



Helikoptertopping og helikopterkvisting er gode alternativer til hogst av trær, særlig i vanskelig terreng og langt fra veg, og kan desuten brukes for å oppfylle nettselskapenes avstandskrav mot vegetasjon. Foto: Lars Sandved Dalen, NIBIO

## Helikoptertopping og -kvisting av trær langs kraftlinjer

**Kapping og beskjæring av tretopper langs kraftlinjer med sag fra helikopter reduserer risikoen for trefall på kraftlinja og kan være et kostnadseffektivt tiltak med få ulemper for skogeier. Topping eller kvisting med helikopter gir mindre sjanse for vindfall, toppbrekk og snøbøy, dels ved at trærne får mindre vindfang og mindre snølast, og dels ved at vektarmen som kraften virker på blir kortere.**

PROSJEKT STERKERE SKOG

**Helikoptertopping** er særlig aktuelt på regionalnettet (33-132 kV). Helikoptertopping benyttes mye i Sverige hvor det er krav om tresikre regionalnett. Nettselskapene benytter helikoptertopping for å realisere målet om null trefall på nettet.

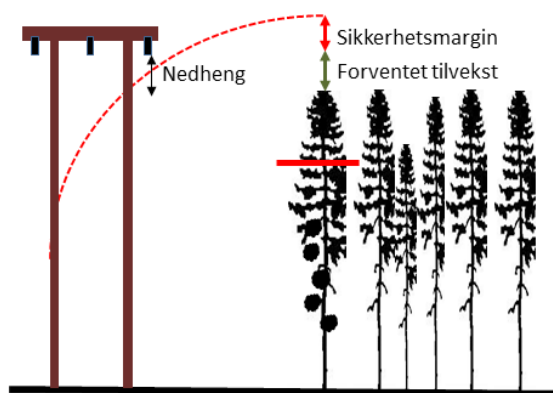


Til helikoptertopping benyttes en tobladet toppsag, det vil si en rigg med to horisontale blader montert i trekant i samme høyde. Fargede merkepinner på staget hjelper piloten med å toppe i riktig høyde. Foto: Lars Sandved Dalen, NIBIO.

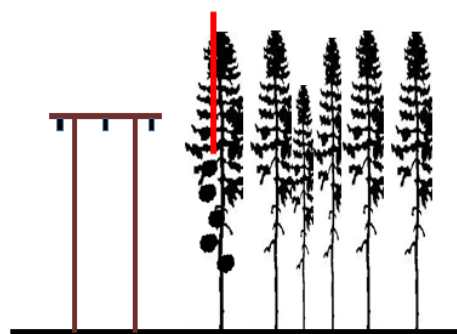
**Helikopterkvisting** egner seg der det er mange trær som gi utfall på kraftlinja, og der det er velegnet for kvisting av en hel rekke med kanttrær (Figur 1, til høyre).



Til helikopterkvisting benyttes en rigg på omkring sju meter med sju til ti blader hengende under hverandre. Foto: Lars Sandved Dalen, NIBIO.



Figur 1. Trærne kan velges ut basert på forventet tilvekst for en slik periode fram til neste topping, en sikkerhetsmargin og nedheng på ledningen. Tegning NIBIO.



Helikopterkvisting egner seg der det er mange trær som gi utfall på kraftlinja, og der det er velegnet for kvisting av en hel rekke med kanttrær

## HELIKOPTERTOPPING

Helikoptertopping kan utføres mens ledningene er strømførende. Det er imidlertid en risiko for at topper legger seg på linjene, og særlig er dette uheldig dersom tretopper legger seg på to linjer (faser) samtidig. Det er viktig å være forsiktig, særlig når det blåser. Klipping med sakser har tidligere vært en del i bruk, men i dag er saging med sirkelsager mest vanlig. Helikoptertopping gjøres oftest på utvalgte enkeltrær som utgjør en risiko for trefall på linjene. Et alternativ kan være å toppe en rekke med kantrær for å stabilisere kanten og trærne bak, selv om kvisting oftest er mer kostnadseffektivt for å behandle ei rekke med trær. Dersom det blåser, eller man skal sage av en lang topp, bør toppsaging gjøres i flere omganger og med korte stykker. Saga kan ta topper på opptil 20 cm i diameter.

