



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Skogbehandling langs kraftlinjer

Sluttrapport

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 156 | 2018



Svein Solberg (NIBIO), Kjell-Olav Bjerknes (Hafslund Nett), Hans Peter Eidseflot (Mørenett),
Jon Anders Krokann (Trønderenergi Nett) og Harold Mc Innes (Meteorologisk Institutt)

Divisjon for skog og utmark Landsskogtakseringen

TITTEL/TITLE

Skogbehandling langs kraftlinjer. Sluttrapport

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Svein Solberg (NIBIO), Kjell-Olav Bjerknes (Hafslund Nett), Hans Peter Eidseflot (Mørenett), Jon Anders Krokann (Trønderenergi Nett) og Harold Mc Innes (Meteorologisk Institutt)

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
10.12.2018	4/156/2018	Åpen	10131	17/01465
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02221-3	2464-1162	35		

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Norges forskningsråd

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Svein Solberg

STIKKORD/KEYWORDS:

Skog, kraftlinjer, vind, snø

Forest, power lines, wind, snow

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Skogbehandling

Forest management

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Av ulike årsaker er det urealistisk å oppnå tresikre kraftlinjer i Norge. Løsningen for nettselskapene er at de gjennomfører en løpende og solid skogfaglig behandling av sideskogen langs kraftgatene, og at de gjennom dette minimerer risikoen for trefall, samtidig som de aksepterer at denne risikoen ikke er null.

Riktig skogbehandling kan redusere omfanget av trefall pga vind og snø på kraftlinjene. Det er viktig å tenke langsiktig og starte med å etablere skjøtselsbelter i ungskog langs linjene. Våre beregninger viser at dette er et lønnsomt tiltak i de fleste tilfeller. I eldre skog kan helikopterbasert topping og kvisting være gode tekniske løsninger i mange tilfeller. Framskyndet hogst i samarbeid med skogeier kan også være aktuelt, og vi presenterer grunnlag for beregning av verditap for skogeier ved dette og andre tiltak. Det er viktig å ha god kjennskap til skogtilstanden langs kraftgatene, for å vurdere og prioritere tiltak i skogen. Befaring i felt, gjerne i kombinasjon med ulike typer fjernmåling vil her kunne bidra. En god kjennskap til skogtypene og viktige risikofaktorer i den aktuelle regionen er også viktig. Det vil være en fordel om en begynner en systematisk registrering av trefall med stedfesting og registrering av risikofaktorer. Dette vil danne grunnlaget for en bedre kjennskap til risikofaktorene etter hvert. Kraftgatene utgjør en lang kontaktflate mot skogeierne og skogsarbeiderne, og samarbeid og avtaler med disse vil være en fordel og ofte være av gjensidig nytte. Som forskningsprosjekt har disse temaene vært krevende, fordi det er kompliserte beregninger med mange faktorer av ulik art (f eks skoglige forhold, lokalklima, konsekvens i form av KILE), og fordi datagrunnlaget har vært begrenset.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Vi anbefaler for nettselskapene at

- retten til å etablere skjøtselsbelte i ungskog inngår i konsesjonsvilkårene for nye kraftlinjer,
- det gis en generell hjemmel for å drive sikringshogst utenfor klausulert bredde,
- langsiktige skogtiltak skal regnes som investering i inntektsrammesystemet for nettselskapene,
- nettselskapene får fri tilgang til skogbruksdata, inkludert skogbruksplandata,
- det settes i gang en systematisk registrering av trefall på kraftlinjene for å bygge opp en database som kan brukes til identifisering av risikofaktorer for trefall,
- nettselskapene flytter fokus fra rydding av undervegetasjon til skjøtsel av kantskog,
- samarbeidet med skogbruket styrkes gjennom standardavtaler, og
- det etableres et skogforum for nettselskapene for faglig utvikling.

Of various causes, it is not feasible to achieve power lines without risk for tree-fall in Norway. The solution for the net companies is to minimize the risk for tree-fall by carrying out a running and well-founded forest management in the forest along the rights-of-way gates, while accepting that this risk cannot be zero.

Appropriate forest management along powerlines can reduce the amount of wind and snow induced treefall and outages. It is crucial to have a long-term view, and in particular for the treatment of young forests. We have shown that establishment of management belts in young forest stands along the powerlines is in many cases a cost effective measure. In older forests, the use of helicopters for topping or debranching trees is a new and promising way of doing management. Logging of older stands before the normal rotation is a measure in some cases, in cooperation with the forest owner, which would need economic compensation. A routine monitoring of the forests along the power lines is essential for decision making in the forest management, as well as for mapping treefall. Field visits together with various types of remote sensing are actual methods. As a research project, this has been challenging due to complicated calculations with many and partly little known factors, and a lack of large data sets for scientific, quantitative analyses.

Vi recommend for the net companies that

- the right to establish management belts in young forests is included in the concession for new power lines,
- a general right is authorized to carry out logging of risk trees outside the rights-of-way gate,
- long-term forest management should be treated as investments in the companies' income system,
- free access is granted to forestry data, including data from the forest owner's management plans,
- a systematic recording of tree fall events on power lines is initiated in order to establish a database for identification of risk factors,

- the focus is moved from clearing of vegetation below power lines to management of forest along the edge of the gates,
- co-operation with forestry is enforced through standardized contract templates, and a forest forum for capacity building is established.

LAND/COUNTRY: Land

GODKJENT /APPROVED

Aksel Granhus

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Svein Solberg

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Som et resultat av flere episoder med høy forekomst av strømbrudd forårsaket av trær som faller over kraftledninger, gikk flere nettselskap sammen i 2015 for å skaffe kunnskap og anbefalinger til hvordan disse tilfellene kunne reduseres. Prosjektet «Sterkere Skog» ble opprettet, for å skaffe kunnskap om hvilke trær som forårsaker disse problemene, og hvilke tiltak nettselskap kan sette i verk for å redusere forekomsten av dette. Denne rapporten oppsummerer kunnskapen som er fremkommet.

Prosjektet har vært støttet av Forskningsrådet sitt EnergiX program, og nettselskapenes FoU midler. Vi takker alle som har bidratt til prosjektet.

Ås, 10.12.18

Svein Solberg

Innhold

1	Innledning.....	7
2	Skogbehandling	8
2.1	Behandling av ungskog (skjøtselsbelte).....	8
2.2	Behandling av eldre og gammel skog som er homogen.....	9
2.2.1	Helikopterkvisting	9
2.2.2	Framskyndet tømmerhogst av skogbestand.....	11
2.3	Behandling av eldre og gammel skog som er heterogen	11
2.3.1	Helikoptertopping	11
2.4	Nye hogstkanter	13
3	Kartlegging og overvåking av skog langs linjene	14
3.1	Kartlegging av risikotrær og -strekninger langs kraftlinjer	14
3.1.1	Enkel grovkartlegging med satellittdata	15
3.1.2	Avansert enkelttre-kartlegging med flybåren laserskanning	16
3.2	Kartlegging av trefall.....	17
4	Prioritering.....	19
4.1	Sannsynlighet / Konsekvens / Risiko	19
4.1.1	Vind- og snødata	20
4.2	Risikovurderinger og tiltak i felt	21
4.2.1	Risikovurderinger og tiltak i ung skog (mindre enn 6 meters høyde)	21
4.2.2	Risikovurdering og tiltak i produksjonsskog (6-15 meters høyde)	22
4.2.3	Risikovurdering og tiltak i eldre/gammel skog.....	23
5	Diskusjon.....	25
6	Prosjektets anbefalinger.....	28
6.1	Etablere skjøtselsbelte som en del av konsesjonsvilkårene på nye kraftlinjer.....	28
6.2	Etablere en hjemmel til sikringshogst utenfor klausulert bredde	28
6.3	Langsiktige skogtiltak godkjennes som investering.....	28
6.4	Skogbruksdata	28
6.5	Nøyaktig systematisk registrering av trefall - FASIT	29
6.6	Fokus på skogskjøtsel utenfor ryddebeltet.....	29
6.7	Samarbeid mellom nettselskapene og skogbruket	29
6.8	Erfaringsutveksling og fagligutvikling	30
	Prosjektrapporter.....	31
	Andre litteraturreferanser	32

1 Innledning

Trefall på kraftlinjene er et stort problem i distribusjonen av elektrisk kraft i Norge. Problemet ventes å øke framover i tid fordi mengden av skog er økende, - særlig mengden av gammel skog med høye trær og fordi klimaendringene ventes å øke risikoen for vindfall, snøbrekk og snøbøyde trær.

Økt omfang av kabling er et tiltak som vil redusere problemene, men mange steder i Norge er dette et svært kostbart tiltak. En annen løsning er å etablere et utvidet ryddebelte langs kraftlinjene, men dette er ikke særlig aktuelt da det kommer i konflikt med interessene til skogbruk og miljø.

Løsningen må derfor være at nettselskapene gjennomfører en løpende og solid skogfaglig behandling av sideskogen langs kraftgatene, og gjennom dette minimerer risikoen for trefall, samtidig som man aksepterer at risikoen ikke er null.

Vi har i prosjektet sett på en rekke tiltak i skogbehandlingen og for kartlegging og overvåking av skogen langs linjene. Gjennom bevisst og langsiktig behandling av skogen langs kraftlinjene, kan stabiliteten økes og risikotrær fjernes, slik at den samlede risiko for trefall blir akseptabel.

I 2015 tok Mørenett initiativet til å samle flere nettselskap med særlig fokus på skog, til et samarbeid om kunnskapsinnhenting. I forkant hadde Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) gjennom rapporten «Trær til besvær» fra 2012 satt fokus på behovet for en mer systematisk skogrydding hvor risiko og sårbarhetsanalyser legges til grunn, samt behovet for kompetanseheving innenfor området blant nettselskapene. Mørenett fikk derfor med seg Hafslund Nett, Eidsiva Nett, Agder Energi Nett samt Trønderenergi Nett og dannet prosjektet «Sterkere Skog». Mørenett satt med prosjektleder og fikk bistand fra Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) og Meteorologisk institutt (Met) til å gjennomføre prosjektet. I tillegg har nettselskapene bidratt med kompetanse og egeninnsats dugnadstimer.

I tillegg til nettselskapene har Norges skogeierforbund, Maskinentreprenørenes forbund (MEF), Skogkurs (Skogbrukets Kursinstitutt) og Skogskraft AS bidratt.

Resultater fra prosjektet er publisert som NIBIO rapporter og POPer (se [Prosjektpublikasjoner](#), til slutt). Formålet med denne sluttrapporten er å gi endelige resultater og konklusjoner som en oppsummering av disse POPene og andre prosjektaktiviteter. Det anbefales å lese alle POPene for å få best utbytte av rapporten.

2 Skogbehandling

Med skogbehandling menes tiltak som kan gjennomføres for å gjøre skogen mer robust mot trefall. I dette prosjektet har vi valgt å fokusere på følgende tiltak:

- Behandling av ungskog gjennom etablering av skjøtselsbelte.
- Helikopterkvisting av trær
- Helikoptertopping av trær
- Hogst av trær

Metodeforslagene er delt inn etter skogens aldersklasser og homogenitet.

