



Vindfällning i naturliga och skapade bryn och kanter

Examensarbete 20p D
Jägmästarprogrammet med skogsskötselinriktning

Per Wåhlin

Handledare: Ulf Johansson, Per-Magnus Ekö

Examinator: Pelle Gemmel

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 77

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp augusti 2006

Förord

Detta examensarbete omfattar 20 poäng, och avslutar jägmästarutbildningen. Arbetet är utfört på uppdrag av Föreningen Skogen och utfört vid Sydsvensk Skogsvetenskap i Alnarp. Handledare för arbetet har varit Ulf Johansson på Tönnersjöhedens försökspark samt Per-Magnus Ekö vid Sydsvensk skogsvetenskap.

Författaren vill ta tillfället i akt att tacka sina Handledare för all hjälp och alla konstruktiva synpunkter under arbetets gång. Ett stort tack riktas också till alla som varit behjälpliga med att svara på frågor och på annat sätt hjälpt till med arbetet.

Uppsala 13/7-06

Per Wåhlin

Sammanfattning

Syftet med detta arbete var att ta reda på om det finns en kantzonseffekt längs en exponerad och en läad beståndskant samt vilka parametrar som styr skadefrekvensen för olika trädslag och beståndstyper.

För att samla in ett stort datamaterial förlades inventeringen till Harsprångs-kraftledningsgatan som sträcker sig i ungefärlig nord-sydlig riktning. Gatan är i genomsnitt 120meter bred och har exponerade kanter för samtliga studerade beståndstyper. Inventeringarna uppdelades på tre separata linjer för den exponerade kanten, och tre för den läade kanten för att få en referens. Linjerna var ungefär tio kilometer vardera. Totalt så omfattar arbetet 948 ytor längs den exponerade linjen och 721 längs den läade linjen.

Parametrar som uppskattades var främst skadeomfattning för kantzon och för det innanförliggande beståndet in till 100meter från ledningsgatan. Trädslagsblandning, markfuktighetsklass, jordart, topografi, buskskikt, skiktning, beståndshöjd, beståndshöjd på motstående sida av ledningsgatan, samt subjektiv bedömning av exposition var andra parametrarna som inventerades/bedömdes.

I primärbearbetningen särskiljdes bestånden i sex stycken trädslagsklasser (gran, tall, barr, bland, löv, ädellöv). Beräkningar gjordes på medelstormfällning, avstånd ifrån kant in till var stormskadorna började och en fördelning på höjdklasser för varje trädslag.

Vid analysförfarandet så användes korstabulering för följande parametrar: *Skiktningpåverkan, topografi, fuktighetsklass, buskskikt och markslag.*

Resultaten på visar tydligt en kantzonseffekt som innebär att kantzonen nästan uteslutande klarar sig bättre gentemot stormskador jämfört med det övriga beståndet. En kantzonseffekt påvisades även för de läade linjerna.

Det föreligger en tydlig skillnad mellan olika trädslag och risken för stormskador i både kantzoner och innanförliggande bestånd. Det trädslag som drabbades värst var gran följt av barrbland, tall, bland, löv samt ädellöv.

Bland övriga studerade parametrar var beståndshöjden den faktor som förutom trädslag hade störst betydelse för skaderisken. Med ökad beståndshöjd stiger risken markant för att beståndet ska drabbas av stormskador i både kantzonen och det innanförliggande beståndet.

Det fanns en tydlig skillnad mellan den exponerade och den läade linjen i fråga om bredden på den opåverkade kanten. Den exponerade linjen hade en genomsnittlig kantzon på 17,3 m medan den läade endast var 7,4 m bred.

Abstract

The aim of this work was to study if the edge of the forest is more resistant to heavy winds than the trees located further in from the edge, and how this edge effect changes between different types of tree species and site types.

The data was collected from an electric power line going from the north to the south of Sweden. The mean value of the clearcutted area around the power line was 120 meters. The main direction of the storm in January 2005 was west-southwest and thus the power line was a perfect place for gathering a large data set.

The main parameter studied was the damage frequency at the edge of the forest compared to the trees located further in from the edge (up to 100 m from the power line). Tree species mixture, soil moisture class, soil type, topography, stand height, stand height of the stand on the other side of the power line and wind exposition was estimated.

The results showed a distinct edge effect. The edge of the forest had clearly lower damage frequency for all tree species.

A marked difference was observed between tree species and damage frequency. The spruce stands was most severely damaged followed by pine stands, mixed spruce and pine stands, broadleaved stands and noble broadleaved stands.

Among other parameters studied, the height of the trees was found to be very important for the damage frequency. Higher trees were more severely damaged by heavy winds, both at the edge and at the inner zone of the forest.

Key words: edge effect, electric power line, tree species, wind damage.

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
2. Material och metoder	10
2.1 Inventeringens uppläggnig	10
2.2 Inventeringsmetodik	11
2.3 Primärbearbetning	13
2.4 Analysförfarande	14
3. Resultat	15
3.1 Kanteffekt och trädslag	15
3.2 Avstånd från kant till stormfällt område	16
3.3 Beståndshöjd och ståndortsegenskaper	17
3.4 Kraftigt stormskadade jämfört med oskadade granbestånd, med medelhöjd över 20m.	23
4. Diskussion	25
4.1 Orkanen Gudrun	25
4.2 Trädslagsfördelning	25
4.3 Avstånd från kant till stormfällda områden	26
4.4 Beståndshöjd och ståndortsegenskaper	26
4.5 Kraftigt stormskadade jämfört med oskadade granbestånd, med medelhöjd över 20m.	28
4.6 Metoddiskussion	29
4.7 Inventeringen	29
5. Slutsatser	30
6. Referenser	31
7. Bilagor	32
7.1 Variablerdefinitioner enligt Riksskogstaxeringen	32
7.2 Övriga hänsyn tagna under inventeringen	34

1. Inledning

Ett naturligt skogsbryn som under lång tid härdats mot vind antas ofta ha en god vindstabilitet. I synnerhet tror man att detta gäller för trädslagsblandade bryn, ofta med högre eller lägre inslag av lövträd. En vanlig skogsskötselrekommendation har därför sedan lång tid tillbaka varit att vid beståndsanläggning, röjning och gallring gynna lövträdsinslag i bryn och beståndskanter. Det finns emellertid även exempel på god vindstabilitet i trädslagsrena bryn och kanter. Ett bryns grad av vindstabilitet kan förutom trädslagssammansättningen antas variera med en mängd andra faktorer såsom exposition, terrängformationer, markförhållanden, tidpunkt för utförda åtgärder, mm. En vanlig observation efter januaristormen 2005 är att många beståndskanter ofta står kvar relativt oskadade, medan innanförliggande bestånd är svårt skadat. Liknande observationer har gjorts vid tidigare stormar, t ex efter stormarna 1969 och 1999. Även vid mycket omfattande vindfällning är det vanligt att beståndskanterna står kvar.

Vindskador på skog yttrar sig i regel genom rotvältning av träden. Detta har lett till att man ofta sökt förklaringen till skadornas fördelning och omfattning i skiftande markförhållanden. Många studier på detta har genomförts, främst i England och Tyskland, och undersökningarna har visat på att vindskadorna i regel ökar med minskande kornstorlek hos jorden och med ökande markfuktighet. Orsakerna till detta kan sökas i dels hur markegenskaper inverkar på trädens rotutveckling, dels hur olika jordarters egenskaper varierar under skiftande fuktighetsförhållanden (Persson 1975).

De finkorniga jordarna, som är ofta förekommande i södra Sverige innebär att mindre svackor och dalar samlar på sig vatten från olika markskikt och marken blir vattenmättad. Detta i sin tur medför att träden utvecklar mindre stabila och ytliga rotsystem, som dessutom oftare skadas vid uttransport av virke eftersom transport sker med fördel i låga terrängpartier. Korskador kan i sin tur ge upphov till att rotröta sprider sig och i sin tur ytterligare försämrar trädens stabilitet och stormfasthet. Undersökningar gjorda efter stormen i februari 1981 visar att av de stormfällda granarna var 61 % mer eller mindre drabbade av röta (Eriksson 1981).

En av de största svårigheterna vid studier av stormskador är att separera vindfällningseffekter av de ovan nämnda markförhållanden från inverkan av topografen. Graden av vindpåverkan varierar starkt med topografen och är störst på högt liggande terrängavsnitt. Även markegenskaperna varierar mellan högt och lågt belägna terrängavsnitt. Detta gör att båda dessa aspekter bör beaktas för att resultaten av studier rörande stormskador inte skall bli missvisande. Den totala nederbörden och dess fördelning under året samt tjälbildning, bidrar också tillsammans med topografen till en varierande stormfällningsrisk.

I många undersökningar av stormskador behandlas trädslagens betydelse för skadornas omfattning. Man har publicerat listor med olika trädslag rangordnade efter stormskaderisk, exempelvis Möller 1965, Touliatos 1971. Tillförlitligheten hos dessa listor bör dock betraktas med viss försiktighet. Lövträd är i genomsnitt mindre utsatta för vindfällning än barrträd. En av de främsta anledningarna till detta är att träden är avlövide under den mest stormfrekventa årstiden. Vid stormar under sommarhalvåret kan även lövträd drabbas hårt av starka vindstyrkor. Exempel på detta är den stora stormen 1967, som främst drabbade Skåne. Stormen inträffade i september månad före lövträdens bladfällning varvid 20 % av den totala kvantiteten nerfallna träd utgjordes av lövträd, främst bok (Carbonnier 1971). Man bör dock ha i åtanke att bokens medelålder i det drabbade området var hög, vilket bidrog till att en så

stor andel blåste ner. Man kan även nämna att det är svårt att studera trädslagens stormfasthet under jämförbara förhållanden, och att det finns få bra studier av detta.