### Hvilke trær skal toppes?

Før helikoptertopping er det en fordel om skogen laserskannes, slik at man kjenner posisjonen og høyden på alle trærne. På denne måten kan utvalget av trær beregnes på forhånd, og du har en detaljert flyplan med alle trær som skal toppes som du sender til helikopterselskapet.

Man bør toppe trær i kanten. Samtidig kan det være aktuelt å toppe enkelte risikotrær som står flere meter inn fra skogkanten. En generell utglisning («feathering») av kronetaket, med topping av en viss andel av trærne, anbefales ikke, fordi det øker sannsynligheten for vindfall blant de gjestående trærne.

Ved etablering av nye kraftgater kan det være aktuelt å toppe lengre inn fra skogkanten – og da særlig i bestand hvor høye trær plutselig blir eksponert for vind. I Tyskland og Canada har det vært gjort forsøk med å toppe trær opptil en trelengde, eller 30 meter, inn fra skogkanten som blir eksponert etter snauhogst.

### Hvor stor del av krona skal toppes?

Ved helikoptertopping bør man fjerne omkring 30-40 prosent av kronelengden. Det er en betydelig effekt av svak topping – selv en liten økning i kritisk vindstyrke gir en betydelig nedgang i sannsynligheten for vindfall.

Hvor mye man bør toppe er en avveining. Fordelen ved å kappe vekk en stor andel av krona er at man får en sterk reduksjon av vindfanget og snølasten, men ulempen er at det gir en sterk nedgang i fotosyntese og ressurser for treet, og det øker sjansen for at treet dør og får angrep av råtesopper. På den annen side, fordelen ved å kappe vekk en liten andel er at treet

helsetilstand og overlevelsesmuligheter øker, men ulempen er at det har en mindre effekt på risikoen for trefall og samtidig øker det sannsynligheten for at treet raskt setter nye topper.

Ut fra eldre forsøk for å redusere vindfall i skogbruket, har det vært anbefalt å toppe 50 prosent av kronelengden. Basert på forsøk i Tyskland og Danmark har det vært anbefalt å kappe vekk 50-60 prosent, av kronelengden. En simuleringsmodell har vist at en reduksjon av 50 prosent av barmassen hos furu kan gjøre at trærne tåler vindstyrker helt opp til orkan styrke (240 km/t) (Hedden et al. 1995).

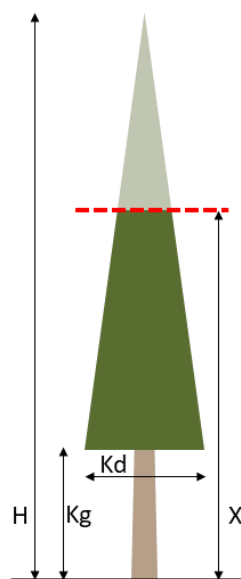
Vi har beregnet effekten av ulik grad av topping på momentet på treet. Vi har valgt ut tre eksempeltrær av gran med høyde 23 m og med ulikt diameter/høydeforhold og tilsvarende ulik kronegrense:

Tre	D, cm	H, m	D/H	Kronegrense, m
Tynt	19,4	23	0,86	15
Middels	22,8	23	0,98	10
Grovt	28,8	23	1,25	5

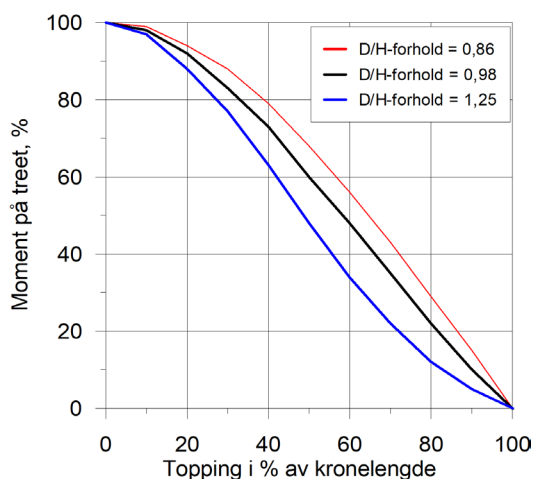
Vindstyrke, kronestørrelse og momentarm øker med høyden over bakken. Vindkraften på ei trekrone i en gitt høyde over bakken ( $z$ ) er:

$$F(z) = \frac{C_d \cdot \rho \cdot V^2(z) \cdot A(z)}{2}$$

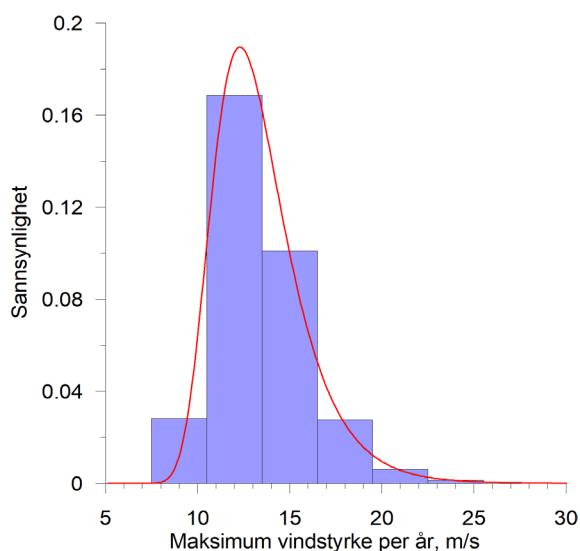
hvor  $C_d = 0,35$  angir luftmotstanden,  $\rho = 1,226 \text{ kg/m}^3$  er luftas tetthet,  $V$  er vindhastighet (m/s) og  $A$  er arealet av trekrone ( $\text{m}^2$ ) projisert mot vinden.



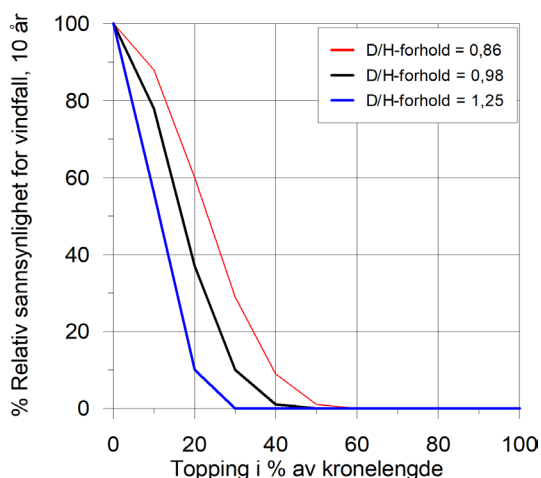
Figur 2. Tegning NIBIO.



Figur 3. Effekten av ulik grad av topping på momentet, gitt som relative tall i prosent av et utoppet tre. Figur NIBIO.



Figur 4. Fordelingen av årsmaksima og den tilpassede Gumbel-fordelingen viser at årlig maksimum vindstyrke i hovedsak ligger mellom 10 og 20 meter per sekund, men at Gumbel-fordelingen også kan estimere sannsynligheten for høyere vindstyrker.



Figur 5. Moderat helicoptertopping og en moderat nedgang i moment gir en betydelig økning i stabilitet, nettopp fordi sterke vinder er så sjeldne. Figur NIBIO.

Momentet,  $M$ , for et tre er beregnet som det bestemte integralet

$$M = \frac{C_d \cdot \rho}{2} \int_{Kg}^H V_{ref}^2 \frac{\ln^2(z/z_0)}{\ln^2(z_{ref}/z_0)} Kd \left(1 - \frac{z - Kg}{H - Kg}\right) z dz$$

