigras som har et stort nitrogenopptak om høsten (Bøe et al., 2019). Belgvekster kan også sås som undervekst i korn, men dette er mest brukt i økologisk korndyrking. Da er hensikten i hovedsak å oppnå grønn gjødslingseffekt, altså øke nitrogeninnholdet i jorda før neste vekst. Fangvekster kan sås på høsten, det gjøres ofte etter høsting av tidligkulturer av grønnsaker og poteter. Da er det viktig at fangvekstene etableres raskt fordi både temperatur og lysforholdene begrenser seg mot slutten av vekstsesongen. Reddik, sikori og fôrvikke kan være aktuelle arter. God vinteroverlevelse bør vektlegges, fangvekster som fortsatt vokser tar opp godt med nitrogen gjennom vinteren, men ugress kan bli en utfordring kommende vekstsesong (Bøe et al., 2019).

### 1.3 FORDELER OG ULEMPER MED FANGVEKSTER I KORN

#### MULIGE FORDELER:

##### EROSJON, AVRENNING OG UGRASKONTROLL

Av hensyn til jordtap vil fangvekstene bidra positivt. Røttene fører til økt stabilitet i jorda, mens hastigheten på avrenningen blir bremsert av overjordiske plantedeler, som også øker infiltrasjonen og beskytter mot nedbør (Bøe et al., 2019). Fangveksternes evne til å minske erosjon påvirkes av røttens utvikling, og av plantedekke. Dyptvoksende røtter vil hjelpe til å løsne pakket jord, valg av fangvekst vil påvirke i hvor stor grad. Agregatstabilitet, økt porevolum og redusert jordtetthet er også faktorer fangvekstene vil kunne bidra med. I tillegg vil de i varierende grad gi ugraset konkurranse og dermed føre til redusert ugrasvekst. Grasarer vil i større grad enn belgvekster gi konkurranse, men en blanding av disse vil gi mest konsekvent ugraskontroll. Enkelte fangvekster avgir også veksthemmende stoffer og har dermed allelopatisk effekt (Bøe et al., 2019). Såtidspunkt vil også være avgjørende for fangveksternes effekt på ugraset. Det er om å gjøre å så fangveksten på et tidspunkt hvor den vil gi best mulig ugraskonkurranse, men den bør samtidig ikke konkurrere med kornet. (Bøe et al., 2019).

##### KARBONBINDING OG REDUSERTE CO<sub>2</sub> UTSLIPP

Hvor mye potensiale fangvekstene har for å øke innholdet av karbon i jord bestemmes av forholdet mellom tilførsel og tap av organisk karbon (Bøe et al., 2020). På jord med allerede



høyt karboninnhold, vil karbonbindingen være mindre enn på jord med et lavere karboninnhold. Potensialet for karbonbinding varierer derfor på ulike områder, og det vil variere på ulike jordtyper. Sand – og siltjord har som regel et lavere karboninnhold enn f.eks. leirjord. Dette skyldes at det dannes jordaggregater i leirjorda, som har en beskyttende effekt mot nedbrytning av organisk materiale. Fangvekster kan være særlig egnet for å øke karboninnholdet i jord på områder med bakkeplanert leirjord, som har et lavt karboninnhold grunnet ensidig korndyrking over tid (Bøe et al., 2020). I hvor stor grad det bindes karbon med fangvekster varierer med deres biomasse og art. Hovedsakelig er grasarter bedre egnet til å øke karboninnholdet enn hva belgvekster er (Bøe et al., 2019). Dette på grunn av at nedbrytningen av plantemateriale skjer saktere hos grasarter. Ved flerårig raigras er det potensiale til å binde opp mot 32 kg karbon/daa årlig. Ved å binde karbon i jord vil netto utslipp av CO<sub>2</sub> reduseres (Bøe et al., 2019), og man hindrer store tap som følge av at åkeren ligger åpen gjennom vinteren (Hojem & Ohna, 2010).

## NITROGENAVRENNING

Fangvekster i korn er det mest effektive tiltaket for redusert nitrogentap til vann på åkerarealer. I tillegg til et stort opptak av nitrogen, har fangvekstene også utenom vekstsesongen god evne til å holde på nitrogenet (Bechmann et al., 2023). I hvor stor grad fangvekstene kan redusere nitrogentap avhenger av klima, art og vær. Ved flerårig raigras kan tapet reduseres med om lag 50%, mens italiensk raigras har både raskere opptak av nitrogen, dekker bedre og vokser raskere (Bøe et al., 2019). Nedbør og temperatur varierer fra år til år, dette påvirker fangvekstenes vekst og spiring. Størst effekt får vi imidlertid på jord som i stor grad er utsatt for nitrogenutvasking, dette inkluderer f.eks. jord med høyt innhold av mold, og sandjord. Fangvekstene kan i enkelte tilfeller også ha motsatt effekt, altså å øke nitrogentapet. Dette gjelder ved utfrysing av plantemateriale i vinterhalvåret. Bruk av belgvekster kan også føre til økt tap av nitrogen (Bøe et al., 2019).

## FOSFORAVRENNING

Fangvekstene kan føre til både redusert og økt tap av fosfor. Grunnet fangvekstenes evne til å bedre jordstrukturen og gi et beskyttende vegetasjonsdekke, kan de på denne måten redusere tapet av partikkelbundet fosfor. Risikoen for overflateavrenning minsker når jordstrukturen bedres, på grunn av økt infiltrasjonskapasitet (Ødegaard & Bechmann, 2021). Fosfortapet kan

også bli redusert når fangvekstene blir høstet, da mye av fosforkonsentrasjonen kan ligge i bladverket på fangvekstene om høsten (Bøe et al., 2019). Ved høsting unngår man at fosfor fra plantemassen renner ned og transporteres med overflateavrenning. Hvor mye fosfor som finnes i bladverket varierer med lokalitet og art, og belgvekster lagrer mer fosfor i røttene enn gressarter. (Bøe et al., 2019). Ved utfrysing av plantemateriale kan vi få fosfortap, men dette avhenger av været på vinteren, samt frosttemperatur, snødekke og antallet tine-fryse sykluser. Dessuten er tapet avhengig av den totale mengden fosfor i plantemassen. Jo høyere fosforinnholdet i jorda er, desto høyere blir også innholdet i graset, og også tapet av fosfor ved avrenning som følge av utfrysing (Bøe et al., 2019). Tap av løst fosfat derimot kan forekomme fra bladmassen på fangvekstene etter frost. Løst fosfat er en del av fosforet, og dersom dette skulle havne i et vassdrag er det lettere tilgjengelig for alger enn hva resten av fosforet er (Ødegaard & Bechmann, 2021). Jo større fosformengder det er i plantematerialet, jo større vil trolig også mengden løst fosfor i avrenningen bli. Tap av løst fosfat er spesielt avhengig av frost og snødekke. Snøen beskytter plantene mot frost, og vil minske mengdene løst fosfat i avrenningen. I vintre hvor det er lengre perioder med barfrost vil derfor konsentrasjonen av løst fosfat trolig øke. Dette fordi fosforet i plantene kan lekke ut som følge av planteceller som fryser i stykker (Ødegaard & Bechmann, 2021). Med milde vintre med lite tele, eller langvarig og stabilt snødekke vil vi ikke denne negative effekten oppstå. (Ødegaard & Bechmann, 2021)

