



Scenarioanalyser av skogliga variabler och grön infrastruktur med planeringsverktyget Heureka



Länsstyrelsen
Örebro län

Materialet är framtaget i samarbete med Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.

Tillsammans för ett hållbart och levande län

Länsstyrelsen har regeringens uppdrag att främja en hållbar utveckling och göra verklighet av nationella mål utifrån länets förutsättningar. Med bred och djup kunskap arbetar vi nära verksamheter, människor och natur och gör avvägningar mellan olika intressen

Titel: Scenarioanalyser av skogliga variabler och grön infrastruktur med planeringsverktyget Heureka

Utgivare: Länsstyrelsen i Örebro län

Publikationsnummer: 2019:31

Omslagsbild: Mostphotos

Förord

Skogen är en mycket viktig resurs för Sverige och Örebro län. I takt med att olika intressens anspråk på skogens ekosystemtjänster (ex skogsråvaror, resurs i klimatarbetet, friluftsliv, biologisk mångfald) ökar så ökar också behoven av kunskap om hur dessa värden fördelar sig i landskapet. Olika typer av landskapsanalyser kan användas för att öka kunskapen och effektivisera exempelvis arbetet med bevarande av skogliga ekosystem. Den här rapporten redovisar resultat och slutsatser från ett projekt med syftet att testa olika möjligheter att genomföra landskapsanalyser med det skogliga planeringsverktyget Heureka. En mängd olika skogliga variabler har analyserats utifrån två olika scenarier för den framtida skogsskötselriktningen. Analyserna har genomförts i ett mindre (6 400 ha) och ett större (24 000 ha) studieområde samt för hela länet för 100 år framåt i tiden. Betydelsen av olika indata har också analyserats. Heureka erbjuder möjlighet att analysera utvecklingen av olika arters habitatarealer utifrån olika indata. I den här studien har habitatarealer för garnlav, mindre hackspett och lövskogsmesar analyserats.

Studien visar att kvalitén på indata är central för resultatens tillförlitlighet. Kvalitén på tillgängliga indata varierar stort. Analysen visar att virkesvolymerna i länets skogar kommer att öka i framtiden. Det gäller alla trädslag och därför påverkas trädslagsfördelningen i mycket liten grad. En viktig åtgärd i det skogliga naturvårdsarbetet är att öka andelen löv i landskapet generellt och i utvalda trakter. Den här rapporten visar att om dessa åtgärder ska vara effektiva för arter med landskapskrav så behöver de planeras i ett landskapsperspektiv. Hög andel löv i utgångsläget är centralt för möjligheten att återskapa lövrika eller lövdominerade bestånd.

Analyserna har genomförts av Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU som också har skrivit rapporten tillsammans med Länsstyrelsen i Örebro län.



Johan Karlhager

Enhetschef, Naturskyddsenheten
Länsstyrelsen i Örebro län



Erik Göthlin

Handläggare, Naturskyddsenheten
Länsstyrelsen i Örebro län

Innehåll

Inledning	7
Syfte	8
Studieområdet och förutsättningar för beräkningarna	9
Studieområden	9
Verktyget Heureka	10
Habitatmodulen	10
Indata för analyser med Heureka	13
Scenarier – Referens och naturvård	15
Skillnader i skogligt utgångsläge beroende på indata	22
Ekonomiska beräkningar i Heureka	23
Resultat och diskussion	24
Åldersklassfördelning.....	24
Avverkningsnivåer	26
Virkesförrådsutveckling.....	29
Trädslagsfördelning	32
Äldre lövrik skog	38
Äldre tallskog	40
Habitatarealer	42
Ekonomi.....	52
Slutsatser	54
Referenser	57

Inledning

Den intensiva markanvändningen och den successivt utbyggda transportinfrastrukturen har resulterat i att det svenska landskapet blivit alltmer fragmenterat och trycket på ekosystemen, särskilt de skogliga, ökar trots att stora bevarandeinsatser görs (Larsson, A. (red) 2011). Behovet av landskapsanalyser för att effektivisera bevarande av och hänsyn till ekosystem ökar därför kontinuerligt. Som en respons på detta har också flera utredningar och uppdrag där olika typer av landskapsanalyser ingår presenterats den senaste tiden. Två exempel är genomförande av regionala landskapsstrategier (Ihse och Oostra 2009) och handlingsplaner för grön infrastruktur (prop 2013/14:141), (Naturvårdsverket 2015).

Kunskapen om landskapsfragmenteringens effekter behöver förbättras. Sektorer som påverkar den biologiska mångfalden samt beslutsfattare och myndigheter med ansvar att rapportera miljötillståndet behöver bättre kunskap om vilka naturtyper som har störst behov av skydd och aktiva åtgärder samt var det är effektivast att arbeta med hänsyn, restaurering och bevarande i landskapet.

Den här rapporten har tagits fram inom ett projekt med det övergripande syftet att förbättra förutsättningarna för myndigheter att använda det skogliga planeringssystemet Heureka för skogliga landskapsanalyser inom naturvårdsområdet. Inom projektet har följande två delprojekt genomförts:

1. Naturvårdsanalyser med Heureka, pilotprojekt (Denna rapport)
 - Syfte att använda Heureka för att göra en landskapsanalys av Kilsbergens värdetrakt för att praktiskt visa exempel på Heurekas användningsområden inom miljöövervakning och naturvård
2. Handbok för beställning av analyser
 - Syfte att utifrån resultaten från arbetet ovan ta fram en handbok för att underlätta andra Länsstyrelser användande av Heureka och genomföra en utbildningsdag. Handboken hittar du på Heurekas hemsida under tjänster (<https://www.slu.se/institutioner/skoglig-resurshushallning/programprojekt/sha/sha/tjanster/>).

Projektet har finansierats av Naturvårdsverket.

Syfte

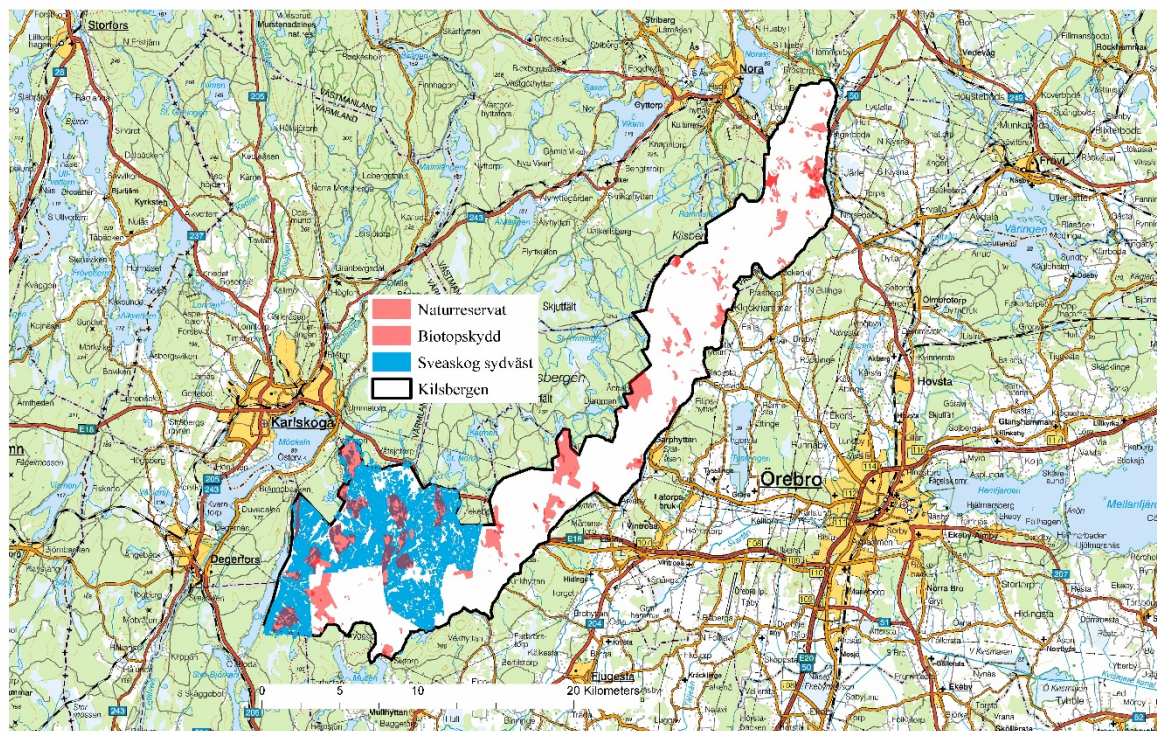
Syftet med den här rapporten är att visa exempel på olika typer av analyser som är möjliga att göra med Heureka inom naturvårdsområdet. Genom exemplen vill vi särskilt presentera möjligheten att analysera vilken effekt olika skogsskötselstrategier kan förväntas ha på skogsområdets utveckling i ett längre perspektiv (100 år) och vilken betydelse valet av indatakälla för skogstillståndet har för resultaten. Heureka ger också möjlighet att beräkna ekonomisk avkastning för de olika skötselstrategier som studeras.

Heureka kan utvärdera olika skogsskötselstrategiers påverkan för utvecklingen av arealer lämpliga habitat för sex arter om standardinställningar används. Ambitionen var att i den här studien analysera förutsättningarna för två arter, garnlav och mindre hackspett. Analysresultaten visade dock att de lövrika skogarna är så fragmenterade att nästan inga resultat för mindre hackspett erhöles. Analysförutsättningarna ändrades därför genom att kraven sänktes, se kapitlet *Tillämpningar av habitatkrav i studien*. De nya kraven var mer tillämpbara för gruppen lövskogsmesar.

Studieområdet och förutsättningar för beräkningarna

Studieområden

Analys har gjorts för den produktiva skogsmarken i hela Örebro län samt i två rumsliga skalor inom ett studieområde i Kilsbergen väster om Örebro. Stora delar av Kilsbergen är en barrskogsvärdeområde vilken valdes ut som studieområde, i fortsättningen kallad Kilsbergen, figur 1. Studieområdet Kilsbergen är länets tätaste område på skogliga värdekärnor (Länsstyrelsen 2019). En relativt stor andel, 14 procent, av den produktiva skogsmarksarealen är formellt skyddad. Studieområdet innehåller också en av Sveaskogs ekoparker. Inom Kilsbergen är Sveaskog största markägare och i sydvästra delen äger Sveaskog ett större sammanhängande delområde kallat Sydväst (SV). Hela Kilsbergen är ca 24 000 ha och delområdet Sydväst är ca 6 400 ha till ytan.



Figur 1. Studieområdet Kilsbergen väster om Örebro (vitt) och delområdet Sydväst (SV) som helt ägs av Sveaskog (blå). Formellt skyddade områden är rödmarkerade.

Verktøget Heureka

Såväl skogliga aktörer som myndigheter med ansvar för naturskydd och övervakning av biologisk mångfald kan förväntas vara intresserade av att analysera olika skogskötselriktningars effekter på förutsättningarna för biologisk mångfald och grön infrastruktur. Sådana beräkningar blir särskilt värdefulla om det finns tillgång till data som beskriver skogstillstånd över stora ytor och som omfattar många markägare.

Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) har tillsammans med Skogforsk inom ramen för forskningsprogrammet Heureka utvecklat programvaror som gör det möjligt att genomföra en mängd olika analyser av skogsbruk inriktade mot ett flertal mål. Kort- och långsiktiga prognoser kan göras av virkesproduktion, ekonomi, naturvård, rekreation och kolinlagring. Programvarorna är skalbara och kan tillämpas från enskilda bestånd till hela skogslandskap eller regioner. Detta gör att Heureka kan användas av fler intressenter jämfört med tidigare prognosystem som har använts i Sverige som Indelningspaketet (Jonsson et al. 1993) och Hugin (Anon. 1980) och som främst rörde avverkningsberäkningar och ekonomisk optimering av skogsinnehav. Läs mer om Heurekas programvaror på SLU:s hemsida (<http://www.slu.se/heureka>).

Habitatmodulen

För att över tid utvärdera skogslandskapens areal av lämpliga habitat för garnlav och mindre hackspett kombinerades Heurekas beräkningar med analyser i en separat habitatmodul i GIS programmet ArcMap 10.1. Habitatmodulen har sedan denna studies analyser integrerats i Heureka. I Heureka uttrycks arternas krav genom habitatmodeller där mängd och kvalitet av de viktigaste begränsande skogliga variablerna är betygsatta (habitatvärde) för varje skogsbestånd. För de flesta arterna i habitatmodulen finns också ett rumsligt krav som bedömer hur mängd och fördelning av potentiella livsmiljöer i landskapet påverkar deras möjligheter att vara funktionella för arten. Krav för sex arter ingår i modulen. Dessa krav kan justeras och innebär också en möjlighet att anpassa kraven till att gälla för andra arter.

Utdata från en framskrivning av skogen med Heureka används som indata i habitatmodulen. Datat innehåller följande information per bestånd och prognosperiod: areal, totalt virkesförråd fördelat på gran, tall, löv samt medelålder.

Efter analyser i habitatmodulen där rumsliga krav hanteras importerar data tillbaka till Heureka och sammanställs. Indata från habitatmodulen till Heureka är per bestånd, prognosperiod och art ett habitatvärde mellan 0 till 1. Total areal habitat för en period och art summeras enligt funktion 1 nedan.

$$\text{Habitatareal art (p)} = \sum_1^n \text{areal per bestånd}_n * \text{habitatvärde}_n \quad (1)$$

där

p = period

n = avdelning 1 – n

Tillämpningar av habitatkrav i studien

I den här studien har främst habitat för garnlav och lövskogsmesar analyserats. Tidigt gjordes några beräkningar i område Sydväst med Heureka's defaultkrav för garnlav och mindre hackspett. Med dessa krav och med yttäckande skogliga data som i huvudsak bygger på satellitbilder (kNN) och riksskogstaxeringens provytedata saknades habitat för de båda arterna helt i utgångsläget. Utifrån Sveaskogs registerdata saknades arealer helt för mindre hackspett och det fanns endast små arealer lämpliga habitat för garnlav i område Sydväst. För att kunna studera förändringar av habitatarealer utifrån olika skötselriktningar sänktes därför kraven för vad som är lämpliga habitat i studien. Det gjordes även ett antal känslighetsanalyser för att utröna effekt av ändrade krav. Följande krav har använts i studien för att ett bestånd ska utgöra ett lämpligt habitat:

Garnlav

Default habitatkrav

- >80 procent volym gran, ålder > 100 och > 50 m från skogskant ger habitatvärde 1,0
- >80 procent volym gran, ålder > 100 och <50 m från skogskant ger habitatvärde 0,5

För att möjliggöra jämförelser av habitatarealer mellan indatakällor och olika skogsskötselstrategier sänktes kravet på beståndsålder i den här studien. Effekterna av närhet till kant tillämpades inte.

Habitatkrav i denna studie

- Bestånd >80 procent volym gran och ålder >80 år ger habitatvärde 1,0



Garnlav *Alectoria sarmentosa*, foto: Leif Stridvall

Mindre hackspett

Default habitatkrav för mindre hackspett

- Bestånd med 25–49 procent volym lövträd och ålder > 60 år ger habitatvärdet 0,5
- Bestånd med > 50 procent volym lövträd och ålder > 60 år ger habitatvärdet 1,0
- Landskapströskel: För att ett enskilt bestånd ska klassas som lämpligt måste minst 40 ha inom 200 ha omkring det enskilda beståndet klara ovanstående krav.

För att möjliggöra jämförelser av habitatarealer mellan indatakällor och olika skogsskötselstrategier sänktes kravet på andel löv i enskilda bestånd i den här studien. Även tröskelnivån i landskapet sänktes. De anpassade habitatkraven överensstämmer väl med det habitatkrav som Ekologigruppen tagit fram för landskapsanalyser av lövskogsmesar på uppdrag av Stockholms stad (Stockholms stad 2007). Lämplig biotop enligt den studien är minst 10 ha löv eller lövblandskog över 60 år. Landskapskravet för lövskogsmesar är dock enligt Ekologigruppens studie något högre jämfört med det sänkta kravet för mindre hackspett som tillämpats i den här studien. Resultaten för lövskogshabitaten är därför mer tillämpliga för lövskogsmesarnas mer krävande arter, stjärtnes och entita.



Mindre hackspett, *Dendrocopos minor*. Foto: Mostphotos.

Habitatkrav i denna studie – närmast tillämpbara på gruppen lövskogsmesar

- Bestånd med 10–25 procent volym lövträd och ålder > 60 år ger habitatvärdet 0,5
- Bestånd med > 25 procent volym lövträd och ålder > 60 år ger habitatvärdet 1,0
- Landskapströskel: För att enskilt bestånd ska klassas som lämpligt måste minst 10 ha inom 200 ha omkring det enskilda beståndet klara ovanstående krav.



Stjärntmes, *Aegithalos caudatus*. Foto: Mostphotos.

Indata för analyser med Heureka

För att utvärdera olika skogsskötselstrategiers betydelse för den rumsliga utvecklingen av olika skogliga variabler, exempelvis trädslagssammansättning och utbredning av habitat, med Heureka krävs heltäckande skogliga data. Det heltäckande datat utgörs av ett beståndsregister med ett antal obligatoriska skogliga variabler och en karta som är kopplat till detta register.

Beståndsregistret kan skapas på flera sätt. I studien har vi dels utgått ifrån registerdata som Sveaskog tillhandahållit för deras markinnehav inom studieområdet Sydväst, dels skapat ett beståndsregister utifrån yttäckande skogliga data som i huvudsak bygger på satellitbilder och riksskogstaxeringens provytedata och användning av k Nearest Neighbour Metoden (kNN). Denna datakälla har bytt namn till SLU skogskarta (SLU skogskarta, 2019) men i studien används det äldre namnet kNN.

Register baserat på data från kNN

kNN data är framförallt en lämplig datakälla för analyser inom större skogsområden då noggrannheten är relativt låg för enskilda pixlar (25*25 m) (Reese H., Nilsson M. et al. 2003). Den segmenterade versionen av kNN som representerar år 2005 användes för att skapa ett yttäckande skogstillstånd som beskriver utgångsläget för skogen i studieområdet Kilsbergen. För respektive segment, som här likställs med skogsavdelningar, användes skattningarna från kNN för total volym fördelat på trädslagen tall, contortatall, gran, björk, ek, bok och övriga lövträd, medelhöjd samt medelålder. Variabler som inte finns i kNN datasetet men som krävs som underlag för beräkningar av skogsutveckling med Heureka togs från den enskilda riksskogstaxeringsyta som förekommer flest gånger som referensyta inom respektive avdelning i kNN datasetet. Dessa variabler var markfuktighet, vegetationstyp, bonitetsvisande trädslag, ståndortsindex och likåldrighetsklass. Dessa datakällor sammanställdes sedan till ett beståndsregister i ett format som kunde importeras till Heureka tillsammans med avdelningarnas geografiska utbredning via ett GIS skikt. Utifrån registerdata för dessa avdelningar simulerade Heureka ett ingående skogstillstånd med enskilda träd baserat på modellberäkningar. Exempel på sådana är beräkning av trädhöjd och ålder (Söderberg U. 1992; Elfving B. 2003). Detta register skapades för hela Kilsbergsområdet.

Beståndsregister i Sydväst baserat på Sveaskogs registerdata

För området Sydväst skapades ett beståndsregister i Heurekaformat baserat på Sveaskogs registerdata från år 2010. Beståndsregister bygger på en kombination av förtolkade data (baserat på flygbildstolkning) kombinerat med fältinventering. Ur Sveaskogs registerdata valdes de variabler som krävs av Heureka ut och importerades tillsammans med ett GIS skikt med avdelningarnas geografi. Även i detta fall simulerades enskilda träd.

Analyser baserade på riksskogstaxeringens data

I de fall det inte finns krav på att analysera den rumsliga utvecklingen av skogstillståndet för mindre områden ger Heureka stora möjligheter till skogliga analyser med data från Riksskogstaxeringen som indata för större områden som län. För att visa exempel på sådana analyser har vi i detta projekt genomfört vissa analyser för hela Örebro läns skogsmark. Data från Riksskogstaxeringen för åren 2008 – 2012 har använts vilket motsvarar ett utgångsläge för skogen år 2010, se tabell 2.

Övriga indata

Förutom data från kNN, Sveaskog och riksskogstaxeringen har digitala GIS-kartor med naturreservat och biotopskydd (Länsstyrelsen i Örebro län) använts för att med hjälp av ArcMap 10.1 markera vilka skogsbestånd som ligger inom formellt skyddade områden, se figur 1. Alla formellt skyddade skogsbestånd förutsätts skötas enligt skogsskötselstrategin ”Fri utveckling”, tabell 1.

Scenarier – Referens och naturvård

Vid framskrivning av skogslandskapet i Kilsbergen definierades två scenarier, ett som efterliknar dagens skogsbruk, här benämnt *Referens* och ett där mer omfattande hänsyn tas till naturvärden benämnt *Naturvård*. I referensscenariot sköts skogen enligt metoder och hänsyn i dagens skogsbruk i Svealand som det definieras i Skogliga konsekvensanalyser 2008 (SKA 08). Inga nya formellt skyddade områden tillkommer i scenariot. För scenariot *Naturvård* har naturvårdsscenario i SKA 08 använts som inspiration för målangivelser av ytterligare naturvårdssatsningar. De nivåer på ytterligare formellt skyddade områden och områden som sköts för att öka naturvärden (oftast lövinriktat skogsbruk) som anges i SKA 08 har tillämpats på studieområdena och räknats om till målnivåer för tillkommande naturvårdsarealer. Eftersom det naturvårdsinriktade skogsbruket utgör en så stor del av skogsbruket i området har målnivåerna för ytterligare naturvårdssatsningar anpassats nedåt i förhållande till SKA 08, se tabell 1 och figur 2 och 3.

Tabell 1. Areal och andel (målnivåer) av olika skogsskötseltyper per scenario och indatakälla i Sydväst och för hela Kilsbergen (ha och andel procent). I produktionsskogen ingår fem procent hänsynsytor.

