

# Vindskador vid stickväg i 1:a och 2:a gallring i Boxholm, Östergötland -i stormen Pers fotspår

*Wind damage next to strip roads in 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> thinning in Boxholm,  
Östergötland –in the footsteps of the storm Per*



**Annelie Fransson**

Handledare: Karin Johansson  
Urban Nilsson

---

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 108

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2008

---

## Förord

Detta examensarbete, 30 högskolepoäng inom ämnet skogshushållning på D-nivå, har utförts vid Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp. Examensarbetet ligger inom SLU och Växjö Universitets forskningsprojekt för att undersöka sambandet mellan skogsskötsel och risken för stormskador, vilket stöds av Sparbanksstiftelsen Kronan.

Ett speciellt tack till min handledare, Karin Johansson, för att du utförde inventeringarna med mig. Utan dig hade inte inventeringen gått så snabbt eller varit så rolig och inte att förglomma den tid du lagt ner samt dit engagemang. Urban Nilsson för goda råd och hjälp med uträkningar.

Jag vill även rikta ett tack till Boxholms Skogar AB för det material som de har tagit fram till examensarbetet.

Till sist vill jag även tacka min syster, Pernilla, för ett gediget arbete med att korrekturläsa hela mitt arbete!

Alnarp, december 2007

*Annelie*

## Abstract

Wind damage is something we are all familiar with since the storms Gudrun (2005) and Per (2007). Research about strip roads and wind damage is very limited. It is commonly known that the trees next to the strip roads more often fall with heavy winds, and the purpose of this thesis was to verify this statement. Data was collected from first- and second thinnings at Boxholms Skogar AB, Östergötland. In first thinnings, data was collected from both spruce and pine stands and in second thinnings, only data from spruce stands was collected. The stands were thinned after the storm Gudrun but before the storm Per.

There are different factors that increase the risk of wind damage and they can be divided into three categories. The first one is *exposure*, which includes topography. Depending on how the terrain looks like, it can increase or decrease the wind velocity. Exposure also includes thinning that opens up the stand and the surrounding terrain with clear-cuts. The second factor is *stand characteristics*. The risk of wind damage to a tree is higher with increasing height and also indirect with high h/d-quotient. It is also important that the stand has had the right management in the past, e.g. pre-commercial thinning. The third factor is *the ground* on which the spruce and pine grow. This is because both species are dominant on different types of ground and their roots develop differently. The spruce often has a limited root system and therefore becomes less storm resistant than pine.

The paragraph that regulates strip roads was taken out of the Swedish forestry act in 1994. This means that any strip road pattern can be applied. In the first thinnings used in this study, the average strip road width was 4,3 meters and the average strip road distance was 18,4 meters. In second thinning the numbers were 4,6 and 20,6 meters. The numbers are in line with what is used in today's modern forestry.

The results show that in first thinning with spruce the wind damage was evenly distributed. In first thinning with pine the risk of wind damage was higher right next to the strip road and decreased with distance. In second thinning the wind damage was evenly distributed in the spruce stands. In first thinning the spruce shows a weak tendency that wind damage occurs more on thinner trees than on bigger. This was not seen in second thinnings. In the first thinnings, the results showed that bigger trees have more wind damage than the small ones in spruce stands and the reverse in pine stands. As in the storm Gudrun, the type of wind damage that occurred the most was uprooted trees, in both first and second thinnings and in pine and spruce stands.

The conclusion is that wind damage in first thinning spruce stands is hard to reduce through management. However, in pine stands the number of wind-damaged trees can be reduced by using less strip roads, which means longer strip road distance. In both first and second thinnings the strip road width did not affect the risk of wind damage. Therefore, the strip roads should be wide enough from the beginning for more thinnings in the future.

**Key words:** Norway spruce, Scots pine, thinning, wind damage, strip road.

## Sammanfattning

Vindskador är något som vi alla är bekanta med sedan Gudrun 2005 och Per 2007. Forskning kring stickvägar och vindskador är däremot begränsat. Allmänt vedertaget är, att det är de stickvägsnära träden som trillar vid hårda vindar, vilket bland annat undersöks i detta examensarbete. Inventeringen har utförts i första- och andragallring på Boxholm skogar AB i Östergötland. I förstagallring har både gran- och tall dominerade bestånd inventerats medan i andragallring har bara inventering av grandominerade bestånd skett. Alla bestånden har gallrats efter stormen Gudrun och innan stormen Per.

Det finns olika faktorer som ökar risken för vindskador, vilka kan delas upp i tre kategorier. Den första är *exponering*, hit hör topografi som beroende på hur terrängen ser ut antingen kan höja eller sänka vindhastigheten. Exponering innefattar även gallring som öppnar upp beståndet samt omkringliggande terräng med eventuellt kalavverkningar. Den andra faktorn är beståndets *karaktär*, sannolikheten för att trädet vindskadas ökar med dess höjd och då indirekt även av dess ålder men också hög h/d-kvot ökar risken för vindskada. På bestånds nivå är det även viktigt att skogen blivit skött tidigare genom exempelvis röjning i rätt tid. Den tredje faktorn är *marken* där granen och tallen har sin växtplats. Eftersom båda trädslag är dominerande på olika typer av marker, utvecklas deras rötter olika och i jämförelse med tallen har granen ofta ett mer begränsat rotsystem och blir därmed mindre stormbeständig än tallen.

I och med att bestämmelserna som reglerade stickvägar togs bort i den nya skogsvårdslagen 1994, kan det stickvägsmonster som behålls läggas ut. I de inventerade förstagallringsbestånden, låg medelstickvägsbredden på 4,3 meter och medelstickvägsavståndet på 18,4 meter. I andragallring låg måtten på 4,6 m respektive 20,6 meter. Detta är i linje med vad som används i dagens moderna skogsbruk.

Resultaten visar att i förstagallring var vindfällning av gran jämnt fördelad, inte bara de stickvägsnära träden drabbades. Tallen däremot visade att sannolikheten för vindskada var högre ju närmre stickvägen trädet stod. I andragallring fanns inget samband mellan granens växtplats och avstånd till stickväg. I förstagallring påvisar granen en svag trend att det är de grövre träden som har större andel vindskador än de smala, detta kan inte påvisas i granen i andragallring. I tallbestånden i förstagallring visar resultaten att de smala träden skadas en aning mer än grova. Liksom i stormen Gudrun var den typ av skada som var överlägset representerad rotvälta, i både gran och tall samt i både första- och andragallring.

Slutsatsen i förstagallring är att vindskadorna i gran är svårare att minska genom skötsel av skog jämfört med tall. Med minskad andel stickvägar i tall, det vill säga längre stickvägsavstånd, kan man förhoppningsvis minska andelen vindskador. I både första- och andragallring är stickvägsbredden ovidkommande för sannolikhet för vindskador, det vill säga att stickvägarna bör göras tillräckligt breda för att klara kommande gallringar.

# Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>7</b>
<i>1.1 Bakgrund</i> .....	7
1.1.1 Exponering .....	7
1.1.2 Beståndet .....	8
1.1.3 Marken .....	9
1.1.4 Stickvägar.....	9
<i>1.2 Syfte</i> .....	10
<b>2 Material och metod</b> .....	<b>11</b>
<i>2.1 Material</i> .....	11
<i>2.2 Beståndshistorik</i> .....	11
2.2.1 Skötselgrupp 3 .....	11
2.2.2 Skötselgrupp 4.....	11
2.2.3 Skötselgrupp 5.....	12
<i>2.3 Metod</i> .....	12
<i>2.4 Bearbetning av materialet</i> .....	14
2.4.1 Sannolikheter.....	14
2.4.2 Klassificering av väderstreck .....	14
<b>3. Resultat</b> .....	<b>15</b>
<i>3.1 Sannolikhet för vindfälle</i> .....	15
3.1.1 Sannolikhet för vindfällerna i förstagallring .....	15
3.1.2 Sannolikhet för vindfällerna i andragallring .....	17
<i>3.2 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd</i> .....	18
3.2.1 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd i förstagallring.....	18
3.2.2 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd i andragallring.....	18
<i>3.3 Vindskada och diameter</i> .....	19
<i>3.4 Typ av skada</i> .....	21
3.4.1 Typ av skada i förstagallring.....	21
3.4.2 Typ av skada i andragallring .....	21
<i>3.6 Riktning på stickväg</i> .....	22
3.6.1 Riktning på stickväg i förstagallring och andragallring .....	22
<i>3.7 Riktning på vindfälle</i> .....	23
3.7.1 Riktning på vindfälle i förstagallring .....	23
3.7.2 Riktning på vindfälle i andragallring .....	23

3.8 Topografi.....	24
3.8.1 Topografi i förstagallring .....	24
3.8.2 Topografi i andragallring .....	24
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>25</b>
4.1 Allmänt .....	25
4.2 Sannolikhet för vindfällan .....	25
4.3 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd.....	26
4.4 Diameter.....	27
4.5 Typ av skada.....	27
4.6 Vindriktning.....	27
4.7 Topografi.....	28
4.8 Felkällor/Begränsningar .....	28
4.9 Slutsatser .....	29
4.9.1 Förstagallring .....	29
4.9.2 Andragallring .....	29
<b>5. Källförteckning .....</b>	<b>30</b>
<b>Bilaga 1 Fältblankett.....</b>	<b>32</b>

# 1. Inledning

I och med stormen Gudrun (8 januari 2005) och stormen Per i år (14 januari 2007) har många nya frågeställningar dykt upp kring skog och skogsskötsel. Virkesskadorna blev enorma efter stormen Gudrun och uppskattades till 75 miljoner m<sup>3</sup> (SMHI 2005) och i stormen Per till ca 16 miljoner m<sup>3</sup> (SMHI 2007).

Många funderar i nya banor och tankar från stormen 1969 dyker upp igen. Varför har vi fått så stora virkesskador de senaste åren? Kan det vara en följd av klimatförändringar eller sättet som skogen brukas? Enligt Schelhaas et al (2003) kan det ökade virkesförrådet per hektar samt den ökande medelåldern hos bestånden förklara de ökade virkesskadorna de senaste 100 åren i Europa. Samma mönster, det vill säga ökat virkesförråd och medelålder, kan även ses i Götaland (Valinger et al 2006) där stormarna Gudrun och Per orsakade stor skada. Både Gudrun och Per var väldigt snarlika i de norra delarna av Götaland, medan Gudrun hade något starkare vind i övriga Götaland (SMHI 2007).

Vindskador är komplicerade och kan inte förutses och kan drabba relativt slumpmässigt (Valinger & Lundqvist 1993). Detta gör det svårt att ge optimal skötsel av skogen. Vindskador leder till dyra avverkningskostnader då Skogsvårdslagen (SVL) 29 § kräver att endast fem m<sup>3</sup>sk per hektar får ligga kvar i skogen, under upparbetningen fick endast tre m<sup>3</sup>sk per hektar ligga kvar. Kvarlämnandet av vindfällan leder till en inkörsport för skadeinsekter som kan göra betydlig skada (Valinger & Lundqvist 1993, Mitchell 1995).