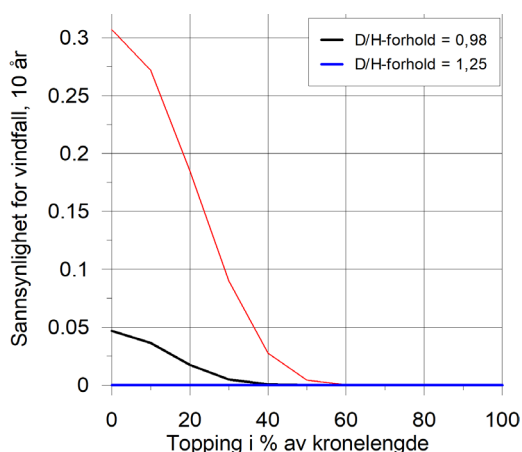
over høyden ( $z$ ) fra kronegrensa ( $Kg$ ) til trehøyden ( $H$ ) (se Figur 2), hvor  $V_{ref}$  er vindstyrken gitt for høyden  $z_{ref} = 10$  m over bakken. Parameteren  $z_0$  er ruhetslengden som representerer friksjonen mellom vinden og overflaten, og norsk vindstandard angir 0,3 m for skog og mer spesifikt 1,0 m for barskog (Standard Norge 2009). Vi har imidlertid satt verdien til  $0,06 \cdot$  trehøyde, noe som gir  $z_0 = 1,2$  m for et tre på 23 m. Trekrona er representert ved en trekant mot vindretningen, med kronediameter ( $Kd$ ) ved kronegrensa. Denne beregningen er noe forenklet, ved at vi har sett bort fra (i) at krona vil strømlinjeformes med økende vindstyrke, (ii) at vekten av treet kommer i tillegg når treet bøyes av vinden, og (iii) at vindkast øker vindkraften. For et toppet tre har vi beregnet momentet som det bestemte integralet fra  $Kg$  til toppeshøyden ( $X$ ). Videre har vi gjort en forenklet beregning ved at sette at en viss prosentvis reduksjon av vindfanget fører til en tilsvarende prosentvis økning av kritisk vindstyrke.

Litt grovt kan vi si at momentet avtar lineært med økende andel av krona toppet, men at særlig det tynne treet, med  $d/h$ -forhold på 0,86 og kort krone, avviker en del fra dette med liten effekt av svak topping. En topping av halve kronelengden gir omtrent 40 prosent reduksjon i momentet.

Helicoptertopping vil altså redusere sannsynligheten for trefall, ved at momentet reduseres og kritisk vindstyrke økes. Sannsynligheten for å overskride en kritisk vindstyrke avhenger av frekvensfordelingen av sterk vind. Den frekvensfordelingen vi har brukt er basert på 12 års målinger av maksimal vindstyrke per døgn fra fem meteorologiske stasjoner (Landvik, Gardermoen, Evenstad, Ørsta og Selbu), og regnet om til maksimum vindstyrke per år. Dette er så tilpasset Gumbel-fordelingen, en teoretisk frekvensfordeling egnet for ekstremverdier (Figur 4).

Ved å kombinere den beregnede endringen i moment fra helicoptertoppingen og frekvensfordelingen av sterk vind, får vi estimert hvordan ulike grader av topping påvirker sannsynligheten for trefall (Figur 5).

Figur 6 viser sannsynlighet for vindfall gjennom en 10-års periode med ulik grad av topping, gitt som relative tall i prosent av sannsynligheten for vindfall



Figur 6. Estimert sannsynlighet for vindfall for en tiårs periode etter topping. Figur NIBIO.

hos uttoppede trær. Ved topping av 30 prosent av kronelengden blir sannsynligheten for vindfall redusert med 70-100 prosent, mens 50 prosent topping reduserer sannsynligheten til omkring null. Topping har imidlertid størst effekt på trær som har lav stabilitet i utgangspunktet, men kan være uten reell effekt på svært stabile trær fordi disse sjelden blåser ned uansett.

Figur 5 viser hvordan treet med lavt d/h-forhold hadde en estimert sannsynlighet på over 30 prosent for å blåse ned, og topping gir en stor gevinst ved at sannsynligheten reduseres kraftig ved 30-50 prosent topping. De to andre trærne hadde en lavere sannsynlighet for vindfall, og selv om sannsynligheten avtar like mye relativt sett, så er den faktiske nedgangen liten. Dette viser at en mer kostnadseffektiv helikoptertopping oppnås ved å velge ut trær for topping ikke bare ut fra høyde og avstand til ledning, men også ut fra diameter. Diameter kan estimeres ut fra laserskanning.

