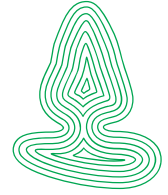


Oppdragsrapport
fra Skog og landskap

15/2012



skog+
landskap

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

EFFEKT AV SMÅ SNAUFLATER OG AVSTAND TIL KANT PÅ FREKVENNS AV TØRRGRAN OG VINDFALL I OSLO OG AKERSHUS

Svein Solberg, Aksel Granhus og Knut Bjørkelo



Rapport til ekstern oppdragsgiver fra Skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås. Telefon 64 94 80 00

www.skogoglandskap.no

Tittel: Effekt av små snauflater og avstand til kant på frekvens av tørrgran og vindfall i Oslo og Akershus	Nr. i serien:	Dato godkjent av oppdragsgiver:
Forfatter: Svein Solberg, Aksel Granhus, Knut Bjørkelo		Antall sider:
Forfatterens kontaktinformasjon: sos@skogoglandskap		
Oppdragsgiver: FMLA Oslo / Akershus	Prosjektnr. Skog og landskap / Kontraktsdato	Tilgjengelig: Lukket: Begrenset: Åpen:
Andel privat finansiering:		
Sammendrag: Bakgrunnen for denne rapporten er dels indikasjoner på mer vind- og tørkeskader i eldre granskog i oslo og akershus, og dels de ekstra utfordringene slike skader gir for skogbehandlingen i oslomarka med de restriksjoner som ligger i markaforskriften. Data for avgang på landsskogtakseringens flater i disse fylkene viste at avgangen i eldre granskog de siste 15 år ikke var uvanlig høy, og den synes ikke å ha vært økende de senere årene. Vi undersøkte også forekomst av døde grantrær i forhold til avstand til bestandskant både på landsskogtakseringens flater og ved registrering på flybilder. Flybildeundersøkelsen er i denne omgang kun gjort i fire utvalgte områder i nordmarka. De to datasettene gav ikke helt konsistente resultater, noe som kan skyldes både metodiske forskjeller og naturlige faktorer som geologi. Samlet sett viste resultatene likevel at forekomsten av vindfall og tørrgran økte nær kant. Ved avstander under 10 m fra kant var det omkring 3 ganger så høy forekomst av dette som lengre unna. Dette indikerer at gjenstående gammel skog mellom snauflater ikke bør være smalere enn 40 m, men dette vil avhenge sterkt av denne skogens stabilitet mot vind, tørke og barkbiller. Mengden kant, og dermed risikoen for vindfall og tørkeskader, øker sterkt dersom man reduserer flatestørrelsen ned mot 1 daa eller mindre.		
Ansvarlig signatur Jeg innestår for at denne rapporten er i samsvar med oppdragsavtalen og Skog og landskaps kvalitetssystem for oppdragsrapporter. <i>Adm.dir./Avdelingsdirektør</i>		

EFFEKT AV SMÅ SNAUFLATER OG
AVSTAND TIL KANT PÅ FREKVENS AV
TØRRGRAN OG VINDFALL I OSLO OG
AKERSHUS.

Svein Solberg, Aksel Granhus og Knut Bjørkelo

Omslagsfoto: Tørrgran i bestandskant i Oslomarka. Foto: Andreas Bostad Thaule, Skog og landskap.

FORORD

Denne rapporten sammenfatter arbeidet i prosjektet «Skader på gran og betydningen av flatehugst i Oslo og Akershus», finansiert av FMLA Oslo og Akershus.

SAMMENDRAG

Bakgrunnen for denne rapporten er dels indikasjoner på mer vind- og tørkeskader i eldre granskog i oslo og akershus, og dels de ekstra utfordringene slike skader gir for skogbehandlingen i oslomarka med de restriksjoner som ligger i markaforskriften. Data for avgang på landsskogtakseringens flater i disse fylkene viste at avgangen i eldre granskog de siste 15 år ikke var uvanlig høy, og den synes ikke å ha vært økende de senere årene. Vi undersøkte også forekomst av døde grantrær i forhold til avstand til bestandskant både på landsskogtakseringens flater og ved registrering på flybilder. Flybildeundersøkelsen er i denne omgang kun gjort i fire utvalgte områder i nordmarka. De to datasettene gav ikke helt konsistente resultater, noe som kan skyldes både metodiske forskjeller og naturlige faktorer som geologi. Samlet sett viste resultatene likevel at forekomsten av vindfall og tørrgran økte nær kant. Ved avstander under 10 m fra kant var det omkring 3 ganger så høy forekomst av dette som lengre unna. Dette indikerer at gjenstående gammel skog mellom snauflater ikke bør være smalere enn 40 m, men dette vil avhenge sterkt av denne skogens stabilitet mot vind, tørke og barkbiller. Mengden kant, og dermed risikoen for vindfall og tørkeskader, øker sterkt dersom man reduserer flatestørrelsen ned mot 1 daa eller mindre.

Nøkkelord: Mortalitet, vindfall, gran, skogbehandling

INNHold

Forord	ii
Sammendrag	iii
1. Introduksjon	1
2. Materiale og metoder.....	2
2.1. Avgang på Landsskogtakseringens flater i Oslo og Akershus	2
2.2. Flybilde-tolkning.....	4
2.3. Tidsforbruk og kostnader i de ulike deloperasjonene	4
3. Resultater	7
3.1. Avgang på Landsskogtakseringens flater i Oslo og Akershus	7
3.2. Flybilde-tolkning.....	9
3.2.1 Sammenheng mellom antall tørrgran og avstand til kant	11
3.2.2 Videre utvikling på feltene.....	12
3.3. Effekten av flatestørrelse på kantlengde	13
4. Diskusjon	14
5. Konklusjon	15
Litteratur	16

1. INTRODUKSJON

Fylkesmannens landbruksavdeling (FMLA) i Oslo og Akershus mener å ha observert en økende mengde tørkeskadet og død gran i Oslo og Akershus de siste årene. Grantørke ser ut til å være et betydelig problem i Oslomarka, - særlig i Nittedal. Det er mye tørrgran i bestandskanter, men også i form av tregrupper og enkeltrær inne i bestand. Det er bekymring for at dette blir et økende problem, noe som kan knyttes til både skogbehandlingen i Oslomarka og effekter av klimaendringer. Et relatert problem er vindfall. Stormen Dagmar førte til ca 100.000 m³ vindfall i Oslo / Akershus. Som kjent fører vindfall og tørke ofte til barkbilleangrep, og øker risikoen for epidemier. På bakgrunn av dette er det ønskelig å kartlegge omfanget av slike skader i disse to fylkene.

Innenfor Oslomarka er skogbruket regulert gjennom en egen Markaforskrift. Forskriften har, i tillegg til de miljøhensyn som inngår i Bærekraftforskriften for hele landet, også restriksjoner på flatestørrelse. I de mest bynære områdene bør flatestørrelsen ikke overstige 30 daa, mens det i de resterende områdene er en grense på 50 daa. Definisjonen av snauflete er skog med trehøyde < 2 m. Generelt oppfordres det til å benytte alternative hogstformer og naturlig foryngelse.

- Klipp fra Bærekraftforskriften § 5:

«Der forholda biologisk, økonomisk og teknisk ligg til rette for det skal det brukast lukka hogstar, dersom ein kan oppnå god stabilitet for gjenståande tre og tilfredsstillande forynging på veksestaden.»

- Klipp fra Markaforskriften § 4-1:

«Valg av foryngelsesmetoder skal skje etter en samlet vurdering av økologiske, miljømessige og driftøkonomiske forhold. Frøtre- eller skjermstilling, småflatehogst, kanthogst eller gjennomhogst skal brukes i områder hvor betingelsene for naturlig foryngelse er tilfredstillende.»

- Klipp fra Markaforskriften § 4-1:

«I Gjelleråsmarka, Østmarka, Sørmarka, Svartskog, øvrige skogområder i Oslo, Asker og Bærum kommuner samt skogområdene i Nittedal vest for RV 4 bør flatestørrelsen ikke overstige 30 daa. Ved flatehogst i andre områder i Marka bør flatestørrelsen ikke overstige 50 daa. Ved utvidelse av eksisterende flater bør ikke summen av nye og eldre flater overstige henholdsvis 30 og 50 daa.»

