



# **Stormskador i stickvägsgallrade bestånd i sydvästra Sverige**

**Examensarbete 20 p**  
**Jägmästarprogrammet**

**Samuel Blomgren**

Handledare: Ulf Johansson, SLU

Thomas Höijer, Sydved

Examinator: Pelle Gemmel

---

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 79

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp augusti 2006

---



## **Abstract**

A storm in January 2005 felled 75 millions cubic metres of forest in South Sweden. Previous studies of wind damage in thinned stands indicated the importance of early thinnings. The risks of wind throw increased by increasing age and height of the stands. Previous studies also indicated increasing risk of wind throw along the strip roads. The aim of the present study was to investigate wind damage in Norway spruce stands in South Sweden in relation to time of the first thinning and different pattern of strip roads (width, length and direction). The stands used in the study were selected among stands with a certain amount of wind damage and thus the results were not representative for all kinds of thinning stands

The data presented in this study were collected in privately owned forest estates in the southwest of Sweden. The data was collected by an objective inventory on temporary plots in Norway spruce stands thinned for the first time during a 6 year period before the storm.

Based on the results, the study showed that the risk of wind throw were high just after a thinning but the risk decreased with increasing time after thinning. The study also showed that the risk of wind throw increased by increasing share of strip roads in relation to the total stand area. The risk for wind damage decreased with increasing distance between the strip roads while the width of the strip roads didn't affect the risk. The edges of the strip roads were more exposed the wind damage compared to the stands between the roads but they also became more wind stabile with increasing time after thinning. The results were discussed in relation to previous studies of wind damage in thinned stands.

*Key words:* Norway spruce, strip roads, thinning stands, wind damage.

# Innehållsförteckning

<b>1 INLEDNING .....</b>	<b>3</b>
1.1 TIDPUNKT FÖR GALLRING.....	3
1.2 VINDSKADOR OCH STICKVÄGAR.....	4
1.3 VÄDER OCH VIND .....	4
1.4 SYFTE.....	5
<b>2 MATERIAL OCH METODER.....</b>	<b>6</b>
2.1 OBJEKTSVAL .....	6
2.2 KRAVSPECIFIKATION.....	6
2.3 TILLFÄLLIGA PROVYTOR .....	6
2.4 PROVYTANS PLACERING.....	7
2.5 DATAINSAMLING.....	7
2.6 GALLRINGSFÖRSÖKET 786 VINSÅSEN, HALLAND .....	9
2.6.1 Bakgrund .....	9
2.6.2 Datainsamling och bearbetning .....	9
<b>3. RESULTAT .....</b>	<b>10</b>
3.1 VINDSKADOR FÖRHÅLLANDE TILL STICKVÄGNÄTETS UTFORMNING .....	10
3.2 VINDSKADOR FÖRHÅLLANDE TILL GALLRINGSSTYRKAN OCH GALLRINGSTIDPUNKTEN .....	15
3.3 TRÄDENS FALLRIKTNING OCH SKADETYP .....	19
3.4 RESULTAT VINSÅSEN .....	21
<b>4. DISKUSSION.....</b>	<b>22</b>
4.1 ALLMÄNT.....	22
4.2 BEGRÄNSNINGAR .....	22
4.3 MATERIAL OCH METOD .....	22
4.4 TOLKNING AV RESULTAT.....	23
4.4.1 Vindskador förhållande till vägnätets utformning .....	23
4.4.2 Vindskador förhållande till gallringsstyrkan och gallringstidpunkten.....	24
4.4.3 Trädens fallriktning och skadetyp .....	25
4.4.4 Försöksbestånd Vinsåsen.....	25
4.5 SLUTSATS OCH TILLÄMPNING.....	26
<b>REFERENSER.....</b>	<b>27</b>

# 1 Inledning

Idag beräknas stormen 2005 ha vindfällt träd till en volym av 75 miljoner kubikmeter. Detta är dubbelt så mycket som efter stormen 1969. Annars är likheterna emellan stormarna stora. När det gäller stormar som är så pass kraftiga som den drog in över södra Sverige januari 2005 så är det nog svårt att skydda våra skogar med speciella skötselåtgärder. Men när de gäller mer normala stormar finns det möjligheter att öka skyddet av skogen genom en rad skötselåtgärder.

Till en början ska det sägas att problemet är mycket stort. Här redovisas en rad faktorer som direkt eller indirekt kan påverka ett bestånds risk för vindskador. Väder (vind, nederbörd, temperatur), topografi, geografiskt läge, mark (jordart, jorddjup, fuktighetsförhållande), bestånd (träslag, ålder, höjd, stamantal), skogsskötsel (trädslagsval, planteringsförband, röjning, gallring, slutavverkning, förnygringsmetod, dränering), årstid, mm (Persson 1975).

Orsaken till stormskador är stark vind som genom sin kraft gör så att trädens stam eller rotsystem brister (Persson 1975). För att minska risken för stormskador kan man försöka ge trädet större motståndskraft i form av starkare stam eller kraftigare rotsystem. Det går på lång sikt att genomföra olika beståndsvårdande åtgärder som styr trädets utveckling. Men det är inte helt lätt då olika typer av ingrepp i trädets närmiljö ofta medför ökad vindpåverkan.

## 1.1 Tidpunkt för gallring

När det gäller tidpunkt för första gallringarna betonar Persson i sina rapporter (1972, 1974, 1975) vikten av att gallringarna utförs i tid. Risken för vindskador ökar med stigande ålder och höjd hos ett bestånd. De största skadorna uppkommer ofta i sent gallrade bestånd med ett tidigare högt stamantal.

Enligt en undersökning gjord efter stormen 1954 (Werner et al, 1955) fann man följande samband mellan beståndshöjd och skador. I bestånd under 10m fann man inga skador, i bestånd med höjden 10-15m fann man obetydliga skador men i bestånd med en höjd över 15m tilltog skadefrekvensen kraftigt med stigande ålder.

Gallringar innebär enligt Persson (1972) en starkt ökad risk för vindskador. Däremot avtar risken relativt snabbt och även i hårt gallrade bestånd stabiliserar sig träden snabbt och blir relativt stormfasta inom några få år. På längre sikt kan bestånden till och med få ökad stormfasthet genom en tidig och hård gallring. Detta har man bland annat tagit fasta på när man utvecklat gallringsmallar (Skogsstyrelsen 1984) där tidpunkten för första gallringen har fått stor betydelse.

I en dansk undersökning (Bryndum 1986) har man kommit fram till samma slutsatser som Persson. Risken för vindskador ökar med stigande beståndshöjd och risken är störst direkt efter gallring. Försöken visar att bestånd som blivit utsatta för svaga eller inga gallringar har blivit stormstabila. Detsamma gäller bestånd som har gallrats kraftigt och som sedan fått några år på sig att stabilisera sig, förutsatt att de har gallrats före höjden 14m. Studie visar också på vikten av att använda rätt gallringsmetod, systematiskt eller selektiv. Vid sena gallringar kan en systematiskt utförd gallring ge svåra konsekvenser. Vid speciellt vindutsatta bestånd kan det vara ide att utföra en mycket kraftig och tidig gallring i beståndets västra kant. På så sätt bygger man upp en ridå med extra stormfasta träd som skydd för övriga beståndet.

Nya och hårt gallrade bestånd är extra känsliga för stormskador. Det är i nygallrade bestånd som man kan se ett samband mellan skadefrekvens och gallringsstyrka (Persson 1974). Beståndet har inte hunnit stabilisera sig samtidigt som krontaket fått en mer oregelbundet form som ger ökad friktion åt vindmassorna. Bestånden anpassar sig sedan snabbt dels genom att krontaket till vis mån utjämnas, dels genom tillväxtförändringar och kronutbyggnad hos det enskilda trädet.

Enligt Valinger (1990) ger gallringen en ökad radietillväxt i stammens nedre del. Ökningen förflyttades sedan uppåt i stammen år efter år. Denna omlokalisering av tillväxten i stammen skulle enligt Jacobs (1954) bero på en ökad böjstress då stammen blir mer utsatt för vind. Träden försöker att motverka stambrott genom att förflytta radietillväxten till de delar av stammen där belastningen är som högst. Vid ett försök där man stagade träden vid en viss höjd förflyttades radietillväxten till den utsatta delen ovanför stagningsstället. Volymtillväxtökningen hos de kvarvarande träden efter en gallring har visat sig bli fördröjd i två år trots att de har färre träd att konkurrera med. En förklaring till detta är att de avverkade trädens finrötter lever kvar i ca två år och kommer att konkurrera om näringsämnen med de levande träden.

Enligt Persson (1972, 1975) bör man på torra och djupa jordar använda sig av glesa planteringsförband samt utföra tidiga och hårda gallringar. På fuktigare marker bör man göra försiktiga gallringar. Första gallringen bör göras vid en övre höjd på mellan 12-15m.

## **1.2 Vindskador och stickvägar**

Persson (1972, 1975) anger att upphuggning av stickvägar ger en ökad risk för vindfällning i direkt anslutning till dessa och att detta främst gäller nygallrade bestånd. Träden längs med stickvägarna kan på sikt bli mer stabila. Även skadorna längs med stickvägskanterna kommer att öka med beståndets höjd eller ålder. Det är därför viktigt att så tidigt som möjligt hugga upp stickvägar i första gallringsbestånden. Bestånd med breda stickvägar och med kort stickvägsavstånd kommer att få en ökad risk för vindskador. Ytterligare en faktor som kan påverka vindskador i anslutning till stickvägar är körskador på trädets rotsystem som omedelbart kan påverka trädets stabilitet och som på längre sikt kan ge ökade vindskador på grund av rötangrepp.

Stickvägsupptagning i bestånd kan påverka de kvarvarande träden på olika sätt. Träd i direkt anslutning till stickvägar får en positiv volymtillväxteffekt då de erhåller ett större område att ta resurser från. Denna tillväxteffekt av stickvägen sträcker sig för gran på bördig mark ca 3m in i beståndet från stickvägskanten (Eriksson m.fl.1994). Ibland kan den positiva tillväxteffekten motverkas genom att träden längs med stickvägskanter får skador i och med gallringsarbetet. Enligt Andersson (1985) kan tillväxtförluster genom skador på rot och stam, på det enskilda trädet ligga på mellan 5-40%. Enligt Kardell (1978) kan körskador ge en produktionsminskning på 1,4-3,9% av totalproduktionen i ett 40-årigt granbestånd.

## **1.3 Väder och vind**

Vinden har tre egenskaper som kommer att ha stor betydelse för vindskadornas fördelning (Gloyne 1968). Den viktigaste faktorn till vindskador är höga vindhastigheter, men även vindens turbulens och varaktighet är betydande faktorer. Expositionsgraden för ett visst bestånd eller del av bestånd beror därför dels på den aktuella huvudvindriktningen dels på hur topografin i området påverkar luftströmmens riktning, hastighet och turbulens (Hütte 1964).