Indata												
Sydväst Registerdata				Sydväst kNN				Kilsbergen kNN				
Scenario												
Skötsel -typ	Referens		Naturvård		Referens		Naturvård		Referens		Naturvård	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Fri	948	14	1280	19	828	13	1280	20	3413	14	4273	18
Löv	641	10	641	10	0	0	110	2	0	0	1960	8
Tall	0	0	192	3	0	0	255	4	0	0	905	4
Prod	5068	76	4544	68	5406	87	4864	74	20 559	86	16 834	70
Totalt	6657	100	6657	100	6234	100	6234	100	23 972	100	23 972	100

Analyserna för hela Örebro län genomfördes senare i studien. För beräkningar av målnivåer för de två scenarierna avseende hela Örebro län har därför uppgifter i rapporten Skogliga konsekvensanalyser 2015 (SKA 15) använts som underlag. Andelar i olika skötselriktningar avgränsades utifrån vilken andel de har i Svealand enligt SKA 15. I SKA 15 finns ett naturvårdsscenario som innebär en fördubblad naturvårdssatsning i Sverige, lite olika fördelad i Sverige beroende på hur dagens naturvårdsareal fördelar sig. Eftersom vi ansåg att kopplingen till naturvårdsscenario i SKA 15 var intressant beräknade vi scenariot *Naturvård* för Örebro län utifrån SKA 15 och utgick ifrån en fördubbling av naturvårdsarealen. Den fördubblade naturvårdsarealen enligt SKA 15 inkluderade en fördubbling av hänsynen. I den här studien fördelades dock den totala naturvårdshänsynen på de naturvårdsinriktade skötselkategorierna, Fri, Löv och Tall, tabell 2.

Tabell 2. Areal och andelar (målnivåer) av olika skötseltyper per scenario för Örebro län, ha och andel procent. I produktionsskogen ingår fem procent hänsynsytor.

Scenario				
Skötseltyp	Referens		Naturvård	
	ha	Andel, %	ha	Andel, %
Fri	36 650	6,1	57 287	9,5
Löv	16 988	2,8	43 927	7,3
Tall	0	0,0	26 183	4,3
Prod	550 742	91,1	476 983	78,9
Totalt	604 380	100	604 380	100

Gemensamma restriktioner för båda scenarierna är ett jämnhetskrav för avverkningen uttryckt som att total avverkningsnivå inte får variera mer än 20 procent mellan varje femårsperiod. Ett annat krav är att ungskogsarealen, d.v.s. areal skog yngre än 20 år inte får överstiga 50 procent av total areal. För att simulera skogsbrukets generella naturhänsyn har fem procent av skogsmarksarealen i produktionsskogen lämnats för fri utveckling. Dessa arealer representerar kantzoner och hänsynsytor vid slutavverkningar. Dessutom lämnas tio naturvårdsträd och tre högstubbar per hektar vid avverkning. I första hand prioriteras grövre lövträd i hänsynen. Hänsynen medför inte några skillnader mellan scenarier och påverkar inte resultaten för habitatarealer men har inverkan på resultaten för medelvolymerna och de ekonomiska resultaten.

I analysen skrivs skogstillståndet i respektive område fram i femårsperioder utifrån de två scenarierna. Framskrivningen görs i 20 fem-årsperioder, totalt 100 år framåt från utgångsläget och resultat genereras därför för varje femårsperiod.

Skötseltyper i scenarierna

I analyserna har alltså fyra olika skötseltyper definierats enligt tabell 3. Med en skötseltyp menas en sammanhållen skötselriktning för ett bestånds skogsskötsel under hela framskrivningsperioden. Till respektive skötseltyp kopplas ett antal bestånd baserat på egenskaper hos bestånden och beroende på vilket scenario som är aktuellt, exempelvis trädslagsblandning och ålder likväl som geografiskt läge eller restriktioner för skogsskötseln som biotopskydd eller naturreservat.

I scenarierna skiljer sig arealen mellan skötseltyperna åt. För *Naturvård* är andelen fri utveckling, lövinriktat skogsbruk och äldre tallskog större jämfört med *Referens* se tabell 1 och 2.

Tabell 3. Beskrivning av skötseltyper som ingår i analyserna

Skötseltyp	Beskrivning av skogsskötsel
Fri utveckling (Fri)	Inga skogliga åtgärder under framskrivningarna.
Lövinriktat skogsbruk (Löv)	Långa omloppstider där lövskogen inte slutavverkas. Återkommande gallringar där barrträd gallras ut för att gynna lövträd i kvarvarande bestånd.
Äldre tallskog (Tall)	Inga slutavverkningar, återkommande gallringar där tall lämnas kvar vid gallring.
Produktionsskog (Prod)	Slutavverkning med plantering, (tall på torr och frisk mark med lägre bonitet och gran på högre boniteter). Röjning ned till mellan 2200 till 2800 stammar/ha. Gallring enligt gallringsmall utarbetad av Skogsstyrelsen med låggallring. Gallringsuttag proportionellt mot trädslagets stående volym. Uttag av skogsbränsle vid slutavverkning om minst 60 procent gran av total volym.

För att identifiera vilka bestånd som ska skötas enligt de olika skötseltyperna anpassades urvalskriterierna i Heureka utifrån de målnivåer för arealer av olika skötseltyper som definierats för de två scenarierna och de olika indatakällorna, tabell 1 och 2.

I Kilsbergen avgränsades de bestånd som lämnats till fri utveckling i *Referens* av de bestånd som låg inom biotopskydd och naturreservat. I *Naturvård* utökades andelen skog i fri utveckling med ytterligare fyra procent. Dessa bestånd valdes ut av Heureka utifrån billigast möjliga avsättning av bestånd som var över 60 år gamla, tabell 4. Ungefär en tredjedel av de bestånd som var äldre än 60 år tillfördes fri utveckling på detta sätt.

Bestånd som ingick i lövinriktat skogsbruk enligt *Naturvård* avgränsades av Heureka utifrån billigast möjliga avsättning av bestånd som i utgångsläget hade en volym lövträd som översteg 30 procent av total volym och där beståndsåldern var över 30 år. Bestånd som ingick i tallinriktad naturvårdshänsyn avgränsades på motsvarande sätt från bestånd som var äldre än 60 år och hade en tallandel över 50 procent, tabell 4.

I område Sydväst avgränsades de bestånd som lämnats till fri utveckling i *Referens* av de bestånd som låg inom biotopskydd, naturreservat eller klassats som NO i registerdatat. I analysen utifrån kNN utökades andelen skog inom fri utveckling med sju procent i scenario *Naturvård*. Detta gjordes genom samma metod som för Kilsbergen. Även skötselkategorierna Löv och Tall utökades med samma metod som tillämpades i Kilsbergen, tabell 4.

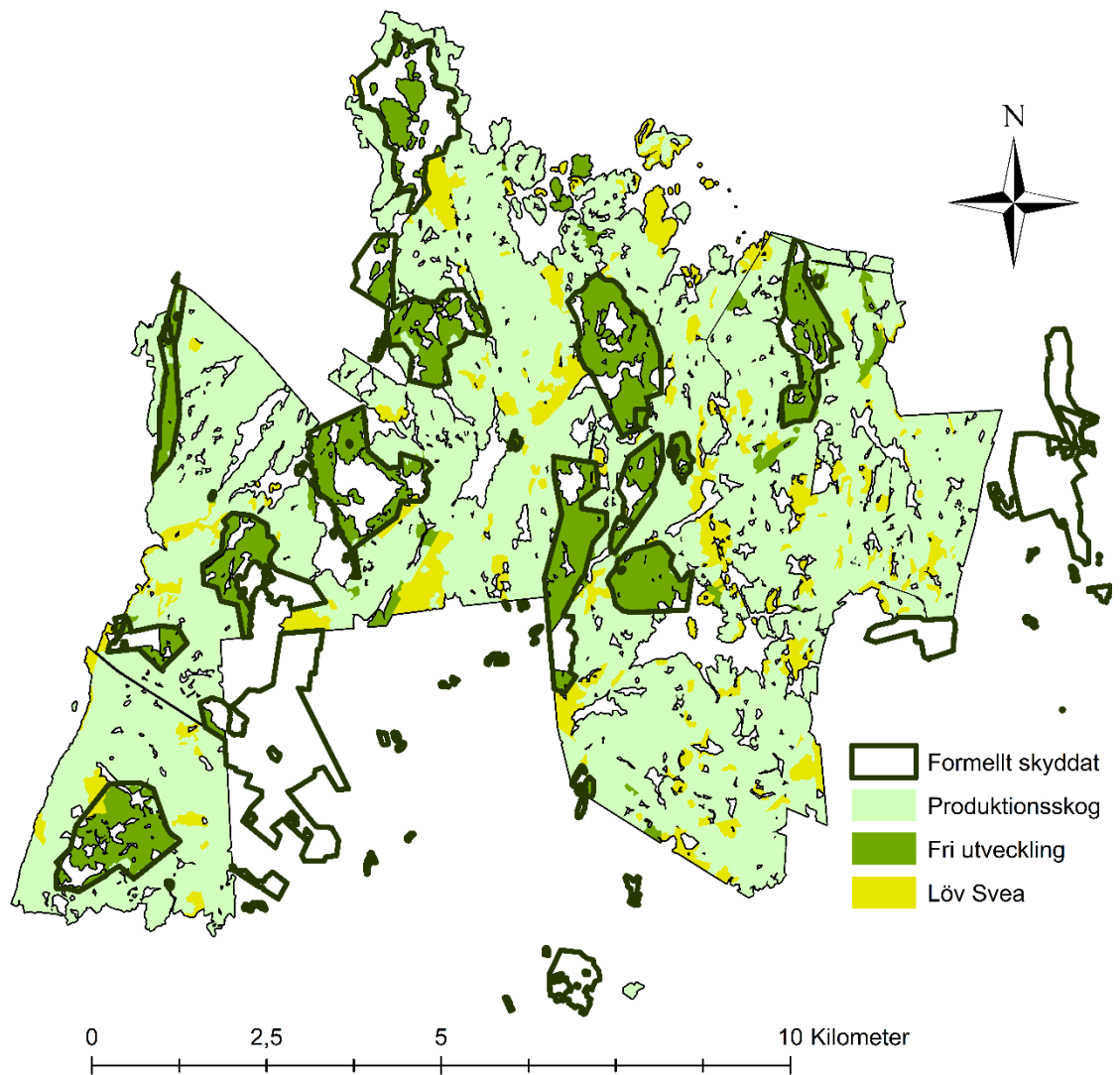
I analysen av område Sydväst utifrån registerdata antogs de bestånd som klassats som NS i registret skötas med lövskogsinriktning. Enligt muntlig information från Sveaskog var detta den huvudsakliga inriktningen för bestånd som klassats som NS i området. I analysen utökades inte skötseltypen Löv i naturvårdsscenarioet eftersom en relativt stor andel av ingående skog avsatts i referensscenarioet, tabell 4. Skötseltypen äldre tallskog tillämpades i *Naturvård* på skog där tallandelen var större än 50 procent av den totala volymen och beståndsåldern översteg 70 år. Efter att skötseltypen Tall avgränsats fanns enligt registerdatat inte mycket skog kvar över 60 år. Därför ökades bara andelen skog i fri utveckling med fem procent, vilket motsvarade 332 av 358 ha tillgänglig skog över 60 år. Skog som inte uppfyllde något av ovanstående kriterier utgjorde produktionsskogen, tabell 4.

Tabell 4. Urvalskriterier för skötseltyper i område Sydväst och Kilsbergen

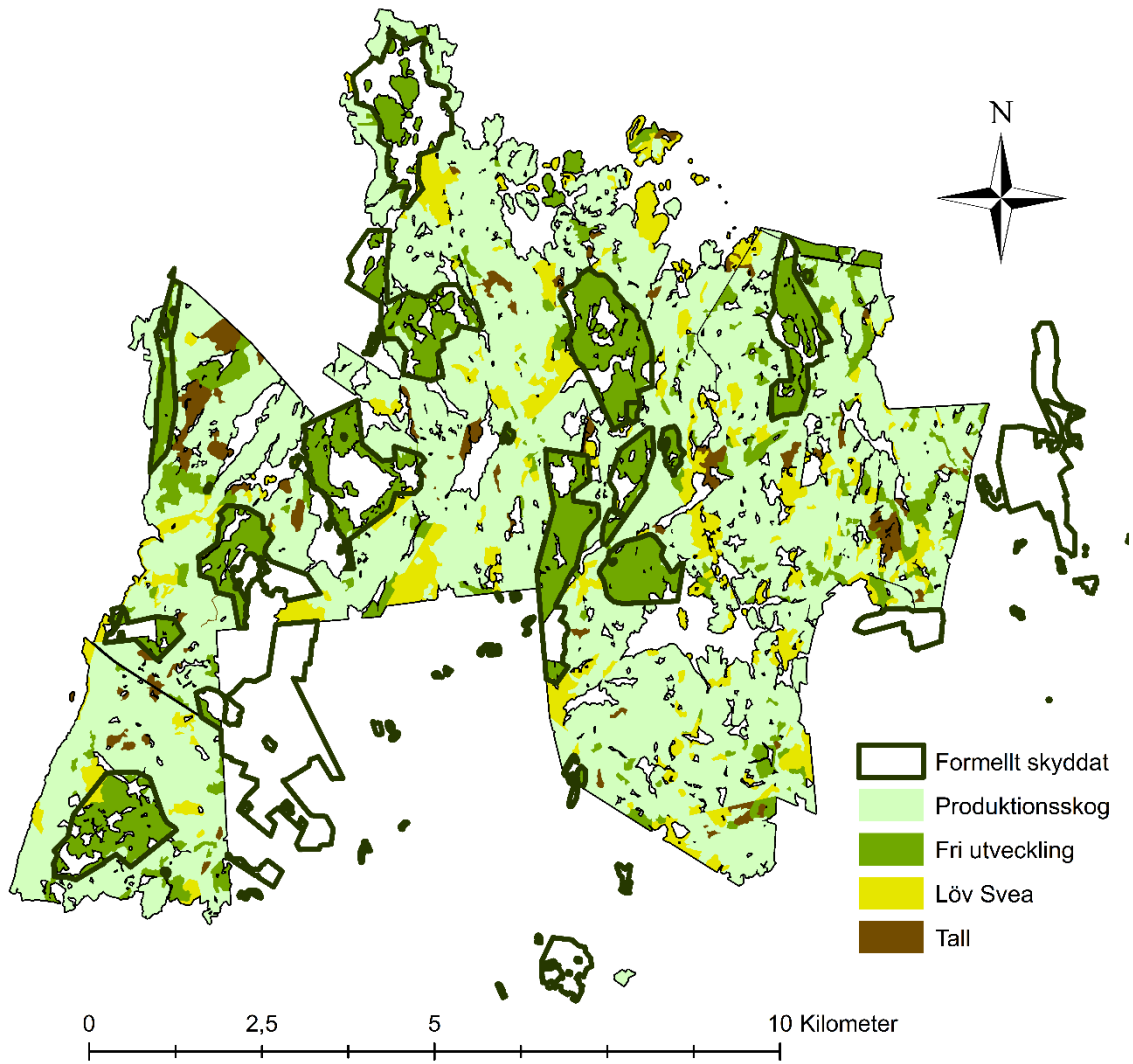
Skötsel -typ	Sydväst Registerdata		Sydväst kNN		Kilsbergen kNN	
	Scenario					
	Referens	Naturvård	Referens	Naturvård	Referens	Naturvård
Fri	Formellt skyddat ¹ + NO enl register	Referens + 5 % från skog > 60 år	Formellt skyddat ¹ + NO enl register	Referens + 7 % från skog > 60 år	Formellt skyddat ¹	Referens + 4 % från skog > 60 år
Löv	NS enl. register	NS enl. register	Ingår ej	Löv > 30% av virkesförrådet och > 30 år	Ingår ej	Löv > 30% av virkesförrådet och > 30 år
Tall	Ingår ej	Tall > 50 % av virkesförrådet och ålder > 70 år	Ingår ej	Tall > 50 % av virkesförrådet och ålder > 60 år	Ingår ej	Tall > 50 % av virkesförrådet och ålder > 60 år
Prod	Övrig mark	Övrig mark	Övrig mark	Övrig mark	Övrig mark	Övrig mark

¹Naturresevat och Biotopskydd

Skötseltypernas läge i område Sydväst enligt analysen med registerdata och utifrån de två scenarierna framgår av figur 2 och 3 på följande sidor.



Figur 2. Skötseltypernas läge i område Sydväst för scenario *Referens*.



Figur 3. Skötseltypernas läge i område Sydväst för scenario *Naturvård*.

För indelningen i olika skötseltyper för hela Örebro län användes information från rapporten Skogliga konsekvensanalyser 2015 (SKA 15). Enligt den är drygt 86 procent av den produktiva skogen i Svealand produktionsskog medan knappt 14 procent fördelas på olika former av skydd och hänsynsytor, tabell 5.

Tabell 5. Fördelning (%) av den produktiva skogsmarken på olika markanvändningsklasser i olika delar av Sverige (omräknat till andelar från SKA 15)

Område	Formellt skyddat	Frivilliga avsättningar	Hänsynsytor	Produktionsskog
N Norrland	7,0	7,8	6,5	78,7
S Norrland	1,8	5,5	9,3	83,3
Svealand	2,4	5,1	6,1	86,3
Götaland	2,0	3,9	6,0	88,1
Sverige	3,6	5,8	7,0	83,7

Andelarna för Svealand antogs gälla för Örebro län. De 14 procent som enligt SKA 15 låg i naturvård fördelades subjektivt (men med vägledning från SKA 15 om hur stor andel av naturvårdsarealen som sköts med naturvårdande skötsel) ut som målnivåer för skötselkategorierna där sex procent fördes till Fri, tre procent till Löv och fem procent ingår som hänsyn i produktionsskogen. I naturvårdssenarit fördubblades i linje med ansatsen i SKA 15 naturvårdsarealerna till 28 procent. Hänsynen behölls på fem procent och de tillkommande arealerna fördelades subjektivt på skötselkategorierna Fri, Löv och Tall. För att avgränsa vilka bestånd som skulle ingå i de olika skötseltyperna i *Referens* och *Naturvård* testades olika krav med syftet att samla beståndsandelar så nära målnivåerna som möjligt. De kravnivåer som närmast motsvarade valda målnivåer framgår av tabell 6.

För skötseltypen fri utveckling var beståndens ålder prioriterad beståndsegenskap och för löv och tall en mix av ålder och löv respektive tallandel. De slutliga andelarna i olika skötselkategorier för referens och naturvårdsscenarioerna fördelade sig enligt tabell 2.

Tabell 6. Urvalskriterier för skötseltyper i hela Örebro län

Skötseltyp	Scenario	
	Referens	Naturvård
Fri	Formellt skyddat ¹ + all äldre skog > 125 år	Formellt skyddat ¹ + all skog > 95 år
Löv	Lövträd > 80 % av virkesförrådet och > 60 år	Lövträd > 50 % av virkesförrådet och > 40 år
Tall	Ingår ej	Tall > 70 % av virkesförrådet och > 100 år
Prod	Övrig mark	Övrig mark

¹ Naturresevat och biotopskydd

Skillnader i skogligt utgångsläge beroende på indata

I området Sydväst har skogstillståndet i utgångsläget beräknats med två olika indatakällor, registerdata och kNN. Detta gjordes för att kunna studera effekterna av olika indatakällor på valda analyser. Det två beräknade skogstillstånden i Sydväst skiljde sig inte åt nämnvärt vad gäller medelvärden för variablerna medelålder, bonitet och trädslagsblandning, tabell 7. Däremot skiljde medelvolymer något mellan indatakällorna. Medelvolymer i område sydväst blir högre om den beräknas utifrån kNN jämfört med om den beräknas från registerdata.

Denna skillnad hör samman med en annan stor skillnad som inte framgår av tabellen, nämligen åldersklassfördelningen. Åldersklassfördelning som den skattats för respektive indatakälla framgår av figur 4. Fördelningen för data baserat på kNN visar jämfört med data baserat på registerdata en kraftig dragning mot medeltalet, d.v.s. redovisar små arealer äldre respektive yngre skog.

Tabell 7. Centrala skogliga variabler i utgångsläget (år 0) för Sydväst baserat på registerdata respektive kNN, Kilsbergen baserat på kNN och för Örebro län baserat på data från riksskogstaxeringen

Variabel	Område/indata			
	Sydväst		Kilsbergen kNN	Örebro Län RT data
	Registerdata	kNN		
Antal bestånd	1549	1283	5750	9901
Produktiv skogsmarksareal, ha	6657	6234	23 972	604 380
Medelvolymer, m ³ sk/ha	162	177	182	156
Medelålder, år	46	48	48	48
Medelbonitet, m ³ sk/ha och år	7,5	7,0	7,5	7,26
Tall ² , %	43	42	39	35
Gran ² , %	49	48	48	48
Björk ² , %	8	8	10	12
Ädellöv ² , %	0	1	3	1
Övrigt löv ² , %	0	0	0	4

¹ Antal provtyor

² % av totalt virkesförråd

Ekonomiska beräkningar i Heureka

För de ekonomiska beräkningarna har ett räntekrav på tre procent använts vid diskontering av framtida intäkter till idag. Kostnaderna för skogliga åtgärder som avverkning och föryngringsåtgärder har beräknats enligt Heureka standardvärden (version 2.3.0.0). Intäkterna från avverkningar timmer och massaved har beräknats med Mellanskogs prislista från januari 2013 för Stockholmsområdet. Inga kostnader för administration och vidaretransport av virke till industri ingår.



Mellansvenskt skogslandskap, Foto: Mostphotos

Resultat och diskussion

Som resultat av beräkningar med Heureka-systemet kan en mängd skogliga variabler redovisas över tid (per femårsperiod) för att visa på utvecklingen av skogstillståndet, åtgärdsarealer och utfallet från avverkningar i form exempelvis virkesvolymmer. Det finns möjlighet att redovisa betydligt fler variabler än i denna rapport, bl.a. kolmängder i träd och mark, volym död ved, biomassa i stående skog och i uttag, ett index som beskriver lämplighet för rekreation, kostnader per åtgärd och intäkter per sortiment som timmer och massaved. I dagsläget finns totalt ca 500 resultatvariabler.