Tidligere tiders skogbruk, med gjennomhogster over store arealer, har gitt store granbestand med relativt ensartet, og i stor grad ensjiktet, skog. Mye av skogarealet i Oslomarka består av slike bestand, hvor det ofte er vanskelig å etablere gode kanter. Skogbruket har derfor begrenset handlefrihet når det gjelder hogstform, arrondering og størrelse på snauflater. Alternative hogstformer som skjermstillingshogst har vært prøvd ut i seinere 10-år, men skjermmer er utsatt for tørkeskader og vindfall og resultatene har derfor vært varierende. Et alternativ er å legge ut mange små snauflater. De store, ensartede granbestandene må da deles opp, og gjenstående skog mellom snauflatene blir ofte smale remser med gran som vil tørke ut eller blåse ned. Dessuten blir det med en slik hogstføring samlet sett mer flatekanter, siden mange små flater til sammen har mer kant enn en stor flate med samme areal. Intensjonen om alternative hogstformer er derfor vanskelig å realisere. Risikoen for tørkeskader og vindfall øker, noe som er uheldig både for skogens helsetilstand og lønnsomheten i skogbruket. Paradoksalt nok kan resultatet bli det motsatte av intensjonen, nemlig at man ender opp med snauflater som er større enn maksimumsgrensa, ved at skadd gran gradvis fjernes og småflatene gror sammen.

I tillegg til disse problemene kommer at mengden saksbehandling øker. I markaforskriften er det i forbindelse med sykdom og skade på skog gitt åpning for at flatestørrelsen kan økes utover det som er maksimum.

- Klipp fra Markaforskriften § 7-1:

«I skog der det har oppstått eller er fare for alvorlige sykdommer eller skade skal det straks meldes fra til kommunen dersom det er nødvendig med tiltak som ikke er forenlige med

intensjonene i denne forskrift, jfr. den til enhver tid gjeldende forskrift om skoghygiene gitt i medhold av skogbrukslovens § 28.»

Dette krever saksbehandling og godkjenning hos Fylkesmannen. Bekymringsmeldinger fra kommunale skogbruksmyndigheter og skogeiere tyder på at det vil bli flere slike saker i årene som kommer. Forvaltningen hos FMLA har behov for nye verktøy for beslutningsstøtte når det gjelder utforming og størrelse på snauflater, bredde på kantsoner mellom snauflater, og for å avgjøre om bestand er egnet for oppdeling eller ikke. Miljøorganisasjoner har klagerett på slike vedtak. Dette skaper et særlig behov for at slik beslutningsstøtte er basert på vitenskapelige undersøkelser og ikke bare forstlig skjønn. Beslutningene vil da være bedre begrunnet og saksbehandlingen blir mer effektiv.

Denne rapporten er resultatet av prosjektet «Skader på gran og betydningen av flatehogst i Oslo og Akershus 2012», som vil inngå i arbeidet med å bygge opp kunnskap og nye verktøy for beslutningsstøtte i skogforvaltningen i Osloområdet. Formålet med denne rapporten var to-delt. Det første hovedmålet var å estimere mengden av tørrgran og vindfall i Oslo og Akershus, og å avklare om dette har økt de siste årene. Det andre hovedmålet var å estimere hvilken effekt avstand til hogstkant har for omfanget av slike skader, og med dette belyse hva som bør være minimum avstand mellom snauflater, og om alternative hogstformer fører til mer skadeproblemer og dermed gradvis sammengroing av småflater.

2. MATERIALE OG METODER

Denne studien er 2-delt. Dels er den basert på Landsskogtakseringens data for Oslo og Akershus, og dels er den basert på registreringer på flybilder i noen utvalgte områder i Nordmarka.

2.1. Avgang på Landsskogtakseringens flater i Oslo og Akershus

Landsskogtakseringens permanente prøveflater i skog er lagt ut i et 3 km x 3 km nettverk og oppsøkes hvert femte år. Hver prøveflate har et areal på 250 m² (radius 8,92 m), og minste klavediameter er 5 cm i brysthøyde. Alle trær over klavegrensen følges med målinger til de dør eller blir avvirket. Volum for enkelttrærne beregnes med utgangspunkt i registrert brysthøydiameter og trehøyde, der høyden estimeres med basis i et utvalg prøvetrær. I hvert takstomdrev registreres avgang og rekruttering av nye trær siden forrige gang flata ble oppsøkt. Enkelte variabler registreres over et større areal rundt selve prøveflata. Det gjelder blant annet arealtype, arealanvendelse, hogstklasse og bonitet. For en mer detaljert beskrivelse av registreringsopplegget vises til Landsskogtakseringen (2010).

Vi tok utgangspunkt i data fra to påfølgende takstomdrev (2002-2006 og 2007-2011). Utvalget er begrenset til prøveflater i granskog som var registrert som hkl 4 eller 5 ved begynnelsen av hver femårsperiode. Med granskog forstås i denne sammenheng flater hvor aktuelt boniteringstre var satt til gran. Flater med annen arealanvendelse enn skog/utmark, reservat (naturreservat eller nasjonalpark) eller friluftsområde, ble ekskludert. Vi ekskluderte også flater som endret seg fra hkl 4 eller 5 til hkl 1 eller 2 mellom taksttidspunktene, da avgang på disse flatene ikke kan skilles fra hogst bortsett fra for trær som er satt igjen ved avvirkningen. Flater som var i hogstklasse 3 ved starten av den første perioden og i hkl 4 ved starten av den neste vil imidlertid kun inngå i utvalget av flater som ble taksert 2007-2011. Motsatt vil flater som ble avvirket i den siste perioden kun inngå i datamaterialet fra perioden 2002-2006. Majoriteten av flatene var imidlertid med i utvalget fra begge takstperiodene. Totalt omfattet datamaterialet 106 flater (eller flatedeler) som ble taksert i femårsperioden 2002-2006 og 90 fra perioden 2007-2011.

Alle trær som har dødd siden forrige takseringstidspunkt er registrert med hensyn på tilstand som angitt i Tabell 1. Trær som er hogd, men som eventuelt ligger igjen i skogen som læger, ble adskilt fra vindfall ved hjelp av variabelen «bruddtype», der en av kodene angir om treet er avvirket.

Tabell 1. Registrering av tilstand for trær som har dødd siden forrige takseringstidspunkt

Tilstand (skjemakode)	Definisjon
Gadd hel (4)	Stående tre som er dødt, har ikke grønn barmasse. Bare mindre del av toppen kan være brukket (toppdiameter <10 cm).
Gadd del + læger (41)	Stående tre som er dødt, har ikke grønn barmasse. Må være minst 1,3 m høy, og diameter ved bruddstedet ≥ 10 cm.
Gadd del + fjernet (42)	Stående tre som er dødt, har ikke grønn barmasse. Må være minst 1,3 m høy, og diameter ved bruddstedet ≥ 10 cm. Avbrukket del er fjernet.
Læger hel (5)	Helt tre (toppdiameter <10 cm) som ligger på bakken og er dødt, har ikke grønn barmasse.
Læger del (6)	Deler av trær (toppdiameter <10 cm) som ligger på bakken og er dødt, har ikke grønn barmasse. Læger del må omfatte rotenden og være minst 1,3 m lang.
Fjernet (7)	Trær hvor hele treet eller rotstokken er transportert bort fra flata slik at bare stubben og eventuelt råtebult er igjen av rotenden. Det ses bort fra om de øvre delene av treet ligger igjen på flata. Koden brukes også dersom treet er fjernet av andre årsaker enn tømmerdrift (f.eks: bever, ras etc.)

For hver flate er også registrert om flatesentrum ligger i en kantsone, og type kantsone registreres da som vist i Tabell 2. Dersom avstanden fra flatesentrum til kant er under 20 meter blir avstanden også registrert.

Vi har summert naturlig avgang for gran i hvert takstomdrev med hensyn på treantall og volum uten bark - totalt og per dekar. For det første omdrevet er avgangen beregnet fra årene 1997-2002 (flater oppsøkt i 2002) til 2001-2006 (flater oppsøkt 2006), og for det andre omdrevet gjelder avgangen årene 2002-2007 til 2007-2011.

Vi har videre undersøkt om avgangen varierer med avstanden til kant. Vi inndelte flatene i tre hovedklasser av kant, ved å slå sammen kantsonetypene (Tabell 2) og ut fra avstand fra flatesentrum til kant (Tabell 3). Vi har forutsatt at kanteffekten fra mindre bekker er neglisjerbar, og flater der sentrum ligger i en kantsone mot bekk som har under 3 meters bredde (skjemakode 14) er derfor satt i samme hovedgruppe som flater inne i bestand med mer enn 20 m til kant. I og med at flateradius er 8,92 m og kantsonetypene er bestemt i flatesentrum, vil det være overlapp mellom klassene i forhold til reell avstand til kant for enkelttrærne.

