

Det boreala skogslandskapets gröna infrastruktur

JOHAN SVENSSON, GRZEGORZ MIKUSIŃSKI & BENGT GUNNAR JONSSON

RAPPORT 6910 • DECEMBER 2019



Det boreala skogslandskapets gröna infrastruktur

*”Någonstans bör dock framtidens svenskar kunna få en bild av
Forntidsverige, det vill främst säga den forna svenska skogen. Inte minst
av det skälet måste vi bevara alla rester av urskog och något så när ursprunglig
naturskog som inte ligger för långt bort från väg och bygd. De är inte
bara kuriositeter; de är svensk historia”*

(Sten Selander, 1957, Det levande landskapet i Sverige)



av Johan Svensson, Grzegorz Mikusiński & Bengt Gunnar Jonsson

NATURVÅRDSVERKET

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00, fax: 010-698 16 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-6910-0

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2019

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2019

Omslagsbild: Marsfjällsmassivet, Västerbotten

Omslagsfoto: Mikael Strömberg, Malgovik, Vilhelmina



Förord

Rapporten presenterar resultaten av forskningsprojektet ”Det boreala skogslandskapets gröna infrastruktur (ConFor)”. Det är ett av sex projekt inom Naturvårdsverkets utlysning från år 2015 med rubriken; Förvaltning av landskap. Forskningsresultaten syftar till att ge underlag för prioriteringar och genomförande av åtgärder i landskapet samt för uppföljning och utvärdering av miljöarbetet i stort.

I projektet ”Det boreala skogslandskapets gröna infrastruktur” (”ConFor”) har fokus varit på norra Sveriges skogs- och fjällnära landskap och på de förutsättningar som finns för att förstärka redan skyddade skogsområden och därmed säkerställa biologisk mångfald och ekosystemtjänster i strategisk och operativ planering för grön infrastruktur.

Projektet har bedrivits av SLU (Skogsvetenskapliga fakulteten, institutionerna för vilt, fisk och miljö samt ekologi) i samarbete med Mittuniversitetet (Sundsvall) och med Skogsstyrelsen, Metria samt flera länsstyrelser, i första hand Norrbotten, Västerbotten, Jämtland och Västernorrland.

Projektet har finansierats med medel från Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag vilket syftar till att finansiera forskning till stöd för Naturvårdsverkets och Havs- och vattenmyndighetens kunskapsbehov.

Denna rapport är författad av Johan Svensson, projektledare och Grzegorz Mikusiński (SLU) samt Bengt Gunnar Jonsson (Mittuniversitetet). Författarna ansvarar för rapportens innehåll.

Naturvårdsverket och projektgruppen, november 2019

Denna rapport

Rapporten sammanfattar projektets verksamhet, strukturerad i fem centrala delar i kapitel 3, 4 och 5. Kapitel 5 är uppdelat i tre studier som beskriver tillämpade ansatser om grön infrastruktur på olika skala och på olika tema. Kapitel 1 och 6 beskriver bakgrund och introduktion respektive synteser, utblickar och framtida forskningsbehov. För fördjupningar hänvisar vi till de vetenskapliga artiklar som projektet har genererat och som är angivna.

Citat på försättsbladet är hämtat från Sten Selanders bok ”Det levande landskapet i Sverige”. Den publicerades 1957, alltså för drygt 60 år sedan. En nutida blick på det norrländska skogslandskapet ställd mot det landskap som Selander beskriver, blir anslående. För att säkerställa biologisk mångfald och ekosystemtjänster – eller naturens bidrag till människan – står vi idag inför utmaningar som var så väl skildrade av Selander för länge sedan. Hög tid nu alltså att ta ett krafttag!

I projektet har vi till dags dato (november 2019) publicerat tre artiklar, ytterligare tre är under granskning samt tre är under bearbetning. I flera av dessa har vi samarbetat med kollegor som inte har ingått i projektgruppen. Kapitel 3, 4, 5.1, 5.2 och 5.3 omfattar vardera en av fem artiklar. För referenser hänvisar vi till artiklarna och/eller till kapitel 1, 2 och 6. Inom projektet har publicerats ett användarblad (nr 8834–7, Naturvårdsverket). Se även projektets webbplats www.slu.se/ConFor.

Kapitel 3 har sin utgångspunkt i den studie som vi publicerat i tidskriften *Conservation Biology*; Svensson, J., J. Andersson, P. Sandström, G. Mikusiński & B.G. Jonsson. 2019. Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure. *Conservation Biology*, 33, 152–163. *Kapitel 4* har sin utgångspunkt i den studie som är under granskning i tidskriften *Landscape Ecology*; Svensson, J., J. Bubnicki, B.G. Jonsson, J. Andersson & G. Mikusiński. “Hidden in plain sight – Intact Scandinavian mountain forests in a Green Belt of European significance”. *Kapitel 5.1* har sin utgångspunkt i den studie som är under bearbetning för kommande publicering; Mikusiński, G., E. Orlikowska, J.W. Bubnicki, B.G. Jonsson & J. Svensson. In prep. Strengthening the network of high conservation value forests in boreal Europe. *Kapitel 5.2* har sin utgångspunkt i den studie som vi har publicerat i tidskriften *Forests*: ”European Union’s Last Intact Forest Landscapes are at A Value Chain Crossroad between Multiple Use and Intensified Wood Production”. Jonsson, B.G., J. Svensson, G. Mikusiński, M. Manton & P. Angelstam. *Forests* 2019, 10, 564; doi:10.3390/f10070564. *Kapitel 5.3* har sin utgångspunkt i den studie som är under bearbetning för kommande publicering; J. Svensson, A. Helleberg, B.G. Jonsson & G. Mikusiński. In prep. Coast to mountain and river valley boreal landscape trajectory for strengthening forest conservation and green infrastructure.

Innehåll

SAMMANFATTNING	8
SUMMARY	10
1. GRÖN INFRASTRUKTUR I LANDSKAP MED FÖRLUST OCH FRAGMENTERING AV NATURNÄRA SKOG	13
1.1 Norra Sveriges skogslandskap och skogsbruk	13
1.2 Naturvårdslandskap	19
1.3 Grön infrastruktur i det boreala skogslandskapet	21
1.4 Projektets syfte och mål	23
2. DATA OCH METODER	25
3. LANDSKAPSFÖRÄNDRINGAR I TID OCH RUM FRÅN KUST TILL FJÄLL	30
4. KONTINUITETSSKOG I NORRA SVERIGE – DEN FJÄLLNÄRA SKOGENS GRÖNA BÄLTE	34
5. TILLÄMPNINGAR FÖR GRÖN INFRASTRUKTUR PÅ OLIKA SKALOR OCH TEMAN	40
5.1 Förstärkning av skyddade områden i norra Sverige	40
5.2 Fjällnära skog – dåtid, nutid och framtid	48
5.3 Från kust till fjäll och från älvdal till vattendelare	53
6. SYNTES, UTBLICK OCH FRAMTIDA FORSKNINGSBEHOV	58
6.1 Funktionell konnektivitet – indikatorer för biologisk mångfald på landskapsnivå	58
6.2 Policy och policyimplementering av grön infrastruktur på landskapsnivå	60
6.3 Avnämarnära och tillämpad forskning	64
6.4 Slutsatser	66
7. TACK	69
8. KÄLLFÖRTECKNING	70

Sammanfattning

I norra Sverige är skogen i mångt och mycket bärare av den biologiska mångfalden och ekosystemtjänsterna, i ett landskap som sedan lång tid och på ett omfattande sätt har påverkats av markanvändning. Kalhyggesbruket och det därpå följande trakthyggesbruket har sedan mitten av 1900-talet lett till en genomgripande förändring av skogslandskapet med förlust och fragmentering av natur- och naturnära skog, som förvisso inte har varit opåverkad av mänskliga aktiviteter i historisk tid men där kontinuitets- och andra naturvärden fanns kvar i en utsträckning som motsvarar större arealer än vad som är formellt skyddat idag. Det är därför en utgångspunkt att grön infrastruktur i skog ska planeras och genomföras i ett påverkat och omdanat landskap. Det är också en utgångspunkt att skogsbruk kommer att bedrivas framöver och att en fungerande grön infrastruktur i skog i stort bygger på att bevara och förstärka de naturvärden och den ekologiska funktionalitet som är förknippade med de återstående och återhämtade resterna av natur- och naturnära skog.

I projektet har vi analyserat en mängd data från olika källor, i första hand Metrias kartering av potentiella kontinuitetsskogar, värdekärnor i skog och nationella marktäckedata, för att definiera dagstillståndet men också hur skogslandskapets förändring sedan mitten av 1900-talet har tett sig. Vi har kartlagt, beskrivit och analyserat förutsättningar för grön infrastruktur för hela norra Sverige, för nordvästra Sverige, för området ovanför den fjällnära gränsen, för norrlandslänen var för sig, för fjällen, inlandet respektive kustlandet, och för en gradient från kust till fjäll och från älvdal till vattendelare. Sammanfattningsvis har vi dragit följande slutsatser:

Den fjällnära barrskogsregionen – ”den fjällnära skogens gröna bälte” – representerar ett på många sätt unikt område till sin sammansättning av naturnära skog, med mindre påverkan av kal- och trakthyggesbruk, stor geografisk utsträckning, god konnektivitet och hög ansamling av skogar med höga naturvärden. Den är en värdetrakt och ett värdenätverk i sig och som utgångspunkt för grön infrastruktur i boreal skog över norra Sverige och Fennoskandia. Den intakta karaktären måste bevaras med kompletterande områdesskydd, men det ter sig också möjligt att i viss utsträckning bedriva kontinuitetsskogsbruk och småskaligt skogsbruk utan att värdena riskeras. Den fjällnära gränsen och det striktare regelverket för avverkning har upprätthållit dessa värden. I ett nationellt perspektiv är det mycket små arealer av produktiv skogsmark ovanför fjällnära gränsen som är aktuella för avverkning, och än mindre arealer på privatskogsbrukets marker.

Skogslandskapet i Norrlands inland och kustland har påverkats på ett omfattande sätt av kal- och trakthyggesbruk. Det finns endast små och fragmenterade arealer, och med kanteffekter än mindre arealer funktionella värdekärnor, kvar av skog som inte har avverkats sedan mitten av 1900-talet och framåt. I den västligaste delen fanns dock stora sammanhängande skogsområden kvar långt in på 1960 till 1970-talen, och den mest omfattande

omdaningen av skogslandskapet i inlandet skedde senare än så och ändå in på 1990-talet.

Speciellt för Västerbotten, Jämtland och Dalarna är konnektivitet i skog i mycket stor utsträckning koncentrerad till enbart den fjällnära skogen. Detta innebär att det för en sammanhållen grön infrastruktur i Norrlands inland och kustland överlag är nödvändigt att prioritera naturvårdsrestaurering, parallellt med utökad områdesskydd, för att skapa fungerande spridningslänkar och värdenätverk. För en fungerande grön infrastruktur är det nödvändigt att kraftsamla resurser till landskapsavsnitt, naturvårdslandskap, där det är praktiskt görligt att tillskapa funktionell konnektivitet.

På landskapsnivå är det tydligt att det finns gradienter från kust till fjäll men också från älvdal till vattendelare, där de västligaste och högst belägna områdena har störst täthet av skyddade områden, värdekärnor och potentiell kontinuitetsskog. Ännu ej skyddade värdekärnor i skog och potentiell kontinuitetsskog, de senare med eller utan höga naturvärden men med uppvuxen skog, kan överlag förstärka skyddade områden. Utöver generellt för stora delar av Norrlands inland och kustland, är möjligheterna alltså också begränsade i älvdalarna. På generell nivå är det dock möjligt att skapa sammanhängande konnektivitet för grandominerad skog, som är funktionell åtminstone för arter med lägre livsmiljökrav på habitat- och landskapsnivå. Detta gäller också för tall i de delar av Norrland där tall är mer vanligt. Möjligheterna är betydligt mindre för arter med höga livsmiljökrav, och utanför fjällbjörkskogen även för lövskogarter. Det finns ett behov av riktade insatser för att på sikt skapa mer lövskogshabitat inklusive äldre lövskog i inland och kustland.

De data vi har analyserat är dock överlag inte tillräckliga för att göra skarpa habitat- eller artspecifika analyser. För detta krävs underlag med högre precision. Nyckelbiotopsdata och motsvarande högupplöst naturvärdesdata behöver integreras med heltäckande data för att kunna göra naturvärdes-specifika grön infrastrukturens skattningar. Vad gäller skiktet potentiella kontinuitetsskogar, så är det en svaghet att det saknas tidsupplösning. Ett skikt där avverkningar är tidsatta, till år eller åtminstone för avgränsade tidsperioder, ger betydligt större möjligheter att skatta landskapets förändring och tolka förändringar i biologisk mångfald i perspektiv av tilltagande fragmentering, artutdöendeskudd och förlust av naturnära skog. I detta sammanhang ska också tillståndet i norra Sveriges skogslandskap idag och i framtiden ses i ett helhetsperspektiv där andra värden och intressenter ska beaktas – som ett fortsatt skogsbruk och som rennäringen och den samiska kulturen. Vi kan anta att ett landskap som är funktionellt för biologisk mångfald, också är funktionellt för renen. För att implementera grön infrastruktur för biologisk mångfald och ekosystemtjänster i dagens landskap som är stadda i förändring och med osäkerheterna om skogslandskapets framtida utveckling, behövs mer tillämpad forskning i nära samarbetet med praktiker och beslutsfattare.

Summary

Forests and forest landscapes cover the majority of the terrestrial surface in northern Sweden and are thus key providers of biodiversity and ecosystem services. Northern Sweden is here defined as the territory of the six northernmost counties, including the entire boreal, except its southernmost fringe, and alpine regions. Generally, the forest landscape is characterized by long term and extensive land use. Industrial and systematic clearcutting forestry, which has been exercised since the middle of the 1900s, has resulted in a transformed landscape with extensive fragmentation and loss of natural and near-natural forest. Although harvesting has occurred also earlier, and for extensive areas with prominent impact, forest continuity and other forest conservation values have been maintained at areas beyond what is presently protected. Therefore, the implementation in Sweden of green infrastructure for supporting biodiversity and ecosystem services, takes place in a transformed landscape, where forestry and other forms of land use will also continue in the future. This implies that a functional green infrastructure has to be directed to conserving and strengthening the remaining natural and near-natural forest habitats with high conservation values, and the ecological functionality associated with those.

In this project we have analyzed different wall-to-wall land-cover data sources, mainly the mappings of proxy continuous cover forests, high conservation value forests, and the national land-cover data, to define the present situation with respect to location, density and connectivity of intact forests but also to assess the changes since the middle of the 1900s. We have mapped, described and analyzed the premises for green infrastructure for northern Sweden, for northwest Sweden, for the forest region above the mountain forest border, for each of the counties in northern Sweden, for the mountain, inland and coastal regions, and for a gradient from coast to mountain and from river valley to the watershed divide. In summary we draw the following conclusions:

The mountain forests – “the Scandinavian mountain forest green belt” – represents a unique entity from multiple points of view, including its composition of near-natural forests, its less pronounced clearcutting forestry impact, its long-ranging geographical extension along the mountain foothills, its intact forest connectivity and its rich conservation values. These values are intrinsically important for the mountain forest region, but also as a node for supporting functional green infrastructure into the entire European boreal forest region. Its intact characteristics need to be preserved through further protection. However, small-scale continuous cover forestry can, most likely, continue without risking the values. In a national perspective, the productive forest areas available for future clearcutting are very small, and even smaller on the land ownership of private households where such management may support the local rural development.

The forest landscape in northern Sweden's inland and coastal areas have been extensively impacted by systematic clearcuttings. Only small and fragmented areas of not harvested forest land remains since the middle of the 1900s, and with edge effects taken into account, even smaller and more fragmented forest habitat core areas remain. However, the most pronounced landscape transformation impact in the western foothills forest occurred as late as in the 1960s and -70s, and in the inland regions even later; as late as in the 1990s. For Västerbotten, Jämtland and Dalarna counties, in particular, high intact forest connectivity is strictly limited to the mountain forest region. Hence, restoration of forest and forest landscapes is needed in the inland and coastal regions to re-establish forest green infrastructure, parallel with complementary set asides of the remaining near-natural forest patches. In addition, for effective nature conservation it is needed to identify landscapes, i.e. nature conservation landscapes, with still existing nature conservation premises in terms of enough and representative forest habitats preserved, to which complementary set asides and restoration can be concentrated.

The terrain in northern Sweden is characterized by parallel river watersheds from the mountains to the coast, normally with pronounced river valleys divided by high elevation ridges stretching into the coastal region. On landscape scales it is obvious that there are gradients from the coast to the mountains but also from river valleys to the watershed divide, expressing decreasing impacts of forest clearcutting. The current distribution of forest protection reflects these gradients, with a large majority in the mountain region and on the high elevation locations from the coastal region and westwards. Currently not protected but registered high conservation value forests can, through additional protection, support existing protected areas. Proxy continuity forests, with high conservation values and/or with mature and old forests with general conservation values, can even further support existing protected areas, generally from coast to mountains and from low to high landscape locations. However, across large areas of the inland and coastal regions, this supporting potential is limited.

Across the entire north Sweden study region, it is generally possible to assess and define connectivity of Norway spruce forests that support species with lower demands on forest habitat and landscape quality. This is also possible for Scots pine forest associated species in those regions where pine is frequently occurring. The possibilities are much smaller for spruce and pine forest associated species with high habitat and landscape quality demands, and generally also for broadleaf forest associated species (both low and high demands) outside the alpine tree line mountain birch forests. Here, there is a need for directed actions to promote broadleaf forest in the inland and coastal regions.

The data we have analyzed do, generally, not provide sufficient habitat- and species accuracy for more detailed analyses. Additional and complementary data is thus needed for accurate green infrastructure assessments, such as data from the Swedish woodland key habitat inventory. With respect to the

proxy continuity forest data, which represents a retrospective change detection data of all forest harvesting in boreal Sweden since the 1950s, a time stamp for clearcuttings (per year or per time interval) would increase the applicability of the data. For example, this would allow chronological landscape transition assessments of fragmentation and loss of natural forest for biodiversity loss and species-extinction response studies, as well as to allow baselines for future green infrastructure scenarios. In this context, the entire landscape with its intrinsic and multiple values and interests should be regarded, such as an ongoing forestry and indigenous Sami reindeer husbandry. It may be assumed that a landscape that is functional for biological diversity, also is functional for the migration behavior of reindeer, and that well-founded green infrastructure plan also identifies areas where active forest management can continue.

In the changing north Sweden forest landscape and in the view of uncertainties of future trajectories in use, management and governance of forests and other natural resources, the implementation of green infrastructure, through supporting protected forests for biodiversity and ecosystem services conservation, requires further applied research in close cooperation between researchers, practitioners and decision makers.

1. Grön infrastruktur i landskap med förlust och fragmentering av naturnära skog

Detta projekt har haft fokus på norra Sveriges skogs- och fjällnära landskap och på de förutsättningar som finns för att förstärka redan skyddade skogsområden och därmed säkerställa biologisk mångfald och ekosystemtjänster inom ramen för strategisk och operativ planering för en fungerande grön infrastruktur. Skogsmark är det dominerande markslaget i norra Sverige, som i denna rapport omfattar boreal och alpin region (Gustafsson & Ahlén 1996) inom Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands, Västernorrlands, Dalarnas och Gävleborgs län. Av total landareal är 71 % skogsmark och ytterligare 12 % träd- och buskmark, vilket motsvarar drygt 15 av Sveriges 23,5 miljoner ha produktiv skogsmark samt all fjällbarrskog (980 000 ha), fjällbjörkskog (970 000 ha) och fjäll (5 miljoner ha) (Hedenås m.fl. 2016; SLU 2018).

I norra Sverige är skogen i mångt och mycket bärare av biologisk mångfald och ekosystemtjänster (Moen m.fl. 2014; Kuuluvainen 2018), i det landskap med den påverkan som skogsbruket, rennäringen, jordbruket och annan markanvändning har och har haft under lång tid. Kalhyggesbruket och det därpå följande trakthyggesbruket har lett till en omfattande och genomgripande transformering av skogslandskapet med förlust och fragmentering av intakt natur- och naturnära skog (Selander 1957; Östlund m.fl. 1997; Svensson m.fl. 2019). Det är därför en förutsättning att grön infrastruktur i skog tar utgångspunkt i ett påverkat och omdanat landskap, inte bara i den del av landskapet som är skog idag utan också i landskapet som helhet med övergångszoner till andra markslag och markslag som övergått i skog eller påverkas av åtgärder i skog (Jonsson m.fl. 2019; Angelstam m.fl. in rev.). Det är också en utgångspunkt att skogsbruk kommer att bedrivas även framöver och att en fungerande grön infrastruktur i skog i stort bygger på att bevara och förstärka de naturvärden och den ekologiska funktionalitet som är förknippade med de återstående och återhämtade resterna av natur- och naturnära skog.

1.1 Norra Sveriges skogslandskap och skogsbruk

Markanvändning har sedan lång tid påverkat norra Sveriges landskap genom extensivt och intensivt skogsbruk, jordbruk, betesbruk, reglering av älvar och vattendrag, m.m. Stora områden har påverkats mycket intensivt under lång tid, inte minst under bruksepoken (Wieslander 1936). Andelen skogsmark av landarealen, virkesförrådet, tillväxten av skog och avverkningsarna har ökat under i stort sett hela 1900-talet. På 1920-talet uppgick det totala virkesförrådet i norrlandslänen till 1 660 miljoner skogskubikmeter jämfört med

3 500 miljoner skogskubikmeter idag (SLU 2018), motsvarande en ökning med 111 procent. En viktig faktor bakom detta var insikten om att det tidiga skogsbruket inte var långsiktigt hållbart ur ett produktionsperspektiv, vilket resulterade i införande av kalhyggesbruk med efterföljande markberedning och plantering (Lundmark m fl. 2013). Även om kalhyggen förekom tidigt på 1900-talet och innan dess, så infördes det i stor och systematisk skala först vid mitten av 1900-talet (Ecke m.fl. 2013). På produktiv skogsmark har kalhyggesbruket och det efterföljande trakthyggesbruket sedan dess successivt och systematiskt omdanat hela landskapet. I detta ingår även att annan tidigare öppen eller halvöppen mark har beskogsats, naturligt eller med plantering; ”Det mörknar i bygderna” (Kempe & Fridman 2011) och det blir ”Mer skog på landets myrar” (Sandring & Kempe 2011). Skogslandskapet i norra Sverige är idag ett produktionslandskap med spridda fragment av natur- och naturnära skog som slutit sig sedan den tidiga (före mitten av 1900-talet) påverkan, och trivial kulturskog utan särskilda naturvärden som är 70 till 80 år och äldre och som är i eller inom kort kommer att vara i slutavverkningsbar ålder. Det är i dessa skogar som slutavverkning sker idag, vilket därmed ytterligare förstärker fragmentering och förlust av kvarstående enstaka äldre skogar och större sammanhängande skogsområden med gammal skog (Figur 1:1).



Figur 1:1. Exempel på kontinuitetsskog med höga naturvärden. Pellokielias Naturreservat i Norrbotten. Skogen karaktäriseras av luckighet, stor åldersspridning med många och mycket gamla träd och rik förekomst av grov död ved. Foto: Bengt Gunnar Jonsson.

Den kraftiga ökningen av skogsmark och virkesvolym i Sverige under 1900-talet är också till en del betingad av att annan mark omförts till skogsmark (Riksantikvarieämbetet 1996). Detta har fått till följd att också det öppna landskapet i norra Sverige, med dess naturvärden, biodiversitet och

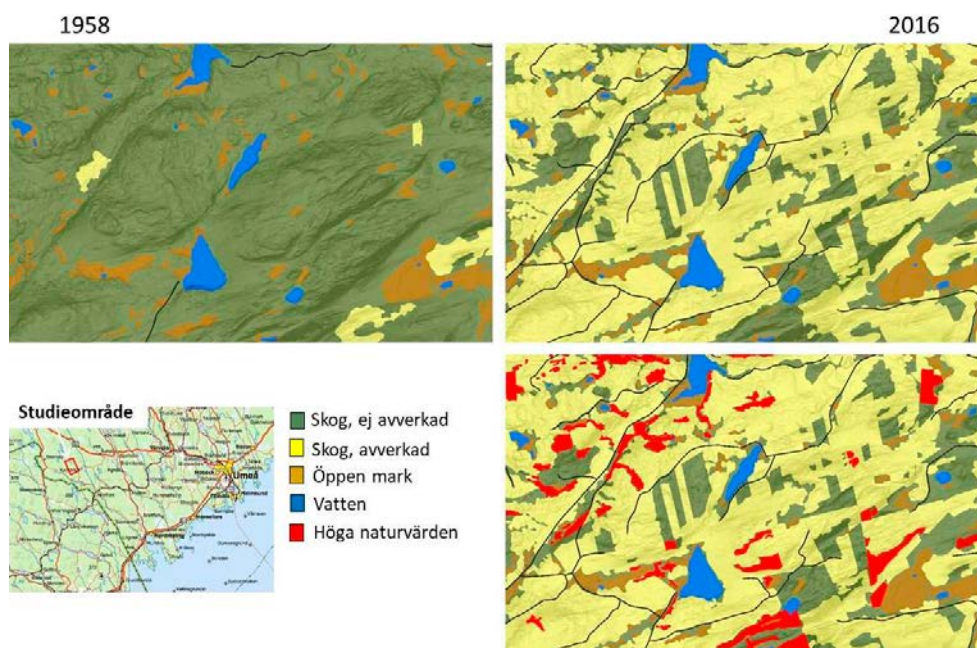
ekosystemtjänster, har påverkats kraftigt (Bergman m.fl. 2019). Med detta noterat, omfattas dock inte det öppna landskapets gröna infrastruktur i detta projekt.

För skogspolitiken finns två jämställda mål beslutade av riksdagen – ett produktionsmål och ett miljömål. Produktionsmålet innebär att skogen och skogsmarken ska utnyttjas effektivt och ansvarsfullt så att den ger en uthålligt god avkastning. Miljömålet innebär att skogsmarkens naturgivna produktionsförmåga ska bevaras och att växt- och djurarter som naturligt hör hemma i skogen ges förutsättningar att fortleva under naturliga betingelser och i livskraftiga bestånd. Det råder samsyn om att omfattande industriellt skogsbruk har påverkat ekosystemfunktioner, biologisk mångfald och ekosystemtjänster i skogsekosystem på ett negativt sätt, i Sverige (Snäll m.fl. 2016; Anon. 2019) såväl som på Europeisk (Sabatini m.fl. in rev.) och global nivå (IPBES 2019). Den biologiska mångfalden har i sig ett egenvärde och utgör det naturkapital som tillhandahåller de ekosystemtjänster som är grundläggande för en hållbar samhällsutveckling.

