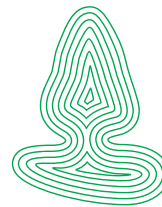


Viten fra Skog og landskap

GIR KORTERE MASSEVIRKE MER SAGTØMMER?

Effekter på sagtømmervolumet
av kortere minstelengde til
massevirke

Terje Birkeland og Knut Finstad



skog+
landskap

02/2006

ISSN 1890-1591
ISBN 978-82-311-0001-0
ISBN 82-311-0001-6

Viten fra Skog og landskap - 02/2006

GIR KORTERE MASSEVIRKE MER SAGTØMMER?

Effekter på sagtømmervolumet av kortere minstelengde til massevirke

**Terje Birkeland, Skog og Landskap
Knut Finstad, Treteknisk**

ISSN 1890-1591
ISBN 978-82-311-0001-0
ISBN 82-311-0001-6

Omslagsfoto: Kortere massevirke og lenger sagstokk, Terje Birkeland

Norsk institutt for skog og landskap, Pb 115, NO-1431 Ås, Norway

FORORD

Under hogst er det viktig å kappe riktig for å sikre størst mulig uttak av de best betalte sortimenter og dimensjoner. Skogens kvalitet og dimensjonssammensetning, gjeldende tømmerreglement og sortimenter, tømmerpris og apteringsutførelse er avgjørende. Sagtømmer er mer verdt enn massevirke, og forhold som påvirker sagtømmerandelen fatter interesse og diskuteres stadig i skog- og sagbruksbransjen.

Ved simuleringer i OptApt har vi undersøkt effekten på sagtømmervolumet av å tillate kortere minstelengde på massevirke. Treforedlingsindustriens og skogbrukets syn på og erfaringer med kortere minstelengde er tatt med innledningsvis. Arbeidet er en av flere aktiviteter på aptering i Delprosjekt Skog i SSFF- prosjektet «*Norsk trevirke som råstoff, verdiskapingspotensial og industrielle muligheter.*»

Takk til Arild Tveter i Peterson Linerboard Moss AS (heretter Peterson) og Carsten Bakke i Norske Skog Supply & Logistics, Wood. En stor takk rettes også til Gunnar Håverstad i Huntonit AS, Kåre Haugaas i Norsk Virkesmåling, og Jens Magne Føreland i AT Skog BA (heretter AT Skog) for viktige bidrag til innholdet.

SSFF- prosjektet er finansiert av Norges Forskningsråd, Skogtiltaksfondet, norsk treforedlingsindustri og Fondet for treteknisk forskning ved NTI. Videre bidrar mange aktører innenfor skogbruk og skogbasert næring med en betydelig egeninnsats.

Ås, september 2006

Terje Birkeland

Knut Finstad

INNHold

Sammendrag	4
Innledning	7
Erfaringer og syn i skogbruk og treforedlingsindustri	8
Problemstilling	9
Materiale & metode	9
Resultat	9
Bakgrunnsdata	9
Analyseresultater	10
Diskusjon	11
Tilleggsanalyse	13
Konklusjon	14
Litteratur	15

SAMMENDRAG

Birkeland, T. & Finstad, K. 2006. Gir kortere massevirke mer sagtømmer? – Effekter på sagtømmervolumet av kortere minstelengde til massevirke.

Bakgrunnen for undersøkelsen var hypotesen om at sagtømmervolumet ville øke ved å tillate kortere minstelengde på massevirke. Det er naturlig å tenke slik siden massekvalitetens egentlige utstrekning ofte er kortere enn 30 dm, og at dagens minstelengde på 30 dm er ganske tilfeldig eller skyldes andre markedsforhold enn i dag (2006). Skogeier ønsker høgest mulig sagtømmerandel ved avvirkning, forutsatt at det ikke går på bekostning av volumet og verdien totalt. Etterspørselen etter sagtømmer er også høy. Deler av treforedlingsindustrien sliter med overproduksjon og låge priser i verdensmarkedet. Da trenger ikke redusert massevirkevolum være negativt for noen.

Analysene er gjort i OptApt på stammedata fra hogstmaskin, på 2109 tre fordelt på fire partier på Østlandet (ett furupartii, tre granpartier). Volumet sagtømmer var upåvirket eller svært lite påvirket av å redusere lengdekravet på massevirke fra 30 dm til 25 dm og 20 dm. Effekten var størst i Oppland 1 (gran), med henholdsvis 0,8 % og 1,6 % høyere sagtømmervolum. Effekten var også liten på gjennomsnittlig sagtømmerlengde og volum massevirke. Kun lengde på furu massevirke (Oppland2) ble påvirket i noen grad, og førte til større endring i stokkantall enn i volum. Totalverdien økte aldri mer enn 0,7 % (Oppland2 ved 20 dm minstelengde), og den begrensede effekten skyldtes vel så mye økt massevirkevolum som økt sagtømmervolum. Unntaket var det største granpartiet (Oppland1) der sagtømmervolumet som nevnt økte litt. Småtømmer inngikk der i sagtømmeret.

Peterson (*pers. medd.* Tvetter 2005) og WoodLog (*pers. medd.* Bakke 2005) er skeptiske til kortere massevirke. Ekstrakostnader knyttet til logistikk, håndtering, transport og produksjon er betydelige, og klart større enn fordelene i form av en begrenset økning i sagtømmervolumet. Redusert sikkerhet ble også nevnt, i form av mindre stabile løft, lass og tømmerlunner. Det hevdes også at kvaliteten på masse- og papirråstoffet blir redusert ved kortere lengder, da flere kappesnitt per lengdeenhet gir flere skadde, avrivne og ødelagte fibrer. Huntonit AS i Vennesla innførte 20 dm minstelengde på furu massevirke i 2005. Årsaken var ønske i AT Skog om økt sagtømmerandel og bedre utnyttelse av furuvolumet. Effekten er foreløpig usikker. Kortere massevirke skaper ikke større vansker i fabrikkene, men er mindre populært ved avvirkning og tømmertransport (*pers. medd.* Håverstad 2006).