## 1.1 Bakgrund

Det är inte bara en faktor som leder till ökad sannolikhet för vindskador, det är ett flertal faktorer som samverkar (Valinger et al 2006). Enligt Valinger et al (2006) ökar sannolikheten för vindskada med ökad vindhastighet, virkesförråd, andel gran, trädhöjd, diameter samt ålder och grundyta, volym och ståndortindex. Den faktor som dock är den mest utpekande orsaken till omfattande vindskador är förekomsten av starka vindar, storm eller orkan styrka (Valinger et al 2006). Många använder ordet stormskada och inte vindskada - i detta arbete kommer ordet vindskada att användas. Storm är det när medelvindhastigheten i 10 min överstiger 24,5 m/s (Valinger et al 2006). Under både Gudrun och Per var vindstyrkan olika på olika platser. I Östergötland uppmättes byvindar på 33 m/s under stormen Gudrun och i stormen Per ligger den högsta byvinden på 28 m/s (SMHI 2007).

Det finns olika sätt att klassificera de faktorer som påverkar risken för vindskada, Mitchell (1995) har delat upp faktorerna i tre klasser; *exponering*, *beståndsegenskaper* och *marken*. Dessa tre klasser har använts nedan för att få en bättre översikt på de olika riskfaktorerna.

### 1.1.1 Exponering

Väl hopplänkat med vindstyrka är topografin. Beroende på hur topografin ser ut kan vinden till exempel öka eller bli mer turbulent (Ruel 1995). Former i terrängen som kan vara vindavledande är till exempel åsar, dalar, kraftledningsgator och vägar (Werner & Årman 1955). Det har visats att bestånd som står i motlut i vindens riktning har större sannolikhet för vindskada än bestånd i medlut (Werner & Årman 1955). Ökad exponering som vid gallring ökar risken för vindskador (Valinger & Lundqvist 1993).

Enligt Carlquist (1972) bör man inte slutavverka bredvid ett nygallrat bestånd, för att undvika att exponera det känsliga nygallrade beståndet. Man bör även tänka på att hyggeskantens riktning påverkar sannolikheten för vindskador.

### 1.1.2 Beståndet

Träden utsätts konstant för dynamisk stress orsakad av vind. Vid stark påverkan som till exempel gallring disponerar trädet mer resurser till nedre delen av stammen för tillväxt (Valinger & Lundqvist 1993). Träd med stor avsmalning vindskadas inte i samma utsträckning som träd med liten avsmalning. Avsmalningen är mer tydlig i ”vargträd” och i bestånd som är gallrade (Newnham 1965). Avsmalning kan mätas med h/d-kvoten, det vill säga hur brösthöjdsdiametern på trädet är i förhållande till dess höjd (Lohmander & Helles 1987). En låg kvot utmärker träd som utsätts för konstant dynamisk stress då de växer sig grova i nedre delen av stammen samtidigt som de inte blir så långa. En omvänd h/d-kvot ger längre och mer jämnskala träd (Valinger et al 2006).

Trädhöjden är en viktig faktor, ju högre träd, desto större sannolikhet för vindskador (Werner & Årmann 1955, Carlquist 1972). Indirekt ger detta också att med ökad ålder ökar även sannolikheten för vindskador (Werner & Årmann 1955, Persson 1972). I och med att grova långa träd kan ha högre sannolikhet för vindskador ger även ett högt virkesförråd större risk för vindskador (Carlquist 1972, Persson 1972).

Skötsel av bestånden är av största vikt. En sen gallring i ett överslutet bestånd ger nästan garanterat vindskador, det är därför extremt viktigt att gallra tidigt (Persson 1972). Tid som förlöpt efter den senaste gallringen är också en viktig faktor. Enligt Persson (1972) behövs bara några vegetationssäsonger innan ett bestånd som gallrats blir stabilt. Danska studier visar att det kan ta upp till fem år efter gallring innan beståndet stabiliserat sig (Lohmander & Helles 1987). En studie som utförts i Ångermanland visar att de vindskador som uppkom efter gallring uppstod inom fyra år efter ingreppet (Lundqvist & Valinger 1995). I studier efter stormen Gudrun framkom att sannolikheten för vindskada ökar i skog som gallrats inom fem år (Valinger et al 2006). Det framkom även att de flesta vindskadade stammarna var rotvältor och låg i nordöstlig riktning samt att tall har högre sannolikhet för stambrott än gran.

Efter undersökningar från stormen 1969 framkom att det var mindre stormskador i lövskog och blandbestånd (Carlquist 1972), medan nya studier visar att risken för vindskador ökar i blandbestånd av löv och barr, då lövträden är avlövide vintertid och inte ger barrträden samma skydd (Nørgård Nielsen & Larsen 2001). I blandbestånd bestående av bara barrträd, det vill säga gran och tall, verkar granen skadas mer än tallen (Persson 1975). Desto högre granandel som finns i beståndet, desto högre bonitet och beståndshöjd, vilket kan bidra till den ökade skaderisken.

Studier indikerar även att bestånd som är enskiktade har högre sannolikhet för vindskada än de bestånd som är flerskiktade (Persson 1972). Enligt Werner & Årmann (1955) har krontakets utformning betydelse. Ett bestånd med jämt krontak har större risk för vindskador än ett bestånd som har ett ojämnt krontak. Detta tycks bero på att vinden blir mer turbulent över ett ojämnt krontak och därmed tappar något av sin hastighet/styrka.



### 1.1.3 Marken

Enligt Carlquists (1972) studie efter stormen 1969 fanns inget samband mellan vindskada och jordart eller jorddjup. De enskilda trädens motstånd mot vindskada beror på hur pass utvecklat dess rotsystem är, jordens egenskaper och hur väl rötterna och jorden är integrerade (Werner & Årmann 1955, Cremer et al 1982). Studier på Rixsskogstaxeringsmaterial efter stormen 2005 visade att ett endast provytor med jorddjup på mer än 20 cm påvisade vindskador, denna faktor samverkar dock med andra faktorer (Valinger et al 2006). Carlquist (1972) fann inget samband mellan bonitet och sannolikhet för vindskador. Studier på Rixsskogstaxeringsmaterial efter stormen 2005 fann däremot ett ökat samband mellan ökad bonitet och ökad risk för vindskador (Valinger et al 2006), vilket bekräftar att sannolikheten för vindskada ökar vid ökat virkesförråd enligt Carlquist (1972) och Persson (1972).

Enligt Persson (1975) är det inte skillnader i granens eller i tallens rotsystem som är det väsentliga, utan snarare växtplatsens egenskaper. Granen återfinns i högre utsträckning på finkorniga, fuktiga och näringsrika marker än vad tallen gör. Detta leder till att granens rotsystem begränsas. Tallen däremot växer på torra och lågproduktiva marker (Persson 1975), och sandiga jordar medför ofta välutvecklade rotsystem, det vill säga både på djupet och på bredden. Torra lerjordar medför grunda och inte så utvecklade rotsystem (Werner & Årmann 1955).

### 1.1.4 Stickvägar

En stickväg definieras av träd som avverkas i samband med gallring med syfte att göra plats för uttransport av virke (Bucht 1981). Innan den första gallringen i ett bestånd påbörjas läggs ett stickvägsstystem ut (Håkansson & Steffen 1994). I dagens läge finns det ingen lag som reglerar stickvägar och hur stor del av beståndet som får utgöras av stickvägsarealen. Den paragraf som reglerade, den yta som stickvägarna upptar, togs bort i den nya SVL som kom 1994. Anledningen till att den togs bort var att det på slutet av 1980-talet framkom att skadenivån efter maskinell gallring var tillfredställande och det ansågs att paragrafen som reglerar minsta stickvägsavstånd kunde tas bort (Frohm 1994).

För att minimera tillväxtförluster bör enligt Håkansson & Steffen (1994) stickvägsarealen, som anges i procent, ligga mellan 10-20 %. Stickvägsarealen definieras som:

$$\text{Stickvägsareal} = \text{stickvägsbredd} / \text{stickvägsavstånd} * 100$$

Till exempel med en stickvägsbredd på fyra meter och ett stickvägsavstånd, vilket mäts från den första stickvägens centrum till den andra stickvägens centrum, på 20 meter blir stickvägsarealen 20 % (Bäckström 2000).

Hur stickvägarna är utformade styrs av ett antal faktorer så som tekniska, ekonomiska och biologiska (Bäckström 2000). De tekniska faktorerna är maskinernas storlek och kran längd. Drivningskostnaderna, det vill säga totalkostnad för att avverka och transportera ut virket ur skogen, är en ekonomisk faktor och biologiska faktorer är till exempel jordart, blockighet och fuktighet i marken. I dagens mekaniserade gallringar med stickvägsående skördare ligger stickvägsavstånd på 18-32 meter enligt Pettersson (1996) och 20-25 meter enligt Bäckström (2000). Ett normalt stickvägsavstånd är 3-4 meter på ”raksträckor” och upp till fem meter i kurvor (Håkansson & Steffen 1994, Bäckström 2000). Enligt Blomgren (2006) examensarbete så är stickvägens bredd ovidkommande när det gäller andelen vindskador.

Stickvägar är nödvändiga i dagens mekaniserade avverkningar men samtidigt öppnar de upp bestånden, vilket kan göra dem mer känsliga för kalamiteter som vind och snöskador (Andersson 1985). Efter stickvägsupptagning ökar volymtillväxten på de träden som står i en zon inom tre meter från stickvägen (Eriksson et al 1994). Ju större maskiner som används, desto större blir stickvägsbredden. Tas inte tillräckligt breda stickvägar upp i första gallringen kan en stickvägsbreddning göras i kommande gallringar, då större avverkningsmaskiner kan komma att användas. Vid borttagning av de träd som har en ökad volymtillväxt i stickvägskanten öppnas beståndet upp ytterligare. Dessutom avverkas den ökade tillväxten på de stickvägsnära träden och volym tas då ut i stickvägen (Bucht 1981). Detta minskar selektiviteten, det vill säga att man kan tvingas ta bort en huvudstam och lämna kvar ett mindre lämpligt träd för framtida tillväxt.

## 1.2 Syfte

Det har forskats lite kring stickvägar och hur dessa påverkar beståndens känslighet, det vill säga en ökad exponering. För att kunna lägga ett optimalt stickvägsmonster, behövs kunskaper om hur stormvindar kan påverka andelen skador.

Hos de flesta som är intresserade av skogsbruk är det allmänt vedertaget att det är de stickvägsnära träden som trillar vid starka vindar. Man har upplevt det och sett det med egna ögon, speciellt de senaste två åren, detta har dock inte verifierats. Stormen Per möjliggjorde för att undersöka och dokumentera om det verkligen är de stickvägsnära träden som trillar. Att förstå sambandet mellan stickvägar och vindskador är av största vikt. Desto mer information som finns tillgänglig vid beslutsfattandet, desto bättre beslut kan tas i planeringsprocessen, i detta fall beslut om stickvägsbredd och stickvägsavstånd.

Syftet med detta arbete är att ta reda på *var* vindskador förekommer i förhållande till stickvägen samt titta på *faktorer* enligt nedan, som kan påverka detta.