## TIDSPUNKT PÅ ÅRET

Helikoptertopping bør unngås i fuglenes hekkese-song, men kan ellers gjøres hele året. Helikoptertopping kan med fordel utføres om vinteren når løvtrærne er uten løv og dermed beveger seg mindre i vinden fra helikopteret. Dagene er korte om vinteren, men i deler av landet er de lange nok fordi pilotene uansett ikke bør ha mer enn seks timers arbeidsdag på grunn av den intense konsentrasjonen. Helikoptertopping om sommeren kan være fordelaktig i og med at trærne da reagerer med kvæutflod i snittflata, noe som kanskje kan redusere infeksjon av råtesopper. Helikoptertopping om høsten har den ulempen at toppråtesoppen sprer sine sporer da, men det er tvilsomt om dette har noen effekt fordi vi vet at snøbrekte trær vanligvis angripes av denne soppen og dette indikerer at trærne kan infiseres mange måneder etter skade.

## HELIKOPTERKVISTING

Ved helikopterkvisting fjernes greiner i de øvre seks-sju meterne av den sida av trekrona som vender mot kraftlinja. Avstanden mellom greiner og ledninger økes, og samtidig flyttes tyngdepunktet i krona vekk fra ledningen. Piloten holder utkikk etter folk og dyr og fjerner kvister som måtte havne på ledningen. Av hensyn til allmennhetens behov for sikkerhet og informasjon kan piloten ha løpende samband med en person på bakken hvis praktisk mulig. Helikopterkvisting egner seg også i områder med risiko for snøbøy, og er mye brukt i USA, Finland og Sverige. Helikopterkvisting gjøres vanligvis med strøm i ledningene, men risikoen bør vurderes fordi avstanden mellom trær og ledninger er liten.

## RÅTEANGREP OG SKADER ETTER TOPPING OG KVISTING MED HELIKOPTER

Skader på trær etter topping og kvisting med helikopter er relevant for beregning av erstatning til skogeier, men kan også være relevant for nettselskapet dersom det påvirker treetts stabilitet negativt på sikt.

Det er først og fremst snakk om råde og multiple topper som utvikler seg over tid. Generelt er kunnskapsgrunnlaget tynt for beskrivelse av slike skader.

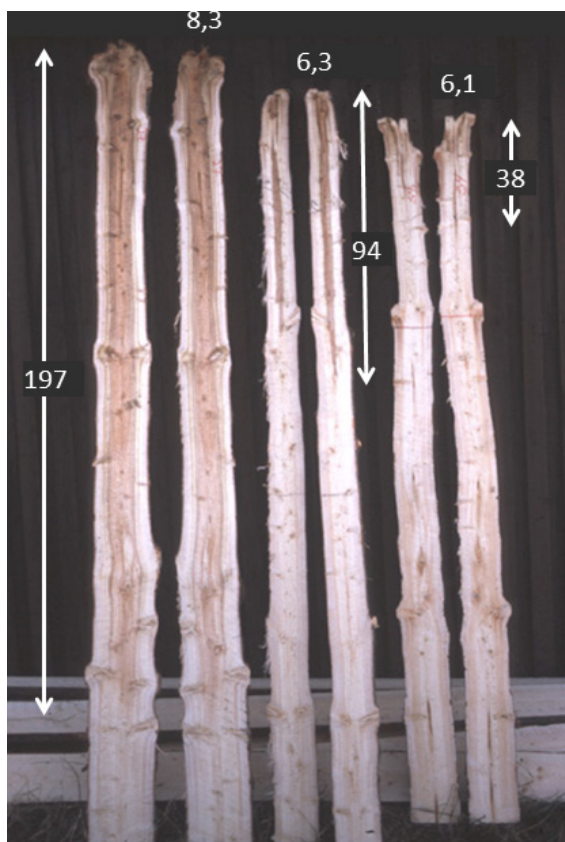
Frekvens av råteangrep for ulike treslag og toppediametere, cm	Gran, bjørk, osp (spredporede løvtræsag)	Furu, eik, ask, alm (ringporede løvtræsag)
< 5	5	5
5-10	50	5
> 10	90	5

Råteutbredelse i gran for ulike toppediametere, cm	Veksthastighet for råde, m/år	Max råtelengde, m
< 5	0,02	0,2
5-10	0,15	1,5
> 10	0,30	3,0

## RÅTE

Råte er først og fremst et problem på gran, fordi den lett infiseres og fordi den har stor økonomisk verdi. I utgangspunktet kan vi anta at de fleste toppede grantrær blir angrepet av toppråtesoppen, og at råten vil bre seg omkring to meter nedover i stammen og stoppe der. Både infeksjonsfrekvens og råtens utbredelse i stammen avhenger av stammens diameter ved sagsnittet, og tallene over er basert på at denne vanligvis vil være i underkant av ti centimeter. Det er imidlertid mye usikkerhet rundt dette, og tabellene under angir noe mer detaljerte tall som inntil videre kan benyttes for tallfesting og økonomiske kalkyler.