2.1 Behandling av ungskog (skjøtselsbelte)

Det er viktig å tenke langsiktig i skogbehandlingen. Jo yngre skogen er, desto lettere er trærne å håndtere og desto mindre blir utfordringen knyttet til sikkerhet. Et anbefalt tiltak er å etablere skjøtselsbelter i all ungskog der trehøyden kan bli stor nok til å forårsake trefall på linja.

Skjøtselsbelter skal forebygge trefall på lang sikt. All ungskog ut til en gitt avstand fra kraftgata behandles. Behandlingen går ut på å regulere tettheten av trær, slik at de gjenstående trærne utgjør en tetthet på 80-100 trær per dekar, at de er jevnstore, fortrinnsvis av samme treslag og jevnt fordelt over arealet (Fig. 1). Når trærne får god plass til alle sider utvikler de solide trestammer, store og solide rotsystemer, og lange, symmetriske kroner. Alle disse egenskapene reduserer sannsynligheten for vindfall og snøbrekk. En solid trestamme har stor diameter i forhold til treet's høyde og det reduserer risikoen for topp- eller stammebrekk. Et stort rotsystem gir god forankring mot vindfall. Lange, symmetriske trekroner gir en jevn fordeling av vind- og snøkreftene over hele stammens lengde, og fordeler disse kreftene også jevnt på ulike sider av treet.

Bredden på skjøtselsbeltet bør være omkring 20 m fra ytterste faseline. Dette avhenger imidlertid av flere faktorer, og kan beregnes ut fra et økende kost/nytte-forhold med økende avstand. De viktigste faktorene er potensiell trehøyde på stedet, ledningens høyde over bakken og økonomisk konsekvens av utfall. I tillegg vil vind- og snøforhold på stedet spille en rolle. Kost/nytte-beregninger ut fra en del forutsetninger viste at for ei regionalnett-linje hvor ledningen henger 14 m over bakken og med lav bonitet skog (bonitet 11) så trenger ikke skjøtselsbeltet å gå lenger enn 13 m ut fra ytterste faselinje, mens for ei distribusjonsnett-linje hvor ledningen henger bare 8 m over bakken og på høy bonitet (20) så bør det gå hele 26 m ut fra ytterste faselinje. Bredden på skjøtselsbeltet er tilnærmet uavhengig av bratthet. Selv om man intuitivt vil tro at skjøtselsbeltet i bratt terreng må være bredere på oversida enn på undersida av kraftgata, så betyr dette lite.

Det er særlig viktig med skjøtselsbelte på lokaliteter som er utsatt for vind- og snøskader. Dette gjelder på rygger og koller som er vindutsatte, der trærne har svak forankring fordi jorddekket er tynt eller har høytstående grunnvannsspeil (torv og leire) og i regioner med mye vind eller ofte store mengder våtsnø.

Et skjøtselsbelte vil normalt gå utenfor nettselskapets klausulerte ryddebredde, og videre inn på skogeiers grunn. Et treantall på bare 80-100 per dekar vil gi lavere skogproduksjon enn ved full tetthet, og kan også gi lavere tømmerkvalitet pga mye kvist og store årringer. Dette gir et tap for skogeier sammenliknet med en optimal skogbehandling. Selv om dette tapet i mange tilfeller vil oppveies av at risikoen for trefall blir mindre også for skogeier og av at alternativet for mange skogeiere vil være at de har en uskjøtta og overtett ungskog, så bør man inngå en muntlig eller skriftlig avtale med skogeier med eventuell kompensasjon. I en mindre undersøkelse i dette prosjektet viste det seg at de aller fleste skogeierne var positive til skjøtselsbelte, dels fordi de så det positive i at det ble

foretatt en regulering av overtett ungskog, og dels fordi det ville medføre lavere risiko for strømutfall for dem som strømkunder. Vi har beregnet verditapet for skogeier til 20-30 prosent i forhold til full verdi, og dette utgjør omkring 100-600 kr per dekar, men har et spenn fra 20 kr i bjørkeskog på bonitet 8 til 900 kr i granskog på bonitet 23.



Figur 1. Ferdig etablert skjøtselsbelte i furuskog.

Foto Hans Peter Eidseflot

Skjøtselsbelter i ungskog langs kraftlinjer omhandles i en egen NIBIO POP som er tilgjengelig på denne webadressen <http://hdl.handle.net/11250/2503098> (Bergseng et al. 2018).

2.2 Behandling av eldre og gammel skog som er homogen

I gammel og eldre skog bør vi skille mellom tiltak i homogen og heterogen skog. Med homogen skog menes skog av lik alder, høyde og treslag. I homogen skog bør tiltakene generelt gjelde alle trær. I homogen skog som utgjør en risiko for trefall på linja er sluttavvirkning et aktuelt tiltak. Konvensjonell bredding er i mange tilfeller ikke aktuelt, fordi man da blottstiller trær som ikke er herdet til å stå i kant. Enkelttreets stabilitet og skogbestandets sosiale stabilitet omhandles i kapittel 2.1 og 2.2 i NIBIO POPen «Skogbehandling langs kraftlinjer, teorigrunnlaget» som er tilgjengelig på denne webadressen <http://hdl.handle.net/11250/2437722>

Ofte vil hogst av et helt skogbestand i samarbeid med skogeier være det beste tiltaket.

2.2.1 Helikopterkvisting

Helikopterkvisting er et tiltak som er aktuelt å gjøre på alle trær langs ei kraftgate, og kan minne om en hekketrimming (Fig. 2). Man sager av greiner i de øvre seks-sju meterne av den sida av trekrona som vender mot kraftlinja. Nyten av dette tiltaket er at avstanden mellom greiner og kraftledning økes, samt at sannsynligheten for trefall på linja reduseres ved at tyngdepunktet i trekrona flyttes vekk fra

ledningen. Tiltaket kan også brukes på strekninger med mange snøbøyde trær. Man sager ikke kvistene av helt inntil stammen, og dermed blir det liten fare for råteangrep. Som veiledende tall har helikopterkvistingen en prestasjon på 0,5-1 km/t og en kostnad på 20 000 kr/km ved tosidig behandling. Gjennom grunneieravtalene har nettselskapene rett til å fjerne vegetasjon innenfor ryddebeltet. Helikopterkvisting utføres innenfor ryddebeltet og vil derfor ikke føre til at det skal gis økonomisk kompensasjon til grunneier. Det påvirker heller ikke skogens verdi eller tilvekst.

Helikopterkvisting anses som en del av det ordinære vedlikeholdet innenfor ryddebeltet og kan utføres så lenge grunneier er varslet.

Av hensyn til dyr, trær, og mennesker anbefales det å utføre helikopterkvisting i vintermånedene, januar – mars. Men det enkelte nettselskap må vurdere hvilken tidsperiode gjennom året som er best, av hensyn til korte dager med dagslys vinterstid og hekkende fugl om våren.



Figur 2. Helikopterkvisting.

Foto Svein Solberg (venstre) Stockholms Helikoptertjänst (høyre)

Helikoptertopping og –kvisting av trær langs kraftledninger omhandles i en egen NIBIO POP som er tilgjengelig på denne webadressen <http://hdl.handle.net/11250/2503094> (Solberg et al. 2018b)

2.2.2 Framskyndet tømmerhogst av skogbestand

I en del tilfeller kan det være aktuelt å avvirke et skogbestand i samarbeid med skogeier, og det kan da være snakk om framskyndet hogst. Vi mener her avvirkning av hele bestanden på et tidligere tidspunkt enn hogstmodenhet, eller før skogeier i utgangspunktet ønsker. Dette er et alternativ til å bredde ut, ettersom det ofte gir en svak, ny kant. Det vil da oppstå et tap for skogeier (Tabell 2).

Tabell 2. Verditap for skogeier ved framskyndet hogst, kr/daa, beregnet som differansen mellom venteverdi og realisasjonsverdi. Forutsetninger: Rotnetto bar 200 og lauv 100 kr/m³, plantekostnad 5 kr/plante, naturlig foryngelse der det er billigst, skogeier tar tømmeret sjøl. Basert på Svendsrud 2001: Tabeller for beregning av verdien av et skogbestand, Rapport fra skogforskningen – Supplement 17:1-16+vedlegg

Treslag	Bon	Rente 3% Alder							Rente 4% Alder						
		40	50	60	70	80	90	100	40	50	60	70	80	90	100
Gran	8	529	716	962	1117	825	438	97	309	456	675	811	505	164	-9
	11	839	1128	1016	613	166	-140		548	814	653	192	-237		
	14	1878	1723	1001	416	78			1375	1135	326	-215			
	17	2545	1627	883	456				1745	774	125				
	20	2802	1839	1081					1758	777	257				
	23	3275	2160	1542					1873	859					
Furu	8	229	306	414	555	624	505	311	132	191	287	425	482	329	132
	11	661	890	820	483	94	-198		448	668	551	156	-221		
	14	1502	1237	707	188	-38			1143	795	212	-263			
	17	2067	1415	757	336				1369	604	113				
	20	2448	1571	893					1538	693	189				
Løv	8	150	202	210	172	117	62		104	154	153	102	46		
	11	402	322	212	153				294	209	113				
	14	563	420	276	209				409	261	131				
	17	396	85	-145					167	-203					
	20	432	75						125	-237					
23	511	235						53							

(Rotnetto er skogeiers nettofortjeneste pr kubikk, dvs tømmerprisen fratrukket driftskostnadene. Rotnettoen vil variere mellom landsdelene og har de siste årene vært stigende pga gode priser på tømmer)

2.3 Behandling av eldre og gammel skog som er heterogen

Med heterogen skog menes skog av ulik alder, høyde og treslag. Her er det aktuelt å identifisere enkelttrær med høy sannsynlighet for trefall, og fjerne eller toppkappe disse, i stedet for å hogge hele skogen.

2.3.1 Helikoptertopping

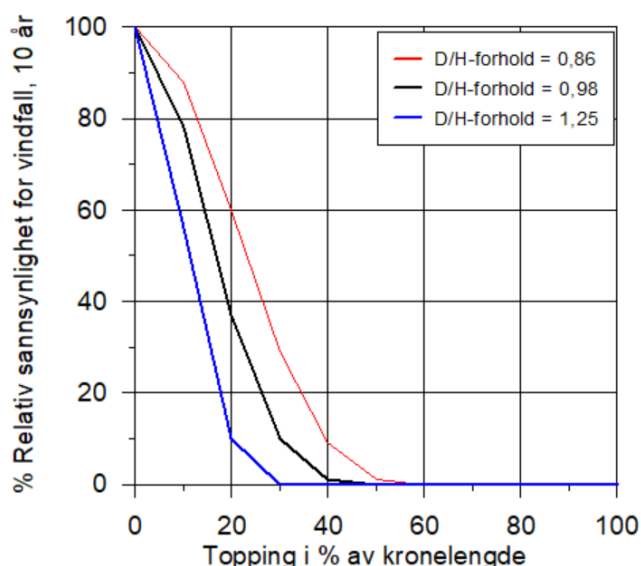
Helikoptertopping av trær er et tiltak for å redusere sannsynligheten for trefall. Det er et tiltak på enkelttrær, og er aktuelt der man har ønsker om å minimere sannsynligheten for trefall, og der dette er mulig. Det er særlig aktuelt langs kraftlinjer hvor ledningene henger høyt og kraftgatene er brede, slik at det blir spredte enkelttrær som må tas, og ikke alle trær. Et eksempel hvor dette gjøres er enkelte regionalnett i Sverige, hvor man har en nullvisjon for trefall. Man gjennomfører dette ved å ta alle trær som står nære nok og er høye nok til å kunne treffe linja. Nye topper vil vokse opp avhengig av alder og treslag, og derfor gjentar man tiltaket i Sverige, hos noen nettselskaper så ofte som hvert åttende år.

