GÖTEBORGS UNIVERSITET

INSTITUTIONEN FÖR BIOLOGI OCH MILJÖVETENSKAP

FÅGELPERSPEKTIV PÅ NÄR KRAFTLEDNINGSGATOR MÖTER GRANPLANTAGE

Andreas Lundqvist

Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig kandidatexamen inom huvudområdet biologi.
BIO603, Examenskurs i biologi, 30HP
Grundnivå
Termin/år: Vt 2023
Handledare: Frank Götmark, Institutionen för biologi och miljövetenskap.
Examinator: Staffan Andersson, Institutionen för biologi och miljövetenskap.

Innehållsförteckning

ABSTRACT **2**

ABSTRACT (ENG) **3**

1 | INTRODUKTION **4**

1.1 | BAKGRUND 4
1.2 | SYFTE 5

2 | MATERIAL OCH METODER **5**

2.1 | UNDERSÖKNINGSOMRÅDE 6
2.2 | URVAL OCH IDENTIFIERING AV LOKALER 6
2.3 | MÄTNING AV VEGETATION OCH KARAKTÄRISTISKA PROVYTOR 7
2.4 | INVENTERINGSMETODIK 8
2.5 | STATISTISK ANALYS 9

3 | RESULTAT **9**

3.1 | TOTAL FÅGELRIKEDOM OCH ARTTÄTHET I BIOTOPERNA 9
3.2 | ANALYS AV MARKVEGETATION OCH ANDRA PÅVERKANSFAKTORER 11
3.3 | ARTFÖREKOMST OCH SAMMANSÄTTNING 13

4 | DISKUSSION **14**

4.1 | KRAFTLEDNINGAR OCH GRANPLANTAGE I FÅGELPERSPEKTIV 14
4.2 | FELKÄLLOR OCH FÖRSIKTIGHET 16

SLUTSATS **18**

REFERENSLISTA **18**

Abstract

Granplantage är en av de vanligaste landytorna i Sverige, en markanvändning som bedöms påverka biologisk mångfald negativt. Luftburna kraftledningsgator i regionnätet utgör mer än 1100 kvadratkilometer av Sveriges landyta och tidigare forskning tyder på att dessa ytor kan ha naturvårdspotential för flera artgrupper. Det saknas studier på hur fågelfaunan påverkas som följd av att byggnation av kraftledningsgator skär genom granplantage. I denna studie undersöktes skillnaden i total fågelrikedom, arttäthet och artdiversitet mellan kraftledningsgata och granplantage med hjälp av punktinventering. 20 Kraftledningsytor i Västra Götaland matchades med ytor i närliggande granplantage, och potentiellt viktiga strukturella skillnader för fågelfaunan mättes och analyserades. Jämfört med granplantage hade kraftledningsgator upp till 39% högre arttäthet, 48% högre total fågelrikedom och 59% större artdiversitet. Den för fågelfaunan enskilt viktigaste strukturen i kraftledningsgatorna var kantzonen, där 83% av fågelindividerna återfanns. Kantzonerna i kraftledningsgatorna är alltså viktiga habitat för reproduktion även av flera rödlistade fågelarter. Röjning och skötselåtgärder i dessa miljöer bör därför anpassas så att de inte påverkar fåglars reproduktionsframgång negativt. I kraftledningsgatorna noterades totalt 550 fåglar av 43 arter varav sex rödlistade, att jämföra med granplantagen där totalt 403 fåglar av 27 arter återfanns, varav två rödlistade. Vidare hade granplantagen ett sammantaget medelvärde på 2.8 individer och 1.6 arter färre per inventeringslokal jämfört med i kraftledningsgatorna. Viktigaste habitatfaktor för fågelfaunan i granplantagen var trädhöjd som korrelerade positivt med både total fågelrikedom och arttäthet i dessa ytor. Utbyggnation av regionnätet på mark av granplantage leder sammantaget till en förändring av landytan som påverkar fågelfaunan positivt. Den större delen av Sveriges buskmarker kopplade till infrastruktur finns i kraftledningsgator. Det är därför angeläget att vidare undersöka hur skötseln av dessa relativt artrika miljöer ska anpassas för att bäst gynna fågelfaunan.

Abstract (eng)

Plantations of spruce trees are one of the most common land uses in Sweden, and their impact on biodiversity is generally considered negative. Airborne power line corridors in the regional grid cover more than 1,100 square kilometers of land in Sweden, and previous research suggests that these areas may have conservation potential for several species groups. However, there is a lack of studies on how bird populations are affected when power line corridors intersect with spruce plantations. This study compared the total bird richness, species density, and species diversity of bird fauna (March-April/May) between power line corridors and spruce plantations in Västra Götaland County, using point surveys. 20 power line corridors were matched with 20 adjacent spruce plantations, and potentiallymportant structural differences for bird fauna in these habitats were measured and analyzed. Compared to spruce plantations, power line corridors had up to 39% higher species density, 48% higher total bird richness, and 59% greater species diversity. The most crucial habitat structure for bird fauna in power line corridors was the edge zone, where 83% of bird individuals were found. Therefore, edge zones in power line corridors are important habitats for the reproduction of several endangered bird species. Clearing and management practices in these environments should be adjusted to avoid negative impacts on bird reproductive success. A total of 550 birds from 43 species, including 6 endangered species, were observed in power line corridors, while 403 birds from 27 species, including 2 endangered species, were found in the spruce plantations. Furthermore, the spruce plantations had, on average, 2.8 fewer individuals and 1.6 fewer species per survey location compared to the power line corridors. The most important habitat factor for bird fauna in spruce plantations was tree height, which correlated positively with both total bird richness and species density in these areas. Overall, the expansion of the regional power grid on spruce plantation land leads to a change in the landscape that positively affects bird fauna. The majority of Sweden's shrublands associated with infrastructure are found in power line corridors. Therefore, it is crucial to further investigate how the management of these relatively species-rich environments can be adapted to best benefit bird populations.

1 | Introduktion

1.1 | Bakgrund

Rapporter visar att förändring av landytor har haft störst negativ påverkan naturen och biologisk mångfald sedan 1970, följt av direkt påverkan på arter främst via jordbruk- och skogsbruk (S. Díaz et al., 2019). 58% av Sveriges totala landyta är produktiv skogsmark. Skogsmark utgör 60,5% av den totala landytan i Västra Götaland län, varav 89,5% är produktiv skogsmark. 41% av Sveriges totala virkesförråd består av gran (*Picea abies L*) vilket gör granplantage till den vanligaste landytan i Västra Götalands Län (Riksskogstaxeringen, 2022; SCB, 2019). Slutavverkning med kalhyggesmetoden är den vanligaste skogsbruksmetoden i Sverige och utgör ungefär 75% av alla avverkningar (Lundqvist, 2014). Habitatförlust och fragmentering nämns ofta som de främsta faktorerna för minskande populationer. När dessa har undersökts separat har det visat sig att minskningen av fågelpopulationer har en starkare korrelation till förlust av livsmiljöer och försämring av livsmiljöer än till fragmentering (Schmiegelow and Mönkkönen, 2002).

Fåglar används ofta som indikatorer eftersom vi vet mycket om deras habitatkrav och de är relativt enkla att studera. Det är vanligtvis högre populationstäthet av fåglar i produktiva habitat och fåglar kan indikera habitatkvalitet (Bock and Jones, 2004). En nyligen genomförd studie jämförde fågelfaunan mellan granplantage utan lövinslag och granskog som haft en mer naturlig tillväxt. De planterade bestånden hade lägre diversitet och färre individer jämfört med den mer naturligt återväxande granskogen, och en viktig åtgärd för att öka artdiversiteten föreslogs vara att tillåta inslag av lövträd i olika tillväxtstadier (Pass et al., 2022). En tidigare studie undersökte viktiga habitategenskaper såsom habitatstorlek, heterogenitet av vegetation och stamtjocklek för fåglar i Sverige har påvisat att närvaron av lövfällande träd var den viktigaste faktorn, positivt korrelerad med flest fåglars populationstäthet. Den näst viktigaste faktorn var diameter på träd, som positivt påverkade flera fåglar varav de flesta var hålboende (Berg, 1997).