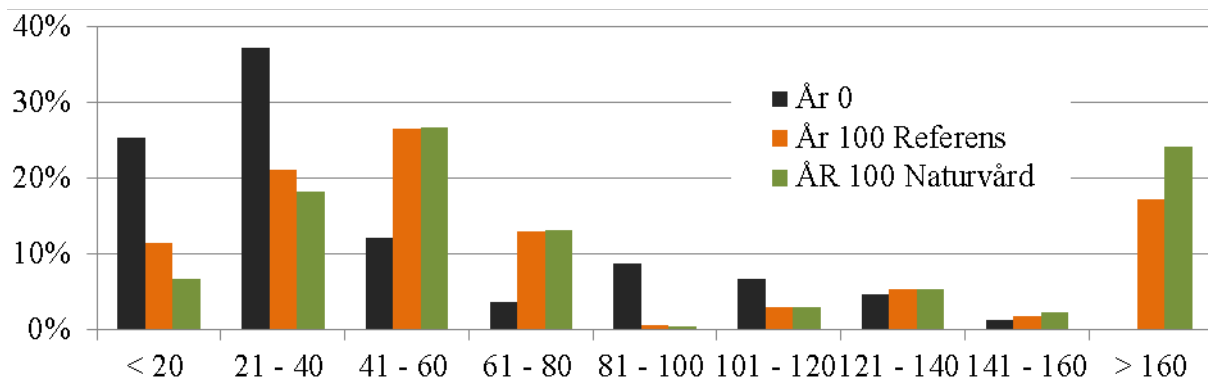
Åldersklassfördelning

Beståndsålder är en central och ofta efterfrågad skoglig variabel i naturvårdssammanhang. Samtidigt finns det inte bra officiella heltäckande data vad gäller beståndsålder. Ofta används kNN för att approximativt uppskatta ålder.

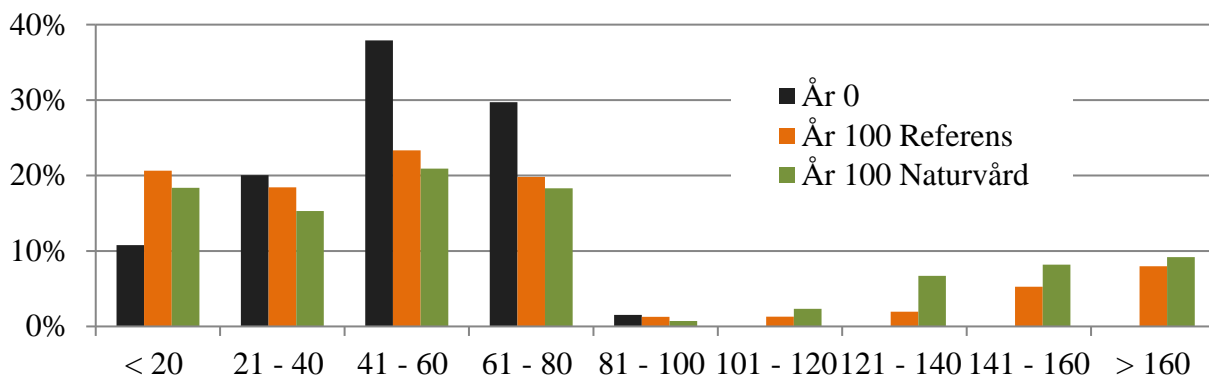
Åldersklassfördelningen i utgångsläget skiljer sig väsentligt mellan beräkningar utifrån registerdata och kNN, figur 4. Åldersklassfördelningen baserat på kNN visar en kraftig dragning mot medeltalet, med förhållandevis liten areal av främst äldre men även yngre skog jämfört med vad som redovisas av registerdata. Vid framskrivningarnas slut beräknas det finnas betydligt mer gammal skog jämfört med utgångsläget. Det gäller båda scenarierna men särskilt tydligt i år det i *Naturvård* där ytterligare avsättningar av skyddad skog genomförts jämfört med *Referens*. Detta är påtagligt i analysen över hela Örebro län där den fördubblade arealen av skog i naturvårdande skötsel medför att andelen skog över 160 år ökat betydligt i *Naturvård* jämfört med *Referens*, figur 5. Detsamma gäller även i Sydväst enligt analysen med registerdata. Att skillnaden mellan scenarierna beräknat utifrån kNN inte är så stora beror på att kNN underskattat andelen äldre skog som finns i utgångsläget och som till stor del ligger inom skyddade områden.

Jämförelsen visar att det finns brister i hur kNN skattar gammal och ung skog. Metoden underskattar dessa normalt ovanliga åldersklasser. Denna skillnad i åldersklassfördelning mellan indatakällorna har stor betydelse för flera av resultaten. Vi avråder därför från spatiala analyser utifrån kNN av habitat och andra variabler där gammal eller ung beståndsålder är centralt för frågeställningen.

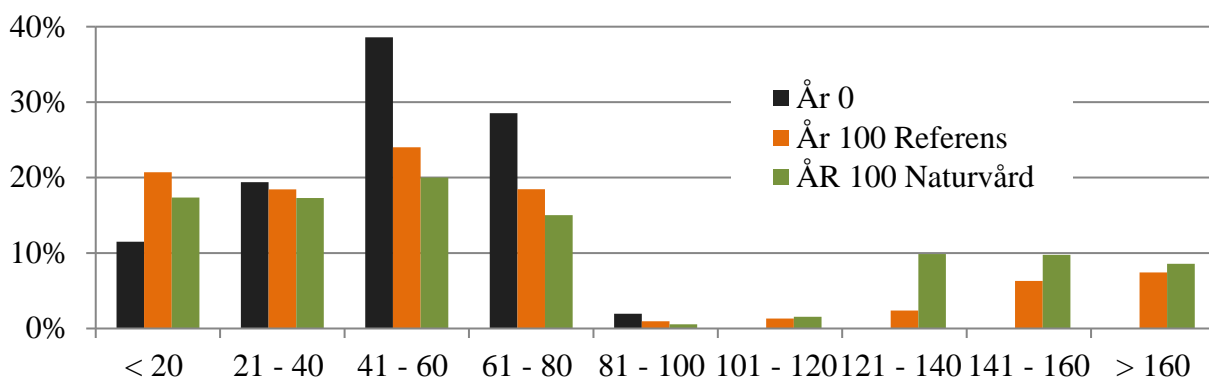
Sydväst Registerdata



Sydväst kNN



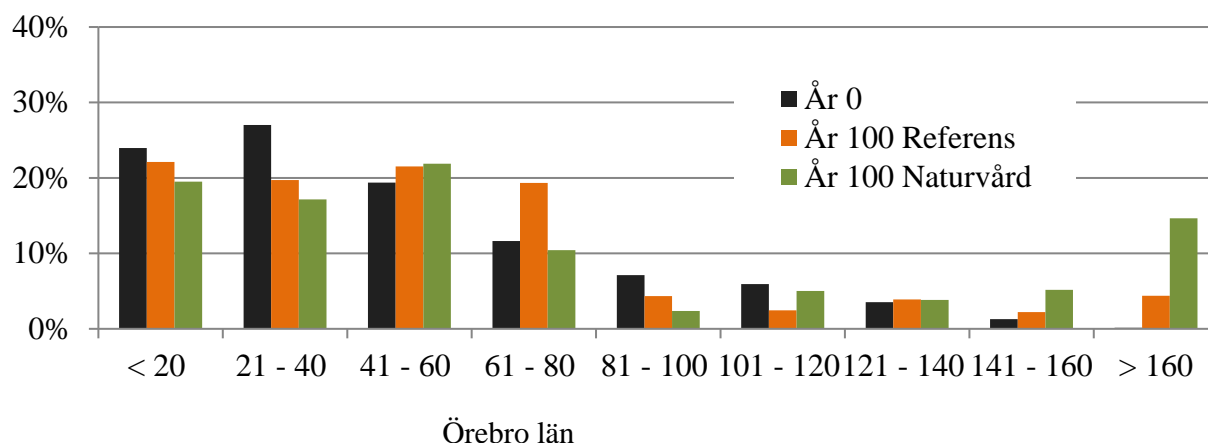
Kilsbergen kNN



Figur 4. Åldersklassfördelning i utgångsläget och efter 100 års framskrivning för scenarierna *Referens* och *Naturvård* i område Sydvest (registerdata) överst, Sydvest (kNN) mitten och Kilsbergen (kNN), nederst.

Åldersklassfördelningen i hela länet är modellerad utifrån underlag från Riksskogstaxeringen. I motsats till kNN data innebär skattningen av åldersklasser med data från riksskogstaxeringen snarare att högre och lägre åldrar överrepresenteras. Detta på grund av att storleken på ytorna där ålder mäts är små och därmed ger en åldersklassfördelning för ett landskap med många små avdelningar. Små ytor med äldre träd från ex generell hänsyn inom skogsbruket skalas genom metoden upp till att representera större bestånd.

Jämfört med området i sydväst som är modellerat utifrån registerdata är åldersklassfördelningen i hela länet betydligt jämnare. Dominansen av skog under 40 år är inte så påtaglig som i område sydväst och skog i åldern 60 till 100 år är betydligt vanligare i hela länet jämfört med område Sydväst, figur 4 och 5.



Figur 5. Åldersklassfördelning i utgångsläget och efter 100 års framskrivning för scenarierna *Referens* och *Naturvård* i Örebro län baserat på riksskogstaxeringen.

Avverkningsnivåer

Oberoende av indatakälla är den årliga avverkningen jämnare med större studiearealer. Skillnaden mellan femårsperioder är lägst i analysen för hela Örebro län medan volymerna varierar rätt kraftigt i det minsta studieområdet (Sydväst), figur 6–8.

Sydväst

Skillnad mellan scenarier

Den totala avverkningsvolymen är ca tio procent högre inom scenario *Referens* jämfört med *Naturvård*. Det beror främst på att större arealer är avsatta till fri utveckling i *Naturvård*. Den högre volymen fördelas relativt jämt över tidsperioderna. Avverkningarna är genomgående under framskrivningsperioden något högre i scenario *Referens* jämfört med scenario *Naturvård*.

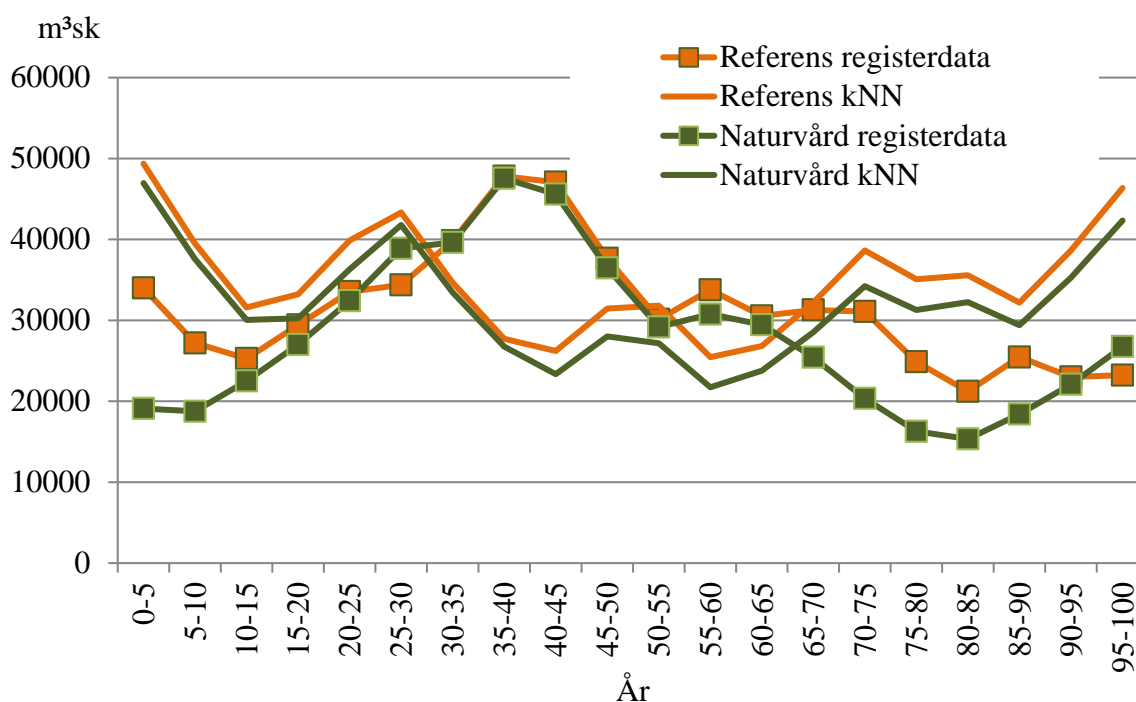
Skillnad mellan indatakälla

Avverkningsprofilen skiljer sig tydligt mellan indatakällorna medan skillnaderna är mindre mellan scenarierna, figur 6. Analysen med registerdata ger lägre avverkningsvolym i de första perioderna för att sedan öka i mittenperioderna. Analys med kNN genererar höga avverkningsnivåer i de inledande perioderna och låga avverkningsnivåer då nivåerna är som högst enligt analysen med registerdata. Skillnaden beror på skillnaderna i åldersklassfördelning i

utgångsläget mellan indatakällorna. Enligt registerdatat finns lite skog i åldersklassen 60 – 80 år i område Sydväst medan åldersklassen är betydligt vanligare i utgångsläget enligt kNN, figur 4. En effekt som denna skillnad medför är att exempelvis analyser av kostnader för scenario *Naturvård* underskattas om de beräknas utifrån kNN jämfört med registerdata, som bättre stämmer överens med verkligheten.

Avverkningsvolymerna skiljer sig också något åt beroende på indatakälla. Högst avverkningsvolym genererade beräkningarna med Sveaskogs registerdata. I scenario *Referens* blev den totala avverkningsvolymen i medeltal för 100 år ca tolv procent högre jämfört med *Naturvård* med Sveaskogs registerdata som indatakälla. Skillnaden blev ca nio procent högre för *Referens* jämfört med *Naturvård* om kNN användes som indatakälla.

Enligt registerdatat är ca 20 procent av skogen i område Sydväst över 80 år. Huvuddelen av den skogen ligger inom skyddade områden eller områden med lövskogsskötsel (NS), vilket betyder att den inte är tillgänglig för avverkning i någon större omfattning.



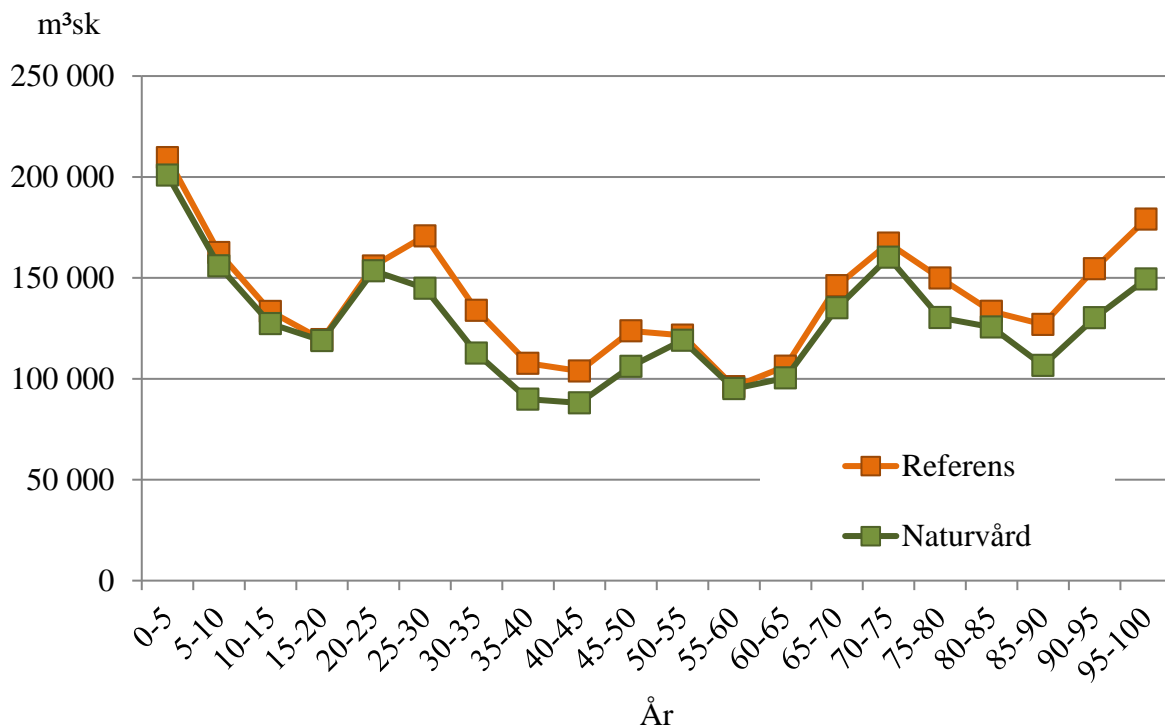
Figur 6. Avverkningsvolym per år 0 till år 100 per scenario och indatakälla för område Sydväst (m³sk per år).

Kilsbergen och Örebro län

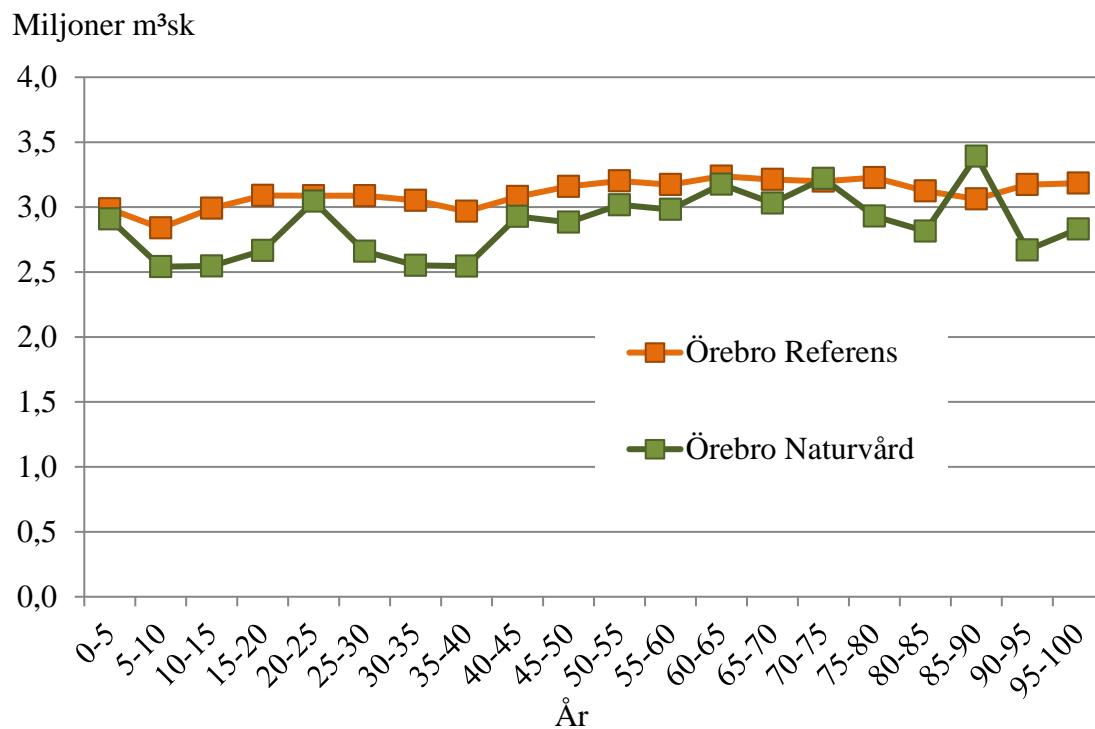
Avverkningsnivåerna och avverkningsprofilen för studieområdet Kilsbergen följer samma mönster som i område Sydväst med indata från kNN. Nivåerna är genomgående något högre för scenario *Referens* jämfört med *Naturvård* och volymerna är höga i de inledande perioderna, figur 7. Orsakerna till mönstren är desamma som för område Sydväst. Även för område Kilsbergen är det rimligt att anta att kNN överskattat andelen avverkningsmogen skog i utgångsläget. Jämförande registerdata saknas dock.

För Örebro län sjunker avverkningsnivån i medeltal med ca åtta procent i scenariot *Naturvård* jämfört med *Referens*, figur 8. *Naturvård*sscenario innebar

naturvårdsinriktning på ytterligare 14 procent av den produktiva skogen men eftersom nästa nio procent av arealen var löv- eller tallskogsskötsel med återkommande gallringar så blir effekten på virkesuttaget lägre jämfört med om större arealer skulle avsättas till fri utveckling.



Figur 7. Avverkningsvolym per år 0 till år 100 per scenario för hela Kilsbergen (m³sk per år).