Att beståndskanterna står kvar relativt intakta medan det bakomliggande beståndet kan vara mycket hårt drabbat av vindfällning gäller för så väl trädslagsrena bestånd, som för bestånd med inslag av andra träslag i bryn och kanter. I många av de beskrivna fallen rör det sig om äldre skog där ingen skoglig åtgärd har utförts på kanterna under lång tid. En del av förklaringen kan vara att träden stått exponerade för kraftiga vindstyrkor under hela sin existens samt att beståndskanterna ofta inte uppmäter samma medelhöjd som resten av beståndet då konkurrensen om ljus i kantzonen inte är lika stort. Belastningen är dock störst på kanträden under kraftiga vindstyrkor, men p.g.a. att träden är vana vid exponeringen har de anpassat stamform och rotsystem för att motstå stora påfrestningar. En annan bidragande orsak till att kanträden står emot vinden är att där är vindhastigheten relativt konstant, medan man i zonen bakom kanträden kan få en starkt varierande vindhastighet, vilken beror på turbulens alstrad vid vindens passage av kanten: Detta sliter hårt i träden som då tenderar att komma i stark gungning, för att till slut gå av eller rotvältras. Mätningar på detta har genomförts i vindtunnlar (Fraser 1964). En ytterligare förklaring som ofta anförs är att beståndskanter är så täta att vinden vid sin passage trycks uppåt och över krontaket för att därefter genom turbulens med full kraft slå ner och vindfäller träden i beståndet bakom brynet (Persson 1975). För att undvika denna effekt borde man vid röjning och tidig gallring glesa ut beståndskanterna så starkt att vinden ”silas” in i kanten och bromsas upp istället för att tryckas upp över kanten. Effekten av sådana åtgärder är dock inte fastställda.

Beståndets utformning har sannolikt en viss inverkan på vindens genomströmning. Man kan tänka sig att stormskaderisken står i relation till tätheten på kantzonen. Efter en gallring ökas omedelbart vindbelastningen på kvarstående träd, eftersom det är färre träd som ska dela på vindens kraft. Dessutom minskar dämpningen orsakad av kronkollisioner i och med att träden då står längre ifrån varandra. Genom gallring skapas också små luckor i beståndet vilket ger angreppspunkter för vinden. Som en konsekvens ökar risken för skador. Ju större gallringsuttag man gör, desto mer accentuerade blir effekterna och desto större blir också risken för skador. Rent teoretiskt borde man därför förvänta sig mer skador ju hårdare man gallrar (Valinger & Lundqvist 1995). Detta har bekräftats av flera studier (Persson 1972, 1975), men det finns även studier där gallringsstyrkan inte alls visat sig påverka skadenivåerna (Valinger 1994). Tidigare studier visar också att skaderisken är störst i nygallrade bestånd och att vindstabiliteten ökar med tiden efter gallring (Persson 1975).

För att uppnå den nya skogsvårdslagens krav vad gäller produktions- och miljömål, håller dagens skogsbruk på att förändra mycket av de avverkningsrutiner som tillämpats sedan 1950-talet. I takt med denna anpassning kommer många bestånd att omvandlas från likåldriga, enskiktade monokulturer till mera olikåldriga, flerskiktade blandskogar. Hur dessa skogar kommer att stå emot skador orsakade av vind vet vi idag väldigt lite om, liksom hur de skall skötas för att bli vindstabila (Valinger & Fridman 1995).

Den storm som drabbade stora delar av södra Sverige i januari 2005, var en av de värsta i mannaminne. Skog för miljardbelopp föll till följd av vindarna som på sina håll nådde orkanstyrka. Skog motsvarande nästan en hel årsavverkning för hela Sverige föll, vilket innebär runt 70milj. m³sk. Stormen gav också ett unikt tillfälle att närmare studera vindskador på skogsbestånd. Data till denna studie insamlades längs Harsprångskraftledningen där den passerar genom Halland och delar av Skåne. Anledningen till valet att göra en linjeinventering

längs en kraftledningsgata var först och främst att detta gav ett stort material och att det längs gatan fanns en skarp kantzon. Ledningsgatan gav utmärkta förutsättningarna för att kunna jämföra stormfällningens koppling till beståndstyp och olika ståndortsfaktorer.

Målet med denna studie var att fastlägga om det finns en kantzonseffekt och att i så fall beskriva denna. Vidare var målet att studera hur olika typer av kantzoner skyddar det bakomliggande beståndet.

2. Material och metoder

2.1 Inventeringens uppläggning

Inventeringarna var lokaliserade till de stormdrabbade delarna av södra Halland och norra Skåne. Mätningar och observationer utfördes genom en linjeinventering längs Harsprångskraftledningen (högspänningsledning som löper ifrån kraftverket Harsprånget vid Porjus i Norrbotten ner till Skåne). Genom sin nästan nord-sydliga sträckning lämpade sig denna ledningsgata väl för studien, eftersom en så stor variation i bestånd och ståndortförhållanden eftersträvades samtidigt som gatan varit fullt exponerad för den förhärskande västliga vindriktningen under stormen. Vinden fick mer eller mindre fritt spelrum eftersom bredden på gatan är minst 120 meter. Det huvudsakliga intresset riktades mot den östra, exponerade sidan av ledningsgatan eftersom denna utgjorde frontlinje mot vindriktningen. Även en referenslinje lades ut, här kallad läad linje. Ett alternativ hade varit att lägga ut denna långt från den exponerade, inne i obruten skog, men eftersom detta var omöjligt att genomföra inom arbetets ram, lades den i stället ut på den motsatta sidan (västra) av kraftledningsgatan. För den läade linjen observerades endast barrdominerade bestånd vid inventeringen (se definition Bilaga 1).

För att täcka så varierande beståndstyper och vindförhållanden som möjligt inom ramen för arbetet, studerades tre avsnitt av kraftledningsgatan (Figur 1, Tabell 1). Den första löper ifrån väg 150 (Falkenberg-Torup i Halland) ner till Nissastigen. Vid denna linje har stormens centrum passerat och där förväntades de värsta stormskadorna. Den andra linjen går ifrån Tönnersjöhedens försökspark och sträcker sig någon mil söderut i Halland. Vid denna linje har det stormat rejält, dock inte lika hårt som vid den första linjen. Den sista linjen går från nordsidan av Hallandsåsen och ner i Skåne. Här förväntades minst påverkan av stormen. Linjerna var ungefär lika långa, cirka en mil vardera.



Figur 1. Sträckning på tre separata inventeringslinjerna längs kraftledningsgatan

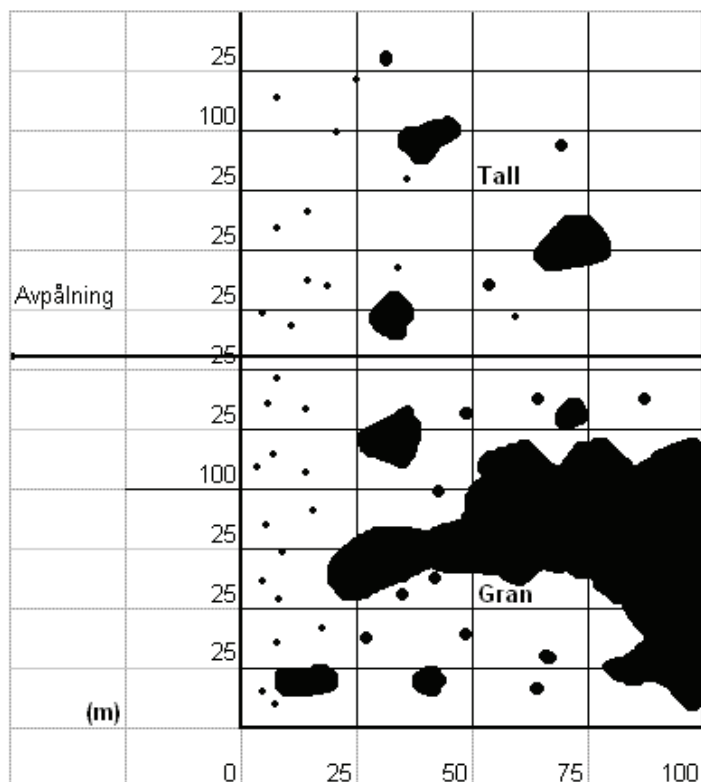
Tabell 1. Antal ytor och linjelängd fördelade på tre separata inventeringslinjer (längd avser undersökt linje).

	Exponerad linje (Antal ytor)	Läad linje (Antal ytor)	Längd (Km)
Linje 1	356	291	9,0
Linje 2	332	283	8,3
Linje 3	260	147	6,5
Totalt	948	721	23,8

2.2 Inventeringsmetodik

Längden längs kraftledningsgatan stegades vid beståndskanten, och avstämades med GPS mätningar. Vid var 25:e meter gjordes en avpålning (benämns i forsättningen ”25 meters ytor”). Här beskrevs beståndets utseende in till 100 meter ifrån kanten. Eventuell stormfällning inritades på karta så att kantzonens förändring och stormfällningens omfattning lätt och överskådligt kunde utläsas (Figur 2).

Vid var 100:e meter gjordes en mera omfattande beskrivning (”100 meters- ytor”). Från beståndskanten slogs en halv cirkelprovyta. Ytans koordinater bestämdes med hjälp av GPS. Antalet träd i det dominerande kronskiktet inom en radie av 5,64 meter räknades. I glesare bestånd användes en större radie (10m). Beståndsmedelhöjd och medeldiameter beräknades utifrån mätningar på för provytorna representativa träd. Övriga parametrar inventerades enligt den följande beskrivningen.”.



Figur 2. Exempel på skiss utförd under inventering av ett granbestånd och ett tallbestånd (Svart = Stormskador). Den genomgående linjen är en avspålning mot nytt bestånd. (Ledningsgatan löper till vänster i kartskissen, längs numreringen).

Bestandsvariabler och variabler som beskriver expositionen.

