



SKOGKURS
Skogbrukets Kursinstitutt

Skogkurs veileder

www.skogkurs.no

Desember 2021



Markberedning

Forord

Denne veilederen i markberedning er en del av prosjektet «Veileder markberedning og RECO markberedning» og er gjennomført i regi av Skogbrukets Kursinstitutt i samarbeid med Glommen Mjøsen Skog, Statsforvaltaren i Møre og Romsdal, Varli AS og Ole Jørgen Sigvartsen.

Skogbrukets Verdiskapingsfond og Utviklingsfondet for skogbruket har stått for finansieringen.

Veilederen skal bidra til en bedre og mer effektiv foryngelse etter hogst ved at de som planlegger eller gjennomfører et markberedningsoppdrag velger rett strategi for å etablere foryngelse på en miljømessig og rasjonell måte.

Veilederen har som mål å formidle kunnskap rundt markberedning som hjelpetiltak ved foryngelse, øke kvaliteten på markberedning og dermed foryngelsen, velge riktig markberedningsmåte etter markforhold og øke markberedningsaktiviteten. Målgruppen for veilederen er skogeiere, rådgivere, skogbruksledere og maskinførere.

Prosjektgruppa har bestått av:

Åsmund Asper, Statsforvaltaren i Møre og Romsdal

Øystein Haugerud, Glommen Mjøsen Skog

Terje Varli, Varli AS

Ole Jørgen Sigvartsen, Ole J. Sigvartsen

Bernt Bjørnstad, Skogkurs

Trygve Øvergård, Skogkurs

Mathis Lunde, Skogkurs

Biri, desember 2021

Markberedning – Skogkurs veileder

Forfatter: Bernt Bjørnstad, Mathis Lunde

Redaktør: Mathis Lunde

Forsidefoto: Bernt Bjørnstad, Skogkurs

Layout: Nina Ree-Lindstad

ISBN:978-82-7333-230-1 - Markberedning, Skogkurs veileder

1. utgave desember 2021

Skogkurs©2021

Innholdsfortegnelse

Introduksjon	6
Planlegging og rapportering	8
Effekter av markberedning	9
Reduserer snutebilleangrep	9
Reduserer oppslag av konkurrerende vegetasjon	9
Økt jordtemperatur, mindre risiko for frost	9
Bedre Spirevilkår	9
Høyere tilvekst	10
Markberedningsmetoder	12
Markberedning for naturlig foryngelse og såing	12
Furemarkberedning	13
Hauglegging	14
Invers markberedning	15
Planteplassering.....	16
Spireplass	17
Hvor skal det markberedes?	18
Sertifisering	19
Flerbrukshensyn	20
Markberedning i klimasammenheng.....	21
Stedstilpasning.....	21
Bjork og markberedning.....	22
Markberedning på brunjord.....	23
Økonomi	23
Kilder.....	26

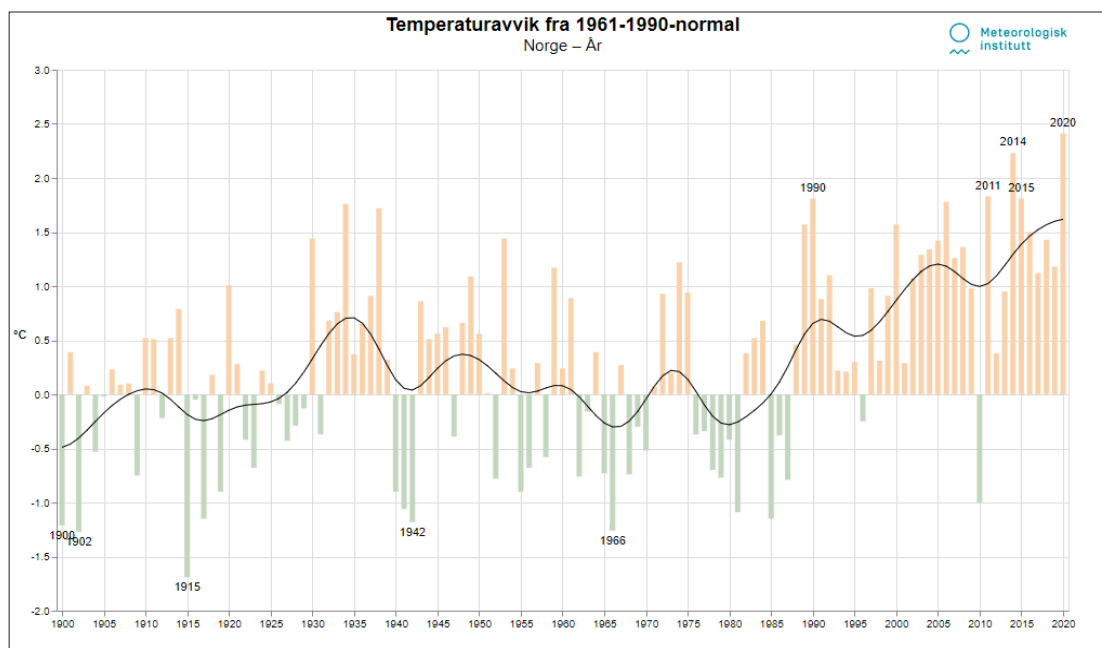
Introduksjon

Markberedning er en bearbeiding av jordoverflata, og er det mest effektive hjelpetiltaket vi har for å få opp en vellykket foryngelse. Tiltaket gir planter og frø bedre levevilkår. Markberedning gir:

- høyere marktemperatur
- redusert fare for uttørking
- redusert konkurranse fra annen vegetasjon
- økt skogproduksjonen
- reduserte snutebilleskader

Vi markbereder ca. 20 % av foryngelsesarealet i Norge. Når vi vet hvor store fordeler det er med markberedning, er dette relativt lavt. Samtidig skal det sies at vi har en del arealer i Norge med driftstekniske utfordringer knyttet til topografi og jordsmonn, som gjør det umulig å gjennomføre en brukbar markberedning. Historisk sett, har mesteparten av markberedningen i Norge skjedd i Innlandet, men de siste årene ser vi at den prosentvise økningen er størst i Oslo, Viken og Agder.