- första- och andragallring
- trädslag, gran/tall
- stickvägsbredd
- stickvägsavstånd

Det inventerade området som ligger till grund för detta examensarbete ligger vid Boxholm i Östergötland. Det är en väldokumenterad fastighet med lång skötselhistorik.

## **2 Material och metod**

### **2.1 Material**

Bestånden som inventerades ägs av Boxholms Skogar AB i Östergötland. Alla bestånden var gallrade efter stormen Gudrun 2005 och innan stormen Per 2007. Kriterier för att bestånd skulle vara lämplig för inventering var att beståndet skulle ha väldokumenterade gallringar för att kunna följa stickvägsmönster och titta på beståndshistorik. Skadenivån i beståndet fick inte vara för hög för att kunna identifiera stickvägar och skötselpåverkade skador. Bestånden skulle även vara gallrade med stickvägsgående skördare. Bestånden fick heller inte vara upparbetade efter stormen Per eftersom det skulle vara omöjligt att se åt vilket håll som träden trillat på då skördaren tryckt till rotvältnan.

### **2.2 Beståndshistorik**

Boxholm skogar AB har en lång och enhetlig skötsel av sin skog. Varje bestånd tillhör en skötselgrupp. De bestånd som inventerats tillhör skötselgrupp 3, 4 och 5. Detta medför att de inventerade bestånden har en mer eller mindre liknande beståndshistorik.

#### **2.2.1 Skötselgrupp 3**

Skötselgrupp 3 innebär trädslagsblandad produktionsskog som står på medelgod skogsmark lämplig för produktion av blandskog. Vid förnygring görs markberedning till största del av harvning och 2 500-3 000 plantor sätts per hektar. Slutröjning görs vid 3-5 meter i medelhöjd till cirka 2 300 stammar per ha. Minsta förbandet ligger här på 1,5 meter och huvudstamvalet sker på trädslagsnivå i samband med markens kvalitet och förutsättningar. Skogsstyrelsens gallringsmall ligger till grund för gallringarna. Den första gallringen sätts in vid en ålder på 30-35 år och kvarvarande stammar ligger runt 1 300 per hektar. Andragallring sker vid 40-50 års ålder och med kvarvarande 600-800 stammar kvar per hektar. I skogsstyrelsens gallringsmallar finns en nivå, med avseende på grundyta, vilket man bör ligga inom efter en gallring. I Boxholms Skogar AB:s skötselpolicy ligger mallnivån i förstagallring på 110 procent och 105 procent i andragallring, det vill säga att det gallras hårdare än vad skogsstyrelsen rekommenderar i sin gallringsmall.

#### **2.2.2 Skötselgrupp 4**

Skötselgrupp 4 innebär talldominerad produktionsskog som står på medelgoda till något sämre marker som är lämpliga för tallproduktion. Tall gynnas inom samtliga åtgärder, målsättningen är att producera högkvalitativt tallvirke. Harvning är den vanligaste markberedningsmetoden. Vid förnygring skall plantering under skärm respektive fröträdställning eftertraktas. Slutröjning sker vid en medelhöjd på 4-5 meter till cirka 2 300 stammar per hektar. Minsta förband ligger på 1,5 meter och lövinslag på 5-10 procent i beståndet är en målsättning. Skogsstyrelsens gallringsmall ligger till grund för gallringarna. Förstagallring sker vid 30-35 år och ner till cirka 1 200 stammar per hektar. Andragallring sker vid 40-50 års ålder ner till cirka 800 stammar per hektar. En tredje gallring, timmerställning, kan vara lämpligt för kvalitetstillväxten, gynna framtida fröträd och eventuellt avverka gran. Den tredje gallringen görs då innan 80 år och ner till 400-600

stammar per hektar. Mallnivån ligger på 120 procent i förstagallring och 110 procent i andragallring, det vill säga att det gallras hårdare än skogsstyrelsens gallringsmall.

### 2.2.3 Skötselgrupp 5

Skötselgrupp 5 innebär grandominerad produktionsskog som står på medelgoda till bättre friska marker lämpliga för granproduktion. Vid förnygring sker markberedningen med harv och det planteras mellan 2 700-3 000 plantor per hektar. Slutröjning sker vid en medelhöjd på 3-4 meter till cirka 2 300 stammar per hektar. Minsta förband är 1,5 meter och mer är 15 procents lövinslag är en målsättning. Skogsstyrelsen gallringsmall ligger till grund för uttaget i gallringarna. Förstagallring sker vid 30-35 års ålder till cirka 1 400 stammar per hektar. Andragallring sker vid 40-50 år till cirka 900 stammar per ha. Mallnivån ligger på 100 % i både första- och andragallring, det vill säga det röda fältets övre begränsning i skogsstyrelsens gallringsmall.

### 2.3 Metod

Provytorna varierade i antal i de bestånd som inventerades, detta beror på att bestånden var olika stora samt på möjlighet till provytor. Totalt inventerades 10 bestånd, 7 förstagallringar och 3 andragallringar, (Tabell 1 och 2). Antalet provytor blev totalt 62. Bestånden var mellan 28 och 37 år i förstagallring och 44 till 46 år i andragallring. I förstagallringarna har både gran- och talldominerade bestånd inventerats medan i andragallringarna var bestånden grandominerade.

*Tabell 1. Beskrivning över bestånden i förstagallring. Siffror som står inom parentes är standardavvikelsen.*

SI	Total Ålder	Skötsel Grupp	Medel Stickvägs bredd	Medel Stickvägs avstånd	Huvudriktn. På stickväg	Vindskada %	Uttag %	Areal Ha	Provytor
T24	28	4	4,6 (0,4)	16,5 (2,3)	S-SO	21,8 (13,6)	40	7,6	5
T24	29	4	3,9 (0,4)	19,2 (4,2)	O-SO	19,6 (13,5)	40	8,2	8
T26	28	4	4,2 (0,7)	18,9 (2,8)	NO-SO	14,7 (10,9)	40	30,0	9
G28	37	5	4,6 (1,0)	18,1 (5,1)	S-SO	16,4 (21,0)	35	5,0	5
G30	32	5	4,5 (0,5)	20,1 (1,3)	O-SO	38,7 (29,1)	40	9,6	6
G30	32	5	4,2 (0,6)	18,5 (4,0)	S-SO	11,9 (9,2)	40	6,9	5
G30	32	5	4,0 (0,4)	17,0 (2,1)	O-SO	12,9 (10,3)	35	6,1	5

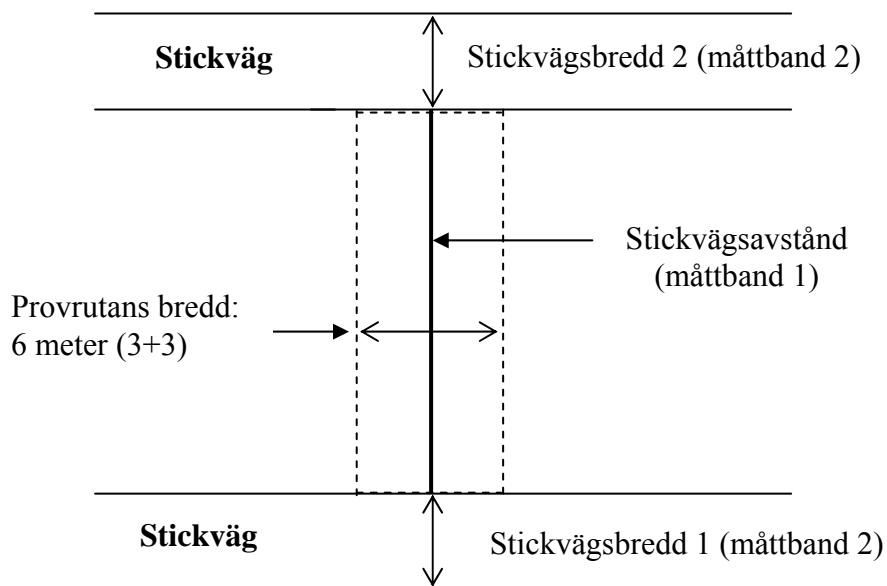
*Tabell 2. Beskrivning över bestånden i andragallring. Siffror som står inom parentes är standardavvikelsen.*

SI	Total Ålder	Skötsel Grupp	Medel Stickvägs bredd	Medel Stickvägs avstånd	Huvudriktn. På stickväg	Vindskada %	Uttag %	Areal Ha	Provytor
G28	44	5	4,6 (0,7)	21,7 (1,0)	S-SO	17,6 (16,2)	22	27,9	9
G30	46	5	4,6 (0,8)	18,5 (5,5)	O-NO	19,0 (9,5)	30	3,3	6
G32	46	3	4,4 (0,3)	22,1 (0,3)	S-SO	44,3 (15,9)	25	3,7	2

Vid inventeringen användes två måttband på 30 respektive 50 meter, klave, kompass 360°, samt inventeringsblanketter och penna.

Utläggningen av provytorna utgick från en känd punkt i det aktuella beståndet. Därefter togs en godtycklig, rimlig i förhållande till beståndets utsträckning geografiskt, kompassriktning ut och sedan stegades 25 alternativt 50 meter beroende på beståndets storlek. I de fall två parallella stickvägar saknades på provytan, stegades ytterligare 25 meter.

Provytan var rektangelformad och löpte mellan två stickvägar. Längden bestod av stickvägsavståndet och bredden var tre meter på var sida om mittlinjen, det vill säga sex meter, (Figur 1). Först drogs ett måttband vinkelrätt från en tänkt linje mellan de träd som stod i stickvägskanten, på den stickväg som provytan utgick från, till en tänkt linje mellan de träden i den borte stickvägskanten. Detta gav avståndet mellan stickvägarna. Sedan användes måttband nummer två för att mäta bredden på de båda stickvägarna. Måttband nummer två används även för att mäta de träd som ansågs vara gränsfall, det vill säga tre meter eller mer vinkelrätt från måttband nummer ett.



**Figur 1.** De rektangulära provytornas utseende, stickväg till stickväg. Själva provytan, där trädens data samlades in, är markerad med randiga sträck.

På alla träden inom provytan mättes avståndet från alla trädets växtplats till stickvägskanten och diametern på alla stammarna. Avståndet mättes i decimeter som noggrannhet och diametern i millimeter. De träd som var skadade delades in i en fyrgradig skala:

- 1 = Lutande < 45 grader
- 2 = Kraftigt lutande > 45 grader
- 3 = Stambrott
- 4 = Rotvälta

Vid bearbetningen av det insamlade materialet slogs klasserna lutande och kraftigt lutande ihop på grund av för få observationer i respektive klass.

På alla skadade träd noterades även kompassriktningen. Kompassriktningen togs även på de båda stickvägarna. För varje provyta noterades även topografin i en femgradig skala:

- 1 = Plan mark
- 2 = Krön
- 3 = Sänka
- 4 = Lutning
- 5 = Kraftig lutning

För att få med alla parametrar på var provyta gjordes en inventeringsblankett (Bilaga 1) innan själva inventeringen ägde rum.