Så seint som for 15–20 år siden blei 20 dm brukt som minstelengde på massevirke i enkelte distrikter i landet. Overgang til 30 dm førte til redusert sagtømmervolum, særlig på furu av låg/middels kvalitet. I følge Håverstad ved Huntonit AS, som også er tidligere tømmermåler, var denne reduksjonen heilt oppe i 6–7 % på furu. Jens Magne Føreland i AT Skog (*pers. medd.* Føreland 2006) og Kåre Haugaas i Norsk Virkesmåling (*pers. medd.* Haugaas 2006) støtter Håverstad og er overbevist om at kortere minstelengde på massevirke øker volumandelen sagtømmer. Hovedgrunnen er at «rotslipen» kan kappes kortere.

Våre analyseresultater avviker fra praktiske erfaringer. Årsakene kan være mange. Hogstmaskinen (stegvis aptering) optimerer på et litt annet grunnlag enn OptApt (heilstammedata), og ulike forhold kan gjøre at hogstmaskinfører i praksis avviker fra det som strengt tatt er optimalt. Simuleringene er gjort på heilstammedata gitt under praktisk hogst, det vil si data om treets avsmaling (hogstaggat) og angitte kvalitets skiller (maskinfører). Sjølv simuleringa er derimot gjort fullstendig uten menneskelig skjønn, og i motsetning til under hogsten, med 25 dm og 20 dm som alternative minstelengder. Under hogst registreres 10 dm eller 20 dm egentlig massekvalitet fra tid til annen som 30 dm (lik minstelengda). Dette kan gi uriktig aptering i praksis. Ved simuleringer med kortere minstelengder vil man *uansett ikke* oppnå mer sagtømmer, da heile tremeteren er gitt massekvalitet. Dette har begrenset effekten på sagtømmervolumet i analysene noe, mest i det største tømmerpartiet (Oppland1).

Entreprenører får normalt oppgjør etter innmålt nyttbart tømmer volum, uavhengig av sortiment. Dermed får han ikke betalt for vrak, men likt betalt for massevirke og sagtømmer. Dette og frykt for å kappe bort volum kan bidra til høyere masseandel enn optimalt. Streben etter høy sagtømmerandel kan imidlertid motvirke eller begrense denne effekten. Slike forhold kan også påvirke effekten på sagtømmervolumet ved å innføre kortere massevirke.

Resultatene våre og forhold ved praktisk aptering kan tyde på at den potensielle effekten på sagtømmervolumet ligger et sted i mellom våre resultater (0–1,6 %) og praktiske erfaringer (oppimot 6–7 %). Vi merker

oss at vrakvolumet gikk ned ved redusert minstelengde, og er uansett en positiv effekt av kortere minstelengde.

Våre analyser og industriens syn på saken gjør kortere massevirke mindre interessant. Omtalte erfaringer og forhold ved praktisk aptering taler likevel for en viss positiv effekt, og ikke minst nødvendigheten av videre fokus på aptering og sortimentskrav.

Nøkkelord: Aptering, sortimenter, minstelengde massevirke, volum sagtømmer

INNLEDNING

Fordelene ved flytting av volum fra massevirke til sagtømmer er opplagte for trelastindustri og skogeiere, og for verdiskaping generelt. Sagtømmer er mer verdt og har høgere foredlingsverdi per kubikkmeter råstoff enn massevirke. På grunn av kvalitets- og dimensjonskrav blir bare om lag halve bartrevolumet i «normal» skog sagtømmer. Ved 50 % skurutbytte blir da kun 1/4 av avvirka tømmer volum planker og bord (trelast). Ca. 35 % av sagtømmervolumet blir celluloseflis, og sammen med massevirke råstoff for masseindustrien. De resterende 15 % av sagtømmeret forsvinner i sagspon og krymping. Flis og spon har betydelig lågere verdi enn trelast.

Byggeaktiviteten og etterspørselen etter trelast er for tida stor. Sagbruk ønsker generelt stabil tilgang på eller mer norsk tømmer på grunn av uutnytt sagbrukskapasitet og stigende priser på importtømmer. Deler av treforedlingsindustrien sliter i større grad med overproduksjon og låge priser i et internasjonalt marked. Dette fører til redusert pris eller leveransebegrensninger på massevirke og celluloseflis. Tømmerhogst og levering av sagtømmer reduseres ved leveringsstopp eller uakseptabel låg pris på massevirke.

Prisspennet mellom sagtømmer og massevirke varierer med etterspørselen, og med treslag og tømmerets kvaliteter og dimensjoner. Stort prisspenn mellom sagtømmer og massevirke betyr gjerne at sagtømmeret dras heilt ut til minste diameter (Nedkvitne *et al.* 1990). Mindre prisspenn kan gjøre det mer lønnsomt å kappe en kortere sagstokk før man kapper massevirke i toppen. Dette fordi diameter avtar og sjansen for lågere tømmerkvalitet øker med økende lengder, og at ulike sagtømmerdimensjoner og – kvaliteter prises ulikt. Avsmalinga er også avgjørende for apteringa, da sagtømmer kuberes og omsettes etter toppmål og forutsetning om konstant avsmaling. Ved stor avsmaling (> 1 cm per m) får skogeiere betalt for et mindre volum enn det han leverer, mens han får betalt for et større volum ved liten avsmaling (< 1 cm per m) (Nedkvitne *et al.* 1990). For skogeiere lønner det seg derfor å kappe sagtømmeret kort ved stor avsmaling og langt ved liten.

Verdiaptering er foreløpig enerådende i Norge, og vil si at man optimerer verdien av hver enkelt stokk ut fra gjeldende prislister og sortimentskrav. Etter ønske kan man påvirke tømmerfangsten ved å justere prisen på ulike tømmerdimensjoner opp eller ned i prismatrisene. Effekten av slike justeringer er

imidlertid begrensa og utfallet er usikkert. Fordelingsaptering er da et alternativt prinsipp som kan legges til grunn ved aptering, for bedre å styre mot ønska lengdefordeling (Möller, von Essen 1997). I løpet av 2006 vil fordelingsfunksjon være implementert i OptApt, og forhåpentligvis også testet ut i praksis i hogstmaskin mot bestemte norske sagbruk innen 2008. Fordelingsfunksjonen fins i alle moderne hogstmaskiner, og brukes på betydelige og økende volumer i Sverige og Finland.