Infrastruktur som kraftledningsgator skär genom Sveriges landskap, det finns uppskattningsvis ca 242 000 hektar hävdad buskmark i anslutning till infrastruktur, majoriteten (86%) finns i kraftledningsgator (Jordbruksverket, 2012). Denna undersökning genomfördes inom regionnätet, 95% av dess 3150 mil består av luftburna kablar och har en bredd på 35-40 meter (Energiföretagen, 2021). Det motsvarar 5985 mil kantzoner och under dessa luftburna kablar finns en biotop som utgör en landyta på ca 1047–1197 km^2. Biotopen ”kraftledningsgator” är varierande i flera avseenden och påverkas av många faktorer såsom skötsel, vilken marktyp och vegetation som finns däri och vilken biotop den gjort anspråk på. Denna miljö gör att kraftledningsgator sammantaget anses vara varierande och relativt artrika på fåglar. De flesta fågelarter som föredrar kraftledningsgator över hyggesmark och skogsbryn mot åkermark föredrar buskrika marker då dessa biotoper utnyttjas för födosök men även utgör boplats för många arter (Berg, 2011). Kraftledningsgator kan ha potential som naturvårdsområden men kan även fungera som ekologiska fällor (Gardiner et al., 2018) och Fransson et al. (2019) påvisade att fåglar främst kolliderar med, men även elektrifieras av kraftledningarna. De analyserade data från 10 000 ringmärkta fåglar som återfunnits döda mellan 1990-2017 i Sverige; varav 8,6% kopplades till kraftledningsgator. 51 arter sammanlagt var berörda. Datan baseras på de fall då omständighet vid fyndet noterats. De särskilt utsatta fågelgrupperna var ugglor och rovfåglar. Mängden kollisioner och elektrifiering av fåglar har minskat med 21% sedan 1990–2017, detta beror troligen på att nedgrävda kablar ökat, andelen oisolerade luftburna kablar minskat och mängden isolerade luftburna kablar ökat i perioden (Fransson et al., 2019).

Det har vidare påvisats att skogsavverkning intill kraftledningsgator gynnar populationstätheten av buskhäckande arter positivt, då detta skapar busk- och lövrik

markvegetation och därmed reproduktionsmöjligheter. Första året efter avverkning gav upphov till en mindre artrikedom av stannfåglar, detta återställdes år två (Margenau et al., 2022). En metaanalys som undersökt predation för fåglar vid kantzoner har påvisat att de negativa kanteffekterna är av större betydelse i lövskogar och myrar men inte lika uppenbara i barrskogar (Batary and Baldi, 2004). Det har påvisats att bredden på kraftledningsgatorna är en viktig faktor för reproduktionsframgången (överlevnaden) hos fåglar där en bred gata (>50m) ger en framgång som liknar naturliga förhållanden (King et al., 2009). Fågelinventeringar har påvisat att kantzonen mellan en blandbarrskog och ett kalhygge i Sverige hyser en hög populationstäthet av fåglar jämfört med i barrskog och på kalhyggen. (Hansson, 1983).

Kraftledningsgatorna är sammanfattningsvis variabla, vilka arter som trivs där och vilken framgång de har styrs av till exempel markvegetation, bredd, skötseltyp och kantzonseffekter, markanvändning med mera. Studier som undersöker och jämför fågelfaunan med intilliggande produktionsskogen finns inte och det saknas en helhetsbild av hur fågelfaunan påverkas när kraftledningsgator gör anspråk på våra landytor. Det behövs mer underlag av vilka biologiska kvalitéer som markerna i kraftledningsgatorna har för att kunna bidra till det praktiska naturvårdsarbetet (Jordbruksverket, 2012).

1.2 | Syfte

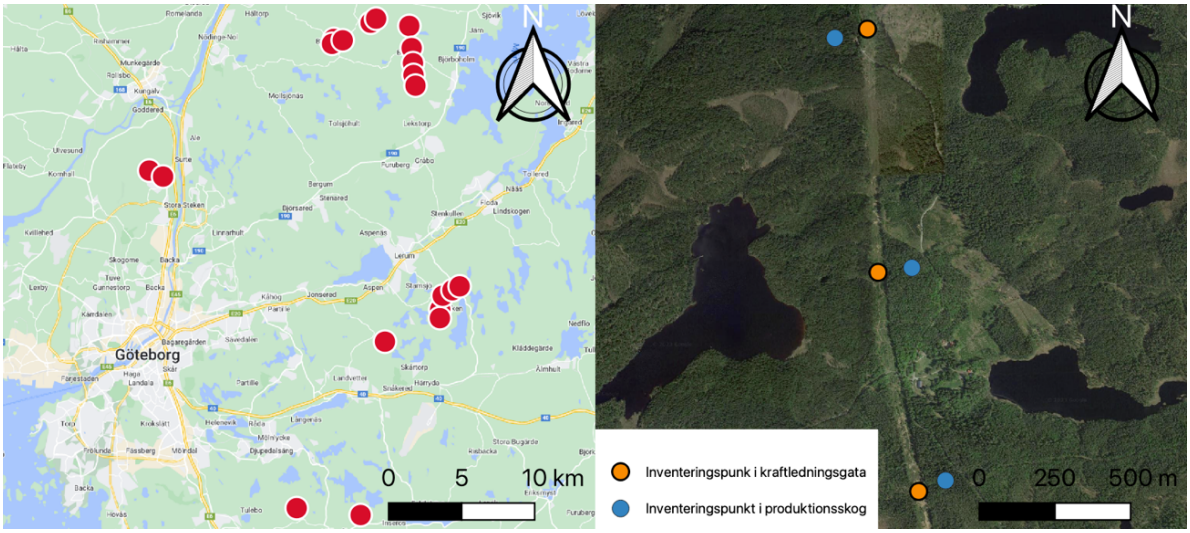
Luftburna kraftledningar spås öka då detta är den billigaste och effektivaste metoden att bygga ut elnätet idag (Energiföretagen, 2021). Planterad granskog är den vanligaste landytan i Västra Götalands län och det är därför angeläget att denna undersökning genomförs. Syftet var att få insyn i vilka naturvärden för fågelfaunan som finns i dessa olika biotoper. Undersökningen behandlar Total fågelrikedom, arttäthet och artdiversitet vad gäller fågelfaunan i kraftledningsgata respektive intilliggande granplantage med hjälp av punkttaxering. Strukturer som kan förväntas viktiga mättes. Tidigare forskning tyder på att kraftledningsgatorna har högre fågeldiversitet och även större fågelrikedom eftersom denna biotop förväntas ha strukturell variation av bland annat lövinslag och bestå av buskrika marker som gynnar fågelfaunan. Undersökningen är tänkt bidra med underlag till beslut av skötsel i biotoperna i naturvårdsavseende, men även som underlag vid utbyggnation av elnätet och kompensationsåtgärder vid exploatering.

2 | Material och metoder

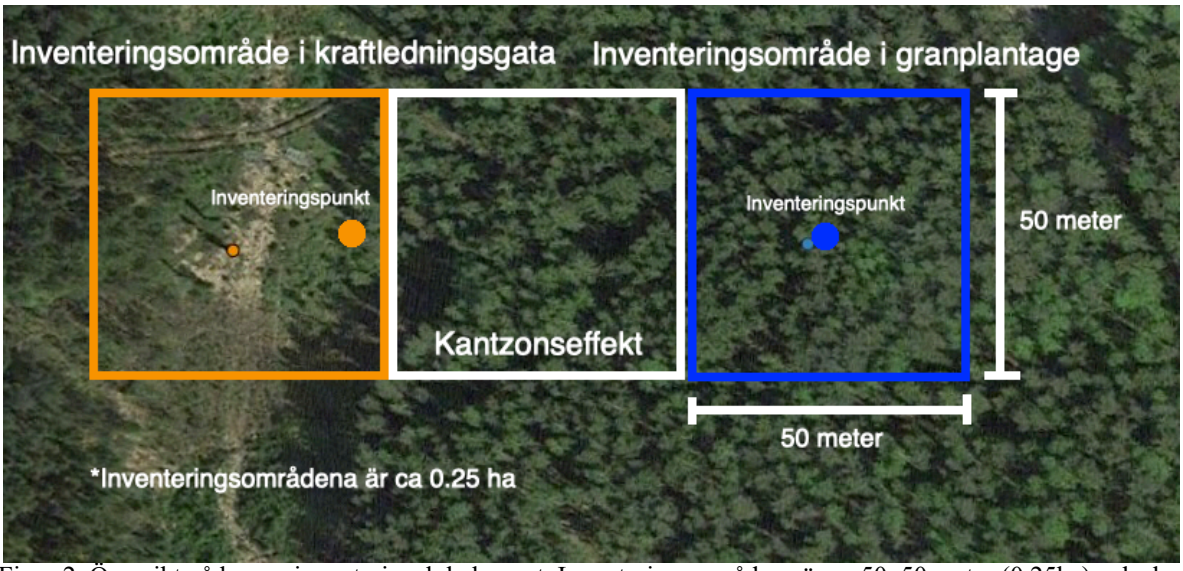
Undersökningen genomfördes i perioden januari - juni år 2023 i Västra Götaland, vars landyta består av ca 54% produktiv skogsmark (Riksskogstaxeringen, 2022). Samtliga studielokaler låg inom en 30km radie från Göteborg.

2.1 | Undersökningsområde

Figur 1. Till vänster en översiktskarta på de lokaler där inventeringar genomförts, för varje lokal (N=20) finns två parade inventeringspunkter, en punkt i kraftledningsgata samt en punkt i angränsande granplantage.



