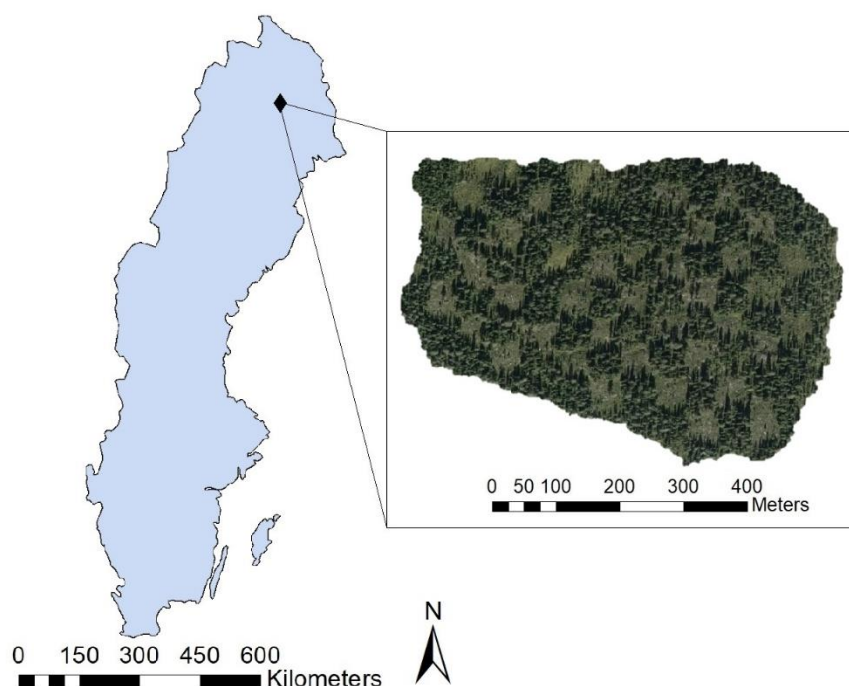


## 2. Material och metod

### 2.1. Områdesbeskrivning

Studien genomfördes i ett cirka 12,7 hektar stort område vid Nattavaaravägen (67°04'N, 20°75'Ö, 400 m h.ö.h.) (GPSKoordinater 2018) som ligger cirka 13 kilometer söder om Gällivare (Figur 1). Temperatursumman ligger mellan 600-800 dygnsgrader °C (Perttu & Morén 1995). Beståndet inventerades av Sveaskog år 1989 och en framskrivning av beståndsdata gjordes till år 2016. September år 2007 avverkades området genom ett schackrutesystem med 35 stycken luckor på 40 x 40 meter. Försöksområdet är en blandskog som innehåller tall (*Pinus sylvestris* L.) (44 %), gran (*Picea abies* L.) H. Karst (45 %), och björk (*Betula pubescens* Ehrh.) (11 %) (Sveaskog 2017, opublicerat). Innan avverkningen var volymen 110 m<sup>3</sup>sk per hektar och det var cirka 477 stammar per hektar med en medelhöjd på 14,1 meter. Grundytan var 17,1 m<sup>2</sup> per hektar och åldern hos de kvarstående träden är idag cirka 131 år Boniteten för området är 2,5 m<sup>3</sup>sk. Föryngringen i luckorna är varierande, vissa luckor dominerades av tall medan andra av gran eller björk. Vegetationsskiktet domineras främst av blåbär (*Vaccinium myrtillus* L.) och i bottenskiktet varierade det mellan björnmossa (*Polytrichum commune* Hedw.) och väggmossa (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt). Jordarten inom området är en morän som har finare kornstorlek (sandig moig morän), och fuktigheten varierar mellan frisk och fuktig.

Ett referensområde utformades i närheten av försöksområdet för att ta fram jämförelsebara data angående hänglavens utveckling. Detta referensområde har inte avverkats i schackruteform utan är en sluten men fortfarande brukad skog. Detta område har en medelålder på 84 år och en medelhöjd runt 11,7 meter (Sveaskog 2017, opublicerat). Stamantalet är på 610 stammar per hektar och grundytan är 15,8 m<sup>2</sup> per hektar. För övrigt var områdena i stort sett identiska.