Försämringar eller förluster av arter och deras livsmiljöer äventyrar på sikt även vårt eget välbefinnande. Förlusterna av biologisk mångfald är därför tillsammans, och integrerat med, klimatförändringarna, det allvarligaste miljöhotet idag och en svår fråga att lösa för att uppnå de globala hållbarhetsmålen (Felton m.fl. 2019). Vad gäller skogens förmåga att binda kol och motverka klimatförändringar, kan skog vara både en kolsänka eller en kolkälla beroende på skogens utvecklingsfas, ålder, störningsregim och vilka skötselmetoder som används. Det råder idag dock olika meningar om detta. Det finns förespråkare för tesen att ett intensifierat skogsbruk och nyttjande av skogsprodukter som ersätter fossila bränslen och andra mindre ”klimatsmarta” produkter, leder till en högre nivå av upplagring av kol på lång sikt (Björheden 2019). Skyddad skog och skog som tilläts utvecklas och åldras naturligt fortsätter emellertid att lagra stora mängder kol, framför allt i marken (Jonsson & Wardle 2010). Därför förespråkas också tesen att obrukad skog bäst binder upp kol, och då framför allt på kort sikt, d.v.s. över det tidsspann på 10-30 år när vi kraftigt måste minska utsläppet av växthusgaser. Vilka slutsatser denna debatt leder till är oklart men en intensifiering av rådande skogsbruk skulle dock med all säkerhet äventyra den redan kraftigt påverkade skogliga biodiversiteten och skogarnas förmåga att leverera viktiga ekosystemtjänster.

I figur 1:2 visar vi ett exempel på den påverkan kal- och trakthyggesbruket har haft på norra Sveriges inlands- och kustlandskap från 1950-talet och fram till idag. På 1950-talet var detta inte ett naturlandskap utan ett landskap där skogarna redan hade påverkats av olika former av markanvändning, till exempel skogsbete, dimensionshuggning och blädning, sedan lång tid tillbaka. Men, med det skogsbruk som tillämpats sedan mitten av 1900-talet blev påverkan avsevärt mer omfattande och långtgående än tidigare. Under kalhyggesepoken var hyggena verkligen kala som en effekt av hyggesrensning, kemisk bekämpning av lövträd och radikal markberedning innan plantering.

Med traktbyggesbrukets införande lämnades i större utsträckning generell hänsyn där träd och annan vegetation lämnades kvar och det infördes mer skonsam markberedning (Gustafsson m.fl. 2012; Simonsson m.fl. 2015). Det är därför en skillnad mellan tidigare (kal-) och senare (trakt-) hyggen. I traktbyggesbruket, och speciellt på certifierade skogsmarker, förs viktiga strukturer ("ekologiska minnen"; Bengtsson m.fl. 2003) i viss utsträckning vidare in i kommande skogsgeneration.



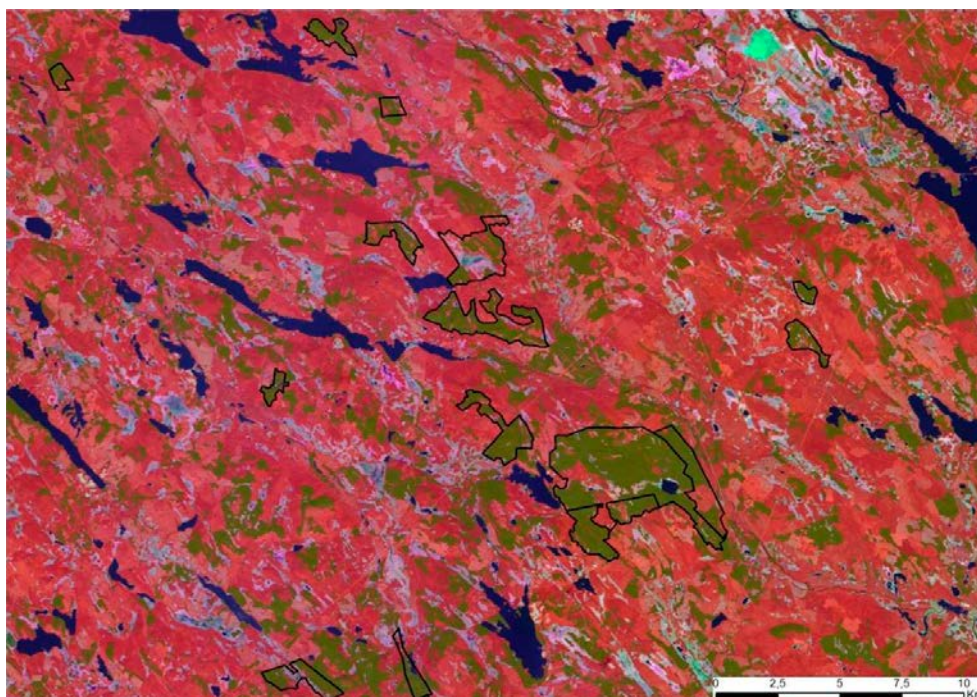
Figur 1:2. Bjurholms kommun, Västerbottens län. Kartan visar ett närmare 3000 ha stort område med 90 % skogsmark (2 600 ha), varav 72 % (1 900 ha) avverkades mellan 1958 och 2016. Den nedre, högra kartan visar samtliga registrerade områden med höga naturvärden (2018), varav 1 naturreservat, 1 naturvårdsavtal och i övrigt nyckelbiotoper och frivilliga avsättningar. Data: Tillgängliga satellit- och flygbilder. Källa: Jon Andersson, Sweco.

En tydlig och generell förändring i skogslandskapet under 1900-talet är att andelen gammal skog har minskat. På statens mark i Norrland och Dalarna nedanför odlingsgränsen utgjordes 1915 hela 43,5 % av skogsmarksarealen av skog äldre än 150 år, medan motsvarande siffra 1990 var drygt 7 % (Linder & Östlund 1992). För Lycksele i Västerbotten var andelen skog över 150 år mer än 83 % på 1910-talet (Östlund m.fl. 1997). På landskapsnivå tillkommer dessutom anläggning av diken och vägar som skapar ytterligare fragmentering. I Sverige har till exempel omkring 1,5 miljoner ha torvmark dikats ut för skogsproduktionssyften (Wesström m.fl. 2017) vilket förändrat ekosystemen och omfört ett markslag till en annat.

De naturvärden som finns idag i skogslandskapet förekommer främst i de skogar som inte har avverkats på lång tid (Nordén m.fl. 2014). Samtliga förekommande områden med höga naturvärden i detta exempel (Figur 1:2), inklusive ett naturreservat och ett naturvårdsavtal, är i sådana skogar. Trots

tidigare påverkan på skogen finns alltså höga naturvärden kvar. Bland de skogar som inte är avverkade förekommer dock också skog utan särskilda naturvärden, som triviala produktionsskogar och lågproduktiva skogsmarker på våta och/eller skarpa ståndorter inklusive höga, branta och blockrika områden. Även om lågproduktiva skogsmarker och impediment i allmänhet har lägre naturvärden (Hämäläinen m.fl. 2018), är det ofta sådana skogsmiljöer som bildar sammanhängande skogsstrukturer och fungerar som viktiga spridningslänkar och nätverk för arter och bidrar därmed till att upprätthålla skogslandskapets biologiska mångfald.

Även på en större geografisk skala är fragmenteringen av skogslandskapet påtaglig. Figur 1:3 visar ett område i norra Västernorrlands och Västerbottens inland, där Björnlandets Nationalpark är det enda större området med kvarvarande, intakt skog. Med de omfattande avverkningarna är Björnlandet och de mindre skyddade områdena i dess närhet i stort sett isolerade; möjligheterna är små att med ytterligare skydd skapa fungerande spridningslänkar och nätverk (Svensson m.fl. 2019). I detta landskap, såväl som i stora delar av norra Sveriges skogslandskap, behövs därför naturvärdesrestaurering och riktade åtgärder för att återskapa naturvärden och därmed förutsättningar för att säkerställa ekologiska funktioner och en fungerande grön infrastruktur (Bernes m.fl. 2015; Chazdon m.fl. 2016). I detta sammanhang vill vi också lyfta fram kanteffekternas betydelse på landskapsnivå. Hyggen skapar kanteffekter in i kvarvarande skog, effekter som kan vara vidsträckta och omfattande (Pfeifer m.fl. 2017). I areellt små områden är den relativa area som påverkas av kanteffekter stor i förhållande till den totala arealen, vilket ytterligare förstärker effekten av skapade skogskanter och fragmentering och minskar arealen kärnområde med höga naturvärden (Aune m.fl. 2005; Ritters m.fl. 2016).

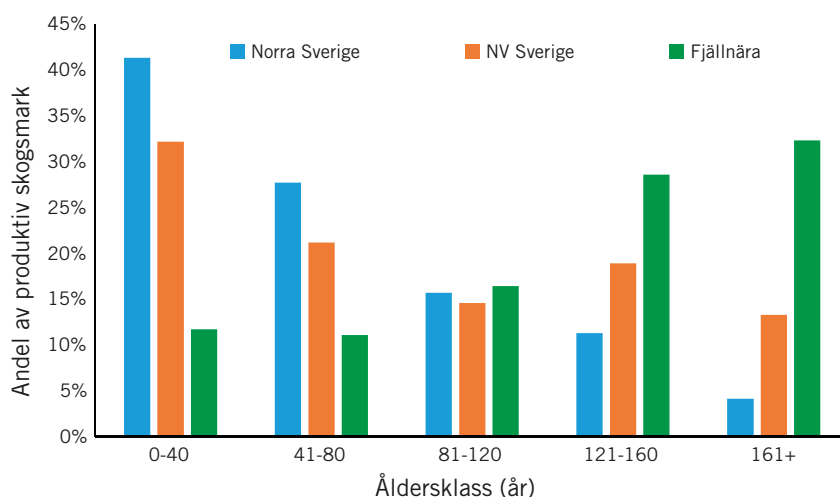


Figur 1:3. Satellitbild (2016) över Västerbottens och norra Västernorrlands inland. Björnlandets Nationalpark (2 369 ha) är det enda större sammanhängande området av kvarvarande ej avverkad skog sedan 1950-talet. Grönt: ej avverkad skog; Rött i olika nyanser: avverkad skog sedan 1950-talet; Blått: vatten; Ljusare färger: öppen mark; Svart linje: formellt skyddade områden.

Källa: Eva Ahlcrona, Metria.

I nordvästra Sverige, definierat som de kommuner som sträcker sig längs fjällkedjan (Roberge 2018) och i synnerhet ovanför den fjällnära gränsen är påverkan av kal- och trakthyggesbruk dock mindre omfattande, och det finns i större utsträckning kvar skog med höga naturvärden (Claesson 2018). Detta avspeglas i nuvarande fördelning av skyddad skog. Av total skogsmarksareal respektive produktiv skogsmarksareal är 56,3 % och 52,5 % formellt skyddat ovanför fjällnära gränsen, att jämföra med 2,7-4,7 % och 2,5-4,5 % i norra Sverige nedanför denna gräns (SCB 2019). Den mindre omfattande skogsbrukspåverkan avspeglas också i skogens åldersklassfördelning. I figur 1:4 visar vi åldersklassfördelningen i norra Sverige, nordvästra Sverige och det fjällnära området; andelen skog 80 år och yngre är lägre, andelen skog äldre än 120 år högre, och andelen riktigt gammal skog (äldre än 160 år) är betydligt högre ovanför fjällnära gränsen än i nordvästra och norra Sverige i övrigt (Jonsson m.fl. 2019).

De stora, sammanhängande naturnära barr-, fjällbarr- och fjällbjörkskogarna längs den Skandinaviska fjällkedjan representerar ett av mycket få större och sammanhängande områden med så kallad intakt skog i EU och Europa, och har därmed uppmärksammats i en lång rad olika globala studier (bl.a. Potapov m.fl. 2008; Hansen m.fl. 2013; Heino m.fl. 2015; Potapov m.fl. 2017; Watson m.fl. 2018; Di Marco m.fl. 2019), som ett område av stor internationell betydelse att bevara. ”Den fjällnära barrskogens gröna bälte” (se kapitel 4) är med



Figur 1:4. Åldersklassfördelning för norra Sverige, nordvästra Sverige och fjällnära regionen (ovanför fjällnära gränsen). Data från Riksskogstaxeringen (2012-16) för produktiv skogsmark utanför skyddade områden. Efter Jonsson m.fl. (2019).

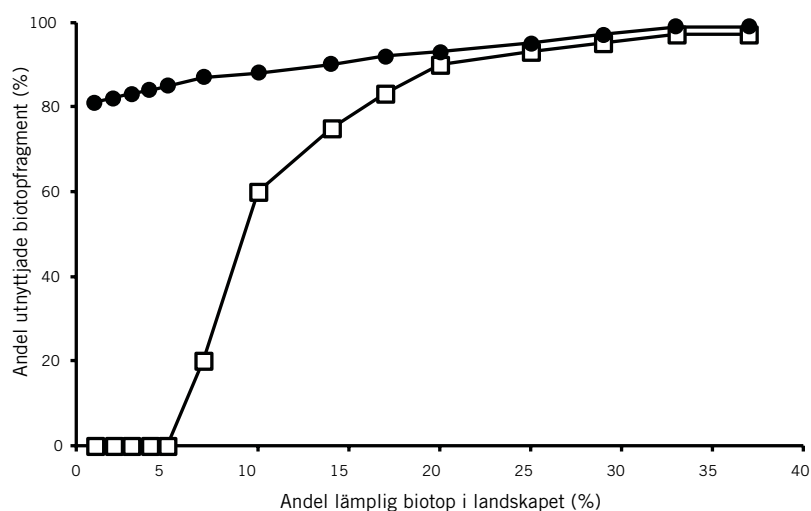
en syd-nordlig utsträckning på omkring 800 km (fågelvägen), motsvarande cirka 1/3 av den Skandinaviska fjällkedjan från Stavanger till Nordkap, en unik resurs som värdeelement, värdekärna, värdetrakt, spridningszon, spridningslänk och värdenätverk i sig och som ”hemområde” och en viktig utgångspunkt för en fungerande grön infrastruktur i skog i norra Sverige (Svensson m.fl. in rev.).

1.2 Naturvårdslandskap

Dagens skogslandskap har en betydande och tilltagande fragmentering där kvarvarande värdekärnor i stor utsträckning inte har funktionell konnektivitet (Svensson m.fl. 2019). I Västerbottens kustland har arealen på de områden som består av skog äldre än 50 år minskat från i medeltal 35 ha 1954 till 5 ha 2005, medan genomsnittstorleken i inlandet har minskat från 90 ha till 10 ha under samma tidsperiod (Ecke m.fl. 2013). För en gradient från kust till fjäll i Västerbottens och delar av Jämtlands och Västernorrlands län visar vi här att andelen värdekärnor har minskat dramatiskt sedan kal- och trakthyggesbrukets införande (se kapitel 3). För många arter innebär det ökad risk för utdöende både inom värdekärnorna – som är för små och för påverkade av kanteffekter – och på grund av begränsningar i spridning och rörelse från en livsmiljö till nästa. Fragmenteringen leder därför till ett minskande antal arter i landskapet (Andrén 1994).

Med artbevarande som utgångspunkt är antagandet att det finns tröskelvärden för arealen livsmiljöer på landskapsnivå en viktig utgångspunkt (Figur 1:5; Andrén 1995; Angelstam m.fl. 2010). Var på gradienten av kvarvarande livsmiljöer dessa tröskelvärden finns varierar givetvis mellan olika arter och artgrupper (se t.ex. Ranius & Fahrig 2006). Dock visar både teoretiska och empiriska analyser tydligt att en koncentration av skyddade områden och

naturvårdsinsatser leder till högre funktionalitet och större möjlighet att säkerställa arters långsiktiga överlevnad. Den som tydligast formulerat detta var Professor Ilkka Hanski (t.ex. Hanski 2000; Rybicki & Hanski 2013). För att på ett enkelt sätt kommunicera sina slutsatser formulerade Hanski idén om ”en tredje av en tredjedel” (Hanski 2011). Med detta menas att för en tredjedel av landskapen så bör minst en tredjedel utgöras av områden med höga naturvärden – vilket ska tolkas som ursprungliga habitat. Formuleringen bygger en rad empiriska och teoretiska studier och som en generell rekommendation utgör denna Hanski’s tumregel en central teoretisk utgångspunkt för grön infrastruktur.



Figur 1:5. Tröskelvärden utgör en viktig teoretisk utgångspunkt för att värdera arters möjlighet att överleva i fragmenterade landskap. Den övre figuren visar effekten för två hypotetiska arter där den ena (fyllda cirklar) inte påverkas av fragmenteringen i sig utan i stort sett finns kvar i alla kvarvarande livsmiljöer med endast slumpvisa utdöenden. Den andra arten (öppna fyrkanter) är däremot känsligt för isolering (och kanteffekter) och visar därmed på ett tröskelvärde där artens möjlighet att fortleva i landskapet snabbt minskar vid habitatfragmentering och där arten försvinner även om en viss men liten andel livsmiljö finns kvar. Den nedre figuren illustrerar hur arealen och storleken av sammanhängande områden förändras i ett landskap när andelen återstående habitat (vita pixlar) minskar från 100 % till 0 % och där återstående habitat successivt fragmenteras och isoleras. Källa: Henrik Andrén (1995), s. 45 och 49.

Tanken livskraftiga populationer för arter kräver funktionella landskap där tröskelvärden för många arter ligger i storleksordningen av 30 % ursprungligt habitat, utgör i sig en stor utmaning. Vare sig från ett ekonomiskt eller ekologiskt perspektiv finns det möjligheter att åstadkomma detta över hela det svenska skogslandskapet. Historisk markanvändning har skapat utarmade

landskap med återstående fragment av ursprungliga habitat och det är därför, oavsett de ekonomiska konsekvenserna för skogsbruket, sannolikt inte meningsfullt att i dagsläget argumentera för att avsätta 30 % av det svenska skogslandskapet för naturvårdsändamål. Det bör däremot vara rimligt att inom utvalda delar av skogslandskapet identifiera sammanhängande områden med större andel naturnära skogar och i dessa landskap koncentrera bevarandensatser och restaurering; det vill säga att tillämpa Hanski's tumregel i så kallade "naturvårdslandskap".

Detta teoretiska resonemang är välgrundat i ekologisk teori och länkar väl till de utgångspunkter som finns i svensk naturvård. De värdeetrakter som används inom länsstyrelsernas gröna infrastrukturplanering och begrepp som spridningszoner och spridningslänkar kopplar väl till detta. Det finns dock en rad följdfrågor som måste beaktas, bland annat hur stora dessa landskap bör vara för att vara funktionella och vilken mån det finns dataunderlag och kunskap för att avgränsa dessa (Sverdrup-Thygeson m.fl. 2016) och hur kvaliteter på livsmiljö kan skattas (Mikusiński & Edenius 2006). I dessa frågeställningar innefattas också betydelsen av kärnområden, det vill säga den del av habitaterna som inte direkt påverkas av kanteffekter (Aune m.fl. 2005; Harper m.fl. 2016; Ruete m.fl. 2017) och den rumsliga isoleringen av enskilda habitat. Inom ramen för projektet har vi försökt belysa olika aspekter på dessa frågeställningar. Från ett tillämpat perspektiv så utgör även frågan om hur värdefulla områden utanför prioriterade landskap (värdeetrakter) ska hanteras och i vilken mån sociala värden, som medborgares tillgång till naturområden) påverkas av en strikt prioritering av insatser till naturvårdslandskap.

1.3. Grön infrastruktur i det boreala skogslandskapet

Begreppet grön infrastruktur inkluderar i sig ett flertal olika förhållningssätt och begrepp som tillsammans utgör en grundstruktur och nomenklatur för att fördjupa förståelsen av den komplexitet som måste beaktas för funktionellt bevarande av biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Ett underlag är den rådgivning som Naturvårdsverket tagit fram inför länsstyrelsernas arbete med grön infrastruktur (Naturvårdsverket 2017). Tre av begreppen – värdeelement, värdekärna, och värdeetrakt – utgör en hierarki från förekomsten av specifika strukturer och fenomen som om de finns i tillräcklig omfattning leder till en ekologisk funktionell värdekärna. En värdeetrakt ses som ett landskap med en större ansamling av värdekärnor som skiljer ut sig från andra landskap där en sådan ansamling av värdekärnor inte finns. Begreppen spridningszon, spridningslänk och värdenätverk är också en hierarki som relaterar till möjligheten för enskilda arter eller artgrupper att sprida sig mellan värdekärnor och värdeetrakter, och kopplar därmed till arters överlevnad på landskapsnivå – det vill säga det som inom ekologin brukar benämnas metapopulationsdynamik (Hanski 1999).

För begreppet värdeetrakt så tas ingen egentlig hänsyn till att olika skogs- eller habitattyper kan ingå som värdekärnor. Här handlar det främst att identifiera landskap som generellt har höga naturvärden. Däremot sätter begreppet värdenätverk fokus på förekomsten av specifika livsmiljöer. Denna skillnad påverkar hur planering och analys av grön infrastruktur kan genomföras och att funktionella värdenätverk måste bygga på förekomst av specifika habitattyper. En logisk utgångspunkt är att använda skogsnaturtyperna i EU:s habitatdirektiv (DG Environment 2013) som sådana specifika habitattyper för värdenätverk. För norra Sverige uppstår dock problem då den absoluta majoriteten av skogsarealen utgörs av ”västlig taiga” (habitattyp 9010), och som inkluderar många olika habitattyper med distinkt olika artsammansättning och ekologi. Det är inte självklart funktionellt att etablera värdenätverk på en sådan brett definierad naturtyp. Inom ramen för Sveriges rapportering till EU pågår för närvarande en process där Artdatabanken tillsammans med SLU identifierar ett antal undertyper till västlig taiga som på ett bättre sätt representerar olika livsmiljöer för olika arter och artgrupper. Denna indelning skiljer till exempel ut hållmarkstallskog, boreal tallskog, barr- och blandsumpskog och gråalskog inom västlig taiga. Trots detta utgör undertypen boreal successionsskog fortfarande en stor andel av västlig taiga, vilket påkallar ett behov av en ytterligare uppdelning för habitattyper som är funktionella i ett grön infrastruktur-perspektiv.

I ett planeringsperspektiv så kommer i praktiken skogens gröna infrastruktur att länkas samman med andra markslag. För vissa av dessa finns naturliga kantzoner som en viktig komponent; övergångar från land till vatten och från myrar och mellan kulturmarker och skog har sina specifika naturvärden som på landskapsnivå tillsammans bildar ett gemensamt värdenätverk. I norra Sverige har sammanhängande nätverk av gammal och gärna gles skog på svagare ståndorter med marklav och hänglavs betydelse som funktionella flyttleder från kust till fjäll för rennäringen (Sandström m.fl. 2016).

För grön infrastruktur i det boreala skogslandskapet behövs alltså ett helhetsperspektiv på hur skog och andra markslag förhåller sig geografiskt till varandra och där naturliga eller skapade övergångszoner beaktas (Esseen m.fl. 2016). Det behövs också information om storleksförhållanden och hur olika stora områden är lokaliserade i förhållande till varandra, vilka olika skogliga habitattyper som finns var, i vilken mängd, och hur isolerade dessa är ifrån varandra med avseende på arters spridningsbiologi och metapopulationsdynamik. Vidare behövs information om landskapens historik. Vilka förändringar har skett över tid och hur har det påverkat dagens utbredning och sammansättning av värdekärnor och deras inneboende biodiversitet och ekosystemtjänster?

Grön infrastruktur handlar om landskapsplanering – därför behövs också handlingsplaner på landskapsskala om hur värdekärnor med värdeelement kan sammanlänkas till värdekärnor med funktionella spridningszoner, spridningslänkar och värdenätverk (Naturvårdsverket 2018). Med den omfattande påverkan som skett i en mycket stor andel av norra Sveriges skogslandskap förutsätter detta att riktade insatser görs för att restaurera och återskapa

habitat på rätt plats i landskapet. De redan skyddade skogsområdena räcker inte till och givet pågående skogsbruk, begränsade resurser och långa handläggningstider i reservatsarbete, kan man sannolikt inte enbart förlita sig på att ytterligare skydd i de återstående fragmenten av natur- och naturnära skogshabitat ska resultera i en fungerande grön infrastruktur.

1.4. Projektets syfte och mål

Grön infrastruktur innebär att strukturer, habitat och ekosystemtjänster som har betydelse för bevarande av biologisk mångfald hålls samman i ett fungerande ekologiskt nätverk även under pågående skogsbruk, annan markanvändning och klimatförändringar (EU Commission 2013; Naturvårdsverket 2018). I grön infrastruktur ingår alltså att landskapen ska användas och naturresurser ska kunna brukas utifrån ett hållbarhetsperspektiv med ekonomiska, ekologiska och sociokulturella utgångspunkter. Det är också en förutsättning att grön infrastruktur omfattar alla ekologiskt relevanta skalor, från ett punktobjekt med dess specifika värden, till det habitat som upprätthåller gynnsamma livsmiljöer och till det landskap där dessa värden kan röra sig och sprida sig till nya livsmiljöer i strukturellt och funktionellt sammanhängande länkar. Sådana landskap har ekologisk konnektivitet och fungerande metapopulationsdynamik.

Med en historisk, nutida och framtida påverkan av skogsbruk behöver grön infrastruktur i skogslandskapet baseras på bästa möjliga underlag om var och hur befintligt skyddade skog kan kompletteras med ytterligare skydd, restaureringar och anpassningar i skogsbruket. Det behövs också kunskap om arters och artgruppers landskaps- och habitatkrav för att anpassa grön infrastruktur till den biologiska mångfald som ska finnas i skogslandskapet. Höga naturvärden i det boreala skogslandskapet är i stor grad knutna till skog med kontinuitetsvärden; i meningen kontinuitet över tid av livsmiljöer i form av strukturer, habitat och tillräcklig mängd habitat i ett landskapsperspektiv. Sådana skogar är därför särskilt viktiga och prioriterade i naturvårdsarbetet.

I detta projekt har vi analyserat landskapsförändringar förorsakade av kalhygges- och trakthyggesbruk och var i landskapet det finns kvarvarande skogar med potentiellt höga naturvärden. Utgångspunkter är dels den kartläggning som Metria presenterade 2017 av potentiella kontinuitetsskogar och avverkningar under 70 år, och dels en förändringsanalys över 50–60 år av ett område från kust till fjäll inom Västerbottens, Västernorrlands och Jämtlands län. Med dessa underlag har vi analyserat förutsättningarna för en fungerande grön infrastruktur.

Projektets övergripande mål har varit att ta fram ett kunskapsunderlag för effektivt naturvårdsarbete och hållbar markanvändning i ett landskapsperspektiv. Kunskapsunderlaget ska kunna användas av Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och Länsstyrelserna i deras dagliga arbete med att prioritera naturvårdsinsatser och genomföra arbetet med grön infrastruktur. Även de

större markägarna (skogsbolag) bör kunna använda underlagen för sin landskapsplanering. De mest centrala frågeställningarna i projektet har varit:

- Var skog med kontinuitetsvärden finns kvar och hur dessa kan bidra till en fungerande grön infrastruktur i skogslandskapet;
- Hur de ekologiska förutsättningarna är för den biologiska mångfalden i ett landskapsperspektiv över tid;
- Vad som krävs för att uppnå en fungerande grön infrastruktur utöver nuvarande avsättningar, frivillig hänsyn och generell hänsyn.

2. Data och metoder

I detta kapitel redovisar vi några av de viktigaste datakällor och metoder som vi har använt i projektet och hur vi har tillämpat dem. För ytterligare information så hänvisar vi till de artiklar som är publicerade eller under publicering (se även källförteckningen).