På figuren nedenfor ser vi hvordan årlig middeltemperatur har økt. Med et klima i endring og økt middeltemperatur, øker utfordringen med å etablere tilfredsstillende foryngelse etter hogst. Slike temperaturendringer gir gransnutebillene bedre vilkår for både overlevelse og formering, samtidig som tørkeproblemer påvirker plantene negativt. Dette i sum gir utfordringer i å forynge skog.



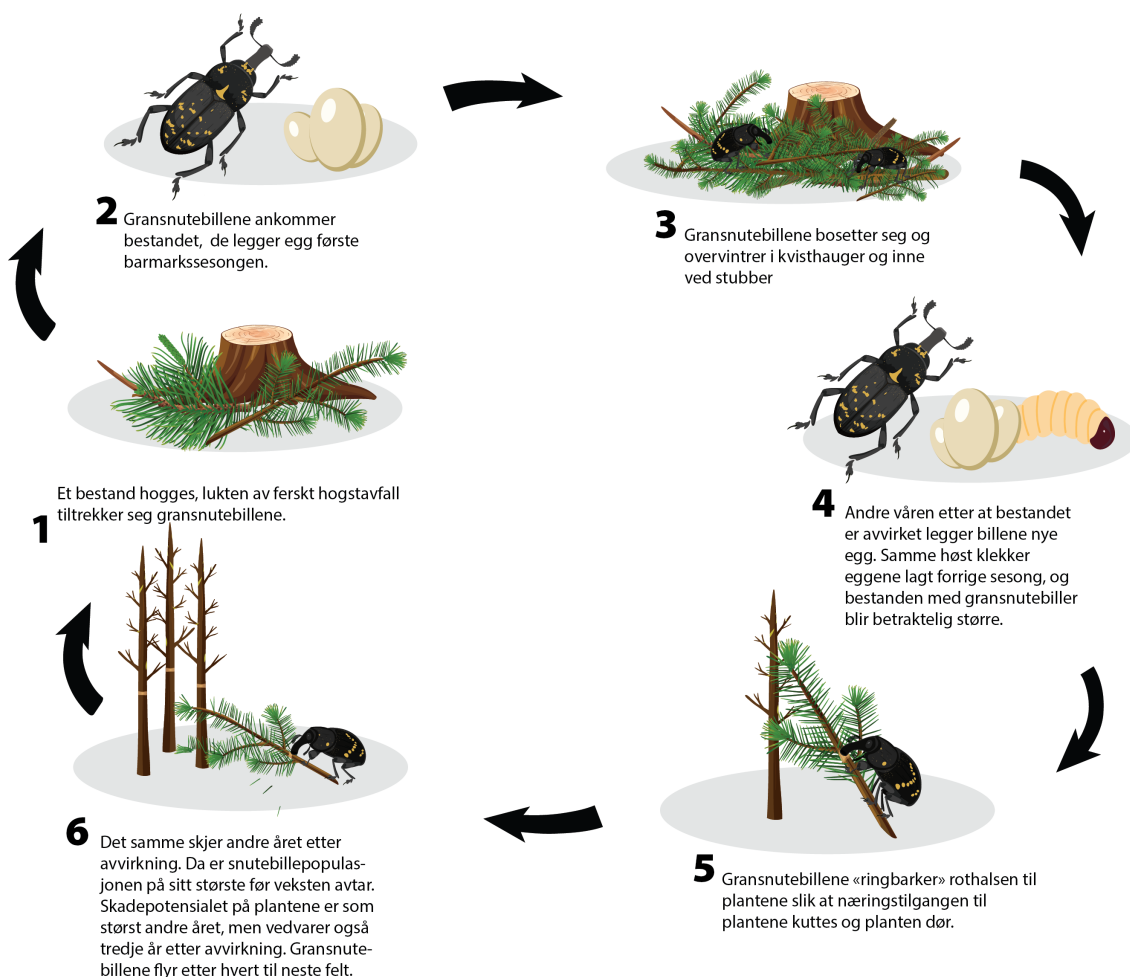
Figur: Temperaturutviklingen fra 1900 til 2020. Kilde: met.no

Det finnes flere måter å markberede på. Markberedningen kan være utført som furer, eller avgrenset i punkter/flekker. Punkt-/flekkmakberedning deles igjen inn i hauglegging, omvendt humus og invers. Det anvendes flere

typer utstyr og metoder for å gjennomføre disse tiltakene. Arbeidet utføres maskinelt. God planlegging og rasjonell gjennomføring er avgjørende for god økonomi og kvalitet. Markberedning bør gjennomføres etter at kvist og hogstavfall har tørket, da blir markberedningen lettere, og vi får et bedre resultat. Dette beste tidspunktet er derfor første høst etter hogst.

Gransnutebille er en bille som kan gjøre store skader på gran- og furu-planter. De skader plantene ved å gnage rundt barken ved rothalsen, og på den måten ødelegge næringstilgangen til planten. Ved å plante i rein mineraljord reduserer vi faren for at snutebillen skal gnage på plantene, snutebillene trives ikke ute på mineraljorden. Der stikker den seg ut og finner ikke skjul mot fugler eller mus som vil spise den. Gransnutebillen svermer til nye hogstflater på våren og forplanter og overvintrer i gamle stubber.

Markberedning er ferskvare, det gjelder spesielt på gode boniteter:
Plant så fort som mulig!



Figuren viser livssyklusen til gransnutebiller på en fersk hogstflate. Vi ser at dersom man ikke skal markberede hogstflaten bør man avvente med planting til tidligst våren tre år etter hogst. Illustrasjon: Jenny Torke, Skogkurs

I 2014 utviklet Skogkurs, i samarbeid med næringen, en standard for markberedning i Innlandet. [Standard for markberedning \(statsforvalteren.no\)](http://statsforvalteren.no)

I denne standarden ble det lagt vekt på at markberedning skal være regelen og ikke unntaket, ved foryngelse.