2.2 | Urval och identifiering av lokaler



Figur 2. Översikt på hur en inventeringslokal ser ut. Inventeringsområdena är ca 50x50 meter (0.25ha) och ska återfinnas i en sammanhängande biotop av en storlek på ≥0.5 ha. Notera placering av inventeringspunkter som är placerade olika för att då de anpassats för punktinventering av gällande biotop. Med kantzonseffekt menas den negativa påverkan i form av predation detta kan få på fågelfaunan, fåglar i detta område eller utanför inventeringsområden noteras men uteslöts från analys.

För att vara tillräckligt oberoende, valdes lokaler med avstånd på minst 500 meter. Lokalerna identifierades med hjälp av Svenska Kraftnät som bidrog med kartor över regionnätet vars bredd är 40–50 meter, som studerades tillsammans med flygbilder (ortofoto), främst i Skogsstyrelsens karttjänst Skogens pärlor och Google maps. Möjliga lokaler identifierades genom att följa kraftledningsgatorna i karttjänsten. 30 punkter i kraftledningsgatorna som låg jämte granplantage markerades och besöktes i fält. De första 20 lokalerna som uppfyllde kraven för granplantage användes i undersökningen som provtagningsyta. Granplantage i denna undersökning avser produktionsskog som är likåldrig och består av ≥65% gran. Tillväxtstadiet ska vara inom höjdspannet 15–25 meter då detta stadie varar längst i granplantage. I detta stadie har ofta gallringen påverkat mängden lövträd

till ett representativt stadie för biotopen. Enligt riksskogstaxeringen är en granskog med över 65% gran (Riksskogstaxeringen, 2022).

Biotopen för inventeringspunkterna omfattade ≥ 0,5 hektar för både kraftledningsgata och granplantage. Kantzonens effekt är främst de första 50 meterna vad gäller eventuell negativ påverkan för fåglar och predation, boplundring och parasitism (Paton, 1994). För att den kantzonseffekten inte ska vara påtaglig för häckande fåglar i granplantagen markerades en punkt 75 meter in i granplantaget, vinkelrätt från kantzonens yttre kant markerats. Kantzonen i kraftledningsgatan och inventeringspunkten i granplantaget markerades med snitsel och GPS-koordinaterna antecknades för att sedan kunna återbesökas. Inventeringsområdet omfattar en 50*50 meter ruta (0,25 ha) med utgång från markering så att produktionsskogen som inventeras är inom spannet 50–100 meter ifrån kraftledningsgatans kantzon in i produktionsskogen. Med kantzon avses i denna undersökning de första 2 trädraderna eller 5m in från kanten, den med kortast avstånd från kantzonen prioriteras. Inventeringslokalernas upplägg redogörs i figur 2.

2.3 | Mätning av vegetation och karaktäristiska provytor

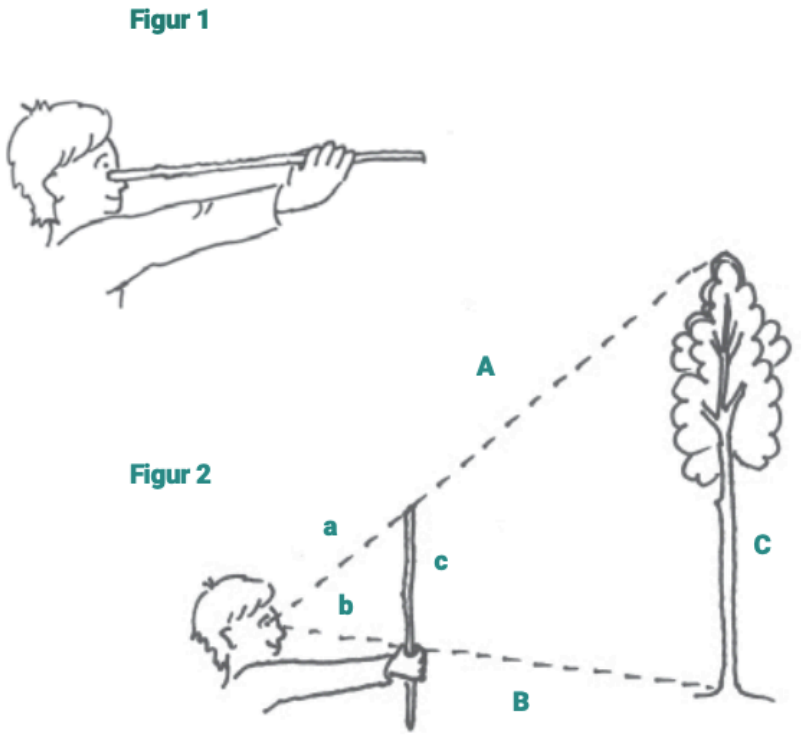
Det är viktigt att beskriva omgivande vegetation när vi använder fåglar som bedömningsgrund för naturvärden då fåglar såsom Talltita (Poecile montanus), Svartmes (Periparus ater), Trädkrypare (Certhia familiaris), Tofsmes (Lophophanes cristatus) anses vara indikatorarter för äldre skogar (>120år). Dessa har återfunnits och även uppvisat territorialbeteende i betydligt yngre skogar (Lindbladh et al., 2020).

Markvegetation och viktiga strukturer beskrevs i biotopernas provtagningsytor, faktorer som förväntas påverka livsmiljön för fåglar antecknades och redogörs i tabell 1. Täckningsgrad av markvegetation uppskattas för varje provtagningsyta i intervaller om 5% för respektive vegetationskategori. Vegetationskategorier som utgör mindre än 5% av ytan noteras ej. Alla dessa bedömningar gjordes okulärt i fält av mig.

Täthetsmåttet i granplantagen uppskattades genom att räkna antalet träd på en yta av 5x50 meter i aktuellt granplantage, dessa multiplicerades med 10 för att få ett antal träd för provtagningsytan 50x50m. Antalet i aktuell provtagningsyta multiplicerades med 4 för att få antal träd per ha och talet rundades av uppåt i hela 10-tal. Variationen av antal träd per hektar delades in i 5 kategorier och täthetsmåttet anges på en skala 1–5 där 1 är minst och 5 är flest antal träd per ha.

För att uppskatta öppenhet räknades luckor med synlig himmel större än ca 6m^2 (uppskattat underifrån), från vilket proportionen (%)av den totala provtagningsytan som är öppen beräknades. Variationen i öppenhet delades in på en skala 1–5 där 5 utgör störst procentuell areal av öppenhet. Då mängden lövträd påverkar fågeldiversiteten (Pass et al., 2022) och arttätheten (Berg, 1997) uppskattades mängden lövträd och antecknades i produktionsskogen, kraftledningsgatorna och i kantzonerna i intervaller av 5%, se tabell 1.

Kantzonerna har oftast både hög vegetation (>3m) och låg vegetation (<3m), som behandlades separat och där andel (i intervall om 5%) barrträd och lövträd (och för låg vegetation även buskar) angavs. Jag noterade även vilken sorts barrträd, lövträd eller buske som var vanligast förekommande. Då trädens diameter (och därmed ålder och höjd) är kopplat till artdiversitet i tidigare studier (Berg, 1997) mättes även trädhöjd i granplantagen,med pinnmetoden som visas i figur 3.



Figur 3. Illustrerar ”Pinnmetoden” som ger en grov uppskattning av trädhöjd utan en mätare. Triangeln med sidorna abc är likformig med triangeln som har sidorna ABC. Pinnen är lika lång som avståndet till ögat, eller b = c. Likformigheten ger därför att B = C. Avståndet till trädet motsvarar trädets höjd och kan stegas fram. Illustration från: Skogen i Skolan.

Total fågelrikedom avser i denna undersökning antalet fåglar inom inventeringsområdena (á ca 50x50 meter). Arttäthet är antalet fågelarter inom inventeringsområdet. Artdiversiteten är antalet fågelarter påträffade i de olika biotoperna sammantaget.

2.4 | Inventeringsmetodik

Punktinventering tillämpades varvid fåglar sedda och hörda från en fast punkt noterades under 20 minuter, med undantag för sträckande och/eller förbiflygande fåglar. Dessa inventeringar skedde tidigast 30 minuter innan soluppgång och senast 4 timmar efter soluppgången. Innan inventeringen påbörjades satt jag stilla i 5 minuter på inventeringspunkten för att minimera underskattningar av skygga fåglar. Årstiden påverkar vilka fåglar som påträffas. Flyttfåglar börjar anlända i mars och fåglar tillkommer fram till slutet av juni, av detta skäl roterades inventeringarna så att samma inventeringspunkt inte inventerades det tidigaste tillfället i månaden vid båda inventerings tillfällena. Varje lokal inventerades vid två inventeringstillfällen. Inventeringstillfälle 1 pågick i perioden 1/3–2023 till 9/3–2023 och inventeringstillfälle 2 i perioden 25/4–2023 till 3/5–2023. Fortsatt inventeringsperiod 1 respektive inventeringsperiod 2.