Tabell 2. Kantsoneinndeling som anvendes av Landsskogtakseringen.

Skjemakode	Definisjon
2	Inne i bestand >20 m til kant.
11	Vann/sjø <20 m unna.
12	Elv >3 m bred og <20 m unna.
13	Myr <20 m unna.
14	Bekk 1-3 m bred og < 20 m unna.
15	Fulldyrka < 20 m unna.
16	Bestand i lavere hogstklasse, snaumark, vei, bebygd etc. < 20 m unna.
17	Bestand høyere hogstklasse <20 m unna.
31	Kantsone mellom vann og bestand med lavere hogstklasse.
32	Kantsone mellom elv >3 m bred og bestand med lavere hogstklasse
33	Kantsone mellom myr og bestand med lavere hogstklasse.
34	Kantsone mellom bekk 1-3 m bred og lavere hogstklasse.
35	Kantsone mellom fulldyrka og lavere hogstklasse.

Tabell 3. Inndeling av kantsonetypene i tre hovedklasser. Henviing til skjemakoder fra Tabell 2.

Kantsonetypen	Definisjon
0-10 m	Skjemakode = 11, 12, 13, 15, 16, 31, 32, 33, 34 eller 35 og avstand fra flatesentrum til kant <=10 m.
0-20 m	Som over - men avstand fra flatesentrum til kant >10 m og <=20 m.
Bestand	Skjemakode 2 og 14.

2.2. Flybilde-tolkning

Vi valgte 4 studieområder i Nordmarka hvor det har vært observert mye tørrgran under feltbefaring (fig. 1). Hvert område var på 1 km x 1 km, og i hvert område la vi ut 100 punkter i et systematisk rutenett på 100m x 100m. På disse 400 punktene la vi ut sirkulære felt på 1000m² på flybilder.

Tabell 4. Oversikt over flybildene.

Område	Flybilde 2011	Endringsperiode	Tidligere flybilde
Gryta	Oslo 2011 (40 cm)	1 år	Oslo 2010 (10 cm)
Holmsida	--- « ---	5 år	Nittedal 2006 (10 cm)
Ospeskog	--- « ---	1 år	Oslo 2010 (10 cm)
Øyungen	--- « ---	1 år	Oslo 2010 (10 cm)

På alle felt i skog gjorde vi en subjektiv bedømmelse av:

- Antall tørrgran
- Arealtype, skog eller ikke-skog (for senterpunktet)
- Hovedtreslag, gran, furu, løv, blanding, eller ukjent
- Aldersklasse, snauflete < 15 år (hkl 1 - ung hkl 2), ungskog (hkl 2 >= 15 år) og eldre skog (hkl 3-4-5) (for senterpunktet)
- Arealandel eldre granskog (%)
- Avstand fra flatesentrum til nærmeste kant. Som kant regnet vi her overgang mellom eldre skog og snauflete eller ungskog
- Antall kanter, dvs. antall forskjellige snauflater det var kant mot

Som det framgår inneholder aldersklassen 'eldre skog' også skog i hkl 3. Dette ble gjort fordi det viste seg vanskelig å skille hkl 3 fra hkl 4 og 5 i flybildene.

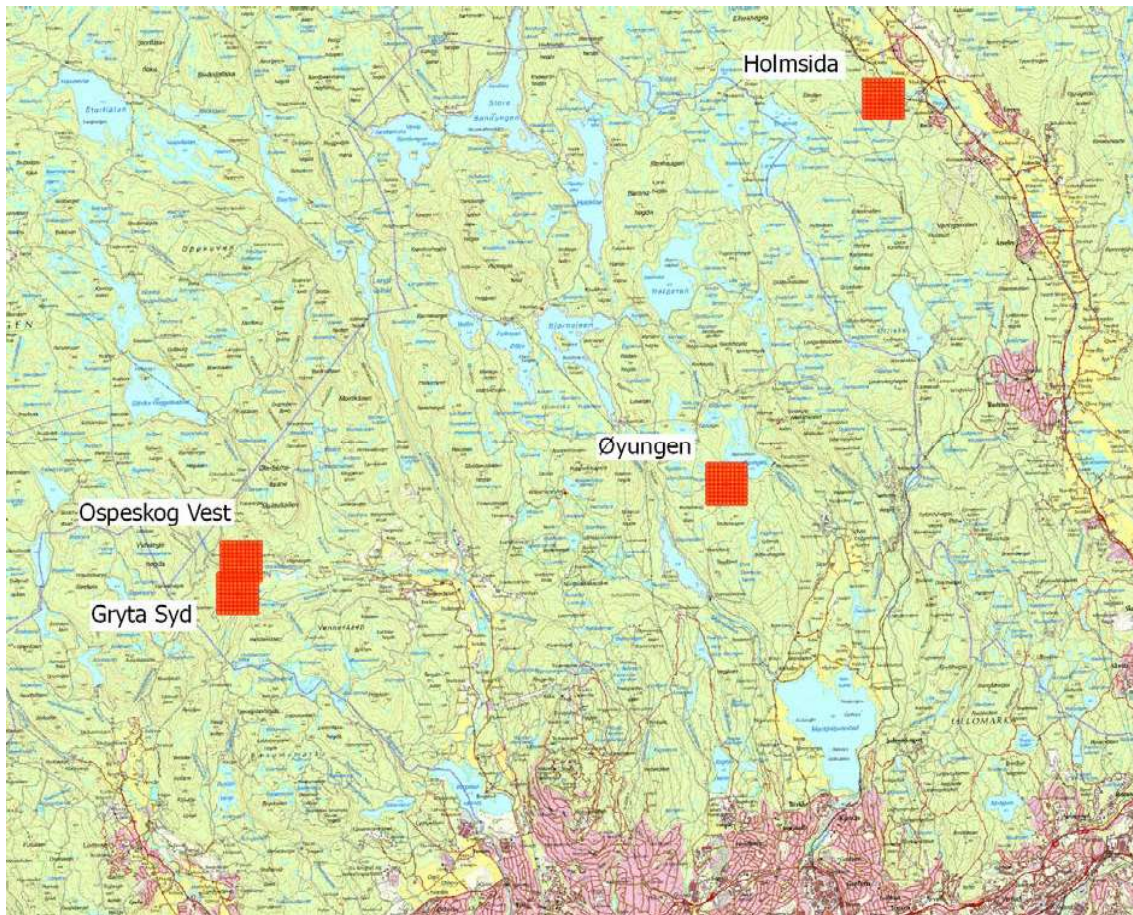


Fig. 1. Kart over de 4 studieområdene i Nordmarka.

På 305 av feltene var det minst 10 % eldre granskog, og det er disse feltene som inngår i beregningene (Tabell 4). I gjennomsnitt hadde disse feltene 88 % av arealet i eldre granskog. Den overveiende delen av dem (278) var klassifisert som eldre granskog, dvs hadde flatesentrum i eldre skog, mens de øvrige (27) lå i kant mot eldre granskog.

Tabell 4. Antall felt fordelt på område og kategori. med minimum 10% andel eldre skog.

Område	Eldre gran	Yngre gran ≥10% eldre skog	Snauflete / forynget ≥10% eldre skog	Annen skog ≥10% eldre skog	Annen mark eller <10% eldre skog (Ikke bedømt)	sum
Gryta	65	3	6		26	100
Holmsida	66		2	2	30	100
Ospeskog	78	1	2	1	18	100
Øyungen	69	1	9		21	100
SUM	278	5	19	3	95	400

Vi bestemte først mengden tørrgran i 2011 som et mål på tilstanden. Vi brukte da opptaket «Oslo 2011». Ved bedømmelsen i flybildene ble tørrgran bestemt ved at de var lysere enn levende trær, og mer fiolette eller lysebrune i fargen. Generelt var det mange tilfeller av usikkerhet, hvor det ikke kunne fastslås sikkert om trær var tørre eller levende. På den annen side var det også mange tilfeller hvor tørrgran kunne fastslås sikkert (Fig. 2).



Fig. 2. Opplegget for telling av tørrgran i flybilder. For hvert felt laget vi et utklipp av flybildet (ortofotoet) på 100m x 100m med en sirkel som viste omkretsen av feltet. Feltene var på 1000m² og hadde en radius på 17,8 m. Trær som ble klassifisert som tørrgran er her ringet inn med rød sirkel. Eksempelet er felt nr 36 i området Gryta, hvor det ble registrert en tørrgran i 2010 (venstre) og seks tørrgraner i 2011 (høyre). Det er for øvrig tydelig på bildene at det ble mange nye tørrgraner i løpet av det året innenfor bildeutsnittet. Figuren viser også effekten av ulik opptaksvinkel ved fotograferingen, som gjør at tretoppenes posisjon blir noe forskjøvet i forhold til feltets omriss. Vi korrigerer for dette under bedømmelsen.