Beståndshöjd på läsidan av ledningsgatan i relation till den exponerade sidan:

1. Under 25 %
2. Mindre än 75 % men högre än 25 %
3. Mellan 75 % och 100 %
4. Över 100 %.

Beskrivning av stormfällning i kantzonen:

1. Ingen stormfällning
2. Enstaka
3. Strödd
4. Luckvis
5. Total

Enstaka stormfällning: två eller flera träd omkullfallna, färre än vid en gallring ($\leq 30\%$). Vid *strödd* vindfällning har det fallit ungefär samma volym som vid en normal gallring väl fördelat över beståndet, beståndet behöver ej nyetableras men den fallna volymen är av den omfattningen att den måste tas till vara. *Luckvis* stormfällning har skapat luckor om minst 10-15 m i radie, nyetablering bör övervägas/är aktuellt. *Total*, få kvarvarande stående träd eller helt kal mark, en nyetablering av beståndet måste göras.

Kantzonen definierades som de tio första meterna från ledningsgatan in i beståndet.

Om ingen stormfällning fanns, räknades de 10 yttersta meterna som kantzon, undantaget om kantzonen skiljde sig markant ifrån det övriga beståndet.

Vindfällningens omfattning bortom kantzonen:

1. Ingen stormfällning
2. Enstaka
3. Stödd
4. Luckvis
5. Total

Buskskikt:

1. Ja
2. Nej

Registreringen gjordes både för beståndet och för den intilliggande kraftledningsgatan. Om det fanns ett buskskikt i ledningsgatan utanför beståndet så antogs detta ha bromsat vinden och därmed minskat risken för stormfällning.

Trädslagsblandning:

Klassindelning för denna parameter gjordes enligt riksskogstaxeringens anvisningar (se definition Bilaga 1).

Särskilda övriga hänsyn som beaktades under inventeringen återges i Bilaga 2.

Ståndortsvariabler

De ståndortsvariabler som registrerades var: *Markslag, Jordart, Topografi och Markfuktighetsklass*. Klassindelning för dessa variabler gjordes enligt riksskogstaxeringens anvisningar (se definition Bilaga 1).

Sluttningsriktning:

1. Motlut
2. Medlut
3. Ingen lutning

Denna variabel noterades endast om stormfällningen hade skett i hög grad och en tydlig lutning kunde urskiljas för hela beståndet, och inte enbart för enstaka ytor.

Allmän beskrivning av exposition:

1. Skyddad
2. Måttligt utsatt
3. Mycket utsatt

2.3 Primärbearbetning

Trädslagsblandning

Samtliga ytor sorterades i klasser efter trädslagsblandning. Ytor där ett trädslag dominerade till minst 7/10 av grundytan, räknades som trädslagsrena. Till dessa hör gran, tall samt ädellövsbestånd. Bestånd utan dominans för ett trädslag klassades som antingen barrbestånd, lövbestånd eller blandbestånd. Om ett bestånd innehöll minst 7/10 barrträd, klassades det som barrbestånd och motsvarande definition användes för lövbestånd. Övriga bestånd där ingen av de ovan nämnda kraven uppfylldes klassades som blandbestånd (Tabell 3).

Tabell 3. Ytornas fördelning på olika beståndstyperna .

Exponerad linje	Antal ytor
Granbestånd	462
Barrbestånd	138
Tallbestånd	127
Blandbestånd	53
Ädellövbestånd	135
Övrigt löv bestånd	33
Läad linje	
Barrbestånd	721
Totalt	1669

Beräkning av medelstormfällning

Medelstormskadeklass för kantzon och övrigt bestånd beräknades för samtliga beståndstyper. Här användes skalan 1-5 (1. Ingen stormfällning, 2. Enstaka, 3. Strödd, 4. Luckvis, 5. Total, se ovan) både för kantzon och för det övriga beståndet.

Beräkning avstånd från kant till stormfällning

Under fältarbetet utfördes ritningar på stormskadorna fördelning i bestånden (Figur 2). Med hjälp av dessa skisser gjordes för varje provyta där stormfällningen var större än Enstaka träd en uppmätning av avståndet ifrån kanten in till där skadorna började (se vidare Bilaga 2).

Beståndshöjd

Samtliga granbestånd sorterades i höjdklasser. Här skiljdes på kantzonen och det övriga beståndet . Indelningen skedde i 5-meters klasser dvs. 0-5m i beståndshöjd, 6-10m, osv.

2.4 Analysförfarande

Skiktningpåverkan, topografi, fuktighetsklass, buskskikt och markslag

För dessa faktorer användes samma analysmetod. Genom kors-tabulering (Pivot) jämfördes faktorernas inverkan på stormfällningen i kantzonen och i det innanföriggande beståndet.

Kraftigt stormskadade jämfört med oskadade granbestånd över 20m höjd.

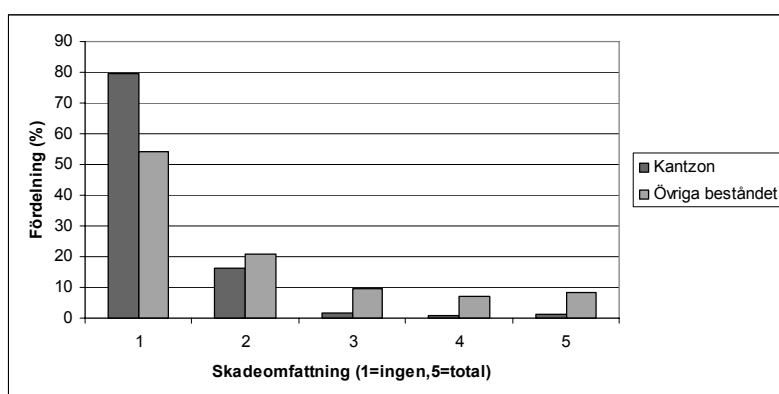
Alla granbestånd med en medelhöjd överstigande tjugo meter sorterades i två klasser: *Oskadade bestånd* resp. *Skadade bestånd*. Här jämfördes olika faktorer de bägge klasserna emellan för att se om det gick att finna ytterligare skillnader som inte framkommit under tidigare analyser.

3. Resultat

3.1 Kanteffekt och trädslag

Exponerad linje

Kantzonen har en större härdighet mot höga vindstyrkor jämfört med den övriga delen av beståndet (från kantzons slut in till 100meter i beståndet, Figur 3.1). Mer än tre fjärdedelar av samtliga ytor i kantzonen var oskadade jämfört med övriga beståndet där ungefär hälften av samtliga ytor var skadade. I skadade kantzoner var frekvensen högst för klassen enstaka träd stormfällna. I de högre skadegraderna 3-5 (3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total), fanns ytterst få kantzonsytor. För övriga beståndet fanns ungefär en fjärdedel av ytorna i klasserna 3-5 vilket innebar en avsevärt högre skadeomfattning.

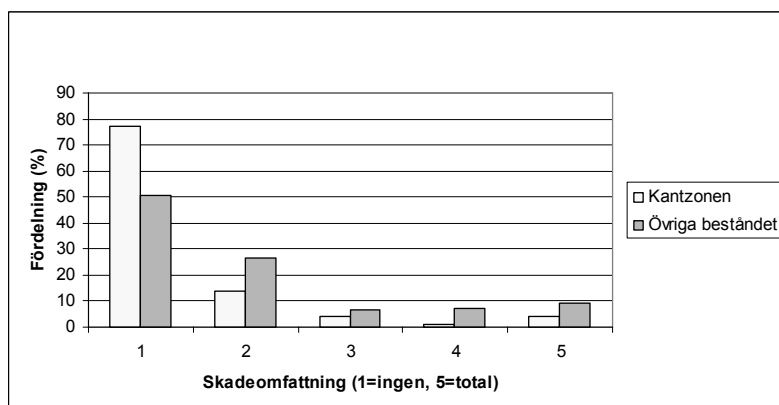


Figur 3.1

Frekvens stormskador (%) i kantzonen och det övriga beståndet upp till 100meter in i beståndet för den exponerade linjen (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

Läad linje

För den läade linjen var det jämfört med den exponerade linjen en liten skillnad i andelen oskadade ytor i kantzonen (Figur 3.2). I skadade bestånd hade däremot den läade linjens kantzoner drabbats hårdare och det var en högre andel ytor i klasserna 3-5 jämfört med den exponerade linjens kantzoner. Den läade linjen hade ungefär 2,5 gånger så hög andel ytor i klasserna 3-5 jämfört med den exponerade linjen.

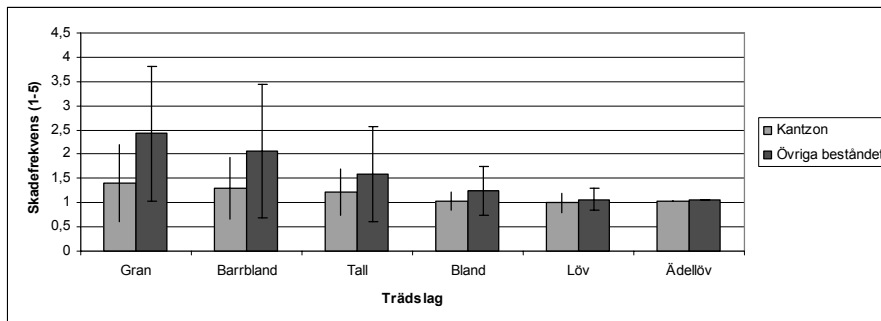


Figur 3.2

Frekvensen stormskador (%) i kantzonen och det övriga beståndet upp till 100meter för den läade linjen (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

Barrbestånd

Granbestånden var värst utsatt för stormskador av trädslagen och beståndstyperna. I granbestånd hade kantzonen en medelstormfällning på mellan oskadat och enstaka vindfällan medan det i övriga beståndet låg mellan enstaka till strödda vindfällan (Figur 4). Näst hårdast drabbade var barrblandbestånden, som hade klarat sig något bättre än granbestånden både i kantzonen och i det övriga beståndet. Många kantzoner i barrblandbestånden var oskadade eller hade endast enstaka vindfällda träd, för övriga beståndet låg nivån något över enstaka stormfällda träd. Tallen klarade sig bäst av barrbestånden. Här var minskningen av skadorna ungefär lika stor som mellan barrblandbestånd och rena granbestånd. Generellt var det en avtagande frekvens av skador med minskande graninslag i bestånden.



Figur 4.

Stormskadefrekvens för olika beståndstyper. Medelvärde för resp. beståndstyp (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total). De lodräta linjerna avser standardavvikelsen.