Planlegging og rapportering

Planlegging av foryngelsesmetode skal skje før hogst. Det betyr at skogeier må planlegge markberedningen allerede da. I denne prosessen avgjøres det om det skal markberedes for naturlig foryngelse eller planting, og det er viktig å kjenne til de ulike markberedningsmåtene for å velge riktig. Vegetasjonstype, kulturminner, humustykkelse, bonitet, terreng, infrastruktur og størrelse på feltet er sentrale parametre å hensynta i planleggingen. Fordi markberedning ofte settes bort til en entreprenør som disponerer det nødvendige utstyret, er det viktig at maskinfører/entreprenør får korrekt informasjon om feltet i god tid før oppstart. Planleggingsdokumenter og annen rapportering etter hogst gir et godt grunnlag for planlegging av markberedning. Sammen med dette, er det en stor fordel om markberedningsentreprenør har tilgang på sporlogg etter hogst, da dette gir god informasjon om hva som faktisk er avvirket, hvordan kjøremønsteret er lagt opp m.m. Det er også rasjonelt å vurdere om andre tiltak kan utføres med samme utstyr. Ved bruk av gravemaskin kan det samtidig gjennomføres grøfting, utbedring av terrengskader eller opparbeiding av nye driftsveier. Lokale skogaktører eller skogbrukssjef kan gi tips om hvordan skogeieren kan komme i kontakt med entreprenører med egnet utstyr.

Etter at jobben er utført, er det viktig å dokumentere resultatet av markberedningen. Dette må gjøres for å være sikker på at resultatet er tilstrekkelig i forhold til det som er bestilt, denne informasjonen er relevant for den som skal plante eller så feltet. Godkjente plante-/spireplasser kan telles med en 3,99 m stang eller snor. Antallet du får av denne tellingen skal ganges med 20 for å få et antall plante-/spireplasser per dekar. Denne registreringen kan også gjøres ved bruk av målebånd. Tell antall plante-/spireplasser 25 meter langs en stripe. Snu, tell antall plante-/spireplasser opp langs neste stripe. Da får du antall godkjente plasser langs 50 meter. Tell deretter hvor mange striper det er på 20 meter bortover. Antall plante-/spireplasser langs de 50 meterne ganges opp med antall striper på de 20 meterne. Slik får du antall plante-/spireplasser per dekar. Dette kan være en fin metode å bruke for å justere tettheten mellom hver stripe.

Markberedningen setter standarden på foryngelsen.

God markberedning med tilstrekkelig antall planteplasser i forhold til bonitet, er essensielt for et godt foryngelsesresultat.



*Digital Skogbruksplan er et godt hjelpemiddel for å planlegge hogst og foryngelse.
Foto: Jon Eivind Vollen, Skogkurs*

Effekter av markberedning

Som nevnt innledningsvis, har markberedning mange effekter på etablering av ny skog. Kort fortalt: Markberedning påvirker skogproduksjonen ved å redusere dødelighet blant plantene, samt øke tilveksten.

Reduserer snutebilleangrep

Markberedning er det beste tiltaket vi har for å redusere angrep av snutebille. Arealet på en mineraljordfleck bør være minst 20 x 20 cm, og det bør vært minst 10 cm fra planten og bort til vegetasjonskanten. Dette reduserer faren for snutebilleangrep, da billene helst unngår åpne flekker i frykt for predatorer. I enkelte tilfeller får man også en ekstra plantebeskyttelse ved at finstoffer fra jorda fester seg til rothalsen på plantene, som et resultat av regnvær.

Reduserer oppslag av konkurrerende vegetasjon

Plantene som etableres på et markberedt felt, får et forsprang mot konkurrerende vegetasjon. Ved at et gitt areal rundt planten blir bearbeidet, vil det ta noen år før konkurrerende vegetasjon får etablert seg i nærheten av planten. Dette gjør at planten står helt fri for konkurranse de første årene i etableringen. På høyproduktiv mark er det et svært viktig moment at plantene får et forsprang på annen vegetasjon for å sikre overlevelse.

Økt jordtemperatur, mindre risiko for frost

Markberedning øker veksten til plantene, fordi jordtemperaturen stiger og næringsopptaket bedres. I markberedningsflekken vil innstrålingen om dagen tilføre det øverste jordlaget en større varmemengde enn i ubehandlet mark. Om natta når utstrålingen er stor, vil lufttemperaturen over flekken bli høyere enn over ubehandla mark. I stille, kalde sommernetter er det lavest temperatur helt nede ved markdekket. Dersom det plantes oppe på en haug, vil risikoen for at planten dør av nattefrost reduseres ytterligere. Hvor mange grader dette utgjør, avhenger av jordartens varmekapasitet og temperaturen dagen før frostnatta.

Bedre Spirevilkår

Ved naturlig foryngelse eller såing av skog, bedres spirevilkårene ved markberedning fordi et frø spirer lettere i blottlagt mineraljord enn i humus. Dette gjør at tilslaget ved naturlig foryngelse og såing blir høyere, og det er enklere å forynge bestandet tett og jevnaldret.



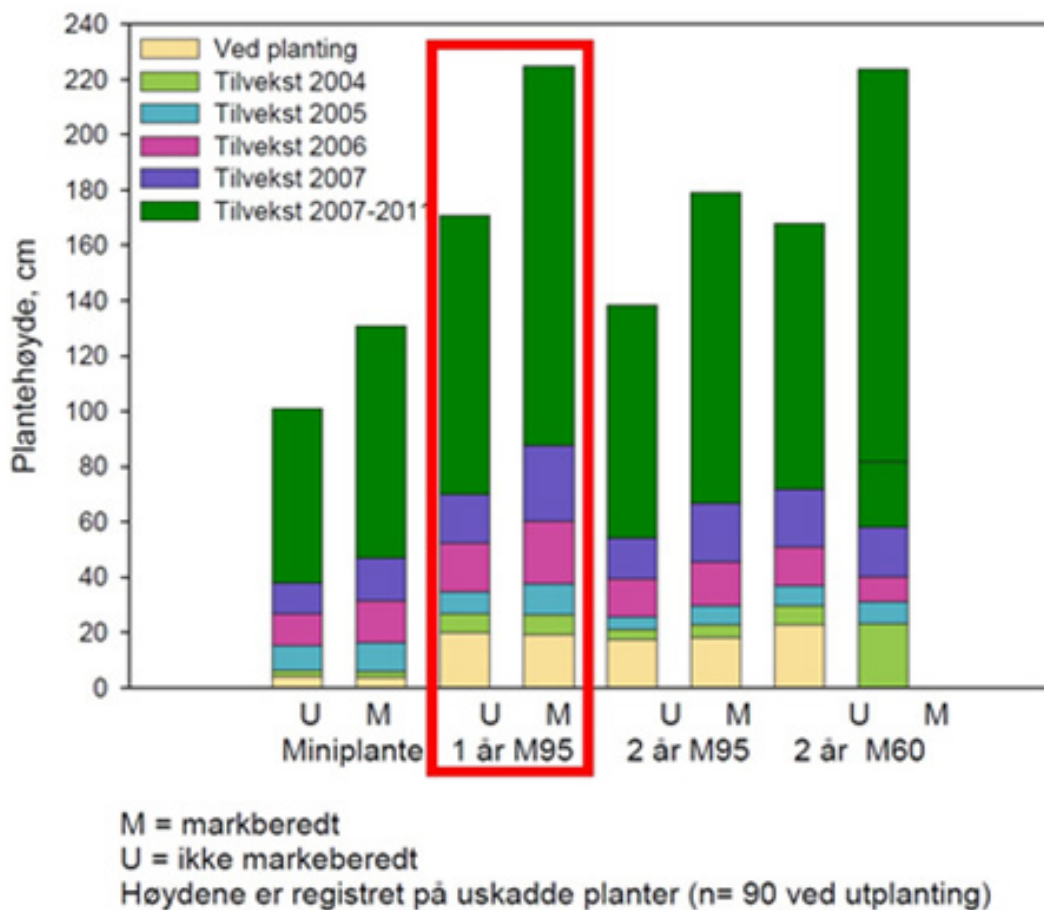
*Kombinasjon av kraftig regnvær og markberedning har gitt denne planten et beskyttende lag av sand. Ingen liker sand i maten, heller ikke gransnutebiller.
Foto: Kjersti Holt Hanssen, NIBIO*