For å se på økningen i mengde tørrgran over tid kombinerte vi «Oslo 2011» med et eldre opptak. For 3 av områdene brukte vi da «Oslo 2010», og for det siste brukte vi «Nittedal 2006». For bedømmelsen av endring viste det seg å være avgjørende at vi bedømte de 2 bildene på ulikt tidspunkt samtidig. Bildene fra 2011 hadde kun 40 cm romlig oppløsning og det gjorde bedømmelsen noe usikker. Bildene vi hadde fra et tidligere tidspunkt (fra 2006 eller 2010) hadde 10 cm oppløsning, og det gjorde bedømmelsen sikrere. Ved å bedømme bildene parvis, dvs med et eldre bilde av høy kvalitet og et nyere bilde av lavere kvalitet, fikk vi mer korrekte resultater for økningen i antall tørrgran. Vi bedømte da bildene side ved side, koblet hver enkelt tørrgran i det gamle bilde til tørrgran i det nye. Vi tellet da opp antall tørrgran i de 3 følgende kategoriene:

1. antall tørrgran som bare var til stede i år 1 (kan ha vært hogd eller falt overende),
2. antall tørrgran som var til stede i begge år, og
3. antall tørrgran som bare var til stede i år 2.

I en del tilfeller var det tørrgraner til stede i det første bildet, men som var vanskelig eller umulig å se i det siste bildet. Vi besluttet da i hvert enkelt tilfelle om dette skulle telles med i 2011 eller ikke. Denne beslutningen ble dels gjort ut fra en faglig vurdering av muligheten for at treet kunne ha blitt fjernet ved hogst (ved å se etter spor etter hogst og kjøring på bildet), og dels ut fra kvaliteten på bildet i 2011 (dvs muligheten for at et tørt tre kunne være usynlig pga. lav bildeoppløsning, uskarpt bilde, eller uheldig solvinkel). Summen av kategori 2 og 3 ble da et nytt og sikrere estimat på antall tørrgran i 2011, som vi sammenliknet med tallene fra den første bedømmelsen. I gjennomsnitt fant vi 7 % flere tørrgraner i 2011 ved å kombinere bildene på denne måten, men de to metodene var sterkt korrelert, $r=0,94$. For området Holmsida var det 31 felt som ikke var dekket av flybildet fra 2006, og for disse har vi derfor ikke endringsdata.

Vi gjennomførte en feltkontroll av flybildetolkningen. Området Holmsida ble besøkt høsten 2012 og antall tørrgran ble tellet opp i 21 felt. Det viste seg at 6 av feltene var hogd etter at flybildene var tatt i 2011, og disse feltene hadde da ingen verdi i denne sammenheng. Kontrollen resulterte dermed i et datasett på 15 felt, hvor vi hadde antall tørrgran registrert både i flybilder og i felt. Det var en sterk korrelasjon mellom dataene for de to metodene, $r=0,88$. Det var imidlertid enkelte store forskjeller. Størst forskjell var det på felt nr 61, hvor det ble registrert 5 tørrgraner i bildene og 10 ute. Delvis kan disse forskjellene skyldes at

flybildet var vanskelig å tolke fordi det her var mye skader generelt, inkludert flere stammebrekk. Delvis kan forskjellen skyldes at en del av tørrgranene var små og vanskelig å se i flybilder, samt at det var kommet til nye tørrgran det siste året. Samlet sett viste kontrollen at flybildetellingene var beheftet med usikkerhet, men likevel hadde tilfredsstillende nøyaktighet for denne studien.

3. RESULTATER

3.1. Avgang på Landsskogtakseringens flater i Oslo og Akershus

Avgangen av gran i hkl 4 og 5 i Oslo og Akershus var bemerkelsesverdig konstant i de to takstperiodene 2002-2006 og 2007-2011, med 0,53 % av volumet per år i begge periodene. I forhold til treantallet per dekar var den årlig avgangen også i noenlunde samme størrelsesorden, henholdsvis 0,56% (2002-2006) og 0,63 % (2007-2011). Avgangen nær kant, dvs for felt med flatesentrum nærmere enn 10m, var omtrent 3 ganger så høy som lengre unna (Fig. 3). Dette gjaldt avgang regnet i volum, men ikke for avgang i treantall. I kant rammet avgangen altså jevnt over få men store trær, mens lengre unna var det flere småtrær.

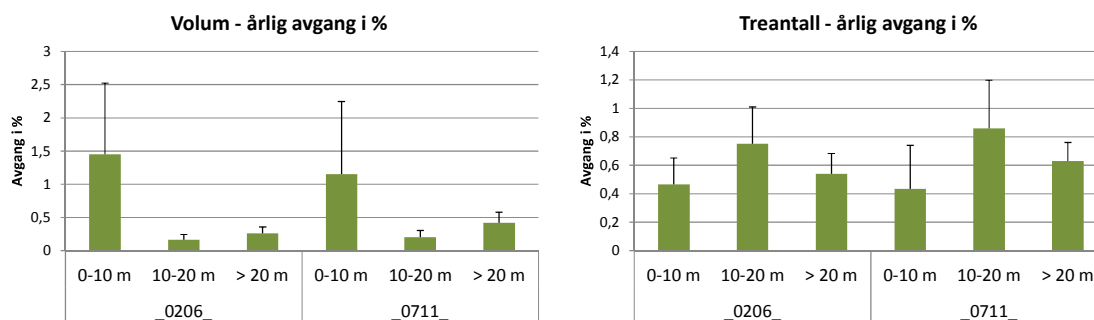


Fig. 3. Årlig prosentvis avgang for volum og treantall av gran i hkl 4-5. Data fra henholdsvis 2002-06 (_0206_) og 2007-11 (_0711_). Stolpene viser standardfeilen.

Når avgangen ble regnet per arealenhet i stedet for prosent, så ser en fortsatt en kanteffekt regnet i volum, men effekten er noe mindre tydelig enn når en regner i prosent av initialvolumet ved starten av femårsperioden (Fig. 4). Dette skyldes at stående volum var lavere nær kant enn lengre fra kant. Vi har vurdert det slik at det er mest relevant for denne studien å fokusere på tallene i volum og treantall per dekar, fordi tallene da ikke blir påvirket av at kanter ofte har noe glissen tresetting.

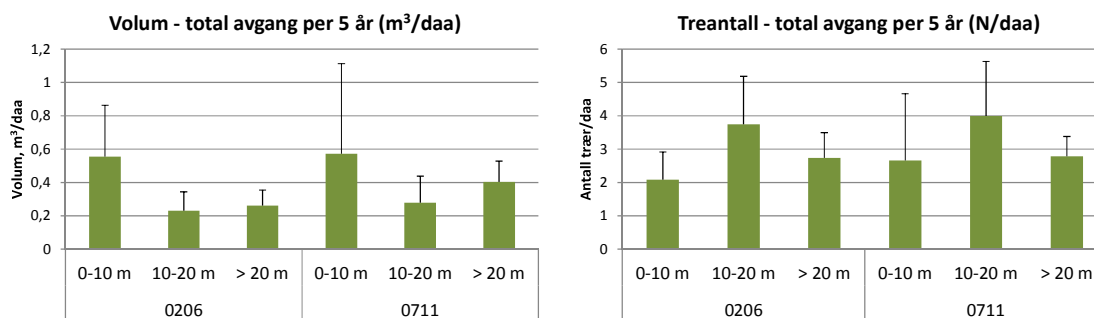


Fig. 4. Total 5-års avgang av gran i hkl 4-5, regnet i volum (venstre) og treantall (høyre) per daa. Data fra de 2 takst-omdrevne 2002-06 (_0206_) og 2007-11 (_0711_). Stolpene viser standardfeilen.

Avgangen var dominert av vindfall og tørrgran, som samsvarer med takseringens begreper læger og gadd. Hel gadd og hel læger utgjorde det alt vesentlige av avgangen, og det var en tydelig kanteffekt i fordelingen mellom disse to typene (Fig. 5). Generelt var det gadd (tørrgran) som dominerte både regnet i volum og i treantall, men nær kant var det læger (vindfall) som dominerte volummessig.