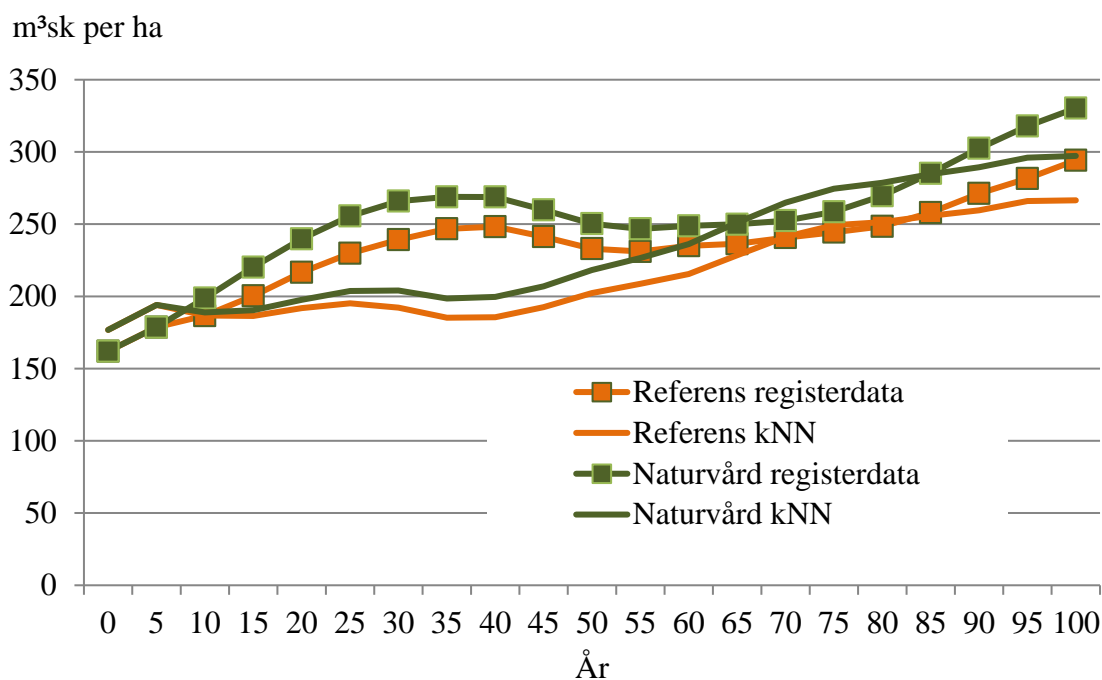
Figur 8. Avverkningsvolym per år 0 till år 100 per scenario för hela Örebro län (miljoner m³sk per år).

Virkesförrådsutveckling

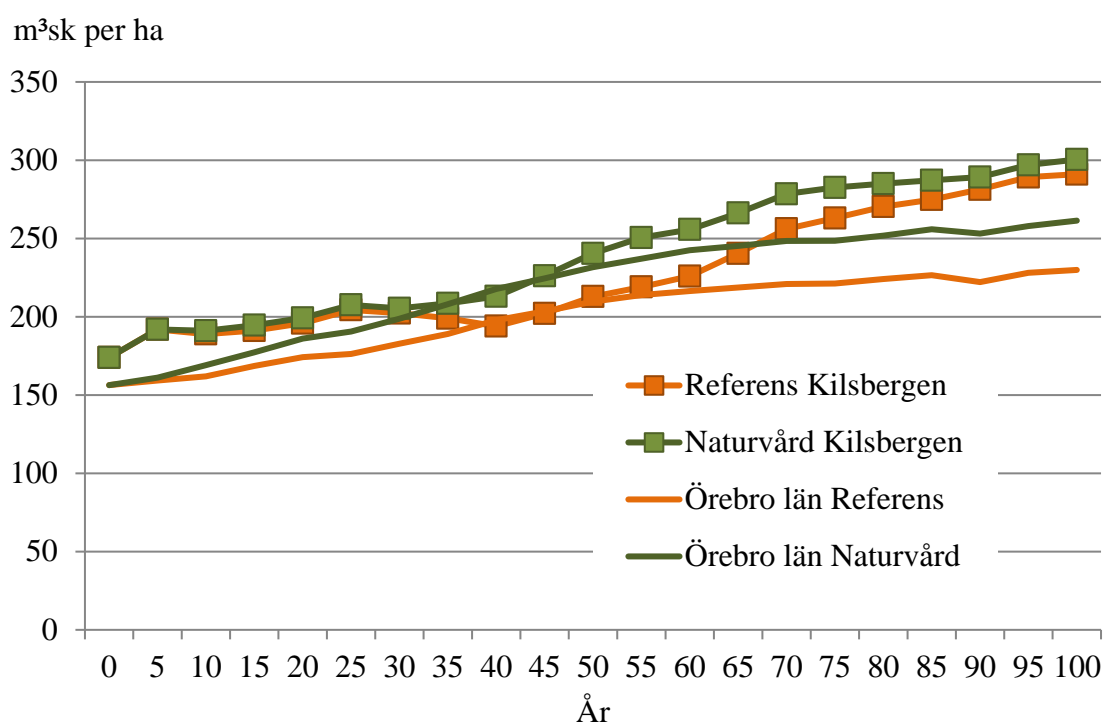
Totalt ökar virkesförråden per hektar kraftigt för båda scenarierna i alla studieområden oberoende av indatakälla för att efter 100 år vara ca 250 m³sk per hektar i Örebro län och ca 300 m³sk per hektar i Kilsbergen och Sydväst, figur 9 och 10. Störst är ökningen i område Sydväst med framskrivning enligt *Naturvård* med registerdata. Enligt denna analys kommer virkesförrådet att fördubblas i området över en 100-årsperiod, figur 9. Att ökningen är störst i analysen utifrån registerdata beror på att en större andel av skogsarealen är ung i utgångsläget jämfört med analysen utifrån kNN.

Det finns flera orsaker till den generella ökningen. Ett skäl till de ökade virkesförråden är att skötseln i skogsskötselkategorierna fri utveckling, lövinriktat skogsbruk och äldre tallskog, leder till ökat virkesförråd. Utöver detta så lämnas även fem procent av arealen vid slutavverkning som generell hänsyn i Heurekas beräkningar samt tio naturvärdesträd per ha. Ytterligare ett skäl är att den yngre och planterade skogen generellt växer något bättre och blir tätare jämfört med den äldre och självföryngrade skogen bland annat som en följd av att förädlat plantmaterial används.

Utvecklingen av virkesförrådet i område Kilsbergen är mycket snarligt utvecklingen i område Sydväst med kNN som indatakälla.



Figur 9. Virkesförråd år 0 till år 100 för all skog i område Sydväst enligt de båda scenarierna och indatakällorna (m³sk per år).



Figur 10. Virkesförrådsutvecklingen år 0 till år 100 för Kilsbergen och hela Örebro län enligt de båda scenarierna (m³sk per ha).

Virkesförrådsutveckling för olika skötseltyper

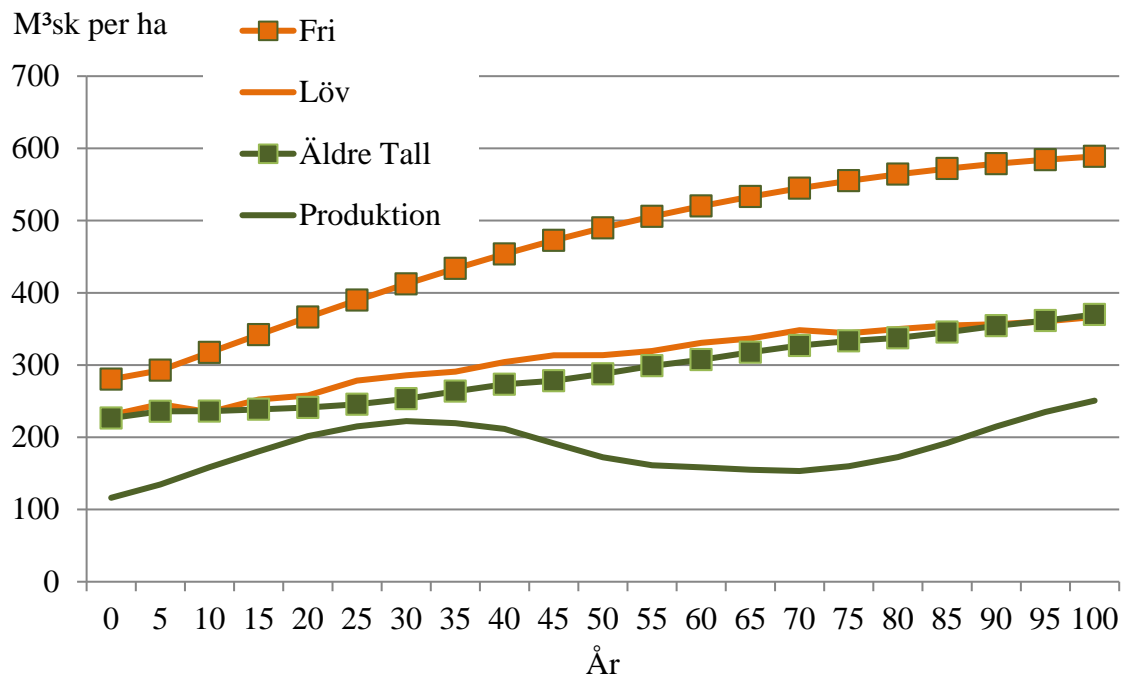
Skillnaderna i virkesförrådsutveckling är stora mellan de olika skogsskötseltyperna. Oberoende av indatakälla ökar virkesförrådet kraftigt för skogsskötselkategorierna fri utveckling (fri), lövinriktad naturvårdsskötsel (löv) och äldre tallskog (äldre tall), figur 11 och 12. Ökningen av virkesförrådet i produktionsskogen beräknas bli mindre. I produktionsskogen som är ytmässigt vanligast återfinns dock totalt sett det största virkesförrådet.

Virkesförrådet ökar mest i skötselkategorin fri utveckling vilket är naturligt eftersom ingen avverkning sker i dessa områden. Allra störst är ökningen i analysen med kNN som indatakälla. Det beror på att ålder och virkesförrådet i de avsatta områdena är lägre i utgångsläget enligt kNNs skattningar jämfört med registerdatat och att skogen därför är inne i en snabbare tillväxtfas under de första perioderna. Detta kan spåras om man jämför lutningen i början på kurvan för skötselkategorin Fri utveckling i figur 11 med den i figur 12.

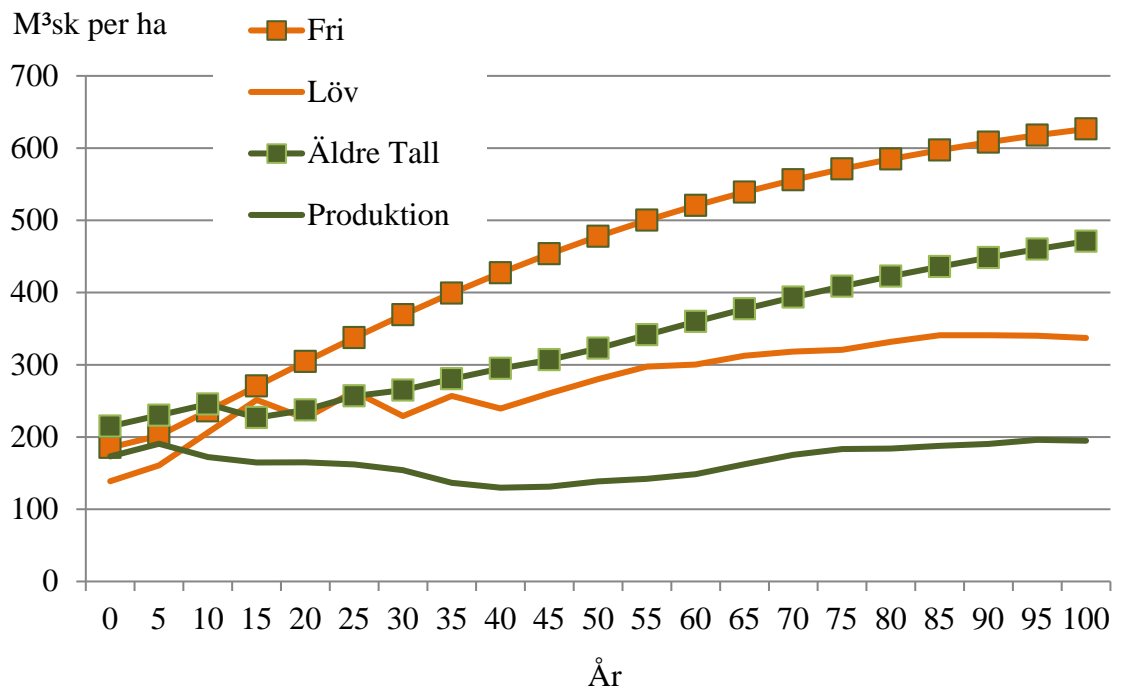
Virkesförrådsutvecklingen för produktionsskogen är jämnare i analysen med kNN jämfört med registerdata. Det beror återigen på åldersklassfördelningen som är jämnare i utgångsläget enligt kNN-analysen jämfört med analysen utifrån registerdatat vilket återspeglas i virkesförrådsutvecklingen. Även produktionsskogens förråd ökar något över tiden eftersom allt mer av produktionsskogen sköts med modernare skogsskötselmetoder som plantering med förädlat plantmaterial.

Mönstren i skillnader mellan olika skogsskötselriktningar är desamma för områdena Kilsbergen och Örebro län som i område Sydväst. Effekten av ett varmare klimat förväntas också öka virkestillväxten och virkesförråden i skogslandskapet (Eriksson et al. 2015). I Heureka finns möjlighet att simulera

effekter av klimatförändringen baserat på ett antal klimatscenarioer men det har inte gjorts i denna studie.



Figur 11. Virkesförrådsutveckling (m³sk per hektar) år 0 till år 100 för scenario Naturvård med registerdata i område Sydväst fördelat på fri utveckling (Fri), lövinriktat skogsbruk (Löv), äldre tallskog (Äldre Tall) samt produktionsskog (Produktion).



Figur 12. Virkesförrådutveckling (m³sk per hektar) för scenario *Naturvård* med kNN data i område Sydväst fördelat på fri utveckling (Fri), lövinriktat skogsbruk (Löv), äldre tallskog (Äldre Tall) samt produktionsskog (produktion).

Trädslagsfördelning

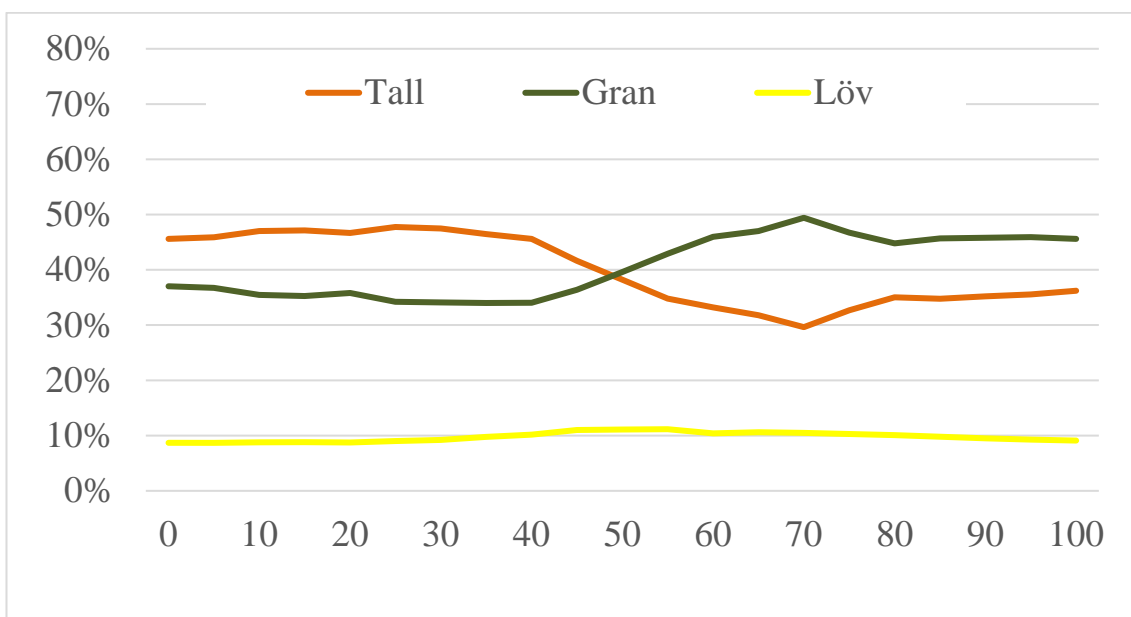
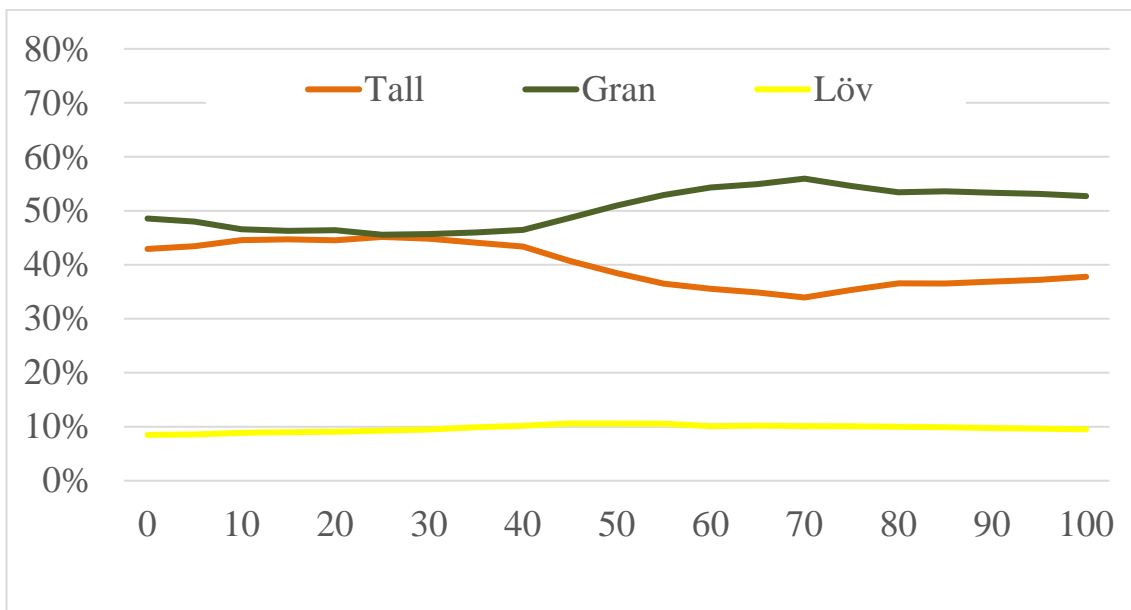
Sydväst

Trädslagens andel av det totala virkesförrådet var relativt konstant över tiden men en viss ökning av granandelen över tid kunde ses både i område Sydväst och Örebro län, figur 13 och 16. Detta beror på att produktionsskogen antas återplanteras efter slutavverkning med bonitetsvisande trädslag som i huvudsak är samma som det trädslag som avverkats. Eftersom den största andelen av skogen oavsett scenario är produktionsskog liknar trädslagens andel av virkesförrådet i all skog den i produktionsskogen, figur 13.

I utgångsläget är tall det vanligaste trädslaget i produktionsskogen i Sydväst medan gran är det vanligaste trädslaget totalt i området. Det beror på att de skyddade områdena är mer grandominerade jämfört med området generellt, figur 13 och 14.

Lövandelen är i utgångsläget låg, ca 10 procent, och ändras i mycket liten utsträckning under analysperioden trots att volymen löv ökar från 14 m³sk till 31 m³sk i både *Referens* och *Naturvård* enligt analysen med registerdata, figur 13. Detta beror på att även barrvolymen ökar under tidsperioden.

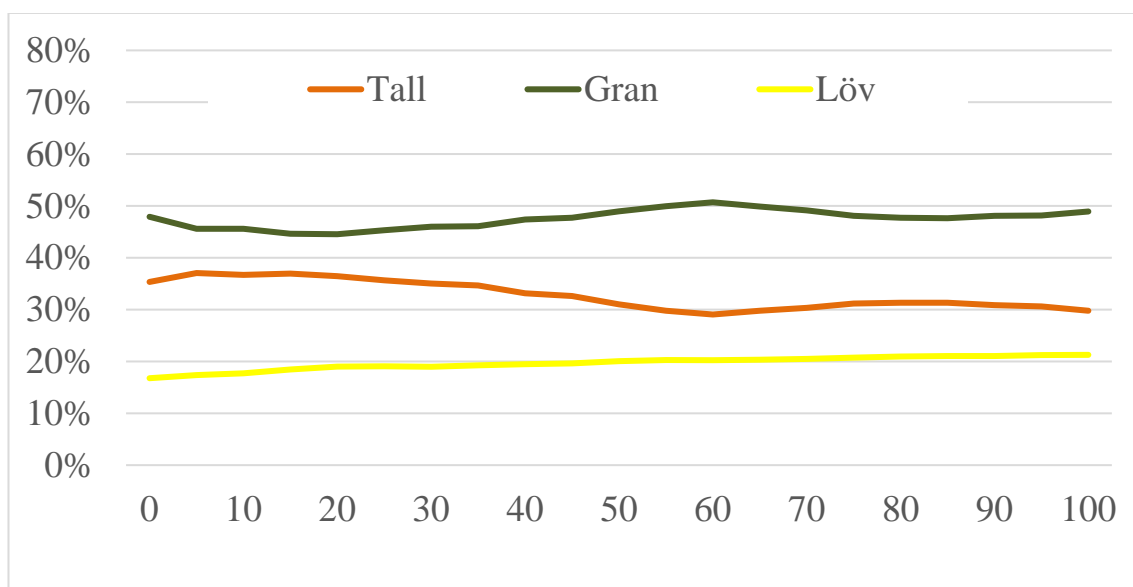
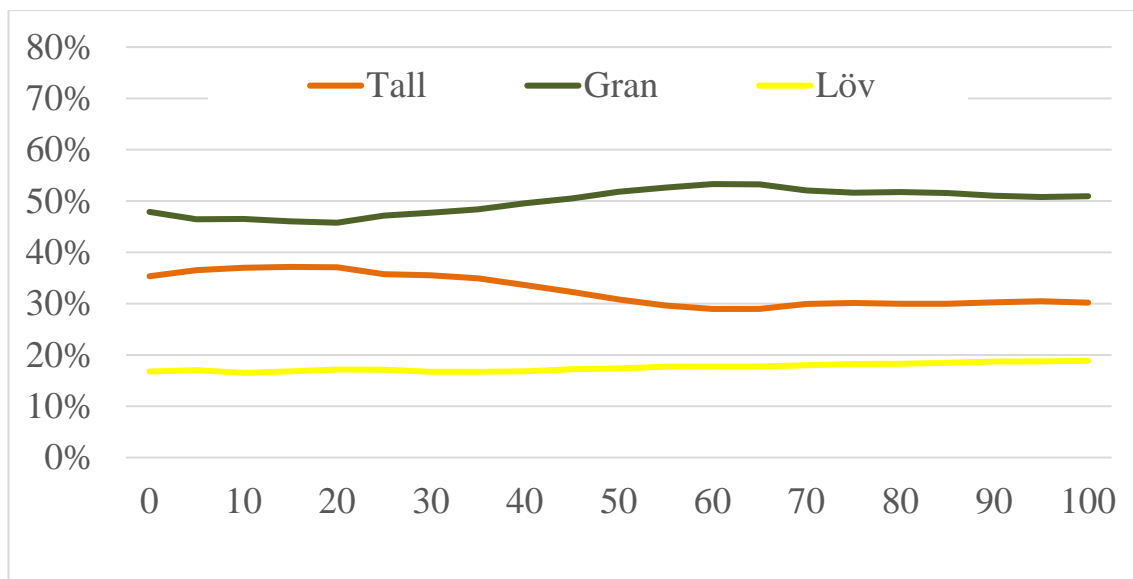
Valet av indata i område Sydväst påverkade inte den genomsnittliga trädslagsfördelningen nämnvärt även om skillnaderna för enskilda bestånd kan vara mycket stora då bestånd med hög dominans av ett trädslag, > 80 procent, nästan helt saknas i kNN-datat.