Helikoptertopping er også et alternativ til hogst der dette er vanskelig å gjennomføre, for eksempel i bratt og vanskelig terreng, langt fra veg.

Toppen kappes av slik at omkring 1/3-del av den grønne krona fjernes, og fortrinnsvis slik at diameteren på kappededet holdes under 10 cm og gjerne ned mot 5 cm. Selv om man bare kapper så lite som 1/3-del av trekrona så får vi en overraskende stor effekt på sannsynligheten for trefall (Fig. 3). Treets kritiske vindstyrke øker fordi vindmomentet på treet reduseres, og dette skyldes at vindfanget reduseres, momentarmen reduseres og den vindstyrken som treffer det forkortede treet blir lavere. Årsaken til at effekten av dette kanskje er overraskende stor, er at den tilsvarende sannsynligheten for å overskride kritisk vindstyrke avtar uforholdsmessig mye mer. Frekvensfordelingen for sterk vind tilsier at en viss økning i kritisk vindstyrke gir en uforholdsmessig sterk nedgang i frekvensen av overskridelse av denne kritiske vindstyrke.

Helikopteret har vanligvis to horisontale sagblader som står sammen, og erfarne piloter klarer å legge toppene i den retningen de ønsker ved å utnytte rotasjonen på bladene.

Kostnaden ved tiltaket avhenger av tilflyvningstid. Prestasjonen for et helikopter er i størrelsesorden 20 sekunder per tre, og dette tilsvarer omkring 90 kr per tre. Disse tallene inkluderer flytid mellom trærne hvis de står i nærheten av hverandre. Toppingen medfører et verditap for skogeier, ettersom vi fjerner en del av stammen, fordi tilveksten reduseres og det er en sannsynlighet for råteangrep særlig på gran. De trærne som toppes vil ofte stå på skogeiers grunn utenfor klausulert ryddebredde, og en avtale med, og kompensasjon til skogeier kan være aktuelt. Beregninger vi har utført viser imidlertid at dette verditapet er under 10% av treets tømmerverdi dersom det ikke hadde blitt toppet. Våre beregninger er imidlertid basert på visse forutsetninger, blant annet har vi ikke tatt hensyn til råte, og i enkelte tilfeller kan verditapet bli større. Samlet sett, dersom man topper spredte enkelttrær så vil dette utgjøre et ubetydelig verditap for skogeier.



Figur 3. Effekten av ulik grad av topping på sannsynligheten for vindfall. Beregningene er basert på vindstyrkefordeling for 5 meteorologiske stasjoner på ulike klimatiske steder i Norge. Beregningene er gjort for tre tenkte grantrær med høyde 23 m og ulikt d/h-forhold.

Det anbefales en erstatning pr tre eller pr dekar for å få grunneiers samtykke til å utføre tiltaket.

Helikoptertopping- og kvisting av trær langs kraftlinjer omhandles i en egen NIBIO POP som er tilgjengelig på denne webadressen <http://hdl.handle.net/11250/2503094> (Solberg et al. 2018b)

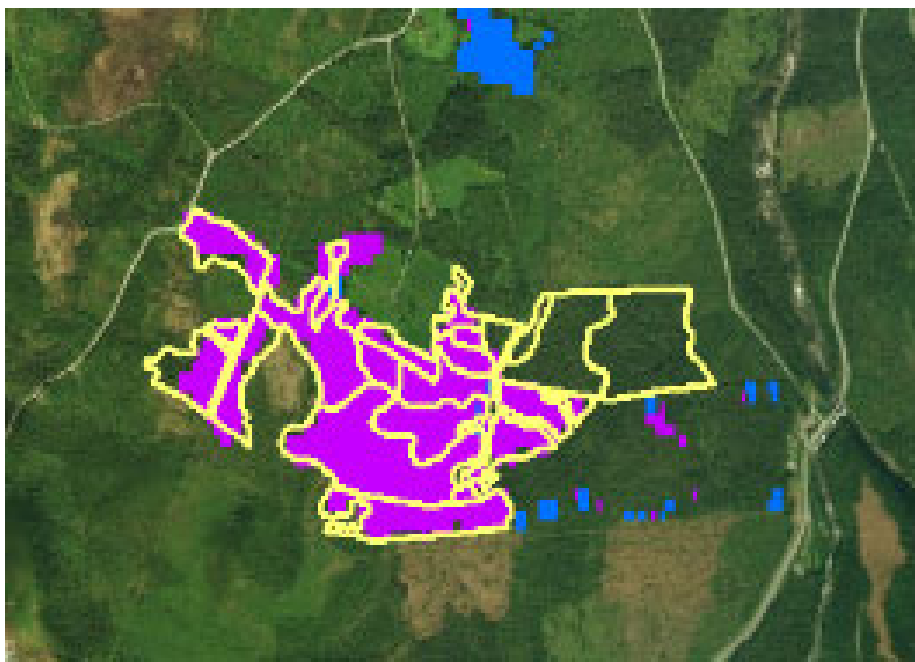
2.4 Nye hogstkanter

Dersom det i forbindelse med tømmerhogst oppstår nye hogstkanter inn mot ei kraftgate bør trærne her hogges umiddelbart. Gjenstående trær etter en hogst mangler ofte herding av å stå i kant, og de er spesielt utsatt for å ende opp som trefall. Det forekommer dessverre ofte at skogeiere og hogstentreprenører lar være å hogge trær som står nært ei kraftlinje, fordi hogst langs kraftlinjer innebærer en sikkerhetsrisiko for entreprenøren, og det utgjør en fare for erstatningsansvar dersom det blir strømutfall.

For å unngå problemer bør en primært sørge for at det blir hogd helt inntil linja når hogsten foregår, og sekundært at en sørger for å få gjenstående trær hogd så fort som mulig. God dialog og godt samarbeid mellom skogeier, tømmerkjøper (for eksempel skogeierforeninger, Nortømmer o.l.) og nettselskap gjør at dette kan snus til en vinn-vinn situasjon for alle parter. Det er også et ikke ubetydelig omfang av hogst nær kraftgater, som er initiert av andre enn skognæringen selv. Dette kan være bygg- og veientreprenører. Disse aktørene må man også ha dialog med.

Nettselskapene har her et behov for informasjon og et behov for samarbeidsavtaler med de som utfører hogsten. De trenger hyppig oppdatert informasjon om planlagte og nye hogstfelt inn mot kraftgatene. En veg å gå kan være å etablere en rutinemessig informasjonskanal fra skogeierne og entreprenørenes organisasjoner. Det finnes også operasjonelle datatjenester for nye hogstfelt, både basert på 'tracklog' fra hogstmaskinene og basert på satellittdata. Når det gjelder det siste, så er det mest operasjonelle systemet i dag Global Forest Watch (Fig. 4), som er basert på Landsat. Foreløpige undersøkelser i Norge har vist ganske bra deteksjon av nye snauflater, - dog variable resultater. Et problem er også at det er tidsforsinkelse på dataene. De publiseres årvisst på kalenderår, slik at nye snauflater fra en vinter-hogstsesong vil først være klare tidligst ett år etterpå. Nye overvåkingstjenester er imidlertid under utvikling både av kommersielle og offentlige instanser basert på ESAs Sentinel-satellitter, og i nær framtid må vi regne med at bedre tjenester vil være tilgjengelige.

En avtale som regulerer ansvarsforholdene for en hogstentreprenør ved hogst nær kraftledninger må inngås før arbeidet starter. Sterkere skog-prosjektet har i samarbeid med MEF (Maskinentreprenørenes forening) og Norges Skogeierforbund utarbeidet felles rutinebeskrivelse for ansvarsdeling og gjennomføring av hogst inntil kraftlinjer.



Figur 4. Eksempel på snauflater som er godt detektert med Global Forest Watch (fiolett) og registrerte hogster i gult omriss. Datoen på hogstene i dette tilfellet er noe uklar, og den tilsynelatende mangelen på deteksjon for noen av hogstflatene kan skyldes at de er gjort i et annet kalenderår. (Solberg et al. 2018a)

3 Kartlegging og overvåking av skog langs linjene

For at nettselskapene skal kunne redusere omfanget av trefall på linjene er de avhengige av overvåking av skogen langs linjene. Dette gjelder dels å finne trær og kantsoner som er særlig utsatte (risikotrær), og dels å finne trefall på linjene etter spesielle hendelser som storm og våtsnøepisoder. Synfaring er den konvensjonelle metoden. Det vil trolig skje en rask utvikling av operasjonelle metoder i årene som kommer.