Planten får et forsprang mot konkurrerende vegetasjon. Foto: Mathis Lunde, Skogkurs

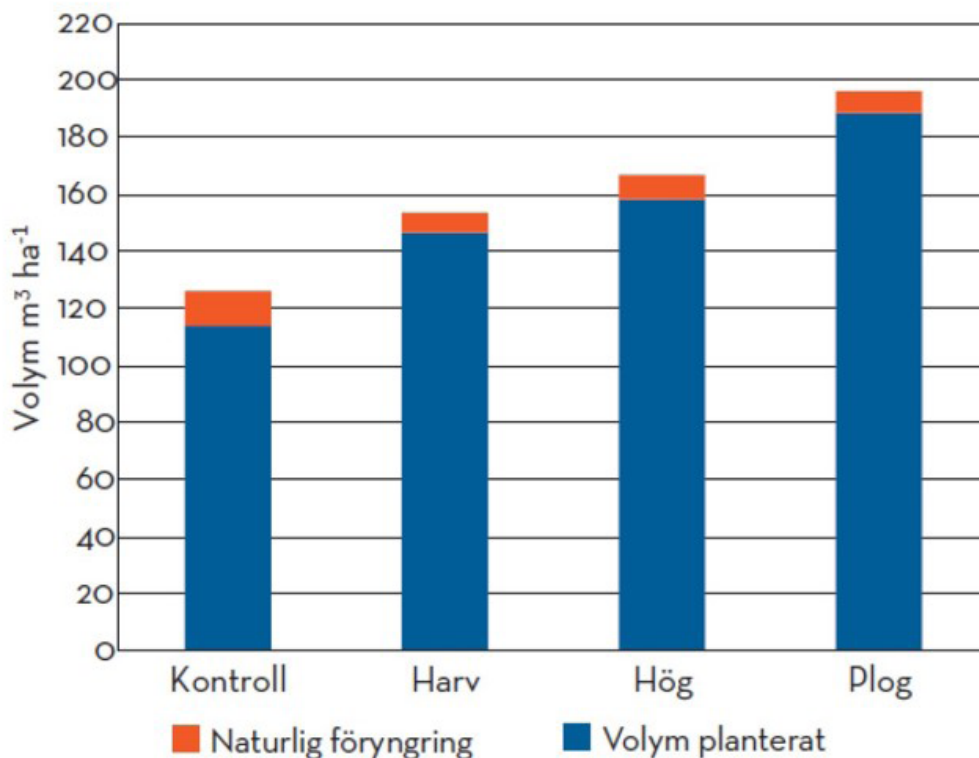
Høyere tilvekst

Fordi næringstilgangen til plantene blir bedre ved markberedning, vokser de bedre både på kort og "mellomlang" sikt. Nedenfor følger resultater fra to forsøk, der det ene viser reaksjon på kort sikt og det andre på 30 år. Det er forsket lite på produksjonseffekter som et resultat av markberedning på lengre sikt enn 30 år, derfor er tallgrunnlaget lite.



Markberedning har positiv effekt på plantenes høydetilvekst (Fløistad, 2007).

En av de kortsiktige reaksjonene av markberedning, er at høydeveksten til plantene øker. Av figuren kan vi se forskjellene mellom "U"- umarkberedt og "M"- markberedt, fordelt på fire forskjellige plantetyper. Miniplante er lite brukt i Norge.



Stående volum 30 år etter foryngelse, fordelt på kontroll (ikke markberedt), harv (skogsharv), hög (hauglegging) og plog, som er en markberedningsmåte vi ikke benytter lengre, da den er veldig radikal (Nilsson, O. et al, 2019).

Forskning viser, at markberedning før planting øker produksjonen de første 30 årene av omløpet med 30 – 50 %. Dette skjer i all hovedsak fordi enkelttrærne vokser bedre og fordi planteavgangen er lavere enn om man ikke markbereder. Ved siden av dette kan man tillate seg å plante en rimeligere og mindre plante, fordi beskyttelsen mot gransnutebiller etter markberedning i seg selv er såpass god. I tillegg øker produksjonen hos plantøren, noe som gir lavere kostnader i planting. Figuren viser hvordan det er et høyere volum etter 30 år der det er markberedt enn det er på kontroll-arealet som ikke er markberedt. Høyest volum registres der det er brukt plog, dette er en radikal markberedningsmåte som ikke brukes lengre.

Økt næringstilgang og overlevelse på planter og frø som et resultat av markberedning, gir store positive effekter på skogproduksjon.

Markberedningsmetoder

Om vi markbereder for planting, såing eller naturlig foryngelse, kan vi bruke både gravemaskin- eller skogsmaskinmontert utstyr. Nedenfor følger en enkel oversikt over hvilke metoder som er mest vanlig innenfor de tre ulike foryngelsesmetodene.