Figur 13. Trädslagens andel (%) av det totala virkesförrådet år 0 till år 100 för all skog (överst) och skötselkategorin produktionsskog (nederst) i område Sydväst enligt scenario *Naturvård* och utifrån registerdata.

Örebro län

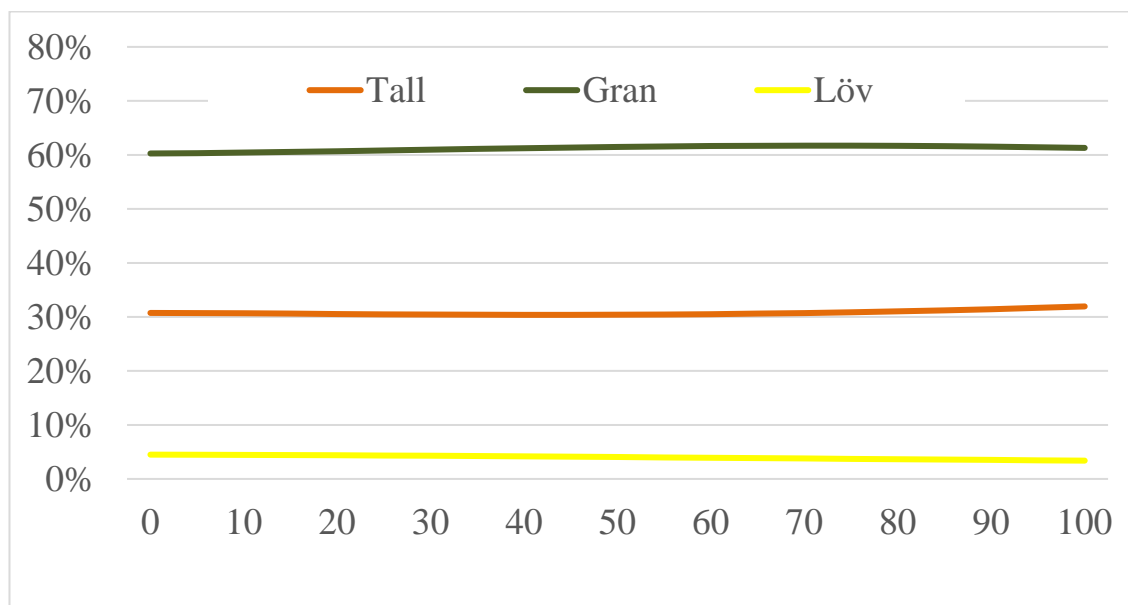
Resultatet för hela länet skiljer sig något från studieområde Sydväst, jämför figur 14 och figur 13. Lövandelen var i utgångsläget högre (nästan dubbelt så hög jämfört med Sydväst beräknat med registerdata) i länet jämfört med område Sydväst. I Örebro län ökar andelen löv något under analysperioden och är efter 100 år 19 procent av virkesförrådet för *Referens* och 24 procent av virkesförrådet enligt *Naturvård*, figur 14. För *Referens* innebär det i genomsnitt ca 43 m³sk lövträd per ha och för *Naturvård* 55 m³sk lövträd per ha. I utgångsläget fanns som jämförelse i genomsnitt 26 m³sk lövträd per ha.



Figur 14. Trädslagens andel (%) av det totala virkesförrådet för Örebro län enligt scenario *Referens* (överst) och *Naturvård* (nederst) år 0 till år 100.

Trädslagsfördelningens utveckling inom olika skogsskötselstyper

Trädslagsfördelningens utveckling skiljer sig som väntat åt mellan de olika skötselstyperna. Trädslagsfördelningen ändras i mycket liten utsträckning i områden avsatta till fri utveckling. Den tydligaste förändringen är att andelen björk minskar något i dessa områden, figur 14. Det beror sannolikt på att det i dessa områden i utgångsläget finns områden med relativt hög lövandel vilka med tiden övergår i mer barrskogsdominerade miljöer.



Figur 15. Trädslagets andel (%) av det totala virkesförrådet för skötselkategorin fri utveckling i område Sydväst enligt scenario *Naturvård* och registerdata, år 0 till år 100.

I områden med naturvårdande tallskogsskötsel är andelen tall hög i utgångsläget och talldominansen bibehålls genom att andra trädslag gallras ut i bestånden under framskrivningsperioden, figur 16.

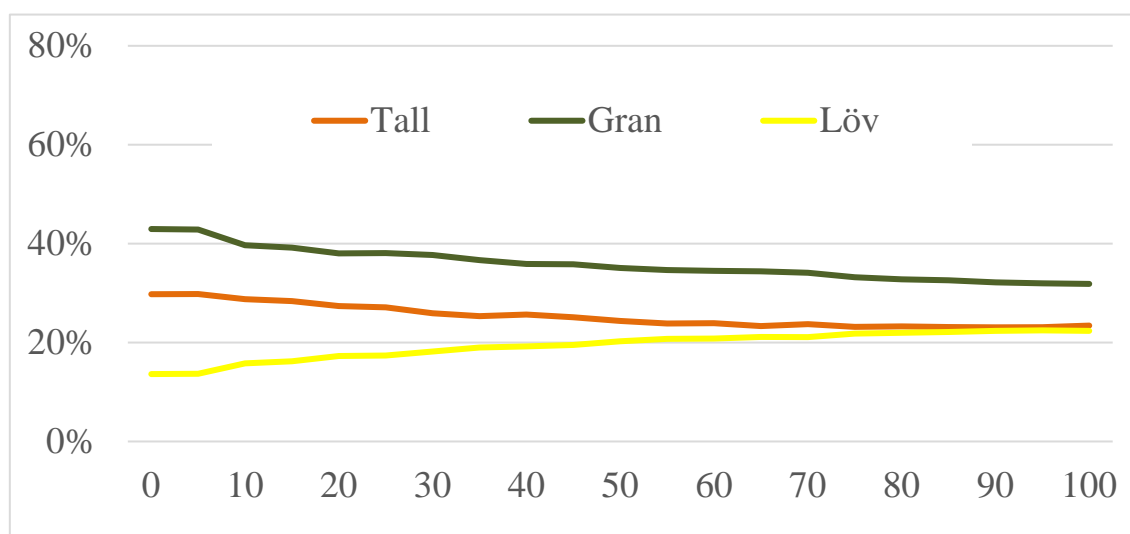
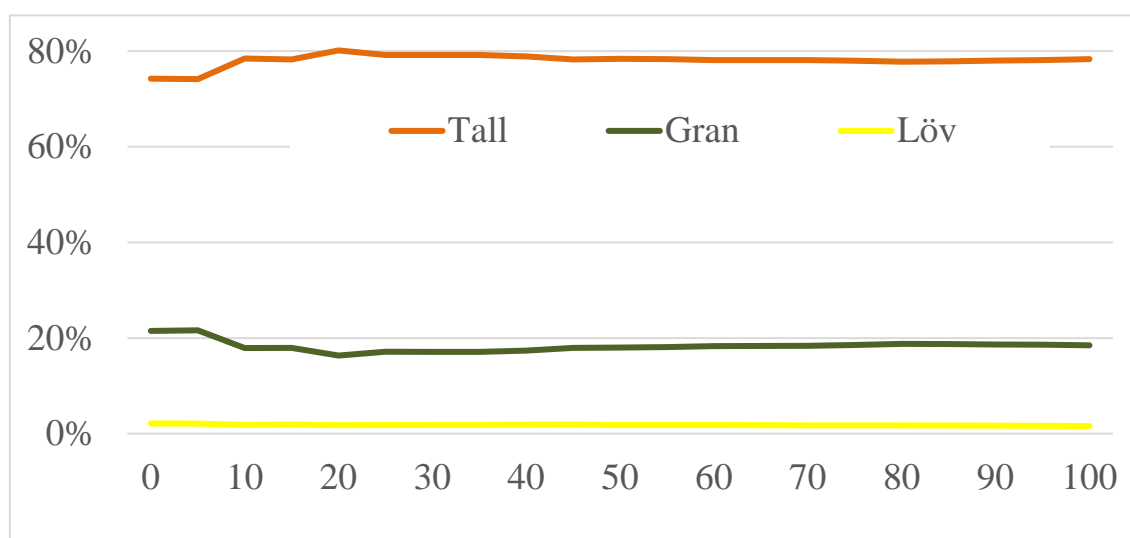
Utveckling i bestånd med lövinriktad skötsel

I områden i Sydväst som avsatts för att skötas med lövinriktning kommer volymerna löv att nästan tredubblas under analysperioden medan andelen löv endast ökar med drygt 50 procent under perioden enligt analysen med registerdata. Bestånden med lövskogsinriktning hade i utgångsläget endast en lövandel på ca 14 procent (36 m³sk/ha), vilket är knappt dubbelt så mycket som skogen i genomsnitt i området. I slutet av analysperioden har lövandelen i bestånden endast ökat till 22 procent trots att lövvolymen nästan tredubblats till 106 m³sk/ha, figur 16.

Den relativt låga lövandelen i utgångsläget kan tolkas som att Sveaskog valt ut områden med något högre lövandel men inte påbörjat lövskötseln i någon större omfattning. Trots att skogsskötseln av dessa bestånd under 100 år inriktas på att öka lövandelen så ökar den inte med mer än från 14 till 22 procent. Det finns flera orsaker till detta. Huvudorsaken är att lövandelen är så låg i utgångsläget. Barrträden dominerar i de bestånd som avsatts till lövskötsel och det utgångsläget gör att det tar tid att gallra fram lövdominerade bestånd. I utgångsläget finns 194 m³sk/ha barrträd i genomsnitt i lövsskötselbestånden fördelat på 114 och 80 m³sk/ha gran respektive tall. Därmed blir den stora ökningen i lövvolym begränsad vad gäller andel eftersom tallvolymen ökar från

80 till 111 m³sk/ha och granvolymen från 114 till 150 m³sk/ha. Vid gallring tas ca 30 procent av volymen ut vilket innebär att lövandelen i samband med gallringsåtgärd inte ökar så mycket om andelen är låg i utgångsläget. (Även om hälften av volymen skulle tas ut i form av barrträd i samband med förstagallringen skulle andelen löv bara öka till 30 procent). Efter att gallringen utförts tenderar andelen barr att öka fram till nästa gallring på grund av generellt högre inväxnings- och tillväxttakt. I slutet av analysperioden har volymerna gran och tall ökat till 150 respektive 111 m³sk/ha jämfört med lövets ökning till 106 m³sk/ha.

Resultaten från analysen med kNN i sydväst visar att hög lövandel i utgångsläget är viktigt för att nå ekologisk effekt av lövskötseln. Där valdes bestånd ut till lövskötsel utifrån kravet att lövvolymen i utgångsläget skulle vara minst 30 procent av det totala virkesförrådet. Med de förutsättningarna ökade lövandelen kraftigt under analysperioden från 35 till 75 procent.



Figur 16. Trädslagets andel (%) av det totala virkesförrådet för skötselkategorin tall (överst) och löv (nederst) i område Sydväst enligt scenario *Naturvård* och registerdata, år 0 till år 100.

Ökade lövvolymen i framtidens skogar

Framtidens skogar kommer att innehålla mer lövträd jämfört idag. I dagens skogsbruk sparas betydligt mer löv vid röjning, gallring och i samband med slutavverkning jämfört med perioden före 1990, vilket innebär att lövvolymerna sannolikt kommer att nära fördubblas inom den kommande 100-årsperioden.

Naturvårdssatsningen på löv i scenario *Naturvård* ger en kraftig effekt på volymerna löv i enskilda bestånd men förhållandevis liten effekt på andelen löv i bestånden. Effekten är också liten på mängden och andelen löv generellt även om lövandelen och volymen är högre i scenariot jämfört med för *Referens*.

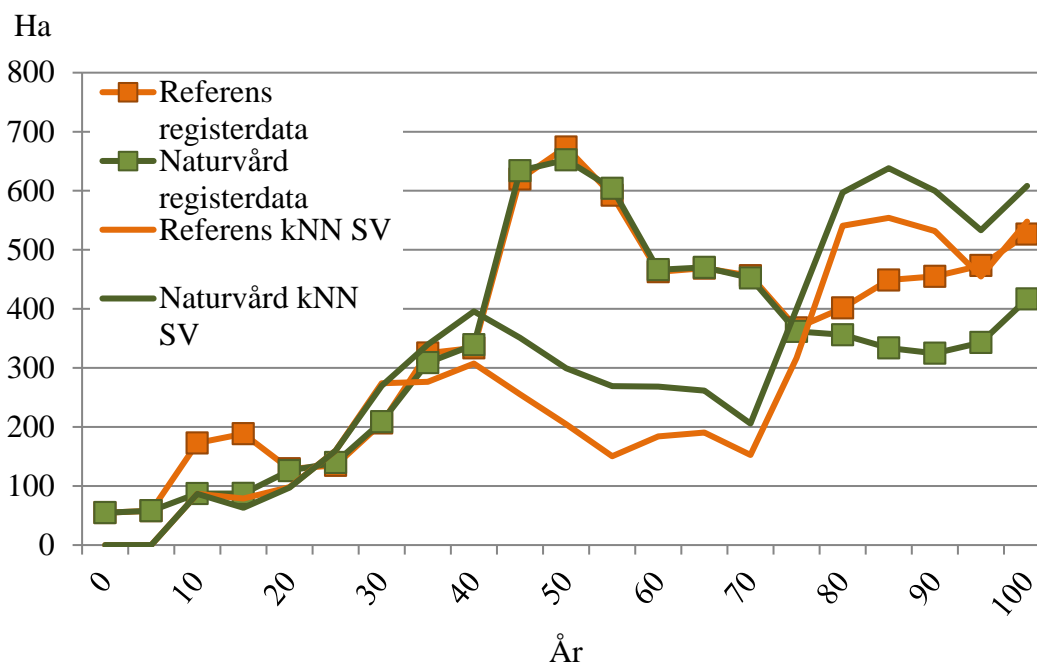
Ur både naturvårds- och skogsbrukssynpunkt är det inte realistiskt att gallra bort barr helt ur dessa bestånd vid första gallringstillfället vilket medför att skötseln mot lövrika bestånd blir en lång process om lövandelen är låg i utgångsläget. Dessutom motverkas ökningen av löv av ständig inväxning av gran. Men satsningen på löv i naturvårdsscenario kommer ändå att innebära att kontinuiteten av löv i utvalda områden kommer att finnas i högre utsträckning i dessa bestånd och även att andelen äldre lövdominerad skog kommer att öka betydligt.

Ur naturvårdssynpunkt är det viktigt att den ökade volymen löv också resulterar i ökade volymer död lövved. Bestånd som sköts med naturvårdsinriktning på löv kommer på sikt att innehålla mycket död lövved medan det är betydligt tveksammare i produktionsskogen där död lövved främst genereras från lövträd inom generell hänsyn.

Den här studien visar att om lövskogsinriktad naturvårdsskötsel med syftet att uppnå kontinuitet av höga lövandelar ska lyckas är det viktigt det att utgå från bestånd med hög lövandel och driva en aktiv skogsskötsel med tätt återkommande gallringar av barrträd. Det är också centralt att planera insatserna på landskapsnivå och om det är brist på bestånd med hög lövandel är det viktigt att börja restaureringen av lövbiotoper redan i röjningsfasen.

Äldre lövrik skog

Med äldre lövrik skog avses i denna studie de skogsbestånd vars medelålder är minst 60 år och där andelen lövträd av totalt virkesförråd är minst 25 procent. Det är bestånd som utgör potentiellt habitat för lövskogsmesar och i viss mån för mindre hackspett förutsatt att dessa bestånd finns i tillräckliga arealer och tätheter för arternas behov. Arealerna av äldre lövrik skog ökar kraftigt i Sydväst under den studerade 100-årsperioden. Generellt 10-dubblas arealerna oavsett val av indata eller scenario under analysperioden, figur 17.



Figur 17 Areal äldre lövrik skog, ålder > 60 år och lövandel > 25 procent av virkesförrådet, (ha) i område Sydväst år 0 till år 100 enligt de båda indatakällorna och scenarierna.

Skillnader mellan skötselkategorier

Arealerna äldre lövrik skog varierar över analysperioden med tydliga toppar och dalar. Detta beror på skillnader i hur naturtypen utvecklas i de olika skötseltyperna och att mycket av arealerna periodvis återfinns i produktionsskogen. I skötseltypen Löv ökar arealerna äldre lövrik skog genom hela den analyserade perioden medan arealerna minskar i skötseltypen Fri på grund av att gransuccessionen tar överhand i många bestånd. Periodvis återfinns en stor del av den äldre lövrika skogen som den definierats i den här studien i produktionsskogen, särskilt i referensscenariot. I perioder då mycket av denna skog slutavverkas så minskar den totala arealen.

Skillnader mellan scenarierna

Enligt registerdatat var tio procent av skogen i Sydväst avsatt för lövinriktad naturvårdsskötsel. Eftersom det redan var en så hög ambition vad gäller lövinriktad skötsel så lades inte några ytterligare arealer till i scenario *Naturvård*. Detta resulterar i att skillnaderna mellan scenarierna vad gäller utvecklingen av äldre lövrik skog är mycket små enligt analysen med registerdata. I slutet av framskrivningsperioden uppträder en skillnad som innebär att arealerna ökar i *Referens* men inte lika tydligt i *Naturvård*. Det beror på att produktionsskogen i *Referens* mot slutet av framskrivningsperioden innehåller allt mer äldre lövskog

medan produktionsskogen inte gör det i *Naturvård*. Troligen beror detta på att de lövrika bestånden istället avsatts till fri utveckling i *Naturvård* medan de i *Referens* är uppväxande skog efter avverkning med hög lövandel före slutavverkning.

Skillnader mellan indatakällor

Enligt kNN fanns mycket lite skog i Kilsbergen och Sydväst som var lämplig för lövskogsskötsel. Med kravet att dessa områden i utgångsläget skulle vara minst 30 år och ha en lövandel på minst 30 procent så identifierades endast åtta respektive två procent av den totala arealen. Ändå utvecklas under analysperioden minst lika stora arealer äldre lövrik skog som med analysen med registerdata inom vilka betydligt större arealer avsatts för att skapa och bevara äldre lövrik skog. Det beror på att en stor andel av de äldre lövrika skogarna uppkommer som en fas i den normala produktionsskogen i dagens skogsbruk. Att arealerna i slutet av analysperioden är högre i analysen med kNN jämfört med registerdata beror på att åldersklassfördelningen skiljer mellan de båda indataseten och att mycket av skogen enligt kNN i slutet av analysperioden befinner sig i en fas med mycket lövinblandning i produktionsskog med hög medelålder medan förhållandet är nära det motsatta enligt analysen med registerdata.