## MULIGE ULEMPER – PRAKTISKE UTFORDRINGER OG LYSTGASSUTSLIPP

En ulempe ved bruk av gras som fangvekst er risiko for avlingsreduksjon (Bøe et al., 2019). En eventuell avlingsreduksjon kan skyldes at fangveksten tar opp deler av plantenæringa (Cottis, 2023). Det kan også skyldes at fangveksten gir kornet konkurranse. Valg av sort og art av fangvekst, såtidspunkt og kornart vil være avgjørende. F.eks. gir italiensk raigras større avlingsnedgang i korn enn flerårig raigras, og belgvekster kan derimot øke avlingene. (Bøe et al., 2019)

Andre praktiske utfordringer er mye grønn plantemasse fra fangvekstene, som vil gi senere opptørring og våtere forhold ved høsting (Cottis, 2023) Dersom fangveksten vokser seg høyere enn halve strå lengden på kornet, vil dette gi mye grønn bladmasse gjennom treskeren. Dette vil føre til et høyere dieselforbruk, og ekstra belastning på treskeren. Videre vil det også bli mer utfordrende å tørke halmen med plantemasser av fangvekst innblandet (Cottis, 2023).

Dersom en ikke pløyer eller sprøyter er det videre risiko for at fagveksten kan bli ugress påfølgende år (Bøe et al., 2020). Det kan være behov for eksperimentering når man skal bruke fangvekster, og merarbeid vil også være å regne med (Frøseth & Seehusen, 2023) Det er også et økonomisk spørsmål, da produksjons – og plantekostnader vil øke. (Blanco-Canqui et al., 2015).

Det vil forekomme utslipp av lystgass i ulik grad ved bruk av fangvekster. Mineralsk nitrogen i jord, vinterforhold, pH, jordarbeiding, opptak i plantene og art av fangvekst m.m. er forhold som påvirker (Bøe et al., 2019). Lystgass kan produseres ved nitrifikasjon, som et biprodukt fra ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) til nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), men i hovedsak dannes det ved denitrifikasjon av nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) til  $\text{N}_2\text{O}$  (Arne Grønlund & Harstad, 2014). Spesielt ettårige fangvekster som overvintrer, kan føre til økte lystgassutslipp. I hovedsak er det fra belgvekster og fôrredikk dette er registrert, mens fra flerårig gras er utslippet mindre (Bøe et al., 2020). Det bør og nevnes at åpen åker gjennom vinteren, eller høstpløying mange steder også vil føre til økte lystgassutslipp som følge av avrenning og erosjon. Lystgass dannes dersom jorda blir vannmettet, og ved minimal eller ingen tilgang på oksygen (Hojem & Ohna, 2010). Ved frysing og tining av jorda er oksygentilgangen svært begrenset, derfor dannes lystgass under disse prosessene. Mengden nitrogen i jorda vil også påvirke lystgassutslippene. Plantenes evne til å ta opp nitrogen er her av stor betydning, men når og hvordan man gjødsler, samt nedbørsmengde vil og påvirke. (Hojem & Ohna, 2010)

#### 1.4. FANGVEKSTERS PÅVIRKNING PÅ DYRKINGSFORHOLD, JORDLIV OG ANDRE FORHOLD SOM PÅVIRKER MENGDEN KARBON I JORD

Ved at fangvekstene gjennom vinteren driver fotosyntese, sørger dette for omdanning og transport av C til jordkarbon via roteksudater og røtter. Dette er bra for jordlivet og mikroorganismene i jorda. (Holmen, 2020). Fangvekster har evnen til å påvirke jordlivet, særlig på grunn av røttene deres (Bøe et al., 2019). Når røtter i jorda dør, vil det åpne seg rotganger som er viktige for transport av vann og luft. I tillegg vil røttene etterlate seg næring til andre organismer og jorddyr. Disse behandler jorda på flere måter og har en viktig effekt på jordstrukturen. Meitemarken er et godt eksempel på dette. Den spiser jord, og dette kommer ut igjen som passe store aggregater som er bundet sammen av slim i fordøyelsen, og pH ligger alltid på 7 (Brandsæter et al., 2009).

Jordpakking er en kjent utfordring i Norge, særlig ved fuktig og vannmettet jord. Dersom jorda blir vannmettet, svekkes rotveksten og dermed hemmes også tilførselen av det organiske materialet og karbon til jorda. Etter hvert som konsentrasjonen av organisk materiale i jorda øker, avtar også jordtettheten (Rasse et al., 2019). Jordpakkingen medfører vanskeligere forhold for kulturplantene, særlig i konkurranse med ugraset. Dette skyldes at noen typer ugras takler pakket jord bedre enn kulturplantene selv, dette er spesielt de med et dypt og kraftig rotsystem, f.eks. åkertistel. Ved pakket jord vil lufttilgangen bli dårligere (Brandsæter et al., 2009). Fangvekstene har potensiale til å løsne pakkeskadet jord, men også øke jordas hardførhet mot jordpakking. Fangvekster med et kraftig og dypt rotsystem, som blant annet luserne og lupiner, vil være best egnet for å løsne pakkeskader eller for å unngå pakket jord. (Bøe et al., 2019). Korn bør ha et luftvolum på 10-15% for å oppnå god avling. Pakket jord vil gi røttene mekanisk motstand, samtidig vil redusert oksygentilgang i jorda skade røttene ytterligere. Dette vil svekke veksten hos kulturplantene og minske næringsopptaket (A Grønlund & Korsæth, 2010).