3.1 Kartlegging av risikotrær og -strekninger langs kraftlinjer

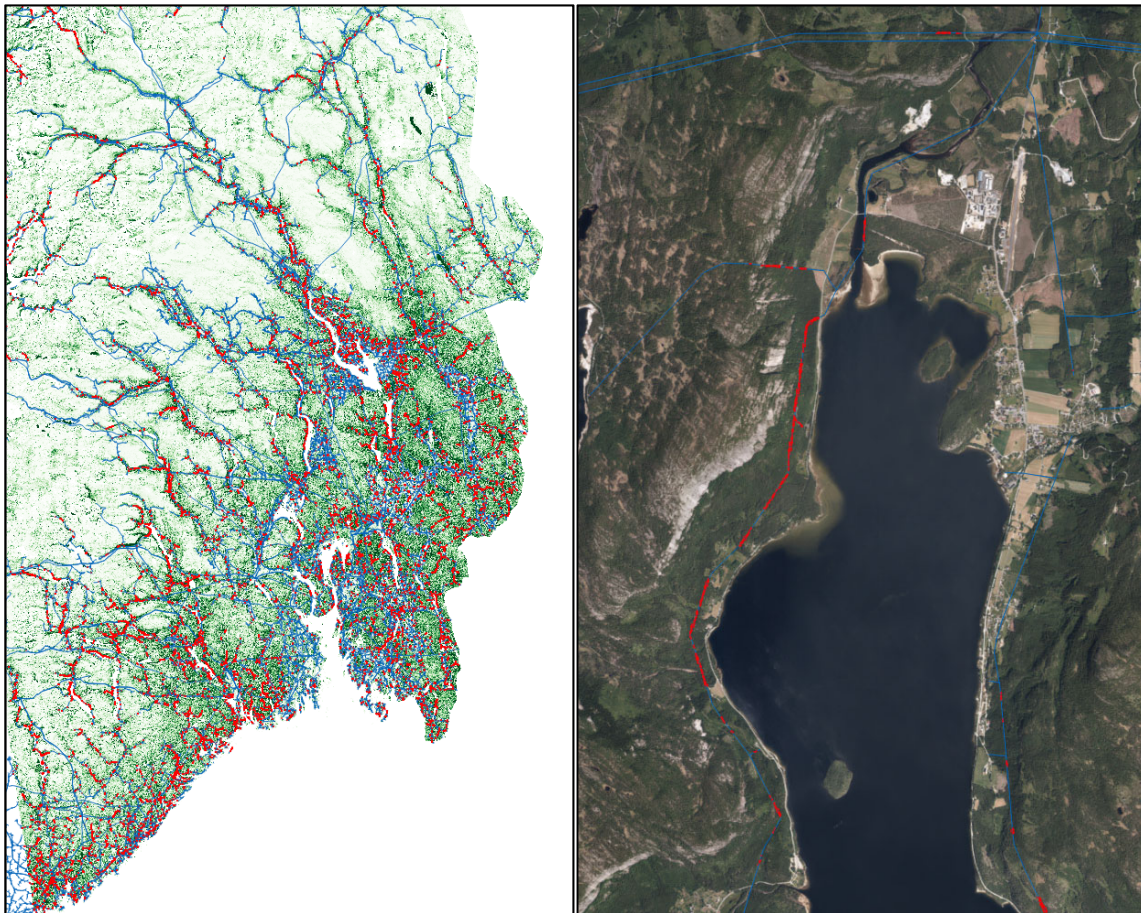
For å kartlegge strekninger av kraftlinjer med potensiell risiko for trefall har vi flere alternativer basert på fjernmåling (Tabell 3). De er basert på fly- eller satellitt-data, på optiske bilder eller laser- eller radarskanning, og de har 2D eller 3D egenskaper. Etter som trehøyde er en kritisk variabel for å beskrive risiko, så er 3D-egenskaper i målingen viktig. Men tilgang, hyppighet og dekning er også avgjørende for en operasjonell anvendelse. Det synes som visuell bedømmelse og vurdering i felt ikke kan erstattes av fjernmåling. Nyten av fjernmålte data med automatisk prosessering er å gi en grovkartlegging før man gjør mer detaljerte vurderinger i felt. Et spørsmål blir da hvor langt man bør gå i å benytte detaljerte fjernmålingsdata, ettersom feltbefaring uansett vil være nødvendig. Som et utgangspunkt har vi et standard produkt som nettselskap i dag benytter. Det er basert på flybåren laserskanning, hvor enkelttrær som er høye nok og nærme nok til å kunne falle på linja er detekterte. Som et eksempel på en enklere grovkartlegging enn dette har vi skoghøyde generert fra satellittene TanDEM-X, og som et eksempel på en mer avansert grovkartlegging har vi enkelttre-laser med beregnede variable for diameter/høyde-forhold og usymmetriske trekroner.

Tabell 3. Eksempler på digitale datasett for skoglige forhold

Datakilde	Plattform, sensor, 2D/3D	Beskrivelse
Skogbruksplan	Fly, Laser/optisk, 3D	Dagens skogbruksplaner for skogeierne er basert på laserskanning fra fly. Egenskaper som trærnes høyde, diameter og treslag er gitt for hele skogbestand. Tilgangen til slike data er variabel, fordi de ikke har full dekning og fordi slike planer bare lages hvert 10-15 år. I tillegg vil en anvendelse av slike data kreve avtale med dataeier. Det anbefales at nettselskapene får tilgang på skogbruksplanenes bestandsdata, spesielt: bonitet, høyde og alder.
Laserskanning	Fly, Laser, 3D	Nettselskapene har sjøl i økende grad laserflyvninger langs linjene, og potensielle farlige trær er en standard leveranse (trær som basert på høyde og avstand til faseline kan skape strømbrydd).
SR16	Fly, Laser/optisk, 3D	NIBIO arbeider med å rulle ut skogkart over hele Norge basert på laserskanning og flybilder, og full dekning ventes i 2021. Dette er rastrerte data med 16m romlig oppløsning. Her inngår både høyde og treslag.
Satskog	Satellitt, optisk, 2D	Satellittbasert skogkart over Norge utviklet ved NIBIO. Dette er i hovedsak basert på Landsat data, som kun har 2D egenskaper. Treslag og kubikkmasse inngår, men ikke trehøyde.
TanDEM-X	Satellitt, radar, 3D	Dette er data for skoghøyde basert på 3D radarmålinger med TanDEM-X satellittene. Dette er kun på forskningsstadiet.

3.1.1 Enkel grovkartlegging med satellittdata

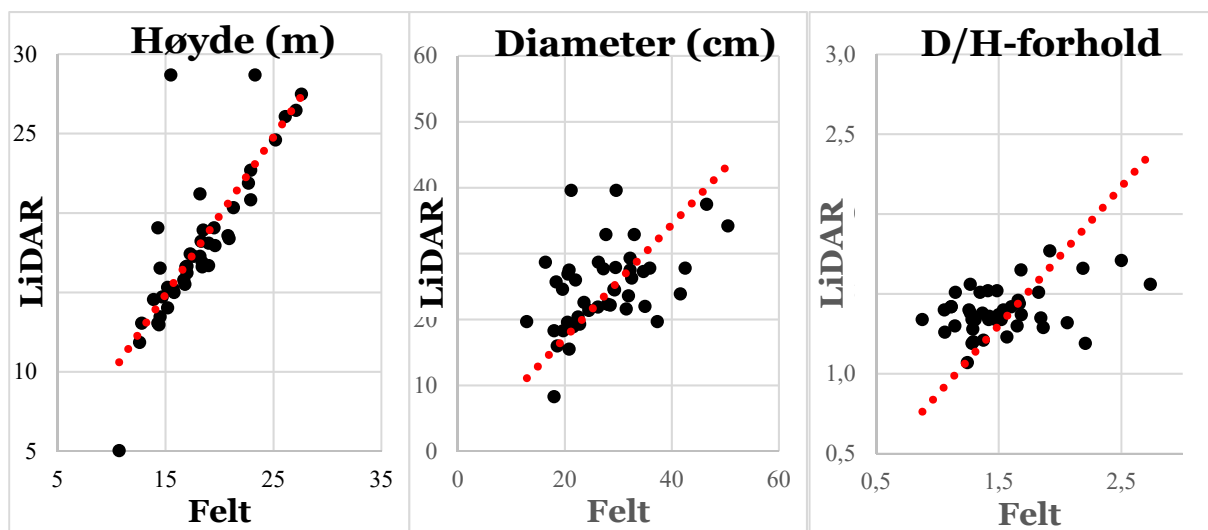
Et eksempel på anvendelse av 3D satellittdata er vist i Fig. 5. Her er et stort antall satellittpptak med 3D radar prosessert til et skoghøydekart over Østlandet. Kartleggingen er basert på 150 opptak med satellittmisjonen TanDEM-X over Østlandet, hvor vi har generert skoghøyder med interferometrisk prosessering av radardataene, med en romlig oppløsning på 10m. Dette er kun ment som et eksempel på anvendelse av satellittdata, ettersom dette ikke er kalibrert og validert. Det gir bare et minimums-omfang, fordi det er basert på radarekkoets høyde over bakken, og det vil være noen meter lavere enn trehøydene. Slik 3D teknologi fra satellittdata vil trolig bli vanligere etter hvert. Kanskje vil anvendelsen av slike data ha en verdi for regional planlegging og oversikt over sårbarhet og risiko i strømforsyningen. Nøyaktigheten vil ikke være så god som med flybåren laserskanning. Men ettersom det ser ut til at en feltvurdering vil være et nødvendig supplement til fjernmålte data uansett hvilken teknologi man bruker, så kan dette kanskje ha en anvendelse som en grovkartlegging. En fordel med satellittdata er at man kan få hyppige opptak, og dermed for eksempel årlig oppdatering.



Figur 5. Strekninger av kraftlinjer hvor det er trær som er høye nok og nærme nok til å kunne falle på kraftlinja basert på 3D radardata fra TanDEM-X satellittene. Vi har gitt alle kraftlinjene en høyde over bakken på 8m ved spenningsnivåer opp til 33kV og 14m over bakken ved høyere spenningsnivå. Oversikt over hele landsdelen hvor skoghøydene er angitt som grønn farge, kraftlinjene med blå farge, og rødt angir punkter med potensielt trefall (venstre). Et utdrag for området Molandsmoen i Aust-Agder, hvor strekninger med potensielle trefall er plottet på ortofoto.

3.1.2 Avansert enkelttre-kartlegging med flybåren laserskanning

I en test med avansert prosessering av laserdata for noen kraftlinjer i Follo, ble enkelttrærne langs kraftlinjene automatisk identifisert. For hvert tre ble det beregnet en rekke variable. En sammenlikning mellom feltbaserte og laserbaserte variable viste at posisjon, trehøyde, avstand til nærmeste kraftledning og 3D avstand (om treet er høyt nok og nært nok til å kunne falle på linja) er bra estimert med laserskanningen. Imidlertid hadde mer avanserte risikovariabler som d/h-forhold, og skeive og usymmetriske trekroner, mindre bra samsvar med feltmålinger (Figur 6, 7, 8). Dette kan imidlertid prøves ut videre. En del egenskaper, slik som delt stamme og trærnes helsetilstand, kan ha betydning for risiko, men dette er vanskelig å registrere med fjernmåling for hvert enkelt tre. Et tre som tilsynelatende er et risikotre basert på enkelttre-laser er tre nr 147 i Fig. 7. Det er både høyt og står eksponert for vind. Treet har imidlertid en bra stabilitet med et d/h-forhold på 1,96. Basert på enkelttre-laser hadde treet et d/h-forhold på kun 1,35.

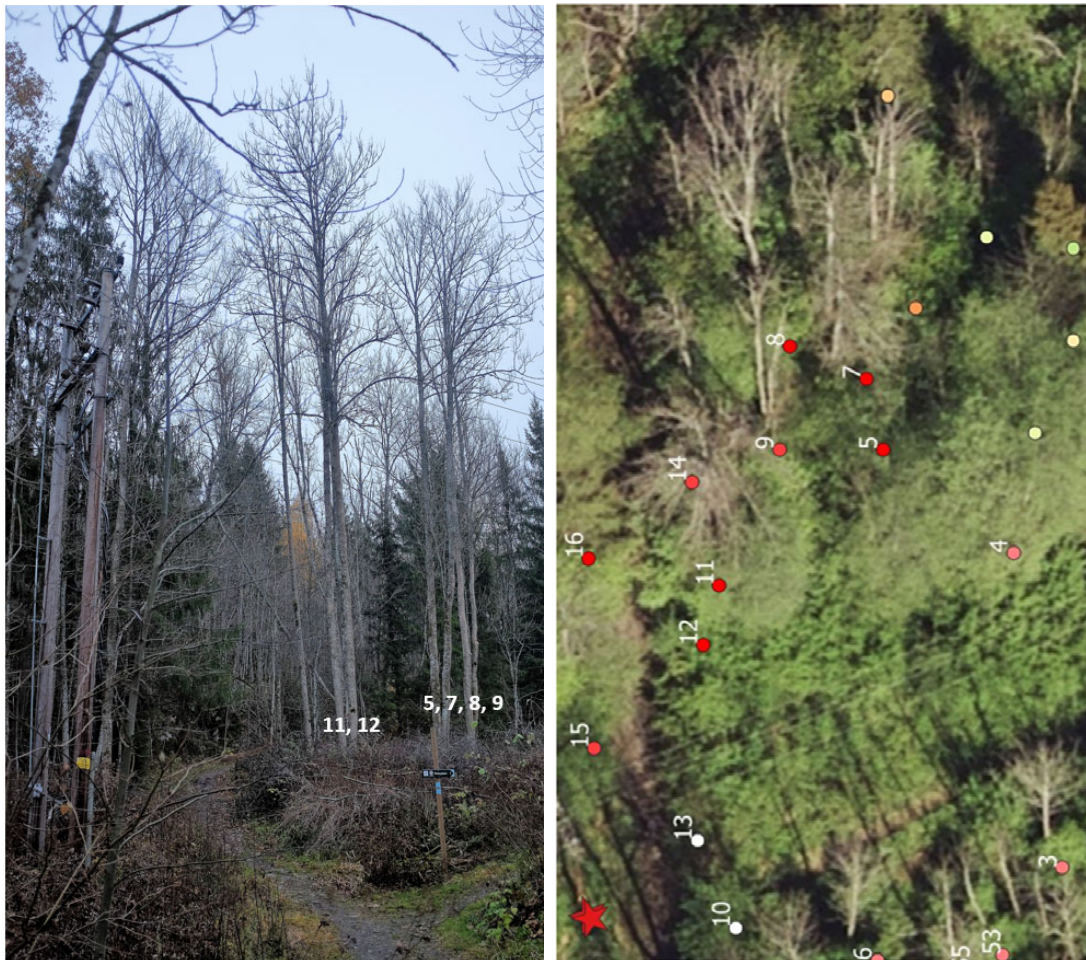


Figur 6. Høyde (h), diameter (d) og d/h-forhold basert på laserskanning fra fly (LiDAR) og feltmåling for 43 prøvetrær.