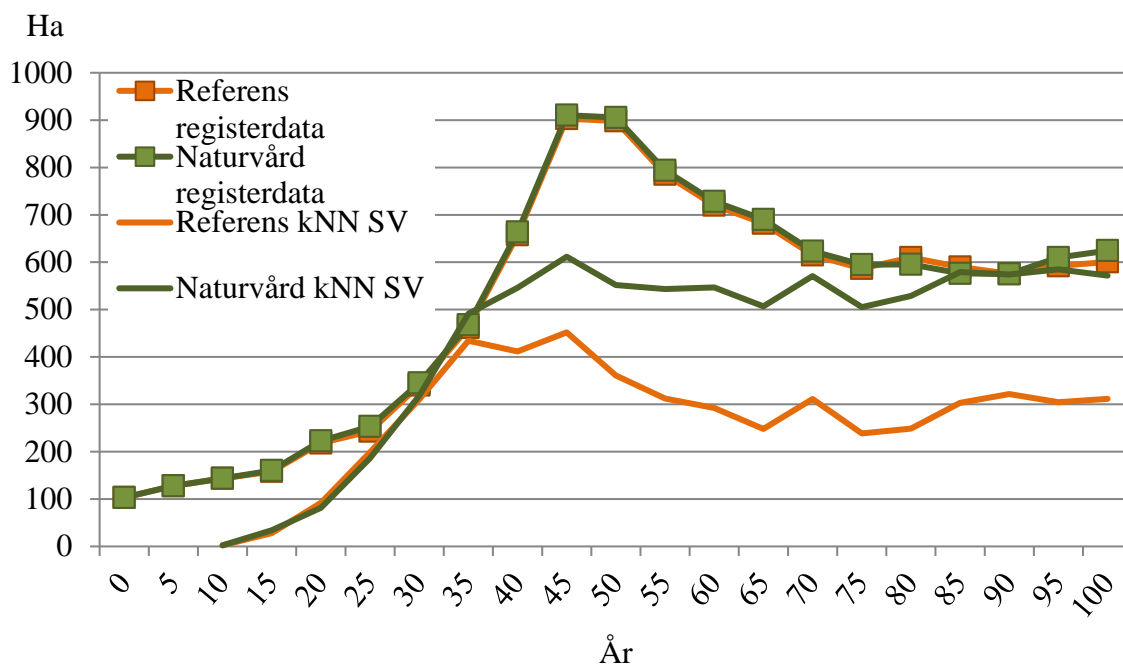
Förutsättningar för habitat för lövskogsmesar och mindre hackspett

Produktionsskogen innehåller periodvis stora arealer bestånd som är lämpliga för lövskogsmesar och om de lövrika bestånden tillåts självgallras i viss mån även för mindre hackspett. Men kontinuitet av lämpliga skogar finns bara i de bestånd som sköts med naturvårdande lövskogsskötsel och här säkerställs också tillgången på död lövved vilket är en central kvalitetsvariabel. Om man jämför arealutvecklingen av äldre lövrik skog i figur 17 med utvecklingen av habitatarealer för lövskogsmesar i figur 22 så ser man att det mesta av arealerna äldre lövrik skog utgör habitat för lövskogsmesar (låga krav på sammanhängande arealer). Nästan inga arealer ingår dock i habitat för mindre hackspett (höga krav på sammanhängande arealer). Endast i tidsperioden med relativt stora arealer äldre lövrik skog, 45–60 år fram i analysperioden finns tillräcklig täthet av äldre lövrika skogar för att habitat för mindre hackspett ska finnas, figur 26. Kvalitén på lövskogsurealerna i form av tillgång på död lövved är i praktiken central för att biotoperna ska fungera som habitat.

De flesta habitatmodeller för lövskogarter tar hänsyn till andel löv i olika åldersklasser. Men eftersom volymerna av olika träslag ökar olika mycket i framtiden så bör habitatmodellerna även ta hänsyn till volymerna. Om det exempelvis är tillgången på mat som är central för en viss art så är sannolikt volym lövträd ett bättre mått än andel. Figur 18 visar hur arealerna skog över 60 år och med lövvolym över 50 m³sk per ha utvecklas över tid. Den lövvolymen motsvarar ungefär andelen 30 procent löv i utgångsläget och motsvarar alltså äldre lövrik skog i utgångsläget. I Sydväst finns det enligt registerdata i utgångsläget drygt 100 ha skog med så hög lövvolym, figur 18.

Utvecklingen av arealerna äldre lövrik skog enligt volymdefinitionen följer den för andelsdefinitionen (tydligast i analysen med registerdata) men ökar snabbare och är från år 35 och framåt ca 200 ha högre jämfört med andelsdefinitionen. Om

tillgången på mat är det centrala för en lövskogsart så underskattar alltså nuvarande andelsbaserade habitatmodell arealen lämpligt habitat.



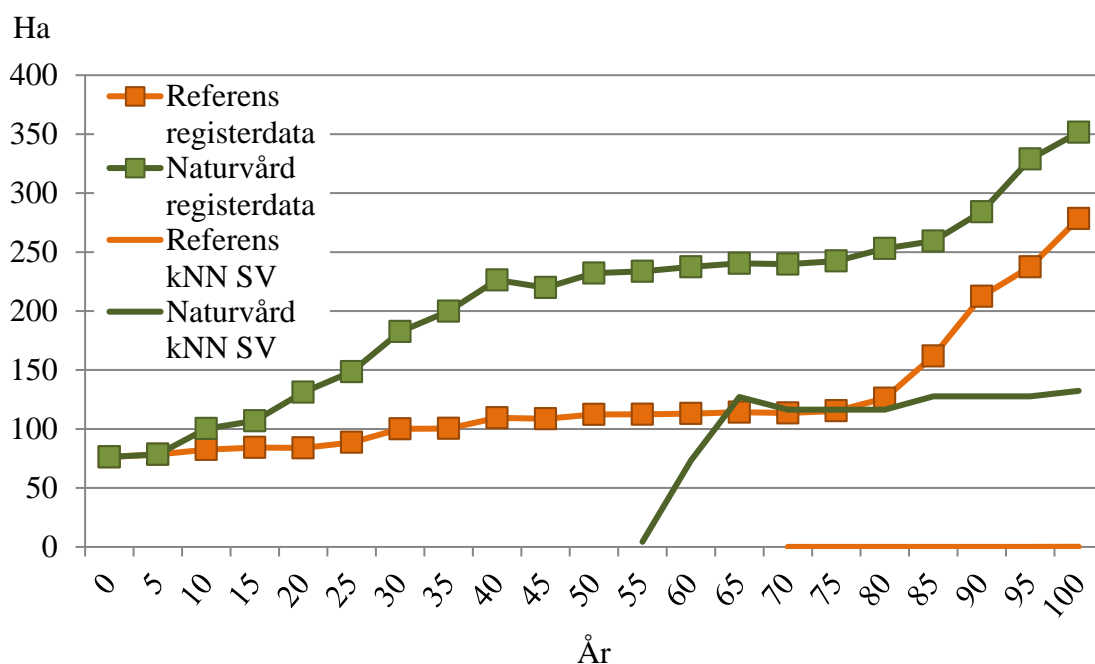
Figur 18. Areal äldre lövrik skog, ålder > 60 år och lövvolyum >50 m³sk per ha, (ha) i område Sydväst år 0 till år 100 enligt de båda indatakällorna och scenarierna.

Äldre tallskog

Med äldre tallskog avses här skog med en medelålder av minst 120 år där virkesförrådet består av minst 75 procent tall.

Utvecklingen av arealen äldre tallskog beror i hög grad på vilken indata som väljs och vilket scenario som analyseras. Enligt kNN finns i utgångsläget ingen äldre tallskog i Kilsbergen eller Sydväst men enligt registerdata finns det i utgångsläget ca 75 ha äldre tallskog i Sydväst, figur 19. Även i Örebro län är den äldre talldominerade skogen ovanlig. Enligt riksskogstaxeringen finns ca 11 800 ha i Örebro län i utgångsläget, vilket motsvarar ca två procent av den produktiva skogen. För Örebro län areal ökar denna areal under 100 års perioden till ca 32 000 och 36 000 ha för *Referens* respektive *Naturvård*.

I scenario *Naturvård* ingår en skötseltyp för att skapa och behålla äldre tallskogar. I område Sydväst är målsättningen att genom återkommande gallring för att gynna tall skapa knappt 200 ha (tre procent av den produktiva skogsmarken) äldre talldominerad skog.



Figur 19. Areal äldre tallskog, ålder > 120 år och tallandel > 75 procent, (ha) i område Sydväst år 0 till år 100, enligt de båda indatakällorna och senariorna.

Skillnader mellan scenarier

Utvecklingen av skogstypen skiljer sig som väntat mycket mellan scenarierna, figur 19. Inledningsvis ökar arealerna äldre tallskog kraftigt i scenario *Naturvård*. Det beror på att områden inom skötseltypen gallras fram. I inledningen av analysperioden fanns 75 ha enligt registerdata och efter 50 år har arealen tredubblats till knappt 250 ha. Även i *Referens* ökar arealerna av äldre tallskog något under de första 50 åren. Det beror på att en del av de hänsynsytor som avsätts vid avverkning i produktionsskogen utvecklas till små äldre tallbestånd.

Efter 75–80 år ökar återigen arealerna äldre tallskog, figur 19. Tydligast är ökningen i referensscenariot. Den kraftiga ökningen i slutet av analysperioden består nästan helt av bestånd i produktionsskogen och det handlar om bestånd som lämnats som hänsyn vid avverkningar av de skogar som i inledningen av analysen ingick i den dominanta åldersklassen 20 till 40 år, figur 4. Att inte ökningen är lika stor i naturvårdsscenario beror på arealen tallskogar i naturvårdsscenarioets produktionsskogar inte är lika stor som arealen i referensscenariot eftersom en stor andel av dessa skogar ingår antingen i fri utveckling eller i bestånd som sköts för att skapa äldre tallskog.

Skillnader mellan indata

I analysen utifrån kNN fanns i utgångsläget som tidigare sagts ingen äldre tallskog i område Sydväst, figur 19. Ökningarna av arealerna under analysperioden är också betydligt mindre jämfört med analysen med registerdata. I referensscenariot uppkommer i princip ingen (0,15 ha) äldre tallskog under analysperioden. Den kraftiga ökning av arealen äldre tallskog som uppstår omedelbart i naturvårdsscenario enligt analysen med registerdata ses inte förrän efter 50–55 år i analysen med kNN.

Skillnaderna mellan indatakällorna beror på att kNN underskattar ovanliga parametrar som förekomsten av äldre bestånd och bestånd med kraftig dominans av ett trädslag vilket äldre talldominerad skog är ett exempel på.

Enligt registerdatat var nära 40 procent av skogen i Sydväst mellan 20 och 40 år i utgångsläget, figur 4. Efter 80 år börjar denna skog bli 120 år och har alltså potential att vara äldre tallskog om den dessutom domineras av tall till minst 75 procent. Enligt registerdata finns en del bestånd som uppfyller kriterierna och genom hänsyn i produktionsskogen och riktad skötsel skapas fler bestånd under hela analysperioden enligt båda scenarierna.

Nästan inget bestånd kommer enligt kNN att uppfylla båda kriterierna utan skötsel med syftet att skapa äldre tallbestånd. Enligt kNN var den dominerande åldersklassen i område Sydväst i utgångsläget 40 till 60 år, alltså något äldre jämfört med registerdatat, figur 4. Det fanns också mycket skog i åldersklassen 60 till 80 år i utgångsläget enligt kNN. Däremot saknas, enligt kNN nästan helt bestånd äldre än 80 år i utgångsläget. En stor andel av skogen som är 60 till 80 år kommer därför i analysen utifrån kNN att ingå i fri utveckling. I naturvårdsscenarioet avsätts ytterligare äldre bestånd till fri utveckling. Enligt kNN kommer det därför inte att finnas någon skog i området som är 120 år eller äldre utanför områden avsatta till fri utveckling förens efter 50 till 55 år. Först då kommer de skogar som avsätts till tallskötsel att uppnå 120 år. Bristen i kNN att underskatta trädslagsrena bestånd medför att det med något undantag inte uppstår något äldre tallbestånd enligt definitionen i kNN analysen utanför bestånd som sköts med tallskogsinriktning.

Habitatarealer

Buffertzonens effekt på habitatarealer

Vid analyser av tillgängliga habitatarealer för arter med landskapskrav påverkar skogens tillstånd utanför studieområdet mängden lämpliga habitat i studieområdets kanter. I den här studien gäller detta lövskogsmesar och mindre hackspett. För att belysa denna inverkan av omgivande skog för lövskogsmesar har habitatberäkningarna i område sydväst gjorts med respektive utan en 800 meter bred buffertzon. Buffertzonens bredd innebär att all skog som påverkar ett bestånd i studieområdets kant ingår i analysen. I buffertzonen utanför studieområdet antogs skogsbruket bedrivits med ett produktionsinriktat skogsbruk förutom inom skyddade områden.

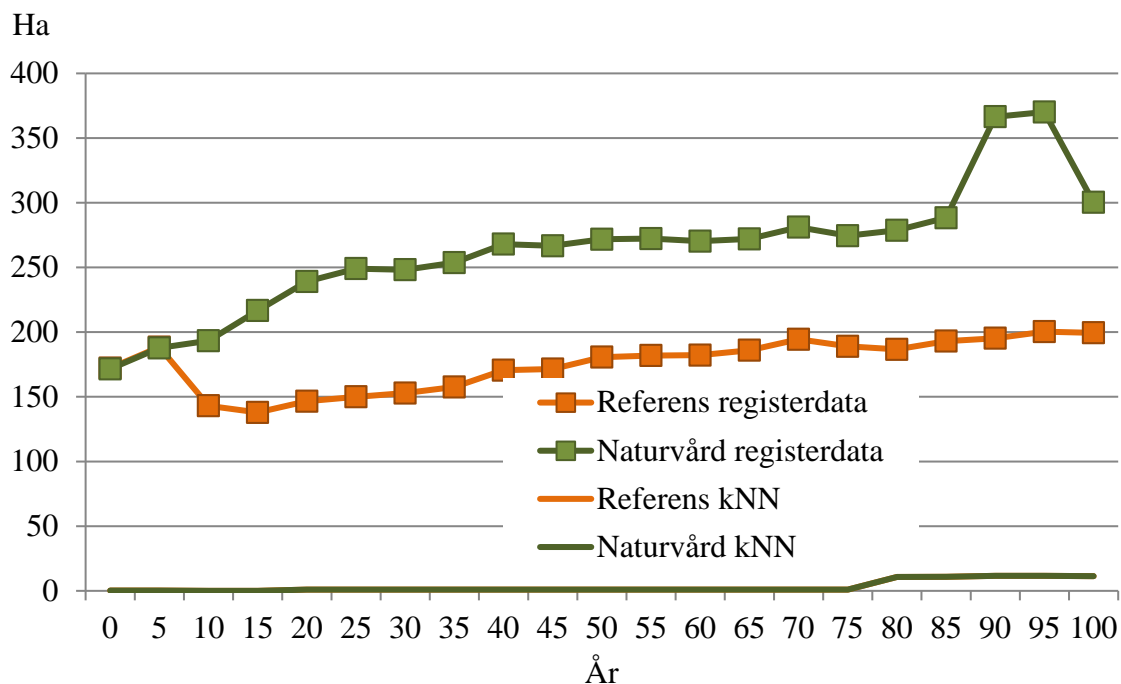
Användandet av buffertzon hade en viss påverkan på resultatet. I den analys som tog hänsyn till skogliga förhållanden i landskapet närmast studieområdet var tillgängliga habitat för lövskogsmesar i genomsnitt ca åtta procent högre, lite olika beroende på indata och scenario, jämfört med analysen utan buffertzon. Alla resultat nedan baseras på analysen utan buffertzon och redovisar alltså en underskattning av områdets funktionalitet.

Garnlav

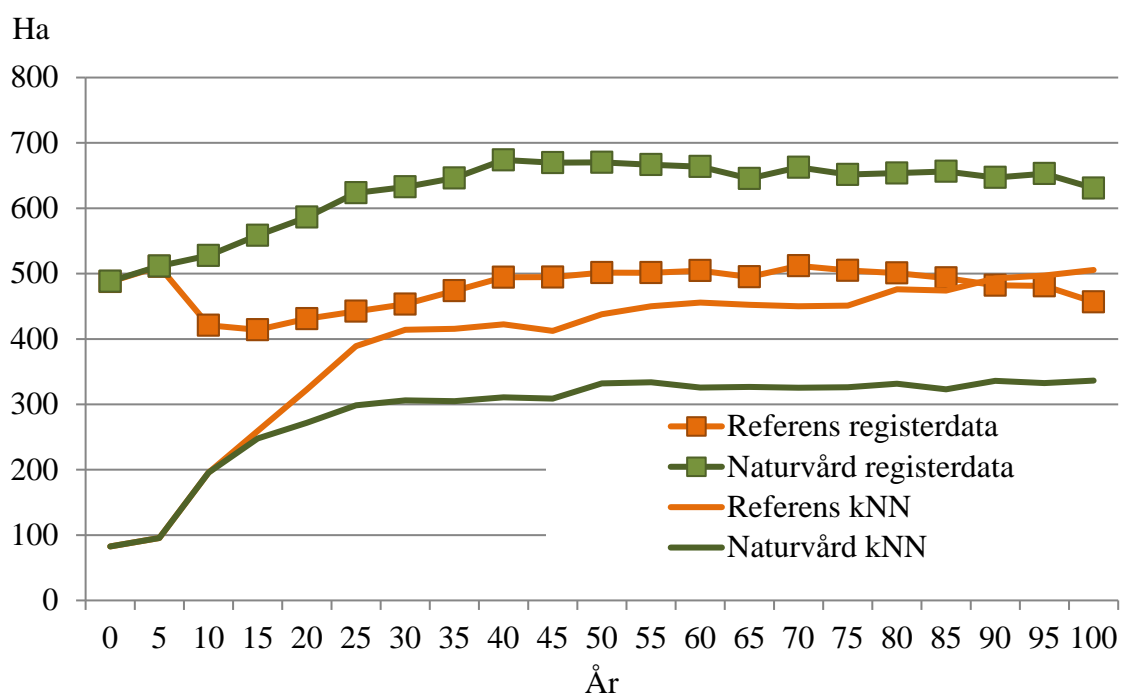
För garnlav inverkar indata kraftigt på resultaten. När kNN används som indata klassas ingen areal som lämplig för garnlav i Sydväst, figur 20. I Kilsbergen understiger arealen lämpliga habitat för garnlav 20 ha under hela 100-årsperioden. Anledningen till de låga arealerna är att kNN har en dragning

mot medeltalet när det gäller trädslagsblandningen. Detta innebär att trädslagsrena bestånd i stort sett saknas enligt kNN och bestånden får en trädslagsblandning som liknar medeltalet i hög grad vilket gör att bestånd med granandelar över 80 procent i stort sett saknas i indata. Om kravet på granandel sänks till 60 procent med bibehållet ålderskrav på 80 år så ökar andelen lämpliga habitat kraftigt framför allt för scenarier där indatakällan är kNN, figur 21a. Arealerna påverkas inte lika starkt av ändrade krav på ålder, figur 21b.

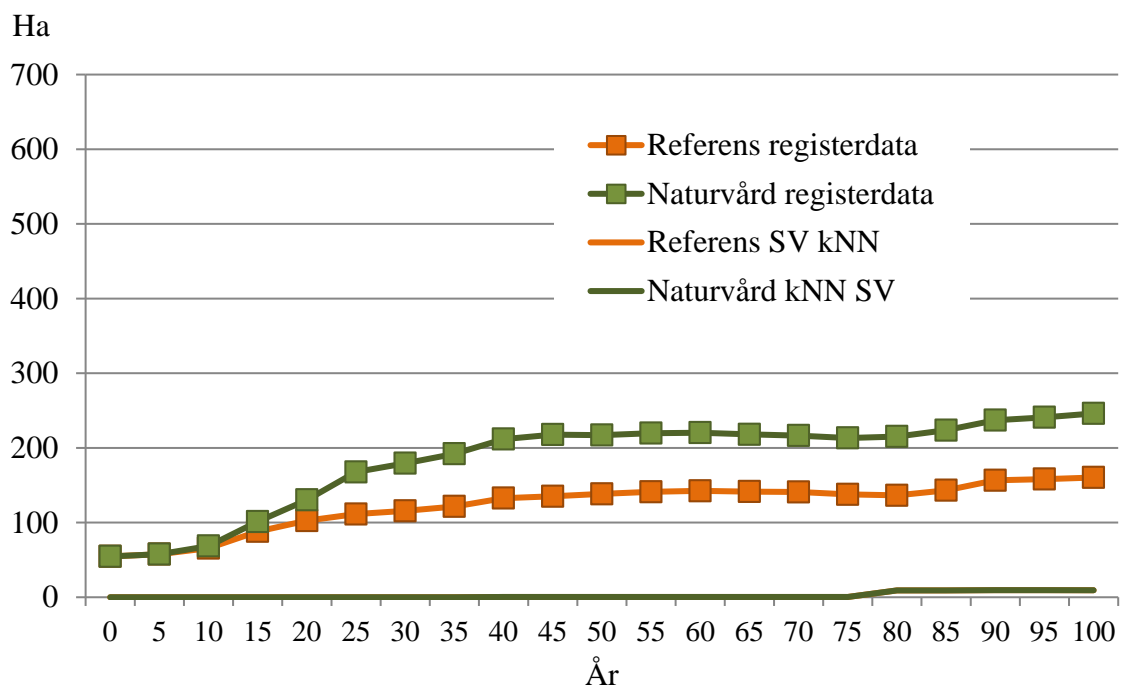
Utifrån registerdata ökar arealerna lämpligt habitat för garnlav i Sydväst från knappt 200 ha till 300 ha under studieperioden i *Naturvård*, figur 20. I *Referens* minskar arealen något i inledningen av perioden för att sedan långsamt öka och vara tillbaka på ca 200 ha i slutet av framskrivningsperioden. Det som framförallt skiljer scenarierna åt är att i *Naturvård* tillkommer ytterligare lämpliga habitat i de områden som tillförts skytselkategorin fri utveckling. Gemensamt för båda scenarierna är att en del habitat tillkommer inom redan skyddade områden medan andra bestånd inom skyddade områden upphör att vara lämpligt habitat på grund av att trädslagsblandningen förändras.



Figur 20. Utveckling av tillgängligt habitat (ha) för garnlav i område Sydväst enligt habitatkraven i den här studien, ålder >80 år och granandel>80 procent.



Figur 21a. Utveckling av tillgängligt habitat (ha) för garnlav i område Sydväst med lägre krav, ålder>80 år och granandel>60 procent.



Figur 21b. Utveckling av tillgängligt habitat (ha) för garnlav i område Sydväst år 0 till år 100 enligt default habitatkrav > 100 år och granandel >80 procent.

