

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Underlag för formellt skydd av skog och för strategisk planering inom grön infrastruktur

På uppdrag av Naturvårdsverket

Preliminär slutrapport



Projekt: Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region. Preliminär slutrapport

Beställare: Olle Höjer och Erik Sjödin, Naturvårdsverket.

Projektgrupp: Mattias Bovin (rapportförfattare, GIS-analyser, kartframställning), Esmeray Elcim (projektledare), Sandra Wennberg (projektstöd), Metria AB i Stockholm.

Referensgrupp: Olle Höjer (Naturvårdsverket), Erik Sjödin (Naturvårdsverket), Daniel Udd (Länsstyrelsen Dalarna), Lennart Bratt (Länsstyrelsen Dalarna), Johanna Ehlin (Länsstyrelsen Gävleborg), Malin Fuchs (Länsstyrelsen Jämtland), Pär Hedberg (Länsstyrelsen Jämtland), Frederic Forsmark (Länsstyrelsen Norrbotten), Dick Östberg (Länsstyrelsen Värmland), Carlos Paz von Friesen (Länsstyrelsen Västerbotten), Sören Uppsäll (Länsstyrelsen Västerbotten), Kristin Lindström (Länsstyrelsen Västernorrland), Pekka Bader (Länsstyrelsen Västernorrland), Eva Ahlkrona (Metria), Esmeray Elcim (Metria), Mattias Bovin (Metria) och Sandra Wennberg (Metria).

Kvalitetsgranskare: Sandra Wennberg, Metria AB i Stockholm.

Refereras: Bovin M., Elcim, E., Wennberg, S., 2017. Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region. Metria AB på uppdrag av Naturvårdsverket. Preliminär slutrapport

Citeras i löpande text: Bovin et al. 2017.

Datum: 2017-01-19.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte och mål	7
1.3 Termer och begrepp	8
2 Metoder	9
2.1 Analysområde och dataunderlag	9
2.2 Täthetsanalys	11
2.3 Förslag till skogliga värdetrakter	12
2.4 Nätverksanalys	16
3 Resultat	17
3.1 Skogliga värdekärnor i boreal region	17
3.2 Täthetsanalys	19
3.3 Förslag till skogliga värdetrakter	26
3.4 Nätverksanalys	30
4 Diskussion	41
4.1 Dataunderlag	41
4.2 Täthetsanalyser och sätt att avgränsa värdetrakter	41
4.3 Ett annat urval av kriterier för att identifiera förslag till skogliga värdetrakter	42
4.4 Jämförelse med tidigare avgränsade värdetrakter och områden av riksintresse för naturvård	43
4.5 Utmaningar med nätverksanalyser	47
4.6 Synteskartor och bristanalys	47
4.7 Användning av kontinuitetsskogar	50
4.8 Förslag till fortsatt arbete	51
5 Slutsatser och rekommendationer	52
6 Referenser	54
7 Bilagor	56
7.1 Teknisk metodbeskrivning	56
7.2 Projektets referensgrupp	65



Töfsingdalens nationalpark, Dalarnas län. Foto: P Roland Johansson/IBL Bildbyrå (Naturvårdsverket 2016a).

Sammanfattning

År 2005 fastställde Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen en nationell strategi för genomförandet av formellt skydd av skog. Som underlag till strategin genomfördes den första nationella kartläggningen av kända värdefulla skogar i Sverige med hjälp av en landskapsanalys kallad Frekvensanalys av skyddsvärd natur (FaSN). Landskapsanalysen bidrog bland annat till att precisera regionala strategier och ge underlag för formellt skydd. Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen har på regeringens uppdrag reviderat den nationella strategin för formellt skydd av skog 2016.

Syftet med det här projektet har varit att genomföra en ny landskapsanalys med utgångspunkt från kända skogliga värdekärnor i den boreala regionen. De län som omfattats av analysen är Dalarna, Gävleborg, Jämtland, Norrbotten, Värmland, Västerbotten och Västernorrland. Landskapsanalysen har baserats på täthetsanalyser av skogliga värdekärnor vilka resulterat i ett förslag till avgränsningar av skogliga värdeetrakter. Slutligen har nätverksanalyser av skogliga värdekärnor och de föreslagna värdeetrakterna genomförts.