Sjø om alle forutsetninger ellers er like, er det visse forskjeller på verdiaptering i OptApt og i hogstmaskin. OptApt optimerer heile trelengda fra rot til topp (heilstammeaptering) på bakgrunn av hogstmaskinens innsamla stammedata, og gir en tilnærma teoretisk optimal verdiaptering, forutsatt høg kvalitet på stammedataene. Under hogst kvister man derimot ikke til topps og kjenner ikke virkelig avsmaling og kvalitet eksakt til hele stammen før man apterer og kapper fra rotenden. Hogstmaskinen utfører da ei stegvis verdiaptering. Avsmaling (og kvalitet) videre oppover stammen blir prognostisert ut fra registreringer nederst på stammen/stokken og ut fra en avsmalingsfunksjon på bakgrunn av liknende tre som allerede er avvirka. For hver nye stokk foreslår datasystemet allerede etter få dm optimal lengde på bakgrunn av den diameter og kvalitet som registreres. Ettersom aggregatet beveger seg videre oppover og gir reell avsmaling, og maskinfører eventuelt angir ny kvalitet, korrigeres ofte prognosen. Ny optimal lengde beregnes og vises på skjermen. Aggregatet stopper på optimalt sted og kapper automatisk dersom ikke maskinfører kapper manuelt.

Bortsett fra at datasystemet i hogstmaskinen til en viss grad prognostiserer stammeform, beregnes optimalt kappespunkt og sortiment automatisk ut fra fysiske mål (lengde, avsmaling), angitt kvalitet og kvalitetsskiller og gjeldende prislister og sortimentsbeskrivelser. På grunnlag av dette beregner apteringssystemet om en lang sekundastokk er mer lønnsom enn en kortere prima, og om 15 dm vrak er mer lønnsomt enn korteste massevirkestokk. I sistnevnte tilfelle vraker man kortere strekninger med massekvalitet for raskere å oppnå sagtømmerkvalitet. Ved for eksempel gankvist og krok må maskinfører enten eksakt angi kvalitetsgrenser for ny optimering i datasystemet, eller overstyre datasystemet og tvangskappe manuelt. Sistnevnte er gjerne mest hensiktsmessig og effektivt. Ved riktig plassering av kappet kan man ofte opprettholde sagtømmerkvalitet på begge sider av krok eller andre feil, uten å kappe bort noe som helst. Skogens kvalitet påvirker og legger begrensninger i for-

hold til dimensjonsmessig optimal aptering. Ved kraftig råte eller andre alvorlige feil som heller ikke tolereres i massevirke, er vrak eneste utveg da stoken uansett kortes eller vrakes ved innmåling. Forholdet mellom faktisk aptert virkesverdi i hogstmaskin og den teoretisk optimale kalles apteringsgraden. I tillegg til tømmerkvalitet og avvik mellom faktisk avsmaling og prognose som beskrevet over, vil apteringsgraden variere med aggregatets målenøyaktighet og maskinførers dyktighet. Kvaliteten på stammedataene er først og fremst viktig for det faktiske utfallet under hogst, men også for nytten av og troverdigheten til simuleringer i ettertid.

Erfaringer og syn i skogbruk og treforedlingsindustri

Så seint som på 1980- tallet var 20 dm minstelengde til massevirke i visse deler av landet (deriblant Agder). Etter press fra treforedlingsindustrien blei imidlertid 30 dm etter hvert innført som minstelengde over heile landet (*pers. medd.* Føreland 2006). Årsaken var blant anna muligheter til «å lure» FMB- målesystemet ved at man på tømmerbilen, inne i bunter av 60 dm lengder, la to stk. to-metere etter hverandre med 10–20 dm mellomrom (luft). Da fikk i tilfelle tømmerbilsjåfør og skogeier oppgjør for et større volum enn det faktiske. Ellers veide hensynet til sikkerhet ved lossing og transport av tømmer på industritomt tungt. På Tofte skjedde minst ett alvorlig uhell ved at korte rotstokker skled ut av kloa til hjullasteren og skada folk. Dette skapte stor oppmerksomhet og arbeidstilsynet blei kobla inn.

Overgangen til 30 dm skjedde til sterke protester fra skogeiersida grunna frykt for redusert sagtømmervolum. Andelen sagtømmer gikk også betydelig ned (opptil 6–7 %) og mest på furu av middels og låg kvalitet (*pers. medd.* Håverstad 2006). Årsaken var først og fremst at man ved 20 dm minstelengde kunne kappe «rotslipen» kortere og mer lik feilens virkelige utstrekning, og overføre volum til sagtømmer. Haugaas (*pers. medd.* 2006) i Norsk Virkesmåling, med erfaringer med kortere minstelengde, sier at overgang fra 20 dm til 30 dm minstelengde slo tydelig ut. Massevirkehaugen forandret seg og blei større, og haugen med 30 dm- stokker (oftest rotstokker) syntes å øke. Håverstad og Føreland mener at redusert minstelengde på massevirke i liten grad vil påvirke mengden vrak. At vrak erstattes av kortere massevirke ved kortere minstelengde og

dermed gir mindre sagtømmer, mente de er en ubetydelig effekt i forhold til den positive effekten på sagtømmervolumet. Føreland nevnte også at forsøk på furu med bruk av korttømmer (sagtømmer ned til 25 dm) i tillegg til ordinære sagtømmerlengder (34 dm- 60 dm) hadde en klar positiv effekt på sagtømmerandelen. Effekten var størst på furu av låg/middels kvalitet. Ulike varianter av sagtømmersortiment med lågere krav til kvalitet (emba, palle etc.) nyttes også flere steder i landet, og reduserer masseandelen.