Generellt kan man säga att vindhastigheten ökar när luftmassan trycks samman vid uppstigande terrängformationer. Därför hittar man ofta vindskador på krön och på lovartsluttningars övre delar (Neustein 1971). Detsamma gäller terrängområden där luftmassorna kan strömma vid sidan av ett hinder eller då luftmassorna leds ner i dalar. I dessa områden bildas kraftiga och turbulenta vindar. Läsidan av höjder och krön är ofta mindre drabbade av vindskador, även om det finns exempel på motsatsen. Danielson och Jakobsson (1970) anger att när en luftmassa passerar en höjd pressas denna uppåt samtidigt som den blir mer turbulent. När luftmassan passerat höjden trycks den med stor kraft ned mot marken och kan orsaka kraftiga skador. Den turbulenta vinden gör också att trädens fallriktningar blir mer varierande än vad som brukar bli fallet på lovartsluttningar.

Samtidigt som topografiska variationer kan ge en ökad vindpåverkan inom vissa områden innebär det att de kommer att ge lä å andra närliggande områden. Därför hittar man sällan större sammanhängande vindfällningsytor i kuperad terräng vilket man ibland kan göra i mera flack terräng. Kuperad terräng innebär också att träden ständigt blir mer utsatta för en större vindpåverkan och är därför blir mer anpassade för att tåla kraftigare vindar.

#### **1.4 Syfte**

Huvudsyftet med detta arbete var:

- Att undersöka hur vindskador i nygallrade bestånd beror av tidpunkten för första gallringen.
- Att undersöka vindskadornas fördelning i förhållande till stickvägnätets utformning med fokus på stickvägsbredd, stickvägsavstånd och stickvägarnas riktning (väderstreck).
- Att lämna förslag till förändringar av dagens rekommendationer i syfte att minska risken för vindskador i gallringsskog.

## 2 Material och metoder

### 2.1 Objektval

Val av inventeringsobjekt gjordes med hjälp från de tre Sydvedsdistrikten Hässleholm, Halmstad och Hylte. Dessa områden valdes då dessa ansågs vara lämpligt belägna för en datainsamling. Distrikten låg i ett starkt grandominerat område i sydvästra Sverige och blev hårt drabbade av stormskador. Efter att distrikten erhållit en kravspecifikation med beskrivning av lämpliga objekt valde de på egen hand ut bestånd till datainsamlingen. Materialet som distrikten tog fram bestod av kartor med vägbeskrivning till objekten och data om tidpunkten för gallringen. I enstaka fall tillskickades även en fullständig beståndsbeskrivning.

En viss datainsamling gjordes också i bestånd på Tönnersjöhedens försökspark (Sveaskog). Dessa bestånd valdes ut som startobjekt och delar av datamaterialet fick ingå i det fullständiga materialet.

Målsättningen var att samla in data från 40-50 bestånd. Två provytor i varje bestånd skulle ge 80-100 provytor. Datainsamlingen omfattade 29 objekt och från 55 provytor. Målet uppfylldes inte eftersom distrikten under fältarbetets inledning inte levererade tillräckligt antal objekt och då ett antal objekt i fält inte uppfyllde uppställda krav.

### 2.2 Kravspecifikation

Kraven på bestånden var följande:

- bestånden ska vara första gallringar;
- grandominerande bestånd (mer än 70% av grundytan skulle bestå av gran);
- bestånden skulle vara stickväggsgallrade;
- andelen vindskador i beståndet borde ligga på mellan 10-50% av grundytan före stormen;
- bestånden skulle vara gallrade mellan säsongerna 98/99 – 03/04 och tidpunkten för gallring skulle vara väl dokumenterad;
- beståndens areal skulle vara större än 1 ha;
- de vindskadade träden borde inte vara upparbetade vid inventeringstillfället;

Där objekten inte visade sig uppfylla kraven utfördes ingen datainsamling.

Kraven för att en provyta skulle mätas in var:

- att minst 70% av grundytan var gran;
- att den skadade grundytan på provytan utgjorde 10-70% av grundytan före stormen;
- att provytan hamnade minst en trädlängds avstånd från beståndskanten

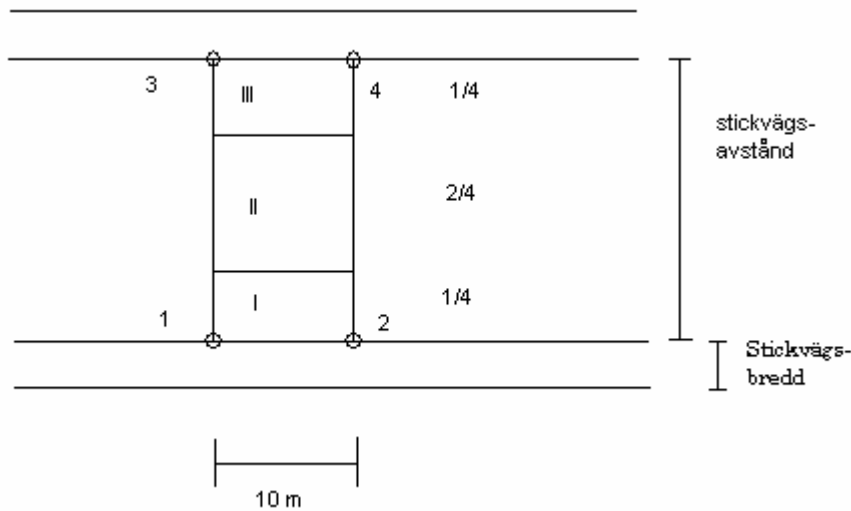
Där det inte gick att hitta provytor som uppfyllde kraven utfördes ingen datainsamling i beståndet.

### 2.3 Tillfälliga provytor

Datainsamlingen gjordes enligt boxmetoden (figur 1). Vid området för provytans placering mättes en rektangel ut där kortsidan var 10m (punkt: 1-2, 3-4) och där långsidan (punkt: 1-3, 2-4) var avståndet stickvägskant-stickvägskant. Provytan delades sedan in i tre bälten, där de två bältena närmst stickvägarna (I, III) var vardera  $\frac{1}{4}$  av den totala provytans area.



Mellanzonen (II) kom då att utgöra 2/4 av den totala provytan. Data samlades in från två provytor per bestånd.



Figur 1. Boxmetoden

## 2.4 Provytans placering

Provytan lades ut objektivt i beståndet med hjälp av slumpstal. Provytans placering togs fram genom stegning fram till en startpunkt i beståndet, i norr och västlig riktning, genom att använda två slumpstal mellan 1-100, t.ex. 70 steg norr och 35 steg väst. Från den punkten uppsöktes närmsta stickvägskant som blev punkt 1 på provytan. Uppfyllede inte denna punkt kravet för provytan stegades ytterliggare 10 meter norrut ( $300^{\circ}$ - $100^{\circ}$ ) längs med stickvägen. Uppfyllede inte heller denna punkt kravet stegades ånyo 10 meter. Denna procedur upprepades tills punkt 1 hamnade vid en provyta som uppfyllde kraven. Bälte I placerades alltid närmst väst ( $200^{\circ}$ - $400^{\circ}$ ).

## 2.5 Datainsamling

När provytan blivit utlagd mättes stickvägsbredden (kantträd till kantträd) vid punkt 1-4. Vid punkt 2 och 4 beräknades också stickvägarnas riktning i väderstreck ( $400^{\circ}$  skala). Därefter mättes avståndet stickvägskant-stickvägskant (mellan punkt 1-3 och 2-4).

Inom varje bälte mättes diametern i brösthöjd på de kvarstående träden och vindfällda träd fördelat per trädslag. För de vindfällda träden noterades hur dessa var skadade enligt följande:

- stambrott under krongräns (1);
- stambrott inom den gröna kronans nedre halva (2);
- stambrott inom den gröna kronans övre halva (3);
- snö- eller vindböjd (4);
- rotvälta (5);
- lutande (6);
- påfälld (7);

För varje vindfällt träd noterades också fallriktningen i grader (400° skala).

På varje provyta mättes höjden på de två grövsta granarna, antingen på stående eller liggande träd. Var inte beståndets ålder känd så gjordes en åldersbestämning i brösthöjd på dessa träd.

På varje provyta gjordes det en ståndortsbeskrivning. De variabler som registrerades var breddgrad och längdgrad, höjd över havet, markslag, markvattnets rörlighet, jordart, jordartens textur, markfuktighetsklass samt exponering (Hägglund m.fl. 1982).

- breddgrad och längdgrad registrerades i 1/10dels grader;
- höjd över havet registrerades i 10-metersklasser;
- markslag registrerades i fastmark eller torvmark. Fanns det ett torvlager tjockare än 30 cm på hela provytan räknades markslaget till torvmark;
- markvattnets rörlighet indelades i 1) rörligt markvatten saknas (S). 2) förekommer under kortare perioder (K). 3) förekommer under längre perioder (L);
- jordart indelades i morän och sediment;;
- jordartens textur indelades i stenig morän (ST), grusig morän alt grus (GR), sandig morän alt grovsand (SA), sandig-moig morän alt mellansand-grovmo (SM), finjordsrik morän alt finmo-mjåla-lera (FM);
- markfuktighetsklassen registrerades i torr mark (TO), frisk mark (FR), fuktig mark (FU) och blötmark (BL);
  
- läge för vindexponering. Beståndets och provytans exponering för vind registrerades i skyddat, måttligt utsatt, hårt utsatt och mycket hårt utsatt läge samt riktningen (väderstreckt syd, sydväst etc) som beståndet är utsatt ifrån. Skyddat: ex. svackor och lågt belägna terrängavsnitt. Mycket hårt utsatt: ex. krön och högt belägna sluttningar, bryn och kantzoner mot öppet landskap.

## 2.6 Gallringsförsöket 786 Vinsåsen, Halland

För att ytterligare belysa hur gallring och stickvägar påverkar risken för vindskador så har undersökningen kompletterats med data från ett av SLUs gallringsförsök 786 beläget på Vinsåsen i Halland. Syftet med denna del av arbetet var att undersöka om risken för vindfällning i stickvägskanter förändras med tiden efter gallring. Även skillnader mellan olika gallringsformer och stickvägsbredder har beaktats.