De fleste studier om slik råte er basert på snøbrekk (Lagerberg 1920, Roll-Hansen og Roll-Hansen 1980), men det er også publiserte studier etter topping (Bjørnehall 2008, Korhonen et al. 2000). Generelt vil råtens infeksjonsfrekvens, veksthastighet og utbredelse i stammen være høyere i varme strøk (lavlandet i Sør-Norge) enn i kalde strøk (fjellstrøk, nordlige strøk), men vi kan ikke kvantifisere denne effekten. Den helt overveiende sopparten er toppråtesoppen (*Stereum sanguinolentum*). Den infiserer særlig om høsten,



Toppåte i toppklippede grantrær fra Eidskog i Hedmark tre år etter helikopterklipping av toppene. Råtelengden er størst i det venstre treet (197 cm), som hadde den største diameteren kappededet (8,3 cm), og råtelengden var minst på det høyre treet (38 cm), som hadde minst toppediameter (6,1 cm). Foto Halvor Solheim, NIBIO.

og kan da etablere seg i både nye og eldre sår. Den er utbredt over det meste av landet. Andre sopparter er rotkjuke (*Heterobasidion* spp.) og granstokkjuke (*Porodaedalea* sp.), og selv om disse kan føre til større utbredelse av råte i treet så har de mindre betydning ettersom der er langt sjeldnere. I en studie etter topping av gran langs kraftlinjer i Sverige (Småland og Skåne) hadde tre av fire av de toppede trærne råte og misfarging (Bjørnehall 2008). Råtens veksthastighet nedover i stammen er størst i begynnelsen og avtar med årene, og råten stanser som regel helt opp etter noen år slik at vi kan angi en maksimal, forventet råtelengde nedover fra kappededet. Veksthastigheten på råten er avhengig av diameter på såret, samt andre forhold slik som trets tilveksthastighet, hvor mye krone som er igjen og klimaet på stedet (i lavlandet vokser råten raskere enn i fjellskog).

Råten kan bre seg med hastigheter mellom 15-50 cm per år de første årene, ja, endog hastigheter over en meter per år er registrert som maksimumshastighet. I lavlandet er den gjerne 40-50 cm per år, mens den i høyereliggende skog er rundt 20 cm per år de første årene. Totalt går råten som oftest to til fire meter



Råte etter kvisting kan vi se bort fra. Det kan utelukkes ved at man kvister ca 40 cm ut fra stammen, og på den måten langt på vei unngår sår i barken på stammen. Selv ved konvensjonell kvisting helt inn til stammen for å danne kvistfritt virke er det liten fare for råteangrep. Det kan imidlertid bli mer tørrkvist i virket og solbrann i barken. Foto Lars Sandved Dalen, NIBIO.

nedover i stammen, men helt opp i seks meter har vært funnet.

### ANDRE TRESLAG

Furu har en kjerneved som hemmer infeksjon og soppvekst, og i praksis kan vi se bort fra dette problemet fordi infeksjonsfrekvensen er lav og råtenes utbredelse i stammen er liten. De aktuelle soppene er toppråtesoppen, furustokkjuke (*Porodeadalea pini*) (Jørstad og Juul 1939) og i noen grad *Phacidium coniferarum*. Blant løvtrærne er det de spredtporede som bjørk og osp som særlig rammes av råteangrep, og vekstshastigheten kan være høyere enn hos gran. De aktuelle soppene er favnvedsopp (*Cylindrobasidium evolvens*), beltekjuka (*Trametes ochracea*), ragglärsopp (*Stereum hirsuta*), skorpelærsopp (*Stereum rugosum*) og sølvglansopp (*Chondrostereum purpureum*). De ringporede løvtreslagene (ask, eik og alm) er lite utsatt for råte.