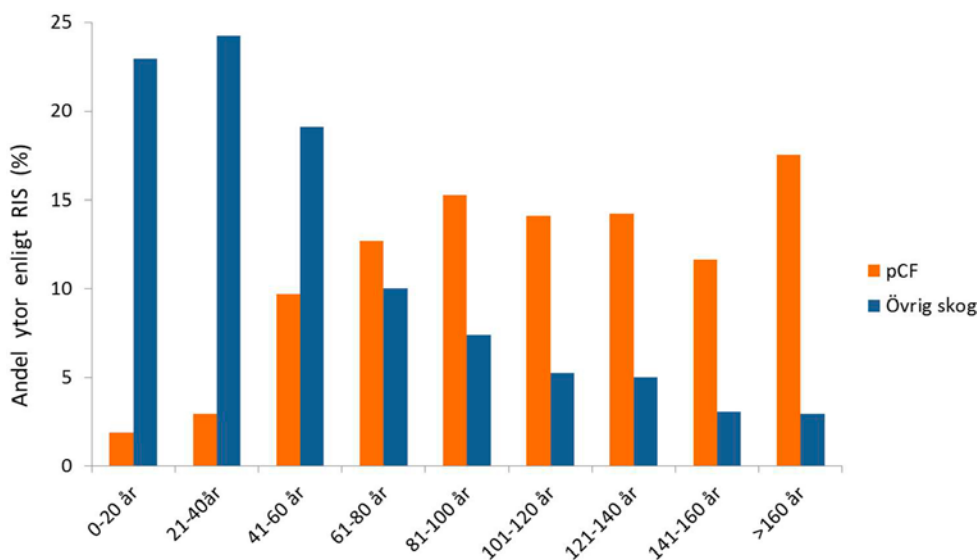
Den kartering av potentiell kontinuitetsskog som slutfördes av Metria 2017 på uppdrag av Naturvårdsverket (Ahlcrona m.fl. 2017a) och som är tillgänglig i Naturvårdsverkets miljödataportal, har utgjort centrala data i projektet. Detta är egentligen en kartläggning av avverkad skog 0,5 ha och större samt skogsbälten 20 m och bredare. Utifrån tillgängliga satellitbilder och flygbilder till 1950-tal och framåt finns heltäckande data över den boreala regionen i Sverige. Skog som inte har avverkat under denna tidsperiod, som för stora delar av norra Sverige motsvarar kal- och trakthyggesbruksepoken, betecknas som potentiell kontinuitetsskog. Detta är alltså skog som kan ha kontinuitetsvärden och andra naturvärden, men som också kan vara triviala medelålders och gamla skogar utan särskilda naturvärden och även ha sentida påverkan i form av gallringar. Metria (Ahlcrona m.fl. 2017b) har uppskattat att upp till 55 till 70 % av arealen (gäller skogsområden ≥ 5 ha) är skog utan spår av skogsbruksgärder och att överskattningen är som störst i kustlandet och minskar mot fjällområdet. Överskattningen är också större i älvdalar och flacka sedimentområden där jordbruk och annan markanvändning har en lång historia (Svensson m.fl. 2019).

I denna rapport och i de artiklar som projektet har genererat används förkortningen *pCF* (proxy Continuity Forests) för dessa potentiella kontinuitetsskogar.

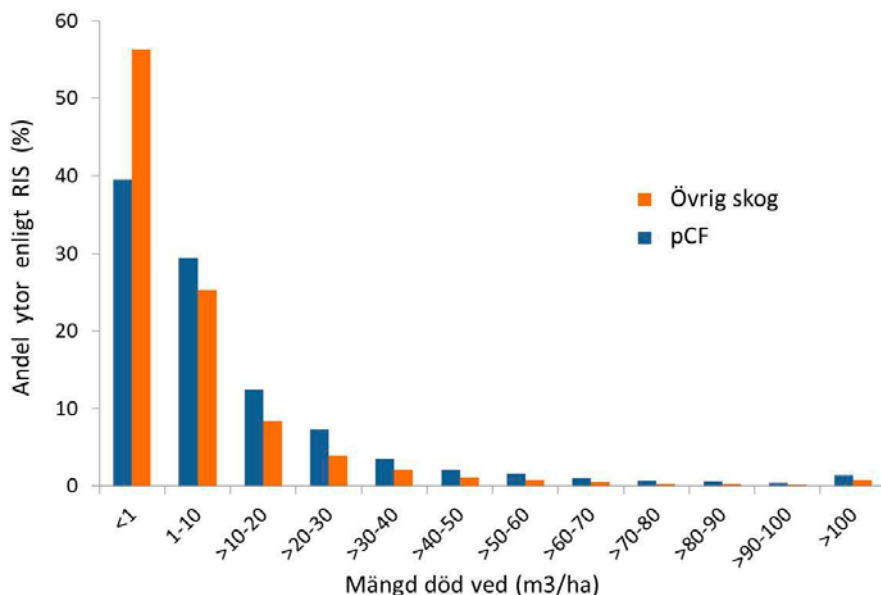
Vi har analyserat och validerat Metrias kartering av *pCF* med oberoende data från Riksskogstaxeringen. I skog som karterats som *pCF*, är produktiv skogsmark det dominerande markslaget (69 %), följt av skog på myr- och bergimpediment (13 %), fjällbarrskog (7 %) och fjällmiljö avseende fjällbjörkskog (8 %). Sammantaget är 98 % av *pCF* inom det som är skogsmark och träd- och buskmark enligt Riksskogstaxeringen. Skog karterad som *pCF* är också äldre än annan skog. Omkring 58 % av *pCF* är äldre än 100 år, att jämföras med endast 16 % i annan skog (Figur 2:1). Mycket gammal skog (ålder >160 år) utgjorde 18 % av *pCF* jämfört med 3 % i annan skog. Samtidigt var andelen skog yngre än 60 år så låg som 3 %, jämfört med 65 %. Den genomsnittliga mängden död ved inom *pCF* var 12,3 m³/ha jämfört med 7,2 m³/ha. Utöver detta var andelen provytor med minst 40 m³ död ved per hektar större för *pCF* (9 %) jämfört med annan skog (5 %) (Figur 2:2).

Utifrån denna analys, som även innehåller andra sammanställningar som inte redovisas här, kan vi utgå ifrån att kartläggningen av *pCF* omfattar skog som är både äldre och innehåller mer död ved och andra naturvärdeskaraktärer än övriga skogar, och därför har förutsättningar att i större grad representera redan kända och hittills inte kända skogar med höga naturvärden. I själva verket är det också så att formellt skyddad skog i stor utsträckning

utgörs av skog som karterats som pCF. Enligt Ahlcrona (2017a) är 98 % av skyddad skog (inklusive Natura 2000) ovanför fjällnära gränsen också karterad som pCF. I denna analys har vi inte undersökt hur stora de regionala skillnaderna är mellan pCF och övrig skog, men i Metrias underlag (Ahlcrona 2017a) framgår det att det överlag är bättre precision i karteringen i norra Sverige, d.v.s. från Jämtland och Västernorrland och norrut.



Figur 2:1. Åldersfördelning i potentiell kontinuitetsskog (pCF) (n = 7 029) och skogsmark i övrigt (n = 14 800) enligt data från Riksskogstaxeringen (2012-16). Följande markanvändningar är inkluderade i beräkningen av skogsmark: produktiv skog, myr- och bergimpediment, fjällbarrskog.



Figur 2:2. Fördelning av mängden död ved i potentiell kontinuitetsskog (pCF) (n = 7 034) och skogsmark i övrigt (n = 19695) enligt data från Riksskogstaxeringen (2012-16). Följande markanvändningar är inkluderade i beräkningen av skogsmark: produktiv skog, myr- och bergimpediment, fjällbarrskog.

Utöver data från Metria genomförde vi inom projektet en liknande kartering över ett område från kust till fjäll över större delen av Västerbottens och delar av Jämtlands och Västernorrlands län. Denna presenteras i kapitel 3. Den avgörande skillnaden gentemot Metrias kartering är att denna är uppbyggd som en tidsserie; de avverkningar som är gjorda har tidsatts till ett visst år och sammanförda i 10-års tidssteg i analyserna. Detta ger möjligheter att tolka den faktiska förändringen över tid i form av avverkningarnas strukturella påverkan i landskapet, inklusive hur arealer (avverkade respektive inte avverkade), konfiguration, och fragmentering successivt förändrats. Detta är avgörande information för möjligheter att tolka landskapsförändring med avseende på ekologisk funktionalitet, funktionell konnektivitet, och faktorer som utdöendeskuld av arter och baslinjeskattningar; vilka förändringar har påverkat den biologiska mångfald och de ekosystemtjänster som skogslandskapet representerar idag och vad är baslinje för en fungerande grön infrastruktur? Metrias kartläggning är i princip binär, i meningen avverkad eller inte avverkad skog i absolut mening, och detta begränsar användbarheten av dessa data för forskningen. Vi vill med detta göra ett medskick till Metria och Naturvårdsverket om att en komplettering med en tidsserie i karteringen av potentiell kontinuitetsskog i boreal skog, vid sidan av de preciseringar som sker nu, kommer att resultera i väsentligt större möjligheter för analyser med noggrannhet och precision.

Skiktet Skogliga värdekärnor (Metria 2017) är ett nationellt skikt som innehåller kända och registrerade områden med höga naturvärden i skog och definieras som skog som utifrån beståndsstruktur eller artförhållanden bedömts ha en stor betydelse för skyddsvärd fauna och flora och/eller för en prioriterad skogstyp. Skiktet innehåller både skogsmark som är skyddad och skogsmark som inte är skyddad: 1) Skyddad skog (beslut eller avtal finns): nationalparker, naturreservat, områden med föreskrifter mot skogsbruk, naturvårdsområden, biotopskyddsområden, naturvårdsavtal inklusive ekoparks- och vitryggsavtal (områden med målklass naturvård orört och naturvård skötsel), registrerade Natura 2000 habitat (SCI-områden karterade som potentiella habitat); 2) Ej skyddad skog: planerade och föreslagna naturreservat utan beslut, funktionsindelning utanför värdekärna i naturreservat, värdekärna inom SNUS-objekt (Statliga natur- och urskogar), nyckelbiotoper, naturvärdesobjekt, markersättningar där det inte finns beslut om skydd. Skiktet är tillgänglig i Naturvårdsverkets miljödataportal

I denna rapport och i de artiklar som projektet har genererat använder vi förkortningen *HCVF* (High Conservation Value Forests) för skogliga värdekärnor.

Nationella marktäckedata publicerades 2019 (Naturvårdsverket 2019) och är och är tillgänglig i Naturvårdsverkets miljödataportal. Karteringen genomfördes 2017 t.o.m. 2019 och ska enligt plan uppdateras vart 5:e år. Nationella marktäckedata är hierarkiskt uppbyggd med 6 huvudsakliga markslag. Markslag skog är i sin tur indelad i skog på våtmark respektive på fastmark och på 8 olika skogstyper som bygger på dominerande trädslag

eller trädslagsblandning. Med tilläggsikt är det också möjligt att skilja på produktiv mark och impediment, skilja ut låg fjällskog (i huvudsak fjällbjörk-skog) och klassificera skog efter beståndshöjd.

För täthetsanalyser har vi använt så kallade ”moving window” analyser, som är en statistisk modellering för att analysera pixelinformation genom att skapa en kontinuerlig serie av medelvärden och avvikelser från medelvärden, och på så sätt en segmenterad modell av ett nätverk. Analyserna görs i GIS där det ”rörliga fönstret” söker genom ett raster inom en angiven sökradie och summerar arealen av pixlar med vissa egenskaper inom sökradien till varje pixel. Resultatet blir ett nytt raster där varje pixel visar den summerade arealen av angränsande pixlar. Genom att dividera det nya rastret med sökcirkelns area skapas en modell som ger procentandelar av den sökta egenskapen. På detta sätt ger analysen tätheter av vissa egenskaper inom ett specifikt landskapsavsnitt, exempelvis andel värdekärnor av skog. Modellen ger också information om hur täthet, av värdekärna eller andra egenskaper, varierar och fördelar sig geografiskt.

För konnektivitetsanalyser använde vi programvaran Circuitscape (McRae m.fl. 2008). Programmet är speciellt användbart för större geografiska områden där det inte är särskilda egenskaper hos t.ex. arter eller artgrupper som utgör data (Koen m.fl. 2014), utan förekomst eller inte förekomst av specifika egenskaper, som i detta fall avser inte avverkad eller avverkad skog. Modellen beräknar ledningsförmåga inom ett område utifrån ett antal noder längs områdets ytterkanter, och identifierar delar med hög respektive låg resistans, där låg resistans motsvarar högre konnektivitet. Modellen är väl använd för identifiering av viktiga habitatnätverk och komponenter i praktisk naturvård (Dickson m.fl. 2017, 2018).

Den fjällnära gränsen (Prop. 1990/91:3) etablerades 1991 och är uppmärksam i denna rapport som en policy som har fått stor effekt på kvarlämnad natur- och naturnära fjällnära skog och generellt som en policy som har fått tydligt positiva effekter för naturvård i ett landskapsperspektiv (Figur 2:3). Denna gräns tillkom på förslag av Ulf von Sydow (von Sydow 1988) efter en livlig medial och parlamentarisk debatt om konsekvenserna av ett alltför omfattande kalhyggesbruk i den fjällnära skogen. Syftet med den fjällnära gränsen är att garantera anpassningar i skogsbruket för att tillgodose naturvårdens, kulturmiljövårdens och rennäringens intressen. I skogsvårdslagstiftningen (15 och 18 §§; Skogsstyrelsen 2017) innebär gränsen en tillståndsplikt för avverkningar, till skillnad från enbart en anmälningsplikt som i resten av det svenska skogslandskapet.

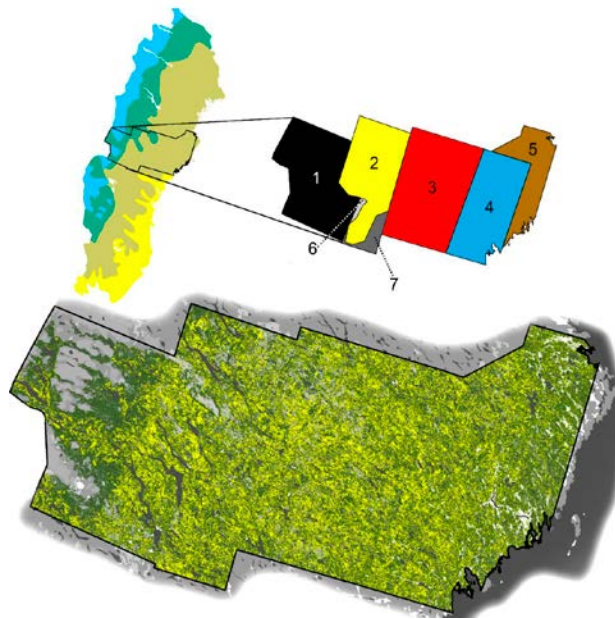
I denna rapport presenterar vi ett antal studier som omfattar hela eller delar av norra Sverige. Här används fjällnära gränsen för att dela in det fjällnära området från övriga delar av norra Sverige. Vi använder också nordvästra Sverige; omfattande samtliga 15 fjällkommuner samt delar av Torsby kommun (Roberge 2018). I övrigt använder vi länsgränser och kommungränser. I en studie (kapitel 3) är delområdena definierade av satellitbildsmosaiker, och i en studie (kapitel 5.3) har vi gjort en utjämnad geografisk zonerings från kust till fjäll och relativ indelning i höjdbälten i varje zon.



Figur 2:3. Den fjällnära gränsen har inneburit att skog averkas i betydligt mindre omfattning (se kapitel 5.2). Stora och sammanhängande områden med skog finns kvar, som i Tjeggelvass naturreservat, Norrbotten (övre fotot, Bengt Gunnar Jonsson)). I älddalar och på låglänta partier med stor andel myrmark, som här i landskapet söder om Satsfjället i Vilhelmina kommun, Västerbotten, är skogsmarken naturligt fragmenterad (nedre fotot, Johan Svensson).

3. Landskapsförändringar i tid och rum från kust till fjäll

Kal- och trakthygesskogsbruket har påverkat skogslandskapet i norra Sverige på ett mycket påtagligt sätt. Hur har då skogslandskapet förändrats över tid? Vad finns i form av kvarlämnade ännu ej avverkade skogar inklusive ej produktiv skogsmark i övrigt, hur är dessa fördelade från kust till fjäll, och hur kan dessa komplettera redan skyddade områden och bygga upp en fungerande grön infrastruktur? Inom ett ca 46,000 km² stort studieområde från kust till fjäll över större delen av Västerbottens län och delar av Västernorrlands och Jämtlands län, har vi sammanställt och analyserat historiska avverkningar baserat på satellitbilder (Figur 3:1). Förändringsanalysen omfattar perioden 1973 till 2013, uppdelat i 5 st. 10-års tidssteg. Studieområdet utgjordes av den mosaik som bildades av satellitbilderna, med 5 zoner från kust till fjäll: ”kustland”; ”östra inlandet”; ”västra inlandet”; ”övre inlandet” och ”fjällområdet”.

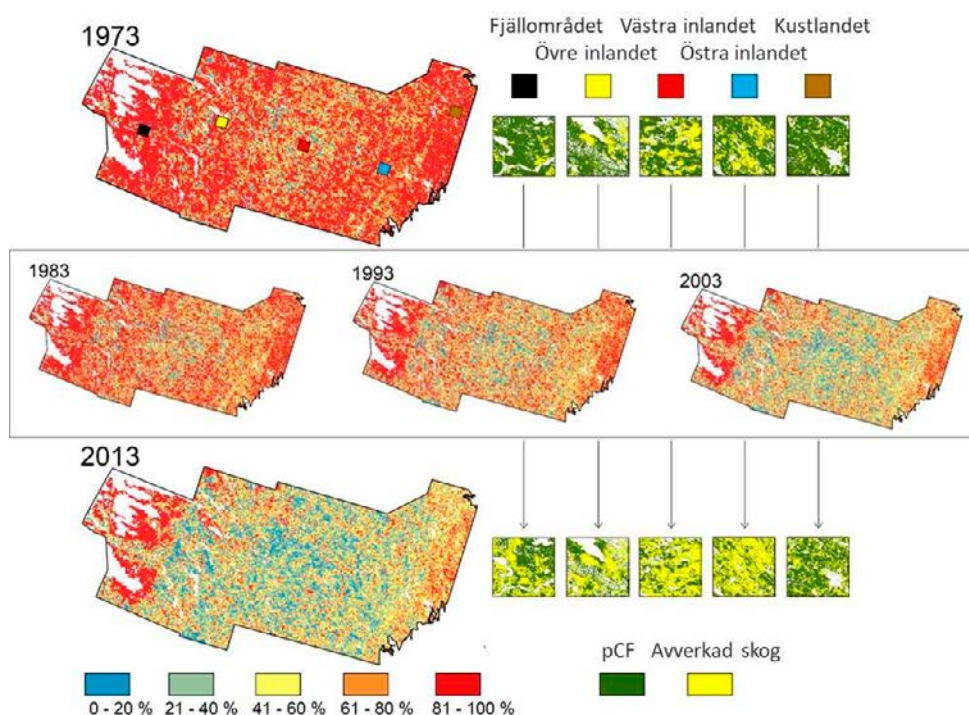


Figur 3:1. Karta överst till vänster: Studieområde (svart linje) med vegetationszoner. Figur överst till höger: Zon 1 till 7 uppbyggda av enhetliga satellitbildsmosaiker, varav zon 1 till 5 användes i analyserna för ”kustlandet”, ”östra inlandet”, ”västra inlandet”, ”övre inlandet” och ”fjällområdet”. Nedre kartan visar situationen 2013 vad avser avverkad (gult) och ej avverkad (grön) skog (inklusive ej produktiv skogsmark) som kan detekteras från 1973-års satellitbilder och framåt i tiden. Grå och vit färg visar annat markslag än skogsmark och området utanför studieområdet. Efter Svensson m.fl. (2019).

Eftersom avverkningar före 1973 kan detekteras i de tidigaste satellitbilderna, motsvarar data en tidsserie på drygt 50 år och därmed större delen av den period då kal- och trakthyggesbruket har dominerat i denna del av Sverige.

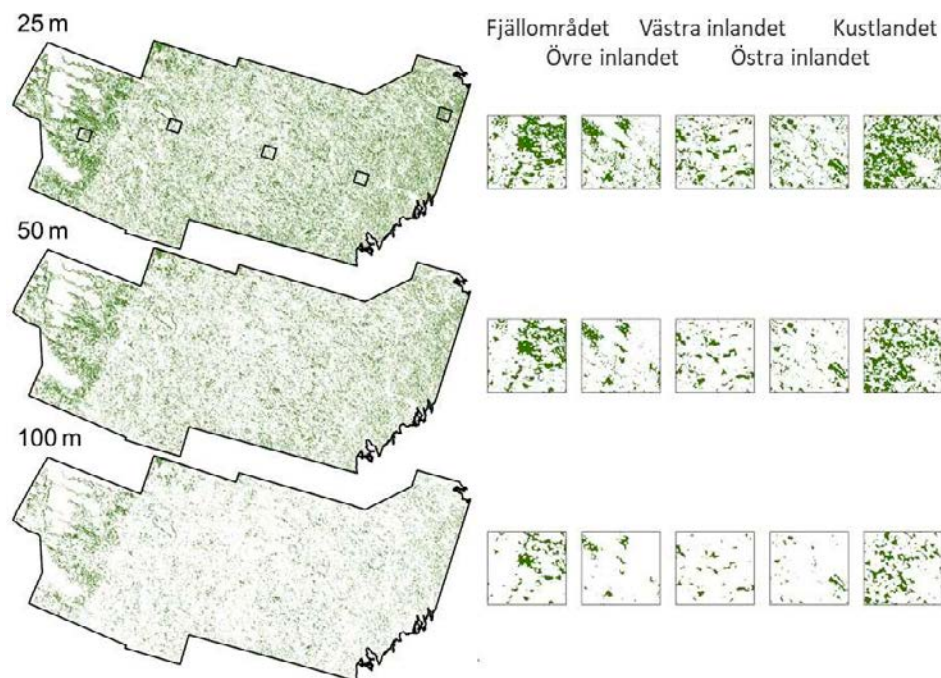
De skogar som fortfarande finns kvar på den senaste satellitbilden är då skog som alltså är minst 50–60 år gammal och i många fall sannolikt äldre eller betydligt äldre än så. Dessa har vi betraktat som potentiell kontinuitetsskog (pCF; ”proxy Continuity Forests) i enlighet med den terminologi som Metria har tillämpat i motsvarande kartläggning för hela den boreala regionen.

Hyggesbruk har dock förekommit i kustlandet och älvdalarna även tidigare under 1900-talet, vilket har gett effekt på hur pCF fördelar sig geografiskt. Figur 3:2 visar på en tydlig polarisering av pCF, med större arealer i kustlandet, som då till del är förnygrad skog efter tidiga avverkningar, men framförallt med mycket stora arealer i fjällområdet. Under denna period har alltså avverkningar varit som mest omfattande i inlandet. Totalt har 53 % av all skogsmark, inklusive ej produktiv skogsmark, avverkats inom tidsperioden. Andelen skyddad skog har ökat successivt sedan 1970-talet och är som störst i fjällområdet med 14 % av all skogsmark (55 % av landarealen) i den zonen (2014). Andel skyddad skog är mellan 0,5 % (kustland, 2013) och 4,8 % (övre inland, 2014) av all skogsmark i de zonerna. För kustlandet är det alltså i större utsträckning fråga om förnygrad skog som klassificerats som pCF. I ett grön infrastruktur-perspektiv är det dock väsentligt att utgå ifrån redan äldre skog där naturvärden kan restaureras, även om kontinuiteten är bruten.



Figur 3:2. Andelen potentiell kontinuitetsskog (pCF) baserat på 1x1 km pixlar (n = 41 734) i 5 st. 20 %-klasser för 5 st. 10-års tidssteg från 1973 till 2013. I grönt (pCF) och gult (avverkad skog) visas förstoringar på 15x15 km för ett område per zon; ”kustland”, ”östra inlandet”, ”västra inlandet”, ”övre inlandet” till ”fjällområdet”. Efter Svensson m.fl. (2019).

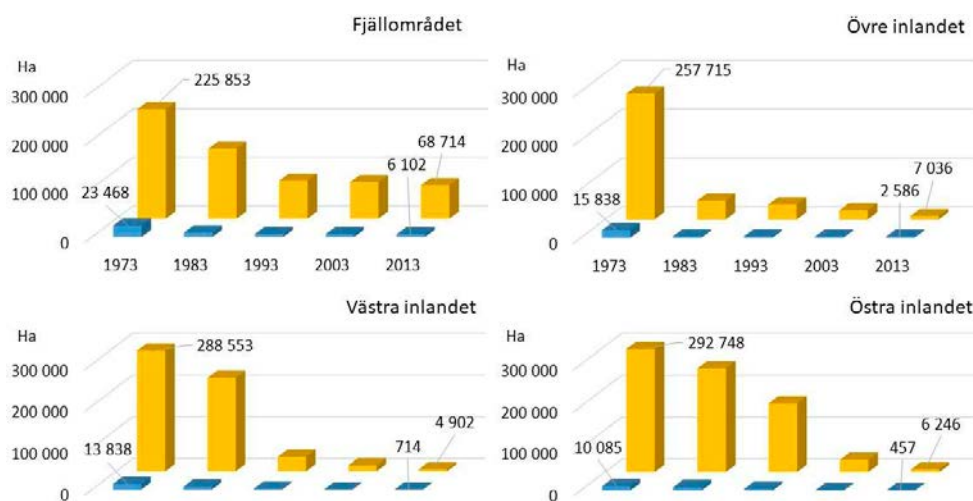
Fragmentering av skogslandskapet genom avverkningar skapar onaturliga hyggeskanter och medföljande påverkan in i kvarlämnad skog. Beroende på olika arters känslighet för störning och påverkan, kan sådana kanteffekter kan vara omfattande och sträcka sig långt in från kanten. I figur 3:3 visar vi hur fördelning av pCF-kärnområden påverkas av 25, 50 och 100 m kanteffekt. På detta sätt har vi också analyserat arealen av det största sammanhängande pCF-området, medelstorlek och andel kärnområde för pCF-fläckarna och för dessa reducerade med 25, 50 och 100 m kanteffekt.



Figur 3:3. Kärnområde inom potentiell kontinuitetsskog (pCF) presenterat med 25 m, 50 m och 100 m kantzon runt varje sammanhängande pCF ≥ 1 ha. För varje zon ("kustland", "östra inlandet", "västra inlandet", "övre inlandet" och "fjällområdet") visas en förstoring på 15x15 km. Efter Svensson m.fl. (2019).

I figur 3:4 visar vi hur arealen i det största sammanhängande området förändras per 10-års tidssteg i respektive zon. I fjällområdet minskar arealen successivt från knappt 226 000 ha till knappt 67 000 ha, och kärnområden (med 100 m kanteffekt) från drygt 23 000 till drygt 6000 ha.

