



Utarbeidelse av praktisk veiledning for gjennomføring av tiltak som kan øke klimanytten av skogbruk.

Sluttrapport

**Skogbrukets Verdiskapingsfonds
Prosjektnummer 1619**



**Energigården - Senter for bioenergi
Juni 2019**

Innholdsfortegnelse

1	Kortversjon av prosjektets resultater	3
2	Arbeidsprosessen	3
2.1	Deltagere i prosjektet har vært	3
2.2	Gjennomføring av prosjektet	3
2.3	Formidling av resultater og videreføring av prosjektet	4
3	Skogbrukerens manual for økt klimanytte av skogen	5
3.1	Driftsplan med klimadata	5
3.2	Skogbehandling for økt klimanytte.....	7
3.2.1	Planting etter hogst	7
3.2.2	Planting på nye arealer	7
3.2.3	Naturlig foryngelse	7
3.2.4	Markberedning	7
3.2.5	Treslagsskifte	8
3.2.6	Grøfterensk	8
3.2.7	Ungskogpleie.....	8
3.2.8	Tynning.....	8
3.2.9	Gjødsling med nitrogengjødsel	8
3.2.10	Hogst av skog ved tidspunkt hvor tilveksten er lav ift. produksjonsevnen	9
3.2.11	Hogst av skog ved tidspunkt hvor tilveksten er høy ift. produksjonsevnen	9
3.2.12	Uttak av GROT.....	9
3.2.13	Energi- og klimaeffektiv skogsdrift.....	9
3.2.14	Avskoging	10
3.3	Tidslinje	11
3.4	Tiltakenes effekt på klima og økonomi.....	12
3.4.1	Noen eksempler på beskrivelse av tiltakenes plassering i skjemaet	13

1 Kortversjon av prosjektets resultater

Prosjektet hadde mål om å utarbeide en praktisk veiledning for klimatiltak i skogbruket. På bakgrunn av dette har det i samarbeid med en rekke faginstitusjoner blitt utviklet en oversikt over klimatiltak i skogbruket vurdert opp om tiltakets lønnsomhet. En beskrivelse av klimatiltakene som viser hvordan tiltaket bør gjennomføres for høyest mulig klimanytte er også utarbeidet. Med utgangspunkt i en driftsplan er det presentert en eksempelberegning over substitusjonseffekter av trelast og bioenergi. Volumet av trelast utgjør 30 % og bioenergi 40% (direkte og indirekte) av hogstkvantumet i denne beregningen.

2 Arbeidsprosessen

2.1 Deltagere i prosjektet har vært

Bjørn Helge Bjørnstad, Skogkurs

Ida Aarø, Norges Skogeierforbund

Erling Bergsaker, Norskog

Ellen Soldal, Østfoldforskning

Simen Gjølsjø, Nibio

Erik Trømborg, NMBU

Erik Eid Hohle og Hanna Gjessing, Energigården

2.2 Gjennomføring av prosjektet

Det har blitt arrangert to workshoper i løpet av prosjektperioden der prosjektdeltagerne har bidratt ved å dele materiale og kilder for vurdering av klimanytte for ulike klimatiltak i skogen. I den første workshopen ble rammene for samarbeidet satt og alle prosjektdeltagerne presenterte deres datagrunnlag innenfor temaet. Datagrunnlaget og ulike forutsetninger ble videre drøftet i fellesskap og gruppa ble enige om å systematisere og sette sammen denne informasjonen i form av et diagram som visere klimanytte og lønnsomhet ved å gjennomføre tiltaket.

Gjennom workshopene har gruppa valgt ut en rekke tiltak som kan gjøres i skogbruket for å optimalisere drifta med hensyn på klima. I vurderingen har kun klimahensyn blitt vurdert. Hensyn til naturmangfold osv. er sett bort ifra.