### 2.6.1 Bakgrund

Försöksytan var belägen på Sperlingsholms gods strax nordost om Halmstad i Hallands län (Eriksson et al, 1994). Syftet med försöket var att i granskog studera de biologiska effekterna av några mekaniserade gallringssystem samt att undersöka hur dessa kunde göras mer lönsamma. Försöket var ett block i en sameuropeisk serie med gallringsförsök som i början av 1970-talet lades ut på 29 lokaler (block) i 12 europeiska länder. Försöket på Vinsåsen omfattade sex försöksled. Ett försöksled (1) utan aktiv gallring, tre led (2, 3 och 4) med fri gallring (del- och helmekaniserade) med varierad stickvägsbredd, ett höggallringsled (5) med stickväg och ett led (10) med selektiv fri gallring utan stickväg. Försöksytan omfattade 12 st 0,1 ha stora parceller (25×40 m) fördelade på två block. Varje försöksled fanns således representerade i vardera 2 parceller. Varje parcell omgavs av ett 5 meter brett bälte utan aktiv gallring. De 40 meter långa stickvägarna var belägna i parcellens mitt med bredden 3,5 meter i försöksled 2, 3 och 5 samt 5,0 meter i försöksled 4. Stickvägsavståndet var genomgående 25 meter.

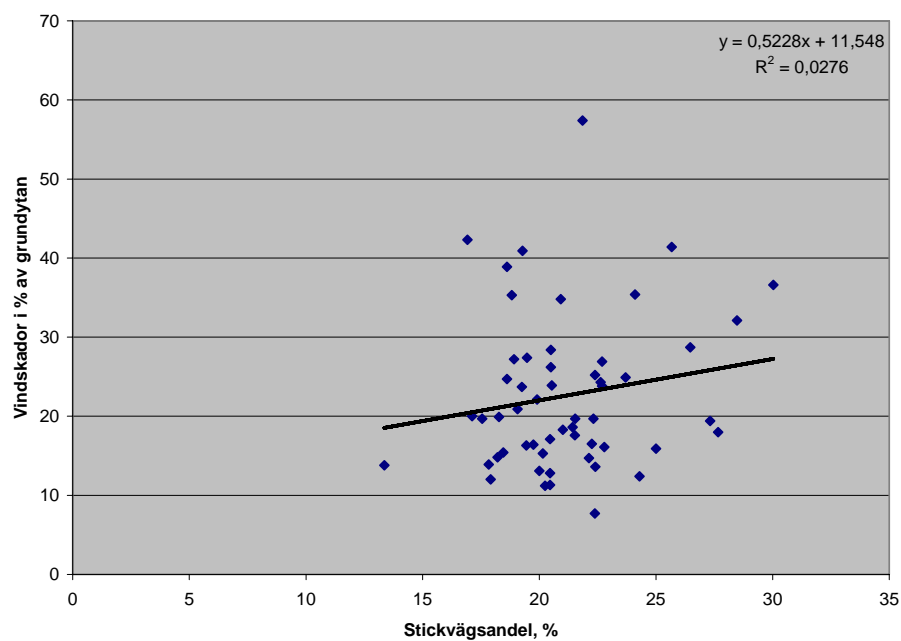
### 2.6.2 Databesamling och bearbetning

Vinsåsenförsöket var väl dokumenterat (Eriksson et al, 1994). En inventering av försöksytan gjordes efter stormen 2005. Data från denna inventering omfattade parcellvis information om varje enskilt träd i fråga om diameter, behandling, trädbeteckning och position (koordinater). Data har bearbetats på samma sätt som de tillfälliga provytorna med det undantaget att parcellerna med stickvägar blev uppdelad i två lika stora bälten (stickvägskant och mellanzon) istället för tre bälten. Bredden på bältena var 10,75 meter (3,5 m vägbredd) resp. 10 meter (5 m vägbredd). Alla självdöda träd togs bort innan analysen påbörjades. Data från försöksled 2 och 3 har vidare slagits samman.

### 3. Resultat

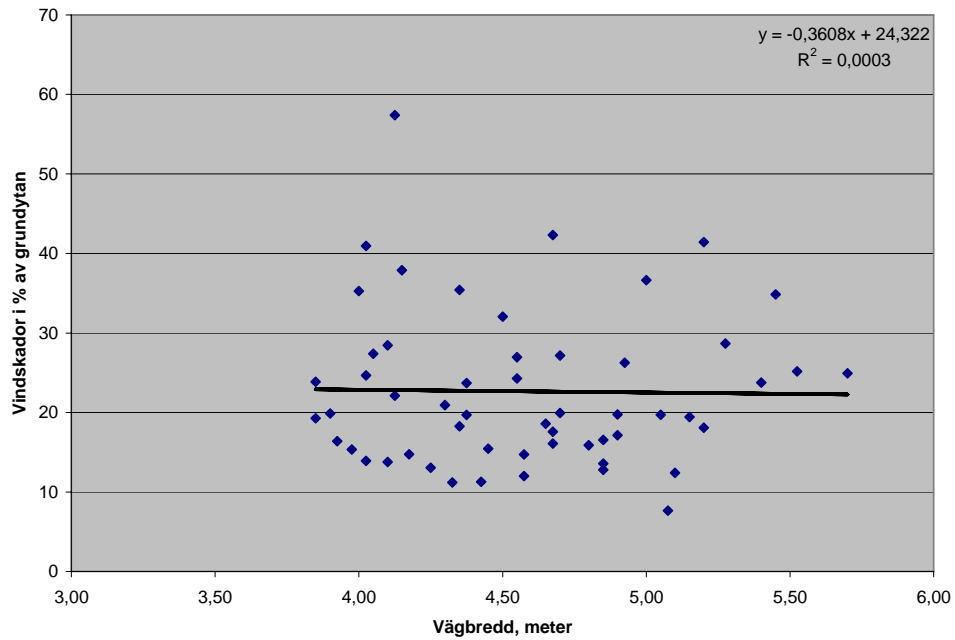
#### 3.1 Vindskador förhållande till stickvägnätets utformning

Vindskadorna ökade med en ökad andel stickvägar i beståndet (figur 2). Detta var tydligast i nygallrade bestånd. Bestånden i undersökningen har ett medelvärde för stickvägsandelen på 21,2 %. Medelvärdet för vindskadorna var 22,6 %. Resultatet har en stor spridning och sambandet mellan vindskador och stickvägsandel var svagt.



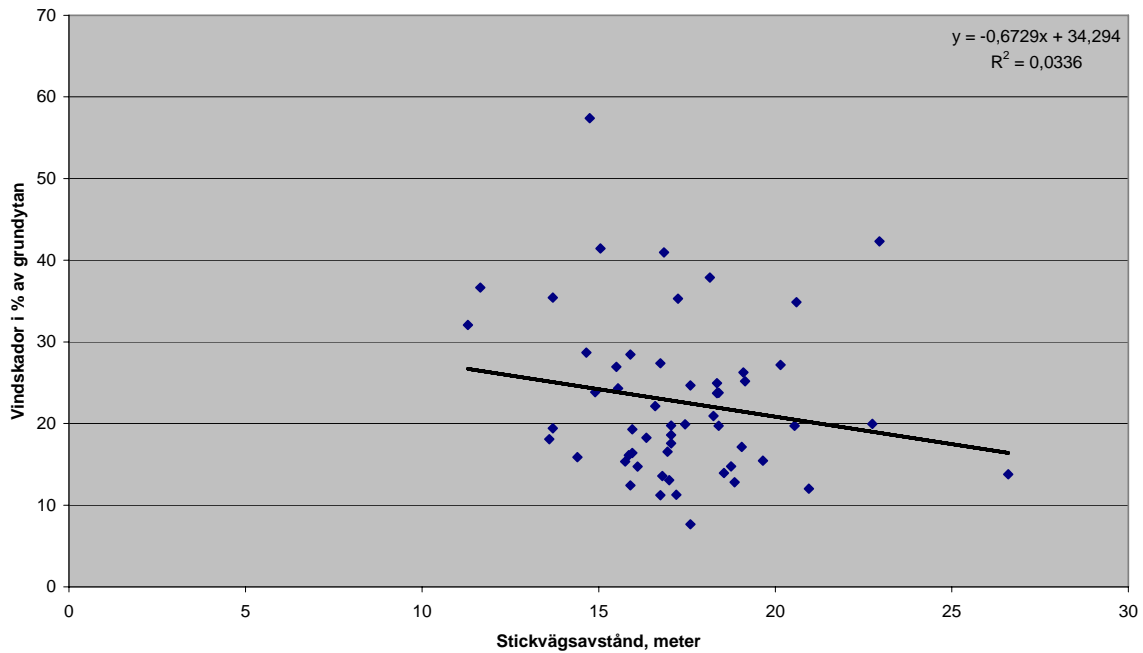
Figur 2. Stickvägsandelens påverkan på vindskador i ett bestånd

Stickvägsbredd påverkade inte andelen vindskador i ett bestånd i någon större utsträckning (figur 3). Dock bör man notera de 5 ytorna med de största vägbredderna som alla ligger ovanför trendlinjen. Vägbreddens variation var stor mellan 3,85 och 5,70 meter och med en medelbredd på ca 4,6 meter.



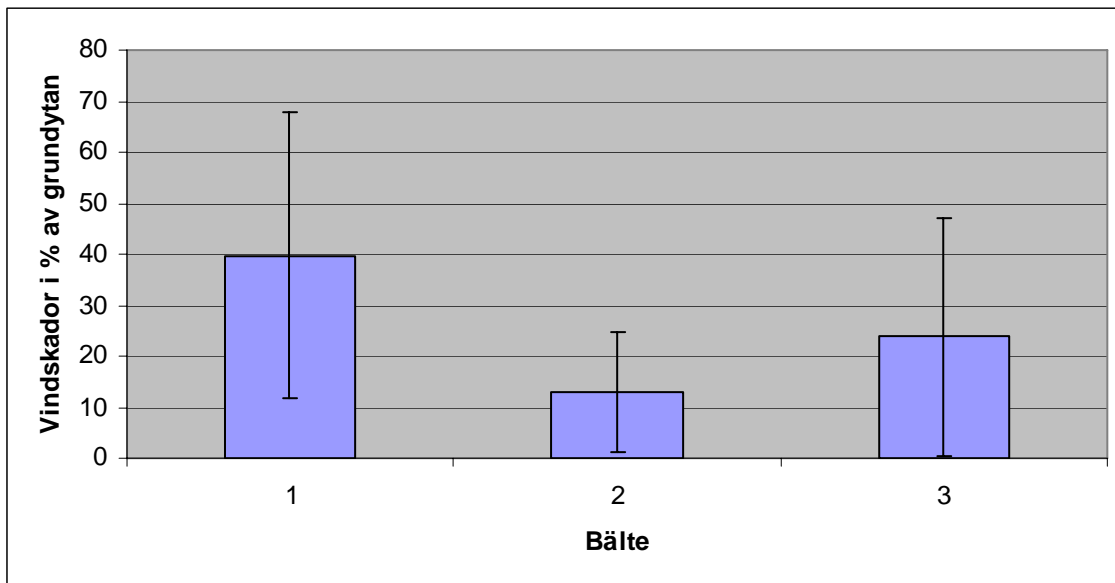
Figur 3. Stickvägsbreddens påverkan på andelen vindskador i ett bestånd

Andelen vindskador tenderade att minska något med ökat stickvägsavstånd (figur 4) men även har var spridningen stor och sambandet var svagt. Stickvägsavstånden varierade mycket mellan objekten. De kortaste stickvägsavstånden hittas i granåkrarna på Hässleholms distrikt. Stickvägsavstånden i undersökningen har ett medelavstånd på ca 17 meter. Stickvägsavståndet beräknades som avståndet mellan stickvägskant och stickvägskant.