Målet med landskapsanalysen har varit att ta fram kunskapsunderlag för strategisk planering inom grön infrastruktur och i samband med revideringen av den nationella strategin för formellt skydd av skog. Projektets utgångspunkt har varit att utveckla objektiva metoder för analys av geografiska data på ett sätt som blir jämförbart mellan olika län. Målet är att identifiera landskapsavsnitt med höga andelar skogliga värdekärnor och att möjliggöra liknande analyser som en del av uppföljning av miljötillståndet i skogen. Ytterligare ett mål är att ge övergripande rekommendationer hur analyserna och resultaten kan användas av Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen, länsstyrelserna eller andra intressenter i fortsatt arbete.

De skogliga värdekärnor som analyserats uppgår till en total areal på nästan 1,9 miljoner hektar. Det motsvarar drygt 10 % av den totala arealen skog (både produktiv skog och skogliga impediment men utan fjällbjörkskog) inom analysområdet. Totalt omfattas 66 % av den totala arealen kända skogliga värdekärnor av formellt skydd vilket innebär att 34 % saknar något formellt skydd. Tre täthetsanalyser har genomförts och resultaten visar olika tätheter av skogliga värdekärnor i olika skalnivåer i landskapet. I kombination med en nätverksanalys ger analyserna en översiktlig bild av var i landskapet ytterligare åtgärder bör riktas för att bevara värdekärnor och genomföra inventeringar.

Utifrån en kombination av ett skogsbiologiskt perspektiv och ett naturgeografiskt perspektiv har förslag till skogliga värdeetrakter tagits fram. Sammantaget identifierades 362 stycken skogliga värdeetrakter i analysområdet, till skillnad från de 371 värdeetrakter som tidigare registrerats av länsstyrelserna. Analysunderlagen visar även storskaliga nätverk och kompletterar täthetsanalyserna samt värdeetraktsavgränsningarna genom att exempelvis indikera starka och svaga samband i landskapet.

Genom en kombination av analyserna har synteskartor tagits fram som kan utgöra ett viktigt stöd för strategisk miljöplanering av berörda aktörer. Underlagen bedöms ha en användbarhet både inom formellt skydd av skog samt inom arbetet med grön infrastruktur och landskapsplanering inom skogsbruket.

Projektets huvudsakliga mål har varit att ta fram värdefulla kunskapsunderlag på en nationell nivå utifrån objektiva, enkla och effektiva metoder med vetenskapligt stöd och underlag från tidigare rapporter samt studier. Den metodik och de resultat som presenterats indikerar att detta mål har uppnåtts. De metoder som presenterats i rapporten bör därmed kunna tillämpas både för fysisk planering, fördjupade landskapsanalyser såsom för grön infrastruktur samt även inom uppföljning av formellt skydd av skog.



Slaguggla i Färnebofjärdens nationalpark, Gävleborgs län. Foto: Alf Linderheim/IBL Bildbyrå (Naturvårdsverket 2016a).

1 Inledning

1.1 Bakgrund

År 2005 fastställde Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen en nationell strategi för genomförandet av formellt skydd av skog¹. Det huvudsakliga syftet med strategin var att ta fram en kostnadseffektiv måluppfyllelse av delmålet *Långsiktigt skydd av skogsmark* som bidrar till arbetet för att uppnå miljö kvalitetsmålet *Levande skogar*. Strategin skulle även resultera i enhetligt uppbyggda och gemensamma länsvisa strategier för skogsvårdsstyrelserna och länsstyrelserna. Som underlag för strategin genomfördes den första nationella kartläggningen av kända värdefulla skogar i Sverige med hjälp av en landskapsanalys kallad Frekvensanalys av skyddsvärd natur² (FaSN). Landskapsanalysen bidrog främst till att precisera regionala strategier och för att prioritera områden för formellt skydd. Drygt tio år senare har Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen på regeringens uppdrag reviderat den nationella strategin för formellt skydd av skog under 2016.