Samarbeidet har fungert svært godt, men på grunn av et omfattende tema har ikke veilederen blitt fullstendig utviklet enda. Datamaterialet er klart, men det er ønskelig å lage et digitalt interaktivt program der skogeier selv kan legge inn sine forutsetninger og dermed få opp tilpasset informasjon for sin skog. Gjennom dette prosjektet har vi kartlagt informasjonen som er nødvendig bakgrunnsmateriale for å få utvikle et slikt diagram.

2.3 Formidling av resultater og videreføring av prosjektet

Prosjektets resultater vil formidles gjennom rådgivning og kontakt prosjektdeltagerne har med skogbruknæringen. Prosjektresultatene er ikke klare for endelig publisering, da det er ønskelig å følge opp de foreløpige resultatene med et nytt prosjekt der illustrasjonen om klimatiltak skal videreutvikles og framstilles i et interaktivt digitalt program. Det vil muliggjøre endringer av parametere slik at illustrasjonen kan tilpasse seg ulike forutsetninger. I en foreslått fase 2 av prosjektet vil vi engasjere grafiske designere til å utvikle en velfungerende interaktiv figur.

I en neste fase ønsker vi også å endre måten foryngelsestiltak behandles i illustrasjonen. Ulike kombinasjoner av planting, plantetetthet, markberedning og naturlig foryngelse vil kunne velges og ulike kombinasjoner vil gi ulike resultater for klima og økonomi.

3 Skogbrukerens manual for økt klimanytte av skogen

3.1 Driftsplan med klimadata

Eksempel på ny side i en standard driftsplan med data for karbonbinding/opptak og lagring.

Basisverdier		
Opptak av karbon i gran, stammevolum	0,7	tonn CO ₂ /m ³
Opptak av karbon i gran, total biomasse	1,8	tonn CO ₂ /m ³
Opptak av karbon i furu, stammevolum	0,8	tonn CO ₂ /m ³
Opptak av karbon i furu, total biomasse	1,5	tonn CO ₂ /m ³
Opptak av karbon i bjørk, stammevolum	0,9	tonn CO ₂ /m ³
Opptak av karbon i bjørk, total biomasse	2,2	tonn CO ₂ /m ³

Total biomasse omfatter stammevolum, greiner, topper og røtter.

Nedenfor følger et eksempel på hvordan data fra skogbruksplanen kan omregnes til tonn CO₂ bundet i skogen. I dette eksemplet er det gått ut fra at hele skogeiendommen består av gran, men ulike treslag kan enkelt justeres og kombineres.

Kubikkmasse

Total kubikkmasse	127 401	m ³
Kubikkmasse på drivbare arealer	125 698	m ³
Kubikkmasse pr. dekar på drivbare arealer	10,1	m ³ /dekar

Omregnet til bundet CO₂

Bundet CO ₂ i trærnes stammevolum	89 181	tonn CO ₂
Bundet CO ₂ total biomasse	229 322	tonn CO ₂
Bundet CO ₂ pr. dekar drivbare arealer - totalt biomasse	18,18	tonn CO ₂ /da

Tilvekst

Tilvekst hogstklasse 2	288	m ³
Tilvekst hogstklasse 3 – 5	5 622	m ³
Total tilvekst	5910	m ³
Gjennomsnittlig tilvekst/dekar	0,48	m ³ /da
Gjennomsnittlig tilvekstprosent	4,70 %	

Omregnet til årlig opptak av CO₂

CO ₂ binding i årlig tilvekst stammevolum	4 137	tonn CO ₂
CO ₂ binding i årlig tilvekst totalt biomasse	10120	tonn CO ₂
CO ₂ binding i årlig tilvekst stammevolum per da	0,336	tonn CO ₂ /da
CO ₂ binding i årlig tilvekst totalt biomasse per da	0,864	tonn CO ₂ /da

I dette eksempelet binder skogen til sammen 229 322 tonn CO₂

Substitusjon

Antar forenklet at avvirking = tilvekst i dette eksemplet

	Andel av hogstkvantum	Sortimentsfordelt volum (m ³)	Andel av sortimentet som blir bioenergi	Volum bioenergi av sortiment (m ³)	kWh
Sagtømmer	60 %	3546	25 %	887	1 950 300
Massevirke	25 %	1478	40 %	591	1 300 200
Bioenergi (direkte fra skogen)	15 %	887	100 %	887	1 950 300
Sum		5910	40% totalt	2364	3 250 500

Trelast

I dette eksempelet utgjør trelast 1773 m³, det vil si 30 % av avvirkingen.