Lövbestånd

Mellan beståndstyperna blandskog, rena lövbekstånd och ädellövbekstånd var skillnaderna i skadefrekvens sinsemellan mycket små (Figur 4). Samtliga dessa beståndstyper klarade sig nästan helt ifrån skador av stormen. Jämfört med de barrdominerade bestånden förelåg en tydlig skillnad i stormskadebenägenhet.

3.2 Avstånd från kant till stormfällt område

Exponerad linje

För tallbestånden var medelavståndet in till där stormfällningen började oberoende av skadenivån, dvs. för låga skadeklasser började skadorna på ungefär samma avstånd (25m) från kanten på beståndet som för högre skadeklasser. För granbestånd och barrblandbestånd började skadorna ca 15m in i beståndet för ytor med totala skador, i jämförelse med ytor med skadenivåer mellan 2-4 (2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis) där skadorna började drygt 25m in i beståndet (Tabell 4).

Läad linje

Avståndet från kanten in till där stormskadorna började var för barr och granbestånd på den läade linjen i genomsnitt 7,4m vilket motsvarade ungefär hälften av avståndet för den exponerade linjen. Således fanns det en kantzonseffekt på motstående sida av gatan, men den sträckte sig inte lika långt in i beståndet och kantzonen verkade inte vara lika tålig för hårda vindstyrkor som den exponerade linjens kantzoner (gäller klassen total stormfällning).

Tabell 4. Avstånd från kanten in i beståndet där stormskadorna började för exponerad respektive läad linje.

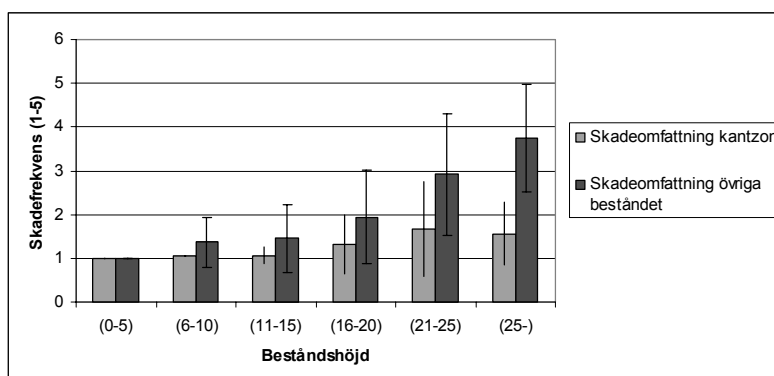
Avstånd från kant (m)		
Exponerad linje	Skadenivå (2-4)	Skadenivå 5
Tall	24,3	25,0
Gran	24,8	12,9
Barrbland	29,4	13,5
Läad linje	33,2	7,4

Medel		
Exponerad linje	26,2	17,1
Skillnad	-7,0	9,7

3.3 Beståndshöjd och ståndortsegenskaper

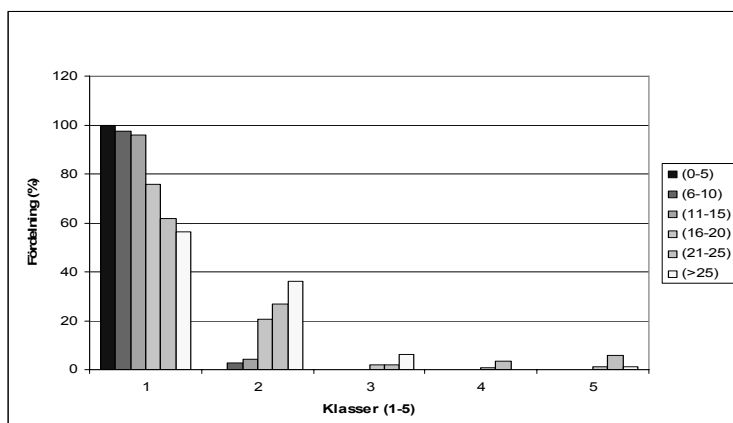
Beståndshöjd

Beståndshöjden hade en avgörande roll för skadeomfattningen (Figur 6). Med stigande beståndsmedelhöjd noterades en betydande ökning av skadefrekvensen. Ju högre beståndshöjd desto större var skillnaden i skador mellan kantzonerna och resten av beståndet in till 100m i beståndet. I stort sett samtliga bestånd över 20m beståndshöjd hade en skadeomfattning på lägst Strödd, vilket får ses som ett högt medelvärde. Bestånd över 25m höjd hade ett genomsnitt på Luckvis skadeomfattning. (Figur 7.1- 7.2).

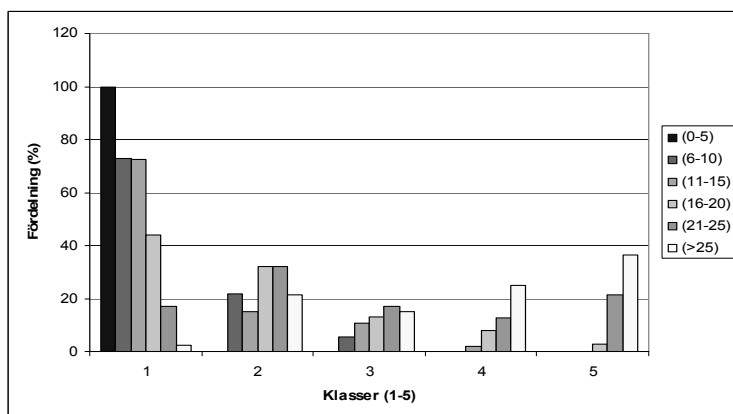


Figur 6.

Beståndshöjdens inverkan på stormskaderisken för olika höjdklasser i rena granbestånd (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total). De lodräta linjerna avser standardavvikelsen.



Figur 7.1.
Fördelningen i % på skadeklasser för olika bestånds medelhöjder. Granbestånd i kantonen. (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

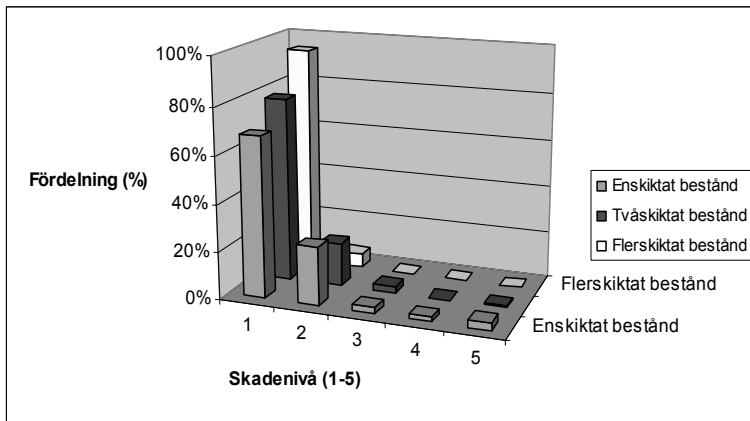


Figur 7.2.
Fördelningen i % på skadeklasser för olika bestånds medelhöjder. Granbestånd innanför kantonen. (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

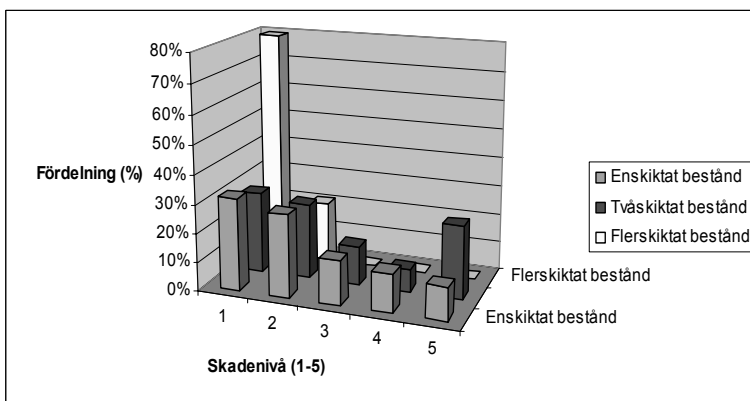
Skiktning

Flerskiktade bestånd stod bättre emot hårda vindstyrkor. Högst skadefrekvens fanns i de tvåskiktade bestånden som hade en hög andel av ytorna i klasserna tre till fem. Detta gällde dock för det övriga beståndet (Figur 8.2), i kantonen var skadeomfattningen betydligt lägre (Figur 8.1). Enskiktade bestånd hade en jämnare fördelning mellan de olika skadeklasserna. Flerskiktade bestånd hade klarat sig betydligt bättre än enskiktade och tvåskiktade. Här fanns inga skador i klasserna tre till fem, vilket gällde för både kanton och det övriga beståndet.

Med ökad skiktning ökade också andelen oskadade bestånd. Detta gäller för både kantonen och det övriga beståndet.



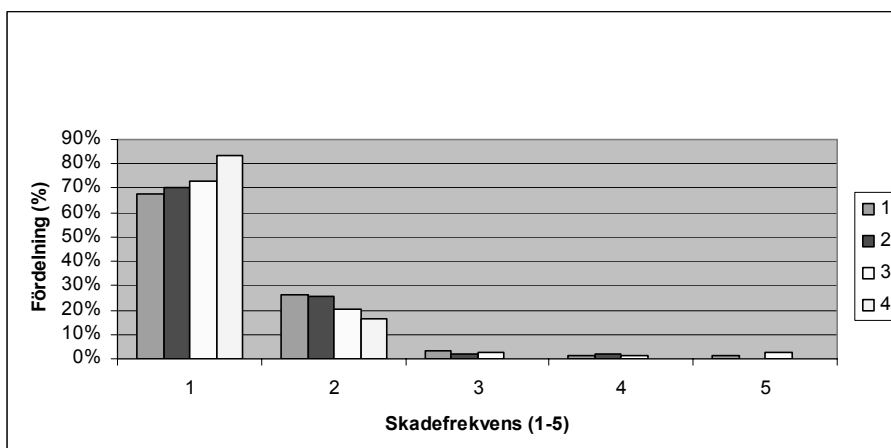
Figur 8.1. Skiktningens gradens inverkan på skadefrekvensen. Kantzonen i granbestånd. (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).