## **2.4 Bearbetning av materialet**

Bearbetningen av det insamlade materialet har skett på provytenivå. Det har således inte varit nödvändigt att räkna upp provytorna till hektar eller beståndsnivå som är brukligt vid inventeringar. All data som samlades in fördes in i Excel. För att få fram avstånd från det enskilda trädets växtplats till närmsta stickväg delades provytan in i två halvor och det enskilda trädet tilldelades den närmsta stickvägens bredd. För att få fram skadeprocent i bland annat typ av skada och fällningsriktning så är det procent av antalet stammar som beräkningarna är gjorda på. Data från första- och andragallring har behandlats var för sig om inget annat anges.

### **2.4.1 Sannolikheter**

För att få fram statistiska samband och sannolikheter har PROC LOGISTIC i SAS, statistiskt dataprogram, använts för att modellera olika sannolikheter. Signifikansnivån  $p < 0,05$  användes. Modellen som användes beskrivs nedan. Funktionen, det vill säga resultatet från SAS, ritades upp i Excel för att få fram bra grafer.

$$\text{Sannolikheten } (P) = e^{(\beta + \alpha x)} / 1 + e^{(\beta + \alpha x)}$$

Där  $\beta$  är interceptet,  $\alpha$  är parametern för  $x$  som står för de oberoende variabler som används i modellen (avstånd mellan träd och stickväg, stickvägsavstånd och bredd).

### **2.4.2 Klassificering av väderstreck**

Uppdelning av olika väderstreck har gjorts i åtta olika riktningar detta för att lättare klassificera och överskåda resultatet, stickvägsriktning och fällningsriktning. Klassificeringen bygger på en 360 graders kompass och de redan kända uttrycken.

Nordnordost	0-45°	Sydsydväst	181-225°
Ostnordost	46-90°	Västsydväst	226-270°
Ostsydost	91-135°	Västnordväst	270-315°
Sydsydost	136-180°	Nordnordväst	136-360°

## 3. Resultat

### 3.1 Sannolikhet för vindfälla

#### 3.1.1 Sannolikhet för vindfällerna i förstagallring

I förstagallring har både tall- och grandominerade bestånd inventerats och har då gett vindfällerna av både tall och gran. Sannolikheten för vindskada i gran påverkades inte av avståndet till stickväg  $p=0,8384$ , (Tabell 3). Sannolikheten för vindskada i tall påverkades däremot av avståndet till stickväg  $p=0,0174$ , (Tabell 4).

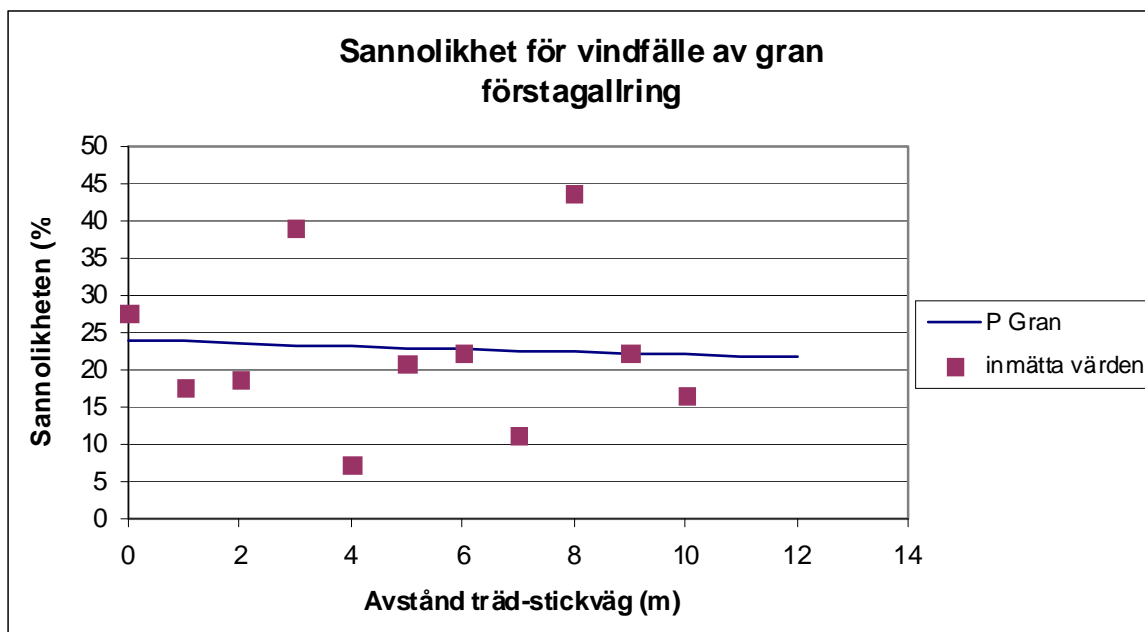
*Tabell 3. Resultat av körning i SAS med gran och parametern avstånd som innebär avstånd från trädets växtplats till den närmsta stickvägen.*

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-1.1608	0.2872	16.3316	<.0001
Avstånd	1	-0.0109	0.0533	0.0416	0.8384

*Tabell 4. Resultat av körning i SAS med tall och parametern avstånd som innebär det avstånd från trädets växtplats till den närmsta stickvägen.*

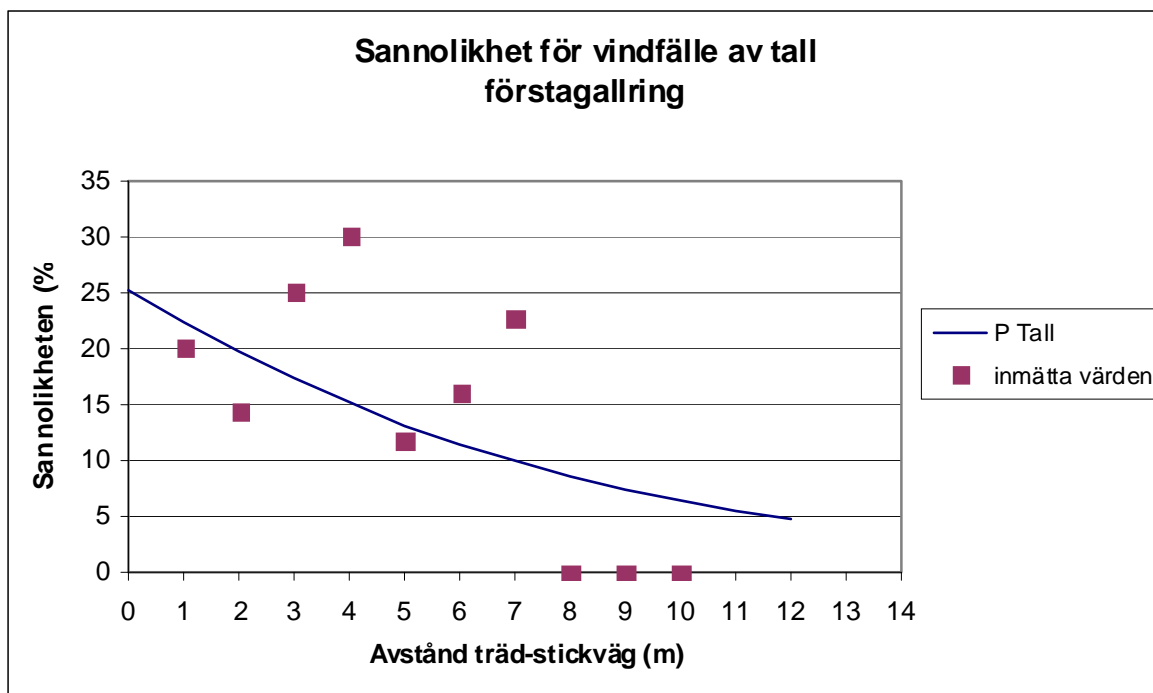
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-1.0912	0.2846	14.6970	0.0001
Avstånd	1	-0.1585	0.0667	5.6533	0.0174

Sannolikheten för vindfälle av gran i förstagallring låg kring 22 procent oavsett vart man befann sig i förhållande till närmsta stickväg, (Figur 2). De inmätta medelvärdena låg i linje med den framräknade modellen.



Figur 2. Sannolikheten för vindskada i förhållande till avstånd till stickvägskant samt medelvärden av de inmätta vindskadorna, i gran förstagallring.

Tallens närhet till stickvägen var av betydelse då sannolikheten för vindskada vid stickväg var 25 procent och 10 meter in i beståndet 7 procent, (Figur 3). De inmätta medelvärdena låg i linje med den framräknade modellen.



Figur 3. Sannolikheten för vindskada i förhållande till avstånd till stickvägskant samt medelvärden av de inmätta vindskadorna, i tall förstagallring.



### 3.1.2 Sannolikhet för vindfällan i andragallring

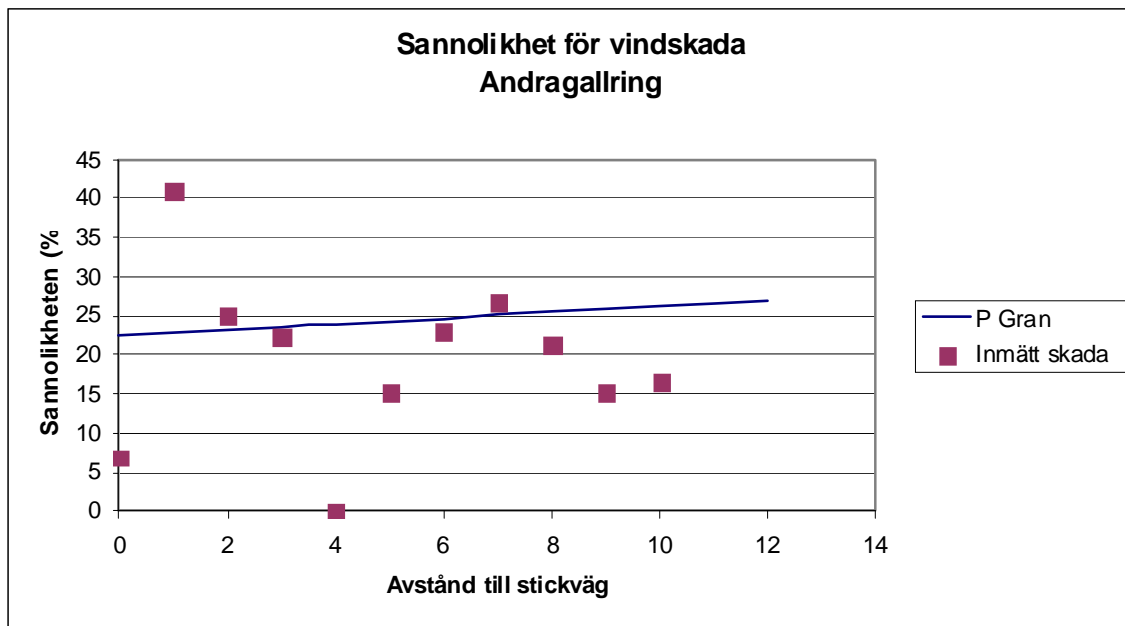
I andragallring var de inventerade bestånden grandominerade. I de inventerade bestånden fanns det dock inslag av tall, 16 procent, men inga vindfällan av tall observerades.