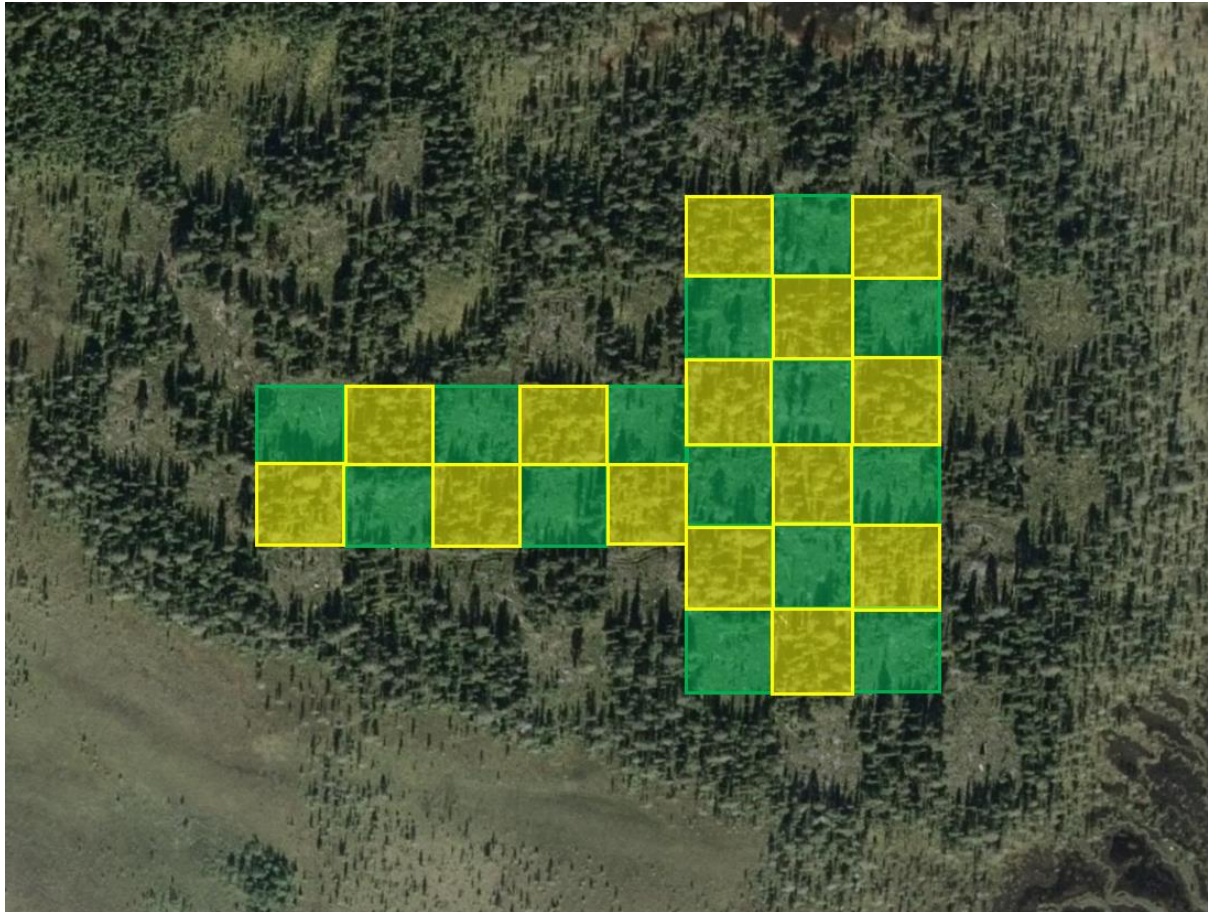


Figur 1. Översiktskarta för det geografiska läget över studieområdet skapad utifrån Ortofoto, raster, RGB, 0,5m (©Lantmäteriet 2015 modifierad).

Figure 1. Overview map for the geographic location of the study area made from Orthophoto, raster, RGB, 0,5m (©Lantmäteriet 2015 modified).