Under samtliga inventeringar spelades alla läten in med mobilapplikationen ”Merlin Bird ID”. Vid osäkerhet kring en förekomst så analyserades inspelningen i samråd med andra fågelkunniga individer. Vid fortsatt osäkerhet ströks noteringen. Inga inventeringar gjordes vid ihållande regn och kraftig blåst, då detta kan minska fågelaktiviteter och bör undvikas (Bibby et al., 1993). Samtliga inventeringar genomfördes av författaren.

I kraftledningsgatorna är kantzonen en viktig habitatsfaktor och fågelförekomster däri noterades separat. Fåglar återfunna i både kantzon och i kraftledningsgata noterades som förekomst i kraftledningsgatan. En fågel i granplantage som återfunnits både inom och utom inventeringsområdet noterades som förekomst inom inventeringsområdet. Se tabell 2 för vilka noteringar som gjordes och dess betydelse. Vid inventeringar i kraftledningsgatorna placerade jag mig i kantzonen för att inte synas och skrämma fåglar. I produktionsskogen satte jag mig i mitten av inventeringsområdet.

Tabell 2 - Förkortningar och dess betydelse vid noteringar under fågelinventeringar.

Förkortning	Betydelse
LI	Läte inom inventeringspunkt
LU	Läte utom inventeringspunkt, i biotopen
SI	Sedd inom inventeringspunkt
SU	Sedd utanför inventeringspunkt, i biotopen
LIK	Läte i kantzonen inom inventeringspunkten
LUK	Läte i kantzonen utom inventeringspunkten, i biotopen
SIK	Sedd i kantzonen inom inventeringspunkten
SUK	Sedd i kantzonen utom inventeringspunkten, i biotopen

2.5 | Statistisk analys

Total fågelrikedom respektive artrikedom jämfördes parvis mellan de två biotoperna på de 20 lokalerna med med i första hand parat t-test. Vid signifikant avvikelse från normalfördelning (enligt Shapiro-Wilks test), användes tWilcoxon signed rank test with continuity correction.

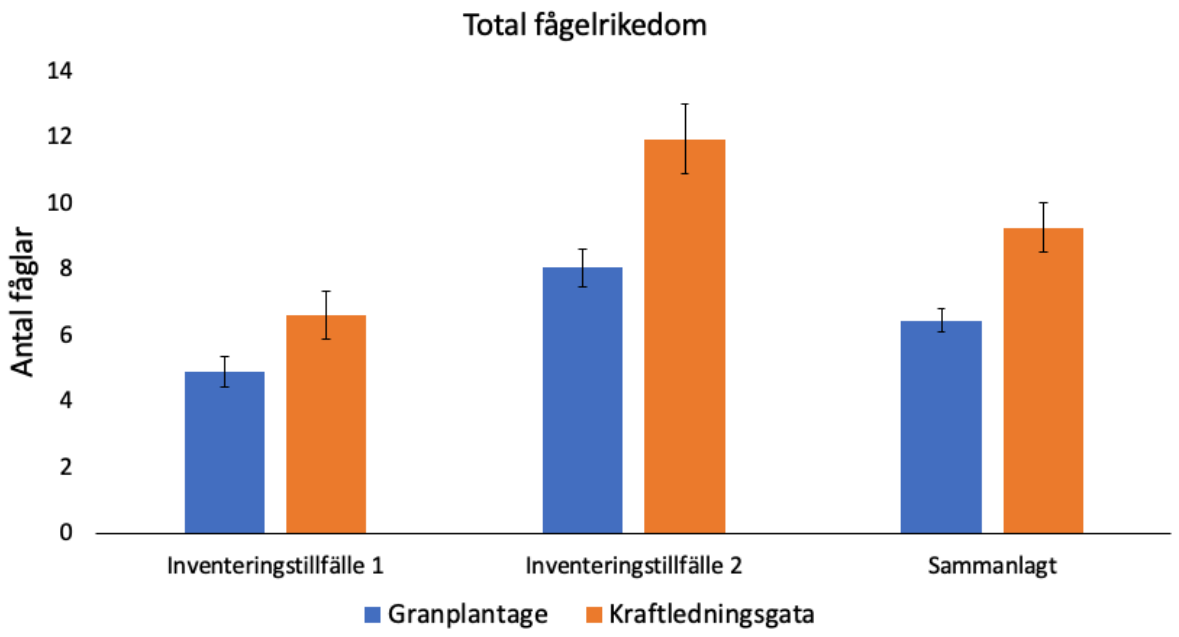
Då fågelfaunan varierar under årstid testades både total fågelrikedom och artrikedom för det sammanvägda medelvärdet för båda inventerings tillfällena (N = 20). För korrelationsanalys användes Pearsons correlation coefficent om data var normalfördelade, annars Spearmans rank correlation. Samtliga analyser gjordes i R.

3 | Resultat

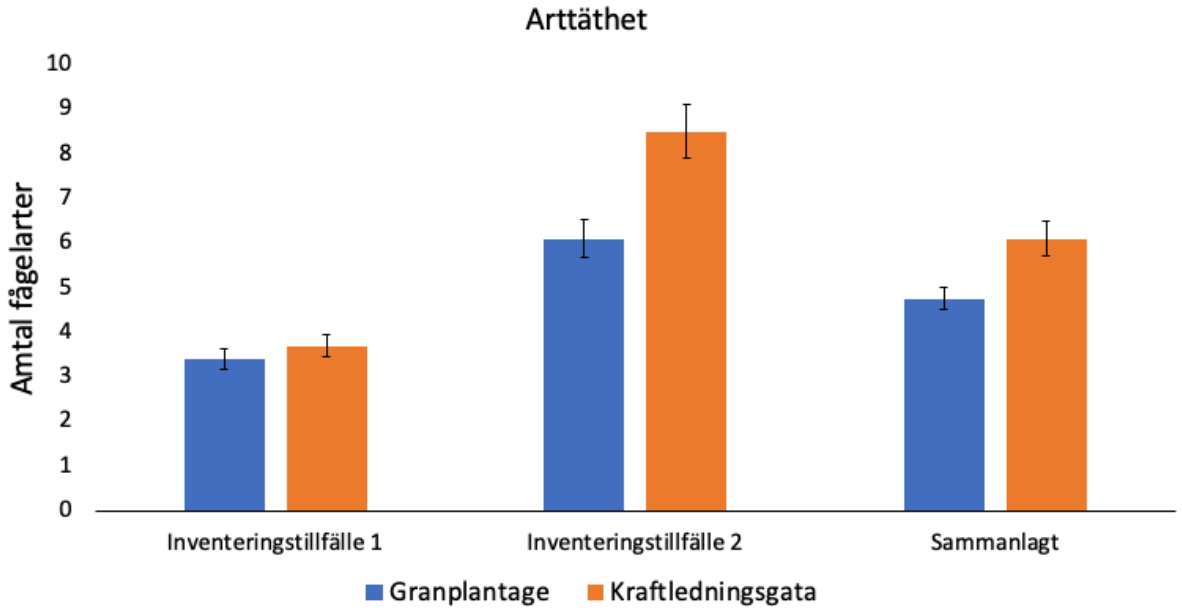
Totalt noterades 953 fågelindivider och 44 olika arter på de 40 inventeringspunkterna spridda över 20 utvalda lokaler vid två inventeringstillfällen. Sammanlagt tid för punktinventeringar uppgick till ca 27 timmar.

3.1 | Total fågelrikedom och arttäthet i biotoperna

I kraftledningsgatan var total fågelrikedom 48% större i kraftledningsgatan vid inventeringstillfälle 2 ($p < 0.01$, $df = 19$, parat t-test) och medelvärdet var 43% större för båda inventerings tillfällena ($p < 0.01$, $df = 19$ parat t-test). Se figur 4. Vid inventeringstillfälle 2 påträffades i snitt 3.9 fler individer i kraftledningsgatorna än i granplantagen, det sammanlagda snittet för båda inventeringarna var 2.8. Total fågelrikedom vid inventeringstillfälle 1 mellan biotoperna hade en genomsnittlig skillnad på 1.7 individförekomster fler i kraftledningsgatan, en statistisk signifikans fanns ej för skillnaden i total fågelrikedom ($p > 0.05$, $T_{18} = 40$, Wilcoxon signed ranked test).