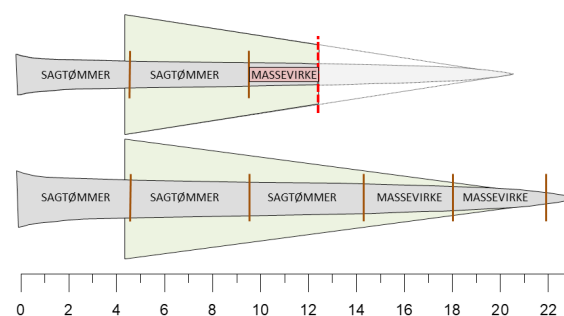
### ANDRE SKADER OG PROBLEMER

Multiple topper (kandelaber-topp, flaskekost-topp) dannes etter topping. Det er en viss bekymring for at disse etter noen år kan utgjøre en økt risiko for snøbrekk, dels fordi det kan oppstå et svakt punkt der de går ut fra stammen, dels fordi det blir råte i stammen der, og dels fordi de kan ha usymmetrisk greinsetting. Dette bør undersøkes nærmere. Ut fra det lille vi har sett og undersøkt ved en befarings av trær 12 år etter topping, ser det ut til at slike problemer er mest bekymringsfullt for løvtrær. De setter gjerne flere topper på skrå oppover med kraftig vekst. Furu får noe liknende. Hos gran vil greinene fra øverste greinrans under kappet utvikle seg til nye topper, ved at endeskuddene bøyer seg opp. Det blir 4-5 nye topper som konkurrerer, og etter hvert vil gjerne en av dem overta som ny topp. Det virker som disse nye

toppene er svært solide med kraftig tennardannelse, at de har relativt symmetrisk greinsetting oppover, og at de derfor ikke utgjør noen høyere risiko for snøbrekk enn vanlige uttoppede trær. Høydeveksten på multiple topper ser ikke ut til å være noe lavere enn høydeveksten på uttoppede trær. Problemet med multiple topper kan kanskje reduseres ved å toppe en større del av den grønne krona, og sannsynligvis også ved å unngå topping på svært veksterlige trær. Problemet med multiple topper er lite beskrevet, men vi må regne med at utviklingen av dette er sterkest i den aldersfasen da skogveksten er i sterkest vekst og på høyproduktiv mark (høy bonitet).

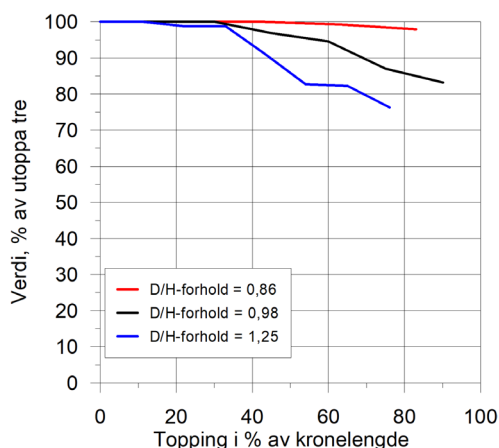
Mortaliteten hos gran kan øke med 25 prosent etter topping dersom man kapper av så mye som 50 prosent av kronelengden, og i et eksperiment i Canada hvor 37 prosent av kronelengden var fjernet var mortaliteten etter 5 år opptil 13 prosent av trærne (Persson 1975). Det er for øvrig vist at ved å fjerne alt grønt bar på bartrær så dør de raskt.

### ØKONOMI OG PRESTASJONER VED HELIKOPTERTOPPING



Figur 8. Ved topping får man et økonomisk tap ved tap av virke, råte og redusert tilvekst. Figur NIBIO.





Figur 9. Det er lite verditap som følge av helikoptertopping. Ved topping av 30-50 prosent av kronelengden er verditapet opptil 15 prosent. Årsaken til det relativt lave verditapet er at toppingen har liten effekt på de to nederste sagtømmer-stokkene, fordi man toppe over dette og fordi råten vanligvis ikke brer seg mer enn omkring tre meter nedover. Figur NIBIO.