## 2.2. Försöksdesign

Genom de luckor och skärmställningar som skapades genom schackrutesystemet uppkom en tvåskiktad skog inom beståndet. Vid inventeringen i denna studie bortsågs de rutor som befann sig i kanten av beståndet, eftersom dessa rutor kunde varit påverkade av det omkringliggande området. Dessa rutor fungerade som en buffertzona vilket resulterade i att endast 28 rutor inventerades (Figur 2.) Av de 28 avdelningarna var 14 luckor och 14 skärmträdställningar.

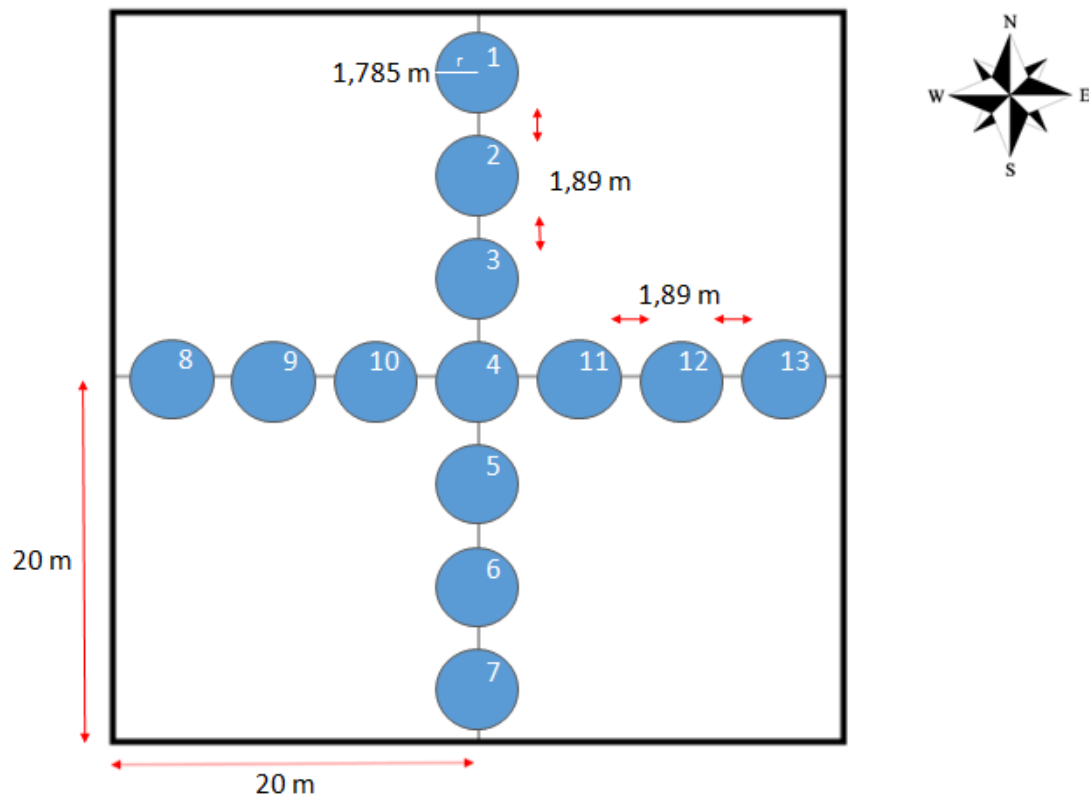


Figur 2. Ortofoto över försöksområdet med buffrad kantzon och färgkodade inventeringsrutor. De gröna rutorna visar de 14 luckor där den naturliga trädförnyringen inventerades medan de gula rutorna visar de 14 skärmträdställningar där hänglavar inventerades. (Ortofoto ©Lantmäteriet 2015).

*Figure 2. Orthophoto over the test area with buffered edge zone and color coded inventory boxes. The green boxes show the 14 gaps where the natural tree regeneration was inventoried while the yellow boxes show the 14 shelterwoods where the lichen was inventoried. (Orthophoto ©Lantmäteriet 2015).*

## 2.3. Inventering av naturligt förnygrade plantor

Inventeringen utfördes med 13 provytor i varje lucka med en radie på 1,785 meter (Figur 3.). Denna radie gav en total täckning på cirka 1 800 kvadratmeter ( $m^2$ ) för samtliga 181 provytor. Radien 1,785 meter valdes för att få ett större antal provytor vilket ger en bättre möjlighet att analysera var den eventuella kanteffekten avtar. Skulle större provytor användas blir antalet färre vilket gör det svårare att finna en gradient. Utplaceringen av provytorna liknade formen av ett kryss där hörnen på luckan var lämnad då dessa kunde ge en dubbel kanteffekt. Eftersom rutorna ligger i en nord-sydlig riktning kunde mätningar göras för att undersöka om väderstreck (andel solljus) påverkade förnyringen och tillväxten.