Lagtingseffekt i trelast og treprodukter er beregnet til å være **1241** tonn CO₂

Substitusjonseffekt av trelast er antatt å bestå av 25 % stål og 75 % betong. Det gir en substitusjonsfaktor på 0,84 tonn CO₂/m³ trevirke. Substitusjonseffekt for avvirkingen blir på **1485** tonn CO₂ i form av unngåtte utslipp knyttet til bruk av stål og betong.

Bioenergi

I dette eksempelet utgjør bioenergi 2364 m³, det vil si 40 % av avvirkingen. Bioenergis andel av en slutthogst utgjør 15 % av hogstkvantumet. Når biprodukter fra sagbruk og massevirkeindustrien inkluderes øker denne andelen til 40 %.

Til sammen vil avvirkingen gi grunnlag for produksjon av omtrent 3 000 000 kWh = 3 GWh.

Utslippsfaktoren for bioenergi er antatt å bestå av 60 % elektrisitet og 40 % olje.

Substitusjonsfaktoren for bioenergi blir med det som bakgrunn 317 tonn CO₂/GWh. Det gir en substitusjonseffekt på **1030** tonn CO₂.

	Substitutt for	Substitusjonsfaktor		Substitusjonseffekt (tonn CO ₂)
Trelast	Stål (25 %) og betong (75 %)	0,84	Tonn CO ₂ /m ³ trevirke	2227
Bioenergi	Elektrisitet (60 %) og olje (40 %)	0,38	Tonn CO ₂ /GWh energi fra trevirke	1030

Utslipp fra hogst og kjøring er beregnet til 31 tonn CO₂. Det utgjør 0,9 % av substitusjonseffekten.

Netto substitusjonseffekt er 3226 tonn CO₂ i dette eksemplet.

3.2 Skogbehandling for økt klimanytte

3.2.1 Planting etter hogst

Forutsetning:

- Riktig plantetetthet
- Bruk av foredlet plantemateriale

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Planting etter hogst er et viktig klimatiltak da det sikrer rask tilvekst.
- Tettere planting: Tilnærmingen er at man planter flere planter enn nødvendig fordi man vet at en del planter dør ut og at man skal ha litt mer å velge i. Data fra Miljødirektoratet viser at det er et godt klimatiltak.
- Tettere planting på lave boniteter – mest å hente der, da det ofte plantes forholdsvis tett på høye boniteter allerede.

3.2.2 Planting på nye arealer

Forutsetning

- Arealer egnet for skogplanting. Som ellers ville grodd igjen mer ukontrollert – høyere karbonbinding ved å plante skog.
- Riktig plantetetthet
- Rett treslag

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Økt karbonbinding og potensiale for volumproduksjon
- Økt mengde virke som kan brukes i produkter med høy substitusjonseffekt

3.2.3 Naturlig foryngelse

Forutsetning

- Klimanytten avhenger av hvilket treslag man legger opp til naturlig foryngelse med.

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Kan gi tilstrekkelig grunnlag for nytt omløp med furu
- Vanskelig å få til med gran
- Kan gi glisne bestand og redusert totalproduksjon
- Billig, men kan gi mindre inntjening dersom tettheten ikke blir høy nok.

3.2.4 Markberedning

Forutsetninger

- Skogbunnen på områder på ca. 1x1 meter vendes opp ned.
- Gjøres på en skånsom måte. Ikke dypere eller på større område enn nødvendig.

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Tiltaket kan gi raskere og bedre etablering – færre planer, mindre død, mindre biller og høyere jordtemperatur i rotsona.
- Tiltaket kombineres både med naturlig foryngelse og planting.
- Det vil bli mer omdanning av karbonet i jorda, men man sikrer raskere etablering, og tiden fram til ny vegetasjon er etablert med netto karbonbinding blir dermed kortere.