Som underlag till revideringen av den nationella strategin har Metria haft i uppdrag att sammanställa kända skogliga **värdekärnor*** inom och utanför formellt skyddade områden. Metria har dessutom genomfört en kartering av **kontinuitetsskogar**³, förkortat k-skogar, i den boreala regionen. Dessa projekt är enskilt värdefulla underlag till revideringen av strategin, men genom att analysera skogliga värdekärnor i en **landskapsanalys** och sedan komplettera resultaten med karteringen av kontinuitetsskogarna är det möjligt att få en helhetsbild av den geografiska utbredningen av biologiskt värdefulla skogar i den boreala regionen. Med hjälp av en landskapsanalys skapas även förutsättningar för en hållbar och strategisk utveckling av arbetet med att skydda och bevara skogliga värdekärnor. Ett gott exempel av tidigare utredningar som analyserat skogliga värdekärnor är det projekt som Länsstyrelsen Västerbotten genomfört inom ramen för grön infrastruktur⁴. Projektet ligger bland annat till grund för de metoder och analyser som tillämpats i det här projektet.

1.2 Syfte och mål

Syftet med det här projektet är att genomföra en landskapsanalys utifrån kända skogliga värdekärnor i den boreala regionen med hjälp av olika geografiska analyser. I rapporten presenteras **täthetsanalyser**, förslag till avgränsningar av skogliga **värdestrukturer** och **ekologiskt strukturella nätverksanalyser** (även kallade nätverksanalyser). Projektets utgångspunkt har varit att tillämpa objektiva metoder för att identifiera landskapsavsnitt med höga tätheter av skogliga värdekärnor men även för att möjliggöra uppföljningar av förändringar i landskapet. Målet med landskapsanalysen är att ta fram kunskapsunderlag på en nationell nivå som kan användas i det fortsatta arbetet med att skydda skog i enlighet med den reviderade strategin och i arbetet för strategisk planering inom **grön infrastruktur**. Ytterligare ett mål är att ge övergripande rekommendationer för hur analyserna och resultaten kan användas av Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen, länsstyrelserna eller andra intressenter i fortsatt arbete.

¹ Naturvårdsverket & Skogsstyrelsen 2005

* Fetmarkerade termer och begrepp redovisas på nästa sida

² Naturvårdsverket 2005a

³ Ahlkrona et al. 2016

⁴ Länsstyrelsen Västerbotten 2016

1.3 Termer och begrepp

Ekologiskt strukturellt nätverk	Ett ekologiskt strukturellt nätverk visar hur kända skogliga värdekärnor hänger samman i landskapet baserat på euklidiska avstånd (fågelvägen). Nätverken representerar hur den strukturella konnektiviteten ser ut i landskapet. I rapporten används nätverksanalyser synonymt med ekologiskt strukturella nätverksanalyser.
Formellt skydd	Med formellt skydd avses i det här projektet nationalparker, naturreservat (gällande beslutade och överklagade samt med föreskrifter mot skogsbruk), naturvårdsområden (gällande med föreskrifter mot skogsbruk), skogliga biotopskydd och naturvårdsavtal från Naturvårdsverket (beslut underskrivet), naturvårdsavtal från Skogsstyrelsen och utpekade skogshabitat inom Natura 2000-områden.
Grön infrastruktur	Med grön infrastruktur avses ett ekologiskt funktionellt nätverk av livsmiljöer och strukturer, naturområden och anlagda element som utformas, brukas och förvaltas på ett sätt så att biologisk mångfald bevaras och för samhället viktiga ekosystemtjänster främjas i hela landskapet ⁵ .
Kontinuitetsskogar	Kontinuitetsskog är en skog som har naturvärden vars förekomst förklaras av att det under lång tid funnits lämpliga skogsmiljöer och substrat i just denna skog eller i dess närhet ⁶ . I den kartering som Metria genomfört på uppdrag av Naturvårdsverket benämns kontinuitetsskogarna även som k-skog.
Landskapsanalys	I det här projektet avser landskapsanalys en övergripande analys av hur skogliga värdekärnor är fördelade och sammanlänkande i landskapet. I en landskapsanalys ändras fokus från enskilda objekt till större avsnitt i landskapet.
Strukturell konnektivitet	Med strukturell konnektivitet avses olika mått på hur kända värdekärnor är sammanlänkande i landskapet. Till skillnad från funktionell konnektivitet som bland annat berör det omkringliggande landskapet och barriäreffekter, baseras strukturell konnektivitet på euklidiska avstånd ⁷ .
Täthetsanalys	Med täthetsanalys avses i det här projektet en GIS-analys som identifierar landskapsavsnitt med höga eller låga procentandelar skogliga värdekärnor baserat på olika sökradier.
Värdekärna	Ett sammanhängande skogsområde som av länsstyrelsen eller Skogsstyrelsen bedömts ha en stor betydelse för fauna och flora och/eller för en prioriterad skogstyp. Värdekärnor kan utgöras av delar av bestånd eller flera bestånd. Storleken varierar från enstaka ha till i sällsynta fall flera hundra ha. I första hand avses ett område som med avseende på bestånds-, struktur- och artdata bedömts ha stor betydelse för rödlistade arter, signalarter och andra skyddsvärda arter. Nyckelbiotoper och naturvärdesobjekt ingår normalt som en delmängd i begreppet värdekärna ⁸ .
Värdetrakt	En värdetrakt är ett landskapsavsnitt med särskilt höga ekologiska bevarandevärden. Värdetrakter har en väsentligt högre täthet av värdekärnor för djur- och växtliv inklusive biologiskt viktiga strukturer, funktioner och processer än vad som finns i vardagslandskapet ⁹ .