Kortere stokker er ugunstig for transport, håndtering og sikkerhet, og er derfor uønska i treforedlingsbransjen. Hos Peterson i Moss (stor kjøper av furu massevirke) skjer lossing, transport til mellom-lager og håndtering til huggermaskin med utstyr tilpasset en viss standard lengde eller minstelengde (*pers. medd.* Tveter 2005). Dette for at håndtering skal foregå sikkert og effektivt. Kortere stokker vil føre til økt transport internt da det trengs flere vendinger for å flytte samme volum. Kortere stokker vil også føre til nedsatt flishuggerkapasitet på grunn av redusert innmating. Sikkerhetsmessig er korte stokker uønska i tømmerlunner, da faren for utgliding øker. Resultatet er at høyden på lunnene må reduseres, og behov for større lagringsplass eller bunting av tømmeret. Ekstra transport og arbeid internt er i følge Tveter negativt for økonomi, miljø og sikkerhet.

WoodLog (forsyner Norske Skog og Södra Cell sine fabrikker i Norge) er også opptatt av hensynet til logistikk. Håndtering i alle ledd øker med redusert lengde på tømmeret, og tømmerlunner blir mer ustabile både ved bilveg og på industritomt (*pers. medd.* Bakke 2005). 30 dm er tilpasset og går opp med total lengde tillatt på lastebiler, og industrien tilpasser utstyr til å håndtere dette i mottaket. Bakke understreker helse og sikkerhetshensyn som argumenter for ikke å redusere lengda på rundtømmeret. WoodLog og virkesleverandører gjennomførte for noen år tilbake et prosjekt for å undersøke effekter av kortere minstelengder (furu). Ekstrakostnader til transport, håndtering og produksjon var betydelige, og klart større enn fordelene av en begrensa økning i sagtømmervolumet. Minstelengde på 25 dm ga et begrensa antall massestokker kortere enn 30 dm, og gjennomsnittslengda blei lite påvirket. Enkelte kortere stokker førte likevel til omstillinger (avstand tømmerstag), flere løft av og på, dårligere kapasitetsutnyttelse på lastebærer og tømmerbil, mindre stabile lass og tregere tømmerflyt inn og gjennom deler av fabrikk. Kortere lengder ga nedsatt kvalitet på masse- og papirråstoffet, da flere kappesnitt per lengdeenhet

førte til flere skadde, avrivne og ødelagte fibere. Volumet sagtømmer blei lite påvirket. I dag aksepteres massevirke i fallende lengder fra 30 til 55 dm eller 60 dm, og ifølge Bakke jo lengre jo bedre innen avtalte lengdekrav.

Medlemmer (nå andelseiere) i AT Skog har siden 2005 levert 20 dm furu massevirke til Huntonit AS i Vennesla. Fabrikken produserer trefiberplater av furu massevirke. Bakgrunnen er i hovedsak ønske i AT Skog om å øke sagtømmerandelen. Foreløpig fins ingen sikre mål på effekten. Tendensen er likevel positiv med hensyn til sagtømmerandelen. I følge Håverstad (*pers. medd.* 2006) har Huntonit AS ingen større vansker med kortere lengder i produksjonen. Misnøyen er imidlertid større blant entreprenører og tømmerbilsjåførere på grunn av ekstraarbeid og lågere kapasitetsutnyttelse. I tillegg til Huntonit AS tar også et par andre kjøpere av massekvaliteter i Agder nå i mot 20 dm lengder.

Problemstilling

Gir redusert minstelengde på massevirke mer sagtømmer?

MATERIALE & METODE

Dagens minstelengde til massevirke (30 dm) vil i mange tilfeller avvike fra og være større enn massekvalitetens faktiske utstrekning. Hypotesen er derfor at sagtømmervolumet og sagtømmerandelen øker med kortere minstelengde til massevirke.

Analysene er gjort ved simuleringer i programmet OptApt 2002 (Skogforsk 2004). Programmet er basert på algoritmene i Gobakken (2000) og videre utvikla ved Skogforsk av Knut Finstad og Erlend Nybakk. OptApt brukes av Viken Skog BA overfor kjøpere av sagtømmer under leveranse/prisforhandlinger, og for tilpassing av prislister og apteringsinstruksjoner til det enkelte sagbruk. Man kan enkelt se hvordan endringer i prislister og sortimentskrav slår ut på sortiments- og dimensjonsfordeling og totalverdi. Prinsippet *verdiaptering* lå til grunn både i simuleringene i OptApt og i hogstmaskinene som tømmeret og dataene er produsert i.

Det var først og fremst effekten på sagtømmervolum og massevolum vi ønska å undersøke ved å tillate kortere massevirke. Gjennomsnittslengde og antall stokker blei også vurdert, samt total tømmerverdi. Simuleringene i OptApt er gjort på stammedata fra

totalt 2109 tre og ca 880 kubikkmeter nyttbart tømmer, fra fire reelle hogstmaskin- avvirkninger på Østlandet (Tabell 1). Tre partier var granpartier, ett furu. Tømmerpartiene er avvirket med diverse maskinfabrikater og etter år 2000. Simuleringene er gjort med samme sortiments- og kvalitetskrav og samme forutsetninger som ved avvirkning i hogstmaskin, bortsett fra at det i simuleringene er brukt tre ulike minstelengder på massevirke; 30 dm, 25 dm og 20 m. Simulering med minstelengde 30 dm skal i prinsippet svare til den praktiske hogsten. Som i praksis er vrak (verdi lik null) brukt i simuleringene over kortere strekninger dersom lønnsomt og nødvendig kvalitetsmessig.

Partiet Oppland1 er avvirket med sagtømmer-sortimentene sams sagtømmer (sekunda toleransekrav) og småtømmer (lågere krav til toppdiameter), og massevirke (Tabell 1). Sams sagtømmer-sortiment vil i skog av middels og låg kvalitet i gjennomsnitt gi lenger stokker enn ved bruk av prima og sekunda sagtømmer. Dette på grunn av høgere pris og høgere kvalitetskrav til prima, og derfor mer lønnsomt å kappe kort for å opprettholde eller øke til prima kvalitet. De tre andre tømmerpartiene er alle avvirket med prima og sekunda sagtømmer-sortimenter, og massevirke. Vi skiller kun mellom sagtømmer og massevirke (tørrgran/energigran inkludert) i analysen (Tabell 2). Innhold og sammensetning av sagtømmeret (Tabell 1) kan påvirke resultatene, og diskuteres. Endringer i vrakvolum (ikke inkludert i massevolumet) er undersøkt for seg.