Figur 8.2. Skiktningens gradens inverkan på skadefrekvensen. Granbestånd innanför kantzonen. (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

Topografi

För kantzonen fanns inte några tydliga skillnader mellan de olika topografiska lägena (Figur 9.1). Kantzonerna stod således relativt intakta oberoende av exposition



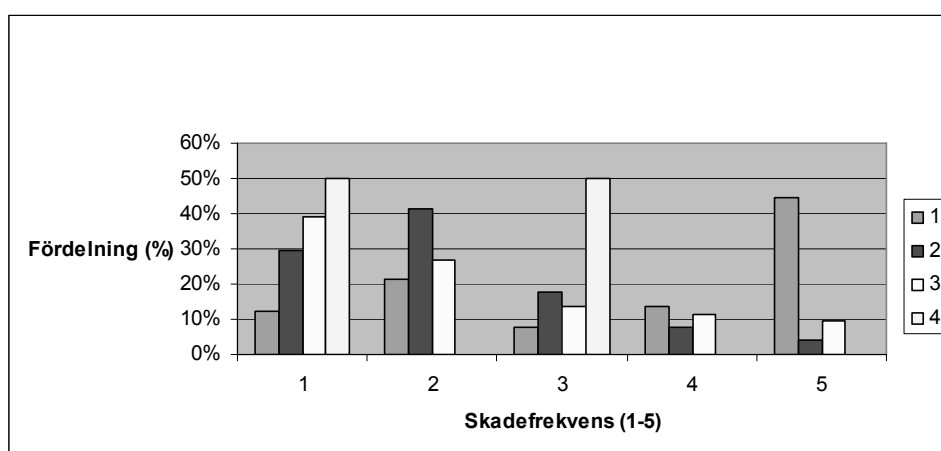
Figur 9.1.

Topografins inverkan på skadefrekvensen. Kantzonen i granbestånd.

(1. Krön eller övre del av sluttning, 2. Sluttning i övrigt (lutning större än 4:20), 3. Plan mark eller svag sluttning (lutning mindre än 4:20), 4. Dalgång eller vindskyddat läge)(1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

I bakomliggande bestånd fanns en skillnad i skadefrekvens mellan bestånd som var belägna på krön eller övre del av sluttning jämfört med bestånd i klasserna plan mark eller svag sluttning samt dalgång eller vindskyddat läge(Figur 9.2).

På krön var endast drygt en tiondel av alla bestånd oskadade, och ungefär hälften av de skadade bestånden låg i klassen total stormfällning. På plan mark eller svag sluttning och dalgång rådde i stort sett det motsatta förhållandet.



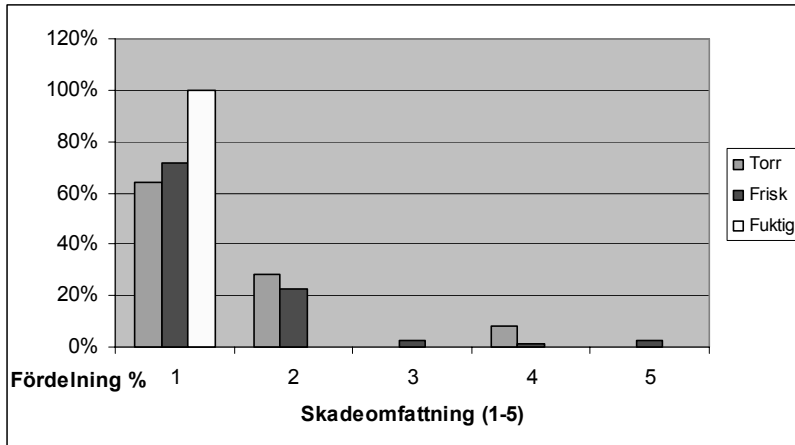
Figur 9.2.

Topografins inverkan på skadefrekvensen. Övriga beståndet i granbestånd.

(1. Krön eller övre del av sluttning, 2. Sluttning i övrigt (lutning större än 4:20), 3. Plan mark eller svag sluttning (lutning mindre än 4:20), 4. Dalgång eller vindskyddat läge)(1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

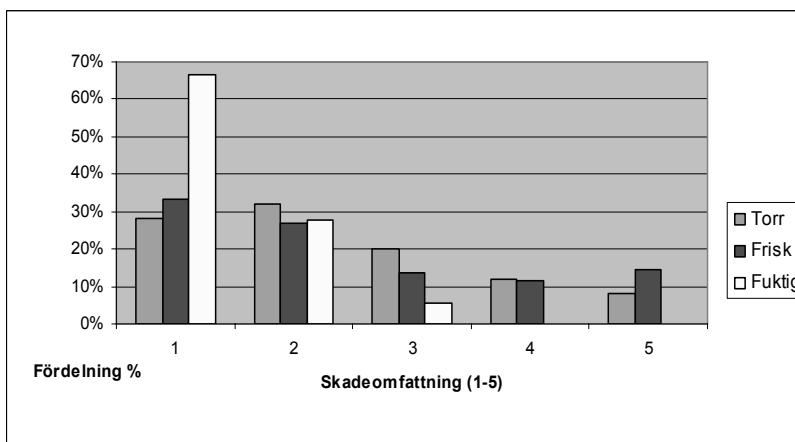
Markfuktighetsklass

Bestånd på fuktig mark klarade stormfällning bättre än bestånd på torr marker. Detta gällde såväl för kantzonen som för det övriga beståndet. För bestånd på Torr och Frisk mark var skillnaderna små (Figur 10.1- 10.2).



Figur 10.1.

Olika markfuktighetsklassers påverkan för skadefrekvensen. Kantzonen i granbestånd. (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

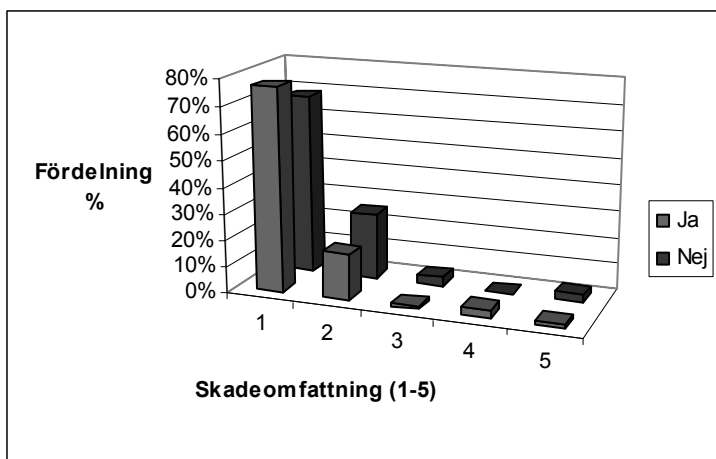


Figur 10.2.

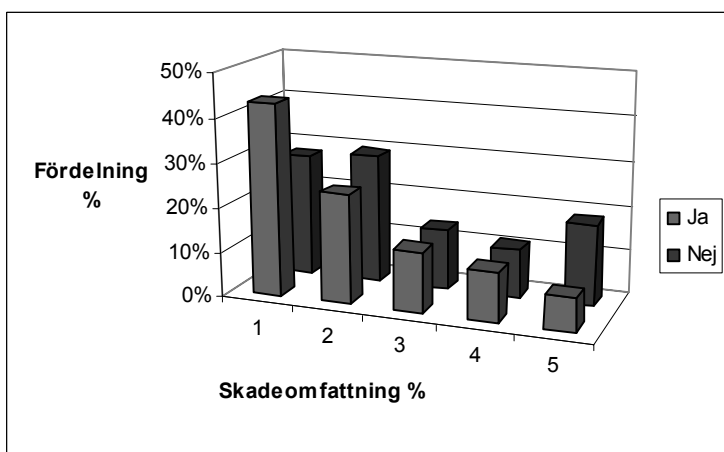
Olika markfuktighetsklassers påverkan för skadefrekvensen. Granbestånd innanför kantzonen. (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

Buskskikt

För kantzonen var skillnaderna små mellan bestånd med buskskikt och bestånd utan (Figur 11.1). För övriga beståndet var skillnaderna något större (Figur 11.2). Bestånd med buskskikt hade drygt 40 % helt oskadade ytor jämfört med ytor utan buskskikt där andelen var drygt 25%. I bestånd med buskskikt fanns färre än 10 % totalförstörda ytor. För bestånd utan buskskikt var denna siffra mer än dubbelt så stor.



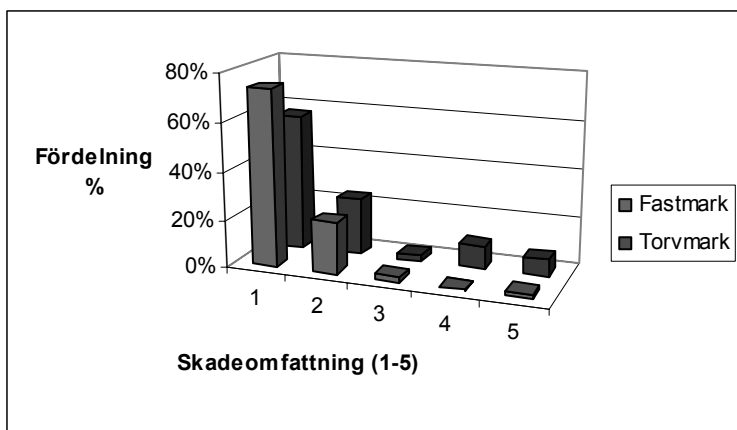
Figur 11.1.
 Befintligheten av ett buskskikts påverkan för skadeomfattningen för kantzonen i granbestånd.
 (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).