Figur 7. Eksempel på grantrær (nr 147) som har en bedre stabilitet enn det som framkommer i enkelttre-laserdataene. Enkelttre-laserdataene viste høyde 28,6 m, diameter 38,8 cm og d/h-forhold 1,35. Tilsvarende feltmålte verdier var høyde: 27,0 m, diameter 53,0 cm og d/h-forhold 1,96.

Foto: Eirik Nordhagen

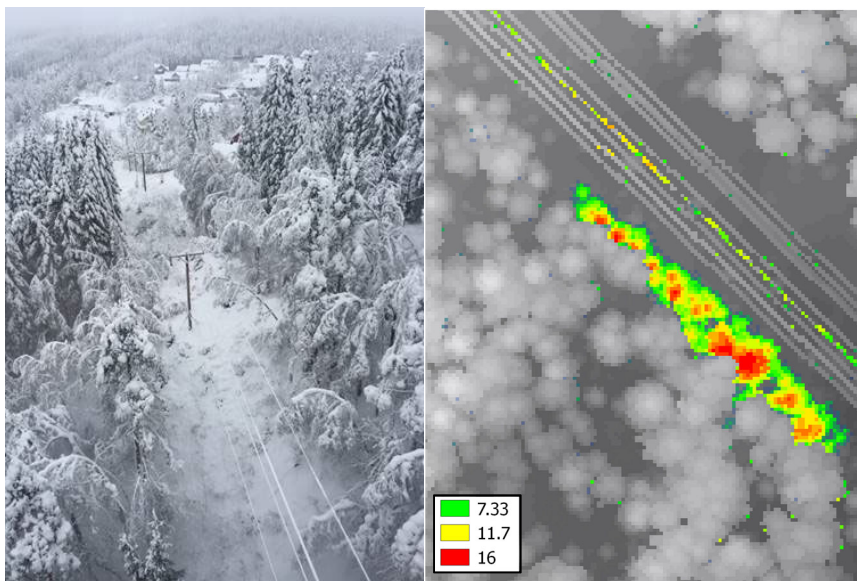


Figur 8. Asketrær som utgjør en risiko ved at de er høye, slanke, står i grupper og i tillegg er noen av dem smittet av sykdommen Askeskuddsyke forårsaket av soppen *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (venstre). Trærne framkommer i enkelttre-laserdatasettet og er plottet på ortofoto flybilde (høyre). Høyde og posisjon er bra bestemt med enkelttre-laseren, men risikofaktorer som treslag, helling på stammen og helsetilstand framkommer ikke av dataene.

Foto: Eirik Nordhagen

3.2 Kartlegging av trefall

Etter hendelser med ekstremvær som storm og kraftig snøfall er det viktig å få rask oversikt over trefall. Det skjer en økt anvendelse av fjernmåling for dette formålet, basert på droner, fly, helikopter, og satellitt. Hva som er mest aktuell metode vil avhenge av omfang, hvor droner synes best ved lite skadeomfang og helikopter synes best ved stort skadeomfang (Fig. 9). Satellittbaserte metoder er aktuelle ved svært stort skadeomfang og hvor alle trær er nede, men det er behov for å utvikle operasjonelle metoder som kan fungere vinterstid og under skyet vær med lite lys og liten tilgang på bilder. En stor fordel ved bilder tatt fra drone eller helikopter / fly er at det muliggjør en visuell tolkning av omfang og skadetype. Automatisert prosessering av fjernmålte data har den begrensningen at slik visuell tolkning ikke er mulig, samt at det ofte vil kreve endringsdeteksjon og tilgang på data av nyere dato fra før skaden inntraff.



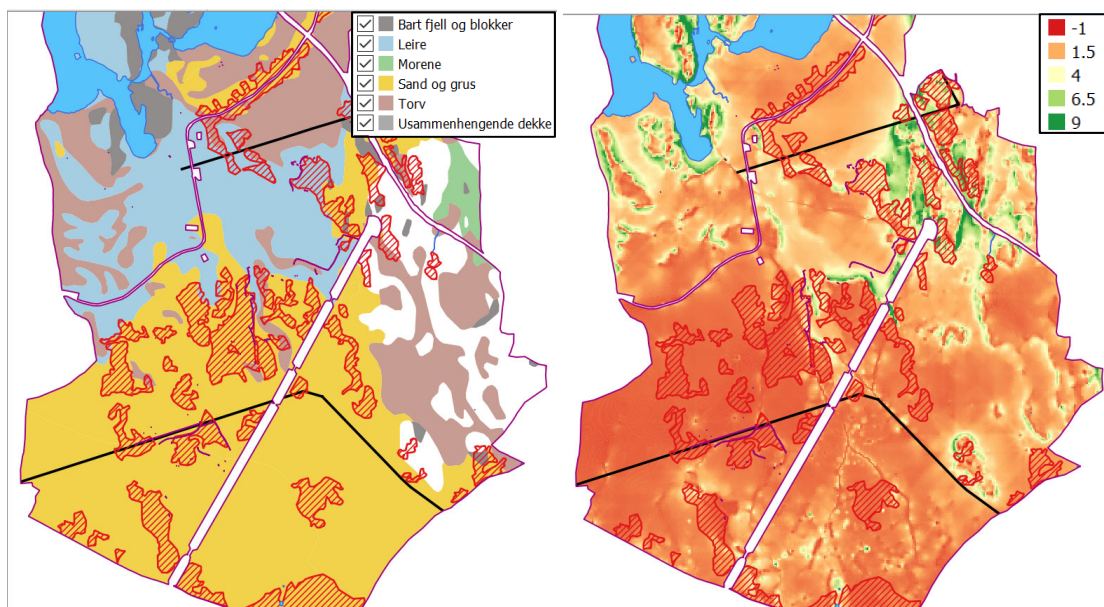
Figur 9. Kartlegging av trefall etter snøfall ved manuell fotografering fra helikopter (venstre, Foto Agder Energi Nett). Kartlegging med gjentatt laserskanning, hvor de berørte trærne er kartlagt som en høydenedgang angitt med fargeskala i meter (høyre). (Solberg et al. 2018a)

4 Prioritering

4.1 Sannsynlighet / Konsekvens / Risiko

Å kjenne til hvilke forhold som øker risikoen for trefall er viktig dels i den langsiktige skogbehandlingen, og dels for å prioritere strekninger for tiltak i eldre skog. Vi har i dette prosjektet ikke hatt tilgang på store datasett for statistisk analyse av risikofaktorer. Framover i tid kan en systematisk registrering av trefall på linjene, med tilhørende nøyaktig stedfesting og registrering av risikofaktorer gi bedre grunnlag for dette.

Vi har i prosjektet kjørt beregninger for å finne risikofaktorer for snø- og vindskader på trær langs kraftlinjer. Dette har vi basert på stormskader ved stormen Dagmar i Hurdal i 2011, og på snøskader i Agder i 2016 og 2018. Den eneste risikofaktoren som entydig kom ut i de statistiske analysene var trehøyde. Jo høyere trær desto større risiko. Gran var mer utsatt for snøskader enn de andre treslagene, og det var en tendens også til at gran var mest utsatt for vindskader. Forholdet mellom stammediameter og trehøyde (d/h-forholdet) slo ikke ut, sjøl om dette i mange studier er vist å ha en effekt. Topografisk eksposisjon slo litt ulikt ut. For snøskadene var det en tendens til mer skader i skjermede lokaliteter, dvs søkk og dalbunner. For stormskadene var det mest skader på topografisk utsatte lokaliteter. Når det gjaldt jordtype, så var lokaliteter med sand og grus helt klart mest utsatt for stormskadene. Det var imidlertid her en sammenheng mellom jordtype og topografisk eksposisjon (TOPEX), fordi Dagmar-stormen førte til mest skader på sand- og grusområdene på Hauer seter-avsetningen, hvor det også er flatt terreng og dermed lite topografi som skjermer mot vinden (lav topex) (Fig. 10).

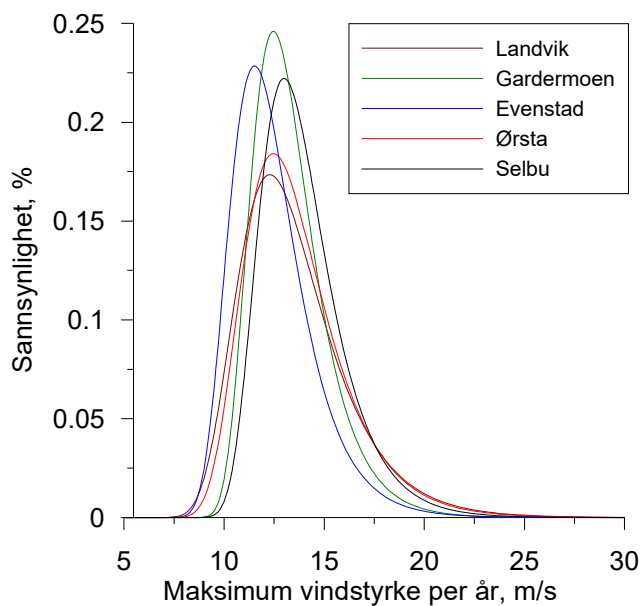


Figur 10. Skadeområdene etter Dagmar i studieområdet i Hurdal (rød skravur), lagt på kart over løsmassetypene (venstre) og topex i gjennomsnitt for alle retninger (høyre). Svarte linjer er kraftledninger. Skadene forekom i all hovedsak på områder med sand- og grusjord på Hauer seter-avsetningen, hvor det også er flatt og dermed topografisk utsatt.