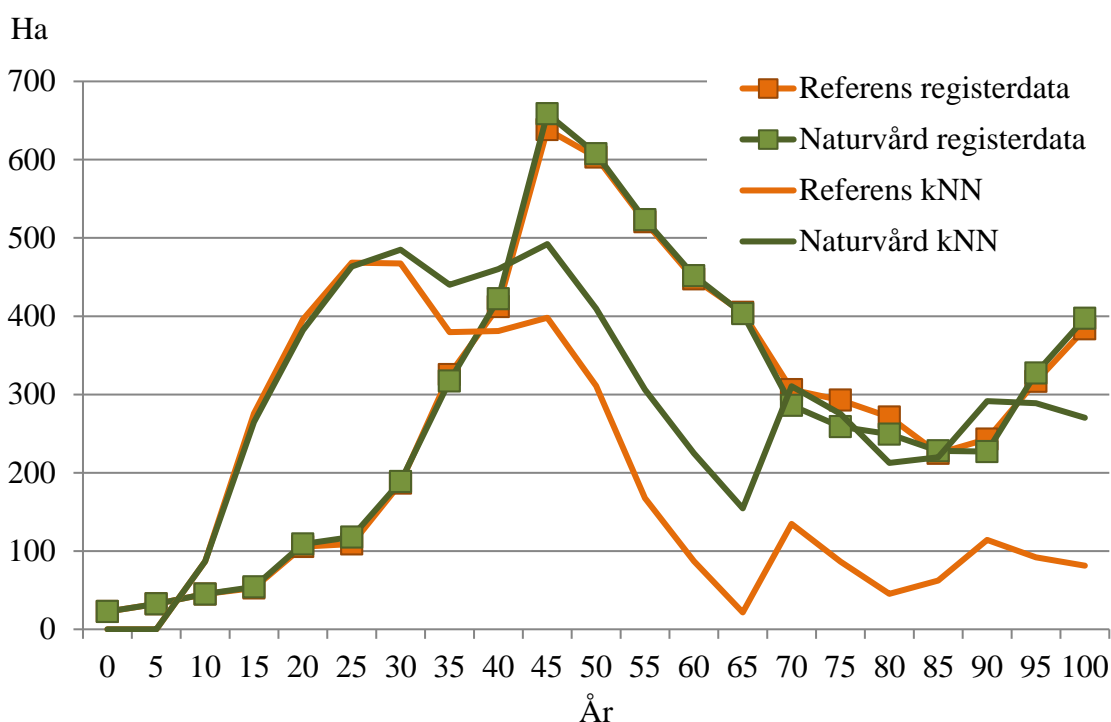
Habitaten för garnlav är starkt knutna till skyddade områden och skötselkategorin fri utveckling, figur, 25. Men trots att andelen skog över 80 år ökar från drygt 20 procent till drygt 35 procent (från drygt 1300 ha till ca 2300 ha) i *Naturvård* enligt analysen med registerdata så ökar inte arealen lämpligt habitat med mer än 150 ha. Det beror på att kravet på att lämpliga bestånd ska bestå av minst 80 volymprocent gran inte uppnås i merparten av bestånden.

Flera av de bestånd som från början var lämpliga garnlavshabitat inom formellt skyddade områden tappar enligt analysen sina kvaliteter som habitat för garnlav medan en relativt stor del av tillkommande arealer uppstår i tillkommande områden med skötselkategorin fri utveckling utanför skyddade områden. Observationer av garnlav från Örebro län visar att arten i Örebro län inte är så starkt knuten till grandominerade bestånd som habitatmodellen i Heureka anger. Enligt Artdatabankens artfakta för garnlav (Artdatabankens hemsida) så kan arten även påträffas i talldominerade bestånd. Det kan betyda att arealen lämpligt habitat i verkligheten ökar kraftigare än vad analysen visar. Samtidigt är arten svårspriidd och en stark indikator på skog med lång kontinuitet. I realiteten är det rimligt att anta att arten bara sprider sig till lämpliga habitat i direkt anslutning till befintliga habitat. Enligt analysen hittas tillkommande habitat i nära anslutning till befintliga habitat nästan uteslutande inom skyddade områden, figur 25 a, b och c. Sammantaget är det mycket osäkert hur tillgången på habitat utvecklas.

En slutsats från den här studien är att tillämpningen av habitatmodeller i kombination med standardanalyser i Heureka kan leda till felskattningar av tillgängliga habitat för svårspriidda arter. Detta kan avhjälpas genom att tillföra kompletterande krav som exempelvis lägre krav på grandominans och olika landskapskrav som exempelvis att tillkommande habitat måste ligga inom visst avstånd till befintliga habitat

Lövskogsmesar

Även för lövskogsmesar påverkar indata resultaten i hög grad. I utgångsläget är arealen lämpligt habitat för lövskogsmesar mycket lågt i Sydväst enligt analysen med registerdata och enligt analysen utifrån kNN saknas habitat helt i utgångsläget, figur 22. På grund av att åldersklassfördelningen är så olika skattade beroende på indatakälla så uppkommer även en skillnad på ca 25 år av när i tiden som mest tillgängligt habitat för artgruppen uppstår. Jämfört med registerdata så har kNN betydligt större areal i åldersklassen 61 – 80 år vilket innebär att lämpliga habitat uppstår tidigare i den analysen jämfört med analysen utifrån registerdata.



Figur 22. Utveckling av arealen (ha) tillgängligt habitat för lövskogsmesar år 0 till år 100 i område Sydväst enligt de båda indatakällorna och scenarierna.

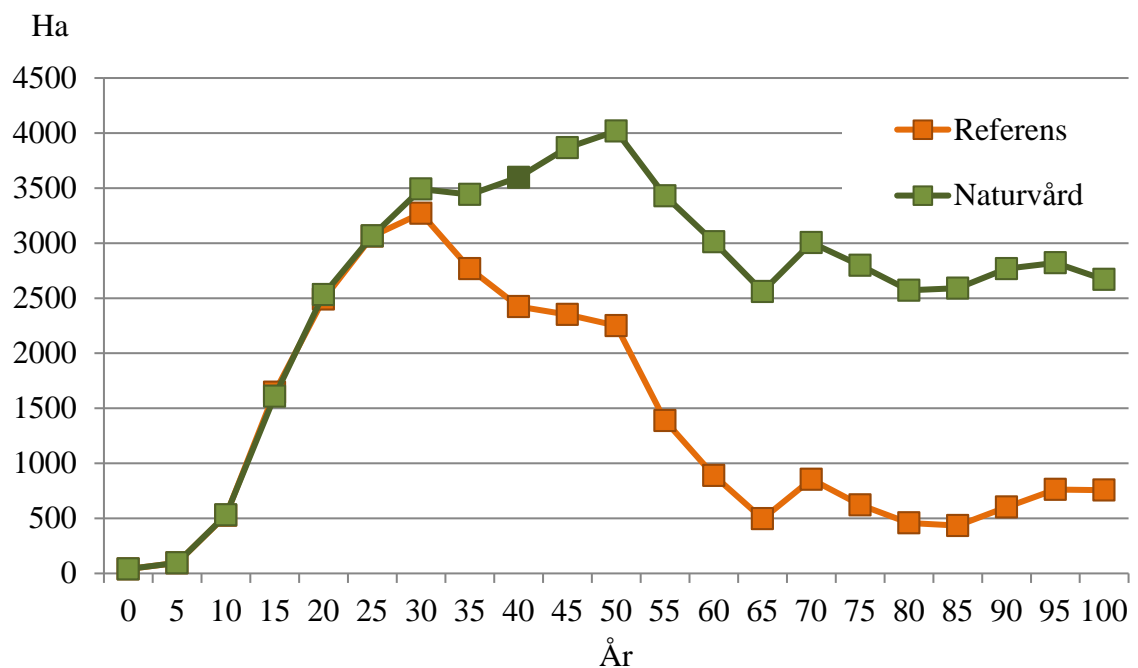
Förutsättningarna skiljer sig dock på en del andra sätt utöver indatakällan mellan de båda analyserna. Enligt registerdata har Sveaskog en förhållandevis hög ambition vad gäller att arbeta med lövskog. Inom område Sydväst och enligt registerdata sköts 641 ha eller tio procent av arealen enligt skötselkategori Löv, tabell 1. På grund av detta så utökades inte andelen skog med lövskogsskötsel i *Naturvård*. I *Referens* baserat på kNN data saknas skötselkategorin Löv helt. I *Naturvårdscenariot* enligt kNN tillfördes 110 ha eller två procent av skogsarealen till skötselkategorin Löv enligt de kriterier som sattes för att välja ut bestånd, tabell 1.

Överlag följer utvecklingen av habitat för lövskogsmesar i stort utvecklingen för äldre lövrik skog. Men lämpliga habitat kan jämfört med äldre lövrik skog innehålla bestånd med lägre andel lövskog. Samtidigt begränsar habitatmodellens landskapskrav (> 10 ha lämplig lövskog inom närmaste 200 ha) mängden lämpligt habitat jämfört med mängden äldre lövrik skog. Om man jämför utvecklingen för äldre lövrik skog enligt registerdata i figur 18 med utvecklingen av lämpligt habitat enligt registerdata i figur 22 så utvecklas arealerna på liknande sätt och i samma storleksordning men habitatarealerna är överlag lägre

jämfört med arealen äldre lövrik skog. En slutsats är att de lövrika bestånden är fragmenterade i förhållande till lövskogsmesars landskapskrav.

Enligt analysen med registerdata ökar arealen lämpliga habitat för lövskogsmesar kraftigt från ca 25 ha i utgångsläget till drygt 600 ha efter 50 år. Sedan sjunker arealerna under 45 år för att öka under 15 år i slutet av analysperioden. I slutet av analysperioden är tillgänglig areal knappt 400 ha.

Utvecklingen av tillgängligt habitat i Kilsbergen liknar analysen utifrån kNN i Sydväst med en kraftig ökning av habitat de första 30 åren. I Kilsbergen avsattes åtta procent eller nästan 2000 ha till lövskogsskötsel i naturvårdsscenarioet vilket innebär att merparten av habitatet som utvecklas under de inledande 30 åren inte avverkas figur 23.



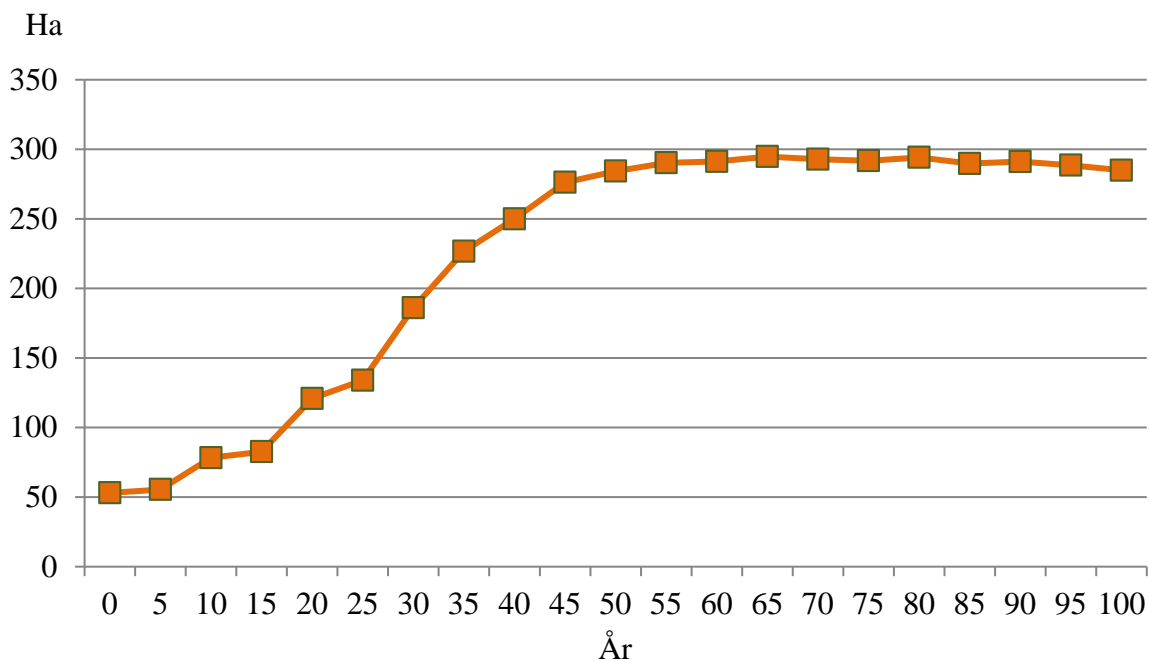
Figur 23. Utveckling av arealen habitat (ha) för lövskogsmesar i Kilsbergen år 0 till år 100 utifrån scenarierna Referens och Naturvård.

Lövskogsmeshabitatens geografiska fördelning

I utgångsläget finns de flesta av habitatet i skyddade områden, figur 25a. I slutet av analysperioden har många av dessa habitat upphört att vara fungerande habitat. Det beror på att skogen i skyddade områden sköts med fri utveckling vilket medför att lövandelarna inom dessa områden successivt minskar. Nya habitat för lövskogsmesar uppkommer dock inom skyddade områden med fri utveckling. Det rör sig då om bestånd som i utgångsläget är ung lövskog, ex lövsly på utvecklingsmark inom skyddade områden.

Av de bestånd (641 ha) som ingår i skötselkategorin Löv i *Referens* baserat på registerdata har endast 53 ha lämpliga beståndsegenskaper som habitat i utgångsläget, figur 24. Men dessa bestånd är så utspridda att mycket få av bestånden ingår i något befintligt habitat, jämför figur 2 och 25a. Under analysperioden ökar arealen lämpliga bestånd inom skötselkategorin i takt med att åldern ökar och lövskogandelen ökar och vid analysperiodens slut utgör 285

ha av bestånden i skötselkategorin potentiella habitat förutsatt att landskapskravet klaras. Jämför man figur 2 med figur 25c kan man också se att andelen bestånd som sköts med lövinriktning och som faktiskt ingår i habitat har ökat kraftigt. Men det är ändå anmärkningsvärt att endast knappt hälften av de bestånd som sköts med lövinriktning har uppnått lämplig beståndsstruktur efter 100 års skötsel.

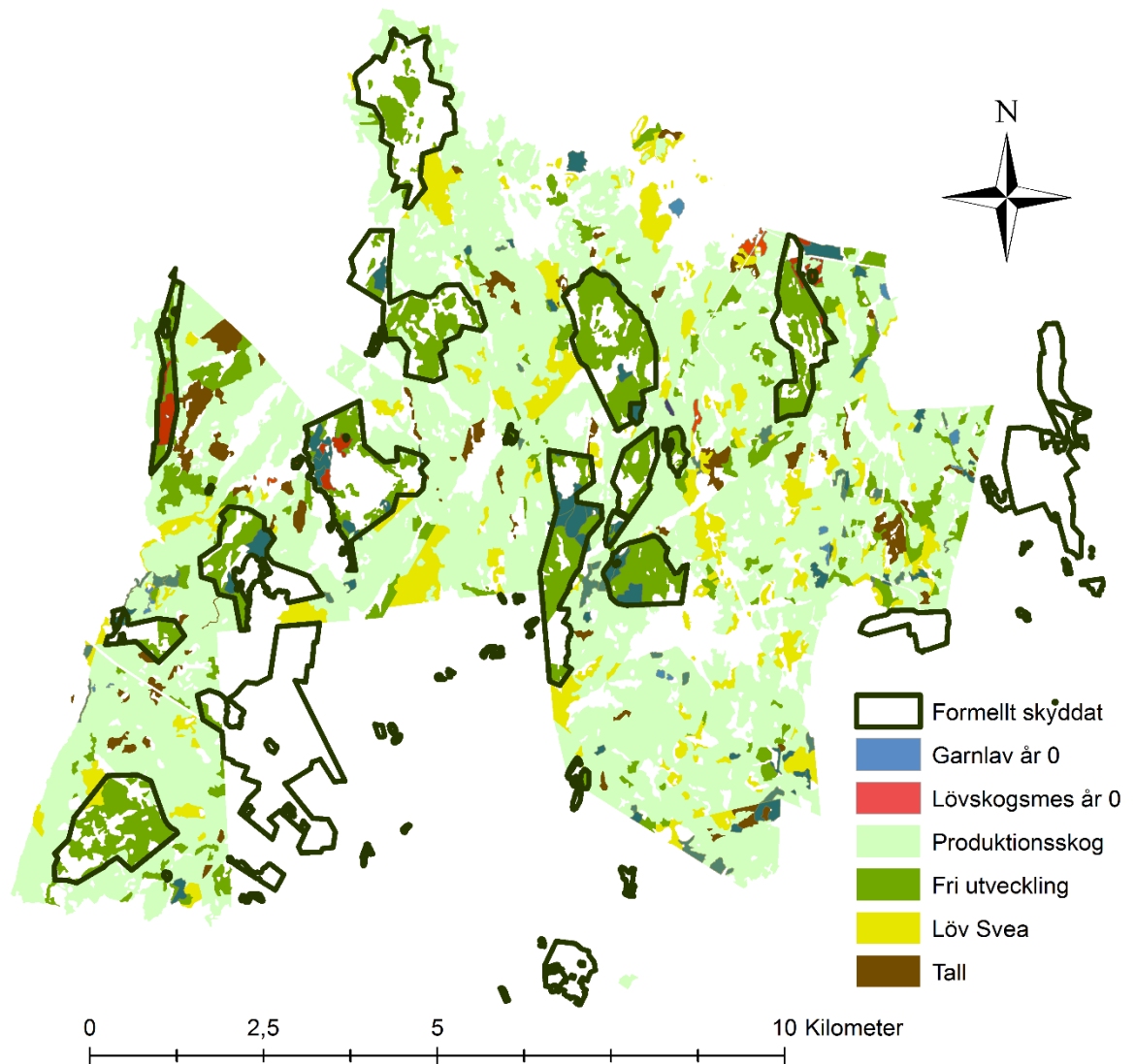


Figur 24. Areal lämpligt habitat (ha) för Lövsjögmesar år 0 till år 100 i skötseltyp Löv i Sydväst enligt analysen med registerdata.

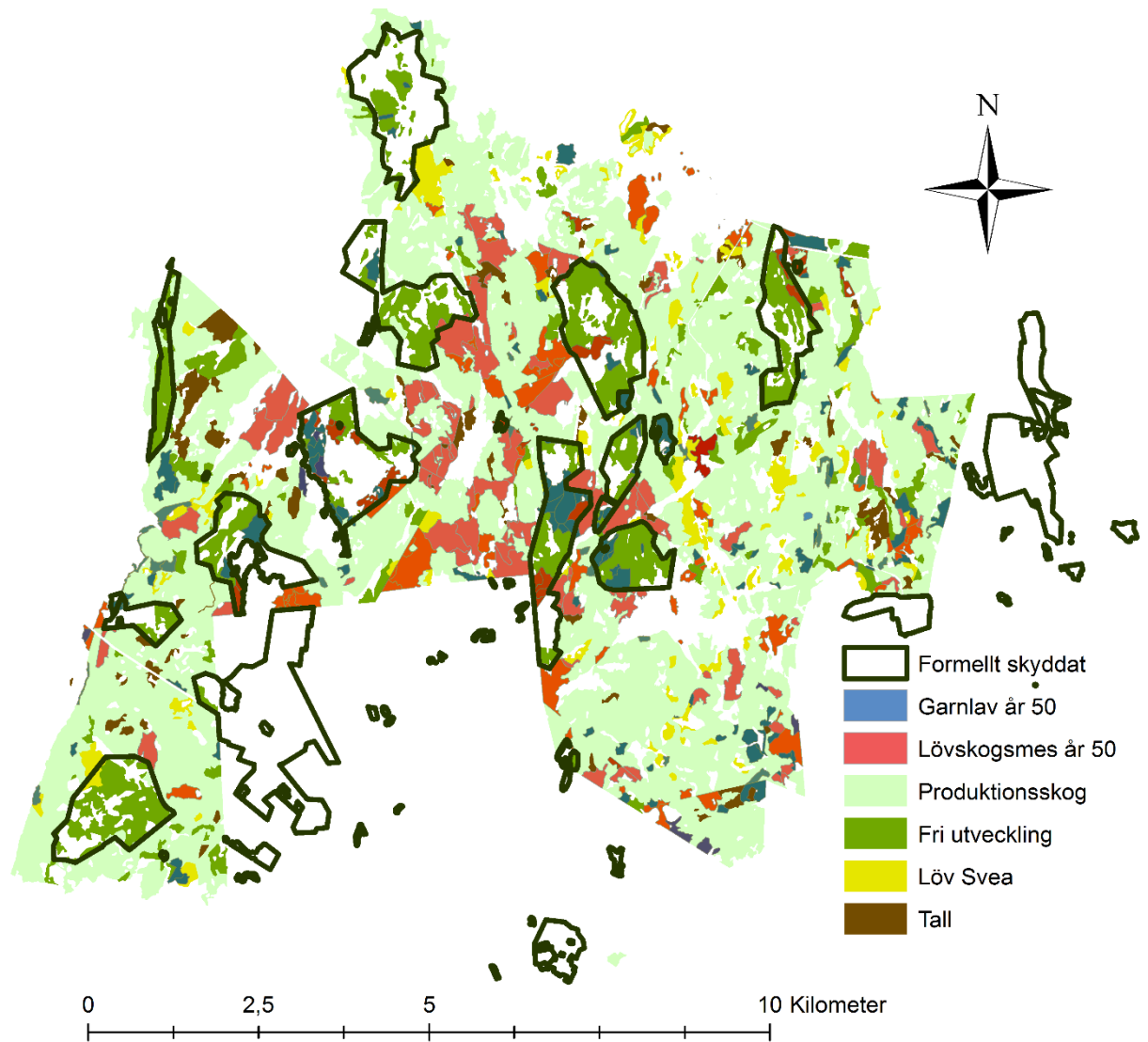
En relativt stor delmängd av habitaterna utgörs i perioder av produktionsskog. Anledningen är att produktionsskogen i vissa faser når upp till beståndskraven på mer än tio procent lövträd i bestånd äldre än 60 år inom landskapsfönstret på 200 ha. Under perioden med mest habitat, mellan 40 till 60 år in i analysperioden då arealen habitat är över 400 ha, består en mycket stor andel av tillgängligt habitat av produktionsskog. Det sammanfaller med att hela den största åldersklassen i utgångsläget, 21-40 år, blivit tillräckligt gammal för att kunna utgöra habitat. I *Referens* baserat på kNN saknas skötselkategorin Löv och all habitatareal finns i produktionsskogen. Om man jämför graferna för *Referens* med de för naturvårdsanalysen i figur 22 får man en uppfattning av hur stor andel av habitaterna som finns i produktionsskogen. Under de närmast kommande analysperioderna avverkas den här stora åldersklassen och arealerna habitat sjunker. I analysen utifrån kNN är minskningen något mindre för *Naturvård* jämfört med *Referens* eftersom två procent av arealen avsatts till skötselkategorin Löv och gallras för att gynna lövet istället för att avverkas och därigenom fortsätter att vara lämpligt habitat. I analysen utifrån registerdata finns ingen skillnad vad gäller lövskötsel mellan scenariorna och minskningen av habitat är densamma mellan scenariorna. I takt med att tillgängliga habitat i produktionsskogen avverkas ökar andelen av habitaterna som finns inom skötselkategorin Löv. Mot slutet av analysperioden ökar återigen arealerna lämpligt habitat enligt analysen baserad på registerdata på grund av att delar av produktionsskogen uppyller habitatkraven.