Markberedning for naturlig foryngelse og såing

Målet med markberedning for naturlig foryngelse er å skape spireplasser for frøene. En godkjent spireplass er minst 20 x 20 cm, og skal ikke være dypere enn 10 cm ned i mineraljorda.

Flekkmarkberedning

Dette er som navnet sier, flekkvis eller punktvis avflekking av vegetasjonsdekket. Målet med denne behandlingen er å blottlegge mineraljord ved å fjerne humusen. Blottlagt mineraljord gir en betydelig bedre spireplass for frøene. Flekkmarkberedning utføres med gravemaskin eller skogsmaskinmontert utstyr.

Furemarkberedning

Denne metoden gir sammenhengende striper med blottlagt mineraljord, heller enn bare en flekk. Målet er det samme som ovenfor, å blottlegge mineraljord. Langfleck/furemarkberedning utføres med skogsmaskinmontert utstyr. Ved furemarkberedning skal furene har korte opphold iht. sertifiseringen.



Video: "flekkmarkberedning gravemaskin-lyseggen"



Furemarkberedning. Foto: Mathis Lunde, Skogkurs

Markberedning for planting

Målet med markberedning for planting er å skape gode planteplasser. En godkjent planteplass skal være minimum 20 x 20 cm på omvendt humus med mineraljord på toppen. Innenfor markberedning for planting er det hovedsakelig tre aktuelle metoder:

- furemarkberedning
- hauglegging
- invers markberedning

Furemarkberedning

Furemarkberedning for planting gir sammenhengende furer med omvendt humus til siden. Omvendt torv er et innarbeidet begrep, men det vi egentlig snakker om er omvendt humus. Denne markberedningsmåten går ut på å vende humuslaget og få overdekning med mineraljord. Omvendt humus brukes for planting. Fordelen med omvendt humus er at planta får svært god næringstilgang fordi pluggen står i humus og nedbrytbare planterester.

Ved omvendt humus løftes planta litt opp fra bakken, noe som redus-

erer risikoen for frost og drukning. Det er fint å plante i omvendt humus, bare planten settes så dypt at den når de gode fuktighetsforholdene mellom omvendt humus og markoverflata. Omvendt humus uten en mineraljordhaug oppå, oppnår ikke samme effekt av økt varmelagring i jorda, oppvarming av overflata og snutebillebeskyttelse. Det er allikevel en næringsrik planteplass som kan benyttes der det ikke er tilstrekkelig med planteplasser for øvrig.

Omvendt humus kan utføres med gravemaskin. Da brukes enten smal graveskuffe eller Karl Oskar-aggregat. Det kan også utføres med skogsmaskiner, påmontert skogsharv eller hauglegger. Skal det plantes samme år som det markberedes, må haugen komprimeres, enten maskinelt eller ved å få en komprimeringseffekt av tungt regnvær. Gravemaskin med spesialskuffe kan lage to hauger parallelt, samtidig som de komprimeres.



Video: "omvendt humus lyseggen"

Hauglegging

Ved hauglegging legges mineraljordhauger på markoverflata (gjerne blanda med humus). Hauglegging gir en fin planteplass fordi planten kan settes høyt på steder der det er fare for drukning. Oppe på haugen er det også redusert frostrisiko. Hauglegging kan bare gjøres med gravemaskin eller en hauglegger montert på skogsmaskiner. Når det grøftes på hogstfeltet, er det ofte riktig å utnytte gravemaskinen til å samtidig markberede. Det er en stor fordel å gjenbruke grøftemasse og lage planteplasser av dette.

Invers markberedning

Invers markberedning utføres ved at humus og noe mineraljord løftes opp og legges tilbake på samme plass, vendt med humusen ned. Dette fører til at det ikke blir noen heving av markoverflata, og et mindre areal påvirkes av inngrepet. Bortsett fra at planteplassen ikke heves fra markoverflata og dermed ikke får redusert frostrisiko, vil man oppnå samme egenskaper som ved andre typer markberedning der mineraljord blottlegges. Invers markberedning er en skånsom måte å markberede på, siden massene som løftes ut bare vendes og legges tilbake på samme plass. I bynære områder er dette et glimrende markberedningsalternativ.

NB!

Skal det plantes samme året, må haugen komprimeres.



Video: "invers markberedning lyseggen"

Hauglegging med omvendt humus utført med gravemaskin.
Foto: Anna Lena Albertsen, Skogkurs



Planteplassering

Hovedregelen for markberedning for planting er at planten skal settes i omvendt humus. Der det er tilgang på mineraljord, skal det ligge en mineraljordshaug oppå den omvendte humusen som planten settes i.

En godkjent planteplass skal være en omvendt humus på minimum 20 x 20 cm med mineraljord på toppen. Mineraljorda skal være maks 10 cm tykk. Planten skal plasseres minst 10 cm fra vegetasjonskanten. Tykkelsen på den omvendte humusen inklusiv mineraljorda, skal ikke være større enn at rotklumpen til planten kommer gjennom humus og ned til kapillært vann.



En godkjent planteplass på 20 x 20 cm.
Foto: Mathis Lunde, Skogkurs



Bildet viser to furuplanter. Én er plassert riktig på omvendt humus (gul), mens den andre er plassert feil nede i stripen (rød).
Foto: Sverre Holm

Spireplass

På mark som egner seg godt for naturlig foryngelse, er markberedning et viktig skjøtselstiltak for å etablere skog. Spireevnen til frøene øker dersom det er blottlagt mineraljord i skogbunnen, heller enn ubehandlet humusdekke. Dette gjør at foryngelsen etablerer seg raskere og tettere, noe som trekker ventetiden fra hogst til ferdig forynget bestand ned. Det er positivt for omløpstiden og kvaliteten på skogen. Som nevnt ovenfor, er dette en enkel form for markberedning der kravet til resultat er en flekk eller en stripe med blottlagt mineraljord, eller miks av humus og mineraljord. Denne flekken skal være minst 20 x 20 cm, og ikke dypere enn 10 cm ned i mineraljorda.

Spireevnen til frøene øker dersom det er blottlagt jord i skogbunnen, heller enn ubehandlet humusdekke.

Furufrøene spirer godt etter flekkmarkberedning. Foto: Trygve Øvergård, Skogkurs



Hvor skal det markberedes?

For å forynge skog på en enkel og god måte med mål om å øke produksjonen i neste omløp, er markberedning regelen, ikke unntaket.