Trefall over kraftlinjer: Hvor er risikoen størst? omhandles i en egen NIBIO POP som er tilgjengelig på denne webadressen <http://hdl.handle.net/11250/2503092> (Heggem and Solberg 2018)

4.1.1 Vind- og snødata

Gjennom prosjektperioden er det snøskader som har dominert i statistikken for utfall pga. trær. Det har vært mange hendelser med store mengder våt snø, som har ført til snøbøyde og snøbrekte trær. Likevel beholder vi en del fokus på vind som problem, ettersom det over mange år har vært et stort problem, men også fordi det er enklere å gjøre beregninger for dette. I beregninger for sannsynlighet for vindskader trenger man en frekvensfordeling av vindstyrker. Sannsynligheten for at et gitt tre båser ned i løpet av et år avhenger av treets kritiske vindstyrke og frekvensfordelingen av vindstyrke på stedet. Faktisk frekvensfordeling basert på meteorologiske målinger egner seg ikke, fordi de høyeste vindstyrkene opptrer så sjelden at man mangler frekvens-data for dem. Løsningen på dette er å tilpasse målte vindstyrker til teoretiske fordelinger som er velegnet for ekstremverdi-statistikk. Vi har i dette prosjektet brukt den teoretiske Gumbel-fordelingen basert på årsmaksima. Vi har brukt vinddata fra fem meteorologiske målestasjoner, som bør være egnet for å representere ulike vindklimaer i Norge og i tillegg bør være velegnet for de fem nettselskapene i prosjektet (Fig. 11.). Vi har brukt frekvensfordelinger fra Landvik, Gardermoen, Evenstad, Ørsta og Selbu. Beregningene stemmer bra overens med femårs returvind for de aktuelle kommunene i Norsk Vindstandard (Standard Norge, 2009) (Tabell 4).



Figur 11. Estimert frekvensfordeling for maksimum vindstyrke per år for fem meteorologiske stasjoner, basert på Gumbelfordeling.

Tabell 4. Estimert sannsynlighet for vindstyrker over 15, 20 og 25 m/s for en femårsperiode. Til sammenlikning er det tatt med femårs returvind for de aktuelle kommunene estimert ut fra Norsk Vindstandard (Standard Norge, 2009) for kategori 3 (skog, ruhetslengde $z_0 = 0,3$) og kategori 4 (barskog, ruhetslengde 1,0). Femårs returvind er den vindstyrke som statistisk vil inntreffe hvert 5. år.

Nettområde	Sannsynlighet for 5-års overskridelse av vindstyrke			5-års returvind			
	Stasjon	P>15 m/s	P>20 m/s	P>25 m/s	Kommune	Skog	Barskog
Agder Energi Nett	Landvik	0.751	0.123	0.0124	Grimstad	16.8	15.7
Hafslund Nett	Gardermoen	0.600	0.032	0.0011	Ullensaker	14.2	13.3
Eidsiva Nett	Evenstad	0.438	0.025	0.0012	Stor Elvdal	14.2	13.3
Mørenett	Ørsta	0.755	0.109	0.0094	Ørsta	18.1	16.9
Trønderenergi Nett	Selbu	0.776	0.070	0.0036	Selbu	16.1	15.1

Vind- og snøforhold bør sees i sammenheng når risiko for skogskade knyttet til vær skal vurderes. Dersom det har vært snøfall og det har lagt seg snø på trærne vil de være mer sårbare for belastninger fra vind. Hendelsen «Nedsnødd», som fant sted i Agder 5. til 6. november 2016 illustrerer skadepotesialet knyttet til kombinerte belastninger fra vind og snø. Den medførte betydelige skader på skog og kraftnett til tross for at maksimalt observerte vindstyrke var rundt 8 m/s på Landvik, noe som er mye lavere enn 5-års returvind. Årsaken til at en frisk bris kunne gjøre så stor skade var at det i løpet av døgnet i forveien hadde falt en stor mengde våt snø som frøs fast på trærne, og dermed gjorde dem svært sårbare for den påfølgende vindøkningen.

Nedsnødd hendelsen viser at i tillegg til vind og snø, spiller temperatur en viktig rolle. Våt snø setter seg lettere fast på trær og lignende, men det er kun i et lite temperaturintervall at slik snø vil forekomme. Basert på modelldataene fra WISLINE prosjektet (Mc Innes med flere, 2015) er det utarbeidet et risikokart for våt snø i Sør-Norge, vist i Figur 13 i NIBIO rapporten «Skogbehandling langs kraftlinjer, teorigrunlaget» (Solberg et al. 2017). Her er det antatt at våt snø vil forekomme i intervallet fra 0.5 til 2°C. Hyppig-heten av våt snø er størst på Vestlandet og i Trøndelag, mens det er betydelige variasjoner i de østlige og sørligste delene av landet. Med økende temperatur pga. klimaendring ventes en betydelig nedgang i forekomsten av våtsnø på Vestlandet, mens forekomsten kan øke i innlandsområder, - selv om dette kan være forbigående gjennom de nærmeste tiårene.

Snøskader på trær langs kraftledninger omhandles i en egen NIBIO POP som er tilgjengelig på denne webadressen <http://hdl.handle.net/11250/2503097> (Solberg, Tajet and Ågustsson 2018).

4.2 Risikovurderinger og tiltak i felt

Prosjektet har fått etablert et eget kurs hos Skogkurs (Risikovurdering av skog langs kraftlinjer - http://www.skogkurs.no/artikkel.cfm?Id_art=5301). Dette kurset er laget for linjeryddere og personell fra nettselskapene som skal vurdere sideskogen og finne de aktuelle tiltakene. Som en kortfattet oversikt gjengir vi her hovedpunkter fra dette kurset, gitt som lister av tiltak i form av kulepunkter.

4.2.1 Risikovurderinger og tiltak i ung skog (mindre enn 6 meters høyde)

- Treantallet reguleres ned til 80-100 trær pr. dekar, jevnt fordelt over arealet og i en avstand fra ytterste faseline som er bestemt for skjøtselsbeltebredden.
 - Spesielt viktig å redusere treantallet på vindutsatte koller.
 - Ett treslag dersom mulig.
 - Sett igjen trær med god symmetri.

- Furu prioriteres gjensatt når den finnes.
- Lauvtrær i overgangen mellom skjøtselsbelte og klausulert ryddebredde felles.
- Lauvtrær i skjøtselsbeltet og (bakenforliggende) tilgrensende skog, som i framtiden kan utgjøre en fare for ytterste faselinje, felles.
- Hvis det er fuktig mark anbefales det å sette igjen seintvoksende/lavtvoksende treslag.
- På vindutsatte koller og jordbunn med dårlig forankring prioriteres lavt/seintvoksende treslag: einer, vier, hassel, furu.

4.2.2 Risikovurdering og tiltak i produksjonsskog (6-15 meters høyde)

I produksjonsskogen er de mest aktuelle tiltakene å fjerne risikotrær og ekstra høye trær. Reduksjon av treantallet i tette partier kan utføres hvis det kan øke stabiliteten. Reduksjonen må gjøres svakt og gjerne i flere omganger. Stormsterke og robuste trær prioriteres gjensatt.

I produksjonsskog med lav høyde kan noen tiltak utføres som for kategorien over (Ung skog), avhengig av vindutsatthet, snøforhold o.l. Bredding kan her foretas dersom nye, robuste kanttrær overtar.

I produksjonsskog med stor høyde er det normal ikke tilrådelig å «bredde ut» videre ut fra den klausulerte ryddebredden når man går inn i en tett homogen skog, da dette vil svekke den sosiale stabiliteten som her utgjør det dominerende bidraget til stabilitet.

Tiltak i skog 6-10 meters høyde:

- Treantallet nærmest den klausulerte ryddebredden kan reguleres ned mot 80-100 trær pr dekar.
 - Helst ett treslag jevnt fordelt.
 - Vindutsatte koller med dårlig rotforankring prioriteres.
 - Sett igjen saktevoksende trær med god symmetri og stabilitet, f.eks. furutrær nærmest den klausulerte ryddebredden.
- Bredding kan foretas dersom nye robuste kanttrær kan utvikles.
- Framtidige risikotrær felles.
 - Lauvtrær i overgangen mellom klausulert ryddebredde og skogen langs linjetraseen felles.
 - Lauvtrær som anses som framtidige risikotrær felles.
- Tretallsreduksjon i de tettste partiene gjøres, og da gjerne i flere omganger med noen års mellomrom. Priorité å ta ut ekstra høye trær og trær med lavt D/H-forhold. Stormsterke, robuste og saktevoksende trær prioriteres gjensatt. Unngå skader på gjenstående trær hvis utkjøring/vinsjing av virket skal skje.
- Å starte utvikling av U-formet linjetrase-tverrsnitt kan på sikt være forebyggende for trefall. Dette krever at nettselskapene får mulighet til å skjøtte skogen på utsiden av dagens ryddebredder. Det er ikke mulig å utforme et U-formet tverrsnitt hvis ryddebeltet er 10-15 meter og grunneierne nekter/hindrer riktig skogbehandling i skjøtselbeltet. Å gi nettselskapene en rett til å gjøre riktig skogbehandling i skjøtselsbeltet vil være til stor nytte for forsyningssikkerheten og samfunnet generelt samtidig som vedlikeholdet kan gjøres på en effektiv måte.

Tiltak i skog 10-15 meters høyde:

- Tiltak prioriteres på vindutsatte koller, og på jordbunn med dårlig forankring.
- Framtidige risikotrær som kan nå de ytterste faselinjer felles:
 - Tørre trær
 - Bartrær med skader
 - Lauvtrær som har utviklet råte
 - Lange og slanke lauvtrær (potensielle snøbøyer)
 - Skjeive usymmetriske trær som heller mot linjetrasé (framtidige snøbøyer), og trær med usymmetrisk krone i snørike områder.
- Svak tretallsreduksjon kan utføres, hvis det kan øke trærnes stabilitet. Prioriter å ta ut trær med lavt D/H-forhold.
- Tilstreb et jevnt kronetak, dvs. hogg de høyeste trærne. Unngå å fjerne stabile kanttrær med lang kronelengde.
- Kvisting med helikopter kan være aktuelt når kanttrær/greiner står nært ytterste faseline.

Ekstra høye framtidige risikotrær felles (vurder toppkapping med helikopter).

4.2.3 Risikovurdering og tiltak i eldre/gammel skog

I eldre skog er det fokus på å opprettholde trærnes sosiale stabilitet fram til sluttavvirking. Dette gjøres gjennom sikringshogst av risikotrær.

Å toppkappe trær med helikopter er også et alternativ for å redusere trehøyder, og dermed vindmomentet. Å kviste trær med greiner som er for nærme ytterste faselinje er også en mulighet.

Når det er mange risikotrær og/eller at sikringshogst vurderes som omfattende og vanskelig, kan det være en løsning å hogge skogen. Dette kan/bør inkludere hele det tilhørende skogbestandet, selv om skogen ikke er hogstmoden ennå.

Snøbøyde lauvtrær eller lauvtrær som blåser over linja kan ofte utgjøre stor risiko selv om disse står langt unna linjefasen. Vær spesielt oppmerksom på dette når vurderingene gjøres i barmarkssesongen.