I tillegg gjorde vi en tilsvarende OptApt-analyse på et mindre materiale (48 grantre). Stammene var hogd manuelt og vurdert av profesjonell tømmermåler som anga kvalitetsskiller nøyaktig uavhengig av stokklengder før aptering. Vi undersøkte også her effekter av å tillate kortere minstelengde på massevirke, og på enkelte av trea hvor grensa mellom vrak og massevirke gikk i rota ved varierende minstelengder. Dette for å avdekke eventuelle forskjeller i simuleringene ved ulike typer stammedata (hogstmaskin- og manuelle stammedata).

RESULTAT

Bakgrunnsdata

Andelen tvangskapp var høg og sagtømmerandelen låg, og vitner om låg til middels tømmerkvalitet i de fire analyserte tømmerpartiene (Tabell 1). Vestfold skiller seg ut med høgst kvalitet, i alle fall vurdert

Tabell 1. Tømmerpartiene som inngår i analysene. Diverse apteringsdata.

Tømmerparti	Tre-slag	Antall tre	Nyttbart volum m3	Anvendte sortimenter	Opprinnelig sagtømmerandel %	Andel kapp tvangskapp %	Andel tre m tvangskapp %
Valdres	Gran	601	165	Prima & sekunda. Massevirke inkl. tørrgran og energivirke.	30	74	89
Oppland1	Gran	999	353	Småtømmer & sams sagtømmer. Massevirke inkl. tørrgran og energivirke.	53	85	100
Oppland2	Furu	258	234	Prima & sekunda. Massevirke.	29	52	95
Vestfold	Gran	251	131	Prima & sekunda. Massevirke.	66	29	72

ut fra tradisjonelt tømmerreglement (minst tvangskapp, høyest sagtømmerandel). Det var ellers ingen klare sammenhenger mellom tvangskapphyppighet og sagtømmerandel. Oppland1 med 53 % sagtømmer hadde svært mye tvangskapp, og mer enn Valdres og Oppland2, begge med langt lågere sagtømmerandel. Høg sagtømmerandel betyr normalt høg tømmerkvalitet i utgangspunktet og lite behov for tvangskapp. Mye og riktig brukt og plassert tvangskapp vil likevel heve sagtømmerandelen. Dette kan ha vært tilfelle i Oppland1. Låg sagtømmerandel og relativt begrensa tvangskapphyppighet (Valdres og Oppland2) kan bety manglende overstyring og bruk av tvangskapp.

Variierende tømmerdimensjoner i de ulike partiene kan også ha påvirket resultatene i ulike retninger.

Analyseresultater

Kortere massevirke kan slå ut to veger på sagtømmervolumet:

1. Ved feil som strekker seg kortere enn minstelengda til massevirke trenger man ikke å kappe en tremeter, men i stedet ny kortere minstelengde (20 dm eller 25 dm). Sagtømmervolumet øker, og effekten er størst i rotstokker. Gjennomsnittlig massevirkelengde vil reduseres.
2. I tilfeller der man ved 30 dm minstelengde vil vrake for raskt å komme inn i sagtømmerkvalitet, kan det nå være mer lønnsomt å kappe en kortere massevirkestokk. Sagtømmervolumet vil minke, massevolumet øke og gjennomsnittlig massevirkelengde gjerne reduseres.

Tabell 2. Endringer i tømmerets sammensetning og verdi (i %) ved å redusere minstelengde fra 30 dm.

Tømmer-Parti	N tre	Tre-slag	Volum skur %		Antall skur %		Gj.lengde skur %		Volum masse %		Antall masse %		Gj.lengde masse %		Total-verdi %	
Minstelengde redusert til (dm)			25	20	25	20	25	20	25	20	25	20	25	20	25	20
Valdres	601	Gran	0	+0,1	0	0	0	+0,2	0	+0,1	+0,8	+1,3	-0,6	-1,0	0	+0,1
Oppland1	999	Gran	+0,8	+1,6	+1,5	+2,7	-0,2	-0,4	-0,5	-1,1	+1,2	+3,2	-1,6	-3,7	+0,3	+0,5
Oppland2	258	Furu	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5	0	-0,2	+0,9	+1,8	+9,3	+21,5	-7,6	-15,8	+0,3	+0,7
Vestfold	251	Gran	+0,1	0	+0,5	+0,5	-0,3	-0,4	+0,5	+1,4	+2,5	+4,8	-1,5	-3,1	+0,1	+0,2

Vi ser i Tabell 2 at sagtømmervolumet er svært lite påvirket av å tillate kortere massevirke. I tre av fire partier var effekten lik null, mens sagtømmervolumet økte litt i Oppland1. Massevolumet økte derimot litt i to av disse tilfellene (Oppland2 og Vestfold), og bidro til redusert sagtømmerandel. Den svært begrensede veksten i totalverdi skyldtes her utelukkende økt massevirkevolum. Totalverdien økte aldri mer enn 0,7 % (Oppland2). Gjennomsnittlig sagtømmerlengde og massevirkevolum blei også lite påvirket. Effekten på gjennomsnittlig massevirkelengde var liten, men til stede i alle partier, og mest på furua i Oppland2. Effektene var generelt større ved 20 dm minstelengde enn ved 25 dm.

Vi fant ingen sikre sammenhenger mellom tømmerkvalitet og effekter av kortere massevirke, mye fordi effektene var fraværende eller små, særlig volummessig. Valdres hadde låg sagtømmerandel (30 %), men ga som Vestfold med langt høgere sagtømmerandel (66 %) ingen innvirkning på sagtømmervolum og totalverdi. Kortere massevirke ga som nevnt en liten økning på sagtømmervolum og verdi i Oppland1, med sagtømmerandel lik 53 %. I Oppland2 (furu) med låg sagtømmerandel (29 %) ga kortere massevirke økt totalverdi, men kun på grunn av økt massevolum. Massevolumet økte også litt i Vestfold (Tabell 2).