Vegetasjonstypen gir en pekepinn for hvordan foryngelsesforholdene er. I områder med blåbær-, bærlyng- og lågurtskogtypene, bør det markberedes for å redusere konkurransen fra vegetasjonen. På disse arealene kan det være et veldig stort oppslag av smyle etter hogst. Smyle er en flerårig art i gressfamilien som kan bli 20 – 70 cm høyt og dekker vanligvis hele hogstflater. Det utgjør stor konkurranse mot plantene i et tidlig stadium.

På mark med råhumus (et lag med dødt, men uomdannet plantemateriale) tykkere enn 3 cm, bør det markberedes slik at planten får tilgang til omdannet humus og næring.

I områder som er utsatt for nattefrost på sommeren, er det nødvendig å markberede. Dette kan være forsenkinger i terrenget eller høyereliggende skog. Det er lavest temperatur nede ved markoverflaten; ved å plante på toppen av omvendt humus får planten en jevnere temperatur gjennom døgnet og kommer opp fra markoverflaten. Dette øker overlevelsen til plantene.

I blokkebærskog og storbregneskog, der grunnvannstanden er høy, bør det grøftes, se Skogkurs resymé nr. 11 – Grøfting av skogsmark. Når det grøftes, forbedres veksten og rotutviklingen til plantene. Når grøftingen gjennomføres, bør grøftemassen legges utover som hauger på markoverflaten. På denne måten kan man nytte massen som blir tatt ut av grøftene, til planteplasser.

*Et område med tynt humusdekke (lavmark) som ikke er markberedt.
Foto: Anders Wåla*



Sertifisering

PEFC kravpunkt 15 skal sikre at markberedning bidrar til å sikre en tilfredsstillende foryngelse etter hogst, og at tiltaket gjennomføres på en mest mulig skånsom måte i forhold til friluftsliv og miljø.

Norsk PEFC Skogstandard som ble godkjent av PEFC International i januar 2016, betegner markberedning som et positivt hjelpetiltak for å etablere ny skog. Men det skal tas hensyn til miljøet, og de miljømessige utfordringene er først og fremst knyttet til næringsavrenning, erosjon og skader på kulturminner. Derfor er det områder der ikke skal markberedes, og det er:

- i myrskog, sumpskog og kildeskog
- i kalkskog
- i høgstaueskog
- på lavmark med humusdekke tynnere enn 3 cm
- på arealer avsatt til kantsoner
- nærmere enn 5 m fra bekk med årssikker vannføring
- nærmere enn 5 m fra kulturminnets ytre kant
- innenfor kulturmiljøer
- nærmere enn 2,5 m fra mye brukte stier

Furene/stripene skal normalt ikke være dypere enn 20 cm, og sammenhengende furer/striper skal unngås. Dette kan unngås med naturlig oppløft (mot stein eller stubber) eller ved styrt oppløft. I terreng med erosjonsfare, skal ikke furene/stripene overstige 10 meter.

*Ei tre år gammel hogstflate som er dekket av smyle.
Foto: Jon Eivind Vollen, Skogkurs*



I tillegg til PEFC sine krav til områder som ikke skal markberedes, bør markberedning også unngås på følgende områder:

- der det er mye stein eller blokk i markoverflaten
- nærmere enn 5 meter fra nabobestand for å unngå å skade på røtter
- permanente driftsveier
- kulturmark i skog, for eksempel setervoller

Flerbrukshensyn

PEFC setter retningslinjer for hvordan markberedning skal foregå med hensyn til flerbruk i skog. Det skal ikke markberedes

- nærmere enn 2,5 m fra friluftsanlegg og/eller stier
- nærmere enn 5 meter fra bekk med årssikker vannføring
- nærmere enn 5 meter fra kulturminnets ytre kant

Områder med mange kulturminner bør ikke markberedes, og kulturminnene som er på hogstfeltet må merkes godt.

Markberedning med gravemaskin er generelt en mer skånsom behandling enn markberedning med skogsmaskin. Spesielt invers markberedning er skånsomt inngrep, og anbefales i bynære områder eller områder med stor friluftaktivitet. For å unngå økt avrenning og erosjon av mineraljord i forbindelse med markberedning, anbefales det å legge stripene på langs med høydekotene.

Markberedning kan også medføre tap av biologisk mangfold, f.eks. gjennom ødeleggelse av liggende død ved. Markberedningens konsekvenser for naturmangfold avhenger av hvor stor del av arealet som påvirkes, og hvilke metoder som brukes. De punktvis, lette formene for markberedning (flekkmakberedning, hauglegging, inversmarkberedning) har mindre effekter på økosystemet enn om man benytter sammenhengende striper.

Det er viktig å ta hensyn til miljøet ved markberedning, for å unngå:

- næringsavrenning
- erosjon
- skader på kulturminner

Områder med mange kulturminner bør ikke markberedes

Liggende død ved og læger er viktige elementer det må tas hensyn til når det markberedes.. Foto: Jon Eivind Vollen, Skogkurs



Markberedning i klimasammenheng

Ved markberedning blottlegges mineraljorda, noe som fører til økt temperatur i jorda. Dette øker nedbrytningshastigheten i humusen, og kan føre til økte CO₂-utslipp fra jorda. Det er usikkert hvor stor og hvor varig denne effekten er. En svensk undersøkelse har sett på økt næringslekkasje som et resultat av markberedning. Effekten kompenseres av økt tilvekst over omløpet, og gir dermed økt opptak av karbon totalt sett. Resultatet av markberedning er altså et netto opptak av CO₂ i jord og biomasse samlet over omløpet.

For å unngå tap av karbon fra jord, anbefales det at det gjennomføres en skånsom markberedning der en begrenset del av arealet påvirkes. Å gjennomføre en markberedning som er skånsom, men samtidig tilstrekkelig, er avgjørende både for å begrense tap av karbon, redusere det visuelle inntrykket av markberedning, og samtidig produsere nok godkjente planteplasser/spireplasser til å optimalisere produksjonen i bestandet. Det skal markberedes tilstrekkelig, men ikke mer enn det. For omfattende markberedning blir også uhensiktsmessig kostbar.