For å få næring og energi er jordorganismene avhengig av organisk materiale i jorda for å bygge opp jordstrukturen og holde seg aktive (Brandsæter et al., 2009). Tiltak som sørger for dette, f.eks. fangvekster vil derfor være viktige for et aktivt jordliv. Jordarbeiding i seg selv er ødeleggende for jordliv og jordstruktur. Ved bruk av tunge maskiner oppstår et kraftig trykk i jorda som kan knuse jordaggregatene. Regn eller fuktige forhold vil svekke jorda og jordaggregatene ytterligere, og gjør jorda enda mer følsom for ytre påvirkning (Brandsæter et al., 2009). De største porene i jorda er de som tettes først ved økende trykkbelastning. Det er nettopp disse porene som betyr mye for rotveksten, men også biologisk aktivitet, gassutveksling og lufttilførsel (A Grønlund & Korsæth, 2010). Det er også større fare for at jordaggregatene blir ødelagt ved åpen åker og ubeskyttet jord. De er da svært følsomme for regn og vind, og et beskyttende plantedekke vil bidra til å beskytte aggregatene gjennom vinteren (Brandsæter et al., 2009).

## 2 MATERIAL OG METODE

Teksten er et litteraturstudium, og litteratur er hentet fra ulike databaser som Google Scholar, Oria og Høgskolen i Innlandets bibliotek ved Blæstad. Problemstillingen jeg har valgt er:

«Kan fangvekster i korndyrking være tilstrekkelig for å hindre nedgang i karbon i jord?»

Det har vært mye informasjon å finne om temaet. Det er søkt på litteratur om organisk materiale og karbonbinding i jord. Et flertall av aktuelle kilder tar utgangspunkt i karbon i jord, framfor organisk materiale i jord. Det ble derfor et naturlig valg å vinkle problemstillingen etter dette. Det er blitt brukt søkeord som f.eks. «fangvekster i korn». Her ble resultatet 15 sider med artikler. Det har derfor vært nødvendig å avgrense søket. Dette har blitt gjort ved å f.eks. bruke flere søkeord, eller skrive inn navnet på aktuelle forfattere foran eller bak søkeord. For å være kildekritisk har det blitt sett på årstall, forfatter(e), og/eller hvor mange som har sitert den aktuelle artikkelen.

Andre søkeord som er blitt brukt er blant annet «organisk materiale i jord», «karbon i jord», «fangvekster og karbonbinding», «Fangveksters påvirkning på karbon i jord», «karbonbinding i norsk jordbruksjord». I tekster det er henvist til andre kilder underveis i teksten, er hovedkildene blitt brukt der dette har vært hensiktsmessig. Engelske kilder har jeg fått tilsendt som pdf. dokumenter fra Høgskolens bibliotek, da jeg ikke fikk tilgang på hele teksten ved søk/innlogging i Oria eller Google Scholar. Av forfattere er det blitt søkt på blant annet Hugh Riley, Thomas Kätterer, Svein Solberg, Trond Maukon Henriksen og Audun Korsæth.

### 3 LITTERATURSTUDIE

#### 3.1 FANGVEKSTER SIN EFFEKT PÅ ORGANISK MATERIALE OG KARBON I JORD

Med organisk materiale menes molekyler som stammer fra dyr eller planter som inneholder karbon. Større jordlevende organismer og levende planter kan også gå innunder begrepet, men dette måles ikke ved hjelp av glødetap, som er den vanligste måten å analysere mengden organisk materiale i jord på i Norge (Pommeresche, Frøseth, et al., 2019). Skillet mellom levende og dødt materiale i jorda kan være diffust. Dette fordi det kan ta lang tid for rotceller som løsner å visne (dø). Mold er også et begrep som er mye brukt for å omhandle organisk materiale, men dette er gjerne en mer omdannet del av det organiske materialet. Innholdet av karbon i det organiske materialet varierer noe, men det utgjør omtrent 50% (Pommeresche, Frøseth, et al., 2019). Karbonet kan stamme fra enkle organiske forbindelser, sopp, mikroorganismer og små rotdele. Det kan også komme fra mer kompliserte organiske strukturer som cellulose, humussyrer, kitin og lignin (Pommeresche, Frøseth, et al., 2019).

Fangvekster vil kunne øke mengden organisk karbon i jord, særlig på grunn av økt biomasse av planter både under og over bakken. Røttene er spesielt avgjørende for å øke det organiske karbonet i jorda, samtidig bidrar plantemassen over bakken til økt fotosyntese utover i vekstsesongen (Bøe et al., 2019). Dette vil potensielt kunne bidra til økt karboninnhold og redusert atmosfærisk CO<sub>2</sub> i jorda. Effekten av fangvekstene ser man først i betydelig grad på lang sikt. Gressarter er i hovedsak best egnet til å øke karboninnholdet i jorda, fordi plantematerialet brytes ned saktere sammenlignet med belgvekster (Bøe et al., 2019).

## 3.2 HVORDAN GIR FANGVEKSTER I KORN ØKNING I ORGANISK KARBON I JORDA?

Det organiske materialet eller karbonet beskyttes mot mineralisering og nedbrytning gjennom tre mekanismer:

- *Kjemisk stabilitet* gjennom stabile molekyler der hvor nedbrytningshastigheten er lang, bidrar disse til beskyttelse mot nedbrytning. Disse stabile molekylene er som oftest oppstått ved høy temperatur i form av biokull eller vegetasjonsbrann. Kjemisk stabilitet kan altså ha påvirkning på karbonlagringen i jord (Rasse et al., 2019).
- *Fysisk beskyttelse* skjer ved at de organiske molekylene ligger beskyttet i små aggregatporer, som kan hindre diffusjon av nedbrytningsenzymmer, i tillegg blir mikroorganismene hindret å komme inn i aggregatene. Ved spesielt små porer hindrer det også oksygen å slippe til, noe som er nødvendig for at nedbrytning skal kunne skje. Fysisk beskyttelse kan være at jordkarbon i dypere jordlag er bedre beskyttet mot nedbrytning, enn karbon som befinner seg lenger opp. Dette fordi det er størst biologisk aktivitet i øvre jordlag (Rasse et al., 2019).
- Ved *fysiokjemisk beskyttelse* menes det at molekyler kan bli utilgjengelige for nedbrytning ved at leirmineraler eller metal-oksihydroksider kjemisk binder molekylene (Rasse et al., 2019).

Ved bruk av fangvekster økes karboninnholdet som følge av økt fotosyntese (A Grønlund & Korsæth, 2010). CO<sub>2</sub> som oppstår som et resultat av utvasking og erosjon, mineralisering og nedbrytning av biomasse, og ulike former for organiske forbindelser er den største årsaken til tap av karbon. For at karbonnivået i jorda skal nullstille seg og holdes stabilt over lengre tid må tilførselen og nedbrytningen være tilsvarende lik. For å opprettholde et høyt karboninnhold kreves det stor tilførsel av organisk materiale over tid (A Grønlund & Korsæth, 2010).