Kun i det største granpartiet (Oppland1) økte sagtømmerandelen som følge av kortere minstelengder, og kun her skyldes økt totalverdi utelukkende økt sagtømmervolum. Både sagtømmervolum og antallet skurstokker gikk så vidt opp, mens massevolumet gikk ned. Gjennomsnittlig skurlengde var uforandret. Mens sagtømmervolumet samla (sams og småtømmer) i Oppland1 økte henholdsvis 0,8 % og 1,6 % ved reduksjon til 25 dm og 20 dm minstelengde (Tabell 2), økte småtømmervolumet aleine henholdsvis 2,7 % og 6,1 %. Dette indikerer en klar positiv effekt av småtømmer på sagtømmervolumet ved reduserte minstelengder.

Endringer i vrakandel blei nærmere studert i Valdres og Oppland 1. I Valdres (nyttbart volum $165 \text{ m}^3 + 8,4 \text{ m}^3$ vrak ved 30 dm minstelengde) gikk vrakandelen ned 8,3 % ved å redusere minstelengda til 20 dm. Sagtømmer- og massevolum var her upåvirket av minstelengda. I Oppland1 (nyttbart volum $353 \text{ m}^3 + 9,9 \text{ m}^3$ vrak ved 30 dm minstelengde) blei vrakandelen redusert med heile 25 % ved minstelengde lik 20 dm. Sammen med økt sagtømmervolum og redusert massevolum i Oppland1 var effektene av kortere minstelengde utelukkende positive, sjøl om økinga i totalverdien (0,5 %) var liten.

DISKUSJON

I analysen vår er det simulert på heilstammedata fra praktisk hogst, dvs. data om treets avsmaling (hogstaggeregat) og angitte kvalitetsskiller (maskinfører). Ved hogst og produksjon av disse stammedata fantes ikke noe alternativ minstelengde til massevirke, den var 30 dm uansett. Simuleringene i OptApt er derimot optimalisert og gjort fullstendig uten menneskelig skjønn, og med 25 dm og 20 dm massevirke som alternative minstelengder.

At sagtømmervolumet ikke økte ytterligere i Oppland1 skyldes bl.a. feil registrering av massekvalitetens egentlige utstrekning under hogst. Massekvalitet var i unormalt mange tilfeller satt til minst eller tilnærma lik 30 dm. Ved simuleringer på slike «feilaktige» stammedata vil man ikke oppnå mer sagtømmer ved redusert minstelengde på massevirke, da heile tremeteren uansett er gitt massekvalitet. De andre tømmerpartiene var lite påvirket av dette. At 10 dm eller 20 dm massekvalitet i en del tilfeller registreres som 30 dm (minstelengde) *trenger ikke føre* til uriktig aptering. Maskinførers erfaring med prisspenn gjør at slike snarveger ofte gir riktig resultat, men ved varierende utstrekning av feilen og ved stadig nye priser og sortimentskrav er risikoen stor. Jo kortere utstrekning massevirke reelt har, desto viktigere er det å angi den nøyaktig for ikke å gå på bekostning av sagtømmervolum og stammens verdi, da vrak blir mer aktuelt.

I Oppland1 førte derimot bruken av småtømmer-sortiment og sams sagtømmersortiment til gjennomgående lågere kvalitetskrav til sagtømmeret enn ved tradisjonelle sagtømmersortimenter (prima og sekunda). Dette gjorde at massevolum lettere blei overført til sagtømmer ved kortere minstelengde på massevirke. Dessuten var diameterkravet lågere i småtømmersortimentet (12 cm) enn i øvrige sagtømmersortimenter i analysen, og bidrog ytterligere til mer sagtømmer ved kortere minstelengde. Varierende krav til sagtømmerets minstemål (toppmål) mellom sagbruk og over tid påvirker sagtømmerandelen, og vil også påvirke effekter på sagtømmervolumet ved bruk av kortere minstelengde på massevirke. Den forholdsvis låge oppnådde volumprisen på småtømmeret (309 kr/m^3) har likevel redusert prisspennet mellom sagtømmer og massevirke i Oppland1, og dermed også åpna for mer massevirke. Tømmerprisen er normalt lågere på småtømmer enn øvrige sagtømmersortimenter. Tømmerkvaliteten påvirker dimensjonsutfallet, og ulike dimensjoner prises ulikt.

At massevirkevolumet økte mens sagtømmervolumet var uforandrad ved redusert minstelengde (Oppland2 og Vestfold), må bety at vrak er erstatta av massevirke i noen tilfeller. Høgere utnyttelse av massevolum til minste toppmål (5 cm på bark) kan også ha virka inn, da det nå kan være plass til en kortere «toppslip», mot ingen ved 30 dm minstelengde. Små dimensjoner i treets topp begrenser likevel denne effekten. 20 dm «toppslip» vil i færre tilfeller gå på bekostning av skurbare dimensjoner enn «toppslip» på 30 dm, da det teoretisk kan lønne seg å redusere sagtømmerlengda litt for å gi plass til en «toppslip». Feil i rotstokk- og andrestokk og hva man da gjør under kapping har likevel langt større innvirkning på sagtømmervolumet, på grunn av relativt større volum per lengde.

At ikke sagtømmervolumet økte i oppland2 stemmer dårlig med oppfatninga om at kortere minstelengde særlig øker sagtømmerandelen på lågere furukvaliteter. Antallet massestokker økte mens gjennomsnittslengda avtok, og var mer påverka av kortere minstelengder enn volumet. Flere stokker per volum er normalt uønska ved logistikk, transport og produksjon. En årsak til null effekt på sagtømmervolumet i Oppland2 kan være betydelig større prisspenn mellom prima (oppnådd volumpris 451 kr/m³) og sekunda (oppnådd volumpris 219 kr/m³) i dette partiet under hogst enn i de øvrige partier, og at det begrensa sagtømmervolumet tross alt hadde svært høg primaandel (92%). Dette har bidratt til låg sagtømmerandel i seg sjøl, og redusert mulighetene til overføring av volum fra massevirke til sagtømmer på grunn av sterk styring mot høg kvalitet. Prisspennet mellom sekunda og massevirke (oppnådd volumpris 199 kr/m³) var langt mindre, og bidrar til mindre sekunda og mer massevirke.