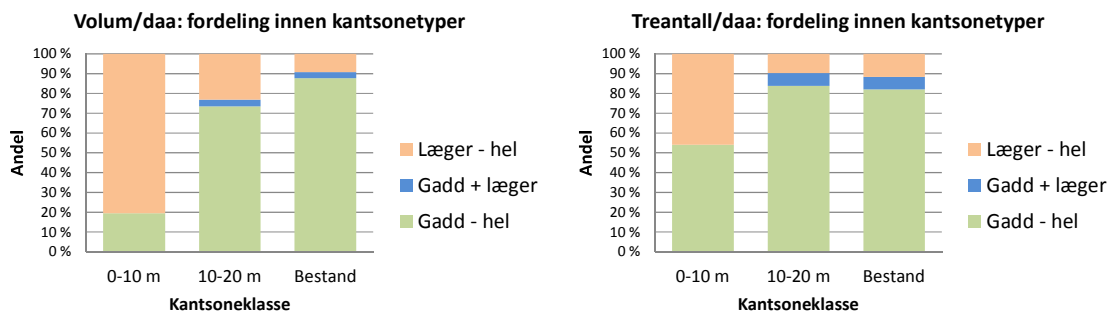


Fig. 5. Avgang av gran i hkl 4-5 – prosentvis fordeling av tilstandsklasser innen kantsonetypene. Vist for volum og treantall per daa. Data fra begge takstomdrevene slått sammen.

Når vi splittet opp avgangen på gadd og læger kommer denne kanteffekten tydeligere fram (Fig. 6). For gadd (tørrgran) var det ingen kanteffekt, verken i volum eller i treantall. Tvert imot var det en svak tendens til lavere avdøing i kant. For vindfall var det imidlertid en sterk kanteffekt (Fig. 7). Dette var særlig tydelig regnet i volum. Vindfall rammet altså primært få og store trær nær bestandskanter, mens avdøing på rot, hvorav nye må antas å være konkurranserelatert, rammet mange og små trær.

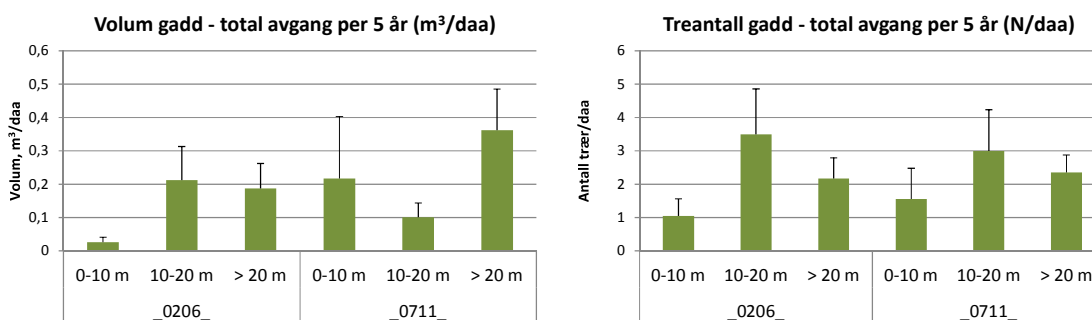


Fig. 6. Avgang av gran som gadd (tørrgran) i hkl 4-5, i volum og treantall per daa. Data fra de 2 takst-omdrevene 2002-06 (_0206_) og 2007-11 (_0711_). Stolpene viser standardfeilen.

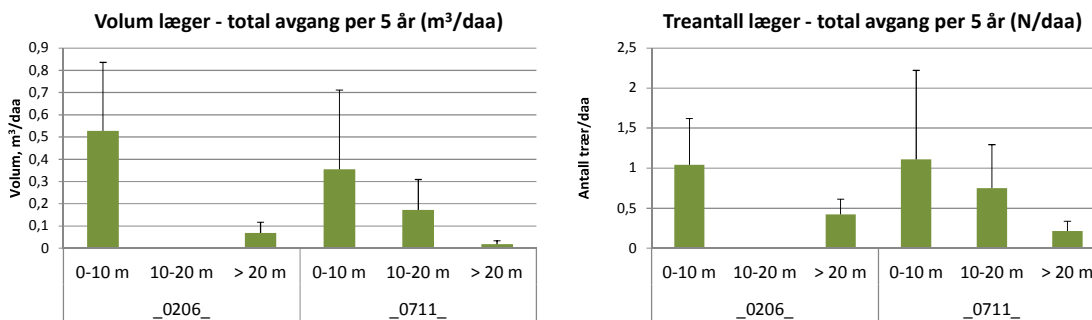


Fig. 7. Avgang av gran som vindfall (læger) i hkl 4-5, i volum og treantall per daa. Data fra de 2 takst-omdrevene 2002-06 (_0206_) og 2007-11 (_0711_). Stolpene viser standardfeilen.

3.2. Flybilde-tolkning

Totalt ble det funnet 321 tørrgraner i de 305 feltene lagt på flybildene fra 2011. Det gav et gjennomsnitt på 1,1 tørrgran per felt. Antall tørrgran var skjevt fordelt, slik at to tredjedeler av feltene ikke hadde noen tørrgraner. Det høyeste antallet på ett og samme felt var 20. Dette var et felt (nr 45) i Holmsida som lå på en skogtange ut i ei snauflate.

Tabell 5. Antall tørrgran per felt fordelt på område og kategori.

Område	Eldre granskog	Yngre granskog	Snauflate / forynget	Annen skog	Sum
Gryta	80	4	1		85
Holmsida	99		8	4	111
Ospeskog	85	1	3	4	93
Øyungen	26	0	6		32
SUM	290	5	18	8	321

Figurene 8 - 11 gir en oversikt over hvordan antall tørrgran på feltene fordelte seg over områdene.

Vi gjør lengre ned en korleksjon av dataene for å få fram kanteffekten. Uten denne korleksjonen virker det som at forekomsten av tørrgran i stor grad opptrådte tilfeldig i forhold til avstand til snauflater. Felt med tørrgran forekom både i flatekanter og langt fra kant inne i store bestand. Det samme var tilfellet med felt helt uten tørrgran. Denne tilsynelatende tilfeldige fordelingen var særlig tydelig for tilstanden i 2011, som er vist i de venstre bildene. Og det var særlig tydelig for Gryta og Ospeskog, som hadde få og store snauflater. For de to andre områdene, Holmsida og Øyungen, som var dominert av små snauflater, var det en tendens til at felt med mye tørrgran i 2011 lå i nærheten av snauflater. I Holmsida ser vi at felt med mer enn 1 tørrgran forekom hyppigst i midtre og øvre del av bildet, hvor det var mange små snauflater i nærheten. Når det gjelder endringene (høyre bilder), så var det en noe klarere tendens til at antall tørrgran økte mest på felt nær snauflater. Dette var tilfellet for alle områdene.

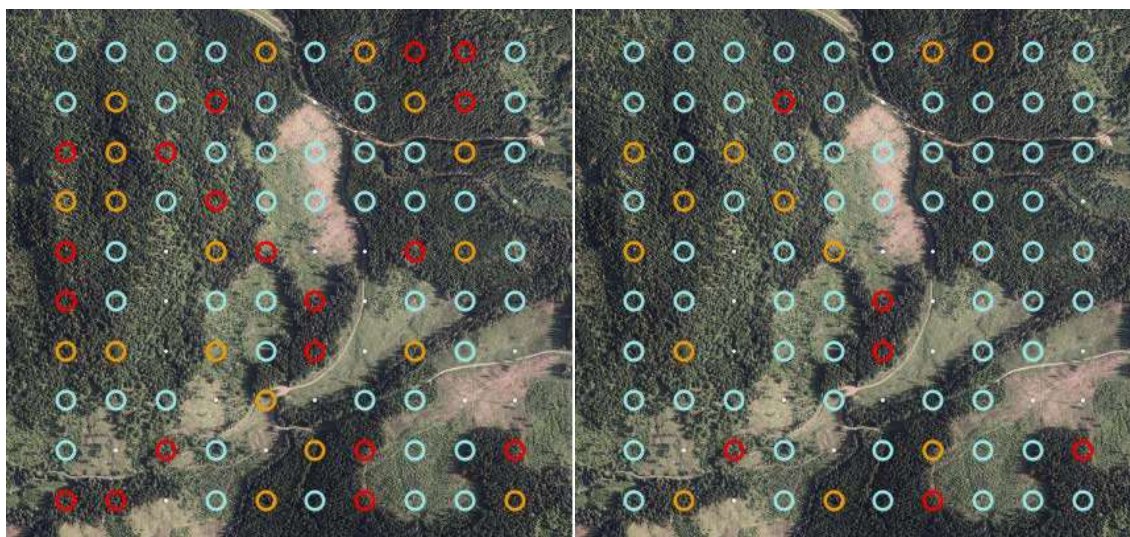


Fig. 8. Resultater av flybilderegistreringene for Gryta. Antall tørrgran per felt i 2011 (venstre): Blå = 0, oransje = 1, og rød > 1. Økning i antall tørrgran 2010-2011 (høyre): blå < 0,5, oransje = 1, og rød > 1.