En svært viktigste faktor for å øke karboninnhold i jord er fotosyntesen (A Grønlund & Korsæth, 2010). Karbon i landbruksjord kan tilføres i form av ulikt organisk materiale og husdyrgjødsel. Plantevekst er allikevel den viktigste biologiske faktoren for å binde karbon i jorda fra atmosfærisk CO<sub>2</sub> gjennom fotosyntese (Pommeresche, Serikstad et al., 2019). Av

karbon plantene fanger i fotosyntesen vil mellom 5 til drøyt 30% føres over til røttene og deretter skilles ut i jorda (Pommeresche & Haugerud, 2017).

Det er spesielt to faktorer som påvirker fotosyntesen; fuktighet og temperatur. Med økende vanninnhold ser man ofte økte mengder karbon i jorda. Dette skyldes trolig anaerobe forhold ved høy fuktighet som bremser nedbrytning av organisk materiale (A Grønlund & Korsæth, 2010). Fra åpne kornåkere i Norge skyldes de største tapene av næringsstoffer og jord, at det forsvinner med vannet. Ved bruk av fangvekster i korn bremses vannhastigheten, blant annet fordi fangvekstene skaper ujevnheter (Bøe et al., 2019).

I takt med økt dybde og mengde på planterøttene vil også karboninnholdet i jorda øke deretter. Sammenlignet med overjordiske plantedeler brytes røttene ned langsommere. Jo lenger ned røttene kommer i jorda, jo mer beskyttet er de også mot nedbrytning på grunn av mindre lufttilgang (A Grønlund & Korsæth, 2010). Ved bruk av fangvekster ønsker man derfor sorter som har et dypt og kraftig rotsystem (Bøe et al., 2020).

### 3.3 NORGES FANGVEKSTAREAL

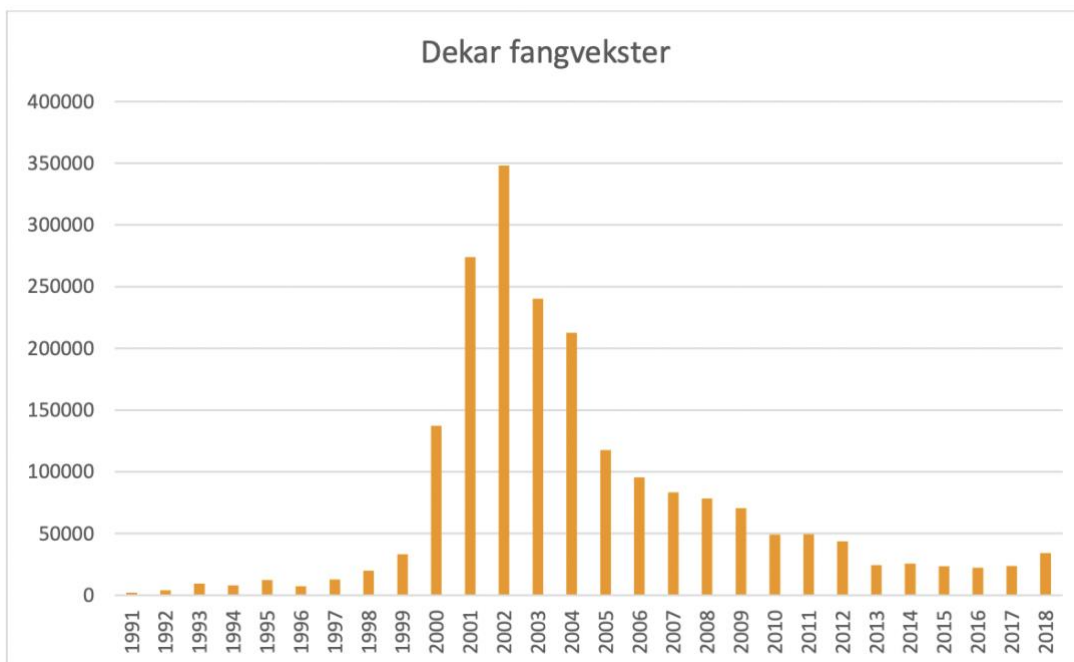
I Norge estimeres det at karbonmengden i dyrket jord totalt ligger på 80 millioner tonn (Serikstad et al., 2018). Siden 2010 har fangvekstarealet i Norge hvert år ligget under 50 000 dekar (Holmen, 2020). Av det totale kornarealet tilsvarer dette mindre enn 1%. Norges kornareal lå i 2018 på 2,9 millioner dekar, under 50 000 av disse hadde fangvekster. 2002 er det året med mest bruk av fangvekst i Norge, med nærmere 350 000 dekar fangvekstareal (Holmen, 2020). Etter dette ble det reduserte tilskudd, og overgang til RMP kom i alle fylker i 2005. Fangvekster er tilskuddsberettiget gjennom RMP, men dette har allikevel ikke ført til økende bruk. Nedgangen etter 2002 skyldes trolig endring i tilskuddsordninger, i kombinasjon med vanskelige treskeforhold som følge av utfordringer med at raigras konkurrerte for mye med kornet flere steder (Holmen, 2020).

Dersom man tar utgangspunkt i et karbonbindingspotensiale på 32 kg per dekar og år for Norges fangvekstarealet, får vi en total karbonbinding på 717 tonn karbon per år (Bøe et al., 2019). Dette er beregnet ut ifra at 0,8% av kornarealet har fangvekster. Dersom



fangvekstarealet økes til 60% av det totale kornarealet, vil tallet bli 54 733 tonn karbon bundet per år i Norge, noe som tilsvarer 200 689 tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter (Bøe et al., 2019). Det bemerkes at tallestimatet inneholder usikkerhet, da det er flere faktorer som kan påvirke. Karbonbindingspotensialet avhenger av dybden på fangvekstenes røtter. Beregningene tar ikke hensyn til likevekten mellom tilførsel og tap av karbon som vi etter hvert vil få, noe som fører til avtagende effekt. Beregningene tar utgangspunkt i øvre jordlag ned til 20 cm dybde (Bøe et al., 2019).

I AgriAnalyse sin rapport «Økt karbonbinding ved bruk av fangvekster på kornarealet» (Holmen, 2020, s. 20) vises det til spørreundersøkelser gjort blant bønder om deres tanker rundt bruk av fangvekster. Tidligere erfaringer fra bønder er blant annet vanskeligheter med å bli kvitt overvintrende raigras med vårploying. Utfordringer ved tresking er en bekymring dersom fangvekstbestanden blir for høy. Videre kan god etablering av fangvekstbestand være utfordrende i en tett kornåker. I tynn åker kan fangveksten gi kornet konkurranse. Bedre tilskuddsordninger og økt kompetanse er viktig for bøndene dersom de skal øke bruken av fangvekster (Holmen, 2020).