I Valdres og Vestfold var sagtømmervolumet upåverka av kortere minstelengde på massevirke (Tabell 2). Massevolumet viste en liten økning i Vestfold, mot uforandrad i Valdres. Dette kan imidlertid ikke forklaras med ulik fordeling på sagtømmer Sortimentene prima og sekunda, da forholdet mellom dem er ganske like i de to partiene. Både i Oppland2 (furu), Valdres og Vestfold er også primaandelen lite påverka av reduserte minstelengder.

Tross små vrakvolumer i Valdres og Oppland1, gikk vrakvolumet klart ned ved redusert minstelengde på massevirke. 3 % vrak (tilsvarende gjennomsnitt i Valdres og Oppland1) på 10 mill. m³ (drøy norsk årlig avvirkning) er lik 300 000 m³. 10 % reduksjon i vrakvolum betyr da 30 000 m³ høgere innmålt og

nyttbart volum per år. Forutsatt 300 kr/m³ gir dette en tømmer-merverdi på 9 mill. kroner årlig. Foredlingsverdien er langt høgere.

På grunn av optimeringsalgoritmer i OptApt vil programmet i enkelte tilfeller velge å kappe to korte massevirkestokker istedenfor en lang, hvis verdien er den samme. Ved kortere minstelengde øker derfor sjansen for at programmet velger «unormalt» mange korte massestokker, og dermed større sannsynlighet enn i praksis for økt sagtømmervolum. Likevel kan resultatet også bli at total lengde av to korte massevirkestokker er lenger enn én lang, og bruk av massevirke betyr da utelukkende redusert sagtømmerandel.

Om man vraker eller kapper korteste tillatte massevirke avgjøres av feilens omfang og utstrekning, prisspenn mellom sagtømmer og massevirke, kvalitets- og dimensjonskrav, samt avsmaling og hva som gjøres i praksis opp mot hva som er optimalt. Man kan tillate seg å vrake mer av rotstokken ved påfølgende prima kvalitet enn ved påfølgende sekunda kvalitet, på grunn av forskjellig verdi. Mens hogstmaskinen kun registrerer fysiske mål, er det opp til maskinfører å angi kvalitets skiller og avdekke tvangskappfeil som råte, tennar, gankvist og krok. Rotråte er typisk årsak til massevirke eller vrak på gran. Svært mye furu har tilsvarende en feil i rota med tennar.

At entreprenør får oppgjør etter innmålt nyttbart volum (ekskl. vrak) uavhengig av sortiment, gjør nok sitt til at det kappes massevirke i en del tvilstilfeller, for å unngå volumtap i form av vrak (*pers. medd.* Føreland 2006). Terskelen for dette vil være lågere jo kortere minstelengda på massevirke er, siden man da går mindre på bekostning av sagtømmervolumet. Likevel vil vrak teoretisk sjeldnere bli lønnsomt ved redusert minstelengde. At entreprenør streber etter mest mulig sagtømmer for å opparbeide et godt rykte blant skogeiere, kan derimot resultere i vrak også i tilfeller der massevirke er mer økonomisk. Resultatet er da større sagtømmerandel, men mindre volum totalt og lågere netto til skogeier.

Ved å endre minstelengda til massevirke i praksis vil maskinfører kalibrere seg etter dette, og ganske snart kappe tilsvarende kortere massevirke der det er mulig kvalitetsmessig. Dette gir økt sagtømmervolum, og forsterkes gjerne av kunstig mye massevirke i utgangspunktet.

Vi forstår at kvaliteten på stammedataene er viktig for apteringsutfallet i praksis, og for troverdigheten

og nytten av simuleringer i ettertid. Likevel vil alltid feilkilder forekomme, da det stilles krav til effektivitet, og da enkelte indre feil og egenskaper er skjult og ikke kan oppdages før man kapper. Videre har vi nevnt forskjeller i kubering i hogstmaskin og i OptApt. Resultatet kan bli ulik kubering og ulik optimal aptering, og ulike effekter av kortere minstelengde.

Tilleggsanalyse

For å få et mer realistisk bilde av hvor stor effekten av kortere minstelengde *kan være* på sagtømmervolumet, gjorde vi tilsvarende analyser på et mindre forsøksmateriale brukt i en annen sammenheng (48 stammer, 32 m³ nyttbart tømmer). Etter hogst og før aptering blei hver stamme kvalitetsvurdert av profesjonell tømmermåler, som anga kvalitets skiller (prima, sekunda, masse) nøyaktig slik de var, uavhengig av stokklengder. Med like forutsetninger for øvrig, reduserte vi også nå kun minstelengde på massevirke fra 30 dm til 20 dm. Sagtømmervolumet økte med 1,2 %, og primavolumet økte mer enn sekundavolumet. Antallet sagstokker var uforandra og gjennomsnittlig sagtømmerlengde økte. Massevolumet gikk ned 0,6 %, antallet massevirkestokker økte og gjennomsnittslengda på massevirke gikk klart ned. Vrakvolumet økte 1,3 %, altså er ikke vrak erstatta av massevirke i det heile tatt. Totalverdien gikk opp 1,2 %. Tross positive trender økte sagtømmervolumet lite også her. Kanskje indikerer dette at også hogstmaskindataene vi analyserte i OptApt holder ganske høg kvalitet, og at det faktiske poten-

sialet er beskjedent? Det understrekes at materialet er lite og dermed usikkert, og igjen kommer vi ikke bort i fra tidligere erfaringer med betydelige effekter av kortere minstelengder.