Figur 4. Jämförelse av total fågelrikedom mätt i antal individer i mätningar mellan biotoperna (±SE). Vid inventeringstillfälle 1 (vänster) återfanns ingen signifikant skillnad i total fågelrikedom mellan biotoperna ($p = 0.091$, $T_{18} = 40$, Wilcoxon signed ranked test). Total fågelrikedom var större (48%) i kraftledningsgatorna vid inventeringstillfälle 2 ($p = 0.0004$, $df = 19$, medelskillnad = 3.9, parat t-test). Det sammanlagda medelvärdet för total fågelrikedom var större (43%) i kraftledningsgatorna vid båda inventerings tillfällena mellan de två biotoperna till höger ($p = 0.001$, $df = 19$, medelskillnad = 2.8, parat t-test).



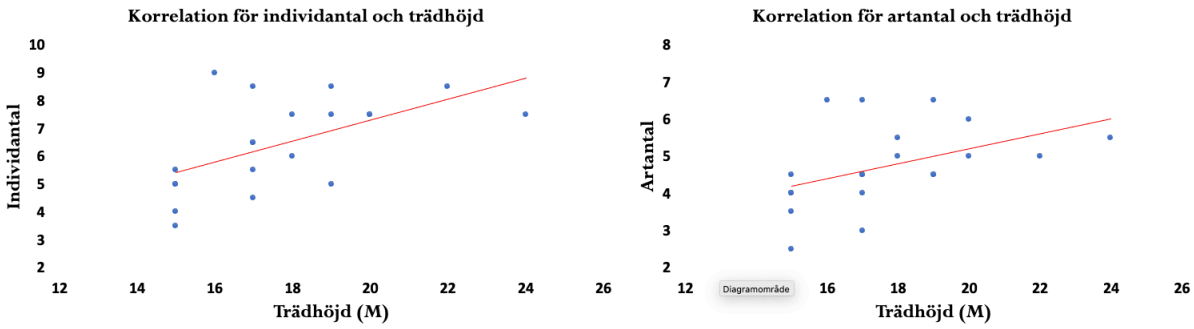
Figur 5. Arttäthet vid samtliga mätningar testade med parat t-test (±SE) i de aktuella biotoperna vid 2 inventeringstillfällen samt medelvärdet för båda inventerings tillfällena. För arttäthet återfanns inte signifikans ($p = 0.445$, $df = 19$, medelskillnad = 0.3) för skillnaden (8%) vid inventeringstillfälle 1 (vänster). Arttäthet var större (39%) i kraftledningsgatan vid inventeringstillfälle 2 ($p = 0.001$, $df = 19$, medelskillnad = 2.4). Arttäthet var sammanlagt större (28%) vid jämförelse av medelvärdet mellan de två biotoperna ($p = 0.005$, $df = 19$, medelskillnad = 1.35) till höger.

Arttäthet var större i kraftledningsgatorna än i granplantagen (figur 5). Vid inventeringstillfälle 2 var arttätheten större (39%) i kraftledningsgatan än i granplantagen ($p = 0.001$, $df = 19$, parat t-test) och sammanlagt för båda inventerings tillfällena större (28%) i kraftledningsgatorna (p-värde = 0.005, $df = 19$). Vid inventeringstillfälle 1 återfanns en medelskillnad på (8%) fler artförekomster i kraftledningsgatorna per inventeringstillfälle, ingen statistisk signifikans återfanns för skillnaden ($p = 0.445$, $df = 19$, parat t-test).

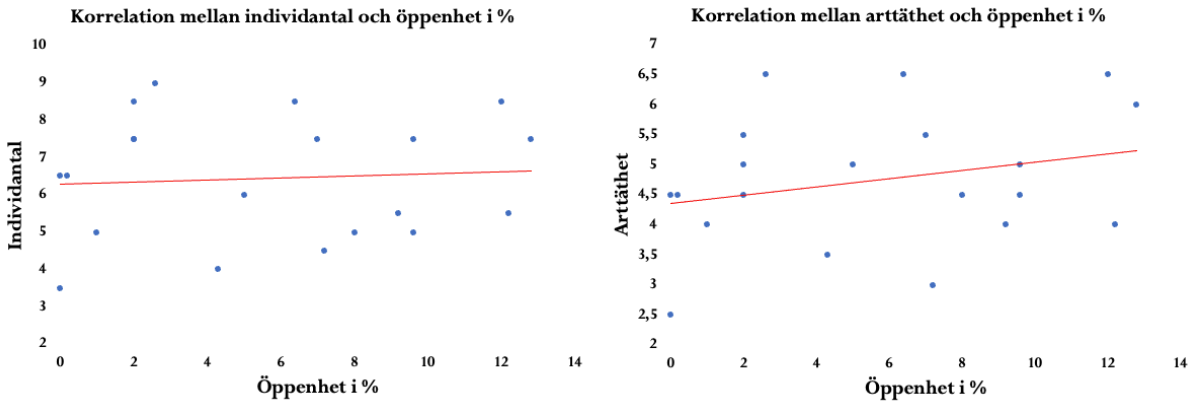
3.2 | Analys av markvegetation och andra påverkansfaktorer

3.2.1 | Granplantage

Den uppskattade trädhöjden i granplantagen varierade från 15-24m och den genomsnittliga längden var 18 meter. Total fågelrikedom och arttäthet ökade med trädhöjd för båda inventerings tillfällena (figur 6, Spearmans korrelation för trädhöjden $p = 0.007$, $r_s = 0.583$, och arttätheten $p = 0.009$, $r_s = 0.569$).



Figur 6. Graf som synliggör förhållandet mellan trädhöjd i meter och medelvärdet från två inventeringstillfällen för individantal (vänster) och arttäthet (höger). Spearmans korrelation för trädhöjden , $r_{18} = 0.0696$ $p = 0.771$. För arttätheten gav Spearmans korrelation $r_s = 0.569$ $p = 0.009$.



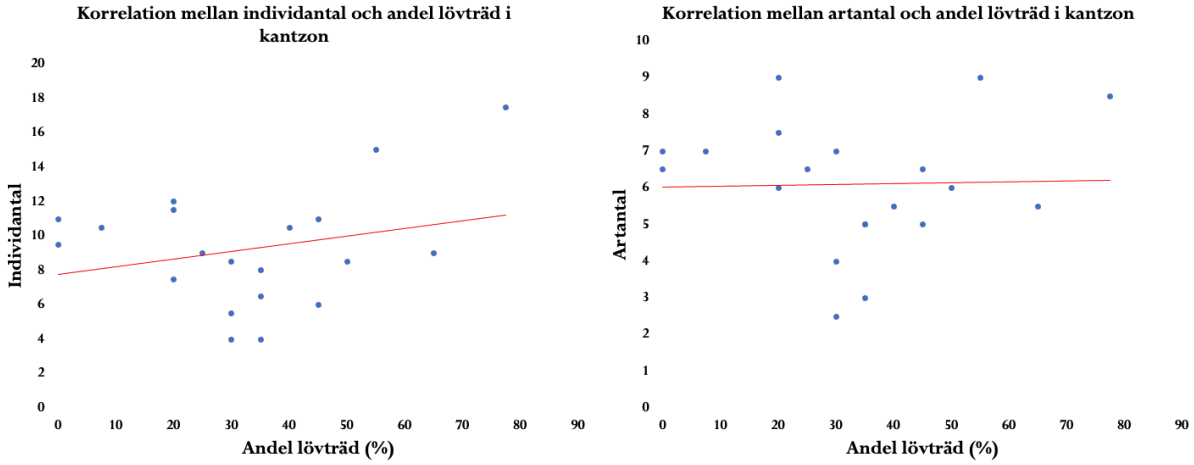
Figur 7. Graf som synliggör förhållandet mellan öppenhet i % och total fågelrikedom (vänster) och arttäthet (höger). Test med ”Pearsons correlation” i R gav vid test av medelvärdet för individantal och artantal baserat på två inventeringsperioder ingen korrelation för fågelrikedom ($r_{18} = 0.0696$, $p = 0.771$) eller arttäthet $r_{18} = 0.261$, $p = 0.267$).

Mängden död ved i granplantagen visade ingen korrelation för varken total fågelrikedom ($p = 0.198$, $r_s = -0.301$) eller arttäthet ($p = 0.558$, $r_s = -0.139$). Den uppmätta öppenheten indelad i en skala 1–5 visade ingen korrelation med varken total fågelrikedom ($p = 0.974$, $r_s = -0.007$) eller arttäthet ($p = 0.471$, $r_s = 0.170$). Den uppmätta öppenheten indelad procentuell andel korrelerade inte med varken total fågelrikedom ($p = 0.771$, $r_{18} = 0.0696$) eller arttäthet. ($p = 0.267$, $r_{18} = 0.261$), se figur 7.

Tätheten av träd i granplantagen varierade från 1520 till 3300 träd per hektar med genomsnitt på 2280 träd. Öppenheten varierade från 0% till 12,8% och genomsnittet var 6%. Mängden död ved varierade från skala 1–3 på en skala 1–5 där 5 motsvarar en naturskog och hade ett genomsnitt på skala 2 som motsvarar en väldigt låg andel död ved som främst utgörs av kvistar och enstaka stormfällda likåldriga klena träd. Den uppskattade andelen träd bestod till 88% av gran, 8% tall och 4% lövträd där björk var vanligast, även ek, rönn, asp och bok förekom.