Stedstilpasning

Det er mange faktorer ved et hogstfelt som er med på å påvirke hvilken markberedningsmåte som er riktig:

- planting eller naturlig foryngelse?
- vegetasjonstype på feltet
- størrelsen på feltet
- terrengutfordringer
- behov for å reparere terrengskader, eller utføre grøfting
- høy eller lav bonitet

Gravemaskin kan utføre alle de forskjellige markberedningsmåtene. Den kan også komprimere flekken der plantetidspunkt er ønsket umiddelbart etter markberedning. Gravemaskin kan også reparere hjulspor etter drift, og grøfte samtidig med at feltet blir markberedt. Det kan ikke skogsmaskinmontert utstyr. Kostnadmessig blir skogsmaskinmontert utstyr mer effektivt enn ei gravemaskin på større felt, og blir derfor det naturlige valget i slike tilfeller.

En riktig utført markberedning er skånsom, men samtidig tilstrekkelig med tanke på å skape gode plante- og spirevilkår.



*Ta vare på eksisterende foryngelse ved markberedning.
Foto: Anna Lena Albertsen, Skogkurs*

På felt med høy bonitet anbefales det å markberede og plante så raskt som mulig etter hogst. Det er viktig å komme tidlig i gang med å etablere skog på god mark, fordi dette gir plantene et lite forsprang mot konkurrerende vegetasjon. Omvendt humus eller invers markberedning med komprimering gjør det mulig å plante dagen etter markberedning, og er derfor å foretrekke i slike tilfeller. På lavere boniteter, der man ønsker å legge opp til naturlig foryngelse, er mineraljordfleck – eller stripemetoden å foretrekke. Dette er også en rimeligere markberedningsmåte enn for eksempel omvendt humus og invers markberedning. Felt med høyt grunnvannsspeil og/eller frostfare, er egnet for ren hauglegging. Denne markberedningsmåten gjør at planta står høyere i skogbunnen, noe som reduserer risikoen for frost og drukning.

God planlegging er essensielt for å tilpasse utstyr og metode til hvert enkelt felt.



Et område med mye blokk der det er vanskelig å få til bra planteplasser. Sånne områder bør ikke markberedes. Det sliter unødvendig på utstyret og effekten blir dårlig.

Foto: Mathis Lunde, Skogkurs

Bjørk og markberedning

Ferske markberedningsflekker er ypperlige spirebedd for furu og gran, men også for bjørk. Bjørk kan oppnå ca. 2 cm maksimumhøyde med de næringsreservene som finnes i frøet, derfor har de vanskelig for å trenge gjennom selv de laveste vegetasjonsdekkene. Men de etableres veldig lett på bar jord, som for eksempel markberedningsflekker. Derfor kan det være lurt å tenke igjennom når markberedning gjennomføres. Bjørk slipper frø i august, med en topp i sen september – oktober. I områder det er satt igjen bjørk, bør markberedningen utsettes til sent oktober–november og tilplantes våren etter. På den måten får planten én sesong forskudd på bjørka.

Det meste av frøene til bjørk havner innenfor en avstand på 40-50 meter fra frøtreet. Det betyr at en bjørk som settes igjen, kan frøsette maksimum to dekar. Hvis denne settes igjen i kantsonen, halveres arealet, og man unngår at den blåser over ende og skader foryngelsen i framtiden.

Markberedning på brunjord

Brunjord er jordprofil med moldlignende humuslag. Denne jordtypen har ikke det grå bleike mineraljord-sjiktet som en podsol jordprofil har. Én av grunnene til at markberedning er så effektivt virkemiddel mot gransnutebillene, er nettopp den grå mineraljorden på toppen av markberedningsflekken. Gransnutebillen foretrekker å holde seg i dekke av vegetasjon og ikke ute på den åpne mineraljordsflekken. Der er den lettere synlig og et enklere bytte for predatorer. Der det er brunjord, får vi ikke den samme effekten mot gransnutebiller, men vi får de andre positive effektene som ellers ved markberedning.

Markberedning på brunjord har ikke samme effekt på snutebilleskader som andre jordtyper, men effektene ellers er like gode.

Økonomi

Den økonomiske verdien av markberedning har sammenheng med:

- høyere produksjon (kortere omløpstid)
- reduksjon i utgangstetthet ved planting på 10 %
- billigere planting

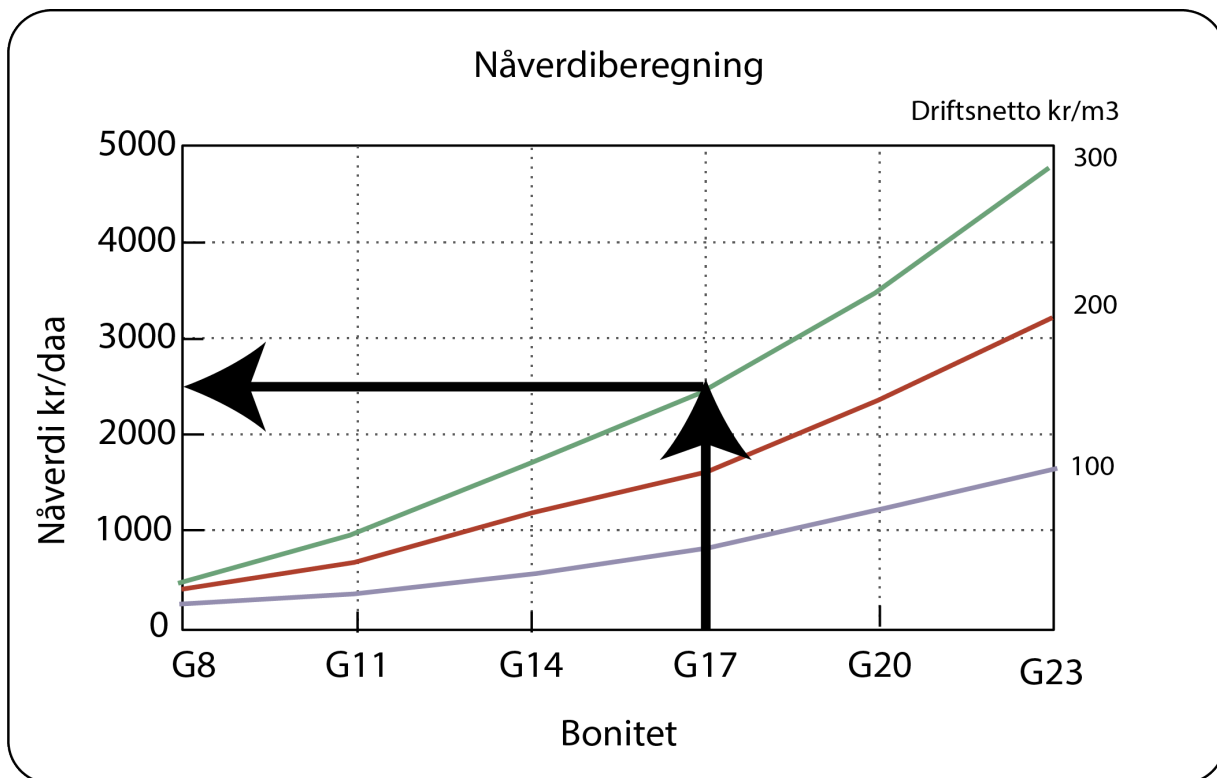
I regneeksempelet nedenfor kommer vi tilbake til hvilken verdi disse punktene har for skogeier, og hvordan markberedning kan være lønnsomt. Markberedningskostnaden er hentet fra statistisk sentralbyrå, gjennomsnittlig kostnad for markberedning i 2020.