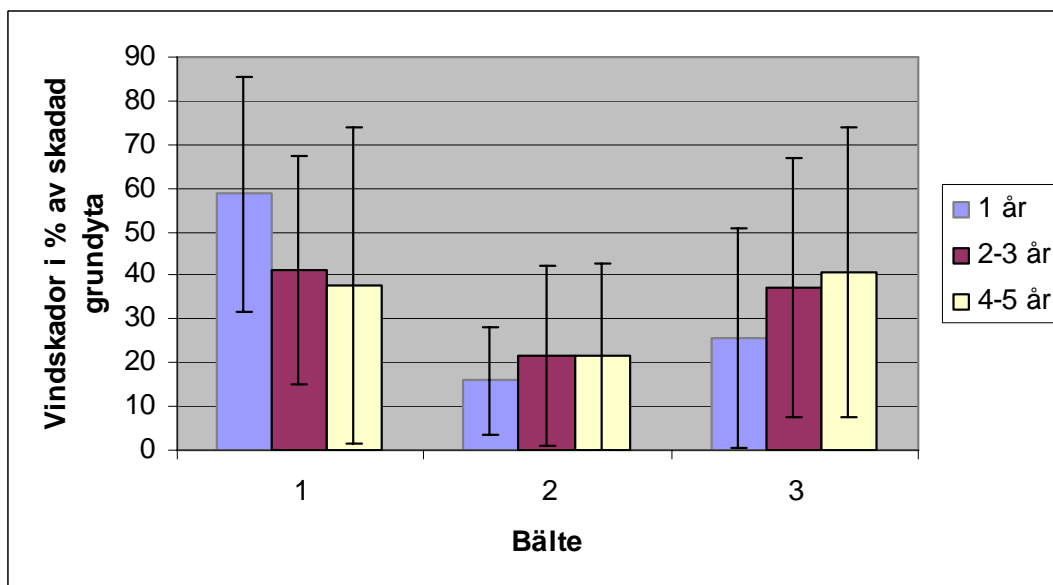
Figur 4. Stickvägsavståndens förhållande till andelen vindskador

Bältet 1 som alltid låg närmst väst (200-400°) hade en högre andel skador än övriga bälten (figur 5). Bältena 1 och 3 som låg i anslutning till stickvägarna hade högre andel skador än bälte 2 som låg i mellanzonen. Medelgrundytan före stormen var i bälte 1 22,4 m<sup>2</sup>/ha, bälte 2 20,6 m<sup>2</sup>/ha och i bälte 3 24,4 m<sup>2</sup>/ha.



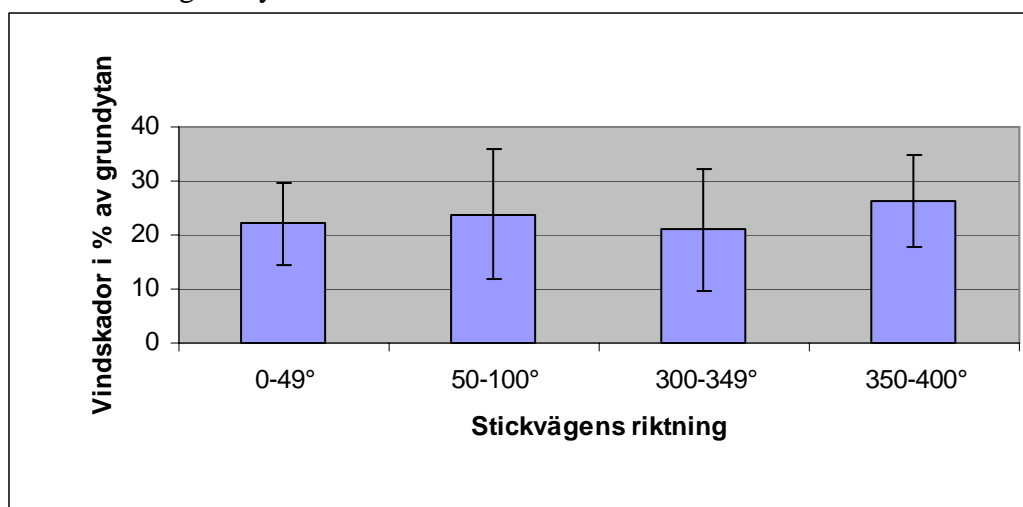
Figur 5. Medelvärde av skadad grundyta per bälte. Barer anger standardavvikelsen.

Redan 2-3 år efter gallringreppet verkade träden i bälte 1 ha stabiliserat sig (figur 6). I bälte 2 syntes en viss ökning av skadorna två år efter gallring medan det i bälte 3 skedde en markant ökning av andelen vindskador efter andra året.



Figur 6. Vindskadornas fördelning med tid efter gallring

Bestånd med stickvägar i riktningen ost-nordost (50-100°) och nord-nordväst (350-400°) hade en något högre procentuell andel vindskador än bestånd med stickvägar i riktningen nord-nordost (0-49°) och väst-nordväst (300-349°) (figur 7). Dock är skillnaderna i skadenivå mellan riktningarna ytterst små.

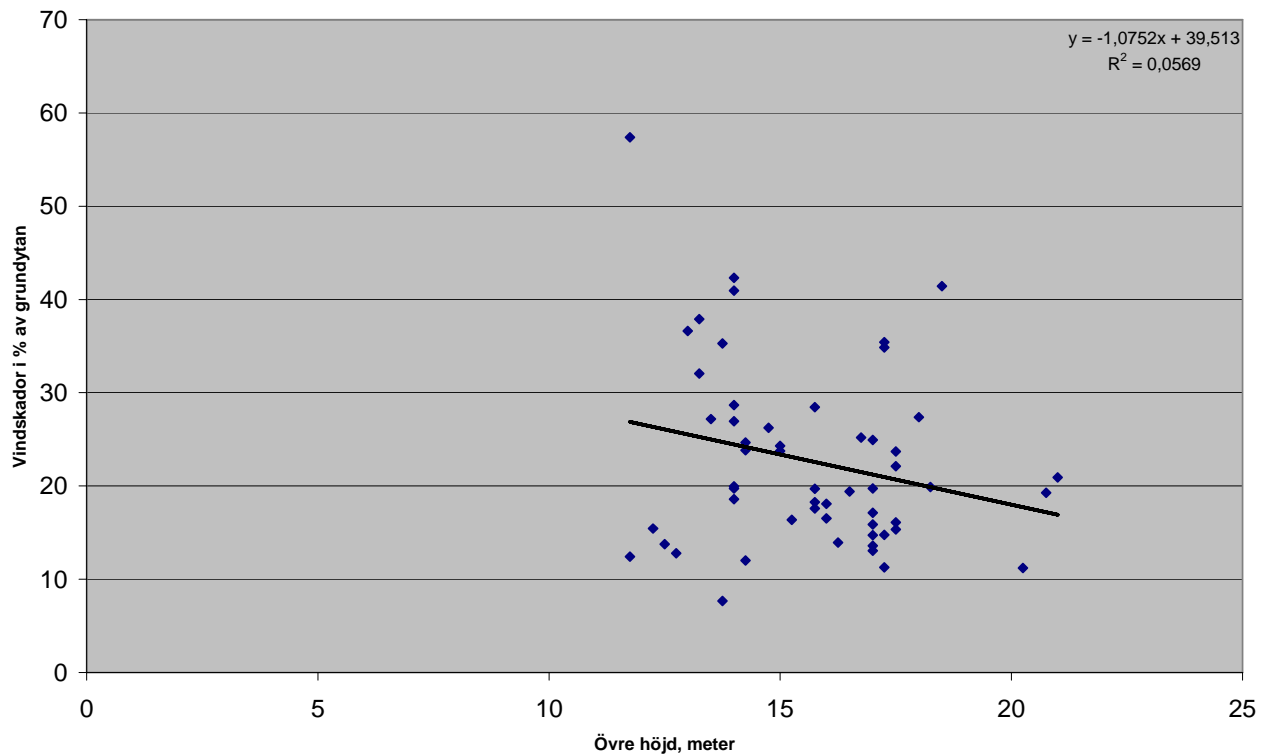


Figur 7. Andelen vindskador förhållande till stickvägarnas riktning uppdelade i fyra huvudriktningar (400° skala). Barer visar standardavvikelsen



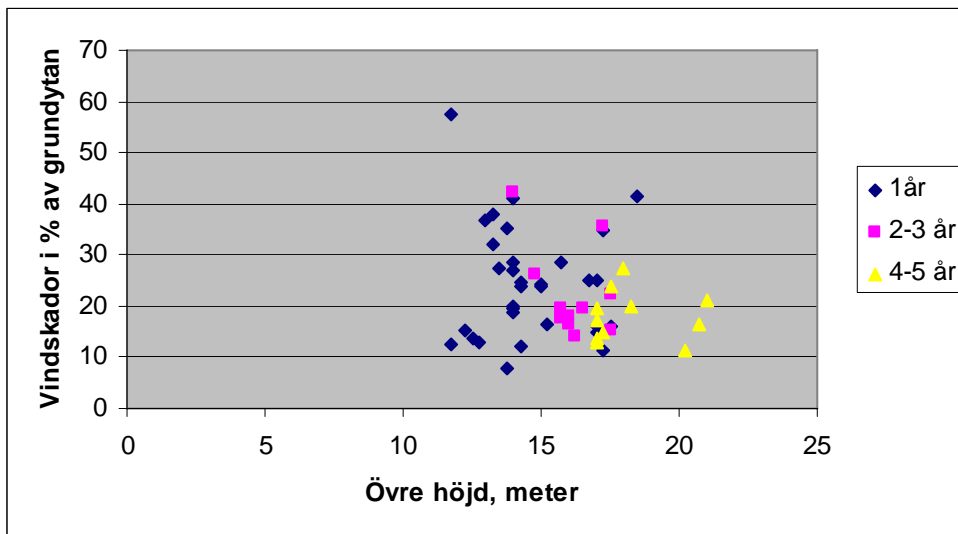
### 3.2 Vindskador förhållande till gallringsstyrkan och gallringstidpunkten

Andelen vindskador minskade med ökad höjd (figur 8). Spridningen i resultatet var mycket stor och sambandet svagt. Övre höjden varierade mellan 11,75 meter till 21 meter. Ytorna med en höjd över 20 meter var hämtade från ett äldre bestånd med hög bonitet och kuperad terräng.