Resultatet av körningen i SAS visade att parametern avstånd inte var signifikant  $p = 0,7337$ , (Tabell 5). Det har således inte framkommit någon koppling mellan avstånd från trädets växtplats till närmsta stickväg och sannolikhet för vindfälla i andragallring i denna studie.

**Tabell 5.** Resultat av körning i SAS med gran och parametern avstånd som innebär det avstånd från trädets växtplats till den närmsta stickvägen.

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-1.2283	0.3592	11.7041	0.0006
Avstånd	1	0.0192	0.0566	0.1157	0.7337

Sannolikheten för stormskada i andragallring påverkades inte av avståndet till stickväg, (Figur 4). Sannolikheten för stormskada låg kring 25 procent var man än befann sig i förhållanden till stickvägen. De inmätta medelvärdena låg relativt bra i förhållande till den framräknade sannolikheten.



**Figur 4.** Sannolikheten för vindskada i förhållande till avstånd till stickvägskant samt medelvärden av de inmätta vindskadorna, i gran andragallring.

### **3.2 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd**

SAS körningar visade att stickvägsbredden inte påverkade mängden vindfällen, varken i första- eller andragallring. Inte heller stickvägsavståndet påverkade sannolikheten för vindskada.

#### **3.2.1 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd i förstagallring**

Stickvägsbredd i förstagallring hade inget statistiskt samband med sannolikheten för vindskada varken hos gran eller tall då  $p=0,1624$  respektive  $p=0,2099$ . Stickvägsbredden i förstagallring låg mellan 3,1-6,0 meter. Medelvärdet låg på 4,3 meter, då tall- och grandominerade bestånd var sammanslaget. Medelstickvägsbredden för gran- och talldominerande bestånd var separat 4,3 respektive 4,2 meter.

Stickvägsavståndet hade inget statistiskt samband med sannolikheten för vindskada i varken gran eller tall med  $p=0,0963$  respektive  $p=0,4160$ . Stickvägsavståndet låg mellan 10,7 och 24,9 meter i förstagallring. För alla bestånd i förstagallring låg medelvärdet på 18,4 meter. Uppdelat på gran- och tall dominerande bestånd låg medelvärdet på 18,5 respektive 18,4 meter.

I både tall och gran var spridningen av de inmätta värdena i stickvägsbredd och stickvägsavstånd bra. Med medelstickvägsbredd och medelstickvägsavstånd blev stickvägsarealen 19 procent.

#### **3.2.2 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd i andragallring**

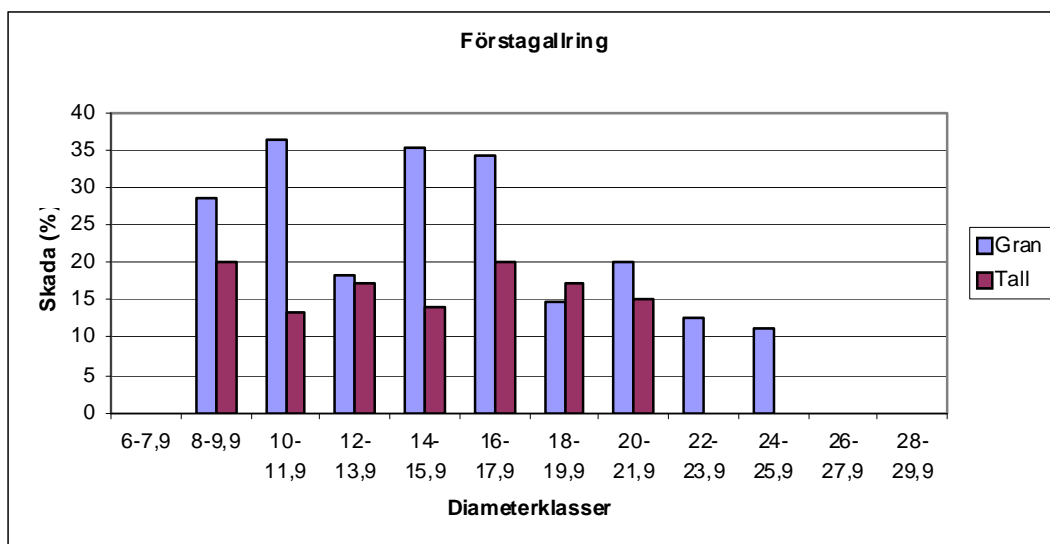
Stickvägsbredd i andragallring har inget statistiskt samband med  $p=0,2192$ . Stickvägsbredden i andragallring låg mellan 3,4-6,1 meter. Medelvärdet låg på 4,6 meter i grandominerade bestånd.

Stickvägsavståndet har inget statistiskt samband med sannolikhet för vindskada med  $p=0,0765$ . Stickvägsavståndet låg mellan 11,2-26,7 meter i andragallring. Medelvärdet låg på 20,6 meter i gran dominerade bestånd.

Spridningen av de inmätta värdena i stickvägsbredd och stickvägsavstånd var bra. Med medelstickvägsbredd och medelstickvägsavstånd blev stickvägsarealen 18 procent.

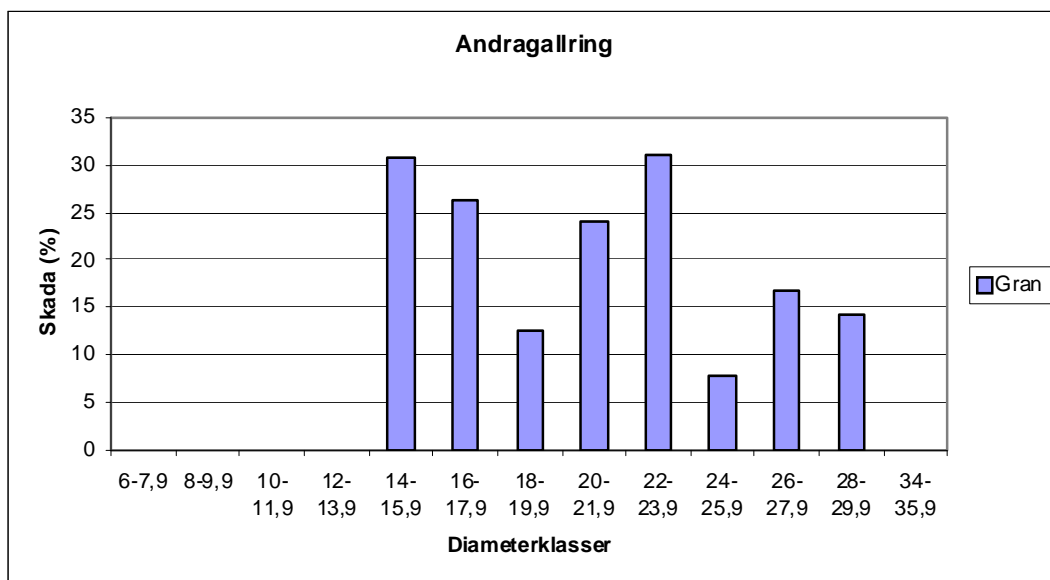
### 3.3 Vindskada och diameter

För att se vilken typ av träd som har vindskadats, det vill säga smala eller grova, delades träden in i diameterklasser. I förstagallring visade granen på att diametrar upp till 17,9 centimeter har större vindskador än träd med grövre diameter, med 35 respektive 15 procent i dessa klasser var vindskadade, (Figur 5). Tallen däremot visade på jämnare vindskador i alla diameterklasser, runt 15 procent. Störst antal skadade träd fanns dock i diameterklasserna mellan 14-23,9 centimeter. I de diameterklasser där det inte finns någon stapel förekommer det träd men inga skadade träd.



**Figur 5.** Andel vindskada i två centimeters diameterklasser, uppdelat på gran och tall i förstagallring. I de diameterklasser där det inte finns någon stapel förekommer det träd men inga skadade träd.

I andragallring visade vindskadorna i de olika diameterklasserna på att det inte fanns något mönster utan träden hade skadats lite hur som, (Figur 6). Störst antal skadade träd fanns dock i diameterklasserna mellan 16-25,9 centimeter. I de diameterklasser i figur 6 där det inte finns någon stapel förekommer träd men inga skadade träd.



**Figur 6.** Andel vindskada i två centimeters diameterklasser, andragallring. I de diameterklasser där det inte finns någon stapel förekommer det träd men inga skadade träd.

För att vara säker på att ovanstående diagram representerar alla bestånd så att det inte fanns någon snedfördelning mellan diameterklasser i de olika bestånden har två tabeller gjorts, (Tabell 6 och 7). Inom varje bestånd är alla tr addediametrar indelade i kvartiler och skadeprocenten är uträknad på varje kvartil. I förstagallringens granbestånd var det relativt jämt, med en svag tendens mot att det grövre trillar något mer än de smala, mellan de olika skadeprocenten i kvartilerna. I tallbestånden syntes aningen en trend att det är de smalare träden som skadas mest.

*Tabell 6. Beståndens tr addediametrar, i förstagallring, är uppdelade i kvartiler med dess skadeprocent. Siffror inom parentes är standardavvikelsen.*

<b>1:a Gallring (beståndsnivå)</b>				
<b>Dominerande trädslag</b>	<b>Kvartil 1</b>	<b>Kvartil 2</b>	<b>Kvartil 3</b>	<b>Kvartil 4</b>
	<b>Medelvärde</b>	<b>Medelvärde</b>	<b>Medelvärde</b>	<b>Medelvärde</b>
	<b>Skadeprocent</b>	<b>Skadeprocent</b>	<b>Skadeprocent</b>	<b>Skadeprocent</b>
Tall	21,2 (8,4)	24,8 (10,4)	19,4 (2,4)	9,7 (5,9)
Gran	17,2 (11,2)	14,8 (5,1)	25,0 (40,6)	20,3 (15,6)

I andragallring syntes samma trend som i figur 6 ovan, det vill säga att de träd som har trillat fanns över hela diameterskalan.