I figur 3:4 är det tydligt att det sker en stor förändring i det övre inlandet i det första tidssteget (1973 – 1983), i det västra inlandet i det andra tidssteget (1983 – 1993), och i det östra inlandet i det tredje (1993 – 2003). För dessa tre zoner är alltså tidpunkten för den mest omfattande förändringen från tidigare till senare från väst till öst; alltså i helt motsatt riktning jämfört med en tidigare "timber frontier" när avverkningar rörde sig från syd till norr och från öst till väst över nordligaste Sverige. För övre, västra och östra inlandet minskar andelen pCF från 79 till 44 %, från 71 till 38 % och från 75 till 43 %. Motsvarande andel kärnområde (med 100 m kanteffekt) är från 35 till 7 %, från 30 till 6 % och från 32 till 6 %.



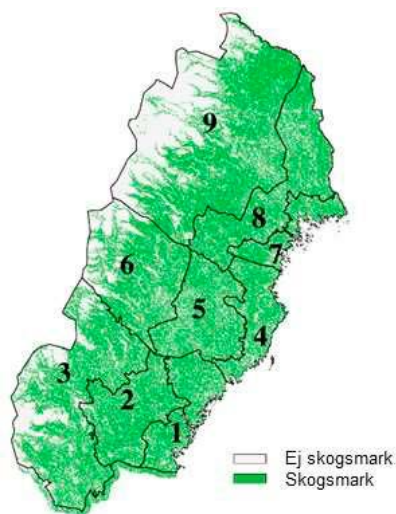
Figur 3:4. Största sammanhängande område med potentiell kontinuitetsskog (pCF) i 5 st. 10-årssteg, där gul stapel visar hela pCF-arealen och blå stapeln visar kärnområde utan (0 m) och med kanteffekt (100 m), för "östra inlandet", "västra inlandet", "övre inlandet" och "fjällområdet". Figuren bygger på tabell 1 i Svensson m.fl. (2019).

Vår studie illustrerar hur landskapet har förändrats drastiskt under kort tid och med en omfattande fragmentering och förlust av naturskog och naturnära skog som följd. Dagens skogslandskap är i hög grad ett brukat landskap, vilket påverkar den inneboende kapaciteten att motstå och buffra förändringar och förmågan att upprätthålla biodiversitet och ekosystemtjänster. En funktionell grön infrastruktur förutsätter att återstående värdekärnor – här med pCF som utgångspunkt – identifieras och skyddas, och att restaurering av naturvärden görs i de delar av landskapet där värdeelement och värdekärnor inte finns i tillräcklig mängd för att effektivt bidra till att stärka grön infrastruktur. Den sentida och omfattande påverkan av avverkningar i inlandet innebär att sammanhållande spridningslänkar i öst-västlig riktning saknas. För att återställa fungerande värdenätverk krävs restaurering längs de naturliga spridningsvägarna, som för många arter som utgörs av älvdalarna och terrängen i sluttningarna.

Vad gäller skogslandskap som är kraftigt påverkade av kal- och trakt-hyggesbruk och som därmed är starkt kulturskogspräglade, är det fråga om hur mycket och hur omfattande restaurering som krävs. I gröninfrastrukturarbetet handlar det om att göra bästa möjliga prioriteringar och i detta ha Hanskis naturvårdslandskap och "en tredje av en tredjedel" i åtanke (se kapitel 1.2). Vad gäller de fortfarande intakta fjällnära skogarna, så tolkar vi våra resultat som att en fungerande grön infrastruktur kan upprätthållas i det området och att det i sig utgör ett hemområde för arter och processer som är centrala för skogslandskapet i norra Sverige.

4. Kontinuitetsskog i norra Sverige – Den fjällnära skogens gröna bälte

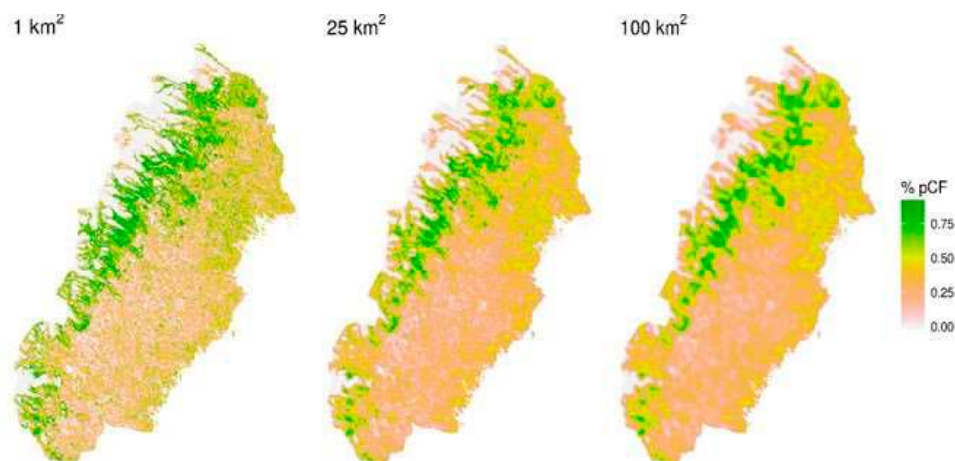
I denna studie har vi använt det underlag om potentiell kontinuitetsskog (pCF) som Metria (Ahlcrona 2017a) har tagit fram, för att analysera fördelningen av större sammanhängande skogsområden i norra Sverige. För att illustrera den geografiska variationen har vi valt att dela upp norra Sverige i 9 olika delregioner; från kust till fjäll och från söder till norr (Figur 4:1). Delområde 3, 6 och 9 motsvarar det som betecknas som nordvästra Sverige vad gäller Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län. Här presenterar vi resultaten på tre olika nivåer – en täthetsanalys över kvarvarande kontinuitetsskogar, förekomsten av sammanhängande större områden, och en konnektivitetsanalys som belyser strukturell konnektivitet. Sammantaget visar studien på förekomst av stora områden och hög konnektivitet av mer eller mindre sammanhängande pCF i det fjällnära området. Ovanför den fjällnära gränsen – ”Den fjällnära skogens gröna bälte” – har inte kal- och trakthyggesbruket varit av samma omfattning. Öster om den fjällnära gränsen är andelen pCF begränsad och till stora delar kraftigt fragmenterad.



Figur 4:1. Geografisk indelning av norra Sverige där kommun- och länsgränser använts för att definiera nio olika delområden; 1) Södra kustlandet, 2) Södra inlandet, 3) Södra fjällerna, 4) Centrala kustlandet, 5) Centrala inlandet, 6) Centrala fjällerna, 7) Norra kustlandet, 8) Norra inlandet, 9) Norra fjällerna. Grönt visar skogsmark och vitt visar andra markslag. Efter Svensson m.fl. (in rev.).

Täthetsanalysen visar på stora geografiska variationer av andelen av pCF i norra Sverige (Figur 4:2). Tätheten är klart störst i det fjällnära området, men även i de inre delarna av Norrbotten förekommer en relativt hög andel pCF. Den något högre andelen längs kusten ska överlag uppfattas som skog som uppkommit efter avverkningar och annan markanvändning för 1950-talet. I

analysen har vi beaktat olika stora utsnitt för täthetsanalysen; 1 km², 25 km² och 100 km². Detta representerar i någon mån olika landskapsskalor. De generella mönstren är dock likartade även om kontrasten mellan områden med låg respektive hög andel pCF är mer uttalad på den största skalan.



Figur 4:2. Norra Sverige (Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands och Västernorrlands län) med andel (%) potentiell kontinuitetsskog (pCF) presenterad på en kontinuerlig skala där områden dominerade av pCF visas i grön färg. Kartorna baseras på en 1x1 km, 5x5 km och 10x10 km moving window analys centrerad på varje 50x50 m pixel. Efter Svensson m.fl. (in rev.).

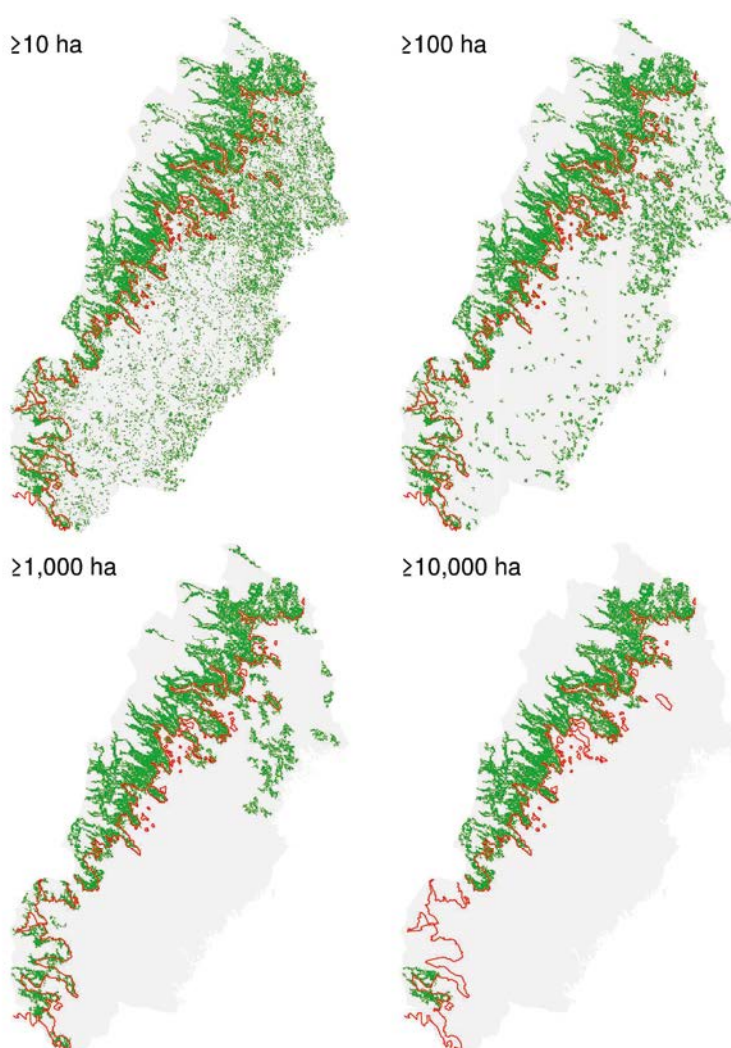
I absoluta tal finns den största andelen pCF i Norrbottensfjällen (75,2 % av all skogsmark; Tabell 4:1) och den lägsta andelen i södra inlandet (34,1 %). Det är också stor variation i hur stor andel av pCF som är skyddad. I nordvästra Sverige från 12 % i söder till nästan 40 % i norr, jämfört med genomgående under 7 % i inlandet och kustlandet. Det ska noteras att andelen skyddad pCF är högre än andelen skyddad skog överlag.

Tabell 4:1. Areal av potentiell kontinuitetsskog (pCF), dess andel av den totala skogsmarksarealen och dess andel formellt områdesskydd, för de 9 olika delområdena som ingår i studien. Tabellen bygger på tabell 1 i Svensson m.fl. (in rev.).

Delregion	Area (kha)	Andel (%)	Skyddad (%)
1 Södra kustlandet	444	46,0	3,3
2 Södra inlandet	447	34,1	3,1
3 Södra fjällen *	1,413	57,0	12,6
4 Centrala kusten	419	50,5	2,2
5 Centrala inlandet	459	35,8	4,5
6 Centrala fjällen **	1,076	68,7	29,4
7 Norra kusten	332	57,8	2,6
8 Norra inlandet	1,002	53,9	6,7
9 Norra fjällen ***	2,752	75,2	39,5
Totalt	8,345	57,4	20,5

Fotnot: * varav 13 % av arealen utgörs av fjällbjörkskog; ** varav 4 % av arealen utgörs av fjällbjörkskog; *** varav 27 % av arealen utgörs av fjällbjörkskog.

Ett av målen med vår analys var att identifiera större sammanhängande områden med pCF. Det finns ingen självklar definition av vad som kan menas med större område. Därför har vi aggregerat förekomsten av pCF till kluster där minst 50 % av skogsarealen utgörs av pCF och där vi illustrerar situationen för fyra olika arealintervall – från som störst 10 ha till 10 000 ha och större (Figur 4:3). För det lägsta intervallet (> 10 ha) förekommer sammanhängande områden i stort sett i hela norra Sverige. Med ökning i areal förskjuts förekomsten alltmer mot väster och norr. För det högsta intervallet (> 10 000ha) finns sammanhängande områden endast väster om den fjällnära gränsen. Förutom att de stora sammanhängande områden främst finns ovan den fjällnära gränsen så innehåller dessa områden också en större andel pCF (d.v.s. mer än eller betydligt mer än 50 % i klustren, se ovan). I de västliga tre delregionerna, d.v.s. nordvästra Sverige, utgör pCF i medeltal mer än 80 % av klusterarealen, jämfört med knappt 70 % i de tre delregionerna i kustlandet. Det är alltså inte bara så att de stora sammanhängande områdena av pCF endast finns i delregionerna i väster, utan också så att tätheten inom dessa är högre än i norra Sverige i övrigt.



Figur 4:3. Den geografiska fördelningen av sammanhängande områden av potentiell kontinuitetsskog (pCF) ≥ 10 , ≥ 100 , $\geq 1,000$ och $\geq 10,000$ ha. Sammanhängande område är definierat som område där $\geq 50\%$ av pixlarna (50x50 m) är karterade som pCF. Den röda linjen visar gränsen för fjällnära skog. Efter Svensson m.fl. (in rev.).

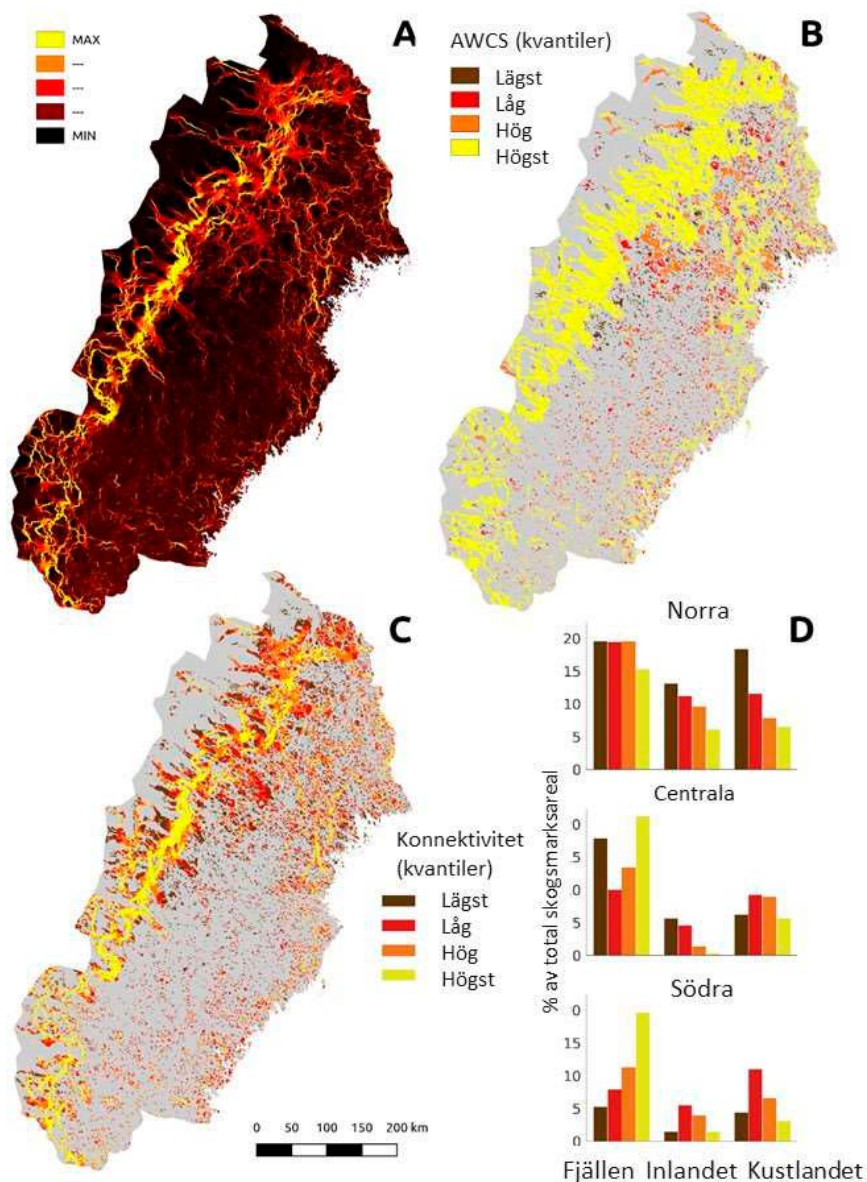
Den avslutande konnektivetsanalysen riktade in sig på förekomst av och storleken på pCF som komponenter i grön infrastruktur. För att fullt utvärdera kvaliteten på det nätverk som pCF utgör måste deras grad av isolering skattas. Vi har för denna studie valt att använda en relativt ny analysmodell, Circuitscape (se kapitel 2), som bygger på att en serie ”noder” etableras i marginalen på studieområdet. Konnektiviteten analyseras som ett tänkt flöde från dessa noder, där förekomst av pCF kan leda detta flöde genom landskapet. Man kan se flödet som en elektrisk ström där förekomsten av pCF ger låg resistans medan avverkad skog och andra markslag ger hög resistans. Konnektivetsanalysen belägger fjällregionens generellt höga konnektivitet (Figur 4:4A), men identifierar också att andra stråk och områden med hög konnektivitet. Analysen visade också att konnektiviteten är mycket låg i hela inlandet; norra Sveriges inland framträder i stort sett som ett tomrum,

speciellt i Västerbotten (centrala) och Västernorrland (södra). Analysmodellen kan också användas för att värdera enskilda områdens specifika bidrag till den övergripande konnektiviteten i hela studieområdet (Figur 4:4B). Förutom i fjällregionen i stort, så finns enskilda områden främst i Norrbottens inland och kust som har stor betydelse för att upprätthålla konnektiviteten.

För att ytterligare belysa de regionala skillnaderna klassificerade vi den övergripande konnektiviteten i fyra klasser från låg till hög (Figur 4:4C/D). I alla tre delregionerna i fjällen finns en stor del av skogslandskapet i de högsta konnektiviteitsklasserna. Den något lägre andelen i Norrbotten speglar ett landskap där andelen naturligt öppen mark (gles skog, fjäll och myrar) är högre. För inland och kust utgör de högre konnektiviteitsklasserna en liten andel av skogslandskapet, och detta gäller speciellt Västernorrland och Västerbotten.

Circuitscape-analysen representerar ett nytt sätt att tillämpa och skatta kontinuitet där det inte är nödvändigt att göra specifika antagande om enskilda arters spridningsförmåga eller andra ekologiska förutsättningar och egenskaper. Det gör analysen generell och applicerbar i olika landskapsskalor. Den har därmed potential att användas även på mindre studieområden och bidra till prioritering av viktiga spridningslänkar i landskapet. Som ett operativt verktyg kan den också förfinas för att ta hänsyn till olika skogstyper och/eller där det omgivande landskapets ”resistans” varierar, vilket är fallet i skogslandskap och andra landskap. För skogsarter är det självfallet en skillnad på ”resistans” i en tidigare avverkad skog men uppvuxen skog och andra markslag.

Sammanfattningsvis visar denna studie på ett entydigt sätt att det förekommer ett stort och sammanhängande område med strukturell konnektivitet av intakt, natur- och naturnära skog längs den Skandinaviska fjällkedjan. Detta bekräftar men ger samtidigt en mycket mer detaljerad bild av resultat från tidigare globala analyser av kvarvarande intakt skog och intakta skogslandskap, där de fjällnära skogarna i Sverige utgör ett av ett fåtal som fortfarande finns kvar. Därmed finns också anledning att tydligt föra fram dessa skogars unika värden utöver deras betydelse för den biologiska mångfalden i skogslandskapet i norra Sverige. Ur ett europeiskt och globalt perspektiv har Sverige ett specifikt ansvar för dessa skogars bevarande.



Figur 4:4. Konnektivetsanalys (Circuitscape). A: Den övergripande (för hela studieområdet) konnektiviteten för kluster av potentiell kontinuitetsskog (pCF) ≥ 10 ha beräknat som cumulative current density; CCD. Kluster definieras som sammanhängande områden där mer än 50 % av pixlarna (50x50 m) är karterade som pCF. Färgskalan går från brun till röd, orange och till gul för områden med ökande konnektivitet. B: De enskilda klustrens betydelse i kvantiler från låg till högsta konnektivitet, för den övergripande konnektiviteten beräknat som en arealvägd konnektivitetsskattning (area-weighted connectivity score; AWCS) av varje enskilt kluster. Övrig mark (ej pCF) visas med grå färg. C: Cumulative Current Density (CCD) aggregerat till kvantiler. D: CCD-kvantilerna presenterade som stapeldiagram för varje delområde som andel av den totala skogsmarken. Se texten för ytterligare förklaring. Efter Svensson m.fl. (in rev.).

5. Tillämpningar för grön infrastruktur på olika skalor och teman

I detta kapitel presenterar vi tre studier som på olika sätt, med olika tema och i olika geografiska skala, omfattar tillämpningar av grön infrastruktur. Utgångspunkten är att resultaten av studierna ska vara möjliga att tillämpa i det praktiska naturvårdsarbetet, direkt eller efter uppföljande riktade och fördjupade studier.

5.1. Förstärkning av skyddade områden i norra Sverige

Förutom i nordvästligaste Sverige är andelen formellt skyddad mark mycket under den ambitionsnivå på 17 % som fastställts i Aichi mål nr. 11. Den begränsade arealen skyddad skog i norra Sveriges inland och kustland ger i dagsläget inte förutsättningar för en fungerande grön infrastruktur. Förlust och fragmentering av natur- och naturnära skog har gått mycket långt i stora delar av skogslandskapet. För att uppnå ekologisk funktionalitet på landskapsnivå behöver ytterligare arealer skog med höga naturvärden tillföras så ett fungerande nätverk av olika skogshabitat kan etableras. Avgörande frågor är om och var sådana skogar finns tillgängliga i dagsläget, samt om och var restaureringsåtgärder är nödvändiga för att skapa naturvärden och förutsättningar för naturvärden, utöver ett utökat skydd av befintlig skog. I planeringsarbetet behövs därför kunskapsunderlag för att identifiera skog för kompletterande områdesskydd och skog för riktade restaureringsinsatser.

I denna studie, där det ska noteras att resultaten är preliminära, skattar vi förutsättningar för grön infrastruktur genom att analysera bidraget av potentiell kontinuitetsskog (pCF) och ej skyddad skog inom skiktet värdekärnor i skog (HCVF) som möjlig förstärkning till formellt skyddad skog (också inom skiktet HCVF). Vi benämner i det följande oskyddade värdekärnor som ”HCVF” och skyddade värdekärnor inom HCVF som ”skyddad skog”.

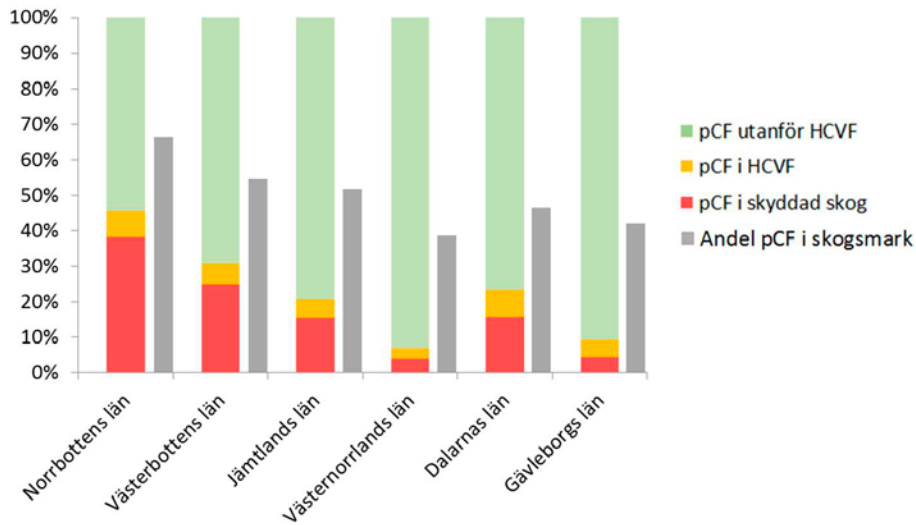
Vi analyserade areal och konnektivitet baserat på scenarier för framtida landskapsplanering av skyddad skog, HCVE, och pCF, i förhållande till habitat- och landskapskrav på två nivåer av arters krav vad avser geografisk täthet av livsmiljö samt spridningsförmåga. Vi utgick ifrån virtuella arter som representerade höga eller låga krav och som är som är specialiserade på äldre löv-, tall- respektive grandominerade habitat. Scenarioanalyserna baserades på tillgång till lämplig livsmiljö för de enskilda länen i norra Sverige och norra Sverige som helhet, med syftet att identifiera planeringsunderlag för kompletterande skydd och naturvårdsinriktade skötselåtgärder. Studien avgränsades därmed till Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands, Västernorrlands,

Dalarnas och Gävleborgs län, d.v.s. till det område som täcks av Metrias kartering av potentiella kontinuitetsskogar.

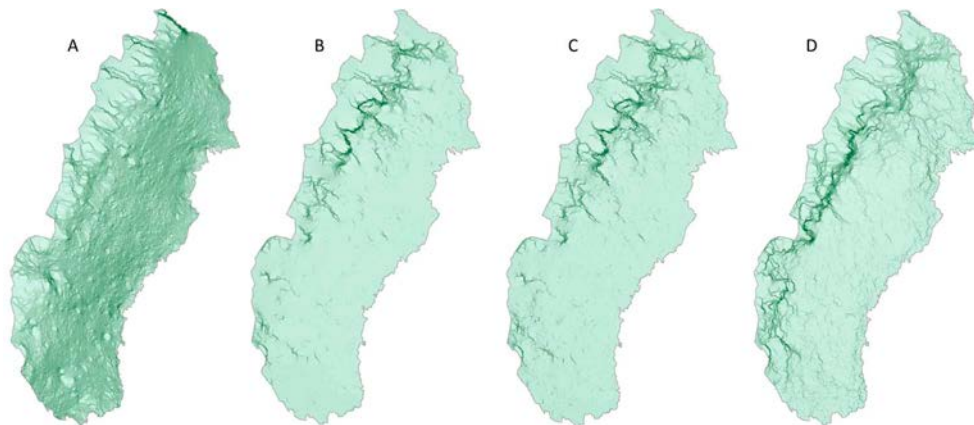
Analys av konnektivitet gjordes i programmet Circuitscape för 4 olika scenarier: A) All skogsmark; B) Skyddad skog; C) All HCVF; och D) HCVF och pCF. De virtuella arterna definierades som 1) Mindre krävande arter (låga krav; lk) som behöver ha tillgång till lämplig livsmiljö på minst 5 % inom ett 1 km² stort landskap, och 2) Mer krävande arter (höga krav; hk) som behöver ha tillgång till lämplig livsmiljö på minst 20 % inom ett 2 km² stort landskap. Täthetsanalyser gjordes med "moving window" på löv-, tall-, grandominerade skogar enligt Nationell marktäckedata. Med Nationella marktäckedata som underlag definierades äldre skog för dessa tre typer som skog inom skikten potentiell kontinuitetsskog och värdekärnor i skog.