I ett forsøksstre, med 7 dm massekvalitet i rota, var 7 dm vrak mest lønnsomt både ved 30 dm og 20 dm minstelengde. 9 dm massekvalitet i det samme treet ville gjort det mer lønnsomt med massevirke enn vrak, men dette gjaldt både ved 30 dm og 20 dm minstelengde. I ett anna forsøksstre med 9 dm massekvalitet i rota (vrak mest lønnsomt), ville det lønt seg med massevirke framfor vrak dersom massekvalitetens utstrekning hadde vært 10 dm. Også her gjaldt dette både ved 30 dm og 20 dm minstelengde. I ett tredje tre, også med 7 dm reell massekvalitet i rota, lå grensa for overgang fra vrak til massevirke først ved 12 dm ved 20 dm minstelengde. Ved 30 dm minstelengde ville vrak vært mest lønnsomt også ved massekvalitet de første 12 dm. At vrak før eller siden blei erstatta av massevirke i rota i dette tilleggsmaterialet, resulterte imidlertid ikke automatisk i korteste tillatte massevirke. Dette viser bare hvor sammensatt og komplekst dette er, og at det er forskjell på slik optimering og praktisk aptering, enten den gjøres ved manuell hogst eller i hogstmaskin. I eksemplene over var altså massekvalitetens utstrekning ca. 1 m før det lønte seg å kappe korteste massevirke framfor vrak. Massekvalitetens faktisk utstrekning var mer avgjørende for resultatet (vrak/masse) enn minstelengda på massevirke. Overført til praktisk hogst i maskin blir dermed riktig kvalitetsangivelse avgjørende for resultatet.

KONKLUSJON

I OptApt- analysen oppnådde vi svært små eller ingen effekter på sagtømmervolumet av å tillate kortere massevirke (0–1,6 % ved 20 dm minstelengde). Tidligere erfaringer med 20 dm minstelengde tilsier langt større effekt på sagtømmervolumet. I en tilleggsanalyse var forutsetningene bedre til stede for å påvise det faktiske potensialet ved kortere minstelengder (manuell og nøyaktig angivelse av kvalitetsskiller). Også her økte sagtømmervolumet lite (1,2 % ved 20 dm minstelengde) og mindre enn forventa.

Riktig kvalitetsangivelse er viktig for optimalt resultat under hogst. Grensepunktet vrak/masse vil variere da ingen tre er like og forutsetningene for aptering varierer med sortimentskrav og priser. Vi merker oss at vrakvolumet gikk ned 8 % og 25 % i henholdsvis Valdres og Oppland1 ved å gå fra 30 dm til 20 dm minstelengde. Svakheter i stammedata og forskjeller mellom våre simuleringer og praktisk apteringsutøvelse har påvirket og begrenset effektene i analysene. Enkelte feil og kvalitetsskiller lar seg ikke oppdage ved hogst, mens massekvalitet i en del tilfeller er angitt til 30 dm sjøl om den reelle utstrekinga er kortere. Dette legger begrensinger for

økt sagtømmervolum i simuleringene. Innføring og praktisering av kortere minstelengde i skogbruket vil øke sagtømmervolumet, da maskinførere vil kalibrere seg inn på ny minstelengde. Streben etter godt rykte og høyest mulig sagtømmerandel kan gi u hensiktsmessig mye vrak og mindre massevirke. At entreprenør får oppgjør etter innmålt volum uavhengig av sortiment kan derimot føre til mindre vrak og mer massevirke enn optimalt, og redusert sagtømmerandel.

På bakgrunn av våre resultater og treforedlingsindustriens syn på saken, er det lite hensiktsmessig å tillate kortere massevirke. Potensialet til økt sagtømmervolum er likevel større enn det vi fant i analysen. Alternativet til kortere massevirke er bruk av andre sagtømmersortiment enn de tradisjonelle, med slakkere krav til kvalitet og/eller dimensjon. Resultatene fra Oppland1 viser at småtømmersortiment øker sagtømmervolumet ved kortere minstelengde, og 100 % kvalitet på stammedataene ville gitt ytterligere effekt. Det er kanskje mer å hente og færre ulemper ved å gå kvalitets- og dimensjonskrav til både sagtømmer og massevirke etter i sømmene. Hvilke krav er nødvendige og hvilke er til hinder for verdiskaping og økt sagtømmerandel?

LITTERATUR

- Gobakken, T. 2000. The Effect of Two Different Price Systems on the Value and Cross-cutting Patterns of Norway Spruce Logs. *Scand. J. For. Res.* 15: 368–377.
- Möller, J. & von Essen, I. 1997. Fördelningsapting- en fungerande metod även på små trakter och vid liten tillåten värdeavvikelse. Resultat Nr 14 1997. Skogforsk, Sverige.
- Nedkvitne, Bjørnstad, T. H. & Refsdal, T. 1990. Skogbrukslära. 4. utgåve. Landbruksforlaget, Oslo 1990. ISBN 8252913210: 236.
- Skogforsk 2004. OptApt Manual. Norsk institutt for Skogforskning, Ås.

Personlige meddelelser

- Bakke, C. 2005. Personlig meddelelse. Norske Skog Supply & Logistics, Wood.
- Føreland, J. M. 2006. Personlig meddelelse. AT Skog BA.
- Haugaas, K. 2006. Personlig meddelelse. Norsk Virkesmåling.
- Håverstad, G. 2006. Personlig meddelelse. Huntonit AS, Vennesla.
- Tveter, A. 2005. Personlig meddelelse. Peterson Linerboard Moss AS.

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

adr.: Pb 115
NO-1431 Ås

tlf.: +47 64 94 80 00
faks: +47 64 94 80 01

nett: www.skoglandskap.no

REGIONKONTOR
NORD-NORGE

adr.: Skogbrukets hus
NO-9325 Bardufoss

REGIONKONTOR
MIDT-NORGE

adr.: Statens hus
NO-7734 Steinkjer

REGIONKONTOR
VEST-NORGE

adr.: Fanaflaten 4
NO-5244 Fana

NORSK
GENRESSURSSENTER

adr.: Raveien 9, Ås
Pb 115, NO-1431 Ås