3.2.5 Treslagsskifte

Forutsetninger

- Skifte til et treslag som bruker markas produksjonsevnen på en bedre måte enn eksisterende treslag
- Gjøres etter hogst av hogstmoden skog

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Øker arealets potensiale for volumproduksjon
- Øker produksjon av virke med høy substitusjonseffekt

3.2.6 Grøfterensk

Forutsetninger

- Rensing og nyetablering av grøfter på fastmark etter sluttavvirkning for å unngå forsumping
- Aktuelt i områder med midlertidig økning av grunnvann som forsinker utvikling av ny skog
- Kan kombineres med oppretting av kjøreskader
- Omfatter ikke grøfting av myr

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Tiltaket kan gi raskere tilslag på nyetablert skog og høyere totalproduksjon.
- Oksygentilgangen til rotsystemet bedres
- Næringsstoffene blir lettere tilgjengelig
- Marktemperaturen blir høyere
- Tot-tilveksten og rotfestet bedres

3.2.7 Ungskogpleie

Forutsetninger

- Ungskogpleie består av:
 - o Låvrydding - Øker produksjonen
 - o Avstandsregulering – Høyere sagtømmerandel

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Kan økte produksjon med 30-40 %
- Tiltaket øker produksjonspotensialet

3.2.8 Tynning

Forutsetninger

- Forutsetter uttak av virke.

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Stammevirke og heltrevrike → Substitusjonseffekt Papir, papp, kartong. Bark og sagflis ender opp til energiformål.
- Høyere sagtømmerandel
- Minus: Sannsynligvis redusert totalproduksjon

3.2.9 Gjødsling med nitrogengjødsel

Forutsetninger:

- Nitrogen må være begrensende faktor på arealet som skal gjødsles– ikke vann
- Bør være på gode boniteter
- Ca. 10 år før planlagt hogst
- Hogstmoden skog skal ikke gjødsel – den skal avvirkes

Beskrivelse av tiltakets effekt:

- Tiltaket er positivt for klimaet i from av at det gir økt volumproduksjon
- Krever ressurser – produksjon av kunstgjødsel og energi til å spre gjødsla.

3.2.10 Hogst av skog ved tidspunkt hvor tilveksten er lav ift. produksjonsevnen

Forutsetninger

- Gjøres når tilveksten har begynt å avta. Skogen har nådd økonomisk hogstmodenhetsalder.
- Forutsetter at det etableres nytt bestand med lik/bedre produksjonsevne etter hogst.

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Tømmeret erstatter fossile produkter

3.2.11 Hogst av skog ved tidspunkt hvor tilveksten er høy ift. produksjonsevnen

Forutsetninger

- Dersom skogen vokser godt og er frisk bør avvirkning utsettes til tilveksten avtar
- Undersøke råte - slik at denne typen bestand kan hogges

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Går glipp av flere år med høy produksjon og karbonbinding, og tilvekst av virke med høy substitusjonseffekt

3.2.12 Uttak av GROT

Forutsetninger

- Uttaket skal gjøres på en bærekraftig måte som sikrer at nåler osv. blir liggende igjen.
- Tas bare på de beste bonitetene der tettheten av GROT vil være høy nok
- GROT skal ikke tas ut på lave boniteter på grunn av potensiell reduksjon i framtidig produksjon som følge av fjerning av næringsstoffer.

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Uttak av GROT regnes å være et klimatiltak fordi biomassen kan brukes til å produsere produkter som erstatter oljebaserte produkter.
- Kan brukes som brensel eller videreføres

3.2.13 Energi- og klimaeffektiv skogsdrift

Forutsetninger

- Energieffektiv kjøring
- Biodrivstoff
- Biologisk sagkjedeolje

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Redusert bruk av fossil energi
- Energieffektivisering kan redusere drivstofforbruket med 15 %.