Andelen skogsmark som är karterad som pCF varierar mellan 38 % (Västernorrlands län) och 67 % (Norrbottens län) med mycket varierande andel av formell skyddad pCF (Figur 5:1). Även andelen skyddad pCF var högst i Norrbottens och lägst i Västernorrlands län. Västernorrlands och Gävleborgs län, som omfattar kust- och inland, har ungefär lika andel skyddad värdekärna som ej skyddad värdekärna inom HCVF, medan andelen skyddad värdekärna är högre eller mycket högre i de övriga fyra länen. Det är tydligt att län med fjällnära skog har en större andel redan skyddad värdekärna. I denna studie har vi i skrivande stund inte delat in Västerbotten och Norrbotten kust till fjäll på motsvarande sätt som i andra studier som presenteras i denna rapport.

Konnektivetsanalysen (Circuitscape; Figur 5:2) visar mycket stora skillnader mellan de olika scenarierna. Baslinjescenariot (A), där all skogsmark bidrar till grön infrastruktur, speglar skogsmarkens utbredning i stort med hög konnektivitet förutom längst in i fjälldalgångarna i väster. Scenariot som bygger på enbart skyddad skog (B) uppvisar ett helt annat mönster, där hög konnektivitet i stort sett enbart förekommer i den fjällnära skogen ("den fjällnära skogens gröna bälte", se kapitel 4). Scenariot som bygger på skyddad skog och HCVF (C) visar på något högre konnektivitet inom fjällnära skog men också för vissa stråk i inlandet. Det fjärde scenariot (D) med skyddad skog, HCVF och pCF kombinerat, visar på än högre konnektivitet i fjällnära skog, tydligare stråk med konnektivitet i inlandet, och utöver detta även flera stråk med konnektivitet i Norrbottens län från fjäll till kust. Scenarierna B, C och D visar dock att hög konnektivitet i stort saknas i inlandet och kusten från Västerbotten och söderut, även om skyddad skog, HCVF och all pCF ingår. I denna mycket stora andel av all skogsmark i norra Sverige och Sverige som helhet, finns alltså små möjligheter att i grön infrastrukturarbetet enbart fokusera på kompletterande skydd, utan det är nödvändigt att samtidigt restaurera naturvärden i skog som är belägen så att konnektiviteten stärks. Det är också här som prioriteringar av skydd och restaurering av specifika naturvårdslandskap (se kapitel 1.2) kan vara som mest nödvändigt för att skapa funktionella nätverk inom åtminstone delar av skogslandskapet.



Figur 5:1. Fördelning av potentiell kontinuitetsskog (pCF) per län i relation till formell skyddade och icke skyddade värdekärnor i skog (HCVF). Gråa staplar anger andelen pCF av total areal skogsmark. Efter Mikusiński m.fl. (in prep.).



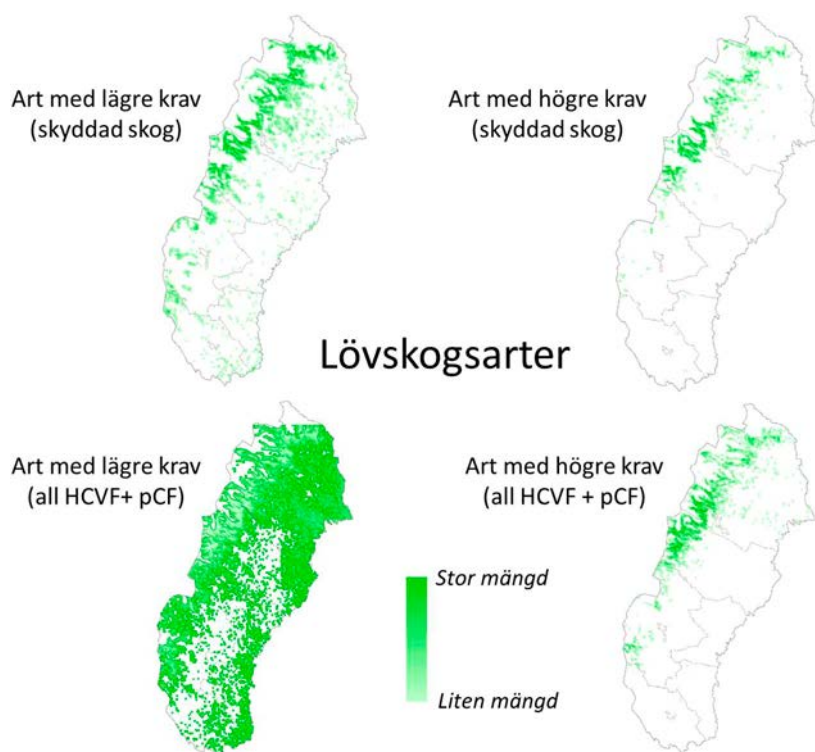
Figur 5:2. Den övergripande (hela studieområdet) konnektiviteten av skogsmark i boreala regionen (Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands, Västernorrlands, Dalarnas och Gävleborgs län) enligt olika scenarier: A. Scenariö där all skogsmark bidrar med habitat av hög kvalitet och till konnektivitet, d.v.s. baslinjescenariö. B. Scenariö där enbart skyddade områden inom värdekärnor i skog (HCVF) bidrar. C. Scenariö där all HCVF bidrar. D. Scenariö där HCVF och potentiell kontinuitetsskog (pCF) bidrar. Mörkare färg visar den del av landskapen där konnektiviteten är hög och ljusare färg den del där konnektiviteten är låg. Modelleringar är gjorda i Circuitscape. Efter Mikusiński m.fl. (in prep.).

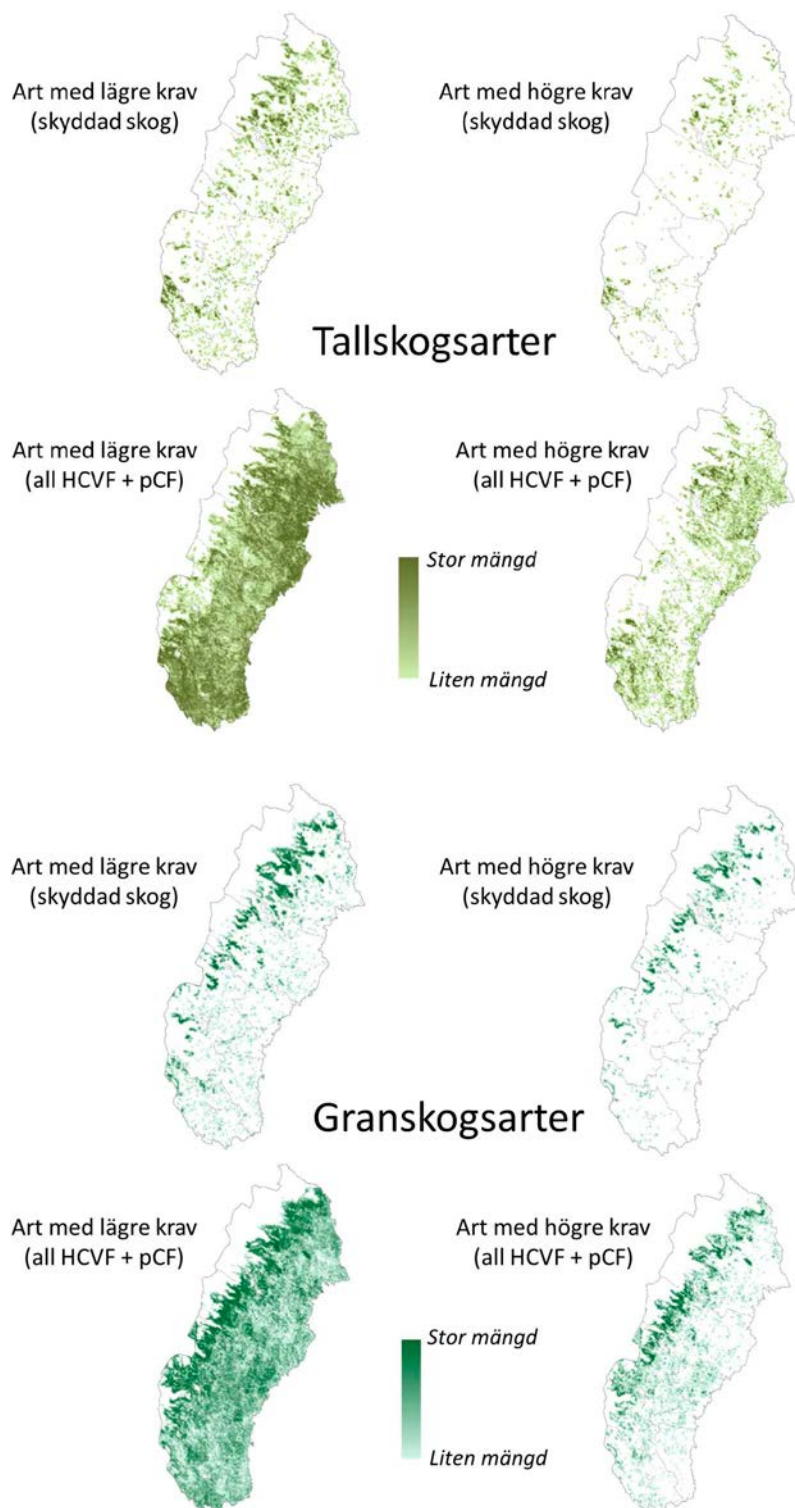
Resultat från analysen av tillgång på livsmiljö för de virtuella arterna presenteras i figur 5:3. För lövskogsarter är fjällbjörkskog av största betydelse både för arter med låga och höga krav. För arter med höga krav tillför HCVF och pCF inte speciellt mycket jämfört med det som redan är skyddat. Det är i fjällbjörkskogen som livsmiljö finns och där är redan en stor andel skyddad. Däremot, för arter med låga krav är det en mycket stor skillnad i möjlig livsmiljö om HCVF och pCF tillförs. Trots detta uppvisar mellersta och södra Norrlands inland fortfarande en jämförelsevis liten mängd potentiella livsmiljöer.

För tallskogsarter utgör den skyddade skogen ett glest och till stora delar fragmenterat nätverk av livsmiljöer. Här framträder inte heller fjällbarrskogen

som speciellt betydelsefull. För tallskogsarter med höga krav, och i än högre utsträckning för tallskogsarter med låga krav, ökar dock tillgänglig livsmiljö om HCVF och pCF tillförs. Kustlandet framträder speciellt tydligt vad gäller möjligheter att öka mängden tillgänglig livsmiljö för tallskogsarter.

För granskogsarter framgår fjällbarrskogens stora betydelse för både arter med låga och höga krav med nuvarande skydd av skog. För arter med höga krav finns möjligheter att öka mängden livsmiljö markant om HCVF och pCF tillförs, i synnerhet i mellersta Norrlands inland. För arter med låga krav representerar HCVF och pCF en mycket stor ökning av mängden livsmiljö i hela studieområdet nedanför fjällbjörskogen.





Figur 5:3. Geografisk fördelning av habitat för virtuella lövskogs-, tallskogs- och granskogsarter med lägre (vänster) respektive högre (höger) krav på areal och täthet av äldre löv-, tall- respektive grandominerad skog, presenterade för skyddade områden (övre par) och all HCVF samt potentiell kontinuitetsskog (pCF) (nedre par). Se text för mer information om ingående data och metodik. Efter Mikusiński m.fl. (in prep.).

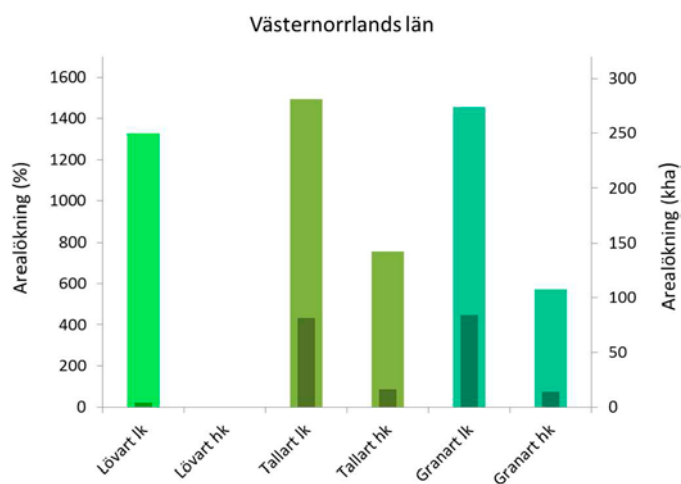
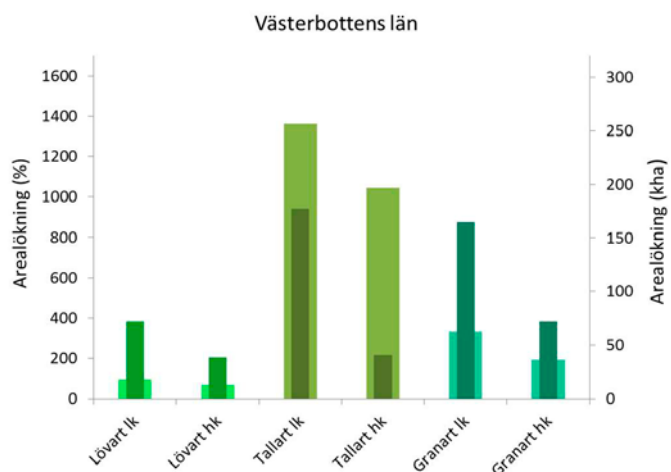
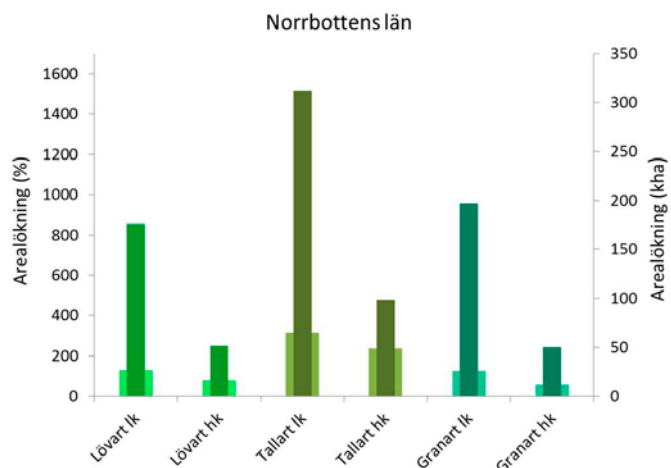
Slutsatsen (Figur 5:3) är att det är stora skillnader mellan lövskogs-, tallskogs- och granskogsmiljöer och mellan arter med höga eller låga krav, och att scenario D med skyddad skog, HCVF och pCF kombinerat medför ökad mängd livsmiljö överlag, i proportion till naturlig förekomst av löv, tall och gran och till den historiska omfattningen av kal- och trakthyggesskogsbruk. Generellt ger scenario D för granskogs- och tallskogsarter med låga krav en modell med relativt heltäckande konnektivitet över hela studieområdet.

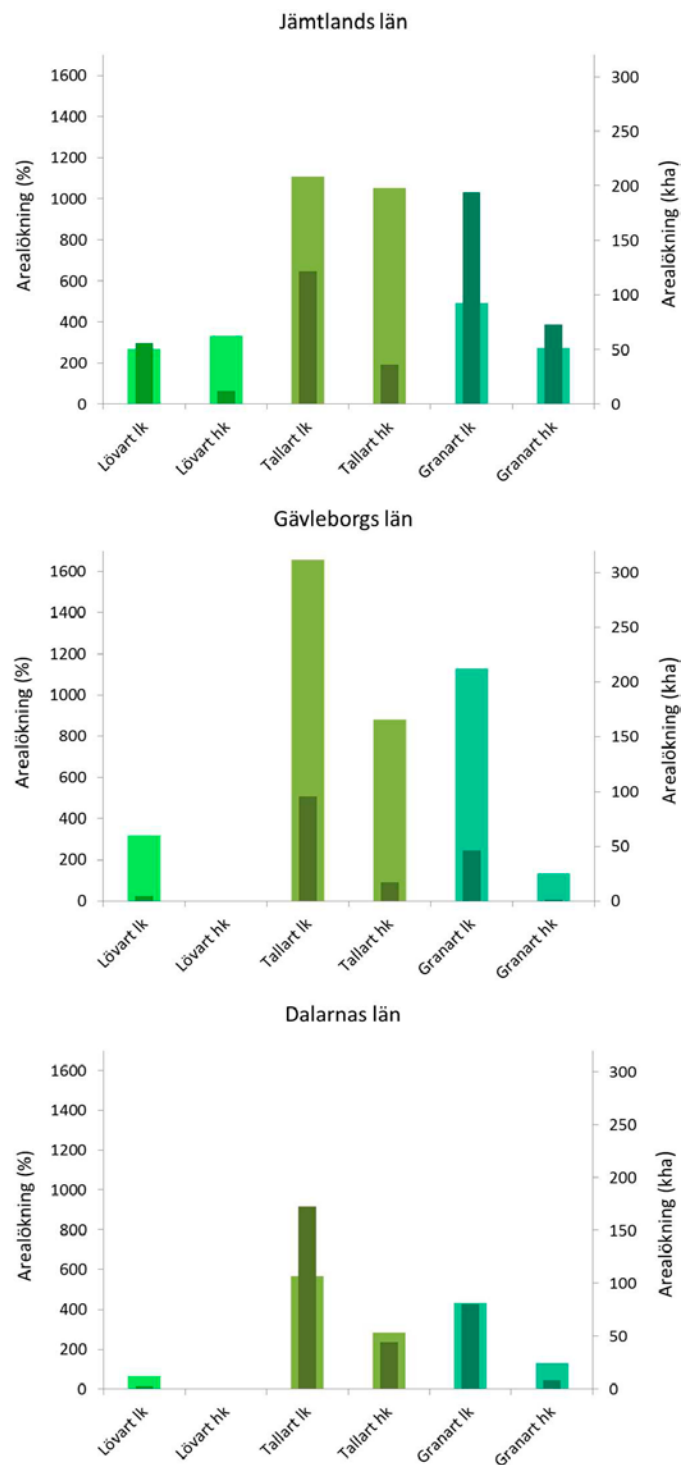
Vi genomförde också en fördjupning av analysen på länsnivå av möjliga arealer av HCVF och pCF för att tillföra lövskog, tallskog och granskog till skyddad skog (Figur 5:4). I Norrbotten finns redan stora arealer skyddad skog, vilket innebär att det är fråga om lägre relativ arealandel som kan läggas till i jämförelse med övriga län, även om den faktiska arealen är stor. Scenario D innebär ca. 50 % till 300 % areell ökning av livsmiljö för lövskogs-, tallskogs- och granskogsarter. I faktiska arealer innebär detta cirka 50 000 ha för lövskogs- och granskogsarter, och knappt 100 000 ha för tallskogsarter, med höga krav. För arter med låga krav är det fråga om drygt 120 000 ha för lövskogs- och granskogsarter, och drygt 300 000 ha för tallskogsarter. Ökningen i livsmiljö är alltså störst för tallskogsarter, både vad avser andel och faktisk areal för arter med låga respektive höga krav.

Vad gäller tallskogsmiljöer så är detta än mer markant i Västerbotten där nuvarande skydd för tallskogsarter skulle kunna utökas drygt 10 till 13 gånger, dock på betydligt mindre faktiska arealer. I Dalarna och Gävleborg tillför HCVF och pCF i första hand livsmiljö för tallskogsarter med låga och höga krav och granskogsarter med låga krav. För Gävleborg kan tallskogsmiljöer för arter med låga krav utökas 16 gånger, motsvarande med 95 000 ha. Även för Jämtlands län tillför HCVF och pCF i första hand livsmiljöer för tallskogsarter, sett till andel areal. I faktiska arealer handlar det dock i första hand om granskogsarter, både vad avser arter med låga och höga krav. För Västernorrlands län finns det stor potential (drygt 14 gånger) överlag för arter med låga krav, men jämförbara faktiska arealer för tallskogs- och granskogsarter med låga och höga krav, medan det för lövskogsarter med höga krav inte tycks finnas någon möjlighet att utöka andelen livsmiljö med dagens trädslagsammansättning i skogslandskapet. Det senare gäller också för Dalarna och Gävleborg, och för dessa 3 län överlag är det för lövskogsart med låga krav fråga om små faktiska arealer (3 000 till 4 000 ha) som kan tillföras med dagens trädslagsammansättning.

Totalt för samtliga län så kan Scenario D med skyddad och oskyddad HCVF och pCF i kombination tillföra betydande arealer livsmiljö, men i högre grad för tallskogsarter än för löv- och granskogsarter och generellt mer för arter med låga krav. För lövskogsarter med höga krav så saknas lämpliga livsmiljöer utanför fjällen även om all pCF tillförs. Det ska dock noteras att denna analys bara inkluderar äldre skog och inte lövskog överlag, vilket innebär att det för norrlandslänen bör vara en prioriterad åtgärd att identifiera yngre, lövdominerade skogar där riktad naturvårdande skötsel på sikt leder till fler och större areal äldre lövskogar i skogslandskapet. Det ska också

noteras att möjlig utökning av redan skyddad skog för högre konnektivitet, ska tolkas i förhållande till total areal löv-, tall- och granskogsmark och till total befintligt skyddad areal. För län som Norrbotten med stora arealer skogsmark och skyddad skog, liksom för fjällregionen generellt, är det ofta fråga om lägre relativa andelar men större faktiska arealer som kan tillföras.





Figur 5:4. Potentiell ökning av mängd habitat i form av potentiell kontinuitetsskog (pCF) och ej skyddade värdekärnor i skog (HCVF) utanför skyddad skog, för virtuella arter med olika krav (lk= lägre krav; hk= högre krav) på areal och täthet av äldre löv- (vänster), tall- (mitten) och granskogsmiljöer (höger). Breda staplar visar arealökning som andel av löv-, tall- respektive granskogsmiljöer i länet, medan smala staplar visar faktisk arealökning i 1 000 ha, för de sex länen i norra Sverige.

Även denna studie visar att det finns hög konnektivitet av äldre, naturnära skog längs fjällkedjan, med god tillgång till livsmiljöer för gran- och lövskogsarter, både för arter med höga och låga krav på habitattäthet och -kvalitet. Analyserna av tallskog visar också att ”Den fjällnära skogens gröna bälte” i sin helhet alltså inte i första hand är relevant för tallskogsarter, annat än längst uppe i norr och längst nere i söder.

5.2. Fjällnära skog – dåtid, nutid och framtid

Som vi har visat i flera av våra analyser och som framkommit i flera globala studier, så är den fjällnära skogen unik i ett EU-perspektiv och av särskilt intresse även i ett globalt perspektiv. Den representerar ett av få stora och intakta skogslandskap med mer eller mindre sammanhängande skogslandskap med hög intern funktionalitet och även med en stor betydelse som en spridningskälla för norra Sveriges skogslandskap öster om fjällregionen. I ett grön infrastruktur-perspektiv kan den ”fjällnära skogens gröna bälte” (kapitel 4) i sig utgöra ett exempel på en fungerande grön infrastruktur, och samtidigt ett biologisk och ekologiskt hemområde för arter och processer att sprida och röra sig i skogslandskapet. Därmed finns ett behov av att i) fördjupa kunskapen om de arealer skyddsvärd skog som idag saknar skydd, ii) utvärdera den utveckling av policy som lett till att de fjällnära skogarna till stora delar undgått det moderna skogsbruket, och iii) diskutera framtida handlingsalternativ för grön infrastruktur.

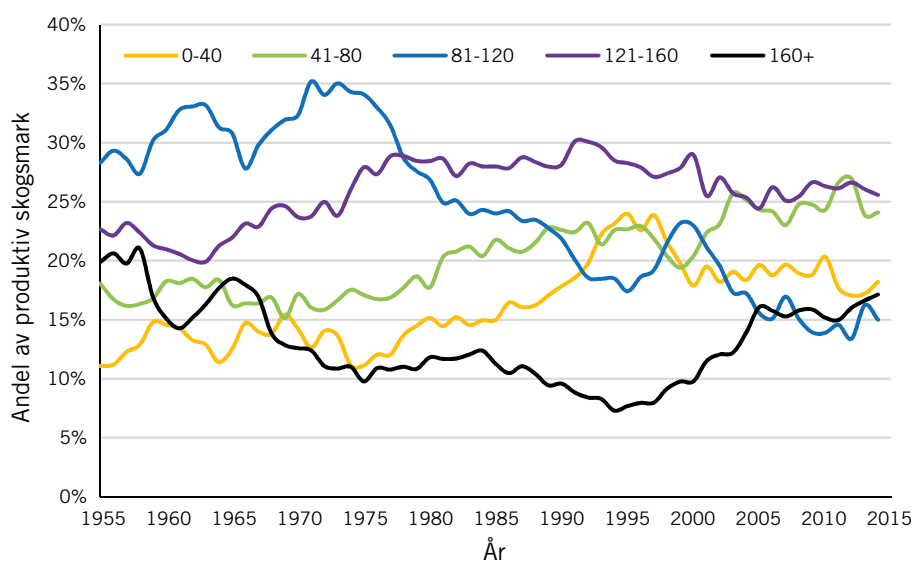
I denna studie kontrasterar vi hela norra Sverige mot av nordvästra Sverige och området ovanför den fjällnära gränsen. Totalt omfattar analysen närmare 16 miljoner ha skogsmark. Arealförhållanden för dessa tre analysområden med andel produktiv skogsmark och andel skyddad areal presenteras i Tabell 5:1.

Tabell 5:1. Total och produktiv skogsmarksareal samt andelen formellt och frivilligt skydd enligt Riksskogstaxeringen*, samt total och produktiv skogsmark och andel formellt skydd enligt SCB 2019. FNG = Fjällnära gränsen. Efter Jonsson m.fl. (2019).**

	Norra Sverige		NV Sverige		Ovan FNG *		Ovan FNG **	
	kha	%	kha	%	kha	%	kha	%
Total skogsmark	15 880		7 340		2 224		2 579	
Formellt skydd	1 445	9,1	1 340	18,3	1 072	48,2	1 444	56,3
Frivilligt skydd	469	3,0	293	4,0	93	4,2		
Produktiv skogsmark	13 129		5 482		1 188		1 232	
Formellt skydd	830	6,3	714	13,0	513	43,1	641	52,5
Frivilligt skydd	424	3,2	260	4,7	81	6,8		

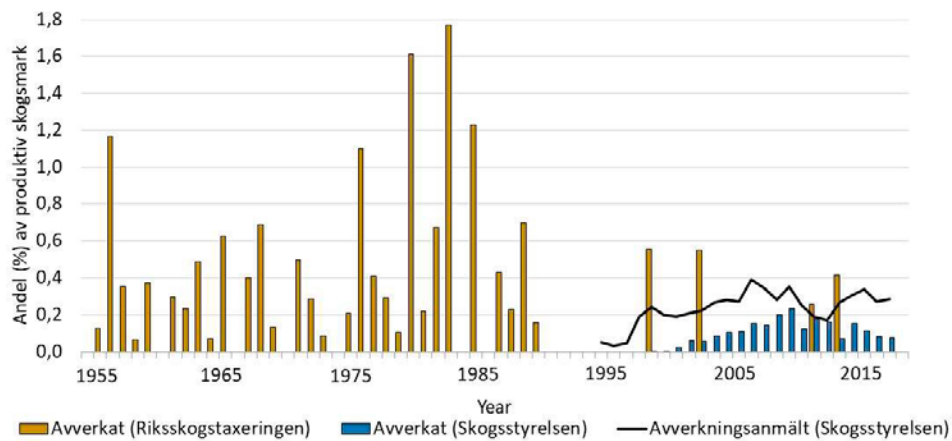
* Data från Riksskogstaxeringen (2012–2016; 5-års medelvärde) omfattande nationalparker, naturreservat, biotopskyddsområden och naturvårdsavtal samt icke överlappande Natura-2000 områden. ** Data från SCB 2019 för december 2018 där arealen skogsmark bygger på Nationella marktäckedata. I formellt skydd ingår även de arealer på Fastighetsverkets- och Sveaskogs innehav där det finns en formell överenskommelse om skydd (7 000 ha) samt områden som är under reservatsbildning (72 100 ha).