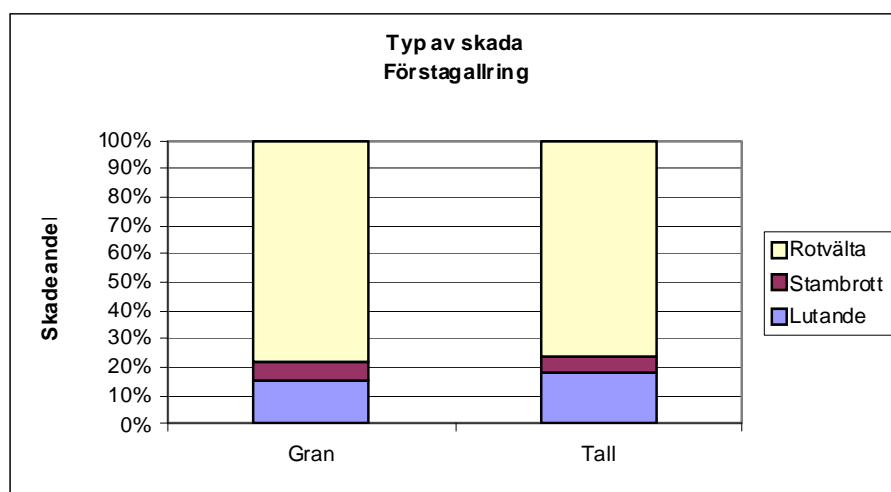
*Tabell 7. Beståndens träd, i andragallring, är uppdelade i kvartiler med dess skadeprocent. Siffror inom parentes är standardavvikelsen.*

<b>2:a Gallring (beståndsnivå)</b>				
<b>Dominerande trädslag</b>	<b>Kvartil 1</b>	<b>Kvartil 2</b>	<b>Kvartil 3</b>	<b>Kvartil 4</b>
	<b>Medelvärde</b>	<b>Medelvärde</b>	<b>Medelvärde</b>	<b>Medelvärde</b>
	<b>Skadeprocent</b>	<b>Skadeprocent</b>	<b>Skadeprocent</b>	<b>Skadeprocent</b>
Gran	22,7 (2,5)	33,0 (23,6)	20,1 (9,8)	29,1 (26,8)

### 3.4 Typ av skada

#### 3.4.1 Typ av skada i förstagallring

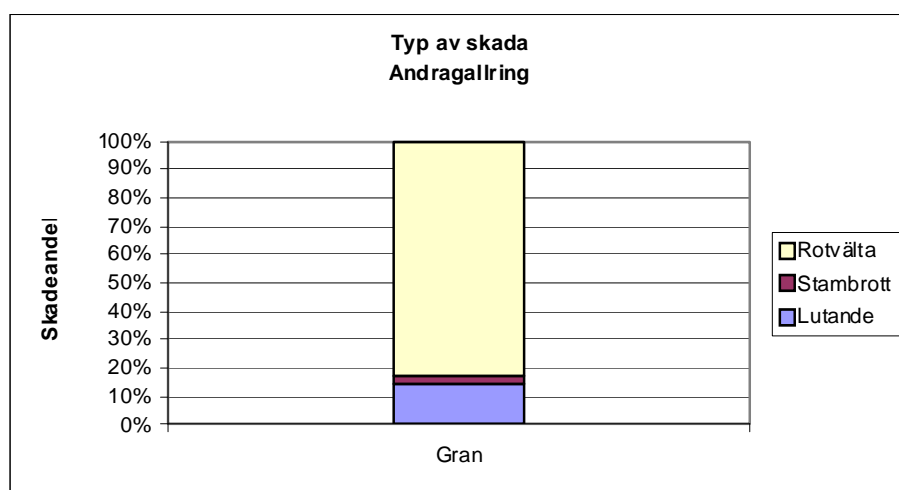
I förstagallring samlades data in från både gran- och talldominerande bestånd. Fördelningen på de olika skadorna i de båda trädslagen var jämt fördelade, det vill säga inte någon markant skillnad mellan trädslagen, (Figur 7). Den typ av skada som hade mest noteringar i både gran och tall var rotvälda med 77 respektive 75 procent. 16 procent i gran och 18 procent i tall var lutande träd. Den typ av skada som förekom minst var stambrott med 4 procent i både tall och gran.



Figur 7. Typ av skada som de vindskadade träden i förstagallring påvisade.

#### 3.4.2 Typ av skada i andragallring

I andragallring samlades data in endast från grandominerade bestånd som kan ses i figur 8. Även om det fanns en inblandning av tall på cirka 16 procent så förekom inga vindskador på tall i andragallring. I andragallring förekom nästan enbart rotvältor med 82 procent, 17 procent var lutande och endast 1 procent utgjorde stambrott.



Figur 8. Typ av skada som de vindskadade träden i andragallring påvisade.

## 3.6 Riktning på stickväg

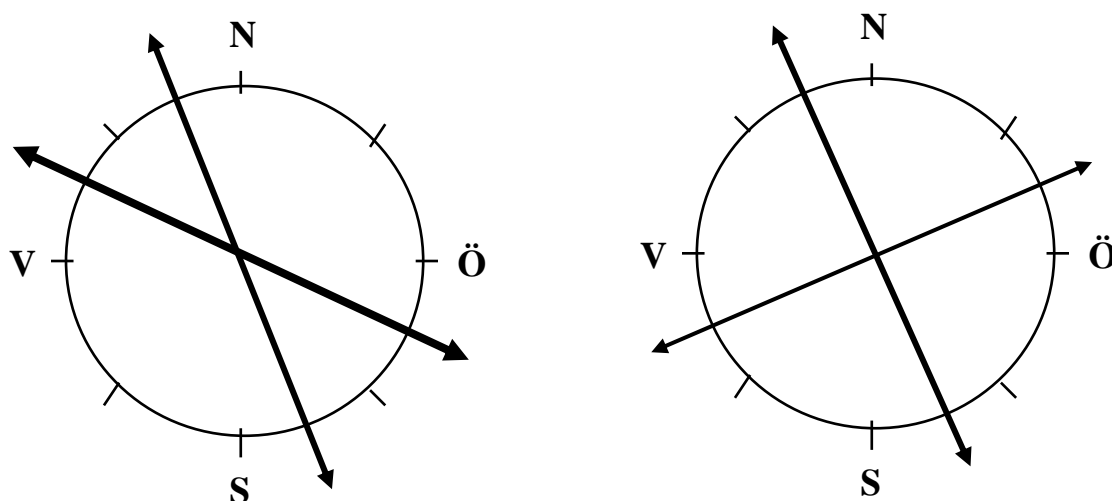
### 3.6.1 Riktning på stickväg i förstagallring och andragallring

I förstagallring låg till största del stickvägarna i ostsydost/västnordvästlig riktning med 42 stycken stickvägar som utgör 42 procent av alla stickvägar i förstagallring, (Tabell 8 och Figur 9). Den andra stickvägsriktningen som har en stor andel låg i nordnordväst/sydsydostlig riktning med 25 förekomster som utgör 29 procent av alla stickvägar i förstagallring.

I andragallring låg 16 stycken av stickvägarna i nordnordväst/sydsydostlig och 12 stycken låg i ostnordost/västsydvästligt riktning, dessa riktningar utgör 46 respektive 16 procent. I både första- och andragallring var det två stickvägsriktningar som var dominerande och ett jämt antal observationer har således inte samlats in.

*Tabell 8. Riktningen på stickvägarna i första- och andragallring, procentandel inom parentes.*

Väderstreck (grader)	Förstagallring Antal	Andragallring Antal
N-NO och S-SV (0-45° och 181-225°)	9 (11%)	6 (17 %)
O-NO och V-SV (46-90° och 226-270°)	9 (11 %)	12 (34 %)
O-SO och V-NV (91-135° och 271-315°)	42 (49 %)	1 (3 %)
N-NV och S-SO (316-360° och 136-180°)	25 (29 %)	16 (46 %)



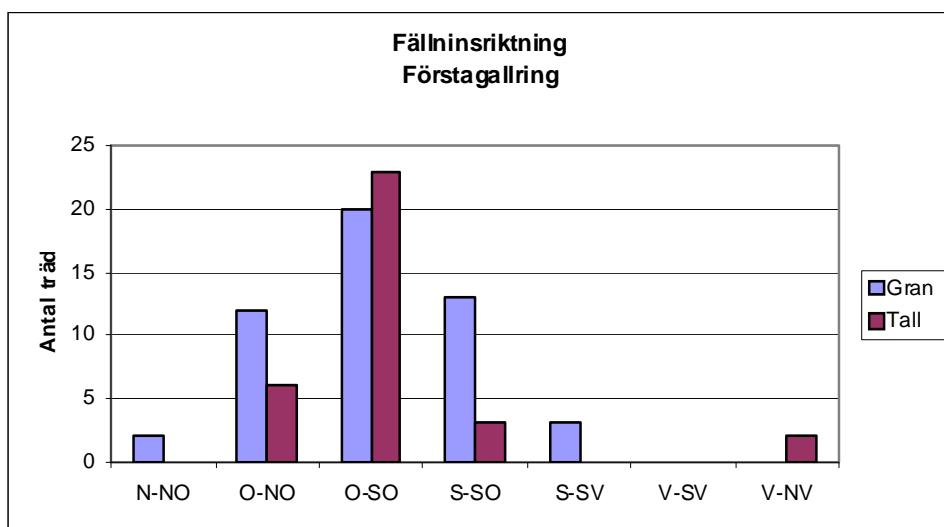
*Figur 9. De dominerande stickvägsriktningarna i det insamlade materialet, förstagallring till vänster och andragallring till höger.*

### 3.7 Riktning på vindfälle

Diagrammen nedan visar åt vilket väderstreck träden har ramlat, vilket även indikerar från vilket håll det har blåst ifrån. I förstagallring fanns det vindfällen av både gran och tall medan i andragallring har vi bara inventerat grandominerade bestånd och har således inte några vindfällen i tall.

#### 3.7.1 Riktning på vindfälle i förstagallring

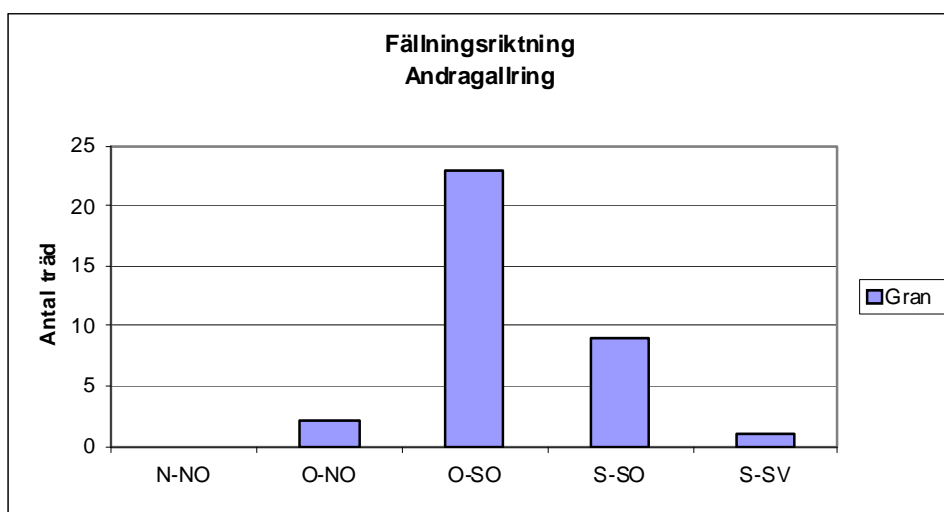
Resultaten visar att i förstagallring fanns gran representerade i nästan alla fällningsriktningar medan tallens vindskador fanns till största delen koncentrerat i tre riktningar, (Figur 10). De flesta vindskadorna, oberoende trädslag, låg från nordost till sydlig riktning med absolut flest vindskador i ostsydostlig riktning.



Figur 10. Fällningsriktning på de enskilda träden uppdelade på trädslag i förstagallring.