- Biodrivstoff kan redusere klimagassutslippet med 60-90 %.

3.2.14 Avskoging

Forutsetninger

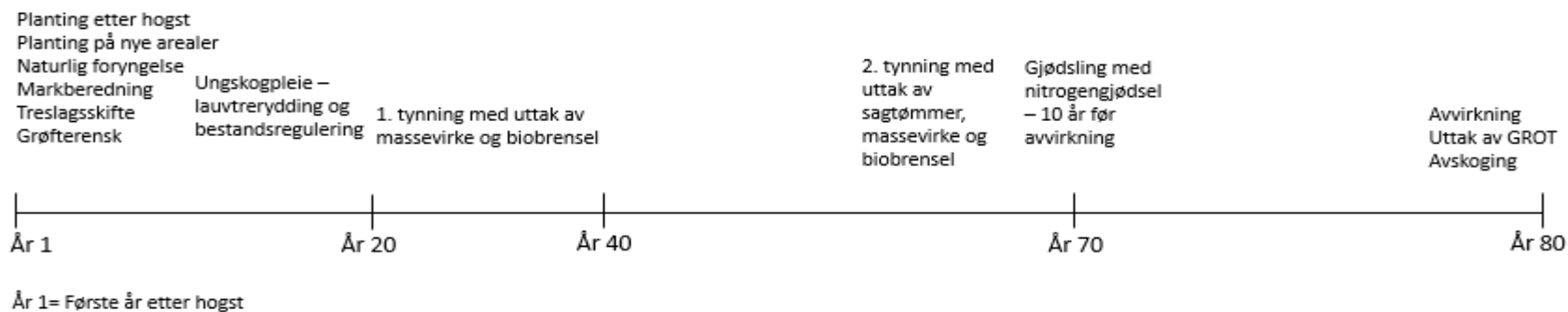
- Omdisponering av skogareal etter hogst

Beskrivelse av tiltakets effekt

- Tapt mulighet til karbonbinding for framtida
- Kan være privatøkonomisk lønnsomt på kort sikt, men svært negativt økonomisk lett på lang sikt. Uansett svært negativt i klimasammenheng.