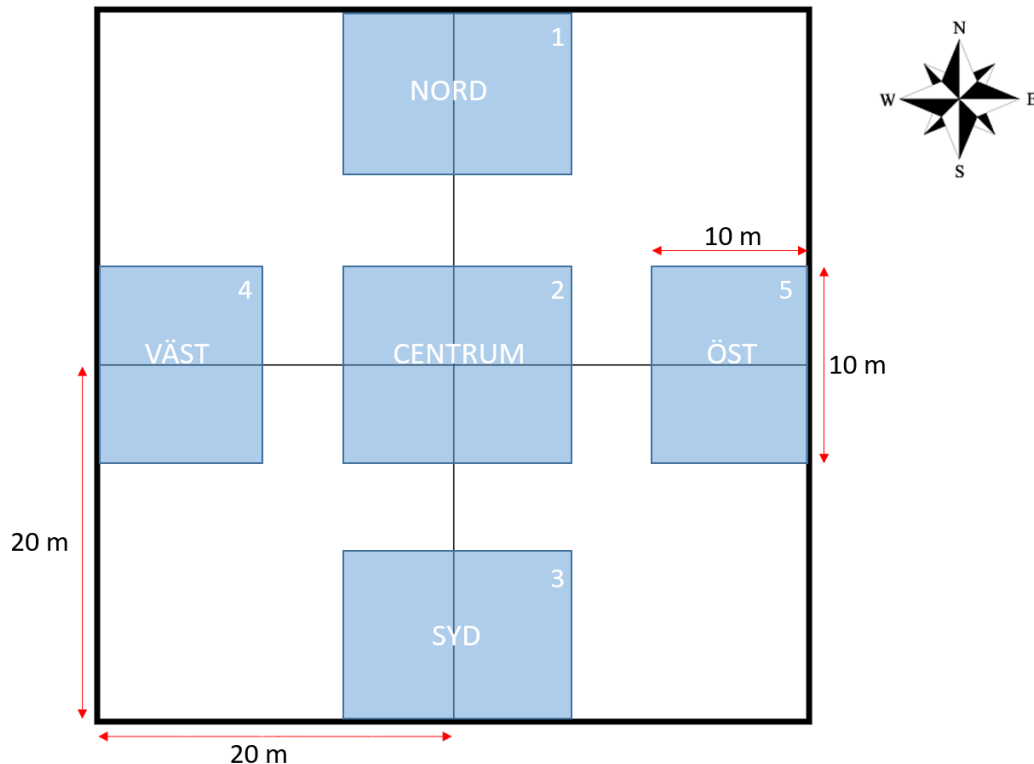
Figur 3. Metodik för plantinventeringen i luckorna där siffrorna 1-13 visar provytenummer, provyta 1 var alltid i norr. Radien inom provytan var 1,785 meter och avståndet mellan dem var 1,89 meter.

Figure 3. Methodology for the plant inventory in the gaps where the numbers 1-13 show the sample number, sample area 1 was always in the north. The radius within the sample area was 1.785 meter and the distance between them was 1.89 meter.