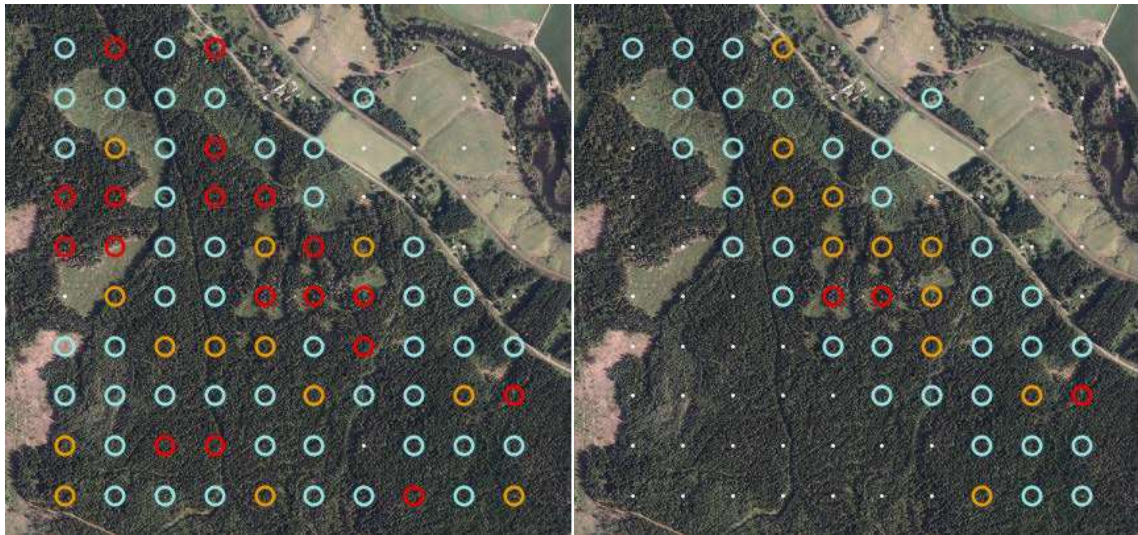


Fig. 9. Resultater av flybilderegistreringene for Holmsida. Mange av feltene hadde ikke flybildedekning i 2006 og mangler derfor endringsdata. Tegnforklaring, se Fig. 8.

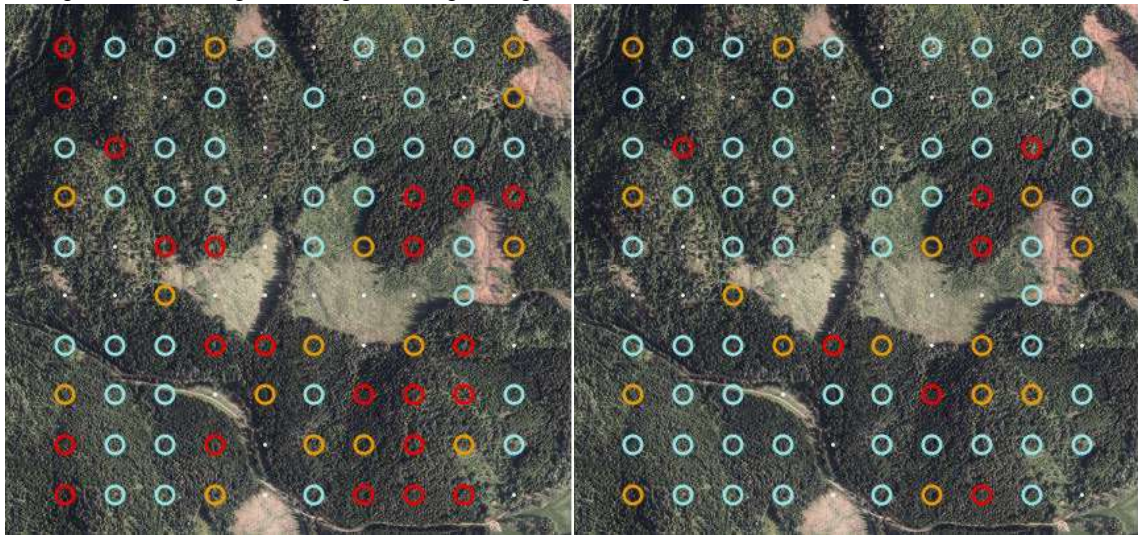


Fig. 10. Resultater av flybilderegistreringene for Ospeskog. Tegnforklaring, se Fig. 8

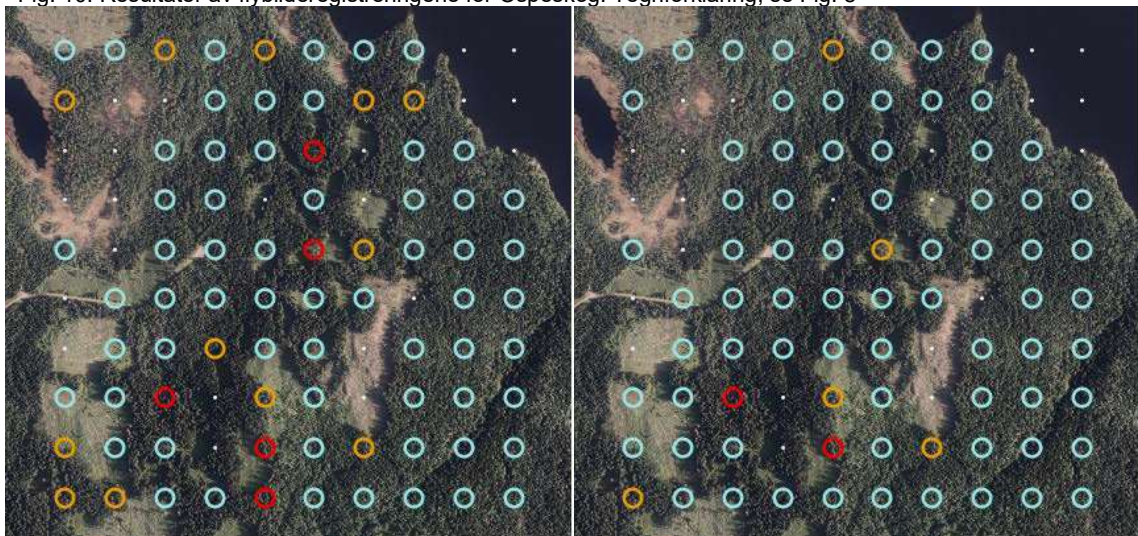


Fig. 11. Resultater av flybilderegistreringene for Øyungen. Tegnforklaring, se Fig. 8.

3.2.1. SAMMENHENG MELLOM ANTALL TØRRGRAN OG AVSTAND TIL KANT

I beregningene nedenfor har vi korrigert for hvor stor andel av feltet som var eldre granskog. Vi dividerte antall tørrgran per felt med arealet av feltet som var i eldre granskog, og dette gav et gjennomsnitt på 1,5 tørrgraner per daa (Tabell 6). Den årlige økningen var så mye som en tredel av dette (0,5), noe som indikerer at tørrgranene i hovedsak hadde tørket i de seinere år. Mange av feltene som lå i kant var bare delvis eldre granskog og hensikten med korreksjonen var å gi et riktigere bilde av kant-effekten.

Tabell 6. Gjennomsnittlig antall tørrgran, og årlig økning, per daa eldre granskog fordelt på område

Område	Antall 2011	Årlig økning
Gryta	1,5	0,6
Holmsida	2,3	0,5
Ospeskog	1,4	0,6
Øyungen	0,8	0,4
Totalt	1,5	0,5

Antall tørrgran avtok med avstand til kant (Fig. 12). Særlig var det feltene som hadde senter nært kant (nærmere enn 5 m) som hadde høyere antall tørrgran per daa. Gjennomsnittet for disse var 4,3 tørrgraner per daa, altså nesten 3 ganger høyere enn gjennomsnittet på 1,5. For avstandene 10 - 40 m var antall tørrgran per daa lavere (omkring 2), mens det lenger unna var enda lavere. Feltene var 17,8 m i radius, dvs 36 m i diameter, så feltene med avstand 10-40 m er hovedsakelig felt som er i berøring med kant, mens de lenger unna ikke var i berøring med kant.