⁵ Naturvårdsverket 2015

⁶ Skogsstyrelsen 2011

⁷ Naturvårdsverket 2012

⁸ Naturvårdsverket & Skogsstyrelsen 2005

⁹ Naturvårdsverket & Skogsstyrelsen 2005

2 Metoder

I det här avsnittet presenteras de dataunderlag och metoder som använts projektet. I bilaga 7.1 erhålls en mer detaljerad arbetsgång av de olika analyserna.

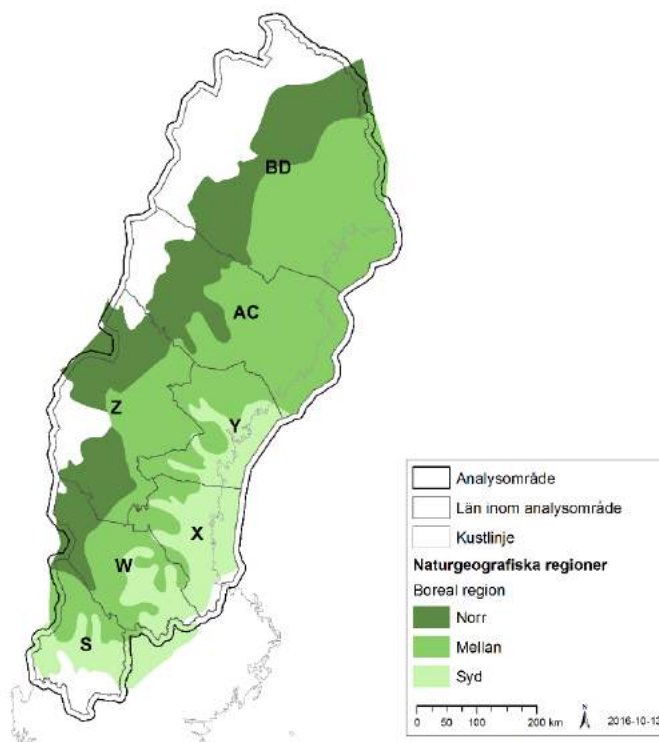
De metoder som använts i projektet har diskuterats och reviderats tillsammans med en referensgrupp bestående av Naturvårdsverket samt representanter från de berörda länsstyrelserna. Referensgruppens deltagande har varit väldigt värdefullt och de medverkande listas i bilaga 7.2.

2.1 Analysområde och dataunderlag

Analysområdet omfattar både den alpina och de boreala vegetationszonerna och har avgränsats till följande län:

- Norrbottens län (BD)
- Västerbottens län (AC)
- Jämtlands län (Z)
- Västernorrlands län (Y)
- Gävleborgs län (X)
- Dalarnas län (W)
- Värmlands län (S)

För att undvika kanteffekter i dataunderlaget gjordes en buffertzon på 10 km runt de utvalda länsgränserna (figur 1). Detta är endast aktuellt i den södra delen av analysområdet eftersom data utanför Sveriges gränser inte ingår i underlaget.