#### 3.7.2 Riktning på vindfälle i andragallring

I andragallring var vindskadornas fällningsriktning koncentrerade från östlig till sydlig riktning, (Figur 11). Den fällningsriktning som har flest vindskador är ostsydostlig riktning.

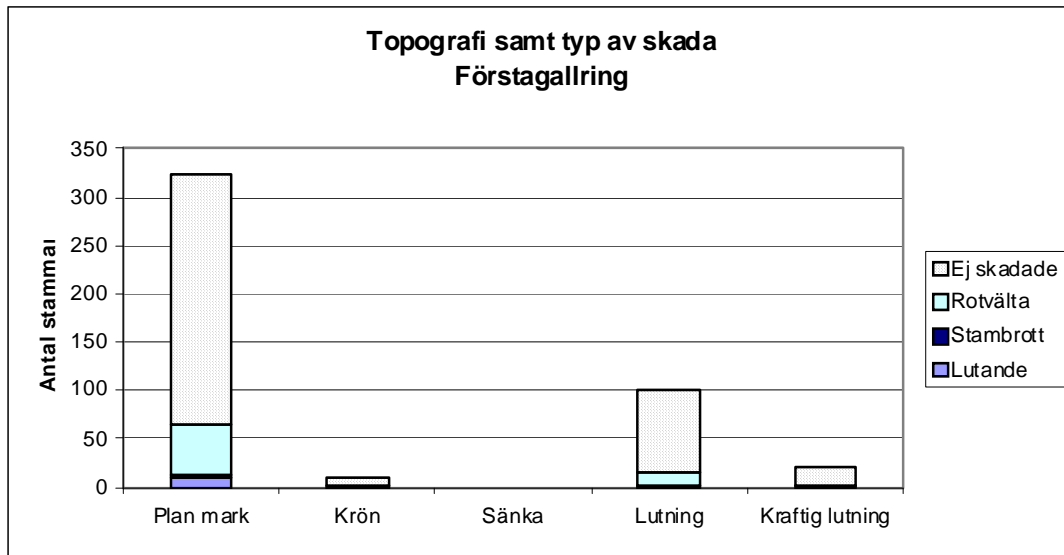


Figur 11. Fällningsriktning på de enskilda träden i andragallring.

## 3.8 Topografi

### 3.8.1 Topografi i förstagallring

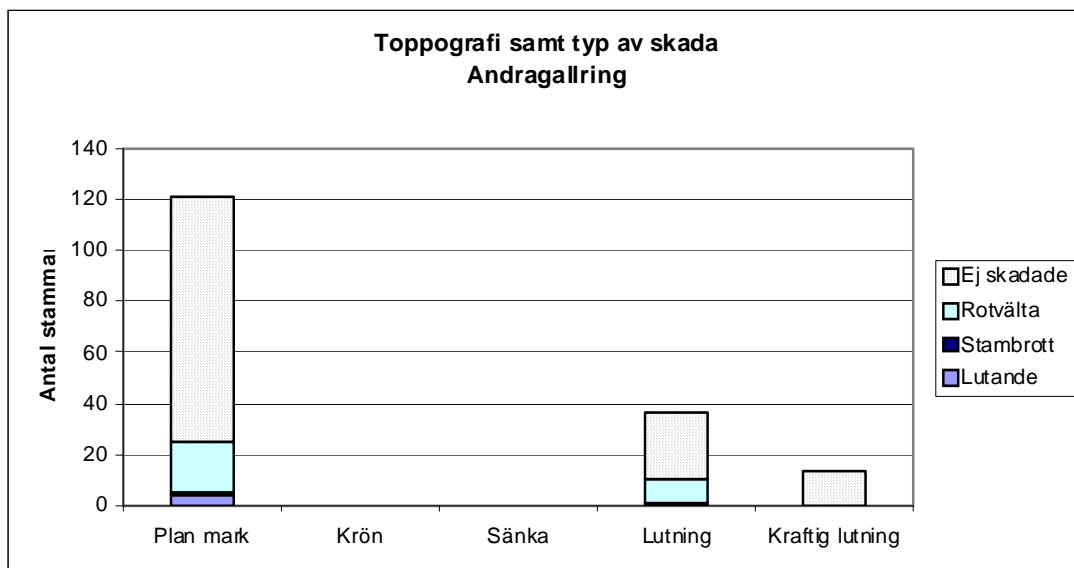
De inventerade bestånden i förstagallring var i huvudsak på planmark med några lutande till kraftigt lutande backar, (Figur 12).



Figur 12. Topografin på de inventerade provruterna samt de inmätta trädens skador, förstagallring.

### 3.8.2 Topografi i andragallring

De inventerade bestånden i andragallring har till största del bestått av plana bestånd med inslag av en lutande till kraftigt lutande backar, (Figur 13).



Figur 13. Topografin på de inventerade provruterna samt de inmätta trädens skador, andragallring.



## 4. Diskussion

Ett av syftena med detta arbete är att se om det som är allmänt vedertaget stämmer, det vill säga om det är de stickvägsnära träden som trillar? I detta arbete har det kommit fram både förväntade och oförväntade resultat. Resultaten diskuteras nedan, om de är tillförlitliga och vad man ska göra med dem.

### 4.1 Allmänt

Med avseende på vindskador är tidigare skötsel av stor vikt. Bestånd som inte har blivit röjda i tid växer och blir alldeles för täta. När det sedan är tid för förstagallring måste en förröjning göras innan gallring. Denna förröjning plus gallring öppnar upp beståndet extremt mycket och risken för vindskador torde vara hög. I samtliga skötselgrupper gallras det i toppen av skogsstyrelsens gallringsmall eller till och med över. Det gallras bara två gånger i varje bestånd, undantaget finns eventuellt i skötselgrupp 4 där de talldominerade bestånden kan gallras en tredje gång för att ställa skärm eller fröträd. Två gallringar är relativt få och de sätts dessutom in tidigt, vilket Valinger et al (2006), Persson (1972) och Werner & Årmann (1955) anser är två viktiga faktorer när det gäller att minimera risken för vindskador. Även om en bra tidigare skötsel har utförts är det ingen garanti för att beståndet skall vara mer motståndskraftig för starka vindar. I samtliga inventerade bestånd fanns utbredda vindskador. Kan även ha i åtanke att hade inte de tidigare ingreppen utförts kanske bestånden skulle ha blivit totalskadade.

Enligt Werner och Årmann (1955) och Persson (1975) ökar vindskador med åldern och vid en jämförelse mellan första- och andragallring syns det att i andragallring är vindskadorna mer utspridda än vid förstagallring. Det är viktigt att ha i åtanke att alla bestånden i denna studie var nygallrade vid stormen Per, det vill säga det har inte haft tid till att stabilisera sig efter gallringen som enligt Persson (1975) tar några växtsäsonger och enligt Lohmander & Hellas (1978) upp till fem år efter gallringen. Förmodligen kunde virkesskadorna ha varit lägre om denna stabilisering kunnat ske, speciellt i tall då tidigare studier påvisat att tall är stormfastare (Werner & Årmann 1955).

### 4.2 Sannolikhet för vindfällan

Enligt Werner och Årmann (1955) så tycks de kunna se att tallen är något mer stormbeständig än granen. Även Persson (1975) fick fram att tallen är mer stormbeständig än gran på grund av olikheter i växtplatsen som tall och gran är dominerande på. De två ovannämnda studier är dock utförda innan dagens mekanisering med stickvägar och kortare stickvägsavstånd. Resultaten i denna studie visar att i förstagallring är tallen mer känslig för hur nära den står stickvägen än granen. Med tall är det 25 procents sannolikhet för vindskada vid stickväg och 7 procents sannolikhet 10 meter från stickväg till skillnad från granen som ligger på 22 procents sannolikhet oavsett hur nära eller långt ifrån man är stickvägen. Detta indikerar att tallen är mer stormbeständig än granen då tallen har mindre vindskador ju längre från stickvägskanten man kommer.

Anledningen till att kurvan för sannolikhet för vindfälla, tall förstagallring, ser ut som den gör är att efter åtta meter in i beståndet har inga vindskador påträffats. Hade det dock funnits vindskador åtta meter eller längre ifrån stickvägskant hade kurvan liknat dem i gran mer. Detta innebär att några få observationer skulle kunna ändra resultatet vilket är en osäkerhet i

resultatet. Tittar man dock på vad resultatet visar så innebär det att tallens vindskador lättare kan kontrolleras genom att ha tillräckligt stora stickvägar som ej behöver breddas i kommande gallringar samt genom att öka stickvägsavståndet. Tidigare examensarbete har visat att stickvägsbredden inte utgjorde någon faktor i sannolikhet för risk för vindskada (Blomgren 2006). Resultatet från detta examensarbete, i både första- och andragallring, visar samma resultat och torde då vara tillförlitliga, då två oberoende av varandra och i två olika stormar kommit fram till liknande resultat.

I andragallring har bara grandominerade bestånd inventerats, dessa bestånd har dock en inblandning av tall, 16 procent, men inga vindfällen av tall påträffades. Detta kan indikera att tallen är mer stormbeständig ju äldre den blir eller eventuellt att granen är högre och på så sätt blivit mer vindutsatt än tallen. Enligt Persson (1975) når i regel gran högre höjd än tall och ju större granandelen är i beståndet desto högre bonitet. Kan det vara så att tallen stabiliserar sig snabbare efter gallring än gran? Vad som kan påvisas är att sannolikheten för vindfällen är nästan lika stor i första- som i andragallring. Materialet från andragallring är dock väldigt begränsat och några slutsatser kan inte dras. Skulle ha varit intressant att få se data från tall i andragallring för att se om trenden från förstagallring håller i sig. Eventuellt är blandskog, gran och tall, att föredra då tallen i alla fall står kvar i andragallring även om granen inte gör det.

Om det är så att det är lättare att få tallen mer motståndskraftig mot vindskador så är tanken om att ersätta granen med tall inte långt borta. Tallen och granen växer dock inte lika bra på samma ståndorter och det finns inget inhemskt trädslag som kan svara upp till granens produktion på de bästa ståndorterna (Persson 1975). Även om granen är stormkänslig bör man välja det trädslag som är bäst för ståndorten.

Den uträknade sannolikheten är uträknad efter det insamlade materialet. Det är många faktorer som samverkar för sannolikheten för vindskada och inte bara avståndet till stickväg. Detta tas dock inte med i sannolikhetsberäkningarna och är något som bör finnas i åtanke vid hur tillförlitliga resultaten är.