3.2.2 | Kraftledningsgator och kantzoner

Det återfanns ingen korrelation mellan individantal (p = 0.262, r18 = 0.263) eller arttäthet (p = 0.914, r18 = 0.026) med avseende till andelen lövträd kontra barrträd i kraftledningsgatans kantzon, se figur 8. Markvegetation som förekom i störst andel i kraftledningsgatorna var lågt trädskikt av löv, se tabell 3. Ingen korrelation återfanns mellan andelen markvegetation av lövträd i kraftledningsgatan och individantal (p = 0.825, r18 = 0.053) eller arttäthet (p = 0.991, r18 = 0.003). I kraftledningsgatorna förekom vegetationskategorin buskskikt endast på en av 20 lokaler i måttliga mängder och utesluts därför från vidare analys.



Figur 8. Andelen lövträd (%) i de 20 inventeringspunkterna hade inget signifikant samband med med individantal (Pearson, r_{18} = 0.263, p = 0.262,) eller artantal (Pearson, r_{18} = 0.026, p = 0.914,).

I kraftledningsgatans kantzon noterades 83% av fågelindividerna. Kantzonerna hade en större genomsnittlig andel lövfällande vegetation (35%) jämfört med granplantagen på samma lokal vars andel var 4% (Wilcoxon signed ranked test, T_{18} = 40, p = 0.001) Den höga vegetationen i kantzonerna (>3m) bestod främst av barrträd (65%) och lövträd stod för resterande 35%. Den låga vegetationen (<3m) bestod främst av barrträd (61%) följt av lövträd (37%). Markvegetation i kraftledningsgatan redovisas i tabell 3.

Tabell 3 - Markvegetation i kraftledningsgator indelade i vegetationskategorier, procentuell andel (N = 20) och vanligast förekommade växt i kategori.

Andel i %	Vegetationskategori	Vanligast förekommande växt i vegetationskategori
37	Lågt trädskikt av löv (<3m)	Björk, ek, asp, lind, hassel, rönn, pors.
20	Övrig vegetation	Gräs och mossor (ej identifierade)
14	Risskikt	Ljung, lingon, blåbär.
13	Lågt trädskikt av barr (<3m)	Gran, tall, en.
9	Övrig markyta	Stenhäll, väg, vattenytor.
4	Högt trädskikt av barr (>3m)	Gran, tall, en.
3	Högt trädskikt av löv (>3m)	Björk, hassel.
1	Buskskikt	Hallon, björnbär, nypon, slån etc.

3.3 | Artförekomst och sammansättning

Vanligast förekommande fågelarterna i inventeringsperioderna och biotop redovisas i tabell 4.

Tabell 4. De 10 vanligast förekommande fågelarterna vid 20 inventeringar genomförda i de två jämförda biotoperna vid inventeringsperiod 1 & 2.

	Granplantage		Kraftledningsgata	
Rank	**Inventeringsperiod 1**	**Inventeringsperiod 2**	**Inventeringsperiod 1**	**Inventeringsperiod 2**
1	Talgoxe	Bofink	Talgoxe	Bofink
2	Kungsfågel	Kungsfågel	Blåmes	Koltrast
3	Svartmes	Talgoxe	Domherre	Lövsångare
4	Blåmes	Taltrast	Svartmes	Taltrast
5	Domherre	Gärdsmyg	Korp	Svartmes
6	Nötväcka	Grönsiska	Grönsiska	Gärdsmyg
7	Grönsiska	Svartmes	Nötväcka	Grönsiska
8	Trädkrypare	Koltrast	Grönfink	Talgoxe
9	Större hackspett	Rödhake	Kungsfågel	Gransångare
10	Bofink	Lövsångare	Större hackspett	Rödhake

Artsammansättningen förändrades från inventeringsperiod 1 till inventeringsperiod 2 i biotoperna. I granplantagen ökade antalet påträffade skilda arter från 17 arter till 23, en ökning med ca 35%. Samtidigt ökade antalet påträffade skilda arter från 24 till 40 i kraftledningsgatorna, en ökning med ca 66%. Förändringen i artsammansättning mellan inventerings tillfällena visar att 5 av de 10 vanligaste byttes 5 ut i granplantage mellan tillfällena, i kraftledningsgatan byttes 7 av 10 ut.

Medelvärdet för arttätheten ökade från inventeringstillfälle ett till inventeringstillfälle två i båda biotoperna, från 3,4 till 6,1 i granplantagen och 3,7 till 8,5 i kraftledningsgatan. Medelvärdet för total fågelrikedom ökade från 4,9 till 8,1 i granplantage och 6.6 till 12 i kraftledningsgatan från inventeringstillfälle ett till två, se tabell 5.

Tabell 5. Medelvärden för total fågelrikedom och arttäthet i inventeringspunkterna för inventeringsperiod 1 och 2 .

Biotop	Granplantage		Kraftledningsgata	
Inventeringstillfälle	1	2	1	2
Total fågelrikedom	4,9	8,1	6,6	12
Arttäthet	3,4	6,1	3,7	8,5

4 | Diskussion

4.1 | Kraftledningar och granplantage i fågelperspektiv

Kraftledningsgatorna hade sammantaget för fågelfaunan större total fågelrikedom och arttäthet än granplantagen. Den relativt större total fågelrikedom funnen i kraftledningsgatorna kan delvis förklaras av den variabla och relativt löv- och buskrika miljön som återfanns däri. (Berg, 2011) påpekar att en av orsakerna till detta är att buskhäckande fåglar föredrar kraftledningsgator över andra biotoper med mindre löv- och buskrik vegetation. Detta stärks av Margenau et al. (2022) som också föreslår ung lövfällande vegetation som en viktig faktor för populationstäthet och artdiversitet för fåglar. Markvegetationen i kraftledningsgatan förväntades vara avgörande för både total fågelrikedom och arttäthet, inget bevis fanns för korrelation för vare sig arttäthet eller total fågelrikedom kopplat till andelen lövfällande markvegetation i kraftledningsgatan. Den vanligaste vegetationen i kraftledningsgatan var lågt trädskikt av löv som täckte 37% av ytorna på de 20 lokalerna, björk var den vanligast förekommande arten.

Den höga och låga kantzonsvegetationen bestod till 35% av lövfällande vegetation i genomsnitt för 20 lokaler, vilket innebär att den är en blandskog (Riksskogstaxeringen, 2022). Andelen lövträd varierade kraftigt (från 0-100%) i kantzonerna på de olika lokalerna. Mina resultat tyder på att kraftledningsgatornas kantzon var den viktigaste habitatfaktorn då 83% av samtliga fågelindivider återfanns där trots att flera noterade fåglar förekom både i kantzon och i kraftledningsgata men vars förekomst endast noterades som i kraftledningsgatan. Tidigare forskning har påvisat en större populationstäthet bland fåglar i kantzoner mellan kalhygge och blandbarrskog och att det vanligtvis är högre populationstäthet av fåglar där födan och reproduktionen är hög (Bock and Jones, 2004; Hansson, 1983). Det har även påvisats att predationen inte är påtaglig i kantzoner till barrskog

och att bredden som återfinns i det svenska regionnätet erbjuder en reproduktionsframgång som liknar naturliga förhållanden (King et al., 2009). Tidigare forskning och resultaten från denna undersökning tyder förslagsvis på att både kraftledningsgatorna och dess kantzoner är lämpliga habitat för reproduktion och födosök för fåglar vilket är angeläget att beakta vid skötsel av dessa arealer, röjning bör därför inte ske under häckningssäsong. Löven i varken kantzon eller kraftledningsgata var ej fullt utvecklade i denna undersökning och dess habitategenskaper har således ej fått full verkan. Vidare har inte boplatser inventerats, denna studie bidrar således inte med fullständigt underlag för att göra exakta tolkningar av habitatens egenskaper och dess påverkan på fågelfaunan, det är därför angeläget att vidare undersöka dynamiken av dessa påverkansfaktorer i relation till varandra.

Kraftledningsgatorna riskerar att fungera som en ekologisk fälla om fåglar lockas till habitaten och sedan inte lyckas reproducera sig framgångsrikt. (Gardiner et al., 2018). Dels för fåglar vars häckning störs eller boplats förstörs vid röjning som ger i snitt var 8e år i kraftledningsgator, men även kollision och elektrifiering kan ske i samband med att fåglar vistas i miljön (Fransson et al., 2019).