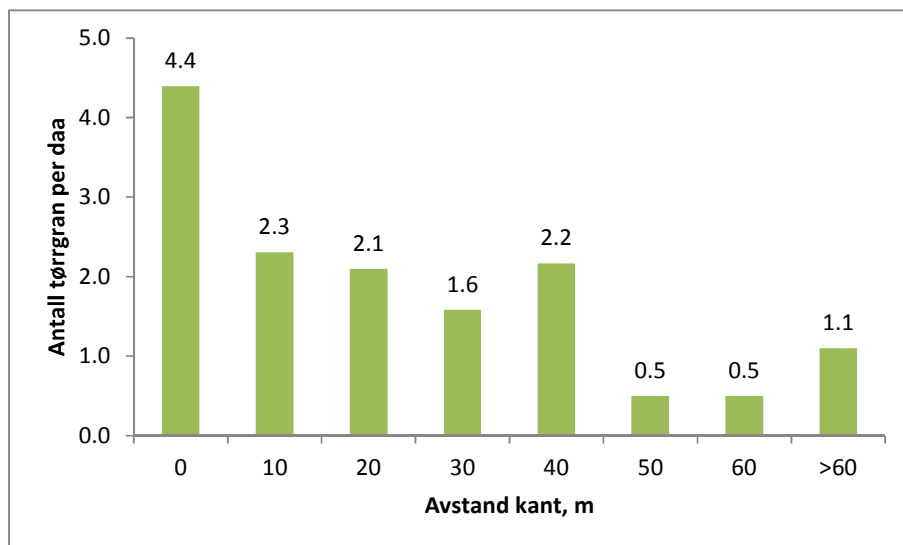


Fig. 12. Gjennomsnittlig antall tørrgran per daa plottet mot avstand til ny kant (kant yngre enn 15 år).

Vi tilpasset en lineær sammenheng til observasjonene i en regresjonsanalyse. Denne viste at sammenhengen var svak, men statistisk sikker på 1% nivå. Det betyr at med den tilfeldige variasjonen som var til stede i datasettet, så er sannsynligheten for at en slik sammenheng kunne oppstå som en tilfeldighet lavere enn 1%. Med 'svak' sammenheng mener vi her dels at forklaringsgraden var lav ($R^2=4\%$), og dels at modellen estimerte at antall tørrgran kun avtok med 0,017 per m. Dette tilsvarer at det er litt i underkant av 2 flere tørrgraner i kant enn 100 m unna en kant ($0.017 * 100 = 1,7$).

Økningen i antall tørrgran var også størst nær kant, og avtok så med økende avstand (Fig. 13). For de feltene som hadde senter nærmere kant enn 5 m var økningen 1,4 %, altså nesten 3 ganger høyere enn gjennomsnittet på 0,5. De feltene som hadde avstand 10m til 40m hadde en økning på 0,4, og det samme var tilfellet med felt som lå lenger unna kant.

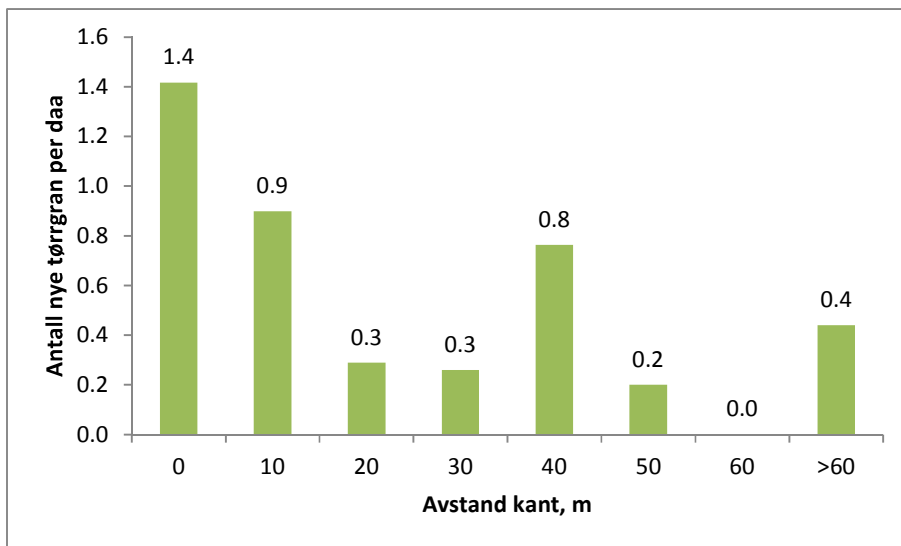


Fig. 13. Gjennomsnittlig økning i antall tørrgran per daa plottet mot avstand til ny kant (kant yngre enn 15 år).

En lineær regresjonsanalyse viste en tendens i samme retning som for tilstand i 2011. Resultatet var at økningen avtok med 0,004 per m. Dette betyr at antallet årlig økte med 0,4 flere nye tørrgraner per dekar i kant enn 100 m unna en kant. Sammenhengen var statistisk sikker på 8,5 % nivå, dvs at det var 8,5 % sannsynlighet for at en slik sammenheng kun var et utslag av tilfeldigheter. Forklaringsgraden til denne modellen var svak ($R^2=0,01$). En grunn til disse svake sammenhengene kan være at regresjonsanalysen ikke var helt velegnet for dette datasettet. For det første var sammenhengen ikke lineær, men tenderte i mot en krumlinjet sammenheng. For det andre var dataene skjevt fordelt, hvor en majoritet av feltene ikke hadde noen økning i det hele tatt.

3.2.2. VIDERE UTVIKLINGEN PÅ FELTENE:

I alle de 4 områdene ble det utført hogst etter flybildeopptakene i 2011, dvs. i perioden 2011-2012 (Fig. 14). Disse hogstene foregikk i nærheten av eksisterende snauflater. I Holmsida er det tydelig at et område midt i bildet hvor det ble hogd småflater i 2006 nå ble snauhogd og endte opp i en stor snauflate. De små flatene fikk altså bare en varighet på 5 år. I Øyungen var det også hogd mange småflater tidligere. Også her har hogsten siste år ført til at småflater har grodd sammen til større flater, men samtidig er også nye småflater lagt ut. I de to siste områdene, Gryta og Ospeskog, var hogstflatene i utgangspunktet større. Her har hogstene vært lagt til flatekant og utvidet eller slått sammen disse.



Fig. 14. Nye hogster 2011-2012 vist som hvit skravur på flybildene fra 2011. Gryta (øverst, venstre), Holmsida (øverst, høyre), Ospeskog (nederst, venstre), og Øyungen (nederst, høyre).

3.3. Effekten av flatestørrelse på kantlengde

Lengden av flatekant øker med kvadratroten av økningen i flatestørrelse. Dersom man 4-dobler maksimal flatestørrelse så halverer man kantlengden. Dette illustreres med et regneeksempel for hogst av 120 daa. Lager man flatene sirkulære og 30 daa store, får man 4 flater med en total kantlengde på 2,4 km:

$$K_{30} = 4 * 2 * \pi * r = 4 * 2 * \pi * 97\text{m} = 2,4 \text{ km}$$

Til sammenlikning ville en stor flate på 120 daa ha en kantlengde på halvparten av dette:

$$K_{120} = 2 * \pi * 195\text{m} = 1,2 \text{ km}$$

Dersom man fordeler de 120 daa på 40 småflater a 3 daa blir kantlengden omtrent 3 ganger så stor:

$$K_3 = 40 * 2 * \pi * 30\text{m} = 7,5 \text{ km}$$

I Holmsida og Ospeskog var det enda mindre småflater, med størrelse helt ned i 0,5 daa. Dersom man skulle legge ut så små flater (240 stk) så ville kantlengden bli svært stor:

$$K_{0,5} = 240 * 2 * \pi * 13m = 19 \text{ km}$$

Resultatene blir tilsvarende om man regner kvadratiske flater i stedet for sirkulære.

4. DISKUSJON

Avgangen av gran i hogstklasse 4 og 5 i Oslo og Akershus har ikke vært høyere enn det som kan anses som normalt, dvs omkring 0,5% av treantallet per år. Øyen (2000) beregnet avgangen i granskog til å være det samme basert på et stort datasett, 42000 trær fordelt på 6600 tilvekstperioder. Avgangen er også i samme størrelsesorden som i Overvåkingsprogram for skogskader i Norge. I 2011 var det totale omfanget av abiotiske skader på gran, i hovedsak snø og vindskader, på Landsskogtakseringens flater 1,7%, og det har ligget på det samme nivået gjennom mange år. (Andreassen et al. 2012). Det er ventet at klimatiske skader på gran i lavlandet på Østlandet kan øke med klimaendringer (Solberg & Dalen, 2007), og det er viktig å følge med på slike skader for å eventuelt gjøre tilpasninger i skogbehandlingen. Risikoen for vind- og barbilleskader ventes å øke fordi det blir mindre tele og mer våt jord etter nedbør i form av regn vinterstid (Kamimura et al. 2012), og fordi høyere temperatur vil gi flere barkbillegenerasjoner per sommer (Lange et al. 2009).