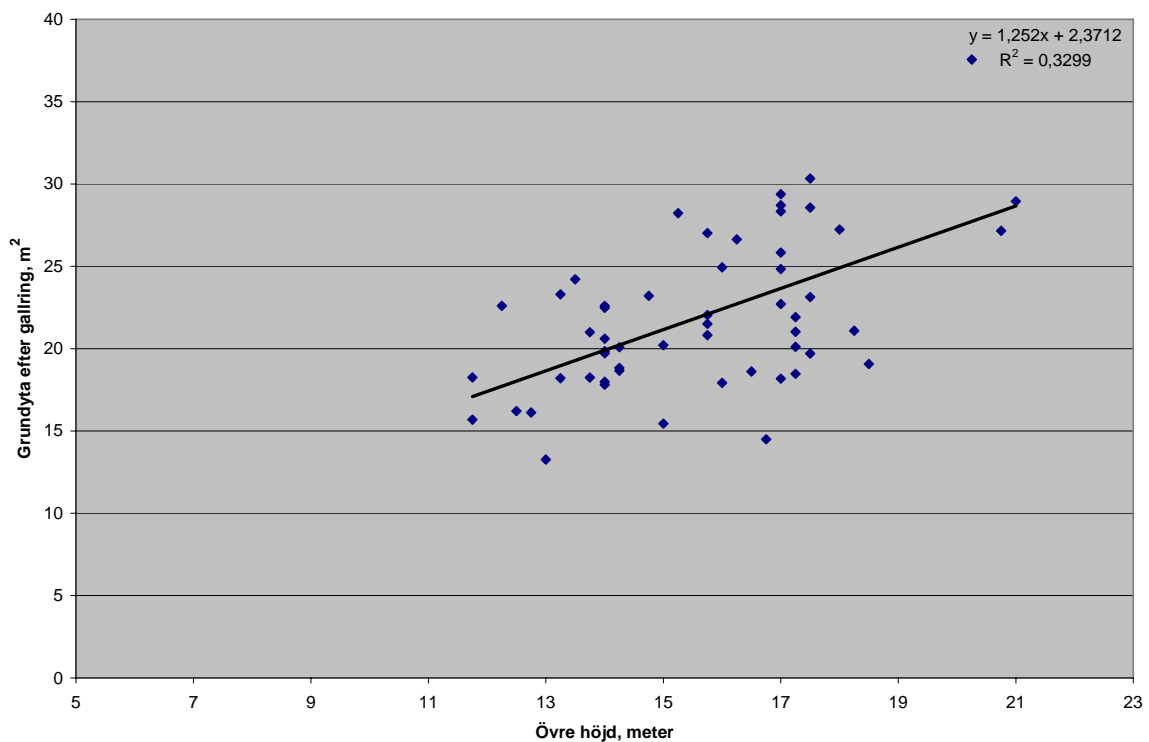
Figur 8. Vindskadornas förhållande till beståndets övre höjd

Objekten i undersökningen hade generellt en högre medelhöjd ju längre tid som förflutit sen gallringsingreppet (figur 9). Skadorna minskade något med tid efter gallring.



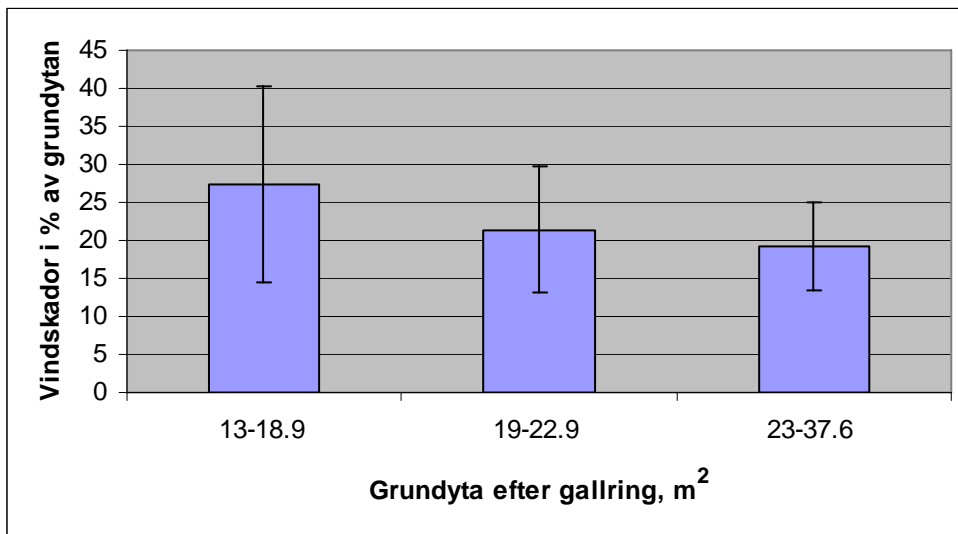
Figur 9. Vindskador förhållande till höjden indelade i tid efter gallring

Bestånd med högre medelhöjd i denna undersökning har högre grundyta efter gallring (figur 10). Spridningen var stor.



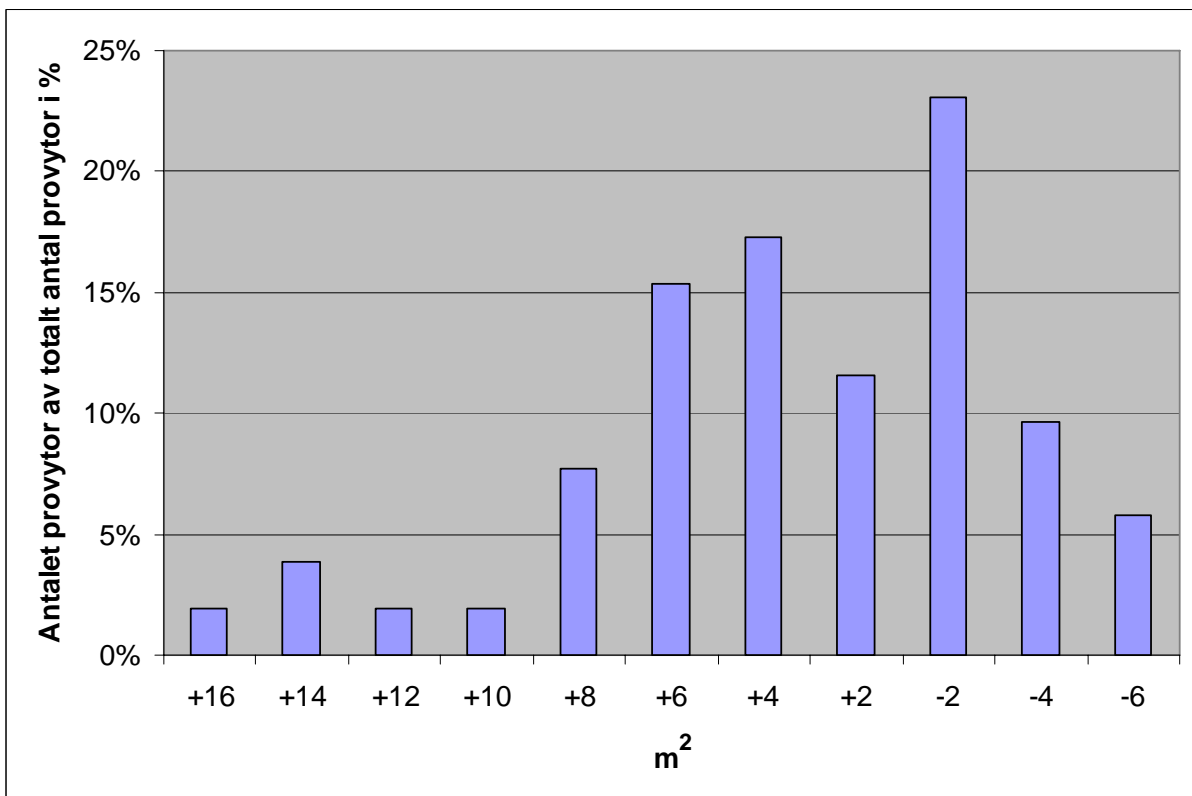
Figur 10. Förhållandet mellan grundyta efter gallring och höjd

Vindskadorna minskade med ökad grundyta (figur 11). Spridningen inom varje grupp var stor.



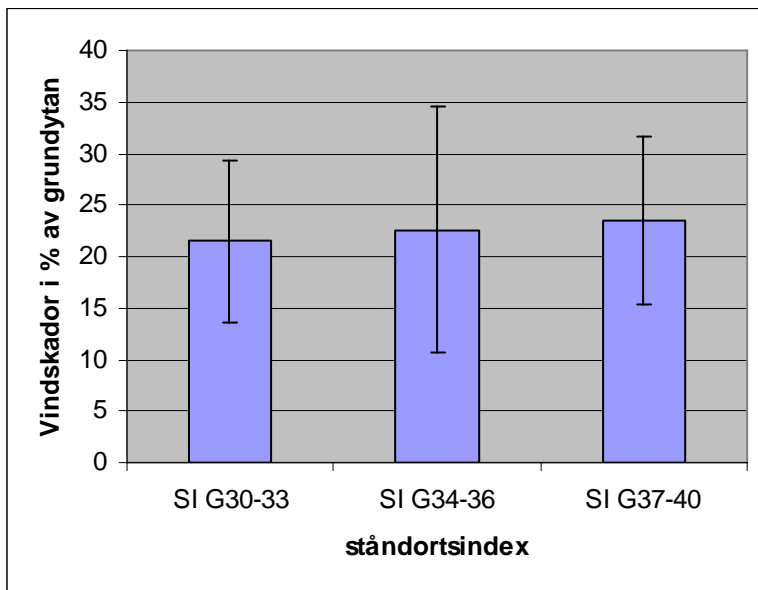
Figur 11. Medelvärdet av andelen vindskador förhållande till grundyta efter gallring. Barer visar standardavvikelsen

Bestånden i undersökningen hade i medeltal en grundyta som var 2,5 m<sup>2</sup>/ha högre än gallringsmallens minimigrundyta (figur 12). I 62 % av bestånden var grundytan högre än gallringsmallens minimigrundyta medan den var lägre i 38 % av bestånden.