Granplantagen i denna studie hade en låg andel lövfällande träd (4%) vilket påverkar arttäthet och total fågelrikedom negativt hos fåglar jämfört med naturligt tillväxande och utvecklade granskogar som har en rikligare mängd lövfällande vegetation. Då den lövfällande vegetationen är den viktigaste faktorn för positiv korrelation vad gäller både populationstäthet och arttäthet (Berg, 1997; Felton et al., 2011; Nilsson, 1979; Pass et al., 2022) i granskog, bör detta tas i beaktning vid jämförelser mot total fågelrikedom och arttäthet i kraftledningsgatorna. Jag fann inga bevis för att lövfällande träd i granplantage hade en positiv effekt för vare sig total fågelrikedom eller arttäthet. Detta kan bero på att den låga andelen lövträd som påträffades underskred tröskelvärdet för att det ska gynna populationstätheten och artdiversitet. I (Felton et al., 2011) var andelen lövträd i granskogen var ca 20% och bestod främst av björk. Jag fann tydlig positiv korrelation för trädhöjd och total fågelrikedom och arttäthet för fåglar i granplantage, med tanke på att stamtjocklek och trädlängd går hand i hand stödjer detta tidigare forskning som pekat ut stamtjocklek som den näst viktigaste habitategenskapen för arttätheten hos fåglar, framför allt gynnas hålboende fåglar av denna struktur (Berg, 1997). Då alla träd mättes med ”pinnmetoden” så kan den verkliga trädhöjden vara en annan än den som angetts i denna undersökning och slutsatser som rör detta bör göras med försiktighet.

Det har påvisats att naturskogar i Sverige har upp till tre gånger så stor arttäthet jämfört med granplantage av samma ålder och mer än 8 gånger större arttäthet jämfört med unga granplantage. (Nilsson, S. 1979). Senare studier har visat på att unga granplantage (<15år) som fortfarande innehåller lövträd hyser en större diversitet av fåglar än de äldre granplantagen, främst migrerande och insektivora fågelarter som är mark- och buskhäckande (Lindbladh et al. 2017) och det tillväxtstadiet uteslöts ur denna undersökning, vilket också delvis kan förklara den relativt låga total fågelrikedom och arttätheten av fåglar i granplantage i min undersökning. Habitatförlust tycks ha en större negativ korrelation för fågelfaunan än fragmentering av livsmiljöer (Schmiegelow and Mönkkönen, 2002). Baserat på detta bör inte förlusten av livsmiljön som sker när en kraftledningsgata gör anspråk på granplantage betraktas ha en negativ påverkan för fågelfaunan då lämpligt habitat skapas, detta förutsätter dock att skötseln gynnar fågelfaunan och bör alltid undersökas i enskilda fall.

Det behövs mer forskning dels på hur strukturerna i kraftledningsgatan påverkar fågelfaunan på lokal- och landskapsnivå. Landskapets förändring har varit påtaglig mellan 1953–2000; skogsarealerna ökade, andelen gammal skog minskade medan ung granskog (<40 år) ökade i samma period, andelen lövskog ökade men det förklaras av att mängden ung lövskog (3–10 år) ökat och mängden död ved i skogarna minskade. Dessa förändringar påverkar kvalitén på dessa habitat och är avgörande för de arter som nyttjar skog som habitat

(de Jong, 2002). Vid undersökning av populationstrenden hos 58 fågelarter i Sverige återfanns en positiv trend i perioden 1998–2015 nationellt, av de 16 fågelarter som specialiserat sig på skog var trenden signifikant positiv för 8 fågelarter och stabil för 8, ingen av dessa minskade signifikant i population under perioden. (Ram et al., 2017). Detta belyser frågan om vilka arter som är mest utsatta och vilka grupper som ska gynnas varierar, därför behövs mer underlag för framtida beslut om natur- och kompensationsåtgärder vid utbyggnation av kraftledning på eventuell bekostnad av produktiv mark av typen granplantage.

Några rödlistade fågelarter påträffades i denna undersökning, i granskogarna endast två; Grönfink (EN) och Talltita (NT). Grönfinken häckar i skogsbryn, buskmarker och är relativt vanlig men har till följd av en sjukdom haft en drastisk populationsminskning de senaste 10 åren vilket gör att den uppfyller kriterier för rödlistning. Talltitan häckar i barr- och blandskog och populationsminskningen de senaste 10 år gör att även den uppfyller kriterierna för rödlistan. Båda dessa arter återfinns i kraftledningsgatornas kantzon, där flera rödlistade arter förekom; Entita (NT), Svartvit flugsnappare (NT), Spillkråka (NT), Gulsparv (NT), Rödvingetrast (NT). Ingen av dessa arter gynnas dock av unga granplantage vars arealer ökat de senaste åren (Artdatabanken, 2023; de Jong, 2002). Av de två undersökta biotoperna innehar kraftledningsgatorna störst värden för naturvård vad gäller rödlistade fåglar. Användningen av habitaten för rödlistade fågelarter bör undersökas vidare så att skötsel kan anpassas därefter. Granplantagen har stor potential till förbättring då andelen lövträd är så låg i dessa biotoper (4%), studier visar på att inslag av lövfällande träd skulle kunna gynna fågelfaunan positivt i många avseenden (Berg, 1997; Felton et al., 2011; Nilsson, 1979; Pass et al., 2022).

4.2 | Felkällor och försiktighet

Vid punktinventeringar av fåglar ökar antalet påträffade individer över tid, vilket försvårar möjligheten att avgöra om man räknar samma individ fler gånger. De flesta upptäcks relativt tidigt, för denna undersökning inventerades varje punkt i 20 minuter. I kraftledningsgatorna antecknades fåglar på båda sidor av kantzonen men kan ha underskattats för den sida som var motsatt till min placering vad gäller läten. Sedda fåglar på samma sida som inventeringspunkten i kraftledningsgatans kantzon kan ha underskattats då det var svårt att upptäcka fåglar i sidled. Vissa dagar var blåsigare än andra och det var så märkbart svårare att höra fåglar på motsatt sida av inventeringspunkten vissa dagar vilket gör att mängden noterade fåglar kan ha varierat från dag till dag. Det var framför allt svårt att höra fåglar vid blåst när löven hade börjat slå ut i kantzonen. Blåst påverkade inte ljudnivån lika märkbart i granplantagen.

Generellt för fågelinventeringar gäller att vissa fågelarter har lägre sannolikhet att upptäckas, exempelvis kan storlek, beteende och allmän detekterbarhet ge en felaktig bild av förekomsten av vissa arter. Rörliga fåglar kan bli överrepresenterade då risken att notera samma individ fler gånger ökar jämfört med relativt stationära fåglar. Jag har okulärt artbestämt fåglar genom att aktivt söka efter dessa i handhållen kikare, detta kan medföra att antalet noteringar av skygga, små eller mindre synliga arter underskattats. För att få en så komplett bild som möjligt av fågelfaunan som vistas i biotoperna så har läten från fåglarna har inte avgränsats till endast sjungande individer, även varningsläten och lockläten har varit vanliga för att identifiera fåglar. Det kan i vissa fall försvåra artbestämning då det kan finnas individuell variation på läten inom samma art, dessutom kan många läten från olika arter likna varandra. Att enbart anteckna fåglar som är inom inventeringsområdet ger inte en helt rättvis bild då vissa fåglar är lättare att upptäcka än andra, av det skälet bör fåglar både inom och utom inventeringsområdet noteras för att rättvisare uppskatta populationstäthet (Bibby et al., 1993). Exempelvis hörs kungsfågeln (*Regulus regulus*) inte på långa avstånd till skillnad från

Domherrar (*Pyrrhula pyrrhula*) som sjunger från grantoppar och både hörs över längre sträckor. I denna undersökning noterades inte avstånd på hörda fåglar vare sig inom eller utom inventeringsområdet, vilket kan leda till att fåglar som är lätta att upptäcka bli överrepresenterade. Underlaget bör därför användas med försiktighet vid jämförelse av populationstäthet mellan arterna (Bibby et al., 1993). Av detta skäl har jag analyserat total fågelrikedom. Noterade fåglar utanför inventeringsområdet har exkluderats från analys i denna undersökning då fåglar kan överrepresenteras i kraftledningsgatorna där både sikt är bättre och ljud färdas längre jämfört med i granplantagen. Tid på dygnet påverkar fågelaktivitet för olika arter, exempelvis hörs inte nattaktiva fåglar, som sannolikt underrepresenterats i denna undersökning. Jag slumpade inte tiderna för inventeringstillfällena på grund av tidsbrist och resekostnader, detta kan ha bidragit till skevhet i resultaten då aktivitet hos fågelarter skiljer från tidig till sen morgon.