Figur 1: Viser bruk av fangvekster i Norge i antall dekar fra 1991-2018. Tabellen er hentet fra AgriAnalyse sin rapport « Økt karbonbinding ved bruk av fangvekster på kornarealet» (Holmen, 2020, s. 14) og er basert på opplysninger fra Landbruksdirektoratet (Holmen, 2020, s. 14).

### 3.4 HVOR MYE ORGANISK KARBON TILFØRES JORDA AV FANGVEKSTER I KORN?

Beiteplanter og eng kan frakte mellom 30-50% av karbonet de binder i fotosyntesen ned i jorda, mens kornplanter kan frakte 20-30% (Pommeresche & Haugerud, 2017). I løpet av en vekstsesong kan gress dermed transportere ca. 220 kg karbon/daa ned til røtter og jord, mens kornplanter kan frakte 150 kg/daa. En viktig årsak til at gressplanter binder større mengder karbon enn korn er lengre vekstsesong (Pommeresche & Haugerud, 2017). Hvor mye karbon som tilføres jorda avhenger av blant annet planteart og utviklingsstadium, som påvirker hvor mye karbon planten forbruker til rotrespirasjon-og utvikling, samt roteksudater. Hos unge planter brukes mer karbon av røtter for vekst og til næringsopptak. I tillegg går mer til roteksudater og røtter, enn hva det gjør hos eldre planter. I kornjord vil fangvekster derfor potensielt kunne øke tilførselen av karbon til jorda ved at plantene har et stort rotnettverk og en forlenget vekstsesong (Pommeresche, Serikstad et al., 2019).

Målinger gjort av Bioforsk, viser karboninnhold på mineraljord i Norge på ulike plasser. Grunnlaget for tallene er glødetapsanalyser av omtrent 85 000 jordprøver. Tallene deres viser at på mineraljord med under 10% eng, varierer karboninnholdet fra 2,2 til 2,9%. Målinger gjort på Sørlandet ga lavest innhold av karbon på 2,2%, mens Nord Norge hadde høyeste tall på 2,9% (A Grønlund & Korsæth, 2010).

Mengden organisk karbon i jorda øker i takt med nedbrytningshastigheten av organisk materiale. For å opprettholde karbonbalansen i jord må det være balanse mellom tilførsel og frigjøring til vann og atmosfære (Serikstad et al., 2018). Med økende karboninnhold i jorda, øker også potensialet for karbontap. Jo lavere karboninnholdet i jorda er i utgangspunktet, desto større blir dermed potensialet for karbonopptak. For å opprettholde karboninnholdet ved allerede høyt C-innhold, vil det kreve større tilførsel av karbon for å opprettholde likevekten i jorda, enn hva det vil ved lavere innhold. Hvor mye karbon plantene tilfører jorda avhenger av blant annet rotsystemet. Omlag 50% av karbonet som transporteres til røttene, kan man finne igjen som røtter (Serikstad et al., 2018). Resterende karbon blir værende i jordorganismer og organisk materiale, resterende 1/3 blir ved respirasjon fra mikroliv og røtter til CO<sub>2</sub>. Av 100 gram karbon bundet fra atmosfæren i gressplanter, er om lag 20 gram røtter, og 70 gram overjordiske plantedeler. Opp mot 7 gram blir innblandet i organisk materiale i jorda, mens 3

gram karbon ender som CO<sub>2</sub> ved at det forbrukes av jordliv og røtter (Serikstad et al., 2018). Hvor stort potensiale fangvekster har til å øke det organiske innholdet i jorda, avhenger av type fangvekst og deres rotsystem. Fangvekster av gressarter har en langsom nedbrytning av plantematerialet sammenlignet med belgvekster, og gir derfor generelt et bedre bidrag til å øke karboninnholdet i jord. I korn vil flerårig raigras være et godt alternativ her til lands, da den har god overvintring og gir kornet mindre konkurranse enn italiensk raigras. Røttene er spesielt viktig for å øke karboninnholdet i jorda. Hvor stort deres bidrag blir avhenger av såtidspunkt og spiring, samt vekstforholdene både i vekstsesong og videre utover høsten (Bøe et al., 2019).

Det er størst potensiale for karbonopptak der det har vært langvarig åker, og innholdet av karbon er lavt. Karboninnholdet er i snitt nokså høyt i Norge, dette skyldes mye engareal, samt relativt fuktig og kjølig klima. Temperaturøkning som følge av klimaendringer vil trolig føre til lavere karboninnhold. En stor mengde jordprøver tatt mellom år 2000 og 2007, viser gjennom glødetapsanalyser at karboninnholdet i norsk jord med langvarig eng ligger på omtrent 3,5%, mens på jord med ensidig korndyrking er tallet 2,5% (Serikstad et al., 2018). Karboninnholdet vil også variere mellom ulike jordtyper. Silt-og sandjord som har enkeltkornstruktur, vil som oftest ha lavere karboninnhold enn leirjord hvor jordaggregater bidrar til beskyttelse mot nedbrytning av det organiske materialet. Intensive driftsformer påvirker det organiske materialet i jorda. Ensidig åkerdyrking med høstpløying vil gi – 30-60 kg/C/daa/år, mens åkerdyrking med fangvekst, redusert jordarbeiding, eller nedmolding av halm kan gi + 10 kg C/daa/år (Serikstad et al., 2018).

En studie av Blanco-Canqui m.fl. (2015) viser at fangvekstene har stort potensiale til å øke karbonnivået i jorda avhengig av opprinnelig karbonnivå, klima og biomasse av fangvekstene. Blanco-Canqui m. fl. kom fram til at karbonnivået kunne økes fra 10 kg karbon/daa og år til 100 kg/daa og år med bruk av fangvekster. Studiene deres viste og at fangvekstene ikke hadde noen negativ betydning på hovedavling, med unntak av tørkeutsatte områder. Fangvekstene ville da minske vanntilgangen for påfølgende avlinger. Studien påviser også en rekke andre økosystemtjenester fangvekstene tilfører jorda, og at disse har en sammenheng. For eksempel vil økte karbonnivåer i jorda videre føre med seg forbedrede jordegenskaper. Det påpekes og at det ikke gir umiddelbare resultater med bruk av fangvekster, og at det er et langsiktig tiltak (Blanco-Canqui et al., 2015).