Det data som samlades inom de 14 luckorna var antalet självföryngrade plantor, vilken art de tillhörde, planthöjd, toppskottslängd, rotbasdiameter, avståndet till skogskant, markslag, jordart, textur, markfuktighetsklass, bottenskiktets tjocklek, fältskikt, bottenskikt och vitalitetsklass hos plantorna. Inom varje provyta noterades även om hänglav fanns på provträd eller marken och hur stor andel av marken som var påverkad av drivningsmaskiner. Plantor som hade en höjd högre än tio centimeter räknades som huvudplantor och hos dem noterades alla parametrar, medan plantor som underskred tio centimeter räknades som biplantor och där registrerades endast dess antal. Hos björk och övriga lövträd togs inte någon toppskottslängd. Avståndet mellan huvudplantorna får enligt skogsvårdslagens föreskrifter i 6 § minst vara 60 centimeter och vid taxering får högst fem huvudplantor noteras inom en provyta (SFS 2014:890). Denna studie hade dock målet att undersöka kanteffekten och därför tilläts ett större plantantal inom provytan. Närmaste avstånd till nästa planta var en meter om två redan hade ett avstånd på 60 centimeter. Data fylldes i en fältblankett i en läsplatta som skapades i Excel där sifferkoder användes istället för namn. Detta för att underlätta senare överföring av data till analysprogram. De huvudplantor som noterades, markerades med plastpinnar för att möjliggöra en eventuell upprepning av försöket i framtiden. Plastpinnarna hade numrerade brickor som gav plantorna individuella nummer. Centrum av varje provyta markerades med hjälp av en cirka 50 centimeter lång aluminiumstolpe. Inom luckorna hade den centrala provytan en rödfärgad aluminiumstolpe medan resterande är aluminiumfärgade. I händelse av att luckan var större än 40x40 meter placerades extra provytor ut.

## 2.4. Inventering av hänglavar

Inventering av hänglavar utfördes i de rutor där skogen ännu stod kvar. I dessa rutor placerades fem kvadratiske provytor ut, en i varje kant och en i centrum (Figur 4). Provytorerna var 10x10 meter stora och denna storlek användes för att undvika nollvärden ifall luckor förekom inom skärnträdställningen. Med denna provytestorlek blev täckningen ungefär 100 kvadratmeter per provyta. Även vid denna inventering undveks hörnen då dessa kunde ha en dubbel kanteffekt.



Figur 4. Metodik för hänglavsinventeringen i skärnträdställningarna där en provyta placerades i varje väderstreck och i centrum. Siffrorna 1-5 visar provytenummer. Provytorerna var 10x10 meter och inom dessa slumpades 6 provträd ut.

Figure 4. Methodology for the lichen inventory within the shelterwoods where a sample area was placed in every cardinal direction and in the center. The numbers 1-5 displays the number of the sample area. The sample areas was 10x10 meter and within these 6 sample trees were randomly selected.

Inom provytan noterades antalet träd med en brösthöjdsdiameter (BHD) över 15 centimeter. Data samlades in från sex slumpade provträd (gran) inom varje provyta. Kriterierna för provträd var att de skulle ha en BHD  $\geq 15$  centimeter och ha en höjd  $\geq 5$  meter för. Dock var diameterfördelningen i försöksområdet relativt klen vilket sänkte kravet på BHD till  $\geq 10$  centimeter för att få tillräckligt många provträd. På dessa provträd noterades längden hos den längsta lavbålen upp till fem meter över marken med hjälp av ett teleskopspö. Detta eftersom tidigare studier visar att en längre bållängd ofta innebär en högre biomassa hos hänglavar (Esseen & Renhorn 1998). Värdet avrundades till hela centimetrar.

För att få ett mer exakt värde på biomassan per hektar hos hänglavarna uppskattades antalet lavklumpar per provgren hos varje provträd. På provträden slumpades två provgrenar ut och kriterierna för dessa grenar var att de skulle växa på en höjd mellan 1,5- 3 meter och vara  $\geq 1$  meter långa. Det noterades även om provgrenen var död eller levande. För att kunna beräkna vikten hos hänglavar användes en liknande metod som Campbell et al. (1999) använde. Först plockades en hel, stor hänglavsklump som användes som referensmall för att uppskatta antalet klumpar av samma storlek på provgrenarna. Denna lavklump torkades sedan under 48 timmar i 60° C innan den vägdes för att få fram torrvikten. Torrvikten var 1,137 gram och längden var 26,02 centimeter. Därefter uppskattades hur mycket biomassa som fanns per hektar på 1,5-3 meters trädhöjd. Först beräknades biomassan per provgren genom att multiplicera torrvikten med antalet uppskattade lavklumpar.