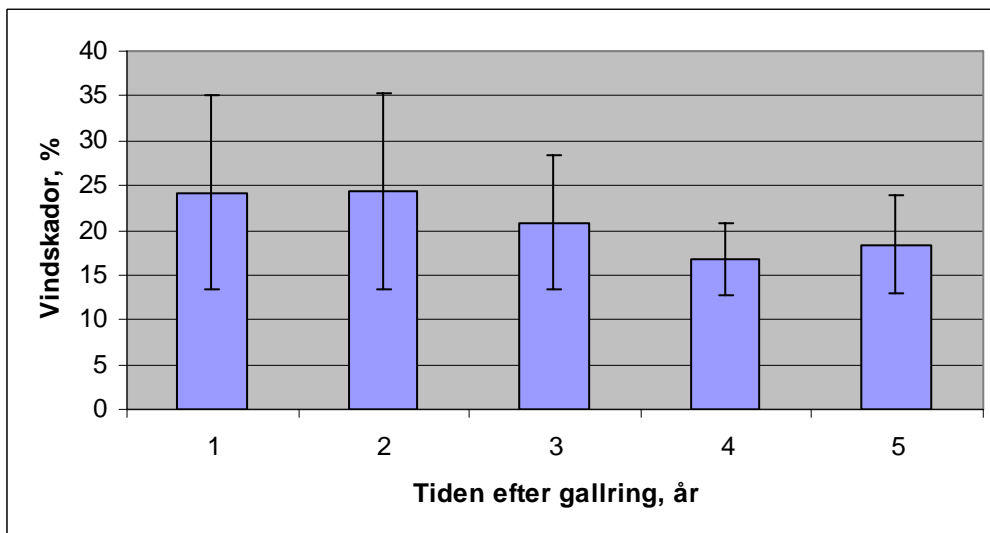
Figur 12. Provytornas grundyta efter gallring jämfört med gallringsmallens minimigrundyta. Staplarna visar 2 m<sup>2</sup>-intervall där 0 är minimigrundytan

Vindskadorna ökade med ökat ståndortsindex men skillnaderna var små och sambandet mellan vindskador och ståndortsindex var svagt (figur 13).



Figur 13. Medelvärde av andelen vindskador förhållande till ståndortsindex

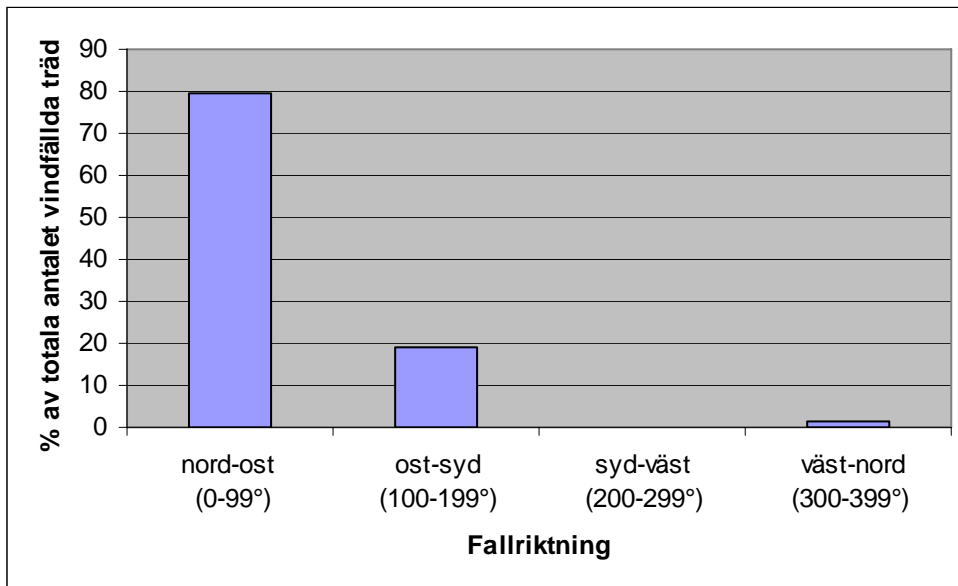
Risken för vindskador var störst direkt efter gallringsingreppet (figur 14). Därefter minskade andelen vindskador med tiden efter gallring fram till 4 år. Efter 5 år syntes en liten ökning av andelen vindskador.



Figur 14. Vindskador förhållande till tiden efter gallring. Barer visar standardavvikelsen

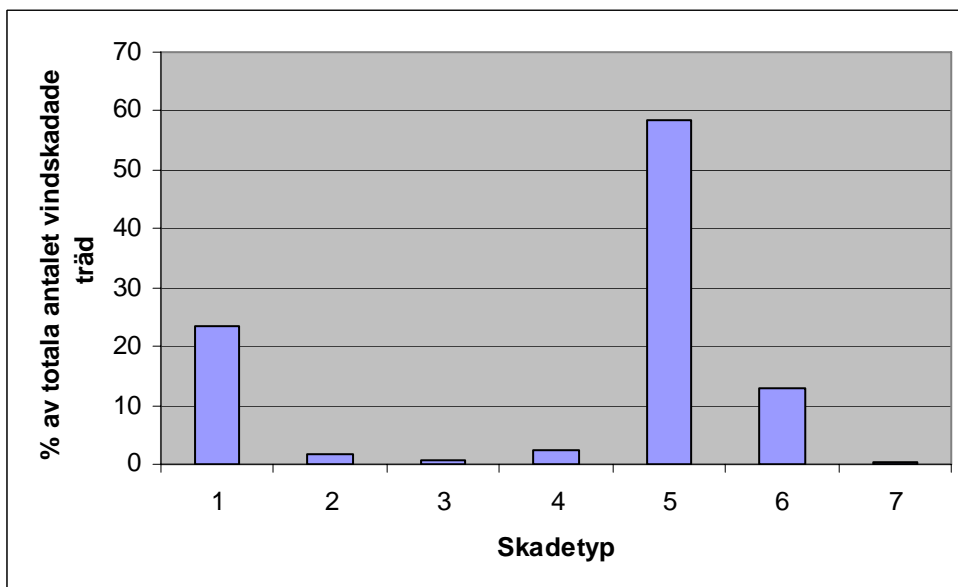
### 3.3 Trädens fallriktning och skadetyper

Nordost var den riktning som flest träd föll åt under stormen 2005 (figur 15). Den dominerande vindriktningen var således från sydväst.



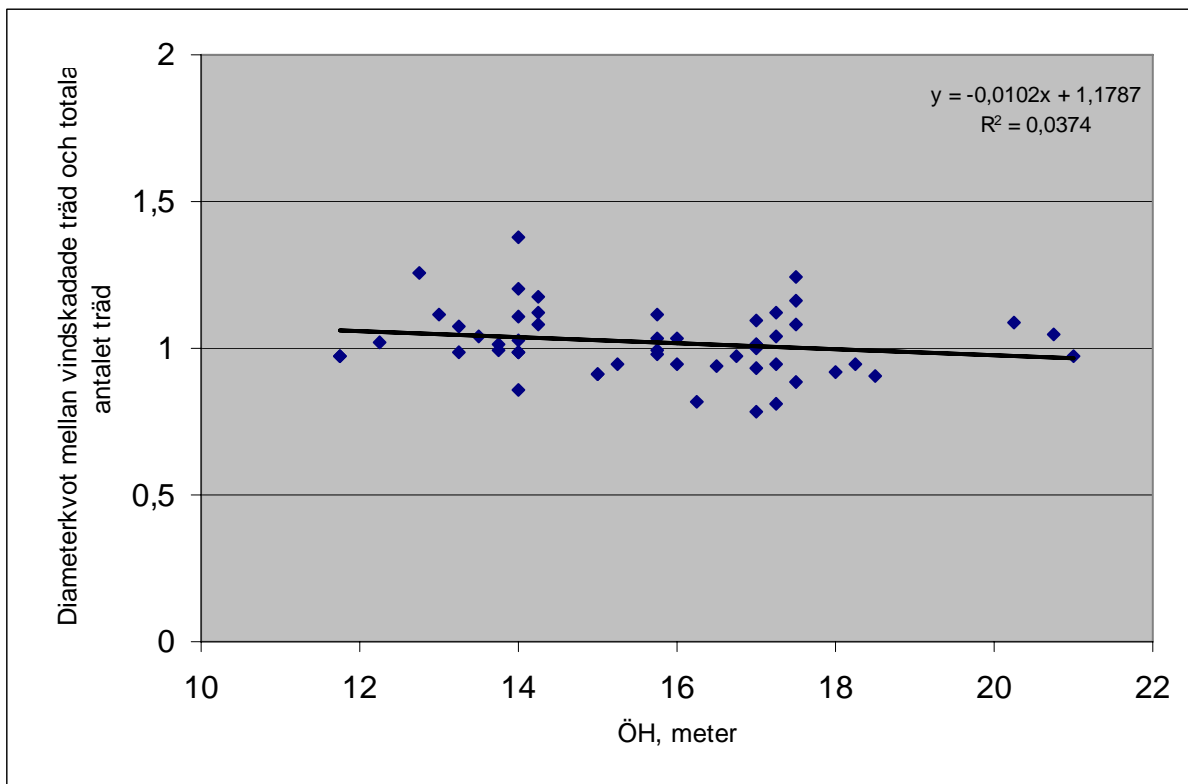
Figur 15. Trädens fallriktning (400° skala)

Rotvältor var den vanligaste skadetyper hos träden i undersökningen (figur 16). Men även stambrott under krongränsen och lutande träd var vanligt förekommande. Medeldiameter för träd med stambrott under krongränsen var 13,3 centimeter, för träd med rotvälta 14,9 cm och för lutande träd 13,6 cm.



Figur 16. Fördelningen av skador hos de vindskadade träden. Skadetyper: 1) stambrott under krongräns; 2) stambrott inom den gröna kronans nedre halva; 3) stambrott inom den gröna kronans övre halva; 4) snö eller vindböjd; 5) Rotvälta; 6) lutande; 7) påfäll

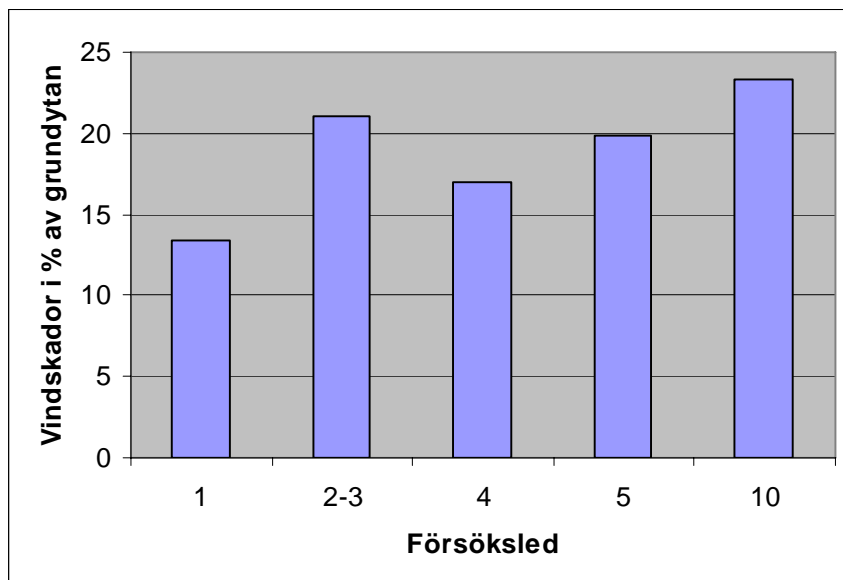
Medelvärdet för diameterkvoten för hela materialet var 1,019. För bestånd med en höjd mellan 11,75-16,00 meter var kvoten 1,043 och för bestånd med en höjd mellan 16,25-21 meter var kvoten 0,989 (figur 17). Spridningen var stor och sambandet var svagt.