For å se nærmere på hvor mye karbon fangvekstene potensielt kan bilde i jorda, kan vi se på tre langtidsforsøk gjort på to ulike plasser i Sørvest-Sverige av Poeplau m.fl. (2015). Forsøkene strakk seg over en periode på 16-24 år. To av forsøkene (Melby I og Melby II) ble gjort på Mellby (56 gr29'N, 13gr 0'E). Melby I startet i 1983, men fangvekster ble først brukt i forsøket i 1989 og varte frem til 2013. Det ble undersøkt fire ulike felter med/uten fangvekst; Felt 1: ugjødslet kontrollfelt. Felt 2: tilført 9 kg mineralsk nitrogen gjødsel/daa. Felt 3: bløtgjødsel fra svin (15 kg N/daa) og mineralgjødsel. Felt 4: Bløtgjødsel fra svin (25 kg N/daa) og mineral N gjødsel. Hovedvekstene av korn som ble undersøkt var vårhvete, vårbygg og havre, i tillegg ble det sådd potet og raps. Det ble brukt flerårig raigras som fangvekst på alle forsøksfelter. I hovedsak ble fangveksten undersådd i vårkorn samtidig med såing av kornet (i snitt 23.april), eller kort tid etter. Det ble brukt en såmende på mellom 0,5 og 1 kg per dekar. I forsøksfeltene på Melby I overvintret fangvekstene og ble pløyd ned på våren (i snitt 9 april). På ett felt ble det også dyrket høsthvete. På Melby II ble det i hovedsak dyrket havre, vårbygg og vårhvete. Rapporteringen fra området strekker seg fra 1993-2013. Her var det to ulike felter, hvorav det på felt 1 ble nedmoldet halm på høsten, og på felt 2 ble raigras undersådd i april og pløyd ned med halmen i november. Raigras ble i gjennomsnitt sådd som fangvekst 26.april, og innarbeidet i starten av november. Det tredje forsøksfeltet var ved Lanna (58gr21'N, 13gr08'E) og varte fra 1997 til 2013. Feltet ble i likhet med Melby II etablert for å undersøke effekten av fangvekst for nitrogendynamikk, halminnarbeiding og effekt av ulike pløyedatoer. Det var også her to felt; felt 1: ble pløyd i november. Felt 2: raigras ble undersådd om våren og nedmoldet om høsten. All halm ble fjernet. Hovedvekstene var her havre, vårbygg og vårhvete. I snitt ble raigras sådd som fangvekst 1. mai, med en såmengde på ca. 1 kg, og i snitt skjedde innarbeiding 2. november (Poeplau et al., 2015).

Det ble registrert at fangvekstene påvirket avlingsmengde på hovedveksten lite. Kun i et par tilfeller ble det registrert avlingsnedgang som kunne settes i sammenheng med bruk av fangvekstene. Avlingsnedgangen ble sett på de ugjødslede kontrollfeltene på Melby I, hvor feltene med fangvekst i snitt ga 15% lavere avlingsmengde. For flerårig raigras er normalt konkurranseevnen liten (mindre enn 3%), og de andre seks feltene viste minimale forskjeller i avling (-1,6 til + 2,5%). Effekten av det flerårige raigraset var størst på felter som ble gjødslet med 15 og 9 kg N/daa. Etter 23 år så man i feltene som ikke ble gjødslet på Melby at mengden organisk karbon i jorda hadde økt med 120 kg /daa med bruk av fangvekst. Dette

tilsvarende 5,2 kg C/daa/år. På gjødslede felter ble karbonlagringen vesentlig større, 1,4 tonn C/daa ble lagret over samme periode, noe som tilsvarer 61 kg C/daa/år (Poeplau et al., 2015).

I gjennomsnitt ble overjordisk biomasse av raigras målt mellom 550 og 1050 kg per år. For å beregne karbonbindingseffektiviteten av raigraset ble det brukt en modell for beregning av dette (den innledende karbonbalansmodellen). Resultatene viste i gjennomsnitt en karbonbindingseffekt på  $32 \pm 28$  kg karbon per dekar og år lengst nord. En så stor variasjon fra -10 til 64 kg lagret karbon/daa/ år. Det var i forsøk på Melby II at det ble observert negativ verdi, fordi forsøksfelt uten fangvekst ble registrert med større lagring av karbon etter 20 år, enn felt med raigras som fangvekst. Et høyere karboninnhold vil føre til raskere nedbryting av materiale, og kan dermed være forklaringen på dette. Effekten av fangveksten vil da ikke komme fram i form av økte karbonmengder i jorda. Effekten fangvekstene viste for jordas karboninnhold var i gjennomsnitt  $0,33 \pm 0,27$ , som tilsvarer effekten av avløpsslam og husdyrgjødsel. Den underjordiske produktiviteten hos raigrasfangveksten var den mest usikre variabelen i forsøket, men ble registrert som høy. (Poeplau et al., 2015).

Flere forsøk støtter oppunder teorien om fangvekstenes evne til å øke karbonmengdene i jorda. I 2006 undersøkte Ding m.fl. fangveksters effekt på organisk karbon på jord i USA (Bøe et al., 2019). Her ble mais brukt som hovedkultur. Fangvekstene ble sådd etter høsting og pløyd ned på våren. Etter 10 år så man en signifikant økning av organisk karbon i jorda ved bruk av fangvekster. Undersøkelsene viste at rug som fangvekst i renbestand ga et organisk innhold på 14,1 kg OC/m<sup>3</sup>, mens med en blanding av rug og lodnevikke var innholdet 15,1 kg OC/m<sup>3</sup>. Uten fangvekst ble det målt 11,4 kg OC/m<sup>3</sup> (Bøe et al., 2019).

I en rapport av Poeplau & Don (2015) ble det samlet inn et flertall tilgjengelige studier som undersøker karbonkonsentrasjonen i jorda. Poeplau og Don samlet inn totalt 30 studier i datasettet deres, som omfattet 37 forskjellige plasser. 24% av alle studiene ble utført i tropene, mens 76% ble gjennomført i temperert sone. Totalt 27 ulike arter var dyrket som fangvekster med belgvekster og - ikke belgvekster. Hvor mye gjødsel og hvor store såmengder det var brukt av fangvekst varierte i de ulike forsøkene. Totalt var det 139 prøvetakingsplasser på fangvekstareal. På 8 av plasseringene var det gjort langtidsstudier som hadde strukket seg lenger enn 20 år. Prøvetakinger ble gjort på fire ulike dybder i jorda, allikevel var det kun tre studier som så på effekten av fangvekst og mengde organisk karbon under ploglag. For å beregne mengden organisk karbon i jorda er det nødvendig å vite jordtetthet, dette ble kun

oppgitt i 30% av de innhentede studiene. I resterende studier ble jordtettheten beregnet ut ifra den negative sammenheng mellom jordtetthet og karbonkonsentrasjon, og dybden målingene ble gjort. Rapporten til Poeplau & Don estimerte at fangvekstene i snitt har potensiale til å binde  $32 \pm 8$  kg karbon/daa og år. (Poeplau & Don, 2015). 32 kg bundet karbon per dekar, tilsvarer som nevnt tidligere 717 tonn lagret karbon for fangvekstarealet i Norge dag (Bøe et al., 2019).