Figur 1. Översiktsskarta av analysområdet och berörda län i den boreala regionen.

I bilaga 7.1.1 ges fullständig information om vilka indata som utgör skogliga värdekärnor i det här projektet. Det är i stort sett samma underlag som använts i revideringen av nationell strategi för formellt skydd av skog. Nedan listas en sammanfattning av de data som analyserats:

- Nationalparker (formellt skydd)
- Naturreservat med skogliga föreskrifter (formellt skydd)
- Naturvårdsområden med skogliga föreskrifter (formellt skydd)
- Biotopskyddsområde med skogliga föreskrifter (formellt skydd)
- Naturvårdsavtal med skogliga föreskrifter (formellt skydd)
- Natura 2000-områden med utpekade skogshabitat (formellt skydd)
- Skogsstyrelsens nyckelbiotoper
- Skogsstyrelsens objekt med naturvärden
- Skogsbolagens nyckelbiotoper
- Föreslagna och planerade naturreservat
- Statliga naturskogar och urskogsartade skogar (SNUS)

Alla underlag har sammanfogats till ett gemensamt rasterskikt som sedan avgränsats till samtliga skogstyper förutom fjällbjörkskog i en heltäckande arbetsversion av kontinuerlig naturtypskartering av skyddade områden (KNAS)¹⁰. Detta GIS-skikt motsvarar skogsmark i det här projektet. Anledningen till att fjällbjörkskog har exkluderats beror på att dessa skogar är en annan naturtyp än de boreala skogarna. Efter att fjällbjörkskogen tagits bort bestod rasterskiktet av kända skogliga värdekärnor inom och utanför formellt skyddade områden med en upplösning på 10x10 m.

Förutom ovanstående indata har även k-skogar med en minsta areal på 10 ha använts i en analys.



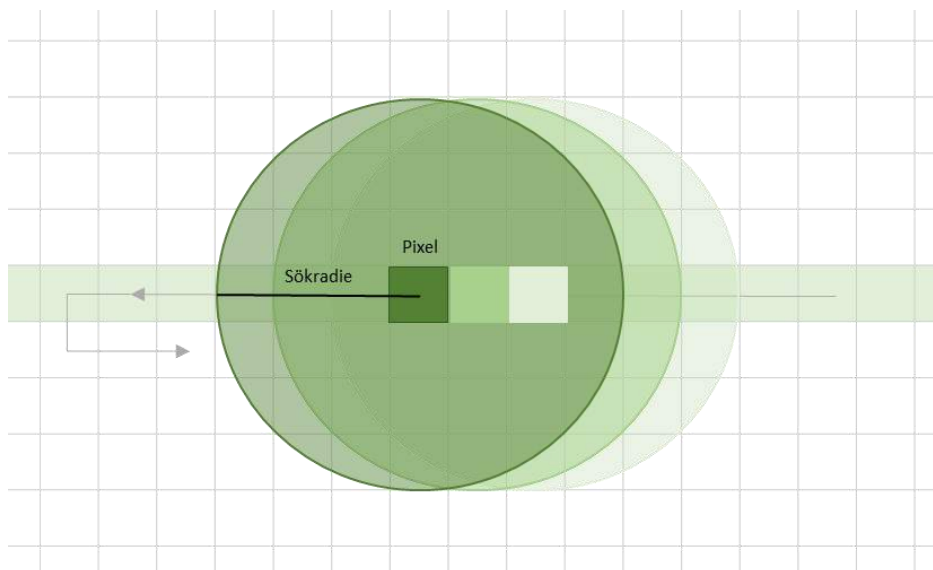
Sonfjällets nationalpark, Jämtlands län. Foto: Anders Good/IBL Bildbyrå (Naturvårdsverket 2016a).