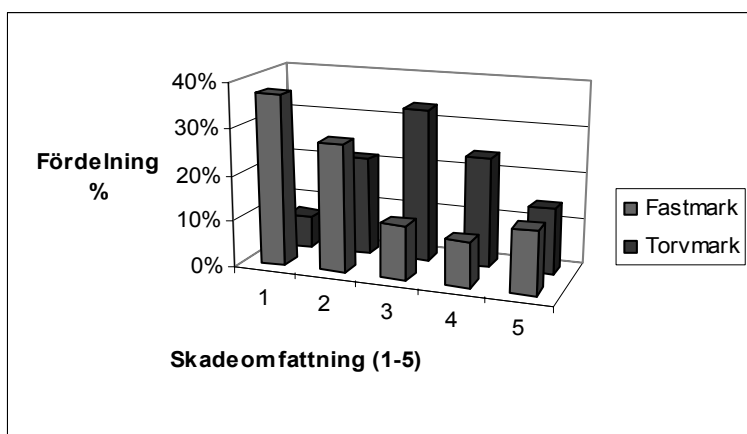
Figur 11.2.
 Befintligheten av ett buskskikts påverkan för skadeomfattningen. Granbestånd innanför kantzonen. (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

Fastmark eller Torvmark

Bestånd på fastmark var betydligt mera stormhårdiga jämfört med bestånd på torvmark. För kantzonen hade ungefär tre fjärdedelar av bestånden på fastmark klarat sig helt utan skador, medan för bestånd på torvmark var motsvarande andel drygt hälften (Figur 12.1). För övriga beståndet hade knappt fyra tiondelar av fastmarksytorna klarat sig helt utan skador jämfört med mindre än en tiondel av samtliga torvmarksytor (Figur 12.2).



Figur 12.1.
 Markslagets betydelse för skadefrekvensen. Kantzoner i granbestånd.
 (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).



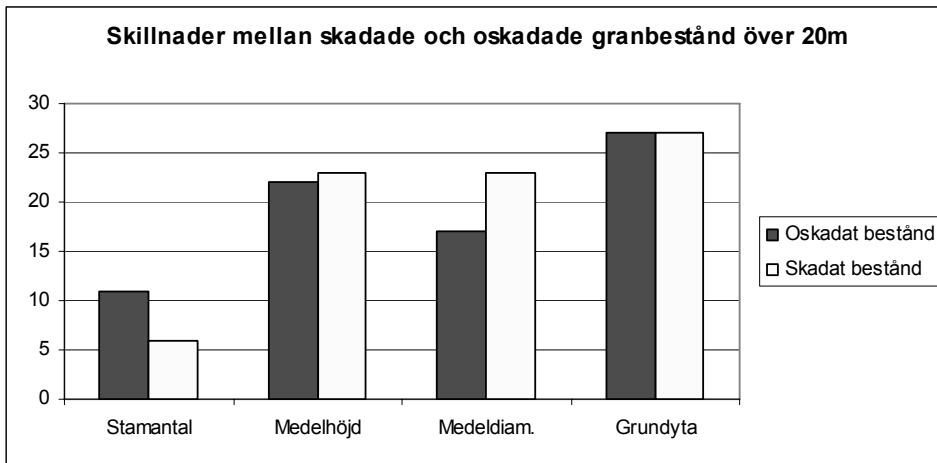
Figur 12.2.
 Markslagets betydelse för skadefrekvensen. Granbestånd innanför kantzonen.
 (1=Ingen, 2=Enstaka, 3=Strödd, 4=Luckvis, 5=Total).

3.4 Kraftigt stormskadade jämfört med oskadade granbestånd, med medelhöjd över 20m.

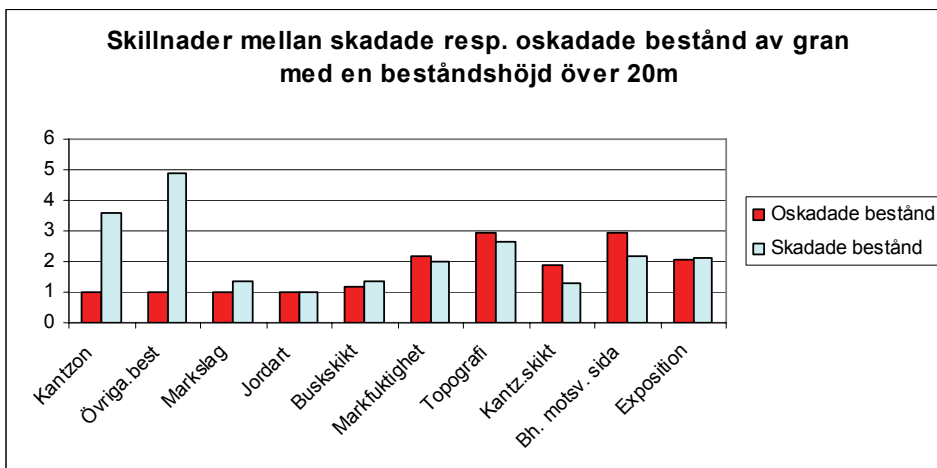
Beståndshöjden på motstående sida av kraftledningsgatan påverkade skaderisken avsevärt. De skadade bestånden hade en beståndshöjd på motstående sida av ledningsgatan på mellan 25-75 % av den egna beståndshöjden, vilket innebar att de var utsatta för höga vindstyrkor. De oskadade bestånden hade ungefär samma beståndshöjd som på andra sidan, och var därmed mera skyddade.

Förekomsten av buskskikt i kantzonen och ledningsgatan var ganska lika i skadade och oskadade granbestånd över 20m höjd (Figur 14). Detsamma gällde för jordart, markslag, markfuktighet, topografi och sluttningsriktning.

Två parametrar som skiljer sig åt mellan skadade och oskadade granbestånd var stamantalet (och därmed även medeldiametern)(Figur 13) och beståndshöjden för motstående bestånd på andra sidan kraftledningsgatan (Figur 14).



Figur 13.
Jämförelse mellan skadade och oskadade granbestånd med en beståndshöjd överstigande 20m. (Stamantal *100, Medelhöjd i meter, Medeldiameter i cm, Grundyta i m²/ha).



Figur 14.
Jämförelse mellan övriga parametrar för skadade samt oskadade granbestånd med en beståndshöjd överstigande 20m.

4. Diskussion

4.1 Orkanen Gudrun

Den storm som drabbade stora delar av södra Sverige i januari 2005, var en av de värsta i mannaminne. Skog för miljardbelopp föll i vindarna som på sina håll nådde orkanstyrka. En hel svensk årsavverkning föll, vilket innebär runt 70milj.m³sk. Orkanen gav ett unikt tillfälle att närmare studera stormskador på skogsbestånd. På grund av stormens skador kunde ett stort material insamlas, vilket har gett resultat som kan komma till nytta för skogsägare vid nyetableringar och övrig skogsskötsel i områden där man ofta drabbas av hårda vindstyrkor.

Kantzonen

Huvudmålet med detta arbete var att undersöka och beskriva en kantzonsseffekt, dvs. att beståndskanterna är mera stormhårdiga än övriga beståndet (Persson 1972, 1974), samt att kartlägga stormfällningens omfattning för olika trädslag och beståndstyper. Frågan om att det finns en kantzonsseffekt fick ett starkt stöd av resultaten i detta arbete. Längs samtliga tre linjer utlagda i stormområdet var det tydliga skillnader i stormskadefrekvensen mellan kantzonen och det övriga beståndet (Figur 3.1- 3.2).

4.2 Trädslagsfördelning

Barrbestånd

Bland trädslagsrena bestånd var granen mest utsatt för stormskador av de olika trädslagen och beståndstyperna. Granen hade ett stormskademedelvärde i kantzonen och i övriga beståndet på 1,40 resp. 2,42, med vilket menas att i kantzonen låg medelstormfällningsklassen någonstans mellan oskadat och enstaka vindfällan medan det i övriga beståndet låg någonstans mellan Enstaka till Strödda vindfällan. Efter granen kom barrblandbestånd på skadeskalan. Här var förhållandet 1,30 respektive 2,06. Tallbestånden hade motsvarande siffror 1,21 respektive 1,59.

Att granen drabbas hårdast beror säkert på flera orsaker. Granen har ett relativt ytligt rotsystem som bidrar till att den lättare drabbas av stormfällning. Granarna har en stor barmassa som tar upp mera vind än andra trädslag. En storm som infaller vid den lövade säsongen borde med all säkerhet ha bidragit till att även lövträden skulle ha drabbats i en större utsträckning. Det kan även vara så att lövträden bidrar till skadeomfattningen hos barrträden, då avlövide lövträd i blandbestånd kan utgöra luckor i ett annars slutet krontak (Nørgaard Nielsen, 2001).

Här kan nämnas att undersökningar inte visar på att stormar har blivit vanligare, utan att det istället är virkesförrådet och arealen skog som ökat och därmed sannolikheten att skog skadas av vindskador. Skadorna har således blivit större med tiden (Schelhaas, 2003).

Vid linje 2 som går ifrån väg 150 ner till Nissastigen var andelen barrskog, främst rena granbestånd, högst. Detta kan ha bidragit till att granens skadeomfattning var hög då denna linje var hårdast utsatt under januaristormen. Trots det fanns här ädellövbestånd som hade klarat sig i stort sett oskadade, vilket innebär att det finns en tydlig skillnad i stormfasthet olika trädslag emellan (Möller 1965, Touliatos 1971).

Ädellövsbestånd

Att lövträden var minst utsatta för stormskador berodde bl.a. på stormen inträffade då träden var avlöfvade. Av samtliga uppmätta ytor var kantzonen i 129 fall av 135 helt oskadad och för övriga beståndet i 128 fall av 135 (95 % resp. 94 % oskadat). När det gäller de skadade ytorna med ädellöv fanns inga ytor med frekvens över 2 på skadeomfattningskalan, vilket innebar att endast enstaka träd hade fallit.

Här bör framhållas att jämförelserna av t.ex. beståndstyper med avseende på stormfällningsrisk bör ha bättre precision än i många andra undersökningar, eftersom expositionen trots allt är relativt likartad.

4.3 Avstånd från kant till stormfällda områden

Beräkningar av stormfällningskantens läge bygger på skisserna som utfördes under fältinventeringen.