Figur 17. Sambandet mellan beståndens övre höjd och kvoten mellan medeldiameter för de vindskadade träden och medeldiameter för det totala antalet träden före stormen

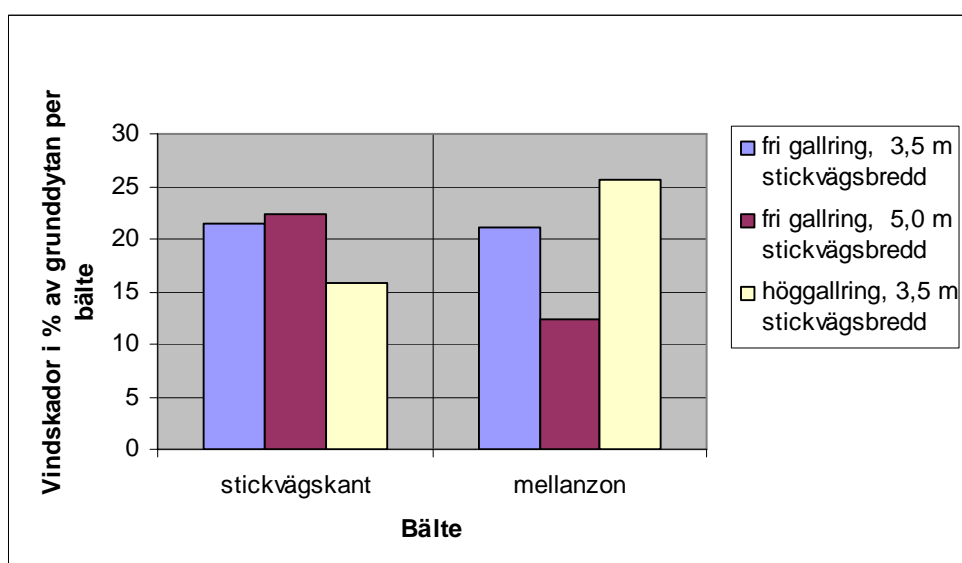
### 3.4 Resultat Vinsåsen

Försöksledet som var ogallrat och utan stickväg hade minst vindskador 13,4 %. Högst andel vindskador, 23,4 %, hade parcellerna som var gallrade utan stickvägsupptagning. Medelgrundytan före stormen var i försöksled 1 63,1 m<sup>2</sup>/ha, försöksled 2-3 44,7 m<sup>2</sup>/ha, försöksled 4 42,6 m<sup>2</sup>/ha, försöksled 5 41,6 m<sup>2</sup>/ha och i försöksled 10 36,6 m<sup>2</sup>/ha.



Figur 18. Vindskadors i förhållande till gallringsform och stickvägsbredd i Vinsåsförsöket. Försök 1) ogallrat utan stickväg; 2-3) fri gallring med 3,5 m stickvägsbredd; 4) fri gallring med 5,0 m stickvägsbredd; 5) höggallring med 3,5 m stickvägsbredd; 10) selektiv gallring utan stickväg.

Medelvärdet för andelen vindskador i alla parceller med stickvägar var 20,3 % i stickvägskanten och 20,1 % i mellanzonen. I försöksledet med höggallring var vindskadorna i stickvägskanten något lägre än i mellanzonen medan motsatsen gällde i försöksledet med 5 meter bred stickväg. I försöksleden med 3,5 meter bred stickväg var det samma andel vindskador i kant- och mellanzonerna.



Figur 19. Vindskador i stickvägskant och mellanzon beroende på gallringsform och stickvägsbredd. Vinsåsförsöket, Halland

## **4. Diskussion**

### **4.1 Allmänt**

Huvudsyftet med detta arbete var att undersöka hur stickvägnätets utformning och tidpunkten för gallring påverkar risken för vindskador. Spridning i det insamlade materialet blev större än väntat. Ett stort antal faktorer har varit för sig eller i samspel med varandra ett stort inflytande på skaderisken. Risken för vindskador har också ett slumpmässigt uttryckande i terrängen. Detta innebär vissa begränsningar av möjligheterna att beakta enskilda faktorer påverkan och att utifrån det redovisade materialet dra klara slutsatser om sambanden mellan stickvägnätets utformning samt tidpunkten för gallring och risken för vindskador.

### **4.2 Begränsningar**

Urvalet av objekt i detta arbete var starkt styrt mot bestånd som hade en viss skadeomfattning. Detta innebär att resultaten i arbetet inte kan anses vara representativt för alla typer av gallringsbestånd.

### **4.3 Material och metod**

Objekt till inventeringen togs fram av distrikten Halmstad, Hässleholm och Hylte. Ett fåtal objekt inventerades på Tönnersjöhedens försökspark. Ytorna var tagna på privat skogsmark där det bedrivits normalt skogsbruk. Till skillnad från fasta provytor, som hade varit ett annat alternativ, har objekten som ingår i denna undersökning inte lika väldokumenterad historia. De uppgifter som erhöles från distrikten angående beståndens historik har i enstaka fall visat sig vara felaktiga. Även skillnader i beståndens exposition för vindskador mellan och inom distrikten har gjort resultatet svårtolkat. Många utvalda objekt har inte kunnat inventeras då de inte uppfyllde kriterierna. Speciellt kravet på beståndets skadeandel har orsakat problem. Vid flera tillfällen har objekten uppfyllt det uppställda kravet på en total skadeandel (10-50 % vindskador), men sedan har det inte gått att finna enskilda provytor som kunde uppfylla kravet (10-70 %).

Om man skulle göra en ny undersökning av stormskador i gallringsskog hade det nog varit lämpligt att begränsa sig mer geografiskt, t.ex. till ett mindre område på ett distrikt. Detta är förmodligen svårt att genomföra då tillgången på lämpliga objekt då blir kraftigt begränsat.

Inventeringen gjordes enligt boxmetoden. Detta tillvägagångssätt fungerade bra och det var enkelt att samla in nödvändiga data. Det som kunde diskuteras var hur man kan undvika subjektiva inslag i metodiken. Problemet med inventeringsmetoden var då den objektiva framtagningen startpunkten för provytan inte uppfyllde kravet på andelen vindskador och man istället började stega fram längs med stickvägen till en ny startpunkt. Detta tillvägagångssätt kan inte anses vara helt objektiv.

Primärbearbetningen av insamlade data följde vedertagna metoder och bedöms vara fri från systematiska fel. Något kontrollmaterial att jämföra insamlade data har inte funnits tillgängligt varför generaliserbarheten för de redovisade resultaten är svårt att uttala sig om.



## 4.4 Tolkning av resultat

### 4.4.1 Vindskador förhållande till vägnätets utformning

Stickvägsnätet i ett bestånd påverkar risken för vindfällning på flera sätt. Stickvägar påverkar bestånden genom sin bredd, sitt avstånd och sin riktning.

Undersökningen visade att vindskador ökade med ökad stickvägsandel. Förmodligen påverkade störningar, som t.ex. stickvägar, att vinden fick bättre grepp om träden eller att vinden blev mer turbulent.

Däremot verkade inte vägens bredd påverka vindskaderisken i någon större omfattning utan det verkade som det var störningen i sig, som vägen utgör, som påverkade beståndets stabilitet negativt. Däremot skulle det teoretiskt varit intressant att veta hur resultatet hade blivit med fler ytor med vägbredder över 6 meter. I figur 3 för vägbredd kontra vindskador såg man en möjlig tendens till att vindskadorna blev högre vid en vägbredd över 5.5 meter. För praktisk tillämpning har detta emellertid mindre intresse eftersom vägbredder över 5 meter är sällsynta och inte bör rekommenderas även av andra skäl än för vindskaderisken.

Undersökningen visade att risken för vindskador ökade med minskat stickvägsavstånd. Medelavståndet var ca 17 meter från kant till kant, vilket var ett ganska normalt värde. Däremot var variation bestånden emellan mycket stor.

När man tittade på området mellan stickvägarna syntes det att stickvägskanterna löpte större risk att vindskadas än zonen mellan stickvägskanterna. Störst risk för vindskador har de stickvägskanter som låg mot den förhärskande vindriktningen. Men redan efter 2-3 år kunde man se att stickvägskanten (bälte 1), som låg mot den förhärskande vindriktningen (väst), hade stabiliserat sig och skadorna blev jämnare fördelade mellan bältena. I mellanzonen (bälte 2) varierade skadorna lite med tid efter gallring, endast en liten ökning efter 1 år kunde urskiljas. Däremot såg den andra stickvägskanten (bälte 3), som låg ifrån den förhärskande vindriktningen, lite annorlunda ut. Där har vindskadorna ökat något med tiden efter gallring. Men spridningen var stor och därför var skillnaden osäker. Enligt både Persson (1972,1975) och Bryndum (1986) så stabiliserar sig träden i stickvägskanterna med tiden efter gallring. I denna undersökning så stämde detta bara överens för stickvägskanter som låg mot den förhärskande vindriktningen.

Stickvägarnas riktning verkade ha en ganska begränsad inverkan på beståndets risk för att drabbas av vindskador. Dock såg man en svag tendens till att bestånd vars stickvägar låg i rät vinkel mot den förhärskande vindriktningen i något större utsträckning drabbades av stormskador. Enligt Carlquist (1972) så kan det tänkas att stickvägar som ligger i väst-östlig riktning kan ge en viss negativ effekt. I hans egen undersökning fann han att stickvägnätets riktning inte hade någon inverkan på stormfällningsrisken mer än att högre stickvägsandel ökade risken för stormfällning.