Resultaten i inventeringen påverkades av egenskaper hos inventeraren, exempelvis artkunskap, hörsel och syn. I denna undersökning genomfördes samtliga inventeringar av författaren, möjliga fel är därför genomgående. Det finns många faktorer som gemensamt påverkat resultaten för total fågeltäthet, arttäthet och artdiversitet negativt i inventeringstillfälle 1 jämfört med inventeringstillfälle två. Våren kom sent i år och tidiga mornar i inventeringsperiod 1 hade genomsnittlig temperatur -1,4°C men varierade från -9°C till 5°C medan temperaturen i maj varierade från 4°C till 16°C med ett genomsnitt på 7°C. Under inventeringsperiod 2 hade löv fortfarande inte slagit ut helt och alla flyttfåglar hade inte heller anlänt, jag upplevde att under de 8 dagar som inventeringsperiod två pågick ökade artdiversiteten då flera flyttfåglar tillkom. Habitategenskaper såsom tillgång av föda var synligt uppenbar då det fortfarande var kallt i inventeringsperiod 1 medan många insekter var synliga i inventeringsperiod 2. För att få en helhetsbild av total fågelrikedom och arttäthet för den sammantagna fågelfaunan och dess kopplingar samt korrelationer till viktiga habitatstrukturer i dessa biotoper krävs fler inventeringar över hela säsongen. Tid fanns dock ej för det i denna undersökning.

När inventeringar av fåglar i kraftledningsgatans kantzonen skedde så noterades sedda och hörda fåglar inom kantzonen och den insamlade datan kan ha påverkats av att denna avgränsning är svår att göra med exakta mått. Exempelvis var det en liten andel sedda fåglar på den sida av kraftledningsgatans kantzon där satt jämfört med motsatt sida då sikten i sidled var begränsad. Det var svårt att uppskatta exakt lokalisera plats på hörda individer i kantzonen på den sida jag satt, ju längre ut åt sidorna desto svårare. Många av dessa hörda fåglar noterades inte alls för att begränsa risken att jag noterade fler fåglar i den avsedda kantzonen än som faktiskt var där.

Under enstaka tillfällen så försämrades vädret markant under pågående inventering, vilket sannolikt påverkadefåglarnas aktivitet och detekterbarhet negativt.

Sträckan från inventeringspunkten i kraftledningsgatans kantzon in till inventeringspunkten i granplantaget var ofta av mer varierande vegetation än förväntat. Detta har inte tagits i beaktning i denna undersökning och kan möjligen påverkat mängden påträffade fågelarter och individer då dessa habitatkaraktärer kan påverka födotillgång och reproduktionsmöjligheter mellan de två inventeringspunkterna på samma lokal.

Inventeringslokalernas närområde kartlades inte och födosöksområden i inventeringspunkternas närområde varierade vilket kan ha påverkat antalet påträffade fågelarter och fågelindivider. Exempelvis var en av lokalerna med högst arttäthet i kraftledningsgatan beläget nära ett våtmarksområde (inom 1km). Flera lokaler hade inte heller granplantage på båda sidorna av kraftledningsgatan, det kunde exempelvis vara tallskog på ena sida och granplantage på andra. Denna mosaik av mindre biotoper är viktig att beakta när vi endast använder fåglar som bedömningsgrund för naturvärden, tidigare forskning har påvisat att fåglar som ansetts typiska arter för äldre skog (>120 år) återfunnits i yngre skogar

(<40 år) och uppvisat territorialbeteende däri (Lindbladh et al., 2020).

Mätfel kan ha påverkat säkerheten av testerna, då metoderna för insamling av data inte mätts noggrannare än min uppskattningsförmåga i fält.

Slutsats

Sammantaget tyder denna undersökning på att kraftledningsgator har en rikare häckfågelfauna än angränsande granplantage, och med något fler rödlistade arter. Det är viktigt att vid framtida naturvårdsåtgärder som avser gynna fågelfaunan beaktar kantzonerna. Vidare är det viktigt att skötseln anpassas för kraftledningsgatorna och att röjning inte sker under häckningssäsong då det riskerar att skada den relativt rika fågelfaunan. Utbyggnation av regionnätet i en biotop av granplantage innebär att nya lämpliga habitat för fåglar skapas vilket gynnar fågelfaunan positivt.

Tackord

Jag vill rikta ett stort tack till min fru Tove som stöttat mig i hela denna process, oavsett hur tidigt på morgonen jag behövt gå upp. Jag vill även rikta tack till klasskamraterna som hjälpt mig med R och sist men inte minst min handledare Frank Götmark som möjliggjorde genomförandet av detta arbete. Tack.

Referenslista

Artdatabanken. (2023). Naturvård: SLU Artdatabanken.

Batary, P. and Baldi, A. (2004). Evidence of an Edge Effect on Avian Nest Success. *Conservation biology* **18**, 389-400.

Berg, A. (1997). Diversity and abundance of birds in relation to forest fragmentation, habitat quality and heterogeneity. *Bird study* **44**, 355-366.

Berg, A., Svensson, R. (2011). Fågelfaunan i kraftledningsgator -effekt av skötsel och omgivande landskap. In *CBM Skriftserie*: Centrum för biologisk mångfald.

Bibby, C., Burgess, N. and Hill, D. (1993). Bird Census Techniques. London: Academic Press.

Bock, C. E. and Jones, Z. F. (2004). Avian Habitat Evaluation: Should Counting Birds Count? *Frontiers in ecology and the environment* **2**, 403-410.

de Jong, J. (2002). Populationsförändringar hos skogslevande arter i relation till landskapets utveckling, vol. CBM:S Skriftserie. Uppsala: SLU Sveriges Lantbruksuniversitet.

Energiföretagen. (2021). Regionnätets funktion och utformning: Energiföretagen Sverige.

Felton, A., Andersson, E., Ventorp, D. and Lindbladh, M. (2011). A comparison of avian diversity in spruce monocultures and spruce-birch polycultures in southern Sweden. *Silva fennica (Helsinki, Finland : 1967)* **45**, 1143-1150.

Fransson, T., Jansson, L., Kolehmainen, T. and Wenninger, T. (2019). Collision with power lines and electrocutions in birds — an analysis based on Swedish ringing recoveries 1990–2017. *Ornis Svecica* **29**, 37-52.

Gardiner, M. M., Riley, C. B., Bommarco, R. and Öckinger, E. (2018). Rights-of-way: a potential conservation resource. *Frontiers in ecology and the environment* **16**, 149-158.

Hansson, L. (1983). Bird Numbers across Edges between Mature Conifer Forest and Clearcuts in Central Sweden. *Ornis Scandinavica* **14**, 97-103.

Jordbruksverket. (2012). Infrastrukturens gräs- och buskmarker.

King, D. I., Chandler, R. B., Collins, J. M., Petersen, W. R. and Lautzenheiser, T. E. (2009). Effects of width, edge and habitat on the abundance and nesting success of scrub–shrub birds in powerline corridors. *Biological conservation* **142**, 2672-2680.
Lindbladh, M., Hedwall, P. O., Holmström, E., Petersson, L. and Felton, A. (2020). How generalist are these forest specialists? What Sweden's avian indicators indicate. *Animal conservation* **23**, 762-773.
Lundqvist, L. L., O; Hallsby, G; Claes, F. (2014). Skogsskötselserien 20: Slutavverkning: Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, Sveriges Lantbruksuniversitet, LRF Skogsägarna.
Margenau, E. L., Wood, P. B. and Rota, C. T. (2022). Habitat management for stopover and breeding songbird communities along rights-of-way in forest-dominated landscapes. *Ecological applications* **32**, e2540-n/a.
Nilsson, S. G. (1979). Effect of forest management on the breeding bird community in southern Sweden. *Biological conservation* **16**, 135-143.
Pass, E., Kont, R. and Lõhmus, A. (2022). Spruce (Picea abies L.) planting leads post-clearcut bird assemblages to a novel successional pathway—a comparative study in hemiboreal mixed forests. *Annals of forest science.* **79**.
Paton, P. W. C. (1994). The Effect of Edge on Avian Nest Success: How Strong Is the Evidence? *Conservation biology* **8**, 17-26.
Ram, D., Axelsson, A.-L., Green, M., Smith, H. G. and Lindström, Å. (2017). What drives current population trends in forest birds – forest quantity, quality or climate? A large-scale analysis from northern Europe. *Forest ecology and management* **385**, 177-188.
Riksskogstaxeringen, S. (2022). Skogsdata 2022. Umeå, Sverige: SLU Institutionen för skoglig resurshushållning. .
S. Díaz, J. S., E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J., Agard, A. A., P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian,, G. F. Midgley, P. M., Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, and I. J. Visseren-Hamakers, K. J. W., and C. N. Zayas (eds.). (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental
Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany.
SCB. (2019). Markanvändningen i Sverige. Sverige, Örebro: Statistiska Centralbyrån.
Schmiegelow, F. K. A. and Mönkkönen, M. (2002). Habitat Loss and Fragmentation in Dynamic Landscapes: Avian Perspectives From the Boreal Forest. *Ecological applications* **12**, 375-389.