Tiltak:

Sikringshogst (felling) i eldre skog utføres på risikotrær som kan nå ytterste faselinje.

- Lauvtrær (snøybøy og vind)
- Døende lauvtrær.
- Trær med råte, hakkespetthull, feieskader, beitegnag og andre skader.
- Skjeive usymmetriske trær som heller mot linjetrasé (framtidige snøbøyer), og trær med usymmetrisk krone i snørike områder.
- Trær med dårlig rotfeste.
- Høye, vindutsatte enkeltrær (over 5 meter høydeforskjell til naboer). Toppkapping med helikopter kan her være aktuelt.
- Kvisting av trær som står for nær ytterste faselinje.

- Lange, slanke trær (D/H-forhold mindre enn 1), liten sosial stabilitet i vindutsatt område.
- Flerstammede trær.
- Ved mange risikotrær kan det være aktuelt å hogge skogen og det tilhørende skogbestandet.

5 Diskusjon

For å redusere risikoen for trefall og tilhørende utfall på strømmettet, så synes følgende tiltak å være viktige for nettselskapene. For det første er det viktig å tenke langsiktig i skogbehandlingen, og særlig i ungslogen. Det vi gjør eller ikke gjør i dag har konsekvenser i mange ti-år framover. Våre beregninger viser at det er lønnsomt å anlegge skjøtselsbelter i ungskog. Hovedsakelig skyldes dette:

- At KILE-kostnaden for et utfall ofte er høy sammenliknet med kostnaden med å anlegge beltet pluss verditapet for skogeier.
- For det andre er det viktig å ha god oversikt over linjenettet og skogen langs det, og både regelmessige synfaringer og bruk av ulike typer fjernmålte data er her av stor verdi.
- For det tredje bør nettselskapene ha en forståelse av hvor risikoen for trefall er størst i deres linjenett. Dette inkluderer kjennskap til skogtypene langs linjene og hvilke risikofaktorer som er viktige. Her kan det være regionale variasjoner. For eksempel kan en løvskog på Vestlandet være tilnærmet uproblematisk, mens det på Østlandet er motsatt fordi løvtrærne her ofte er et resultat av lite skogskjøtsel og dermed har de stått tett og klyngevis.
- Videre må en ikke bruke energi på stell av skog som aldri vil utgjøre noe problem, for eksempel fjellskog, lav myrskog, og skog under høye master.

Nettselskapene må dreie fokus bort fra rydding av undervegetasjon til kjøtsel av sideskogen. Det vil kreve økt kunnskap om skog og skogskjøtsel hos nettselskapene og vilje til å tenke langsiktig. Skogen skal stå der i 50-100 år og må kjøttes langsiktig, noe som krever langsiktige forutsetninger (forutsigbare budsjetter til skogskjøtsel) hos nettselskapene.

Kraftgatene utgjør en svært lang kontaktflate mot skogeierne og skogsarbeiderne, og en bør legge vekt på å ha en god og ryddig dialog med disse aktørene. Formelle avtaler etter gitte standardmaler kan være et godt utgangspunkt. I mange tilfeller vil nettselskap, skogeier og skogsentreprenør som driver hogst ha gjensidig nytte av samarbeid. Dette gjelder særlig ved sluttavirkning inn mot ei kraftlinje, hvor det er i alles interesse å forhindre at noen trær blir stående igjen som ei remse.

Prosjektet har vært utfordrende sett fra et forskersynspunkt. En utfordring i prosjektet har vært manglende tilgang på datasett som egner seg for å gjøre forskning i form av kvantitative analyser. I de datasettene vi har hatt tilgang til, så har vi manglet data for egenskaper hos trærne som kan utgjøre risikofaktorer, slik som hengende trær, asymmetriske trekroner, og skader og sykdommer. I motsetning til en homogen, velskjøttet skog, så har en heterogen og uskjøttet skog større sannsynlighet for trefall. Dette fordi vi her ofte vil ha en tettere skog med dårlig rot- og stammeutvikling, ujevn fordeling av trærne og dermed variabel stabilitet, høyere andel trær med uregelmessigheter og skader, og trær av ulike størrelse, alder og treslag slik at enkelttre-stabiliteten vil være variabel. I en statistisk analyse basert på registreringer etter en trefallsepisode, vil det være vanskelig å fange opp slike effekter. Vi har hatt lite data for å gjøre risikoberegninger, og har vært avgrenset til små og noe summarisk innhentede data fra snøskader i Agder og stormskader i et mindre område på Romerike. Vi anbefaler at det settes i gang systematisk registrering av trefall på kraftlinjene for å bygge opp en database som kan brukes til identifisering av risikofaktorer i framtida.

En annen utfordring har vært at dette handler om kompliserte beslutninger. Mange faktorer spiller inn på flere av de sakene vi har arbeidet med. Når det gjelder å danne økonomisk baserte beslutningsgrunnlag for operasjonell drift, som kost/nytte-beregninger, så kommer man opp i kompliserte beregninger. I sånne lønnsomhetskalkyler avhenger svaret dels av inputfaktorer som egenskaper i trærne og skogen, dels av modeller for kritisk vindstyrke for trærne basert på deres egenskaper og avstand til kant, dels av lokale klimaforhold som returperioder for sterk vind og sterke

snøfall, og også av konsekvens av et utfall på en gitt linjestrekning. Et naturlig mål på konsekvens av trefall er KILE. Det har imidlertid vist seg vanskelig å anvende KILE i kost/nytte-beregninger. Dels skyldes dette at KILE varierer over tid og på ulik måte for ulike kundegrupper, og denne variasjonen gjelder både gjennom døgnet og gjennom året. Videre har det vært nødvendig å sammenholde både nettselskapets og skogeiers interesser.

For eksempel, når det gjelder skjøtselsbelter, så har vi måttet framskrive trærnes vekst gjennom mange 5-årsperioder med og uten skjøtselsbelte. Vi har estimert sannsynlighet for trefall i hver periode for alle trærne basert på deres avstand til kraftledning og skogkant, og gjort forutsetninger om i hvor stor grad trefallene skjer enkeltvis eller klyngevis på gitte tidspunkter. Videre har vi interpolert vindklima i form av returperioder for sterk vind basert på tidsserier av vindmålinger fra meteorologisk institutts stasjoner. Vi har estimert verditap på skogeiers hånd på grunn av lavere tetthet i skogen, og dermed lavere volum- og verdiproduksjon. Poenget her er å få fram at dette er både vanskelige og usikre beregninger, og dermed også krevende å forsøke å trekke ut konklusjoner som kan ha en allmenn gyldighet.

Et annet eksempel er topping av trær med helikopter, hvor vi har gjort beregninger som grunnlag for å bestemme optimal høyde på toppingen. Effekten av toppingen på vindmomentet er i seg sjøl en vanskelig beregning, hvor mange faktorer spiller inn, som vindfang, vindstyrkens variasjon med økende høyde over bakken, returperioden for sterk vind, treets diameter og høyde, samt modeller for kritisk vindstyrke. Dette har vi så vurdert opp mot verditap på skogeiers hånd, i form av mindre tømmervolum, lavere tilvekst og økt fare for råteangrep.

Når det gjelder bruk av fjernmåling, så vil dette trolig øke betydelig i årene som kommer for å kartlegge og overvåke skog langs linjene. Dels vil dette være nyttig for å forebygge trefall, og dels for å kartlegge trefall. Det er imidlertid ikke én løsning som kan løse alle behov her. Vi må regne med at både droner, fly/helikopter og satellittdata vil bli brukt i økende grad. Det skjer en svært rask teknologiutvikling på dette området. Det er vanskelig å vite hvilke løsninger som kommer til å fungere bra. Prøving og feiling vil måtte gjøres for å utvikle metoder framover. Vi håper imidlertid at denne rapporten kan bidra noe i denne utviklingen, og at prosjektet i seg sjøl har hatt en effekt ved å være et forum for nye idéer, utprøving og diskusjon.

Prosjektet Sterkskog har hatt et samarbeid med prosjektet WISLINE (Wind, Ice and Snow Load Impacts on Infrastructure and the Natural Environment (Mc Innes med flere, 2015)) om meteorologiske data. I WISLINE er det brukt meteorologiske modeller til å generere datasett for blant annet vind, temperatur og snø. Avstanden mellom datapunktene er 2.5 km, og et av datasettene dekker hele Norge med 1 time tidsoppløsning. Vinddata fra modell og observasjoner er i Sterkskog prosjektet sammenlignet for stasjonene vist i Tabell 2. Sammenligningen viser at modellene gir en realistisk beskrivelse av vindstyrken det meste av tiden, men en del situasjoner med særlig sterk vind underestimeres av modellen.

Den globale middeltemperaturen forventes å stige i tiden fremover, noe som vil påvirke værforhold og risiko for skogskader. Rapporten Klimaet i Norge 2100 (Hanssen-Bauer, 2015) viser at årlig nedbør har økt over Norge de siste tiårene, og data fra klimamodeller tyder på at den vil fortsette å øke i tiårene som kommer. Det er imidlertid store variasjoner i fremtidsprognoser for nedbør, selv om alle viser større eller mindre økning. For vind er det vanskelig å si noe om fremtiden ut fra de prognosene som foreligger i dag. Grunnen til at usikkerheten er stor for vind og at nedbørprognosene varierer betydelig, er at både vind og nedbørforhold er knyttet til lavtrykksaktivitet og eventuelle endringer i lavtrykksbanene fremover. Lavtrykksaktiviteten påvirkes av global oppvarming ved at temperaturforskjellen mellom tropene og polare områder endres. Denne forskjellen blir mindre som følge av at temperaturen øker mer på høyere breddegrader, noe som påvirker fronter og jetstrømmer og dermed både utviklingen og forflytningen til lavtrykksystemer. Av den grunn vil det være betydelige usikkerheter når man vurderer risiko for skogskade knyttet til klimaendringer. Gjennom det siste året har vi i deler av Norge hatt flere langvarige værforhold, som har gitt problemer blant annet for skog og

kraftlinjer. Særlig har dette rammet Sørlandet. Høsten 2017 var det flom etter langvarig og kraftig regnvær. Vinteren 2017-18 var det en lang periode med flere våtsnøhendelser. Mye skogskader og stadige utfall på nettet var et resultat av dette. Sommeren 2018 ble svært varm og tørr, og dette vedvarte i flere måneder. Et spørsmål som kommer opp i den sammenheng er om dette kan knyttes til global oppvarming og en mulig tendens til at en værtype har lettere for å vedvare over lang tid, 'henge seg opp'. I artikkelen «Quasi-resonant circulation regimes and hemispheric synchronization of extreme weather in boreal summer» (Coumou med flere, 2014) drøftes sammenhengen mellom et varmere klima og langvarige perioder med uendrede værforhold. Artikkelen peker på at endringer i temperaturforskjellen mellom polområder og lavere breddegrader medfører at man oftere vil få et tilnærmet stasjonært bølgemønster på luftstrømmen høyere oppe i atmosfæren. Etersom disse luftstrømmene i stor grad styrer lavtrykksbaner, vil dette kunne medføre at været «låser seg», slik det gjorde sommeren 2018. Artikkelen viser til en hyppigere forekomst av dette bølgemønsteret de senere årene og knytter det til uvanlig mange episoder med vedvarende tørke eller vedvarende nedbør på den nordlige halvkule om sommeren. Fremtidige klimaendringer drøftes også, og det er en del som tyder på at hyppigheten av slike vedvarende episoder vil kunne øke ytterligere i et fremtidig varmere klima. Dette betyr at selv om vi i et varmere klima vil få mere nedbør, vil vi også kunne oppleve kraftigere hetebølger og tørkeperioder.