## 4 DISKUSJON

Det er enighet om at fangvekster i korndyrking potensielt vil kunne øke det organiske innholdet av karbon i jord. Om det er tilstrekkelig for å hindre karbonnedgang i jorda, og hvor mye potensiale det er for karbonbinding avhenger av flere faktorer.

Flere studier nevnt i teksten viser til økte mengder karbon på fangvekstareal, sammenlignet med areal uten fangvekst. Omfattende forsøk gjort i Sverige av Poeplau m.fl. (2015) viste i snitt en karbonbinding på  $32 \pm 28$  kg karbon/daa/år ved bruk av fangvekst (Poeplau et al., 2015). Allikevel ble det sett variasjoner mellom -10 - 65 kg bundet karbon per dekar og år. Den negative verdien som ble oppdaget skyldes trolig at nedbrytningshastigheten på det organiske materialet var svært høy, grunnet høyt karboninnhold. Effekten av fangveksten ble derfor ikke synlig ved at mengdene karbon i jorda økte (Poeplau et al., 2015).

Poeplau & Don (2015) samlet inn totalt 30 ulike studier om fangvekster og deres karbonbindingseffekt. Resultatet av de innsamlede dataene fra studiene, viste her  $32 \pm 8$  kg bundet karbon/daa/år (Poeplau & Don, 2015). Slik jeg tyder det har Poeplau funnet en total økning av karbon i jord. Det vil si at eventuelle tap av N grunnet dyrking, er tatt med i beregningen i tallet for gjennomsnittlig karbonbinding hvis min tolkning er riktig.

De to største og mest omfattende studier omtalt i denne teksten, kommer fram til omtrent den samme potensielle karbonbindingen ved bruk av fangvekst. Forsøkene gjort i Sverige av Poeplau m. fl. (2015) er meget relevante med tanke på klima og beliggenhet i forhold til Norge. Poeplau & Don (2015) hadde 76% av sitt tallmateriale fra temperert sone, mens 24% ble utført i tropene (Poeplau & Don, 2015). Dette kan ha påvirkning på resultatet.

Art og sort av fangvekst er viktig å velge ut ifra klima og ønsket effekt. Ved riktige forhold viser forsøk og rapporter i denne teksten at den potensielle karbonbindingseffekten er stor. Samtidig er det mange faktorer som skal tas med i beregningen for å få en vellykket kornavling og oppnå økt karbonbinding. Biomasse av fangvekstene, klima og opprinnelig karbonnivå i jorda blir nevnt som faktorer som påvirker (Bøe et al., 2019). Det er også viktig å tilføye at bruk av fangvekst med hensikt å øke innholdet av karbon i jord er et langsiktig tiltak (Blanco-Canqui et al., 2015).

Det virker som det er lite som strider imot teorien om at fangvekster mulig kan gi et bidrag til økt karbonbinding i jord. Denne effekten i seg selv er svært positiv, men må også veies opp mot andre forhold. For bonden vil det være økonomi, arbeidsmengde og praktiske utfordringer som spiller en viktig rolle (Holmen, 2020). Sett i et klimaperspektiv, ser man mange positive effekter ved bruk av fangvekstene. I tillegg til økt karbonbinding, vises det til fordeler som blant annet bedre agregatstabilitet, porevolum og forbedret jordstruktur. Fangvekstenes rotsystem antas å være grunnen til de forbedrede jordegenskapene. Lystgassutslipp og mulig avlingsreduksjon er blant ulempene. (Bøe et al., 2019). Alt i alt ser man flere fordeler enn bakdeler. For å oppnå ønsket effekt er det viktig at man tar riktige valg på veien.

Ett flertall av kilder og studier i denne teksten omtaler en rekke positive effekter av fangvekster i korn. Dette omhandler karbonbinding i jord og jordfysiske egenskaper. Allikevel er det mindre enn 1% av kornarealet i Norge hvor det benyttes fangvekst (Holmen, 2020). Skepsis for å bruke fangvekster er i stor grad knyttet til merarbeid, praktiske utfordringer ved tresking og økonomisk utbytte. Det er utfordrende å etablere en god fangvekstbestand i en tett kornåker. Samtidig er det i en tynn åker en mulighet for at fangveksten vil konkurrere med kornet. Det belyses at det er behov for mer kunnskap om bruk av fangvekster, og at dette kan skyldes mye av usikkerheten og skepsisen (Holmen, 2020).

Økt biomasse over og under bakken er en stor årsak til fangvekstenes potensiale til å binde karbon. Plantemassen over bakken sørger for økt fotosyntese, mens røttene er viktige for å få karbon ned i jorda (Bøe et al., 2019). Forhold av betydning for karbonbindingen er art og sort av fangveksten, dets biomasse og etablering samt allerede karboninnhold i jorda. Klimatiske

forhold og vær vil også påvirke, i tillegg til kornsort. Ved valg av fangvekst er det ønskelig at rotsystemet er stort og kraftig. (Bøe et al., 2019) Røttene på planter brytes ned langsommere enn den overjordiske biomassen. Desto lenger planterøttene kommer ned i jorda, dess mindre blir også lufttilgangen og dermed øker beskyttelsen mot nedbrytning (A Grønlund & Korsæth, 2010).

For å opprettholde karbonnivået i jorda og holde dette stabilt over tid, må tilførsel og nedbrytning være nærmere identisk. For at karboninnholdet skal holdes høyt krever det at tilførselen er stor over tid (A Grønlund & Korsæth, 2010). Av betydning for hvor lett det er å øke eller hindre nedgang i karbon i jord med fangvekst, er det allerede karbonnivået i jorda. Potensialet for karbonbinding øker når jorda fra før av har lavt karboninnhold. Har jorda allerede høyt innhold av karbon, vil fangvekstenes potensiale for økt binding være mindre. Områder med ensidig korndyrking over tid vil ofte ha lavt karboninnhold, og fangvekster vil her være egnet (Bøe et al., 2019). Det er i dag svært lite av Norges kornareal hvor det anvendes fangvekst (Holmen, 2020). Dette kan tilsi at potensialet for karbonbinding kan være stor flere steder på norske kornåkere



## 5 KONKLUSJON

Kan fangvekster i korndyrking være tilstrekkelig for å hindre nedgang i karbon i jord?

Dette avhenger av flere faktorer, som blant annet det opprinnelige karbonnivået i jorda, etablering av fangveksten, såtidspunkt, valg av sort og art av både korn og fangvekst med mer. På områder med allerede lavt karboninnhold er det stort potensiale for økt karbonbinding.