¹⁰ Metria 2004

2.2 Täthetsanalys

Ett av projektmålen har varit att avgränsa förslag till skogliga värdestrakter med utgångspunkt i landskapsavsnitt med höga andelar skogliga naturvärden, det vill säga höga tätheter av skogliga värdekärnor. Detta angreppssätt användes bland annat i den tidigare landskapsanalysen, FaSN, som utgjorde ett underlag till den första nationella strategin för formellt skydd av skog¹¹.

För att analysera och avgränsa förslag till skogliga värdestrakter är det alltså nödvändigt att hitta höga tätheter av skogliga värdekärnor i landskapet. I en form av täthetsanalys analyseras landskapet i ett raster, pixel för pixel¹². Metoden bygger på ett rörligt fönster (motsvarighet till engelskans *moving window*) som söker genom landskapet efter en angiven sökradie och summerar sedan arealen av angränsande pixlar runt en enskild pixel inom en vald sökradie. Resultatet blir ett nytt raster där varje pixel visar den summerade arealen av angränsande pixlar som finns inom den angivna sökradien. Genom att dividera det nya rastret med sökcirkelns area och sedan multiplicera med hundra skapas ett nytt raster som visar procentandelar, vilket visar på tätheter inom ett specifikt landskapsavsnitt. Landskapsavsnittet utgörs alltså av en sökcirkel vars area styrs av den angivna sökradien.



Figur 2. Illustration som visar hur ett rörligt fönster analyserar ett raster. I det här projektet summeras alla pixelvärden som faller inom sökradiens cirkel runt varje enskild pixel.

Eftersom olika artgrupper har varierande förutsättningar och spridningsmöjligheter mellan skogliga värdekärnor användes tre olika sökradier i tre separata täthetsanalyser: 1000 m, 3000 m och 5000 m. Det är samma avstånd som bland annat använts i Länsstyrelsen Västerbottens länstäckande analyser av skogliga värdekärnor¹³.

Avslutningsvis gjordes ytterligare en täthetsanalys med skogliga värdekärnor och kontinuitetsskogar med en areal på minst 10 ha. En sökradie på 3000 m användes, men den täthetsanalysen ingår dock inte i