3.3 Tidslinje

Tidslinje for skjøtselstiltak

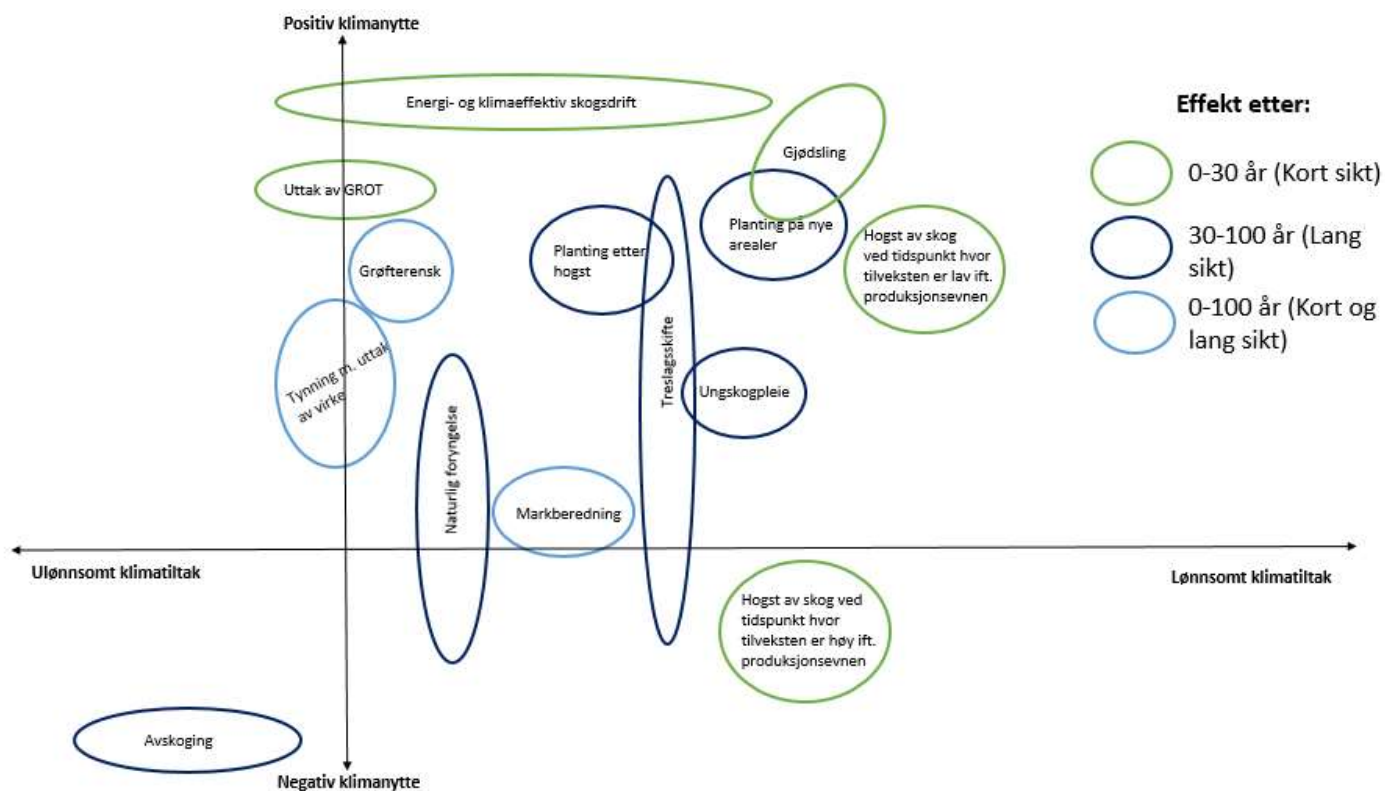


3.4 Tiltakenes effekt på klima og økonomi

Basert på vurderinger og analyser av faggruppa er følgende diagram over klimanytte og lønnsomhet for ulike skogtiltak utarbeidet. Diagrammet ønskes videreutviklet i et oppfølgende prosjekt faggruppa vil delta i, hvor en digital framstilling vil inngå. Diagrammet vil da også gjennomgå en ytterligere kvalitetssikring. Eksempler på beskrivelse av tiltakets plassering i skjemaet presenteres på neste side.

Skjematisk framstilling av skogtiltak med ulik klimanytte- og lønnsomhet

Summert for skogens evne til opptak, lagring av karbon og substitusjon av fossil energi



3.4.1 Noen eksempler på beskrivelse av tiltakenes plassering i skjemaet

Naturlig foryngelse

Hvorvidt tiltaket gir positiv klimanytte avhenger av hvilken tetthet man oppnår. Dersom den er tilfredsstillende vil det være et godt tiltak. Får bestanden for lav tetthet vil man ikke utnytte markas produksjonspotensial optimalt og man får en lavere totalproduksjon. Tiltaket ligger derfor plassert både på positiv klimanytte og negativ klimanytte. I en framtidig versjon av denne ønsker vi at verdier skogbrukeren legger inn endrer tiltakets plassering i skjemaet. Det vil gi en mer presis tilnærming.

Treslagsskifte

Tiltaket kan være mer lønnsomt enn å plante det stedegne treslaget ettersom produksjonen kan øke. Det gir også en positiv klimaeffekt ved at det gir produksjon av mer virke med høyt substitusjonseffekt.

Energi- og klimaeffektiv skogsdrift

Tiltaket gir en rask klimagevinst og er et tiltak som enkelt kan settes i gang i dag. Energieffektiv kjøring vil være et lønnsomt tiltak, mens biodrivstoff gir en merkostnad på 3-10 kr/fm³.

Beskrivelse av tiltakenes plassering og justering av verdier slik at diagrammet kan tilpasses ulike skogeiendommer mener vi vil bli bedre presentert dersom det blir mulig å gjennomføre en fase to med utarbeidelse av en digital interaktiv modell.