Av figur 25b framgår att habitaten för lövskogsmesar efter 50 år är koncentrerade till produktionsskogen i de centrala delarna av studieområdet. Koncentrationen av äldre lövrik skog under den här perioden innebär att det också bildas habitat för mindre hackspett, figur 26. Efter 100 år har dessa habitat avverkats och tillgängliga habitat för lövskogsmesar är mer spridda i studieområdet, figur 25c.

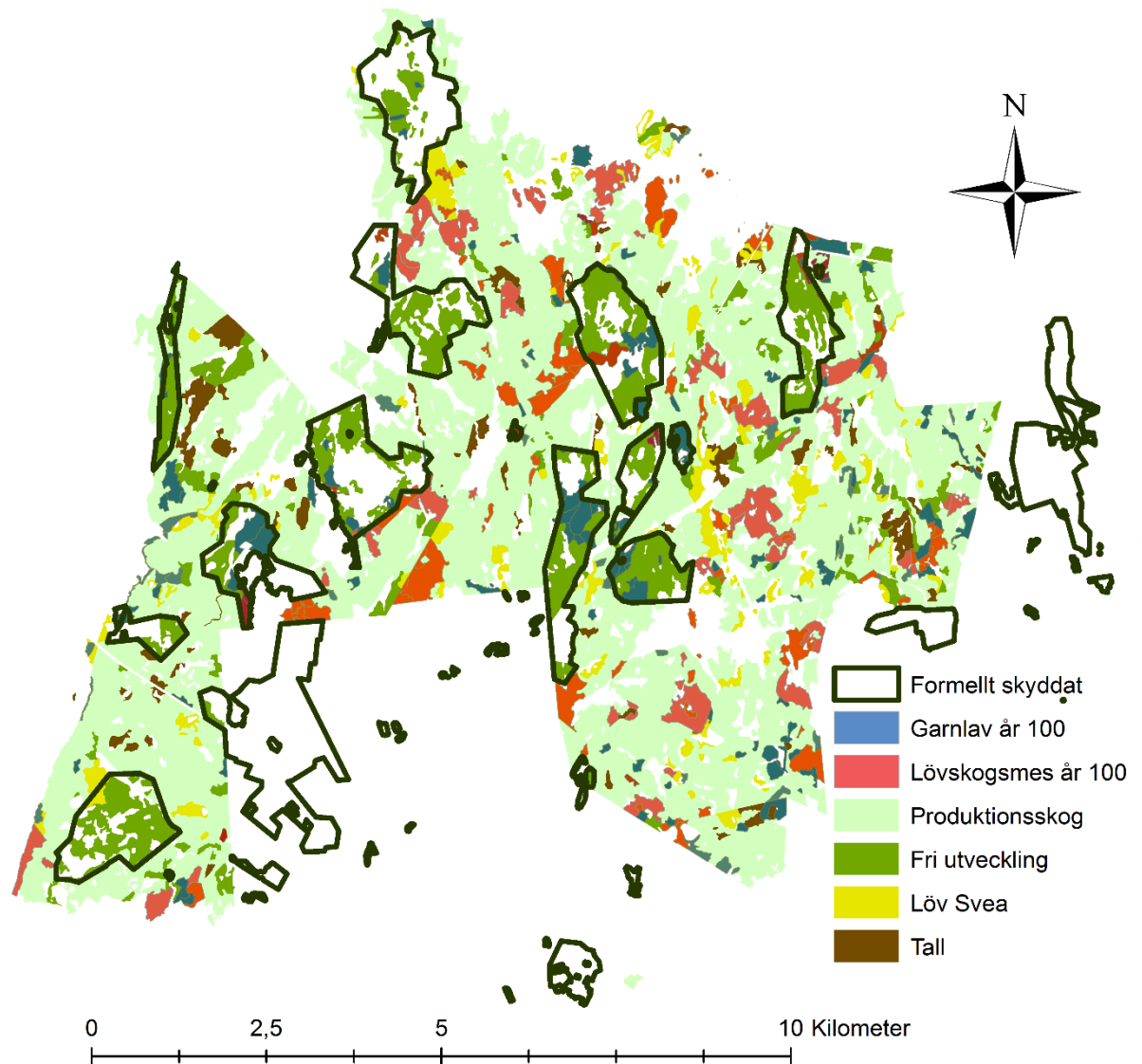
Produktionsskogen kan alltså under perioder innan avverkning innehålla stora arealer lämpliga habitat för lövskogsmesar men kontinuiteten av lämpliga skogar finns endast i de bestånd som sköts med naturvårdande lövskogsskötsel. För mer svårspredda lövskogsarter kan därför områdena med lövinriktad skogsskötsel förväntas vara viktiga.



Figur 25a. Fördelning av olika skötselriktningar och lämpliga bestånd för lövskogsmesar och garnlav år 0 inom område Sydväst enligt registerdata.



Figur 25b. Fördelning av olika skötselriktningar och lämpliga bestånd för lövkogsmesar och garnlav år 50 inom område Sydväst enligt registerdata och scenario *Naturvård*



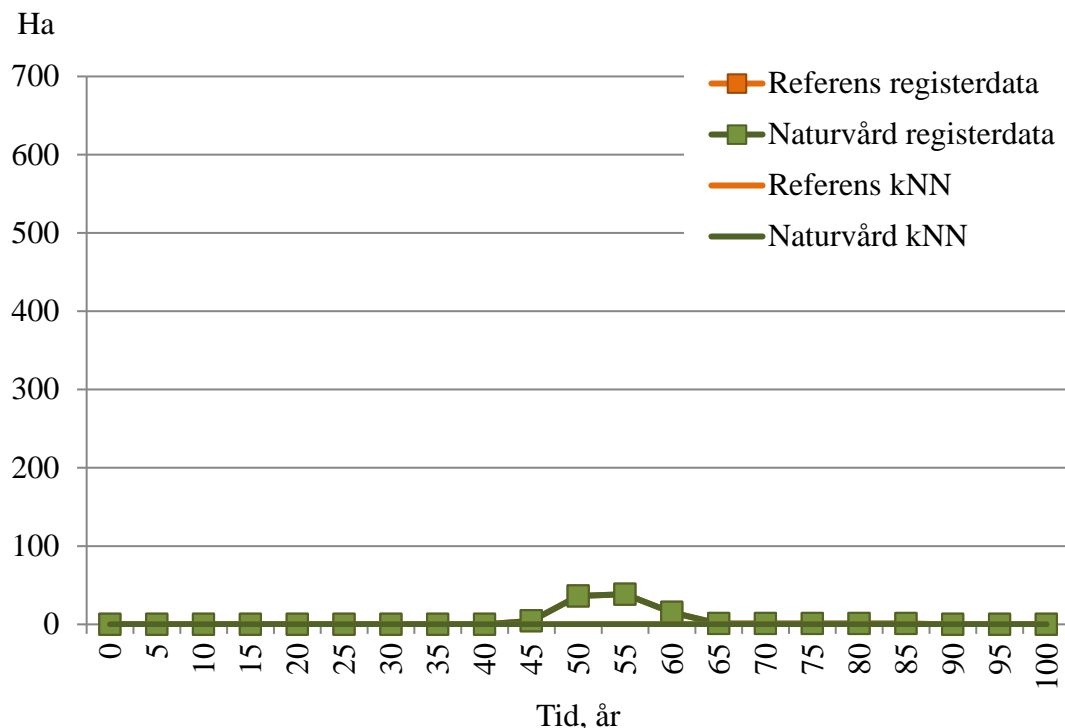
Figur 25c. Fördelning av olika skötselriktningar och lämpliga bestånd för lönskogsmesar och garnlav år 100 i område Sydväst enligt registerdata och scenario *Naturvård*

Mindre hackspett

Mindre hackspett har betydligt högre landskapskrav jämfört med lönskogsmesar (40 ha lämplig biotop inom 200 ha jämfört med 10 ha inom 200 ha för lönskogsmesar). Dessutom har arten högre krav på andelen löv i lämpliga bestånd. Beståndsarealer med lövandelar mellan 25 och 49 procent av trädvolymen utgör fullgod biotop för lönskogsmesar men räknas endast till hälften som lämplig areal för mindre hackspett. För att uppnå fullgod biotop för mindre hackspett måste lövandelen vara 50 procent eller mer. Dessa båda högre habitatkrav medför att det knappt uppstår något habitat för mindre hackspett i Sydväst under analysperioden trots att 640 ha eller tio procent av arealen i området sköts med lövinriktad skötsel enligt registerdata under analysens 100 år.

Enligt analysen med registerdata uppstår 5–40 ha lämpligt habitat i Sydväst mellan år 45 och 60 i analysperioden, figur 26. Under den perioden återfinns stora arealer av lövrika bestånd över 60 år i produktionsskogen i studieområdets centrala delar. Från år 60 och framåt avverkas denna produktionsskog och förutsättningarna för mindre hackspett försämras.

Resultaten visar att det är mycket viktigt att planera naturvårdsinsatser i ett landskapssammanhang om landskapskrävande arter utgör målgrupp för åtgärderna.



Figur 26. Utveckling av arealen (ha) tillgängligt habitat för mindre hackspett år 0 till år 100 i område Sydväst enligt de båda indatakällorna och scenarierna.

Ekonomi

I Heureka är det möjligt att beräkna det ekonomiska utfallet av olika skötselstrategier. I den här studien beräknade vi skillnader i nuvärde per hektar och totalt nuvärde för respektive studieområde med tre procents förräntningskrav. Nuvärdet är det beräknade värdet av framtida inkomster och utgifter, diskonterat med hänsyn till antaget räntekrav. Resultatet framgår av tabell 8.

Nuvärdet för scenario *Naturvård* för området Sydväst med registerdata blev 15 procent lägre jämfört med referensscenariot, tabell 8. Kostnaden för att enligt tabell 1 öka avsättningarna till fri utveckling med fem procent och införa återkommande gallringar för att utveckla skogar med tallkontinuitet motsvarar alltså 15 procent av de möjliga intäkterna enligt referensscenariot. I analysen med kNN är kostnaden snarlik, 16 procent. För hela Kilsbergen sjunker nuvärdet med sju procent för *Naturvård* jämfört med *Referens*. Ett skäl till den mindre kostnaden för hela Kilsbergen är att skillnaden i avverkningsnivå mellan scenarierna inte är stor de första 25 åren för att sedan öka. Det beror bland annat på att skötseltyperna Löv och Tall som utgör åtta procent av den totala ökningen av naturvårdsarealer på tolv procent som scenariot omfattar i Kilsbergen innebär relativt stora gallringar, och därmed intäkter, under de första 25 åren. Detta leder i sin tur till en mindre ekonomisk förlust eftersom intäkter långt fram i tiden är mindre värda än tidiga intäkter vid nuvärdesberäkningar. Ytterligare ett skäl är

att skillnaden i areal avsatt till fri utveckling mellan *Referens* och *Naturvård* endast är fyra procent för Kilsbergen medan de är något högre i Sydväst, tabell 1.

Tabell 8. Nuvärde per hektar och minskning för naturvårdsscenarierna som andel av respektive referensscenarierna

Scenario	NPV kr per ha	Andel jämfört med <i>Referens</i> för respektive område och indatakälla, %
Referens registerdata SV	33 629	100
Naturvård registerdata SV	28 497	85
Referens kNN SV	36 893	100
Naturvård kNN SV	31 016	84
Referens Kilsbergen	40 818	100
Naturvård Kilsbergen	37 779	93

Slutsatser

Indatas påverkan på resultaten

- Studien visar att det finns brister i hur kNN metoden skattar gammal och ung skog samt ovanliga trädslagsblandningar jämfört med registerdata. kNN underskattar dessa normalt ovanliga företeelser. Denna skillnad i klassning av åldersklassfördelning och trädslagsblandning mellan indatakällorna har stor betydelse för flera av resultaten. Vi avråder därför från spatiala analyser utifrån kNN av habitat och andra variabler om ovanliga beståndsåldrar och trädslagsblandningar är centrala för frågeställningarna.

Stora förändringar på 100 års sikt

- Åldersklassfördelningen inom de olika studieområdena liknar varandra och är kraftigt förskjutet mot yngre skogar. Mest extrem är situationen i Sydväst där nästan 60 procent av skogen i utgångsläget är yngre än 40 år jämfört med knappt hälften i hela Örebro län.
- Den här analysen lyfter fram några för den biologiska mångfalden positiva trender. Den första är att gammal skog över 120 år successivt kommer att bli vanligare i länets skogar. De gamla skogarna återfinns som sparad hänsyn, blir vanligare i skyddade områden och består av bestånd som sköts med naturvårdsinriktning. De olika beståndstyperna har olika funktionalitet för olika arter.
- Studien tyder på att virkesvolymerna i länets skogar i linje med de senaste decennierna kommer att fortsätta att öka i framtiden. I den här studien i genomsnitt med mellan 50 till 100 procent under studieperioden beroende på område och scenario, mest i naturvårdsscenario i Sydväst och minst i referensscenario för hela Örebro län. Framtidens skogar är alltså tätare.
- Studien stödjer den allmänna trenden och uppfattningen att granen ökar i utbredning på bekostnad av tallen enligt dagens skogsbruksinriktning. Förändringen är störst i produktionsskogen.
- Lövvolumerna kommer generellt att öka i framtiden. Sett till hela länet innebär ökningen nära eller drygt en fördubbling beroende på scenario, men eftersom även volymerna av barrträd ökar påverkas lövandelen totalt sett mycket lite. Kraven i habitatmodeller bör ta hänsyn till detta.

Skillnader mellan scenarierna

- Naturvårdsscenarioet innebär stora ekologiska vinster. Scenarioet innebär jämfört med referensscenarioet att större arealer avsätts till fri utveckling och att stora arealer sköts med naturvårdsinriktning för att gynna ekosystem som har svårt att klara sig i såväl produktionsskog som skog som avsätts till fri utveckling. Naturvårdsscenarioet innebär att tillgången på gammal skog över 120 år succesivt ökar mer jämfört med *Referens* och efter 100 år är mer än dubbelt så stor i länet jämfört med referensscenarioet. Tillgången på habitat för de ingående arterna är också högre i naturvårdsscenarioet jämfört med referensscenarioet.
- Kostnaden för att genomföra naturvårdsscenarioet varierar mellan studieområdena beroende på omfattningen och typen av naturvårdsinsatser. Ökade satsningar på lövskötsel har låga kostnader beroende på inkomster från tidiga gallringar av barrträd.

Implikationer för skoglig naturvård

- Volymerna skog ökar kraftigt under analysperioden. Kraftigast är ökningen i scenario *Naturvård* beroende på att ökningen av volymerna är betydligt högre i områden avsatta till fri utveckling jämfört med övriga skötseltyper. Men virkesvolymerna är högre i alla naturvårdande skötselkategorier jämfört med produktionsskogen. I slutet av analysperioden har produktionsskogen ett virkesförråd på 250 m³sk per hektar i Sydväst medan bestånden med fri utveckling i genomsnitt innehåller knappt 600 m³sk per hektar. Det skulle vara intressant att utreda vilken potential som kolsänka skogar med fri utveckling skulle ha. Detta är möjligt med Heureka men har inte gjorts i den här studien. Framtida tätare skogar gynnar fuktälskande arter vilket samtidigt lyfter ett ökande behov av aktiv skötsel för att gynna sol, torr och värmeälskande skogsarter.
- Vid naturvårdsinriktad lövskogsskötsel är det viktigt att välja bestånd med hög lövandel från början om målsättningen är att skapa lövrika eller lövdominerade skogsbestånd. Analyserna av bestånd avsatta till lövinriktad skötsel visade att lövvolymerna i dessa bestånd fyrdubblades under analysperioden. Samtidigt ökade bara andelen löv i bestånden med drygt en tredjedel. Det beror på att barrandelen är hög i utgångsläget och det tar därför mycket lång tid att på ett realistiskt sätt gallra fram volymandelsmässigt lövrika bestånd. Analysen med kNN visade att om bestånd med lövandelar över 30 procent valdes till lövskötsel ökade lövandelen i genomsnitt från 35 till 75 procent under analysperioden.
- Nuvarande och framtida habitat för garnlav är koncentrerade till skyddade områden. De få habitat som tillkommer utanför skyddade områden är i praktiken för isolerade från nutida förekomster för att koloniserars av arten. Studien tyder på att tillämpningen av habitatmodeller i kombination med standardanalyser i Heureka kan leda till felskattningar av tillgängliga habitat för svårspredda arter. Detta kan avhjälpas genom att tillföra kompletterande krav som exempelvis olika landskapskrav som anger att tillkommande habitat måste ligga inom visst avstånd från befintliga habitat.

- Naturvårdshänsyn i form av lövskogsinriktad skötsel är viktigt för att habitat för lövskogsfåglar ska finnas i framtiden. I utgångsläget är lämpliga habitat relativt jämt fördelade mellan skyddade områden och icke skyddade områden men successivt minskar arealen habitat i skyddade områden medan den ökar i områden som sköts med hänsyn till löv. Lämpliga habitat kan under kortare perioder förekomma i produktionsskogarna, men för att uppnå kontinuitet av lövrika skogsbestånd på en plats och lövrika bestånd med hög tillgång på död ved behövs riktad skötsel. Det är särskilt viktigt för mer svårspredda lövskogarter.
- För att arter med relativt stora landskapskrav, som mindre hackspett, måste hänsynen planeras med ett landskapsperspektiv för att vara effektiv. I Sydväst sköts enligt analysen 640 ha med lövskogsskötsel men trots det uppstår endast begränsade arealer lämpligt habitat som följd av landskapskravet (> 40 ha skog över 60 år och med en lövandel över 25 procent inom 200 ha) för mindre hackspett under 15 år av de 100 år som analysen omfattar. För arter med mindre landskapskrav som lövskogsmesar fungerar dagens utformning av hänsyn bättre. För dessa arter finns potentiellt lämpliga habitat i vissa perioder i hög utsträckning i produktionsskogen.
- Studien visar att om lövskogsinriktad naturvårdsskötsel med syftet att uppnå kontinuitet av höga lövandelar ska lyckas är det viktigt att utgå från bestånd med hög lövandel och driva en aktiv skogsskötsel med tätt återkommande gallringar av barrträd. Det är också centralt att planera insatserna på landskapsnivå och om det är brist på bestånd med hög lövandel är det viktigt att börja restaureringen av lövbiotoper redan i röjningsfasen.

Referenser

- Anon. (1980). Projekt HUGIN. Sammanfattande slutrapport. Umeå, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsvetenskapliga fakulteten. Rapport Projekt Hugin, 21.
- Artdatabanken, artfakta garnlav. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/alectoria-sarmentosa-6425>
- Eriksson, H., Fahlvik, N., Freeman, M., Fries, C., Jönsson, A-M., Lundström, A., Nilsson, U. och Wikberg, P-E. Effekter av ett förändrat klimat – SKA 15. Rapport 12, Skogsstyrelsen.
- Ihse, M. och Oostra, S. (2009) Regionala landskapsstrategier - Ett rikt växt- och djurliv. En kunskaps-sammanställning – fallstudier. Rapport 5855
- Jonsson, B., Jacobsson, Kallur, J. &H. (1993). "The Forest Management Planning Package. Theory and application." *Studia Forestalia Suecica* 189: 56.
- Larsson, A. (red) 2011. Tillståndet i skogen – rödlistade arter i ett nordiskt perspektiv. ArtDatabanken Rapport 9. ArtDatabanken SLU, Uppsala
- Länsstyrelsen 2019. Handlingsplan för grön infrastruktur i Örebro län – kunskapsunderlag och åtgärder. Publikationsnummer 2019:12
- Naturvårdsverket (2015) Riktlinjer för regionala handlingsplaner för grön infrastruktur
- Proposition 2013/14:141, En svensk strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster
- Elfving, Björn (2003). Ålderstilldelning till enskilda träd i skogliga tillväxtprognoser. Arbetsrapporter. SLU, inst. för skogsskötsel.
- Reese, Heather, Nilsson, Mats, Pahlén, Tina Granqvist, Hagner, Olle, Joyce, Steve, Tingelöf, Ulf, Mikael Egberth and Olsson, Håkan (2003). "Countrywide Estimates of Forest Variables Using Satellite Data and Field Data from the National Forest Inventory." *Ambio* 32(8): 542–548.
- SLU Skogskarta, 2019. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/statistik-om-skog/slu-skogskarta/SkogskartaOnline/> [Hämtad 2019-07-15]
- Stockholms stad 2007. Metodik för kartläggning av spridningsfunktioner inom Stockholms stad, Ekologigruppen AB 2007-02-22
- Söderberg U. (1992). "Functions for forest management. Height, form height and bark thickness of individual trees." *Institutionen for Skogstaxering, Sveriges Lantbruksuniversitet*. **Report No. 52**: 87 pp.



Länsstyrelsen
Örebro län

Materialet är framtaget i samarbete med
Sveriges lantbruksuniversitet



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

– kunskap för en hållbar utveckling

Länsstyrelsen i Örebro län
Stortorget 22, 701 86 Örebro
010-224 80 00
orebro@lansstyrelsen.se
www.lansstyrelsen.se/orebro