För den läade linjen var medelvärdet in till stormfällningskanten 33,2m vid skadenivå 2-4, alltså längre in i beståndet än vid den exponerade linjen där kantzonen teoretiskt borde vara mera hårdig mot stormfällning. Vid skadenivå 5 var det endast 7,4m i medelkanton in till dess att hela det resterande bestånd var stormfällt. Detta var med andra ord ungefär hälften så långt in i beståndet som för barrbland och granbestånd längs den exponerade linjen. Detta innebar att det även för den läade linjen fanns en klar kantonseffekt men att den inte är lika hårdig som den motsatta sidan som var exponerad för den förhärskande vindriktningen.

Antal ytor med total stormfällning, dvs. ingen kvarstående kanton, var endast fyra stycken längs den exponerade linjen och 27 stycken längs den läade linjen. Trots detta fanns betydligt fler ytor längs den exponerade linjen. Vi fann således en tydlig kantonseffekt. Den läade linjen gick emellertid på motstående sida av ledningsgatan och därmed var kantonens exposition gentemot vindstyrkan ”felvänd”. Det optimala hade varit att lägga en referens linje 300-500meter in i beståndet men detta var i stort sett ogenomförbart. I vanliga fall kan man tänka sig att det blåser i varierande riktningar och även längs med ledningsgatan, varför det kan ha utbildats en kanton även på motstående sida av gatan.

4.4 Beståndshöjd och ståndortsegenskaper

Beståndshöjd

Beståndshöjden var en av de mest markanta faktorerna för stormskaderisken (Persson 1975). De data som redovisades här bygger på ett stort antal granbestånd, hela 462 ytor (Figur 6).

För kantonerna avtog ökningen av stormskaderisken vid ungefär 20m höjd. Detta skulle kunna innebära att kantzonen inte är lika känslig för beståndshöjd som normala bestånd, utan att när de stammar som inte är stormhårdiga knäckts eller blåst ner så står resterande stammar kvar oberoende av beståndshöjden (Figur 7.1).

Många av ytorna hade hög bonitet och det betyder att det borde ha kommit med ett antal äldre bestånd med en medelhöjd över 30m, om inte dessa hade blåst ner totalt eller avverkats. Vid

dessas ytor där inga stammar finns kvar varken stående eller liggande, uppskattades beståndshöjd så gott det gick. Troligen föreligger en viss underskattning varför bestånden med riktigt höga medelhöjder sannolikt saknas i materialet. Stormskaderisken borde därför i verkligheten sannolikt stiga mer med ökande beståndshöjder än vad som här presenterats.

Skiktningpåverkan

När det gäller skiktningen så föreligger skillnader mellan de tre klasserna. Man bör dock ha i åtanke att större delen av urvalet var samlat kring de två första klasserna dvs. Enskiktat samt Tvåskiktat och då främst den första klassen. (Fördelningen var Enskiktat: 324 ytor, Tvåskiktat: 104 ytor samt Flerskiktade: 34 ytor) (Figur 8.1- 8.2).

Topografi

För kantzonen förelåg ingen skillnad i stormskaderisk för olika topografisk belägenhet. Detta kan tolkas som att kantzonen anpassat sig efter givna förhållanden, dvs. ju mera exponerat det är på höjder, desto stabilare växer sig träden. Detta skulle kunna bidra till att det slås ut ungefär samma mängd träd oberoende av topografisk belägenhet. Om ett bestånd växer i en sänka så är denna ofta genomgående och därmed så råder liknande förutsättningar på andra sidan gatan. Detta bidrar till att skillnaderna i topografisk belägenhet med avseende på skadefrekvensen, blir mindre än förväntat (Figur 9.1- 9.2).

För övriga beståndet hade högt belägna ytor drabbats i större omfattning av stormskador än ytor i mera vindskyddade lägen. Detta kan tolkas som att i normala fall är skillnaden i vindpåverkan ganska marginell mellan olika topografisk belägenhet. Kantzonerna fångar här upp större delen av vinden och leder den över beståndet eller längs med gatan. Vid de vindstyrkor som här uppnåtts, så har detta inte blivit fallet utan vinden har slagit till med en stor kraft på samtliga ytor och hårdast på högre belägna terrängpartier (Figur 8).

En ytterligare tolkning kan vara att beståndskanterna pga. sin högre täthet och lägre beståndshöjd trycker upp vinden över kantzonen för att sedan slå ner med full kraft i det innanförliggande beståndet (Persson 1975). Detta "turbulensfenomen" kan ha varit fallet vid en hel del av ytorna där denna typ av skada har uppstått.

Fördelningen av de olika klasserna för topografiskt läge var ojämn med de flesta ytorna i klass 3 (plan eller svagt sluttande mark). För klass 4 (dalgång eller vindskyddat läge) var det få ytor i materialet. Två förklaringar till detta är att det i sänkorna ofta fanns blöta partier där myrar eller andra vattenansamlingar omöjliggjorde en inventering. Vidare var det oberoende av topografisk belägenhet svårt att klassa ett bestånd som vindskyddat med en exponerad ledningsgata på 120 m i kanten.

Markfuktighetsklass

Markfuktighetsklasserna Torr och Frisk mark skiljer sig inte nämnvärt åt vad gäller skaderisken, men för Fuktig mark var skaderisken något mindre. En förklaring kan vara att många blöta ytor hade en beståndshöjd som var lägre än för de Torra och Friska fuktighetsklasserna. Vidare var de fuktigare ytorna ofta lågt belägna i terrängen och hade på så vis inte varit utsatta för lika kraftiga vindstyrkor som torrare ytor (Figur 9).

Buskskikt

Ytor med buskskikt hade en högre frekvens oskadade bestånd än ytor utan buskskikt. Om en mera detaljerad uppdelning av buskskiktens utseende och beskaffenhet hade gjorts så borde detta givit en ännu större skillnad mellan ytor med täta buskskikt och ytor utan skyddande buskskikt. Att dela in buskskikten i fler klasser hade emellertid tagit en allt för stor tidsåtgång i anspråk, varför endast två klasser tillämpades.

4.5 Kraftigt stormskadade bestånd jämfört med oskadade bestånd.

Beståndshöjd motstående sida

Beståndshöjden på motstående sida av gatan hade en klar betydelse för skadefrekvensen, där ytor med en lägre beståndshöjd på motstående sida av ledningsgatan drabbats hårdare av stormskador. De oskadade bestånden hade ett genomsnitt på nästan 3, dvs. i stort sett samma beståndshöjd på motstående sida av ledningsgatan (Figur 14).

Buskskikt

Det finns en skillnad i förekomsten av buskskikt (1,17 mot 1,38), men den är inte stor. Den kan ha en viss effekt, men i det här fallet är det troligt att andra parametrar har varit avgörande för skadeförekomsten för resp. bestånd.

Stamantal

I de oskadade bestånden har vi ett snitt på 1100 stammar per hektar, motsvarande siffra i de skadade bestånden var 600 st/ha. Som en följd av att vi för de bägge klasserna har samma grundyta så skiljer sig medeldiametern. Bestånd som skötts enligt föreslagna skötselåtgärder (röjning, gallring), har drabbats hårdare av vindskador än överhållna bestånd med ett högt stamantal. Det är möjligt även i det här fallet att ett högt stamantal bidrar till minskade stormskador. Anledningen kan vara att där vi genomgående har ett högt stamantal så får inte vinden grepp om beståndet i samma utsträckning som i fall där vi har ett högt stamantal i kantzonen och ett betydligt mindre i det övriga beståndet. Bestånd med ett högt stamantal kan ge en viss dämpning då trädkronorna slår emot varandra och detta skulle kunna bidra till att minska skadorna på dessa bestånd (Valinger 1995).

Stamantal är lättare att underskatta på ett hygge än i en homogen skog där man med lätthet kan blicka över ett större område vilket kan ha påverkat skillnaden i uppskattat stamantal, men knappast i sådan grad att det påtagligt påverkar slutsatserna.

Exposition

Det borde vara en större skillnad på beskrivningen av exposition än 2,09 resp. 2,14, när skillnaden på beståndshöjden på motstående sida skiljer sig så markant. Skillnaden är nog i verkligheten större än vad som går utläsa. Detta kan bero på att variabeln exposition endast varit indelad i tre klasser. Vi har en övervikt av ytor i klass två (Måttligt utsatt). För att uppnå klassen Mycket utsatt har det inte räckt med en beståndshöjd mellan 25 till 75 % av rådande bestånds medelhöjd utan här har det handlat om stora öppna ytor direkt i anslutning till ledningsgatan.

Trots att det skiljer lite i beståndsmedelhöjd de bägge klasserna emellan (22,17m resp. 22,52m), kan detta bidra till att förbättra resultatet. Grundytan för de bägge klasserna är i stort sett identisk vilket innebär att medeldiametern skiljer sig åt då stamantalet varierar stort de bägge klasserna emellan.

4:6 Metoddiskussion

Metodiken för fältinventeringen var avpassad för att ge ett stort antal observationer. Den läade linjens placering på motstående sida av ledningsgatan var inte optimalt. En lämpligare placering hade varit 300-500meter in i beståndet ifrån huvudlinjen, men detta var av tidsmässiga och praktiska skäl inte möjligt att genomföra.

Valet av en ledningsgata gav så lika förutsättningar som är möjligt att uppnå för ett stort antal ytor. Frågan är emellertid om ledningsgatans kantzoner är representativa för annan skog
Olika variabler

Vissa av variablerna fick utslag som inte var väntade, t ex topografin. En större spridning var förväntad mellan olika topografiska lägen. En av anledningarna kan vara att hela linjen är utsatt för hårda vindstyrkor då vi i genomsnitt har minst 120meter ledningsgata oberoende av topografiskt läge. En annan parameter som till viss del kan kopplas samman med topografin är expositionen. Beståndshöjden på motstående sida överrensstämmer ofta med den för huvudlinjen vilket gör att även expositionen får mindre utslag än förväntat.