Åldersfördelningen i den produktiva skogsmarken skiljer sig markant mellan de tre analysområdena (norra Sverige, nordvästra Sverige, och området väster om fjällnära gränsen), i första hand avseende riktigt gammal skog (äldre än 160 år) som är den dominerande åldersklassen ovan den fjällnära gränsen (se Figur 1:4). Det är dock värt att notera att även om gammal skog (> 120 år) dominerar ovan fjällnära gränsen så har skogarna i åldersklassen 80–120 år mer än halverats sedan 1970-talet (Figur 5:5). Denna minskning är större än ökningen i de äldre åldersklasserna och påvisar att det har bedrivits och fortfarande bedrivs skogsbruk ovanför den fjällnära gränsen, men också att arealer med blivande gammal skog som kan utveckla höga naturvärden inte tillkommer.



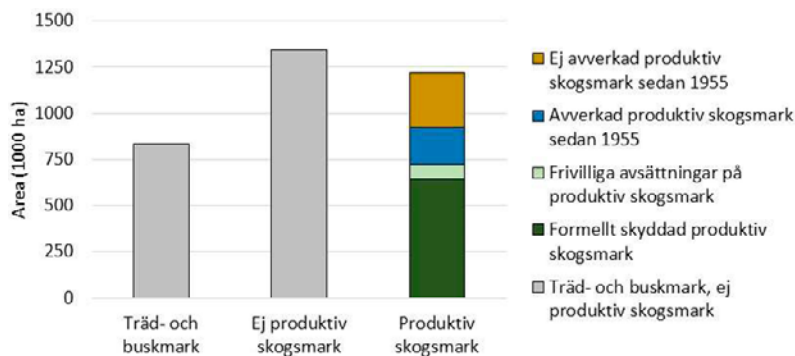
Figur 5:5. Förändring av åldersfördelning på produktiv skogsmark utanför skyddade områden och ovan den fjällnära gränsen, enligt Riksskogstaxeringen (löpande 5-års medelvärde) under perioden 1955 till 2015. Efter Jonsson m.fl. (2019).

Baserat på riksskogstaxerings data har närmare 200 000 ha fjällnära skog avverkats mellan 1955 och 2016. En stor andel (89 %) avverkades dock före 1995, där avverkningar vissa år omfattade uppemot 2 % av den produktiva skogsmarksarealen, vilket är dubbelt så mycket som det nationella genomsnittet. Sammantaget motsvarar den årliga avverkningstakten 0,37 % under tidsperioden före 1995, att jämföra med 0,14 % efter 1995 (Figur 5:6). Från 1995 finns statistik från Skogsstyrelsen om avverkningsanmälningar. Dessa har legat relativt konstant på omkring 3000 ha per år. Det är dock en relativt stor skillnad mellan det som anmälts (67 000 ha sedan 1995) och det faktiskt avverkats (25 000 ha). Vi tolkar detta som att tillståndsplikt för avverkning ovanför fjällnära gränsen har minskad den areal där avverkning faktiskt har realiserats och att skogssektorn sedan början av 1990-talet har efterlevt en policyinriktning mot återhållsam avverkning.



Figur 5:6. Årlig avverkad areal mellan 1955 och 2018 ovan den fjällnära gränsen, baserat på Riksskogstaxeringen provytedata (bruna staplar), samt årlig avverkningsanmäld- (svart linje) och avverkad areal (blå staplar) för perioden 1995 till 2018 baserat på Skogsstyrelsens statistik. Efter Jonsson m.fl. (2019).

Baserat på areal pCF ovanför den fjällnära gränsen så har cirka 17 % av den produktiva skogsmarken avverkats sedan 1955. Givet att 52,5 % är formellt skyddat och cirka 7 % är frivilligt avsatt, så innebär detta att endast 23 % av den produktiva skogsmarken ovan den fjällnära gränsen är tillgänglig för framtida avverkningar. Detta motsvarar cirka 300 000 ha (Figur 5:7). I figuren (5:7) visar vi också skattningar av all skogsmark och träd- och buskmark.



Figur 5:7. Areal träd- och buskmark, areal impediment och areal produktiv skogsmark ovan fjällnära gränsen. Den produktiva arealen är uppdelad på formellt skyddad areal, frivilliga avsättningar, kalavverkad areal sedan 1955 och ej kalavverkad areal sedan 1955. Arealen produktiv skogsmark bygger på Nationella marktäckedata. Arealen träd och buskmark samt impediment är en preliminär skattning baserat på en tolkning av de data som finns i Nationella marktäckedata och tidigare marktäckedata, där öppen mark i någon mån kan förekomma i bägge dessa kategorier. Efter Jonsson m.fl. (2019).

De tillgängliga data i studien medgav inte att i detalj analysera markägarförhållandena på dessa arealer, men en stor del är statlig mark under förvaltning av Fastighetsverket – som förordar kontinuitetsskogsbruk före trakthyggesbruk. Vi noterar också att 300 000 ha avverkningsbar skog motsvarar en

mycket liten andel (1,3 %) av den produktiva skogsmarken i Sverige, och att det i stor utsträckning är fråga om för lågproduktiva och i många fall för otillgängliga arealer för ett effektivt skogsbruk. En rimlig slutsats är att även om dessa skogar kan ha ekonomisk betydelse för enskilda markägare, så utgör de i stort sett en försumbar andel för skogssektorn som helhet. Ett fortsatt och expanderande storskaligt trakthyggesbruk ovanför fjällnära gränsen bör därmed sättas i perspektiv av de ekologiska och sociokulturella värdena, samt också i perspektiv av rennäringen och annan markanvändning än skogsbruk.

Den fjällnära skogen har en lång historia av regleringar kring renbete, markanvändning och skogsbruk. För skogsbruk har det under 1900-talet funnits regler i Skogsvårdslagen om fjällnära skog både som skyddsskog och svårföringrad skog. Av speciellt intresse i dagsläget är den fjällnära gränsen, som tillkom i Skogsvårdslagen 1991 baserad på Ulf von Sydows analys och förslag från 1988, och som en effekt av den livliga politiska och mediala debatt som följde på de omfattande avverkningarna av fjällnära skog under 1970- och 1980-talen. I Skogsvårdslagen reglerar i 15 och 18 §§ skogsmark ovanför den fjällnära gränsen och innebär tillståndsplikt för avverkning, och inte enbart anmälningsplikt som gäller för avverkningar i övrigt. Tillstånd ska enligt lagtext inte ges om avverkningen har negativ påverkan på naturvärden, kulturmiljövärden och rennäringen. Trots att Skogsstyrelsen inte avlog någon avverkningsanmälan fram till 2010 så har införandet av den fjällnära gränsen haft stor påverkan på avverkningstakten. Hur regelverket om fjällnära gränsen ska tillämpas har dock varit en långdragen och komplicerad process, som exemplifieras i exemplet nedan om Änok:

Änok är ett deltaområde i Luleälvens övre avrinningsområde norr om Kvikkjokk, Norrbotten, just i kanten av Sarek, och en privatägd enklav inne i naturreservatet Kvikkjokk-Kabla. Naturvärdena i Änok skiljer sig inte nämnvärt från de i de omgivande skyddade områdena. Skogsstyrelsen har registrerat nyckelbiotoper över i stort sett hela arealen.

År 2001 lämnade markägarna in en anmälan om avverkning, i direkt anslutning till en tidigare avverkning söder om deltat. Nästan ett decennium senare, år 2010, gav Skogsstyrelsen slutligen tillstånd för avverkning. Naturskyddsföreningen överklagade tillståndet till Förvaltningsrätten, som avgjorde att tillståndet inte var korrekt med hänvisning till 15 och 18 §§ Skogsvårdslagen. Beslutet överklagades av Skogsvårdsstyrelsen och markägarna till Kammarrätten som menade att Naturskyddsföreningen inte kunde betraktas som sakägare och att Förvaltningsrättens beslut därmed inte var korrekt. Naturskyddsföreningen överklagade i sin tur till Högsta förvaltningsdomstolen som avvisade beslutet att Naturskyddsföreningen inte är sakägare, och återförde ärendet till Kammarrätten. I den andra omgången ändrade Kammarrätten beslutet och konstaterade att avverkningstillståndet inte var korrekt. Detta beslut överklagades av Skogsstyrelsen till Högsta förvaltningsdomstolen, som 2015 beslutade att inte pröva denna överklagan. Alltså, efter ett och ett halvt decennium sedan avverkningsanmälan, avgjordes ärendet och det fastställdes att 15 och 18 §§ ska tillämpas.

Änok blev ett prejudicerande fall för tillståndsprövning enligt Skogsvårdslagen av avverkningar ovanför fjällnära gränsen. Det som följt efter detta är frågan om ekonomisk kompensation vid avverkningsförbud. Skogsstyrelsen nekade år 2016 ekonomisk kompensation till markägare, med hänvisning till att sak- ägarförhållanden och tillämpning av rådande markanvändning måste utredas, varpå 25 markägare stämde staten. Mark- och miljödomstolen beslutade i januari 2019 att nekad avverkningsrätt ger rätt till ekonomisk kompensation. Skogsstyrelsen överklagade beslutet till Mark- och miljööverdomstolen, som 31 maj meddelade att ärendet ska prövas. Därmed fortsätter processen.

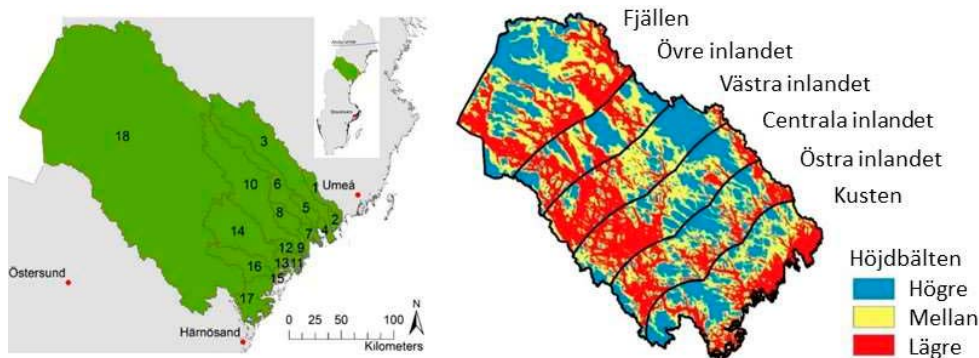
Dagens debatt om skogsbruk i nordvästra Sverige, inklusive området ovan den fjällnära gränsen, präglas av låsta positioner. I ljuset av de begränsade arealer och den generellt låga ekonomiska avkastningen i fjällskogen, så är det nödvändigt att basera problemlösning på tydliga fakta och på en helhetssyn om fjällregionens höga och mångfacetterade värden, inklusive värden för markanvändning, och på strategiska möjligheter i ett hållbarhetsperspektiv. I detta ingår också debatten kring nyckelbiotopsinventeringen. Konflikten kring de 300 000 ha fjällnära, produktiv skogsmark som inte är skyddade har påverkat synen på nyckelbiotopsinventeringens generella vara eller icke vara på ett oproportionellt sätt.

Vi ser i huvudsak fyra framtida riktningar för skog ovanför den fjällnära gränsen. i) Staten tar ett tydligt ansvar och tillför medel så att oskyddad intakt och naturnära kontinuitetsskog kan skyddas och därmed säkerställa värdet av den fjällnära skogens gröna bälte. Här kan även naturvårdsavtal med naturvårdsanpassat skogsbruk vara ett möjligt komplement; ii) Alternativa skogsbruksmetoder ersätter dagens trakthyggesbruk i hög grad, vilket minskar de negativa effekterna av skogsbruk på andra värden. Detta är delvis redan realiserat på Fastighetsverkets skogsmarksinnehav; iii) En fördjupad dialog kring alternativa värdekedjor som tar hänsyn till vildmarksvärden, turism, biologisk mångfald m.m. som andra möjliga markanvändningsstrategier än skogsbruk. Denna riktning har en tydlig koppling även till landsbygds- och regional utveckling och till hållbarhetsaspekterna av markanvändning; iv) Fortsatt eller expanderande trakthyggesbruk. I avsaknad av tydliga riktlinjer och klarhet vad gäller ekonomisk kompensation till markägare som inte ges tillstånd till avverkning ovanför fjällnära gränsen, måste ett fortsatt skogsbruk ses som en riktning. I detta bör det finnas möjligheter att rikta uppmärksamheten mot de privata markägarnas förutsättningar och situation, i synnerhet åbor. Det finns stora formellt skyddade arealer ovanför fjällnära gränsen och det kan antas att visst skogsbruk kan förekomma utan att den unika intakta karaktären i ”den fjällnära skogens gröna bälte” helt riskeras.

5.3. Från kust till fjäll och från älvdal till vattendelare

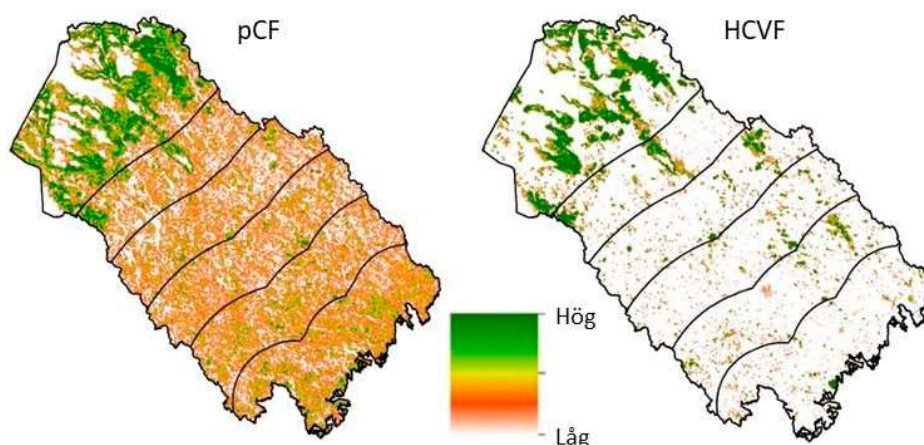
I denna studie, där det ska noteras att resultaten är preliminära, har vi använt ett större landskapsavsnitt som omfattar Ångermanälvens hela avrinningsområde samt de mindre avrinningsområdena upp till Umeälv som är nästa fjällälvavrinningsområde i norr (Figur 5:8). Studieområdet är drygt 4,5 miljoner ha med närmare 3,3 miljoner ha skogsmark. Syftet med studien är att analysera möjligheter att förstärka befintligt skyddad skog och annan skog med kända höga naturvärden, här definierat som skogliga värdekärnor (HCVF), med skog som inte är avverkad i närtid, här definierat som potentiell kontinuitetsskog enligt Metrias kartering. Studien tar därmed sin utgångspunkt i våra ovan (kapitel 3, 4) beskrivna slutsatser om att det saknas eller finns brister i skoglig konnektivitet från kust till fjäll och att älvdalarna inte utgör ett fungerande värdenätverk då det saknas viktiga komponenter för en fungerande grön infrastruktur.

I analysen delade vi in studieområdet i sex zoner från kust till fjäll baserat på ett utjämnat avstånd från kusten avseende skogsmarksareal, och i tre höjdbälten baserat på den relativa lägsta och högsta höjden (enligt höjdmodellen, 50 m pixel) över havet i varje zon (Figur 5:8). Indelningen i höjdbälte byggde på en så jämn fördelning som möjligt mellan höjdbältena av total landareal inom varje zon. Med dessa indelningar skapades 18 st. delområden.



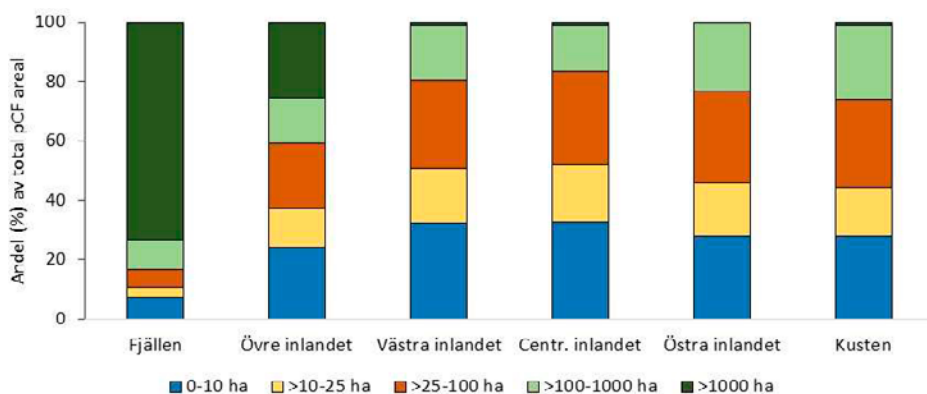
Figur 5:8. Studiemrådet omfattar Ångermanälvens avrinningsområde (nr. 18) och övriga mindre avrinningsområden upp till Umeälvens avrinningsområde. Studiemrådet delades in i 6 zoner från kust till fjäll, och varje zon i 3 höjdbälten från lägsta till högsta nivå över havet inom respektive zon. Detta skapade 18 delområden. Efter Svensson m.fl. (in prep.).

Täthetsanalysen av HCVF och pCF (Figur 5:9) visar på tydliga skillnader i täthet över hela studieområdet och att tätheten är störst i fjällen och sträcker sig något ner i övre inlandet. För HCVF syns stråk av högre täthet på höjdlägen i nordvästlig-sydostlig riktning. För pCF syns enstaka områden med högre densitet men framförallt att de stora, sammanhängande områdena i mycket stor utsträckning är koncentrerade till fjällen.



Figur 5:9. Täthetsanalys (500 m moving window) av potentiell kontinuitetsskog (pCF; vänster) och skogliga värdekärnor (HCVF; höger). Densitet visas i en kontinuerlig skala från låg till hög. Efter Svensson m.fl. (in prep.).

Den skeva geografiska fördelningen av pCF framgår också i figur 5:10. Hög andel sammanhängande områden med pCF > 1000 ha och > 100 ha finns i fjällen och delvis i övre inlandet. I det västra, centrala och östra inlandet samt kusten är det tydligt att sammanhängande områden som är mindre än 100 ha stora är dominerande på landskapsnivå, med få områden större än 100 ha och mycket enstaka större än 1 000 ha.



Figur 5:10. Fördelning av storleksklasser av sammanhängande områden med potentiell kontinuitetsskog (pCF), presenterad som andel av total areal pCF i de sex zonerna. Efter Svensson m.fl. (in prep.).

I karteringen av pCF ingår skog också inom HCVF. Tabell 5:2 visar hur areal skogsmark, pCF och HCVF fördelar sig över de 6 zonerna från fjäll till kust, samt hur stora överlapp är av pCF inom HCVF och av HCVF inom pCF. Det finns totalt 1 021 kha pCF (31 % av skogsmarksarealen), varav 402 kha förekommer i fjällen (67 % av skogsmarksarealen i den zonen). Det finns 289 kha HCVF (9 %), varav 190 kha förekommer i fjällen (32 %), alltså en betydligt mindre areal och arealandel av all skogsmark jämfört med pCF.

Den areal som överlappar mellan pCF och HCVF är 255 kha, varav överlapp av pCF inom HCVF är 25% och av HCVF inom pCF är 88 %. Detta visar att det för samtliga zoner finns en mycket stor andel av HCVF också är pCF, men också att det finns stora arealer pCF som inte är HCVF.

Tabell 5:2. Fördelning av areal (1 000 ha) och andel (%) skogsmark, potentiell kontinuitetsskog (pCF) och skogliga värdekärnor (HCVF) i de 6 zonerna (fjällen, övre inlandet, västra inlandet, centrala inlandet, östra inlandet och kusten) och totalt för studieområdet, samt överlapp (areal och andel) av pCF i HCVF och av HCVF i pCF. Efter Svensson m.fl. (in prep.).

	Kusten		Övre inlandet		Centrala inlandet		Västra inlandet		Övre inlandet		Fjällen		Studieområde	
	kha	%	kha	%	kha	%	kha	%	kha	%	kha	%	kha	%
Skogsmark	665	84	590	84	550	79	470	71	384	72	603	52	3 261	72
pCF	175	26	128	22	113	21	101	22	102	27	402	67	1 021	31
HCVF	14	2	18	3	15	3	22	5	30	8	190	32	289	9
pCF i HCVF	10	6	12	9	11	10	15	15	26	26	181	45	255	25
HCVF i pCF	10	71	12	67	11	73	15	68	26	87	181	95	255	88

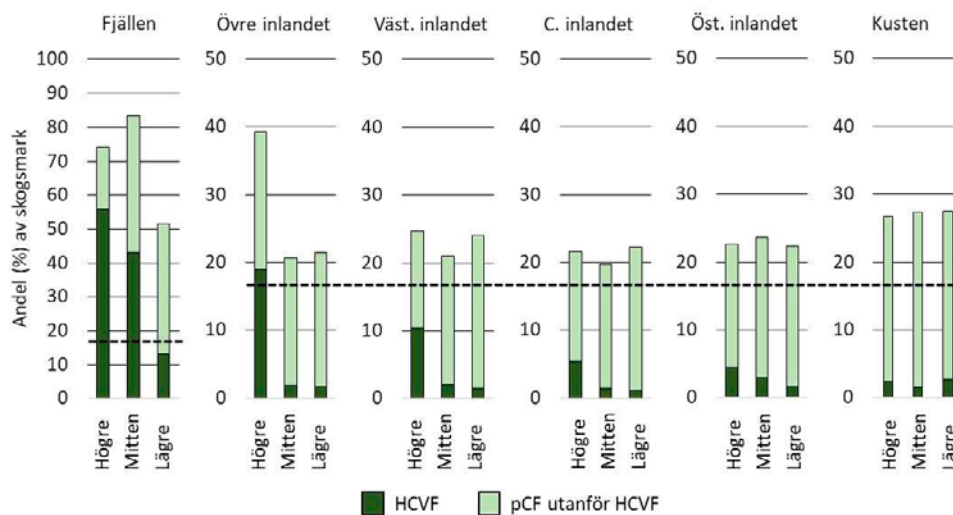
För att analysera möjliga "Naturvårdslandskap" (se kapitel 1.2) som i dagsläget har en större andel intakt skog och där förutsättningarna för en fungerande grön infrastruktur är större än i skogslandskapet överlag, sammanställdes andelen pCF och HCVF på skogsmark med minst 30 % pCF. Hur stor andel av den totala skogsmarken denna delmängd utgör redovisas i Tabell 5:3, tillsammans med arealförhållanden och överlapp mellan pCF och HCVF.

Tabell 5:3. Andel av potentiell kontinuitetsskog (pCF) och skogliga värdekärnor (HCVF) i skogslandskap med ≥ 30 % pCF av all skogsmark, pCF/HCVF arealkvot, samt överlapp av pCF i HCVF och HCVF i pCF, för de 6 zonerna (fjällen, övre inlandet, västra inlandet, centrala inlandet, östra inlandet och kusten) och 3 höjdbältena (högre, mellan, lägre). Efter Svensson m.fl. (in prep.).

Zon	Höjdbälte	pCF (%)	HCVF (%)	pCF/HCVF arealkvot	pCF i HCVF (%)	HCVF i pCF (%)
Fjällen	Högre	21	16	1	74	96
	Mellan	77	40	2	51	96
	Lägre	50	12	4	24	92
Övre inlandet	Högre	36	19	2	46	90
	Mellan	16	1	11	6	70
	Lägre	13	1	13	6	79
Västra inlandet	Högre	18	10	2	32	65
	Mellan	15	1	10	7	72
	Lägre	15	1	16	4	73
Centr. inlandet	Högre	18	5	4	20	76
	Mellan	16	1	14	5	71
	Lägre	16	<1	20	3	61
Östra inlandet	Högre	22	4	5	14	65
	Mellan	22	3	7	8	60
	Lägre	19	1	13	5	65
Kusten	Högre	30	2	11	7	74
	Mellan	31	1	18	4	71
	Lägre	22	2	10	6	63

Uppdelat på delområden (Tabell 5:3) är andelen pCF tydligt högst i det högre höjdbältet i övre inlandet och tydligt högst i mellanhöjdsbältet i fjällen, medan det är relativt jämnt mellan höjdbältena i västra, centrala och östra inlandet samt kusten. Att det i fjällen är större arealer och andelar pCF i mellanhöjdsbältet är förväntat eftersom det högre höjdbältet omfattar även trädgräns och kalfjäll. Andelen HCVF följer i stort samma mönster som pCF, men med större relativa skillnader för alla zoner utom för fjällen. Kvoten mellan pCF och HCVF är störst (20 ggr.) i det lägre höjdbältet i centrala inlandet, i mellanhöjdsbältet i kusten (18 ggr.) och i det lägre höjdbältet i västra inlandet (16 ggr.). Undantaget fjällen, finns relativt sett mycket stora arealer pCF som inte samtidigt är HCVF. Överlapp av pCF i HCVF är störst i det högre höjdbältet i samtliga 6 zoner; från 74 % till 7 % där andelen sjunker konstant från fjäll till kust. Överlapp av HCVF i pCF är stort i alla zoner och höjdbälten, från 61 % (lägre höjdbältet i centrala inlandet) till 96 % (högre och mellanhöjdsbältet i fjällen).

I förhållande till 17 %-målet (Aichi mål 11), når andelen HCVF över denna andel i det högre höjdbältet i fjällen och övre inlandet samt i mellanhöjdsbältet i fjällen (Figur 5:11). För övriga 15 delområden är det stora arealer som måste tillföras för att 17 % naturvårdsareal ska uppnås. Detta kan dock uppnås för alla delområden genom att tillföra skog inom pCF. För samtliga zoner utom kusten är andelen HCVF högre i högre lägen i landskapet än i lägre. Genom att tillföra pCF till en grön infrastruktur är, potentiellt, 20 % eller högre andelar i landskapet möjliga för samtliga delområden.



Figur 5:11. Andelar av skogliga värdekärnor (HCVF; mörkgrön) och potentiell kontinuitetsskog (pCF; ljusgrön) utanför HCVF, av skogsmark och i förhållande till 17 % (Aichi mål 11; streckad linje). Notera att skalan på zon "Fjällen" är 100 % mot 50 % för övriga zoner. Efter Svensson m.fl. (in prep.).