Som nevnt under kapitlet om markberedningseffekter, er forventet gjennomsnittlig økt produksjon ca. 30 %, noe som skyldes økt overlevelsen blant plantene som etableres, samtidig som plantene får bedre nærings-tilgang. Dersom målet for skogeier er å produsere størst mulig volum per arealenhet, vil omløpstid kunne forkortes med 10 år dersom man markbereder.

Verdiberegning av redusert omløpstid

Kortere omløpstid	5 år	10 år	15 år
Gangefaktor	1,13	1,28	1,45

Her ser vi at verdien av markberedning er lik differansen mellom 10 år redusert omløpstid (1,28), og ingen redusert omløpstid (1,00). Verdien av markberedningen er altså 28 %.



Figur: Nåverdien for normale granbestand i forhold til bonitet og forventet driftsnetto ved foryngelseshogst. På bonitet G17, med forventet driftsnetto 300 kr/m³ blir nåverdien ca. 2500 kr/dekar, sert omløpstid (1,00).

Tabell: For å beregne lønnsomhet må egenandel før skatt benyttes. Skogeiers egenandel ved bruk av skogfond i % av tiltakets totale kostnad, skattefordel 85 %. Les av tabellen i forhold til tilskuddssats og skogeiers marginale skatteprosent (tabell fra 2021).

Skogeiers egenandel i % av totale kostnader beregnet FØR skatt, skattefordel 85%						
Tilskudd i %	Marginalskatt i %					
	22,0	33,4	35,1	37,4	46,6	49,6
0	76,0 %	57,4 %	54,0 %	49,2 %	25,8 %	16,3 %
10	68 %	52 %	49 %	44 %	23 %	15 %
20	61 %	46 %	43 %	39 %	21 %	13 %
30	53 %	40 %	38 %	34 %	18 %	11 %
40	46 %	34 %	32 %	30 %	15 %	10 %
50	38 %	29 %	27 %	25 %	13 %	8 %
60	30 %	23 %	22 %	20 %	10 %	7 %
70	23 %	17 %	16 %	15 %	8 %	5 %
80	15 %	11 %	11 %	10 %	5 %	3 %
90	8 %	6 %	5 %	5 %	3 %	2 %

Tilskudd på 30 % og en marginalskatt på 38,4 % gir en egenandel på investeringen på 33 %.

Regneeksempel markberedning

Forutsetninger

- G17
- Driftsnetto: 300 kr /m³
- Nåverdi etter figur: 2500 kr/dekar
- Det plantes 210 planter / dekar hvis det markberedes
- Det plantes 230 planter / dekar hvis det IKKE markberedes
- Kostnad for plante og plantearbeid blir 0,5 kr */ plante billigere dersom feltet er markberedt

Verdi av kortere omløpstid	- 2500 kr /dekar x28 %	= 700
+ Færre planter utplantet	- 6 kr/pl x 20 planter	= 120
+ Billigere planting	- 0,5 kr x 210 planter	= 105
= Total verdi av markberedning i kroner / dekar		= 925

Markberedningen koster 380 kr /dekar, her ser vi at det er lønnsomt selv UTEN å regne skogfondeffekt.

Bruk av Skogfond med tilskudd reduserer kostnaden betydelig. For å vurdere lønnsomheten skal "før-skatt-tabellen" benyttes:

$$380 \text{ kr / da} \times 33\% = 126 \text{ kr /dekar.}$$

Verdien av markberedning er betydelig høyere enn kostnaden.

Markberedning er lønnsomt!

Økt overlevelse og bedre næringstilgang gir god økonomi i markberedning.

Kilder

Fløistad, I. S., Granhus, A., Lindstrøm, A. (2007). Effekt av markberedning ved bruk av miniplanter og konvensjonelle pluggplanter

Holt Hansen, K. (2017, 20. september). Markberedning. Hentet fra <https://www.nibio.no/tema/skog/skogbehandling-og-skogskjotsel/foryngelse-av-skog/markberedning>

Miles, J. & Kinnaird, J.W. (1979) The establishment and regeneration of birch, juniper and scots pine in the Scottish highlands. *Scottish Forestry* 33: 102-119

Nilsson, O. et al. (2019). Early growth of planted Norway spruce and Scots pine after site preparation in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 34(2): 1-11

Sarvas, R. (1948). A research on the regeneration of birch in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4): 1-91

Skogskunskap. (2020, 20. juni). Markberedning. Hentet fra <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/planera-och-forbered-foryngringen/markberedning/>

SLU, Institutionen för ekologi. (2017). Snytbaggens biologi. Hentet fra: <https://snytbagge.slu.se/biologi.php>

Sverdrup-Thygeson, A. & Framstad, E. (2007). Bioenergitiltak og effekter på biomangfold. *NINA Rapport* 311: 38

Søgaard, G. et al. (2017). Skogbehandling for verdiproduksjon i et klima i endring. *NIBIO rapport* 3/99/2017

Wallertz, K et al. (2018). Comparison of different site preparation techniques: quality of planting spots, seedling growth and pine weevil damage. *New Forests* 49(1).



Furuplante i omvendt humus med bra tilvekst første året! Foto: Mathis Lunde, Skogkurs