Svaret på problemstillingen blir derfor: Ja, fangvekster i korndyrking kan være tilstrekkelig for å hindre nedgang i karbon i jord. Forholdene som nevnt i konklusjonen er av betydning.

I tillegg til å hindre nedgang, kan fangvekstene ved riktige forhold potensielt øke den totale karbonmengden i jorda med rundt 32 kg karbon per dekar og år.

## 6 LITTERATURLISTE

- Bechmann, M., Frøseth, R. B., Rivedal, S., Brod, E., Fischer, F., Seehusen, T., & Øgaard, A. F. (2023). *Tiltak for bedre nitrogenforvaltning i norsk jordbruk*. 9, 60.  
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3057212>
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T. M., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Elmore, R. W., Francis, C. A., & Hergert, G. W. (2015). *Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils*. 6, 26.
- Bøe, F., Bechmann, M., Øgaard, A. F., Sturite, I., & Brandsæter, L. O. (2019). *Fangvekstenes økosystemtjenester Kunnskapsstatus om effekten av fangvekster* (Vol. 5, Issue 9).  
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2582027>
- Bøe, F., Sturite, I., Lågbu, R., Hegrenes, A., Ring, P. H., & NIBIO. (2020). *Fangvekst som klimatiltak i Norge*. 6, 50. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2638984>
- Bøe, F., Bechmann, M., Øgaard, A. F., Sturite, I., Brandsæter, L. O., NIBIO, & NMBU. (2019). *Miljø- og klimaeffekter av fangvekster*. (Vol. 5) 4.
- Brandsæter, L. O., Mangerud, K., Birkenes, S. M., Brodal, G., & Andersen, A. (2009). *Plantevern og plantehelse i økologisk landbruk Bind 3 – Korn, oljevekster og kjernebelgvekster* (Vol. 4, Issue 4).
- Cottis, T. (2023). *Personlig meddelelse om mulige utfordringer ved bruk av fangvekst*.
- Frøseth, R. B. (2008). *Økologisk kornproduksjon : Arts- og sortsvalg*. 1(36), 2.
- Frøseth, R. B., & Seehusen, T. (2023). *Fangvekster: motivasjon og erfaringer*. 119–123.  
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3062171>
- Grønlund, A., & Korsæth, A. (2010). *Bærekraftig landbruk Utfordringer, muligheter og kunnskapsbehov* (Vol. 5, Issue 3) 79. <https://core.ac.uk/download/pdf/285988279.pdf#page=29>
- Grønlund, A., & Harstad, O. M. (2014). *Klimagasser fra jordbruket. Kunnskapsstatus om*

*utslippskilder og tiltak for å redusere utslippene* (Vol. 11). <https://core.ac.uk/reader/285987580>

Hojem, J. F., & Ohna, I. (2010). *Utslipp av klimagasser fra norsk jordbruk og tiltak for å redusere dem*. 36. [http://www.zeroco2.no/zero/publikasjoner/KLimagasser fra norsk jordbruk.pdf](http://www.zeroco2.no/zero/publikasjoner/KLimagasser%20fra%20norsk%20jordbruk.pdf)

Holmen, B. I. (2020). *Økt karbonbinding ved bruk av fangvekst på kornarealet*. 37.

[https://www.agrianalyse.no/getfile.php/135416-](https://www.agrianalyse.no/getfile.php/135416-1584531803/Dokumenter/Dokumenter%202020/Rapport_5_2020_%C3%98kt%20karbonbinding%20ved%20bruk%20av%20fangvekster%20p%C3%A5%20kornarealet_web.pdf)

[1584531803/Dokumenter/Dokumenter%202020/Rapport\\_5\\_2020\\_%C3%98kt%20karbonbinding%20ved%20bruk%20av%20fangvekster%20p%C3%A5%20kornarealet\\_web.pdf](https://www.agrianalyse.no/getfile.php/135416-1584531803/Dokumenter/Dokumenter%202020/Rapport_5_2020_%C3%98kt%20karbonbinding%20ved%20bruk%20av%20fangvekster%20p%C3%A5%20kornarealet_web.pdf)

Ødegaard, A. F., & Bechmann, M. (2021). *Fangvekster i vårkorn – effekt på fosfortap*. 2.

<https://core.ac.uk/reader/389280521>

Poeplau, C., Aronsson, H., Myrbeck, Å., & Kätterer, T. (2015). *Effect of perennial ryegrass cover crop on soil organic carbon stocks in southern Sweden*. 4, 126–133.

Poeplau, C., & Don, A. (2015). *Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis*. 200, 33–41.

Pommeresche, R. (2000). *Fauna i landbruksjord -mangfold av virvelløse dyr og deres funksjoner*. 38.

<https://orgprints.org/id/eprint/6832/1/Jordfaunarapport2000pdf.pdf>

Pommeresche, R., Frøseth, R. B., & Riley, H. (2019). *Hvordan måles innholdet av organisk materiale og karbon i norsk jord? 1*, 6. [https://orgprints.org/id/eprint/34362/1/Hvordan måler vi innhold av OM og C i norsk jord endelig i NORSØK faginfo ISBN.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/34362/1/Hvordan%20måler%20vi%20innhold%20av%20OM%20og%20C%20i%20norsk%20jord%20endelig%20i%20NORSØK%20faginfo%20ISBN.pdf)

Pommeresche, R., & Haugerud, Ø. (2017). *Biologisk jordstruktur*. 7.

[https://orgprints.org/id/eprint/32349/1/Biologisk jordstruktur NORSØK faginfo m ISBN.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/32349/1/Biologisk%20jordstruktur%20NORSØK%20faginfo%20m%20ISBN.pdf)

Pommeresche, R., Serikstad, G. L., & Hansen, S. (2019). *Karbondynamikk i landbruksjord*. 8.

[https://orgprints.org/id/eprint/34476/1/Karbondynamikk i landbruksjord endelig i NORSØK faginfo ISBN.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/34476/1/Karbondynamikk%20i%20landbruksjord%20endelig%20i%20NORSØK%20faginfo%20ISBN.pdf)

Rasse, D., Økland, I., Bárcena, T. G., Riley, H., Martinsen, V., Sturite, I., Jøner, E., Øpstad, S., Cottis, T., & Budai, A. (2019). *Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord* (Vol. 5, Issue 36). <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2591077>

Serikstad, G. L., Pommeresche, R., McKinnon, K., & Hansen, S. (2018). *Karbon i jord – kilder, handtering, omdanning*. 3(9), 60. [https://orgprints.org/id/eprint/34314/1/NORSØK Rapport nr 9 Jordkarbon.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/34314/1/NORSØK_Rapport_nr_9_Jordkarbon.pdf)