Därefter togs ett medelvärde fram genom att beräkna genomsnittet hos de två provgrenarna på varje provträd. Detta medelvärde multiplicerades med antalet grenar som fanns mellan 1,5-3 meter hos varje provträd och sedan multiplicerades detta värde med antalet stammar per ha för att ge en uppskattad biomassa per hektar. Antalet stammar per hektar beräknades utifrån antalet provträd per provyta och multiplicerades med 100 och därefter togs ett medelvärde fram genom att dividera värdet med totala antalet provytor. För att få en uppfattning om artsammansättningen noterades andel av Garnlav (*Alectoria sarmentosa*), Tagellavar (*Bryoria* spp.), och Skägglavar (*Usnea* spp.). Data fylldes i en fältblankett i en läsplatta som skapades i Excel som vid plantinventeringen.

## 2.5. Statistiska analyser

I denna studie har samband mellan antalet naturligt föryngrade plantor och deras avstånd till kant samt väderstreck analyserats. Även samband mellan volymtillväxten hos dessa plantor och avstånd från kant samt väderstreck har analyserats. I de kvarlämnade skogsrutorna har samband mellan hänglavarnas biomassa och avstånd till kant undersökts samt om väderstreck var en påverkande faktor. På liknande sätt som biomassan har även den längsta bållängden analyserats. Alla statistiska analyser har genomförts separat och utförts i Minitab (2017).

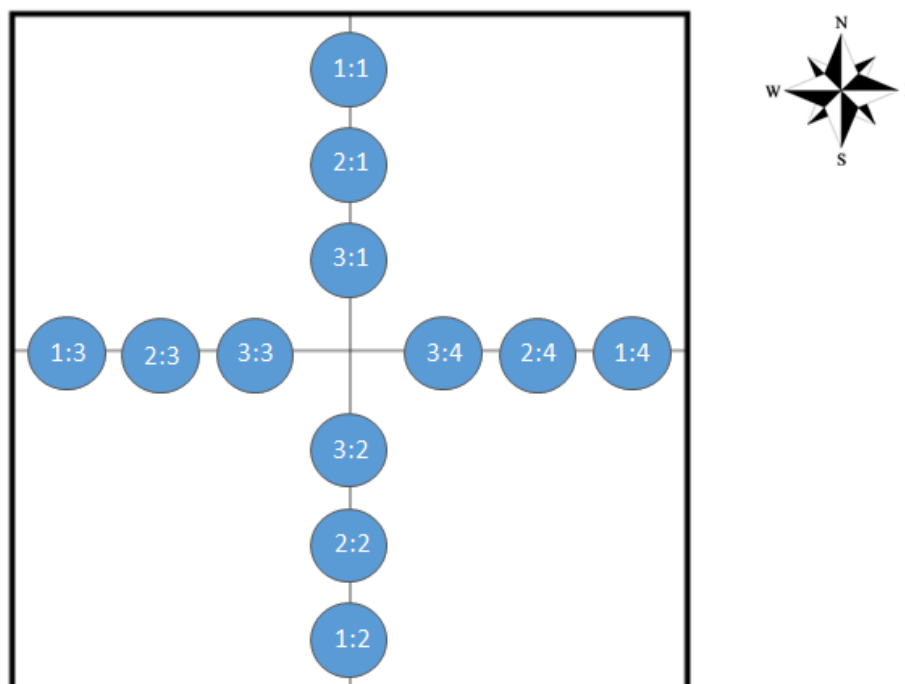
För att kontrollera datamaterialets normalitet skapades histogram för att undersöka ifall det hade en normalfördelning eller inte. Sedan undersöktes datamaterialets varians genom Levene's test (Carroll & Schneider 1985) och i händelse av  $P \geq 0,05$  logariterades datamaterialet (Zar 1999).

### 2.5.1. Analyser av plantdata och markpåverkan

Antalet huvud- och biplantor per hektar beräknades genom att ta fram ett medelvärde för varje trädslag inom varje lucka. Därefter multiplicerades detta medelvärde med 1 000 för att bli antalet plantor per hektar. Trädslagsfördelningen togs fram genom att dividera antalet av varje enskilt trädslag med det totala plantantalet som sedan multiplicerades med 100 för att få det i procent. Slutligen togs ett medel fram för hela försöksområdet genom att ta ett medelvärde av alla 14 luckor.