Vi har estimert verditapet på virket for ulike grader av topping for påfølgende tiårs periode, og vi har brukt de samme tre grantrærne som over (Figur 9). Verditapet knyttet til tapt virke er beregnet ved hjelp av programmet OptApt. Programmet benytter stammeprofiler og beregner optimal aptering basert på forutsetninger om priser for forskjellige tømmer-sortimenter. For å ta hensyn til råteutviklingen i beregningen av verditap har vi for alle trærne satt øverste stokk til massevirke. Dette vil i noen få tilfeller gi for høyt verditap. Vi har ikke tatt hensyn til redusert tilvekst for trærne som toppes og dette vil gi noe for lavt verditap. Toppingens effekt på tilvekst vil avhenge av treets dimensjoner, bonitet og hvor mye av toppen som kappes.

Kostnader ved bruk av helikopter avhenger av tilflyvningstid, og regnet per km kraftgate avhenger

det sterkt av hvor mange trær som skal behandles per km. En sammenlikning av prestasjoner og kostnader fra ulike kilder viser likevel at størrelsesorden på tallene er lik. Vi har derfor her valgt å ta med en tabell med størrelsesorden på prestasjoner og kostnader. Hensikten med dette er å gi startverdier for planlegging av helikoptersaging, ettersom det er en ny metode i Norge og det dermed finnes lite andre erfaringstall til bruk i planlegging.

Størrelsesorden for prestasjoner og kostnader. Tallene er her angitt kun som størrelsesorden, som et grunnlag for å anslå kostnadsnivået, ettersom dette vil avhenge av hvor mange trær som skal behandles per km linjestrekning. Kostnadene gjelder behandling av begge sider av kraftlinja. Timekostnaden er satt til 17 000 kr.

## LITTERATUR

- Bjørnehall, J. 2008. Røtskador i helikoptertoppede granar invid kraftledningsgator i södra Sverige. Examensarbete nr 121. SLU, Inst. Sydsvesk skogsvetenskap, Alnarp.
- Hedden, R., Fredericksen, T., & Williams, S. (1995). Modeling the effect of crown shedding and streamlining on the survival of loblolly pine exposed to acute wind. *Canadian Journal of Forest Research*, 25, 704-712
- Huff, T. (2008). Conifer Regeneration, Understory Vegetation and Artificially Topped Conifer Responses to Alternative Silvicultural Treatments. Oregon State University. In
- Korhonen, K., Hallaksela, A-M & Piri, T. 2000. Svamp- og insektsskador hos träd som toppkapats invid en kraftledningsgata. 2. Trädens tilstånd tre år efter toppkapningen. Upublisert rapport fra Mätla (på finsk med svensk og engelsk sammendrag).
- Lagerberg, T. 1920. Om snöskador och deres samband med rötter hos granen. *Skogen* 7: 65-77.
- Persson, P. (1975). Stormskador på skog : uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Stockholm
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. 1980. Microorganisms which invade *Picea abies* in seasonal stem wounds. I. General aspects. *Hymenomyces*. *European Journal of Forest Pathology* 10 (6): 321-339.
- Rowan, C.A., Mitchell, S.J., & Temesgen, H. (2003). Effectiveness of clearcut edge windfirming treatments in coastal British Columbia: short-term results. *Forestry*, 76, 55-65
- Standard Norge (2009) Eurokode 1: Laster på konstruksjoner Del 1-4: Allmenne laster Vindlaster NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

	Tidsforbruk per tre	Kostnad per tre	Tidsforbruk per km kraftgate	Kostnad per km kraftgate
Toppsaging	20 sek	90 kr	0,3 t/km	6 000 kr/km
Kvistsaging			1,0 t/km	17 000 kr/km

Kilder: West Coast Helicopters (<http://westcoasthelicopters.com>), Heli Dunn (<https://www.heli-dunn.com>), Stockholms Helikoptertjänst ([www.shtab.se](http://www.shtab.se)), Jonas Nilsson (Eon), (Rowan et al. 2003).

## FORFATTERE:

Seniorforsker Svein Solberg ([svein.solberg@nibio.no](mailto:svein.solberg@nibio.no)), seniorforsker Halvor Solheim ([halvor.solheim@nibio.no](mailto:halvor.solheim@nibio.no)), avdelingsleder Even Bergseng ([even.bergseng@nibio.no](mailto:even.bergseng@nibio.no)) og forsker Harold Mc Innes, Meteorologisk Institutt ([harold.mcinnis@met.no](mailto:harold.mcinnis@met.no)).