Att utöka andelen formellt skydd och andra arealeffektiva åtgärder som gynnar naturvärden är nödvändigt även i de delar av skogslandskapet som har en större andel pCF (> 30 %), och då i synnerhet nedanför fjällen och de högsta lägena (vattendelarna) i landskapet. Eftersom HCVF som skikt omfattar kända områden med höga naturvärden, redan skyddade och inte skyddade, bör detta tolkas som att det kommer att behövas omfattande naturvärdesrestaurering överlag i skogslandskapet nedanför fjällen för att på sikt bygga upp en funktionell grön infrastruktur. Här utgör pCF en resurs och möjlighet för riktad inventering och kartläggning, både av inneboende naturvärden eller potential för naturvärden, och för möjligheter att bidra som spridningszon, spridningslänk och värdenätverk.

I denna studie har vi analyserat 18 olika delområden av ett stort geografiskt område, uppdelade på avstånd från kust till fjäll och höjdläge i landskapet. Det är därmed en approximation av skog representativ för stora delar av det Norrländska skogslandskapet. För faktisk representativitet enligt Aichi mål 11, behövs ytterligare fördjupningar i form av analyser på habitatnivå som även bygger på tillräckliga inventeringsdata. Vår bedömning är att denna studie indikerar var utökade skydd och naturvårdsåtgärder är som mest angelägna för länsstyrelserna och skogsstyrelsens strategiska och operativa naturvårdsarbete.



Figur 5:12. Skogslandskap i Björnlandets nationalpark, Västerbotten. Foto: Länsstyrelsen i Västerbotten.

6. Syntes, utblick och framtida forskningsbehov

I detta avslutande kapitel ger vi sammanfattat några generella reflektioner och slutsatser, och presenterar några utblickar och möjliga framtida forskningsinriktningar för fördjupade och breddade ansatser inför ett fortsatt arbete med tillämpning av grön infrastruktur och en stärkt naturvård i det norrländska skogslandskapet.

6.1. Funktionell konnektivitet – indikatorer för biologisk mångfald på landskapsnivå

De olika delstudierna i projektet har alla haft till syfte att beskriva den övergripande strukturen i norra Sveriges skogslandskap samt skogsmark och träd- och buskmark i den alpina regionen. Genom att analysera förekomsten av (potentiellt) värdefulla skogsmiljöer och deras rumsliga fördelning har vi på olika geografiska skala identifierat möjligheter att stärka skogslandskapets gröna infrastruktur och förutsättningar för funktionell konnektivitet, det vill säga förutsättningar att på landskapsnivå säkerställa livskraftiga populationer för skogens arter. På de regionala och nationella skalorna har våra resultat hög relevans för den grön infrastrukturplanering som sker hos berörda myndigheter. Resultaten kan också bidra till en fördjupad diskussion kring tillämpningen av nationella strategier och policys.

För ekologiskt funktionell grön infrastruktur på habitat- och artnivå behövs dock överlag fördjupande ansatser och analyser. För att implementera resultaten och vidareutveckla analyserna på en mindre, operativ skala och i faktiska landskap, behövs också en nära samverkan med naturvårdens praktiker. För konkreta prioriteringar av områdesskydd, restaurering och rådgivning, måste upplösningen i data bli högre än vad vi har presenterat här, och med högre precision i förhållande till aktuella förutsättningar och frågeställningar. Istället för förekomst av potentiell kontinuitetsskog eller värdekärnor i skog generellt, så måste olika skogs- och habitattyper särskiljas och det omgivande landskapets karaktär, terrängförhållanden och sammansättning av marktyper beaktas på en mer detaljerad nivå. Detta har endast i viss mån uppnåtts inom projektet (se kapitel 5.1, 5.3). Utöver vad som presenterats tidigare i denna rapport har vi även genomfört några konkreta studier i samråd med avnämaren.

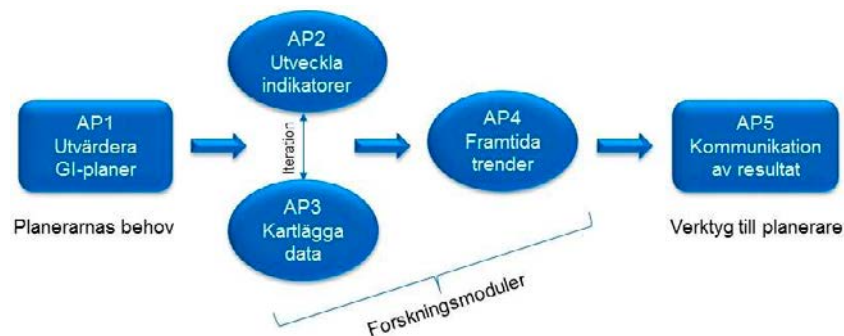
I samarbete med flera länsstyrelser har vi utvecklat och testat olika habitatmodeller för lavskrika som en paraplyart för äldre boreal skog. Målet med projektet var att identifiera områden där det finns sammanhängande ytor av uppvuxen granskog som fyller lavskrikans habitatkrav vad gäller habitatstrukturer och täthet av habitat i landskapet. Tanken var att med utgångspunkt i lavskrikans krav identifiera delar av vardagslandskapet, d.v.s. utanför befintligt skyddad skog, som via ytterligare förstärkning och restaurering

kan bidra till en funktionell gröna infrastruktur. Här använde vi flera olika typer av data (bl.a. SLU Skogsdata, Skogliga Grunddata, och Metrias kartering av potentiella kontinuitetsskogar) och testade olika parametrar (t.ex. beståndsålder eller flerskiktighet). Även om resultatet av dessa analyser inte var så tydligt som förväntat, så gav studien värdefulla insikter i begränsning och möjlighet i olika data för att representera artens livsmiljökrav. Denna studie har levererats till länsstyrelserna och är i utvecklad form under vetenskaplig publicering (Orlikowska m.fl. in prep.). Vi har även på förfrågan av BirdLife Sverige tagit fram och levererat en modellering av habitattillgång för tretåig hackspett i Västerbotten, i syfte att illustrera omfattningen av förlust av artens livsmiljö förorsakad av redan utförda och fortsatta avverkning av gamla skogar i västra delen av länet.

Arbete har också påbörjats med en grön infrastrukturanalys av Råneå-älvens avrinningsområde, på uppdrag av och i samarbete med länsstyrelsen i Norrbotten. De data som använts i detta projekt kommer att användas även här, och kompletteras med mer specifika naturvärdesdata i länsstyrelsens register samt med Nationella kartäckedata inklusive tilläggs-skikt (Metria 2017). Detta blir ett viktigt steg mot att ta fram mer skogstyps- och habitat-representativa kartläggningar och analyser av fördelning och konnektivitet av habitat. Det är planerat att analysera både skog och öppna markslag samt skogsmarksimpediment och övergångszoner mellan skog och myr samt skog och vatten. Det är vår förhoppning att våra resultat och erfarenheter från detta projekt överlag kan generera nya frågeställningar och skapa ytterligare intresse inom länsstyrelser, skogsstyrelsen, ideella organisationer, skogsbolagen och övriga aktörer i skogssektorn. Kunskap, noggrannhet och precision behöver fördjupas på alla nivåer och plan.

Vi har tagit flera delar i detta projekt vidare till ett projekt som startade 2019: "Bättre sent än aldrig – indikatorer för skogslandskapets gröna infrastruktur", med finansiering av Naturvårdsverket. Det nya projektet utgör en naturlig fortsättning, där flera olika ansatser kommer att vidareutvecklas. Målet är att med utgångspunkt från de grön infrastruktur-planer som länsstyrelserna har tagit fram och presenterat under 2018, utveckla nya och användarvänliga indikatorsystem för biologisk mångfald på landskapsnivå. Här kommer vi att använda även andra heltäckande datakällor än de som vi har använt hittills som geografiskt och biofysiskt underlag. Vi kommer att utvärdera ett brett spektrum av arters habitat- och landskapskrav, baserat på 27 kravkombinationer ("artificiella arter") som representerar ett stort antal arters livsstrategier. Indikatorsystemet avser att stärka styrmedlen på nationell och regional nivå för att uppnå de internationella åtaganden som Sverige har antagit, med fokus på Aichi mål #11 inom konventionen för biologisk mångfald (CBD 2010). I detta ingår, utöver arealmål för områdesskydd (17 %), att områdesskydd ska vara relevant för de aktuella biologiska värdena, funktionellt och ekologiskt representativt i ett landskapsperspektiv, och integreras i den övergripande markanvändningsplaneringen på relevant skala.

Projektet innehåller fem integrerade delprojekt (Figur 6:1); 1) Granskning och analys av länens gröna infrastrukturplaner med fokus på de skogliga delarna; 2) Utveckling av landskapsindikatorer med hjälp av arters krav på intakta landskap (primärt den ”fjällnära skogens gröna bälte”), landskap med lägre andel av potentiell kontinuitetsskog och unga successionsstadier efter störning, samt övergångszoner mellan skog och vatten; 3) Värdering av användbarheten av Nationella marktäckedata för att implementera landskapsindikatorerna (delprojekt 2 och 3 länkas samman via en iterativ process); 4) Utvärdering av möjligheten att praktiska använda indicatorsystem; samt 5) Kommunikation och utbildning om projektets inriktning och resultat.



Figur 6:1. Projektstruktur för projektet ”Bättre sent än aldrig – indikatorer för skogslandskapets gröna infrastruktur”. Relationen mellan de 5 olika delprojekten.

6.2. Policy och policyimplementering av grön infrastruktur på landskapsnivå

Centralt för implementering av grön infrastruktur i skogslandskapet är att skogar med höga naturvärden finns kartlagda och identifierade, och att det finns tillräcklig och precis information om naturvärdenas karaktär. Områdeskydd är utgångspunkten för planering på landskapsnivå. Vid sidan av befintligt skyddade områden och de registreringar som har gjorts av länsstyrelserna för att identifiera potentiella reservatsobjekt och objekt för andra skyddsinstrument, utgör Skogsstyrelsens nyckelbiotopsinventering (Norén & Nitare 1992) den kanske viktigaste kunskapsbasen. Inventeringen har pågått sedan 1990-talet och syftar till att identifiera skogar som idag definieras som ”från en samlad bedömning av biotopens struktur, artinnehåll, historik och fysiska miljö idag har mycket stor betydelse för skogens flora och fauna. Där finns eller kan förväntas finnas rödlistade arter”. Även om inventeringen i Sverige i första hand är inriktad mot fragmenterade och avgränsningsbara skogshabitat med höga naturvärden i ett landskap som i övrigt är påverkat av intensivt skogsbruk och annan markanvändning (Ericsson m.fl. 2005; Timonen m.fl. 2010) och därför i sig har begränsningar vad gäller spatial representativitet och generaliserbarhet (Komonen & Kouki 2011), så är inventeringen central för att validera och beskriva höga naturvärden. Det är också en datamängd

som har nationell täckning, geografiskt och vad gäller skogs- och habitattyper. I en tvåstegsmodell kan nyckelbiotopsdata och nyckelbiotoper läggas till skikten potentiella kontinuitetsskogar och Nationella marktäckedata för att sätta nyckelbiotoper i sitt landskapsperspektiv och skapa modeller som förutsäger var hittills inte dokumenterade nyckelbiotoper kan vara belägna. I ett grön infrastruktur-perspektiv tillkommer även att skogshabitat med lägre naturvärden, alltså skogshabitat som inte håller nyckelbiotopsklass eller kanske ens är objekt med naturvärde, kan vara värdefulla för att sammanlänka funktionella värdekärnor och ingå i värdestrakter och värdenätverk. Att tydligare knyta nyckelbiotoper till grön infrastrukturarbetet är en viktig komponent i policyimplementering av grön infrastruktur och som del i implementering av de jämställda miljö- och produktionsmålen för skog.

I dagsläget har regeringen inte avsatt medel för att fortsätta med nyckelbiotopsinventeringen vilket försvårar kunskapsuppbyggnaden om vilka potentiella kontinuitetsskogar som har höga naturvärden, och/eller värden för att stärka konnektivitet, och därmed starkt begränsar möjligheterna att planera för grön infrastruktur på landskapsnivå med tillräcklig precision och noggrannhet. Vi visar i våra studier på en till stora delar sammanhängande grön infrastruktur i den fjällnära skogen, men också på en storskalig polarisering av skogslandskapet där inlandet och kustlandet karakteriseras av fragmentering och förlust av sådana skogar och där avverkning av äldre, avverkningsmogen skog innebär att gammal skog inte tillförs. För att veta var i landskapet värdekärnor av olika skogs- och habitattyp är belägna och därmed skapa spridningszoner och spridningsnätverk som kan länka ihop den fjällnära skogen med inlandet och kustlandet, är nyckelbiotopsinventeringen ett helt avgörande kunskapsunderlag. Utan naturvärdesvalidering med detta kunskapsunderlag riskeras effektiviteten i framtida områdesskydd, restaureringsåtgärder och förstärkt hänsyn i skogsbruket. Därmed riskeras också att policyimplementering sker på ett otillräckliga beslutsunderlag, vilket inte kan vara i samhällets intresse. I detta ska det noteras att effektiva och kunskapsbaserade beslutsunderlag, på samma grunder, också ska kunna prioritera områden där produktionsmålet är överordnat och där naturvårds-mål inte kan motiveras.

Under senare år har debatten om nyckelbiotopsinventeringen varit intensiv. Från markägarhåll drivs argument om att den utgör en inskränkning av den privata äganderätten då områden som klassats som nyckelbiotoper inte kan avverkas av certifierade markägare och/eller entreprenörer och då ersättningsfrågorna inte är klarlagda. Speciellt har debatten gällt nordvästra Sverige där andelen nyckelbiotoper är större än i andra delar av landet och där det finns en latent avgränsningsproblematik av nyckelbiotoper. Våra studier visar entydigt på den skarpa skillnaden i förekomst av potentiella kontinuitetsskogar, värdekärnor i skog och gammal skog i de nordvästra delarna av landet, och i synnerhet ovan den fjällnära gränsen.

Skogsstyrelsen (opublicerade data) har uppskattat att det finns 421 000 ha nyckelbiotoper i nordvästra Sverige, varav 45 % är registrerade. Vidare, att

av 475 rödlistade arter i boreal region och av samtliga rödlistade arter i Sverige, har nyckelbiotopsinventeringen registrerat 80 % respektive 45 % i nordvästra Sverige (Roberge 2018). Nyckelbiotoper är också större i nordväst (13 och 3 ha som medel- och medianstorlek) än i Sverige som helhet (5 och 2 ha), men än större ovanför fjällnära gränsen (27 och 4 ha). I Claessons (2018) sammanställning av skogstillståndet ovan fjällnära gränsen framgår att naturvärdena överlag är högre eller mycket högre än i andra områden; Naturskogskaraktär på 5,6 % (32 000 ha) jämfört med 1,2 % i nordvästra Sverige och 0,1 % i Sverige i övrigt, habitatklassad areal på 28,7 % (162 000 ha) jämfört med 10,4 % och 3,2 %, gammal skog (+ 140 år) på 29,7 % (168 000 ha) jämfört med 13,5 % och 4,3 %. Statistiken här gäller för produktiv skogsmark utanför formellt skydd, frivilliga avsättningar och värdekärnor och är baserad på Riksskogstaxeringens data.

Vi har lyft fram den fjällnära skogens unika värden i flera delar i denna rapport. Våra analyser visar entydigt på dess särprägel som sammanhängande, intakt natur- och naturnära skog, med stora grön infrastrukturvärden i sig och med betydelse för hela det boreala skogslandskapet i Sverige och Fenoskandia. Som komplement till ett stort antal globala studier som identifierar ”den fjällnära skogens gröna bälte” som av stort bevarandevärde ur ett internationellt perspektiv (bl.a. Potapov m.fl. 2008; Hansen m.fl. 2013; Heino m.fl. 2015; Potapov m.fl. 2017; Watson m.fl. 2018; Di Marco m.fl. 2019), har vi bidragit med väsentligt högre precision om dess egenskaper och förutsättningar som ”intakt” skogslandskap. Det är uppenbart att den fjällnära gränsen från 1991 (Prop. 1990/91:3) är ett exempel på en policy som fungerar väl för att bevara naturvärden på landskapsnivå. Enligt många studier (bl.a. Sayer 2009; Arts m.fl. 2017; Mansourian 2018) finns det mycket få exempel på framgångsrika policys som har fått den effekten. Värdet av den fjällnära gränsen som ett sådant policyexempel bör därför lyftas fram specifikt.

Den fjällnära gränsen tillkom efter en livlig parlamentarisk och medial debatt under 1980-talet, underbyggd av de omfattande konsekvenserna av ett intensivt kalhyggesbruk. Fallet ”Änok” (se kapitel 5.2) är i detta perspektiv ytterst intressant vad gäller implementeringen av denna policy. Nu närmare 20 år efter avverkningsanmälan pågår fortfarande de rättsliga prövningarna.

Den fjällnära gränsen etablerades efter förslag av Ulf von Sydow (von Sydow 1988). von Sydow skriver i den rapport som Ragnhild Pohanka föredrog i riksdagen 1989 (Pohanka 1989; *”Den fjällnära skogen är unik och om den avverkas kommer den i nuvarande biologiska stadium aldrig mer tillbaka”*) att ett storskaligt skogsbruk *”bör förebyggas genom inrättande av en övre gräns för storskaligt skogsbruk som reglerar skogsbrukets utformning och omfattning närmast fjällen”* (sid. 15). Och vidare att *”genom inrättande av en naturvårdsgräns och övergång till ett småskaligt skogsbruk, kan de negativa effekterna på sysselsättningsnivå begränsas inom skogsnäringen i fjällkommunerna. Detta samtidigt som uthålligheten ökar och naturvärdena i stort kan bibehållas. Virkesuttaget blir ett kort tidsperiod lägre än idag.”* (sid. 29).

Idag, 30 år senare, är trycket än en gång högt på avverkning i den fjällnära skogen. I kapitel 5.2 som bygger på Jonsson m.fl. (2019), konstaterar vi, precis som Ulf von Sydow för 30 år sedan, att en väg framåt för naturvärden, kulturmiljövärden och regional utveckling i nordvästra Sveriges fjällnära landskap är mot ett lokalt småskaligt skogsbruk med kontinuitetsskogsbruk och andra alternativa brukningsmetoder, där skonsammare avverkningen kan stimuleras med kompensation i form av naturvårdsavtal. Även om det finns fog för ytterligare områdesskydd, är andelen privatägd skogsbruksmark och avverkningsbar mark generellt liten och ett fortsatt skogsbrukande bör kunna hanteras med bra kunskapsunderlag om var de prioriterade naturvärdena är belägna. Detta är i linje med artikeln av Felton m.fl. (2019) som argumenterar för mångbruks- och flermålsstrategier ("diversification trajectory") som en väg framåt mot ett hållbart och adaptivt förvaltningssystem för skogslandskap.

Genomgående visar våra analyser att det inte är möjligt att bygga en fungerande grön infrastruktur baserat på enbart kända skogliga värdekärnor. Våra analyser visar också att bidraget från potentiella kontinuitetsskogar, som till stora delar påverkade av äldre tiders skogsbruk, är begränsat för stora delar av det Norrländska skogslandskapet. Sammantaget pekar detta på ett stort behov av att i framtiden, parallellt med ökat områdesskydd, fokusera på restaureringsåtgärder. Kunskapsläget för restaurering har också ökat i senare tid, både vad gäller den vetenskapliga basen (Halme m.fl. 2013, Bernes m.fl. 2015, Hof & Hjältén 2018) och praktisk tillämpning via exempelvis EU-finansierade projekt som LifeTaiga (naturvårdsbränningar, <http://www.lifetaiga.se/>) Vi noterar också att länsstyrelserna har lyft en lång rad restaureringsåtgärder som en del av det arbete de genomfört i samband med handlingsplanerna för grön infrastruktur och som presenterades under 2018. I dessa planer finns också till viss del åtgärdsförslag och kartläggningar över länsgränserna. Insikten om att stora delar av skogslandskapet är utarmat på värdeelement och värdekärnor har lyft fram behovet av aktiv skötsel för att höja befintliga naturvärden och återskapa viktiga livsmiljöer. Kombinerat med de traktanalyser som gjorts i handlingsplanerna utgör detta en viktig länk i uppbyggnaden av en fungerande grön infrastruktur.

Ett annat viktigt instrument för restaurering är de naturvårdsavtal som Skogsstyrelsen och Länsstyrelserna har möjlighet att upprätta som civilrättsliga avtal med privata markägare. Totalt i norra Sverige finns i dagsläget drygt 22 000 ha naturvårdsavtal (Skogsstyrelsen 2019). Dessa inkluderar i de flesta fall också olika typer av skötselåtgärder som syftar till att bevara och utveckla naturvärden. Studier har visat att en stor majoritet (omkring 80 %) av de markägare som tecknat avtal är positiva till denna form av områdesskydd (Anon. 2018). Kombinationen av frivillighet och aktiva skötselåtgärder talar för att detta instrument ytterligare skulle kunna bidra till att stärka landskapets naturvärden och speciellt om arbetet fokuserar på de områden som är speciellt viktiga för att bygga grön infrastruktur.

I implementering av grön infrastruktur är därför naturvärdesrestaurering även i kulturskog en central aspekt. I detta sammanhang handlar det om att

identifiera värde-trakter och värdenätverk – ”naturvårdslandskap” – dit restaurering kan koncentreras för bästa naturvårdseffektivitet och -nytta. I kapitel 5.1 och 5.3 ger vi några vägledningar om hur detta kan göras.

6.3. Avnämarnära och tillämpad forskning

Forskning inom naturvård har av tradition betraktats som klassisk naturvetenskap. I praktiken ingår dock många andra aspekter än de som bara passar in i den naturvetenskapliga verktygslådan. Modern naturvårdsforskning borde därför snarast betraktas en ”post-normal science” (Tabell 6:1) där själva sammanhanget ställer andra krav för att naturvårdsforskningen ska bidra till en positiv samhällsutveckling (Newig m.fl. 2019). Nutida naturvårdsforskning kan inte ske separat från dess tillämpning. En nära samverkan mellan forskare och relevanta samhällsaktörer är avgörande för effektiv och framgångsrik naturvård.

Tabell 6:1. Karaktärer för så kallad ”post-normal science” och som i hög grad är relevanta för dagens naturvårdsforskning.

Karaktär	Beskrivning utifrån miljö- och naturvårdsperspektiv
Osäkra fakta	Ett komplext system där naturens egen komplexitet interagerar med samhällssystemet
Stora värden står på spel	Förlust av biologisk mångfald, ekosystemtjänster, och klimatförändringar
Värdegrunder debatterade	Olika intressenter i samhället värderar natur och miljö olika och ingen gemensam samsyn finns
Viktiga beslut måste tas nu	Trycket på naturen är högt och handlingsutrymmet tvingar fram beslut innan all kunskap finns tillgänglig

Vi har i detta projekt försökt att närma oss denna typ av nära samverkan med naturvårdens praktiker genom att under projektets gång involvera olika avnämarrrepresentanter och lägga till ett antal uppdrag som initieras av dessa (se kapitel 6.1). I huvudsak har dessa representerat de myndigheter som har ansvar för planering och genomförande av grön infrastruktur, d.v.s. Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och Länsstyrelser, men också andra centrala organisationer som Metria. Vi har vid ett flertal tillfällen även använt projektet som exempelsamling för landskapsekologiska utmaningar i undervisning på både nationell och internationell nivå. På förfrågan från Skogsstyrelsen medverkade vi vid två tillfällen vid deras interna utbildningar om grön infrastruktur och ekosystemtjänster, med totalt ett drygt 50-tal deltagare. Vi uppfattar det som att denna utbildning var mycket uppskattad av deltagarna och fördjupade deras perspektiv kring naturvårdsplanering på landskapsnivå. Vi har självfallet också genomfört seminarier med ett större antal avnämarrrepresentanter och forskarkollegor, och vid ett flertal tillfällen presenterat våra resultat på internationella vetenskapliga seminarier och konferenser.

Dessa utåtriktade insatser har inte bara bidragit till att sprida resultaten från projektet utan också i hög grad hjälpt oss att angripa forskningsfrågorna

från de perspektiv och behov som centrala avnämarkategorier har. Vårt arbetssätt sammanfaller därmed också med det som kallas ”Responsible Research and Innovation” (RRI), som har blivit ett fundament inom EU kring hur forskning borde bedrivas och i dagsläget mer eller mindre utgör ett krav för EU-finansierad forskning. RRI definieras som: *Responsible research and innovation is an approach that anticipates and assesses potential implications and societal expectations with regard to research and innovation, with the aim to foster the design of inclusive and sustainable research and innovation.* (EU 2019). Vi ser detta som en i huvudsak positiv utveckling, och kanske helt avgörande för framgångsrika projekt för den typ av forskning som Naturvårdsverket finansierar. Samtidigt utgör detta självfallet en utmaning för forskningen i sig och kan potentiellt påverka möjligheten att publicera forskningsresultaten i vetenskapliga tidskrifter (Newig m fl. 2019).

Det är också positivt att flera länsstyrelser, Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen m.fl. organisationer aktivt har sökt kontakt för olika specificeringar och utvecklingar i projektet, och att vi har haft möjlighet att på förfrågan göra vissa djupdykningar i metodik och data. Ett kunskapsbaserad fortsatt arbete med grön infrastruktur, strategiskt och operativt, förutsätter ett nära samarbete och integrerad, tillämpad och adaptiv forskning. I detta perspektiv hoppas vi att denna slutrapport kan fylla en funktion och att naturvårdens praktiker har nytta av den.

Avnämarnära och tillämpad forskning är också nödvändigt för att ta fram sådana underlag som efterfrågas i beslutsfattande i ett skogslandskap som är stätt i kontinuerlig förändring. Detta gäller både naturskogslandskapet där naturliga störningar påverkar skogsstrukturen men också i hög grad i det brukade landskapet där omfattning och intensitet i skogsbruket kommer att förändra konnektivitet mellan områden med höga naturvärden. Dessa både naturliga och antropogena successioner utgör utmaningar för planering och implementering av grön infrastruktur på landskapsnivå. Till detta kommer också den pågående klimatförändringen vilket leder till förändringar i skogsstruktur och olika arters utbredningsområden samt anpassningsbehov i skogsbruket.

Vi noterar vidare den förväntan som finns att skogen i framtiden ska ge viktiga bidrag till en omställning till ett fossilfritt samhälle. Det finns starka anledningar att ifrågasätta om ett ökat fokus på bioenergi leder till de snabba utsläppsminskningar som är nödvändiga för att minimera den globala temperaturökningen till 1.5 grader (se t.ex. Ter-Mikaelian m.fl. 2015; Norton m fl. 2019). I sak borde slutsatser baserade på dessa och många andra studier innebära ett större fokus på att låta skogarna i första hand fungera som kolsänkor genom minskande avverkningstakt. Parallellt finns dock starka krafter som driver tesen att skogsråvara är avgörande för framtida lösningar på klimatkrisen. Nationellt bedrivs kampanjer där budskapet går ut på att ökad tillväxt och ökad avverkning är avgörande för att substituera bränslen och produkter från fossila källor (se t.ex. <http://www.svenskaskogen.nu/>). Vinner denna syn på skogens framtid politiskt gehör minskar sannolikt planeringsutrymme för

grön infrastruktur ytterligare och vi riskerar att det funktionella värdet av de områden av naturskog som blir kvar avsevärt begränsas.