Samlet sett viste resultatene økende omfang av tørrgran og vindfall nær kant, særlig for avstander opp til 10 m fra kant. I Landsskogtakseringens data gjaldt dette kun for vindfall, hvor det var omkring 3 ganger flere vindfall så nær kant enn lenger unna. Det var særlig store trær i kantene som var utsatt. Disse beregningene gjaldt kanter generelt, dvs både nye hogstkanter og gamle, stabile kanter mot myr og vann. Det viste seg å være umulig å kartlegge vindfall i flybildene. Resultatene samsvarer med teori og resultater fra andre studier. Det er velkjent at nye hogstkanter er utsatt for vindfall, på samme måte som for seine tynninger i granskog. For å redusere risikoen for vindskader etter hogst er det viktig å legge nye kanter i deler av bestandet der enkelttre-stabiliteten er høy, og der landskapet og vindklimaet tilsier lavere risiko. Dette er hovedpoenget i den svenske WINDA-modellen som er utviklet for hogstplanlegging med fokus på stormskader (Blennow & Gardiner 2009). Men kanter vil uansett være utsatt for vindskader. Den såkalte enkelttre-stabiliteten er generelt lav hos gran som har stått i tette bestand, fordi rotviklingen blir begrenset og forankringen blir svak. Den såkalte sosiale stabiliteten, - at trærne støtter hverandre og at kronetaket er tett for å unngå turbulens – faller i stor grad bort etter hogst (Nielsen 2001).

Resultatene var ikke helt konsistente når det gjaldt kanteffekt på mengde tørrgran. I Landsskogtakseringens data var det ingen slik effekt, mens det i flybildene fra de 4 utvalgte områdene i Nordmarka var en klar effekt. Forskjellene mellom de to datasettene kan skyldes at Nordmarka har mer tørkeutsatt geologi enn Oslo og Akershus ellers. Omfanget av barbilleangrep under epidemien på 1970-tallet var generelt høyere i Oslo-feltet med dets permiske, oppsprukne og veldrenerte bergarter enn i områdene med prekambrisk grunnfjell (Worrel 1983). Men forskjellen kan også skyldes at vi i flybilderegistreringene kun så på nye kanter, dvs kanter som var yngre enn 15 år, mens Landsskogtakseringens data var beregnet for kanter av alle aldre og også inkluderte kanter mot andre areal typer enn yngre skog. I flybildetolkningen er det rimelig å anta et vi fanget opp de fleste store, stående, døde trær selv om de har vært døde i mange år, mens vi i analysene av data fra Landsskogtakseringen kun så på avgangen i femårsperioder. For å utelukke at forklaringen kan ligge i denne ulike tilnærmingen sjekket vi også om dataene fra Landsskogtakseringen ville vise et annet mønster ved å ta høyde for gadd som hadde vært døde i tidligere takstomdrev men som fremdeles var stående. Den forholdsvis mengden tørre stående trær på arealet nær kant og lengre unna kant ble imidlertid ikke vesentlig annerledes ved inkludere disse, selv om den totale mengden stående tørre trær naturlig nok økte en del.

Kanteffekten i flybilledataene var til stede både for tilstand og for endring over tid, og statistiske tester viste at det var liten sannsynlighet for at denne effekten skyldtes tilfeldigheter i datasettet. Det var omkring 3 ganger flere tørrgraner per daa nærmere kant enn 10 m, sammenliknet med lenger unna. Det var en tilsvarende forskjell også for økningen i antall tørrgran over tid. Dette tilsier en ganske sterk effekt. Likevel var det en betydelig grad av tilfeldighet i hvordan mengden tørrgran varierte over områdene. Det betyr at store deler av nye kanter var helt uten tørrgran, samtidig som det kunne være grupper av tørrgran langt fra kant inne i bestand. Det er altså andre, viktige og til dels ukjente faktorer som i stor grad styrer mengden tørrgran.

Resultatene gir ikke noe sikkert grunnlag for å fastsette en anbefalt minstebredde på gjenstående gammelskog som remser mellom snauflater. Men resultatene indikerer at dette kan være omkring 40 m. Med 40 m bredde så vil man fortsatt ha en 20 m bred remse igjen selv om de mest utsatte 10 m på begge sider skulle blåse ned eller tørke ut. Dette er i samme størrelsesorden som anbefalt bredde på gode bestandskanter for å forebygge vindskader, nemlig 1-2 trelengder (Nielsen 2001). Men vi vil understreke at nødvendig minstebredde vil avhenge sterkt av skogens stabilitet i disse remsene, og da mener vi stabilitet både mot vind og barkbilleangrep. Som kjent er gran med lang krone stabil både mot vind og barkbiller. Den lange krona viser at treet har hatt god plass, noe som har muliggjort et stort og godt forankret rotsystem, samtidig som slike trær har større ressurser til forsvar mot barkbiller. Slike trær i glissen trestilling vil også bremse vinden gradvis opp innover fra kanten og motvirke turbulens og vindfall av den grunn. En rekke andre forhold, som topografi, jordbunnsforhold og forekomst av rotråte, vil også påvirke stabiliteten.

Samlet sett tyder resultatene på at alternative hogstformer, som småflatehogst, øker risikoen for vindfall og tørkeskader, fordi mengden kant øker og fordi det er økt risiko for slike skader nær kant. Det er særlig ved hogst av småflater ned mot 1 daa eller mindre at mengden kant blir stor.

5. KONKLUSJON

Mengden av vindfall og tørrgran i Oslo og Akershus var ikke uvanlig høy i forhold til det som må ansees normalt for granskog, og den var stabil. Mengden av vindfall og tørrgran var høyere nær kanter, særlig nye kanter, men samtidig var forekomsten av slike skader i stor grad tilfeldig og uavhengig av nærhet til kant. Hogst av småflater vil øke mengden av kant og dermed mengden av skader.

Etterord

Vi vil takke FMLA Oslo /Akershus for oppdraget, og tekniker Hans Nyeggen for samvittighetsfullt arbeid med flybilde-registreringene.

LITTERATUR

- Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Solheim, H. & Aas, W., 2012. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2011. Rapport fra Skog og landskap, 18/12: IV, 1-24.
- Blennow, K. and Gardiner, B., 2009. The WINDA-GALES wind damage risk planning tool. Proc. 2nd Int. Conf. Wind Effects on Trees, Albert-Ludwigs-Univ., Germany, 13-16 Oct. 2009, Ber. Meteorologischen Inst. Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg, pp 109-112. Ext. abstract.
- Kamimura, K., Kitagawa, K., Saito, S. & Mizunaga, H. 2012. Root anchorage of hinoki *Chamaecyparis obtuse* (Sieb. Et Zucc.) Endl.) under the combined loading of wind and rapidly supplied water on soil: analyses based on tree-pulling experiments. Eur J Forest Res (2012) 131:219–227.
- Landsskogtakseringen 2010. Landsskogtakseringens feltinstruks 2010. Håndbok fra Skog og landskap 01/2010. 113 s. + vedlegg.
- Lange, H., Økland, B., Krokene, P. 2009. To be or twice to be? The life cycle development of the spruce bark beetle under climate change. In: Minai, A.A., Braha, D. & Bar-Yam (eds.): Unifying themes in complex systems, pp. 251-258. Proceedings of the 6th International Conference on Complex Systems. Springer Verlag. ISBN 978-3-540-85080-9.
- Markaforskriften: <http://www.lovdata.no/for/lf/jb/xb-19930402-0268.html>
- Nielsen, C.N, 2001. De danske skoves fremtid. Veiledning i styrkelse af stormfasthed. Stormstabilitet og nataurnær skovdrift. Dansk Skovbruks Tidsskrift, 4/01: 216-263.
- Worrell R. 1983. Damage by the spruce bark beetle in south Norway 1970-80: a survey, and factors affecting its occurrence. Medd. Nor. Inst. Skogforsk. 38:1-34
- Øyen, B.-H.. 2000. naturlig avgang i gran- og furuskog. Rapport fra skogforskningen, 3/00: 1-24.