#### 4.4.2 Vindskador förhållande till gallringsstyrkan och gallringstidpunkten

Enligt Fraser (1965) och Persson (1972) finns det ett klart samband mellan beståndshöjden och vindskador. Risken för vindskador ökar med stigande höjd och ålder hos ett bestånd. Denna studie visade på det motsatta, att vindskadorna minskade med ökad höjd. Detta är underligt eftersom sambandet att vindskador ökar med stigande höjd har varit starkt i tidigare undersökningar. Dock har resultatet i denna studie en mycket stor spridning och valen av bestånd har varit starkt styrkt mot en viss skadeomfattning. Därför bör detta samband tolkas med stor försiktighet. Enligt Werner m.fl. (1955) så har bestånd med en höjd lägre än 15 meter en mycket lite risk att drabbas av stormskador. I denna undersökning har en stor del av ytorna en höjd under 15 meter, men det är dessa som i medeltal har de högsta skadorna.

När diagrammet över höjd och vindskador (figur 9) delades in i klasser beroende på gallringstidpunkt så minskade spridningen. De bestånd som har den högsta höjden är också de bestånd där det har förflutit längst tid sedan gallringsingreppet gjordes.

De bestånd i undersökningen som hade hög höjd hade också en hög grundytta. Om grundytan används som ett mått på gallringsstyrkan, så har bestånd med hög höjd blivit svagt gallrade. Höjden har då kompenseras med hög grundytta. Persson (1972) visade att vindfällningsrisken ökade med gallringsstyrkan i nygallrade yngre bestånd.

De bestånd som hade en hög höjd och som sedan gallrades starkare kan ha råkat ut för kraftiga vindskador (>50 %) och hamnade därför utanför undersökningen.

Beståndens grundytta efter gallring var i medeltal något högre än gallringsmallens lägsta grundytta efter gallring. Jämförelsen gäller endast de inventerade provytorna och kan inte generaliseras till hela de gallrade bestånden, då antalet provytor är för litet för att representera hela bestånden.

Grundytan i undersökningen var generellt högre i stickvägskanten än i mellanzonen. Det är vanligt att förhållandet i gallringsbestånd är det motsatta, dvs man finner högre grundytor i mellanzonen. Detta kan bero på hur grundytan har beräknats. I denna undersökning har arealen mellan stickvägskanterna, kanträd till kanträd, använts vid beräkningar av grundytan. Det finns flera sätt att beräkna grundytta. Isomäki (1994) har redogjort för ett antal metoder för att beräkna den s.k. biologiska grundytan. Detta innebär förenklat att man vid beräkning av stickvägarnas grundytta använder en del av stickvägsarealen eftersom kanträden utnyttjar delar av denna areal.

Sambandet mellan ståndortsindex och vindskador (figur 12) visade små skillnader vilket tyder på att ståndortsindex inte har någon större betydelse för ett bestånds risk för vindskador.

I undersökningen visade det sig att ett bestånds risk för vindskador är som högst direkt efter gallring. Risken avtar med tiden efter gallring under ca 4 år. Därefter syntes en svag ökning i skadeandelen. Enligt Persson (1975) så innebär en gallring en starkt ökad risk för vindskador under den närmsta tidsperioden efter gallringen. Men risken avtar sedan snabbt med tiden efter gallring när trädskronorna växer till och de luckor som blivit efter bortgallrade träd försvinner när krontaket åter sluter sig. Även hårda gallringar i unga bestånd kan på ganska kort tid bli relativt stormfasta. Persson påpekar också att om rätt förutsättningar finns kan bestånd som gallrats både hårt och tidigt på sikt ge ökad stormfasthet.

### 4.4.3 Trädens fallriktning och skadetyper

De vindfällda träden i undersökning har i stor utsträckning fällts åt nordost (79.6 %). En mindre del av träden (18.8 %) har fällts mot sydost och endast ett fåtal träd (1.6 %) har ramlat åt nordväst. Resultatet var väntat då den förhärskande vindriktningen under stormen kom från sydväst.

Den dominerade skadetyper hos de vindskadade träden var rotvältor (58.5 %). De andra två skadetyperna som var av betydelse var stambrott under krongräns (23.5 %) och träd med kraftig lutning (13.0 %).

Enligt Persson (1972) kan skillnaden i väderlek vid ett stormtillfälle påverka risken för vindskador. Särskilt skillnaden mellan tjälad och otjälad mark framhävs. Vid otjälad och starkt uppblött mark kan även relativt måttliga men varaktiga höga vindstyrkor ge upphov till kraftiga vindskador på vissa marktyper. Vid tjäle i de övre markskikten bidrar detta till kraftig förstärkning av rotsystems stabilitet. Även trädens böjhållfasthet sägs öka med sjunkande temperatur.

När stormen i januari 2005 drog in över södra Sverige var väderleken onormalt mild för årstiden. Marken var då till stor del otjälad och detta kan ha påverkat skadetypsfördelning mot en större andel rotvältor mot vad som kunde varit fallet om marken var tjälad. Om det hade varit tjäle så hade kanske fler träd fått stambrott och därmed också fått sämre timmerkvalitet. Men det milda vädret var troligen en av orsakerna till att de förödande stormvindarna överhuvudtaget bilades.

Skillnaderna i medeldiameter mellan träd från de tre största skadetypskategorierna visade att rotvältorna hade den högsta medeldiametern. Träd som drabbades av stambrott (under krongräns) hade klenare stamma och sannolikt högre upphissade kronor.

Det var små skillnader i diameterkvoten mellan de vindfällda träden och det totala antalet träd i bestånden med ökad höjd. Enligt Persson (1975) så motsvarar effekterna av måttliga vindskador en höggallring. De höga trädens kronor utgör ett oskyddat vindfång och sambandet mellan höjd och diameter är starkt. De klenare träden står mer skyddade inne i beståndet.

### 4.4.4 Försöksbestånd Vinsåsen

Parcellerna som var ogallrade hade lägst skadeandelar i medeltal. Högst vindskadeandel fick parcellerna som blev gallrade utan stickvägsupptagning. Skillnaderna mellan de friggallrade parcellerna med varierad stickvägsbredd och gallringform var små. Enligt en amerikansk undersökning (Brender och Romancier 1960) så uppvisar låggallrade bestånd betydligt färre skador än höggallrade bestånd.

Det var inte någon större skillnad i medelvärdet på vindskadorna i stickvägskanter och i mellanzoner. Detta stärkte hypotesen om att stickvägskanten blev mer stabil med tiden efter gallring.

Materialet från Vinsåsen var emellertid litet och spridningen i de flesta försöksled var stor.

## 4.5 Slutsats och tillämpning

Denna undersökning som både innefattar en fältstudie och en litteraturstudie visar/indikerar att:

- Vindskador ökar med ökande andel stickvägar i beståndet, men sambandet är svagt.
- Vindskador minskar med ökande stickvägsavstånd, men även här är sambandet svagt.
- Risken för vindskador är störst i stickvägskanterna, speciellt i kanten mot väst.
- Risken för vindskador i stickvägskanten mot väst avtar med tiden efter gallring.
- Vindskadorna minskar med ökande grundyta efter gallring, men sambandet är svagt.
- Den dominerande fallriktningen för träden var nordost under stormen 2005.
- Rotvälta var den dominerande skadetyper under stormen 2005.
- Vindskadorna blir lägst i ogallrad skog.
- Stickvägskanterna stabiliseras med tiden i normalt gallrade bestånd när vägupptagning skett i unga bestånd.

Denna undersökning ger inget stöd för att:

- Stickvägsbredden (i intervallet 3,85-5,7 m) påverkar risken för vindskador.
- Stickvägarnas riktning (väderstreck) har någon avgörande inverkan på risken för vindskador.
- Beståndets ståndortsindex (i intervallet G30-40) har någon avgörande inverkan på risken för vindskador.
- Vindfällningen påverkat dimensionsfördelningen i gallringsbestånden (diameterkvot ca 1).

Därför bör man tänka på att:

- Vid första gallring ta upp stickvägar av tillräcklig bredd för att undvika senare utvidgningar av vägen vid kommande gallringar.
- Undvika hög stickvägsandel och korta stickvägsavstånd som ökar risken för vindskador på beståndet och heller inte bör rekommenderas även av andra skäl än för vindskaderisken.
- Första gallringen bör vara stark och utföras tidigt för att minska risken för vindskador. Detta medför en ökad risk för vindskador de närmsta åren efter gallring men på sikt ökar beståndets stabilitet.
- Om beståndet är eftersatt bör man utföra en svag gallring där man gallrar svagare i stickvägskanterna än i mellanzonen för att på så sett skydda hela beståndet.
- Undvika sena gallringar helt då beståndens högre höjd bidrar till en starkt ökad risk för vindskador.

## Referenser

- Andersson, L. 1985. Skador efter gallring. Skogsfakta. Konferens; nr 7:137-142
- Brender, E. V. & Romancier, R. M. 1960. Glaze damage in Lobolly pine plantations. Southern Lumberman 201, 168 pp.
- Bryndum, H. 1986. Minimizing wind damage to coniferous stands. Danish forest experiment station and the commission of the European communities of lövenholm castle. Denmark, 49 pp.
- Danielson, R & Jakobsson, S. 1970. Stormfällningen 1969. Uppsats för proseminariet i geografi vid Göteborgs Universitet, 33 pp.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Karlsson, K. 1994. Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndutvecklingen i ett försök i granskog. SLU, Inst. för skogproduktion, Rapport nr 38, SHS, 23 pp.
- Fraser, A, I. 1965. The Uncertainties of wind damage in forest management, Irish Forestry 22:84-92.
- Gloyne, R,W. 1968. The structure of wind and its relevance to forestry. Supplement to forestry, 41:7-19.
- Hütte, P. 1964. Untersuchungen über den Einfluss des Geländereliefs auf Richtung, Geschwindigkeit und Struktur des Sturmes im Hinblick auf die Sturmgefährdung der Fichte. Dissertation Mann. Münden, 172 pp.
- Hägglund, B. 1973. Om övre höjdens utveckling för gran i södra Sverige. Skogshögskolan, Inst. för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 24, 49 pp.
- Isomäki, A. 1994. Determination of strip roads width. Finnish Forest Research Institute, Reserach report 501, 66 pp. (In Finnish with English summary)
- Jacobs, M,R. 1954. The effect of wind sway on the form and development of *Pinus radiata* D. Don.- Australian journal of botany 2:35-51.
- Kardell, L.1978. Traktorsskador och tillväxtförluster hos gran-analys av ett tioårigt försök. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift, nr 3:305-322.
- Neustein, S.A. 1971. Damage to forests in relation to topography, soils och crops. Forestry Commission Bull. Edinburgh 45:42-48.
- 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. Beståndsbehandlingens 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.

Skogsstyrelsen, 1984. Gallringsmallar. Södra Sverige. Stencil.

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, 1996. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in Southern Sweden. *Forestry* 69:25-33

Werner, F & Årrmann, J. 1955. Stormfällningens dynamik- en studie. *SST* 53:311-330.