För att undersöka om avståndet till kant hade en inverkan hos plantornas föryngring användes avstånd 1, 2 och 3 (Figur 5) medan centrum uteslöts under den statistiska analysen, eftersom den hade färre upprepningar än resterande avstånd. Även väderstreck inkluderades i analysen genom att ge varje väderstreck ett separat värde (N:1, S:2, V:3, Ö:4). Dataanalyser genomfördes med totala antalet plantor och antalet huvudplantor separat samt med ett 95 procentigt konfidensintervall för samband mellan antal föryngrade plantor och deras position. Vid analys av stamvolymen användes samma numrering för avstånd och väderstreck. Stamvolymen togs fram genom att beräkna volymen som hos en kon. Den genomfördes med två separata volymdata, ett med plant som var  $\leq 150$  centimeter och ett annat med plant som var  $\leq 100$  centimeter. Detta gjordes för att undersöka om det var någon skillnad mellan höjderna.

Genom att använda variansanalysen General Linear Model (GLM) kunde undersökningar genomföras för att analysera avståndets effekt hos föryngringen. Som respons i GLM sattes totala antalet plantor, antalet huvudplantor, stamvolymen för plantor  $\leq 150$  centimeter samt stamvolymen för plantor  $\leq 100$  centimeter i separata analyser. Lucka, avstånd och väderstreck sattes som faktor. Utöver dessa faktorer skapades en interaktion mellan avstånd och väderstreck inom varje lucka för att ytterligare analysera om de gemensamt kunde ha en signifikant påverkan. För att undersöka vid vilka avstånd och väderstreck som en signifikant skillnad uppstod användes Tukey's test för att jämföra medelvärdena.



Figur 5. Metodik för undersökningen av kanteffekt och väderstrecks inverkan vid den statistiska analysen. Avstånden var 1, 2 och 3 medan väderstrecken hade siffrorna N:1, S:2, V:3 och Ö:4. Centrumprovytan exkluderades i analysen.

Figure 5. Methodology for examination of the edge effect and the cardinal direction at the statistical analysis. The distances was 1, 2 and 3 while the cardinal direction had the numbers N:1, S:2, W:3 and E:4. The center plot was excluded during the statistical analyses.

För att undersöka om körning med drivningsmaskiner hade en inverkan hos plantantalet och bottenskiktet genomfördes två separata analyser med GLM med ett 95 procentigt konfidensintervall. Vid båda analyserna användes andel påverkad markareal av provytorna som faktor medan totala plantantalet och bottenskiktets tjocklek var responsvariabler i separata analyser.

## 2.5.2. Analyser av hänglavsdata

För att ta reda på om avståndet och väderstrecket hade en inverkan hos hänglavs biomassa eller längsta bällängd jämfördes centrumytan (Provyta 2 (Figur 4)) med resterande provytor inom skärnträdställningen (1, 3, 4 & 5). Detta utfördes med GLM där ett 95 procentigt konfidensintervall användes och hänglavs biomassa samt dess längsta bällängd sattes som responsvariabel. Provytenummer som även representerade väderstreck sattes som faktor.

För att visa hur hänglavs biomassa per hektar, mellan 1,5-3 meters höjd, och längsta bällängd förändrades beroende på avstånd och väderstreck användes medelvärden  $\pm$  standard error (SEM). För att analysera om en skillnad fanns beroende på vilken höjd lavarna växte togs även SEM fram för grenar på 3 respektive 2 meter. Detta genomfördes även med referensdata från det närliggande området för att visa hur stor skillnaden var jämfört med försöksområdet. För att undersöka om det var en signifikant skillnad mellan försöksområdet och referensområdet utfördes en analys med tvåsidigt t-test med ett 95 procentigt konfidensintervall (Zar 1999).

En undersökning angående hänglavs spridningsförmåga utfördes inom försöksområdet genom GLM med ett 95 procentigt konfidensintervall. I analysen användes responsvariablerna hänglav på mark respektive hänglav på provträd och faktorn var fiktiva avstånd samt väderstreck (Figur 5). För att undersöka vid vilka avstånd och väderstreck som en signifikant skillnad uppstod användes Tukey's test för att jämföra medelvärdena.