6 Prosjektets anbefalinger

Gjennom prosjektets levetid har det vært diskutert mange løsninger for å bedre stabiliteten blant trær som står langs kraftledninger. Prosjektet ønsker å komme med noen anbefalinger til tiltak som på sikt kan skape mer stormsterk skog.

6.1 Etablere skjøtselsbelte som en del av konsesjonsvilkårene på nye kraftlinjer

Det anbefales å inkludere retten til å etablere skjøtselsbelte som en del av konsesjonsvilkårene på nye kraftlinjer, på lik linje som ryddebeltet. Ser man på dagens utbredelse av skog i Norge, ser man at gjengroing har ført til at kraftlinjer som tidligere gikk over dyrket areal nå befinner seg i tett skog. Retten til å etablere skjøtselsbeltet bør derfor etableres som en rett uavhengig av dagens arealbruk under linja.

6.2 Etablere en hjemmel til sikringshogst utenfor klausulert bredde

Det er i dag en utfordring å få rettigheter til å gjennomføre sikringshogst utenfor klausulert bredde. Dagens standardavtale omhandler rett til sikringshogst utenfor klausulert bredde, men tidligere avtaler og skjønn har ofte ikke denne hjemmelen. Nettselskapene må derfor bruke mye tid- og har høye prosesskostnader knyttet til avtaleinngåelse for å sikre muligheten til sikringshogst.

En parallell kan trekkes til jernbanelovens § 10 tredje ledd, som gir Bane NOR hjemmel til å fjerne trær og annen vegetasjon innenfor en radius av 30 meter fra jernbanesporet. Dersom nettselskapene kunne få en tilsvarende hjemmel i energiloven til å gjennomføre sikringshogst innenfor en gitt avstand fra kraftledningen, forutsatt erstatning til grunneier, er prosjektet av den oppfatning at dette ville økt sikringshogsten langs norske kraftledninger og økt forsyningsikkerheten mot skog.

6.3 Langsiktige skogtiltak godkjennes som investering

Prosjektdeltakerne ser at NVE sitt inntektsrammesystem i dag gjør investeringer vesentlig mer lønnsomme for nettselskapene, fremfor driftskostnader. Dette påvirker nettselskapenes prioriteringer, for så lenge skoghåndtering regnes som driftskostnader, blir gjerne de langsiktige tiltakene i skog satt på vent. Tiltak med langsiktig verdi for forsyningsikkerheten (15-40 år) bør etter prosjektdeltakernes vurdering regnes som investering. Vi oppfordrer derfor NVE til å se på denne definisjonen, som et viktig bidrag for å øke motivasjonen for langsiktig skoghåndtering.

6.4 Skogbruksdata

Mange nettselskap har ikke økonomi til å overvåke nettet og skogen med fjernmålinger, slik som laserskanning fra helikopter. For å kunne få en enkel oversikt over hvor skogen står, og hvor gammel og høy den er vil det være svært nyttig for nettselskapene om de fikk tilgang til skogbruksplandata fra områdetakstene som blir utført hvert 10. år. Alder, treslag, og trehøyde er variabler som er interessante og som allerede finnes tilgjengelig for alle i form av et WMS datasett fra NIBIO

- <https://wms.nibio.no/cgi-bin/skogbruksplan?SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities>

For å kunne benytte dataene i geografiske analyser må de også bli tilgjengelig som vektordata og ikke kun rasterdata. Vi anbefaler at NVE følger opp dette mot Landbruksdirektoratet og skaffer alle nettselskaper generell tilgang til dette datasettet.

6.5 Nøyaktig systematisk registrering av trefall - FASIT

Vi anbefaler at det settes i gang en systematisk registrering av trefall på kraftlinjene for å bygge opp en database som kan brukes til identifisering av risikofaktorer i framtida. FASIT (Feil og avbrudd i kraftsystemet) vil være en naturlig løsning, men nøyaktigheten på registreringene er svært viktig for å kunne dra nytte av datasettet. Prosjektet foreslår en midlertidig nøyaktighet på +/- 5 meter, med en innskjerping på dette kravet når neste generasjon GPS brikker implementeres i mobiltelefoner og nettbrett (anslått ca. 2018/2019). Da vil mobiltelefoner kunne gi en nøyaktighet på +/- 0,4 meter. Det vil gi betraktelig bedre kvalitet på dataene og de kan sannsynligvis brukes til å identifisere risikofaktorer mer nøyaktig.

6.6 Fokus på skogskjøtsel utenfor ryddebelte

Nettselskapene må dreie fokus bort fra rydding av undervegetasjon og over til kjøtsel av sideskogen. Det vil kreve økt kunnskap om skog og skogskjøtsel hos nettselskapene og vilje til å tenke langsiktig. Skogen skal stå der i 60-100 år og må kjøttes langsiktig, noe som krever langsiktige forutsetninger (forutsigbare budsjetter til skogskjøtsel) hos nettselskapene.

6.7 Samarbeid mellom nettselskapene og skogbruket

Flere av behandlingsforslagene krever at nettselskapene får til et effektivt samarbeid med skogbruket generelt for eksempel:

- Hogst nær/ved kraftledninger organiseres av tømmerkjøperne (for eksempel skogeierforeninger og Nortømmer).
- Ungskogpleie organiseres også ofte av tømmerkjøperne
- Sikringshogst og andre tiltak utenfor ryddebeltet krever god dialog med skogeier

Det er i prosjektet utarbeidet en oversikt over avtaler som anbefales brukt mellom nettselskapene og skogbruket. En av disse er formelt ferdig, de andre har status som ikke ferdig eller ikke påbegynt:

Tabell 5. Oversikt over nødvendige avtaler mellom nettselskapene og skogbruket

Tittel	Merknad	Status
Rutiner ved hogst nær spenningsførende luftlinjer	Avtalen er utarbeidet av Mjøsen skog, Glommen skog, MEV, Eidsiva Nett, Mørenett, Hafslund Nett. Det enkelte nettselskap må ta kontakt med aktørene i sitt område og bli enige om rutinene.	Ferdig
Rutiner ved ungskogpleie nær spenningsførende luftlinjer	Avtalen er tenkt brukt mot skogeierforeninger og enkelte store skogeiere. De vil da kunne få utbetalt tilskudd fra nettselskapet hvis de utfører ungskogpleien innenfor skjøtselsbeltet etter nettselskapets anbefalinger.	Ikke ferdig
Avtale om hogst av ikke hogstmoden skog	Avtalen er tenkt brukt når man er nødt til å avvirke skog som ikke er hogstmoden. Det vil bli et tap for skogeier som må kompenseres	Ikke påbegynt
Tilskudd til hogst inntil luftlinjer	Avtalen er tenkt brukt der det for nettselskapet er økonomisk og risikomessig interessant å utføre en hogst Avtalen er ment til å stimulere til hogst inntil luftlinjer	Ikke påbegynt
Avtale om topping av trær	Skogeier må godkjenne at nettselskapet topper trær i nærheten av luftlinjene Det bør utbetales en erstatning pr tre evt pr dekar for å erstatte eventuelt verditap	Ikke påbegynt

Det anbefales at REN utarbeider forslag til avtaler prosjektet selv ikke har påbegynt.

6.8 Erfaringsutveksling og faglig utvikling

Prosjektet synes det mangler et initiativ fra bransjen om erfaringsutveksling og faglig utvikling for skogskjøtsel og linjerydding utover dette prosjektet. Nettselskapene i prosjektet har vist ønske om fokus på skog, men det er veldig mange andre nettselskaper som ikke har vært med på dette prosjektet. Det vil være naturlig at nettselskapenes fellesorganisasjon REN (Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet AS) tar et slikt initiativ og etablerer «Nettselskapenes Skogforum».

Prosjektrapporter

- Solberg S, Heggem E S, Søvde N E, Mc Innes H 2017 Skogbehandling langs kraftlinjer. Teorigrunnlag, NIBIO Rapport;3(65). <http://hdl.handle.net/11250/2437722>
- Solberg, S, Solheim, H., Bergseng, E, og Mc Innes, H. 2018. Helikoptertopping og –kvisting av trær langs kraftledninger. NIBIO POP 4(16). <http://hdl.handle.net/11250/2503094>
- Solberg, S., Heggem, E.S.F. 2018. Trefall over kraftlinjer: hvor er risikoen størst? NIBIO POP 4(17). <http://hdl.handle.net/11250/2503092>
- Solberg, S., Tajet, H.T.T., Ågüstsson, H. Snøskader på trær langs kraftledninger. NIBIO POP 4(19). <http://hdl.handle.net/11250/2503097>
- Bergseng, E., Solberg, S. og Mc Innes, H. 2018. Skjøtselsbelter i ungskog langs kraftlinjer. NIBIO POP 4(20). <http://hdl.handle.net/11250/2503098>
- Solberg, S.; Puliti, S. og Youssif, O. 2018. Kartlegging av skogskader og hogst langs kraftlinjer. NIBIO POP 4(21). <http://hdl.handle.net/11250/2575586>

Andre litteraturreferanser

Østreng, R. (2014). Identifikasjon av risikotrær langs kraftlinjer ved hjelp av flybåren laserscanning. Masteroppgave. Norwegian University of Life Sciences, Ås

Coumou D, Petoukhov V, Rahmstorf S, Petri S and Schellinguber H J 2014 Quasi-resonant circulation regimes and hemispheric synchronization of extreme weather in boreal summer Proc. Nat. Acad. Sci. 12331–6.

Hanssen-Bauer, I., E.J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sandø, A. Sorteberg og B. Ådlandsvik (redaktører) (2015), Klima i Norge 2100. NCCR rapport 2/2015, ISSN 2387-3027, Norsk klimaservicesenter, Oslo.

Mc Innes H., Haugen J.E., Kristjánsson, J.E., Nygaard, B.E.K., Rasmussen, R., Solberg, S., Blennow, K., Tveito, O.E. 2015. Wind Ice and Snow Load Impacts on Infrastructure and the Natural Environment (WISLINE), The proceedings from IWAIS 2015, ISBN 978-91-637-8552-8

Etterord

Dette er en publikasjon fra prosjektet «Sterkere skog», finansiert av Forskningsrådet og fem nettselskap. Disse er Mørenett, Agder Energi Nett, Eidsiva Nett, Hafslund Nett, og Trønderenergi Nett. En rekke nåværende og tidligere kolleger ved NIBIO har bidratt til denne rapporten eller til de NIBIO POPene som danner mye av grunnlaget: Eirik Nordhagen, Osama Youssif, Stefano Puliti, Even Bergseng, Eva Solbjørg Flo Heggem, Lars Aksel Oppsal, Nils Egil Søvde og Clara Anton Fernandez.

Nøkkelord:	Trefall, vind, snø, kraftgater
Key words:	Wind- and snow damage, powerlines
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	

NOTATER

NOTATER

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.