### **4.3 Stickvägsbredd och stickvägsavstånd**

De stickvägsavstånd och stickvägsbredder som mättes in i denna studie ligger inom det som anses vara standard i svenskt skogsbruk i dagsläget. Resultatet i denna studie visar att sannolikheten för vindskada i tall minskar, med 18 procent 10 meter in i beståndet. Således kan ett ökat stickvägsavstånd leda till mindre vindskada i beståndet. Här finns det en del att tjäna på, det vill säga att ändra stickvägsmonstret och minska stickvägsarealen. För små skogsbruk kan det vara lönsamt att hugga motormanuellt mellan stickvägar för att få upp stickvägsavståndet. Detta kan vara svårt att motivera inom ett storskaligt skogsbruk då skogsmaskiner plus motormanuell avverkning är dyrare än avverkning med bara skogsmaskiner (Frohm 1994). Granen kan vara svår att få vindfastare då stormskadorna minskar men bara med någon procent 10 meter in i beståndet. För att försöka få gran i förstagallring mer vindfastare skulle ett betydligt längre stickvägsavstånd vara en möjlig väg. Troligtvis skulle dock stickvägsavståndet bli enormt stort och inte praktiskt tillämpbart.

Vid de statistiska analyserna i SAS blir det inget tydligt samband med stickvägsavståndet i förstagallring tall, då det finns ytterst få noteringar av vindskador mellan stickvägarna. Då tallen i förstagallring tall påvisar mer skada vid stickvägskant borde skadorna minska vid

minskad stickvägskantsandelen i beståndet, det vill säga längre stickvägsavstånd. Eftersom väldigt få bestånd inventerades är det svårt att säga något om skadorna på beståndsnivå.

I Boxholmskogar AB:s skötselpolicy är stickvägsarealen beräknad till 20 procent medan både i första- och andragallring ligger stickvägsarealen någon procent under. Enligt Håkansson & Steffen (1994) bör stickvägsarealen ligga mellan 10-20 procent för att minska tillväxtförlusten, vilket medelvärdena för de inventerade bestånden gör.

#### **4.4 Diameter**

Grövre träd har oftast låg h/d-kvot, då de har blivit utsatta för dynamisk stress. Enligt Newnham (1965) vindskadas träd med låg h/d-kvot mindre än de med hög h/d-kvot. Alltså borde det vara de träd som är smala som vindskadas. I de olika diameterklasserna kan man se att i gran i förstagallring finns det en aning till trend att det är de grövre träden som har vindskadats i någon större utsträckning än de smala. Tallen i förstagallring visar på en liten trend att smalare stam, de undertryckta, skulle ge högre vindskada än grövre. I andragallring påvisar diameterklasserna inget mönster över hur vida grövre stammar skulle vara mera stormfasta än de smalare utan vindskadorna är spridda relativt jämt över diameterklasserna. Att även grova träd vindskadas har Valinger et al (2006) lagt fram en obevisad teori om att träden kan vara mindre stabila i den icke förhärskande vindriktningen och på så vis kan även de träden med låg h/d-kvot skadas. Eftersom det inte specifikt utmärkt att det är större eller mindre träd som trillar kan det vara att trädets exponering är av större betydelse.

#### **4.5 Typ av skada**

Valinger et al (2006) kom fram till att i stormen Gudrun var det flest rotvältor, vindfällena ligger i nordostlig riktning och tall har högre sannolikhet för stambrott. I denna studie visar resultaten att den vindskada som förekommer mest och ganska överlägset är rotvältor med 76 procent i förstagallring och 82 procent i andragallring. Vindfällena ligger till största del i sydostlig riktning i både första- och andragallring och att tall inte har högre sannolikhet för stambrott.

Fällningsriktningen på vindfällena indikerar att det inte blåste åt samma håll under stormen Per och Gudrun, den huvudsakliga vindriktningen under stormen Per var västnordväst. Nästan inga stambrott har förekommit, varken i första- eller andragallring. Detta kan bero på att det insamlade materialet är för litet och inte påvisar några större samband eller så kan det bero på att vindhastigheterna inte kom upp riktigt i samma styrka som vid stormen Gudrun.

#### **4.6 Vindriktning**

Ökad exponering som vid gallring ökar risken för stormskador (Valinger & Lundqvist 1993). Även stickvägar öppnar upp och exponerar beståndet vilket ökar risken för skador (Andersson 1985). Resultaten visade att i både första- och andragallring var det två stycken stickvägsriktningar som var dominerande vilket inte var väntat. Därför kan inte något resultat tas fram som kan indikera om en stickväg skall placeras i linje med den förhärskande vindriktningen eller vinkelrätt mot den.

Carlquist (1972) har konstaterat att hyggeskanter bör ligga vinkelrätt mot den förhärskande vindriktningen för att minska vindskador. Om detta arbete kunde visa på att en viss stickvägsriktning gett större skador än någon annan så är det viktigt att tänka på helheten. Även om det planeras utifrån den förhärskande riktningen så kan det komma en storm i motsatt riktning vilket medför att en skog åter igen ligger öppen för vindskador. Kanske är det klokare att sprida sina risker och inte lägga alla stickvägar i samma riktning, utan planera efter terrängens former.

#### **4.7 Topografi**

I detta arbete lades de flesta provytorna ut på plan mark, vilket kan medföra att resultatet blir snedfördelat, det vill säga att jag inte har lika många observationer i varje topografikategori. Bestånden var ofta kuperade men inte på den specifika provytan.

#### **4.8 Felkällor/Begränsningar**

Provytorna har lagts ut objektivt, men då kriteriet att det skulle finnas två identifierbara stickvägar, stegades det på nytt för att hitta en lämplig provyta. Detta kan medföra, att vid inventeringen har stora ”brötar” undvikts genom att alla träden trillat. Något bestånd kan således vara underrepresenterat när det gäller vindskador.

Materialet till andragallring har varit knapphändig, vilket är något man måste ha i åtanke vid tillämpning av resultatet. Det skulle vara intressant att få se data från tall i andragallring just för att se om trenden från förstagallring håller i sig.

Vid insamlingen av materialet var det tänkt att alla riktningar på stickvägar skulle samlas in. Detta visade sig dock vara fel, då det i både första- och andragallring var två riktningar som var överrepresenterade. Därför kunde inte någon slutsats dras när det gäller vilken stickvägsriktning som är mest optimal i förhållande till den förhärskande vindriktningen.

## **4.9 Slutsatser**

Slutsatserna är dragna från resultaten ur denna undersökning. Detta innebär att i de inventerade bestånden kan dessa slutsatser dras. Materialet består dock av bestånd som representerar välskött skog i Götaland och slutsatserna bör gälla även för andra gallrade gran och tallbestånd i Götaland. Detta utesluter dock inte att med ett större insamlat material skulle andra resultat och slutsatser eventuellt fås, då det kan finnas defekter i bestånden.

### **4.9.1 Förstagallring**

- De stickvägsnära träden har högre sannolikhet för vindskada än de som står längre ifrån stickväg, vilket syns mer i tall än i gran. Detta medför att med minskad andel stickvägar borde risken för vindskada minska.
- Stickvägsbredden påverkar ej risken för vindskada. Därför bör bredden på stickvägen göras tillräckligt bred för kommande gallringars maskiner.
- Stickvägsavståndet påverkar ej risken för vindskada.
- För dålig räckvidd på det insamlade material för att säga något om den stickvägsriktning som är optimal jämfört med den förhärskande vindriktningen.

### **4.9.2 Andragallring**

- Finns inget samband mellan vindskada och närhet till stickväg.
- Stickvägsbredden påverkar ej risken för vindskada.
- Stickvägsavståndet påverkar ej risken för vindskada.
- Vindskadorna är jämt fördelade över diameterklasserna, det vill säga både smala och grova har skadats.
- För dålig räckvidd på det insamlade material för att säga något om den stickvägsriktning som är optimal jämfört med den förhärskande vindriktningen.

## 5. Källförteckning

- Andersson, L. 1985. Skador efter gallring. Skogsskötsel i södra Sverige, Skogsfakta-Konferens nr 7, s 137-142.
- Blomgren, S. 2006. Stormskador i stickväggallrade bestånd i sydvästra Sverige. SLU, Inst. för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 79, 28 s.
- Bucht, S. 1981. Effekten av några olika gallringsmönster på beståndsutvecklingen i tallskog. SLU, Inst. för skogsskötsel, Rapport nr 4, 276 s.
- Bäckström, F. 2000. Stickvägens betydelse för skogsbeståndet. SLU, Inst. för skogsteknologi, Studentuppsats nr 40, 11 s.
- Carlquist, C-G. 1972. Studier över stormfällningar av skog år 1969 inom V Sverige. Domänverket, centralförvaltningen. Stencil.
- Cremer, K.W., Borough, C.J., McKinnel & Carter, P.R. 1982. Effects of stocking and thinning on wind damage in plantations. N. Zeal. For. Sci. 12, pp 244-265.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Karlsson, K. 1994. Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndsutvecklingen i ett försök i granskog. SLU, Inst. för skogsproduktion, Rapport nr 38, SHS, 23 s.
- Frohm, S. 1994. Valfrihet i gallring kräver eftertanke. Skogsforsk, Redogörelse nr 3, s 95-103.
- Håkansson, M., Steffen, C. (Red) 1994. Praktisk skogshandbok. Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm.
- Lohmander, P. & Helles, F. 1987. Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. Scand. J. For Res. (2), pp 227-238.
- Lundqvist, L. & Valinger, E. 1995. Vind och snöskador – Slump och biomekanik. Skog & Forskning nr 3, s. 34-39.
- Mitchell, S.J. 1995. The windthrow triangle: A relative windthrow hazard assessment procedure for forest managers. The Forestry Chronicle, vol. 71, No 4, pp 446-450
- Newnham, R.M. 1965. Stem form and the variation of taper with age and thinning regime. Forestry 38, pp 218-224.
- Nørgård Nielsen, C. & Larsen, J.B. 2001. Stormstabilitet og naturnær skovdrift – med focus på bevoksninger med høj nåletraesandel. Dansk Skovbruks Tidsskrift 86, pp 264-284.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser, Nr 23. Skogshögsskolan. Stockholm. 205 s.

- Persson, P. 1975. Stormskador på skog – uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och uppsatser, Nr 36. Skogshögsskolan, Stockholm. 294 s.
- Pettersson, F. 1996. Effekter av olika röjnings- och gallringsåtgärder på beståndsutvecklingen i tall och granskog. Skogforsk, Redogörelse nr 5, 46 s.
- Ruel, J-C. 1995. Understanding windthrow: Silvicultural implications. The Forest Chronicle, vol 71, No 4, pp 434-444.
- 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, pp 1620-1633.
- Skogsvårds lag (1 979:429) med ändring av lag (1 993:553)
- SMHI. 2005. Januaristormen 2005. Sveriges Metrologiska och Hydrologiska Institut (SMHI), Faktablad nr 25. Norrköping.
- SMHI. 2007. Januaristormen 2007. Sveriges Metrologiska och Hydrologiska Institut (SMHI), Faktablad nr 33. Norrköping.
- Valinger, E. & Lundqvist, L. 1993. Rätt skogsskötsel ger lägre risk för snö- och vindskador i tallbestånd. Skogsfakta Nr 11. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU Info/Skog, Uppsala.
- Valinger, E. Ottosson Lövenius, M. Johansson, U. Fridman, J. Claesson, S. & Gustafsson, Å. 2006. Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun. Skogsstyrelsen, Rapport 8, 58 s.
- Werner, F. & Årman, J. 1955. Stormfällningens dynamik - en studie. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 53, s. 311-330.