Variabeln sluttningsriktning användes inte vid bearbetningen. Anledningen var att ytterst få bestånd hade en lutningsriktning som sträckte sig över hela beståndet. Ofta sträckte sig ett bestånd över olika sluttningsriktningar varför denna variabel inte alltid blev representativ för hur det verkligen förhöll sig. Att det var större skadefrekvens i ett kraftigt motlut kunde ofta observeras okulärt, varför dessa ytor rätteligen borde ha särskiljts och bildat ett eget bestånd inför analysen. Detta hade dock medfört en stor mängd bestånd med två ytor vilket hade lett till en högre tidsåtgång. Detta kunde även bli felvisande då plan terräng kan ha kraftiga stråk av stormfälld skog i ett till synes homogent bestånd där resten klarat sig i stort sett utan några skador.

4:7 Inventeringen

Vid allt inventeringsarbete finns risk för systematiska fel i bedömning av vissa variabler, exempelvis att inventeraren hela tiden bedömer höjden fel. Vid inventeringens början lades riktlinjerna för fältarbetet upp med handledarnas hjälp och vid den första veckans inventeringar så fanns handledarna hela tiden tillgängliga för kontinuerliga korrigeringar och kalibreringar. Testinventering gjordes de första dagarna för att kontrollera olika parametrar, och i vissa fall justera klassindelning av variabler.

Under inventeringens gång förekom ytor som var svåra att klassificera. Den absoluta merparten av ytorna (totalt 1669st) kunde dock inventeras utan problem.

5. Slutsatser

- Det finns en tydlig kantzonseffekt vilket innebär att exponerade kantzoner är mer hårdig mot starka vindstyrkor än innanförliggande bestånd.
- Det finns även en kantzonseffekt på den läade sidan av gatan trots att denna inte är exponerad mot den förhärskande vindriktningen.
- Det finns en tydlig skillnad mellan olika trädslag vad gäller stormskadebenägenhet. Med ökat barrinslag ökar risken för vindskador i både kantzonen och det innanförliggande beståndet. Värst drabbas gran.
- Beståndshöjden är den efter trädslaget mest avgörande faktorn för hur hårt ett bestånd drabbas av stormskador. Detta gäller såväl kantzonen som det innanförliggande beståndet.
- Med ökad skikttningsgrad i kantzonen så minskar risken för stormskador i det innanförliggande beståndet.
- Vi har en turbulenseffekt som yttrar sig i att vinden trycks över kantzonen för att sedan slå ner med full kraft i det innanförliggande beståndet.

6. Referenser

- Carbonnier, Ch. 1971. Bokens produktion i södra Sverige. *Studia Forestalia Suecica* 91, 89 pp.
- Eriksson, L. 1981. Stickvägar och körskador i gallringsbestånd. Rapport/Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, 137.
- Fraser, A.I. 1964. Wind tunnel and other related studies on coniferous trees and tree crops. *Scottish Forestry* 18:84-92.
- Möller, C.M. 1965. Vore skovtraearter og deres dyrkning. Kobenhavn I kommission hos Dansk Skovforen, 1965, 552 s.
- Nørgaard Nielsen, C & Larsen, B. 2001. Stormstabilitet og naturnaer skovdrift- med fokus på bevoksninger med en høj nåletraesandel. *Dansk Skovbrugs tidsskrift* 4/01. 264-284.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, Inst. för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 23, 205 pp.
- Persson, P. 1974. Beståndsbehandlings inverkan på risken för vind- och snöskador. In: *Framtidsskogen – skogsproduktionens mål och medel*. Skogshögskolan, Inst. för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 33:162-177.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog – Uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Skogshögskolan, Inst. för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 36, 294 pp.
- Schelhaas, M-J., Nabuurs, G-J. & Schuck, A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries *Global Change Biology* 9:1620-1633.
- Touliatos, R. 1971. Hurricanes and trees. Ten lessons from Camille. *J. For* 69(5): 285-289
- Valinger, E., Lundquist, L. & Brandel, G. 1994. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Pinus sylvstris*. *Scand. J. For. Res.* 9:129-134
- Valinger, E. & Pettersson, N, 1995. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in Southern Sweden. *Forestry* 69:25-33.
- Valinger, E. & Fridman, J. 1995. Vind- och snöskador - omfattning och motåtgärder. *Skog & Forskning* nr 3/95:40-45.

7. Bilagor

7.1 Variablerdefinitioner enligt Riksskogstaxeringen

Torvmark eller Fastmark

Marken klassificeras som fastmark om det någonstans inom provytan finns mineraljord inom 30cm djup från markytan. Även när marken klassificeras som torvmark får block, sten eller liten inblandning av mineraljord förekomma.

Jordart

1. *Morän*
2. *Sediment*
3. *Häll*

Både sediment med hög sorteringsgrad samt sediment med låg sorteringsgrad räknas till samma klass. Häll och berg i dagen räknas till klassen häll (liten förekomst).

Topografisk belägenhet

1. *Krön eller övre del av sluttning*
2. *Sluttning i övrigt (lutning större än 4:20)*
3. *Plan mark eller svag sluttning (lutning mindre än 4:20)*
4. *Dalgång eller vindskyddat läge*

(4:20 står för mätning och avläsning av höjdmätaren (20meters skalan) då sluttningen är antingen högre eller lägre än 4meters markeringen).

Markfuktighetsklass

1. *Torr mark, grundvattenytan djupare än 2 meter.*
2. *Frisk mark, grundvattenytan på ett djup av 1-2meter. Plan mark och sluttningar. Inga vattensamlingar i markytan*
3. *Fuktig mark, plan mark i låg terräng, träden växer ofta på socklar.*
4. *Blöt mark, grundvattnet bildar ofta vattenansamlingar i markytan, man kan inte gå torrskodd.*

Kantzons skiktning

1. *Enskiktat*
2. *Tvåskiktat*
3. *Flerskiktat bestånd*

Trädslagsblandning

Anges i 10-delar av volymen i beståndet. Exempelvis 5-3-2 där 50 % utgörs av tall, 30 % av gran och resterande 20 % utgörs av löv. Även bok och ek anges på ytor där de förekommer i större omfattning, exempelvis 1-2-1-5-1 (10 % tall, 20 % gran, 10 % löv, 50 % bok och 10 % ek).

Beståndsavgränsningar

Om beståndet sträcker sig längre än 100meter i ledningsgatans förlängning görs inga fler inventeringar förrän man når ett nytt bestånd. Om ett bestånd är så litet att ingen beståndsomfattande yta kom med så omvandlades en annan mindre inventerings yta för att få med dessa beståndsdata till analysen.

Om ett bestånd når en bredd/längd över 100meter måste dock var 25meter registreras för att sedan kunna tillföras och vägas in i analysen.

7.2 Övriga hänsyn tagna under inventeringen

- Vid inventeringens början mäts kraftledningsgatans bredd. Om denna därefter inte varierade så behövdes inga fler mätningar, annars registrerades dessa ändringar av gatans bredd.
- Om 1-2 träd har fallit i kantzonen och flera har fallit i det övriga beståndet fast inte fler än att det tolkas som enskilda träd, skiljde vi på dessa klasser, exempelvis att sätta Ingen stormfällning i kantzonen eller klassa upp övriga beståndet till Strödd. Detta för att undvika att införa flera klasser men ändå särskilja stormfällningen. Observera att vi inte gått på antalet utan på fördelningen då kanten endast upptar 10-25 % av den totala bedömningsytan.
- Om ej 100meter sammanhängande skog fanns (D.v.s. in från ledningsgatan sett), pålade vi av och förflyttade oss till dess att skogen uppfyller de ställda kraven.
- Vid tvekan om vad som var kantzon resp. ett nytt bestånd, tolkades kantlinjen till 10meter samt bestånden som ett och samma för att på så vis slippa påla av för små bestånd som var delar av större.
- Den läade linjen fick sträcka sig över områden där ingen ordinarie linje gjordes, dvs. om vi vid den östliga linjen har åker medan vi på den västliga har skog så ska denna räknas med i inventeringen då motsatta förhållandet är tillåtet.
- Vid lutning i linjeriktningen tolkades terrängen för att se om man kan utläsa om lutningen hade haft påverkan för stormfällningen. Vid osäkerhet så skrevs Ingen lutning. Införandet av flera lutningsklasser var uteslutet då detta medförde en allt för detaljerad beskrivning, med för stor tidsåtgång.
- Vid täta bestånd med dålig sikt där ingen stormfällning gick att se, kunde vi inte stega upp 100meter då detta skulle kräva en allt för stor tidsåtgång. Dock markerades detta för att sedan kunna kontrolleras när man på motstående sida av gatan inventerade den läade linjen och på så vis kunde få en bättre överblick.
- Där väg skar igenom ett och samma bestånd på ett avstånd inom 100meter ifrån kraftledningsgatan, pålades beståndet av till dess att förutsättningarna ändrades .
- Eventuella rotvältor/stubbar som hamnade inom ytan räknades med då vi var intresserade av hur kantzonens utformning har varit och inte hur den såg ut vid inventeringstillfället.
- Vid svårbedömd trädslagsblandning i kantzonen pga. allt för omfattande stormfällning, försökte vi uppskatta hur fördelningen kan ha sett ut med hjälp av det kvarvarande beståndet upp till 100meter ifrån kanten.
- Där buskskikt fanns i ledningsgatan invid kanten av beståndet räknades denna in då den med all säkerhet har haft betydelse för stormfällningen i beståndet.
- Strävan var att ta en lägeskoordinat (GPS) var hundra meter även då dessa inte föll in på en 100meters yta.

Beräkning avstånd från kant till stormfällning

Här kan nämnas att en hel del provytor där stormfällning förekom, inte kom med i urvalet om de inte skar linjen. Detta torde vara av liten vikt då det är ett systematiskt fel som drabbar samtliga bestånd och relationen borde vara lika även om inte alla ytor kom med i urvalet. Med den här indelningen så får man ett stort urval på Gran och Tall samt en del på Barrbland samt några bestånd med Blandskog, detta pga. att det inte förekommer stormfällning i någon högre grad på lövdominerad skog, och då främst undantaget ädellöv. Tanken med att göra denna analys var att vi ville se hur det skiljer sig med var och hur stormfällningen ser ut i den exponerade linjen resp. den läade linjen.