Sammantaget drar vi slutsatsen att ett nära samarbete mellan forskare, praktiker och beslutsfattare leder till högre adaptiv kapacitet för att hantera osäkerheterna om skogslandskapets framtida utveckling. Det är en mycket stor utmaning att planera och implementera en funktionell grön infrastruktur som säkerställer uppfyllandet av de nationella miljömålen, Aichi-målen och de globala hållbarhetsmålen. Vi menar att detta i sig är ett starkt argument för att fokusera insatser på naturvårdslandskap (se avsnitt 1.2) som är väldokumenterade och kända. Den ”fjällnära skogens gröna bälte” har en särställning i detta, som ett sammanhängande område med unika skogslandskapsvärden i sig både på nationell och internationell nivå och generellt som värde-trakt och värdenätverk för grön infrastruktur i boreal skog.

6.4. Slutsatser

De viktigaste slutsatserna från projektet ”Det boreala skogslandskapets gröna infrastruktur” (”ConFor”) är att:

Den fjällnära barrskogen i Sverige representerar ett på många sätt unikt område till sin sammansättning av naturnära skog, med mindre påverkan av kal- och trakthyggesbruk, vid geografisk utsträckning, god konnektivitet och höga naturvärden. Förutom längst upp i norr och längst ner i söder, är ”den fjällnära skogens gröna bälte” betingat av gran. Den fjällnära skogen har höga värden som värde-trakt och värdenätverk i sig och som utgångspunkt för grön infrastruktur i skog i boreala Sverige. Den intakta karaktären måste bevaras med kompletterande områdesskydd, men det ter sig också möjligt att i viss utsträckning bedriva kontinuitetsskogsbruk och småskaligt skogsbruk utan att värdena riskeras.

Den fjällnära gränsen och det striktare regelverket för avverkning är ett exempel på en policy som upprätthåller naturvärden på landskapsnivå. Det är en principiellt mycket viktigt att upprätthålla denna policy och att tillse att regelverk för ekonomisk ersättning blir fastställda. Det är i ett nationellt perspektiv mycket små arealer av produktiv skogsmark ovanför fjällnära gränsen som är aktuella för avverkning, och än mindre arealer på privatskogsbrukets marker.

Konnektiviteten av naturnära skog är bruten i östlig riktning som en effekt av ett omfattande kal- och trakthyggesbruk. Det finns små och fragmenterade arealer kvar av skog som inte har avverkats sedan mitten av 1900-talet och framåt. Kanteffekter innebär att de funktionella kärnområdena är mindre och t.o.m. avsevärt mindre till yta än den totala arealen potentiell kontinuitetsskog. Detta innebär att det för en sammanhållen grön infrastruktur i Norrlands inland och kustland överlag är nödvändigt att prioritera naturvårdsrestaurering för att skapa fungerande spridningslänkar och värdenätverk. Det är aktuellt att även överväga att prioritera restaurering i skog med lägre

naturvärden före områdesskydd av skog med högre naturvärden, givet storlek och läge i landskapet.

Vi har lyft fram begreppet naturvårdslandskap i denna rapport. I implementering av grön infrastruktur framstår det som nödvändigt att kraftsamla resurser till vissa landskapsavsnitt, och speciellt för inlandet och kusten söder om Norrbotten, där det är görligt att skapa funktionell konnektivitet.

På regional nivå är det tydligt att Norrbotten avviker från övriga län. Konnektivitet, om dock på lägre nivå, finns i större utsträckning i även inland och kustland. För Västerbotten, Jämtland och Dalarna är konnektivitet i skog i mycket stor utsträckning koncentrerad till enbart den fjällnära skogen. På landskapsnivå finns tydliga gradienter från kust till fjäll men också från älvdal till vattendelare, där de västligaste och högst belägna områdena har störst täthet av skyddade områden, värdekärnor och potentiell kontinuitetsskog. Våra studier visar att ännu ej skyddade värdekärnor i skog och potentiella kontinuitetsskogar, de senare med eller utan höga naturvärden men med upp vuxen skog, överlag kan förstärka skyddade områden. Dock, för stora delar av Norrlands inland och kustland är dessa möjligheter begränsade, och givet pågående skogsbruk i minskande.

Våra studier visar också att det generellt är möjligt att skapa sammanhängande konnektivitet för grandominerad skog, som är funktionell åtminstone för arter med lägre livsmiljökrav på habitat- och landskapsnivå. Detta gäller också för tall i de delar av Norrland där tall är mer vanligt. Möjligheterna är betydligt mindre för arter med höga livsmiljökrav, och utanför fjällbjörkskogen också för lövskogarter. Det finns ett behov av riktade insatser för att på sikt skapa mer lövskogshabitat, särskilt bestående av äldre lövskog, i inland och kustland.

De data vi har analyserat, i första hand potentiella kontinuitetsskogar, värdekärnor i skog och Nationella marktäckedata, erbjuder möjligheter att skatta konnektivitet och identifiera förstärkningsmöjligheter för skyddad skog på landskapsnivå. Det har dock överlag inte varit möjligt inom detta projekt att göra habitat- eller artspecifika analyser, vilket är nödvändigt för att ta fram tillräckliga underlag för ekologiskt funktionell grön infrastruktur.

Nyckelbiotopsdata och motsvarande högupplöst naturvärdesdata behöver integreras med heltäckande landskapsdata för att kunna göra naturvärdes-specifika grön infrastrukturens skattningar. I detta perspektiv och i perspektiv av de generellt höga naturvärdena i nordvästra Sverige och i synnerhet ovanför den fjällnära gränsen, är den stoppade nyckelbiotopsinventeringen mycket olycklig.

Vad gäller skiktet potentiella kontinuitetsskogar, så är det en svaghet att det saknas tidsupplösning. Ett skikt där avverkningar är tidsatta, till år eller några års tidsperiod, ger betydligt större möjligheter att skatta landskapets förändring och tolka förändringar i biologisk mångfald i perspektiv av tilltagande fragmentering och förlust av naturnära skog. Ett sådant underlag skulle ge möjligheter till art- och habitatspecifika analyser av den relativa betydelsen av konnektivitet och kontinuitet.

Den tidsperiod vi har studerat motsvarar i stort och för stora delar av Norrland den tidsperiod sedan mitten av 1900-talet som kal- och det efterföljande trakthyggesbruket helt har dominerat i skogsbruket. Skogstillståndet runt 1950-tal var inte ett naturtillstånd. På stora områden bedrevs det långt tidigare än så omfattande avverkningar. Våra studier visar dock att det i väst fanns stora sammanhängande skogsområden kvar långt in på 1960 till 1970-talen, och att den mest omfattande omdaning av skogslandskapet i inlandet skedde senare än så. Men, med avverkning, markberedning, plantering, dikning, m.m., och med en beståndsriktad och monokulturorienterad skogsskötsel, skapas kulturskogar som på avgörande sätt avviker från de rester av heterogena och strukturrika skogar som fanns före trakthyggesbrukets införande.

För implementering grön infrastruktur är det också nödvändigt att beakta olika värden och markanvändningsintressen samtidigt. Det kan till exempel antas att ett landskap som är funktionellt för biologisk mångfald också är funktionellt för renen och rennäringen och därmed för den samiska kulturen, och att en väl genomarbetad grön infrastrukturplan också fyller ett syfte i att identifiera skogar där skogsbruk fortsättningsvis kan bedrivas.

För implementering grön infrastruktur för biologisk mångfald och ekosystemtjänster i landskap stadda i förändring och med osäkerheterna om skogslandskapets framtida utveckling i fråga om skogens klimatnytta, sysselsättning i skogsbruket, skogsbrukets och landsbygdens anpassningsförmåga till klimatförändringar, m.fl. aktuella frågor, behövs mer tillämpad forskning i nära samarbetet med praktiker och beslutsfattare.

7. Tack

Naturvårdsverket har bistått projektgruppen på ett bra sätt med återkommande projektmöten inom forskningsinsatsningen samt annat strategiskt och taktiskt stöd. Inledningsvis hade vi viktiga diskussioner med personer på länsstyrelserna i Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands och Västernorrlands län – ibland dessa Tina Nilsson, Sören Uppsäll, Per Nihlén, Emma Widmark, Pekka Bader, Kristin Lindström, Torbjörn Engberg, Pär Hedberg, Jessica Jonasson och Per Sander – och på Skogsstyrelsen – i första hand Liselott Nilsson och Sara Grabbe. Flera av er har återkommit i olika sammanhang under projekttiden. Under senare delen av projekttiden har också ytterligare personer, som Svante Claesson och Bosse Hultgren på Skogsstyrelsen, bidragit med värdefulla synpunkter. Metria har varit en särskilt viktig samarbetsorganisation under hela projekttiden genom och vi har haft mycket stor nytta av våra återkommande möten och diskussioner. Här vill vi i första hand rikta ett varmt tack till Eva Ahlcrona som på ett mycket förtjänstfullt sätt har bistått med data, annat material, synpunkter och goda råd.

Inledningsvis ingick Per Sandström, SLU, och Jon Andersson, Sweco, i projektgruppen. Stor tack till er för era bidrag, och inte minst till Jon för animeringar samt insatser och kloka synpunkter vad gäller data, analyser, textinnehåll och illustrationer. Tack också till Ewa Orlikowska och Adam Helleberg för era bidrag, och till Jonas Dahlberg (SLU Riksskogstaxeringen) och Svante Claesson (Skogsstyrelsen) för data. En viktig person som kom in i projektgruppen efterhand är Jakub ("Kuba") Bubnicki från Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, Białowieża, Polen, och som lyft GIS-analyserna till en förtjänstfull nivå. Detta projekt har lett vidare till projektet "Bättre sent än aldrig – indikatorer för skogslandskapets gröna infrastruktur", även det finansierat av Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag inom satsningen "Indikatorer för biologisk mångfald". I detta projekt medverkar också Per Angelstam, SLU, som därmed indirekt och på flera sätt har bidragit till denna slutrapport.

Projektet "Det boreala skogslandskapets gröna infrastruktur" – "ConFor" (Continuity forests) – har påbörjats och avslutats med "skrivarstuga" i Saxnäs, Vilhelmina kommun. Vi tackar vi Ingela på Marsfjäll Mountain Lodge för ett gemytligt och trivsamt värdskap.

8. Källförteckning

I projektet har vi tagit fram ett antal artiklar som är publicerade, under granskning eller fortfarande under bearbetning, inom projektgruppen och i samarbete med kollegor som inte har ingått i projektgruppen och inte har erhållit finansiering genom projektet. Dessa är markerade med en asterisk (*).

Ahlcrona E., Giljam C. & Wennberg, S. 2017a. Katering av kontinuitetsskog i boreal region. Metria AB på uppdrag av naturvårdsverket. 79 p.

Ahlcrona E., Giljam C., Keskitalo C., Klein J. & Naumov V. 2017b. Precisera kartering av kontinuitetsskog i Västernorrlands län. Metria AB på uppdrag av naturvårdsverket. 31 p.

Andrén H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71: 355–366.

Andrén H. 1995. Uppstyckning av biotoper påverkar djurlivet. P. 44–51 i: Markgren G., Andrén H. & Sand, H. Skogsvilt II. Grimsö forskningsstation, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU.

Angelstam P., Jonsson B.G., Törnblom J., Andersson K., Axelsson R. & Roberge J.-M. 2010. Landskapsansats för bevarande av skoglig biologisk mångfald - en uppföljning av 1997 års regionala bristanalys, och om behovet av samverkan mellan aktörer. Skogsstyrelsen, rapport 2010:4.

Angelstam P., Manton M., Jonsson B.G., Mikusiński G., Svensson J. & Sabatini F.M. In rev. Implementing global biodiversity targets in the boreal biome: the forestry intensification and conservation dilemma in Sweden. (*)

Anon. 2018. Formellt skydd av natur - undersökning av markägares upplevelser av myndigheternas arbete 2014-2016. Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen. CMA Research AB, Stockholm

Anon. 2019. Fördjupad utvärdering av Levande skogar 2019. Skogsstyrelsen, Rapport 2019/2.

Arts B., Buizer M., Horlings L., Ingram V., van Oosten C. & Opdam P. 2017. Landscape approaches: A state-of-the-Art Review. *Annual Review of Environment and Resources* 42: 439-463.

Aune K., Jonsson B.G. & Moen J. 2005. Isolation and edge effects among woodland key habitats in Sweden: making fragmentation into forest policy? *Biological Conservation*, 124: 89-95.

Bengtsson J, Angelstam P, Elmqvist T, Emanuelsson U, Folke C, Ihse M, Moberg F & Nyström M. 2003. Reserves, resilience and dynamic landscapes. *Ambio* 32:3 89-396.

- Bergman K.-O., Jonason D., Karlsson J., Westberg L. & Milberg, P. 2019. Land-use history influence the vegetation in coniferous production forests in southern Sweden. *Forest Ecology and management* 440: 23-30.
- Bernes C., m.fl. 2015. What is the impact of active management on biodiversity in boreal and temperate forests set aside for conservation or restoration? A systematic map. *Environmental Evidence* 4:25. 22 p.
- Björheden R. 2019. Det svenska skogsbrukets klimatpåverkan – Upptag och utsläpp av växthusgasen koldioxid. SkogForsk, Uppsala.
- CBD. 2010. Strategic plan for biodiversity 2011–2020 and the Aichi targets. Convention on Biological Diversity, Montreal.
- Chazdon R. L., m.fl. 2016. When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio* 45: 538-550.
- Claesson S. 2018. Nulägesbeskrivning av nordvästra Sverige. Kunskapsunderlag. Skogsstyrelsen Rapport 10. 58 sidor.
- DG Environment. 2013. The interpretation manual of European Union habitat types. EUR28, European Commission, DG Environment, Nature ENV B.3.
- Dickson B.G., m.fl. 2017. Informing strategic efforts to expand and connect protected areas using a model of ecological flow, with application to the western United States. *Conservation Letters* 10(5): 564-571.
- Dickson B.G., m.fl. 2018. Circuit-theory applications to connectivity science and conservation. *Conservation Biology* 33(2): 239-249.
- Di Marco M., Ferrier S., Harwood T.D., Hoskins A.J. & Watson E.M. 2019. Wilderness areas halve the extinction risk of terrestrial biodiversity. *Nature* 573(7775): 582-585.
- Ecke F., Magnusson M., & Hörnfeldt B. 2013. Spatiotemporal changes in the landscape structure of forests in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Management* 28: 651-667.
- Ericsson T.S., Berglund H. & Östlund L. 2005. History and forest biodiversity of woodland key habitats in south boreal Sweden. *Biological Conservation* 122: 289–303.
- Esseen P.-A., Hedström-Ringvall A., Harper K.A., Christensen P. & Svensson J. 2016. Factors driving structure of natural and anthropogenic forest edges from temperate to boreal ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 27: 482-492.
- EU. 2019. Responsible research & innovation. September 2019. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation>

- EU Commission. 2013. Green Infrastructure (GI) - Enhancing Europe's Natural Capital. COM 249.
- Felton A. m.fl. 2019. Keeping pace with forestry: Multi-scale conservation in a changing production forest matrix. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01248-0>. (*)
- Gustafsson L. & Ahlén I. 1996. *Geography of Plants and Animals. National Atlas of Sweden*. SNA Publishing, Stockholm.
- Gustafsson L, m.fl. 2012. Retention forestry to maintain multifunctional forests: A world perspective. *BioScience* 62:633-645
- Halme P. m.fl. 2013. Challenges of ecological restoration: Lessons from forests in northern Europe. *Biological Conservation* 167:248-256.
- Hansen M. C. m.fl. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342: 850-853.
- Hanski I. 1999. *Metapopulation ecology*. Oxford University Press
- Hanski I. 2011. Habitat loss, the dynamics of biodiversity, and a perspective on conservation. *Ambio* 40:248-255.
- Harper K.A. m fl. 2015. Edge influence on vegetation at natural and anthropogenic edges of boreal forests in Canada and Fennoscandia. *Journal of Ecology* 103: 550-562.
- Hedenås H, Christensen P & Svensson, J. 2016. Changes in vegetation cover and composition in the Swedish mountain region. *Ecological Monitoring and Assessment* 188:452. 15 pp.
- Heino M., m.fl. 2015. Forest loss in protected areas and intact forest landscapes: A global analysis. *PLOS ONE*. doi: 10.1371/journal.pone.0138918.
- Hemäläinen A., Strengbom J. & Ranius T. 2017. Conservation value of low-productivity forests measured as the amount and biodiversity of dead wood and saproxylic beetles. *Ecological Applications*, 28(4): 1011-1019.
- Hof A. & Hjältén J. 2018. Are we restoring enough? Simulating impacts of restoration efforts on the suitability of forest landscapes for a locally critically endangered umbrella species. *Restoration Ecology* 26: 740-750.
- IPBES. 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. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 44 p. ISBN: 978-3-947851-04-1.
- Jonsson B.G., Svensson J., Mikusiński, Manton M. & Angelstam P. 2019. European Union's Last Intact forest landscapes are at a value-chain cross-road between multiple use and intensified wood production. *Forests* 10: 564; doi:10.3390/f10070564. *

- Jonsson M. & Wardle D. 2010. Structural equation modelling reveals plant-community drivers of carbon storage in boreal forest ecosystems. *Biology Letters* 6: 116-119.
- Kempe, G. & Fridman J. 2011. Det mörknar i bygderna. *Skog & mark*. Naturvårdsverket. P. 4-6.
- Koen E. L., Bowman J., Sadowski C. & Walpole A.A. 2014. Landscape connectivity for wildlife: Development and validation of multispecies linkage maps. *Methods in Ecology and Evolution* 5: 626-633.
- Komonen A. & Kouki J. 2011. Do woodland key habitats really support the functionality of reserve networks? *Biological Conservation* 144: 667.
- Kuuluvainen T. 2018. Ecosystem management of the boreal forest. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Oxford University Press, USA. 28 p.
- Linder P & Östlund L. 1992. Changes in the boreal forest of Sweden 1870-1991. *Svensk Botanisk Tidskrift* 86, 199-215.
- Lundmark A, Josefsson T & Östlund L. 2013. The history of clear-cutting in northern Sweden – Driving forces and myths in boreal silviculture. *Forest Ecology and Management* 307:112-122.
- Mansourian S. 2018. In the eye of the beholder: Reconciling interpretations of forest landscape restoration. *Land Degradation and Development* 29: 2888-2898.
- McRae B.H., Dickson B.G., Keitt T.H., & Shah V.B. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology* 89: 2712–2724.
- Metria. 2017. Skogliga värdekärnor i Sverige – sammanfattande beskrivning av dataurval och nuläge 2015–2016. Bilaga 2a till Naturvårdsverkets och Skogsstyrelsens redovisning av regeringsuppdrag om Värdefulla skogar. 2017-01-30.
- Mikusiński G., & Edenius L. 2006. Assessment of spatial functionality of old forest in Sweden as habitat for virtual species. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21(S7): 73-83.
- Mikusiński G., Orlikowska E., Bubnicki J.W., Jonsson B.G. & J. Svensson. In prep. Strengthening the network of high conservation value forests in boreal Europe. (*)
- Moen J., m.fl. 2014. Eye on the Taiga: Removing global policy impediments to safeguard the boreal forest. *Conservation Letters* 7:408-418.
- Naturvårdsverket. 2017. Viktiga begrepp i arbetet med grön infrastruktur. Vägledning 2017-02-16. 9 p.

- Naturvårdsverket. 2018. Vägledning för att ta fram åtgärdsplaner för insatsområden i handlingsplaner för grön infrastruktur. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket 2019. Nationella marktäckedata 2018 basskikt. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Nordén B., Dahlberg A., Brandrud T.E., Fritz Ö., Ejrnaes R. & Ovaskainen O. 2014. Effects of ecological continuity on species richness and composition in forests and woodlands: A review. *Ecoscience* 21:34-45.
- Norén M. & Nitare J. 1992. Nyckelbiotoper kartläggs i nytt projekt vid Skogsstyrelsen. *Svensk Botanisk Tidskrift* 86: 219-226.
- Newig J., Jahn S., Lang D.J. Kahle J. & Bergmann M, 2019. Linking modes of research to their scientific and societal outcomes. Evidence from 81 sustainability-oriented research projects. *Environmental Science and Policy* 101:147-155.
- Norton M. m fl. 2019. Serious mismatch continue between science and policy in forest energy. *Global Change Biology, Bioenergy* DOI: 10.1111/gcbb.12643.
- Orlikowska E., Svensson J., Roberge J.-M., Blicharska M. & Mikusiński, G. In prep. Hit or miss? Evaluating the effectiveness of Natura 2000 for conservation of forest bird habitat in Sweden. (*)
- Pfeifer M., m.fl. 2017. Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. *Nature* 551:187–191.
- Pohanka R. 1989. Motion till riksdagen 1988/89: Jo312, 23 januari 1989.
- Potapov P., m.fl. 2008. Mapping the World's Intact Forest Landscapes by Remote Sensing. *Ecology and Society*, 13:51.
- Potapov P., Hansen M. C., Laestadius L., Turubanova S., Yaroshenko A., Thies, C., ... Esipova E. (2017). The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. *Science Advances*, 3, 1–13.
- Prop 1990/91:3. Regeringsproposition om skogsbruk i fjällnära skogar.
- Ranius T. & Fahrig L. 2006. Targets for maintenance of dead wood for biodiversity conservation based on extinction thresholds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 201–208.
- Riksantikvarieämbetet. 1996. Odlingslandskapet – en lång markanvändningshistoria, Riksantikvarieämbetet, Lund.
- Riitters K., Wickham J., Costanza J.K. & Vogt P. 2016 A global evaluation of forest interior area dynamics using tree cover data from 2000 to 2012. *Landscape Ecology* 31:137–148.

- Roberge J.-M. 2018. Vetenskapligt kunskapsunderlag för nyckelbiotopsinventeringen i nordvästra Sverige. Skogsstyrelsen Rapport 11. 97 sidor.
- Ruete A., Snäll T., Jonsson B.G. & Jönsson M. 2017. Contrasting long-term effects of transient anthropogenic edges and forest fragment size on generalist and specialist deadwood-dwelling fungi. *Journal of Applied Ecology* doi: 10.1111/1365-2664.12835.
- Rybicki J. & Hanski I. 2013. Species–area relationships and extinctions caused by habitat loss and fragmentation. *Ecology Letters* 16:27-38.
- Sabatini F.M., Keeton W.S., Lindner M., Svoboda M., Verkerk P.J., Bauhus J., Bruelheide H., Burrascano S., Debaive N., Duarte I., Garbarino M., Grigoriadis N., Lombardi F., Mikoláš M., Meyer P., Motta R., Mozgeris G., Nunes L., Ódor P., Panayotov M., Ruete A., Simovski B., Stillhard J., Svensson J., Szwagrzyk J., Vandekerckhove K., Volosyanchuk R., Vrska T., Zlatanov T. & Kuemmerle T. In rev. Protection gaps and restoration opportunities for primary forests in Europe. (*)
- Sandring S. & Kempe G. 2011. Det blir mer skog på landets myrar. Skog & mark. Naturvårdsverket. P. 7–11.
- Sandström P., Cory N., Svensson J., Hedenås H., Jougda L. & Borchert N. 2016. On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape – implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *Ambio* 45(4):415-429.
- Sayer J. 2009. Reconciling conservation and development: Are landscapes the answer? *Biotropica* 41(6): 649-642.
- SCB. 2019. Protected Nature 2018. Sweden's Official Statistics. Report MI 41 SM 1901.
- Selander, S. 1957. Det levande landskapet i Sverige. Bokskogen, Göteborg (nytryck 1987).
- Simonsson P., Gustafsson L. & Östlund L. 2015. Retention forestry in Sweden: driving forces, debate and implementation 1968–2003. *Scandinavian Journal of Forest Research* 30: 154–173.
- Skogsstyrelsen. 2017. Skogsvårdslagstiftningen – Gällande regler 1 april 2017. ISBN 978-91-87535-12-3.
- Skogsstyrelsen. 2019. Statistik om formellt skyddad skogsmark, frivilliga avsättningar, hänsynsytor samt improduktiv skogsmark. Rapport 2019/18.
- SLU. 2018. Forest statistics 2018, Official statistics of Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 144 pp.
- Svensson J., Andersson J., Sandström P., Mikusiński G., & Jonsson B.G. 2019. Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure. *Conservation Biology* 33: 152–163. (*)

- Svensson J., Bubnicki J., Jonsson B.G., Andersson J. & Mikusiński G. In rev. Hidden in plain sight – Intact Scandinavian mountain forests in a Green Belt of European significance. (*)
- Svensson J., Helleberg A., Jonsson B.G. & Mikusiński G. In prep. Coast to mountain and river valley boreal landscape trajectory for strengthening forest conservation and green infrastructure. (*)
- Snäll T., Lehtomäki J., Arponen A., Elith J. & Moilanen A. 2016. Green infrastructure design based on spatial conservation prioritization and modeling of biodiversity features and ecosystem services. *Environmental Management* 57:251-256.
- Ter-Mikaelian M.T., Colombo S.J. & Chen, J. 2015. The burning question: Does forest bioenergy reduce carbon emissions? A review of common misconceptions about forest carbon accounting. *Journal of Forestry* 113: 57-68.
- Timonen J., m.fl. 2010. Woodland key habitats in northern Europe: concepts, inventory and protection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25:309–324.
- von Sydow, U. 1988. Gräns för storskaligt skogsbruk i fjällnära skogar – förslag till naturvårdsgräns. Svenska Naturskyddsföreningen. 32 p.
- Watson J.E.M., m.fl. 2018. The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology and Evolution* 2: 599–610.
- Wieslander G. 1936. Skogsbristen i Sverige under 1600- och 1700-talen. Svenska Skogsvårdsföreningens tidskrift. P. 593–663.
- Wesström I. Hargeby A. & Tonderski K. 2017. Miljökonsekvenser av markavvattning och dikesrensning. En kunskapssammanställning. Naturvårdsverket rapport 677. 131 p.
- Östlund L., Zackrisson O. & Axelsson A.-L. 1997. The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research* 27, 1198–1206.

Det boreala skogs- landskapets gröna infrastruktur

JOHAN SVENSSON, GRZEGORZ MIKUSIŃSKI & BENGT GUNNAR JONSSON

Rapporten handlar om norra Sveriges skogs- och fjällnära landskap och beskriver hur biologisk mångfald och ekosystemtjänster i skog kan säkerställas i planering för grön infrastruktur.

Forskarna har analyserat struktur och konnektivitet i dagens skogslandskap och hur detta har förändrats sedan mitten av 1900-talet med ett omfattande kal- och trakthyggesbruk. Grön infrastruktur för att bevara och förstärka naturvärden måste ta sin utgångspunkt i de återstående och återhämtade resterna av naturnära skog, där redan formellt skyddad skog kompletteras med restaurering för att förstärka och återskapa naturvärden i brukad skog.

Den fjällnära barrskogen och fjällbjörkskogen är ett unikt område med höga, samlade naturvärden. Förutsättningen för att kunna bevara den intakta karaktären är en fortsatt restriktiv och kunskapsbaserad skogspolitik ovanför den fjällnära gränsen.

Forskningen har finansierats av Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag till stöd för Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndighetens verksamhet.

RAPPORT 6910

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-6910-0
ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