¹¹ Naturvårdsverket 2005a

¹² Länsstyrelsen Skåne 2015

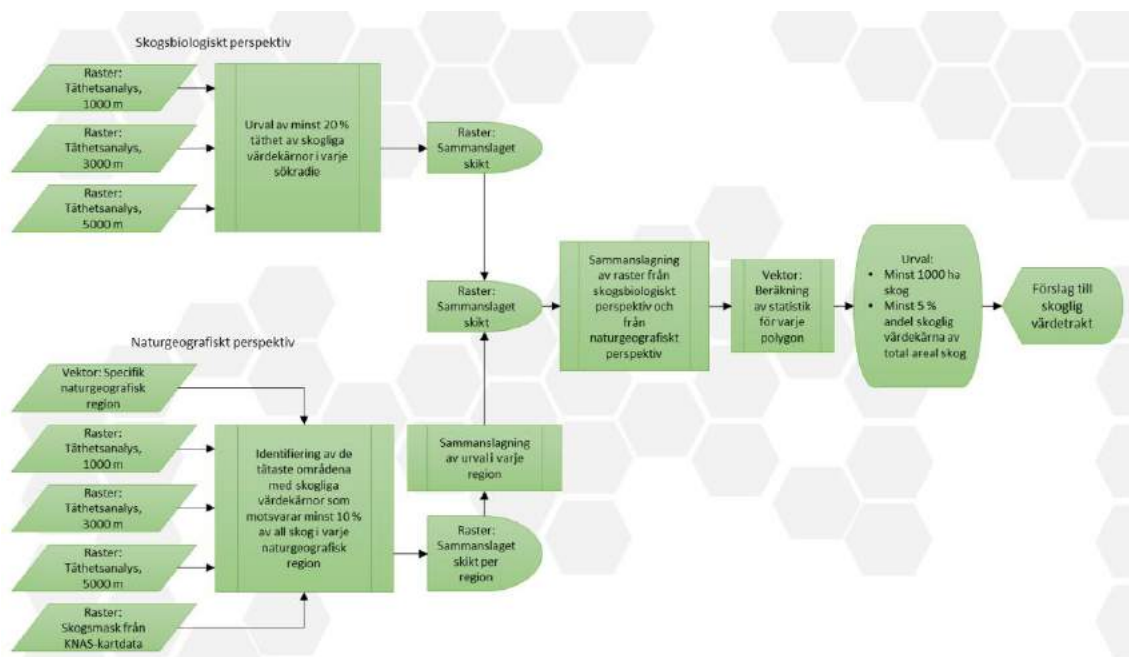
¹³ Länsstyrelsen Västerbotten 2016

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

underlaget till att avgränsa förslag till skogliga värdeetrakter utan har främst genomförts för att identifiera och analysera kompletterande rumsliga mönster av skogar med potentiella naturvärden i landskapet.

2.3 Förslag till skogliga värdeetrakter

Med täthetsanalyserna som grund gjordes olika förslag till avgränsningar av skogliga värdeetrakter i samråd med Naturvårdsverket och projektets referensgrupp. När en skoglig värdeetrakt avgränsas är det viktigt att ta hänsyn till olika perspektiv och det huvudsakliga målet med avgränsningen. Eftersom det här projektet berör miljö kvalitetsmålen *Levande skogar* samt *Ett rikt växt- och djurliv* och utgör ett strategiskt underlag för formellt skydd av skog har två huvudsakliga perspektiv identifierats: ett skogsbiologiskt perspektiv och ett naturgeografiskt perspektiv. Det skogsbiologiska perspektivet är en förenklad tolkning av naturvårds- och skogsbiologisk forskning som anpassats till en geografisk analys. Det naturgeografiska perspektivet berör istället representativitet för att identifiera regionala områden som har relativt höga andelar skogliga värdekärnor men som inte kommer med i det skogsbiologiska perspektivet. Båda perspektiven kompletterar alltså varandra och därför gjordes en sammanslagning av de olika inriktningarna innan det slutgiltiga förslaget till skogliga värdeetrakter identifierades. Nedan redovisas arbetsflödet för att avgränsa förslag till skogliga värdeetrakter.



Figur 3. Flödesschema för att identifiera förslag till skogliga värdeetrakter.

2.3.1 Skogsbiologiskt perspektiv

I Länsstyrelsen Västerbottens rapport om grön infrastruktur i det boreala skogslandskapet¹⁴ beskrivs ett par parametrar som är viktiga för att identifiera landskapsavsnitt med höga naturvärden vilka är funktionella ur ett skogsbiologiskt perspektiv. Baserat på två vedertagna naturvårdsbiologiska teorier,

¹⁴ Länsstyrelsen Västerbotten 2016

nämmligen att artrikedomen ökar med områdesstorleken men minskar med ökande isolering¹⁵, går det att bygga upp en rumslig modell som tar hänsyn till dessa antaganden och därmed att kartlägga var det finns landskapsavsnitt med skogliga värdekärnor.

I det inledande skedet till avgränsningen av förslag till skogliga värdetrakter var det första steget att ta hänsyn till isolering. Val av områdesstorlek gjordes i ett senare skede. Täthetsanalyserna visar hur stora andelar skogliga värdekärnor det finns inom ett landskapsavsnitt och ger därför en indikation på hur fragmenterat eller sammanhängande ett landskap är. I en bristanalys¹⁶ av hur mycket skog som krävs för att bevara livskraftiga stammar av svenska arter redovisas olika tröskelvärden och procentsatser för hur sammanhängande biologiskt värdefulla skogsmiljöer behöver vara i ett landskapsperspektiv. En kritisk tröskelnivå som framhållits och som medför stora förändringar på arters förekomst i landskapet är om deras livsmiljöer minskas till dess att den kvarvarande miljön bara täcker 20 % av det ursprungliga skogslandskapet. Vid det fragmenteringsstadiet ökas avståndet mellan livsmiljöer så att en del arter får svårt att sprida sig mellan ett habitat till ett annat. Men det innebär också en förlust av habitat och skapar olika kanteffekter. Dessa faktorer påverkar i sin tur arters möjlighet till fortsatt genflöde och så småningom deras överlevnad. Den kritiska tröskelnivån vid en 20 % fragmenteringsgrad av ursprunglig livsmiljö inom ett landskapsavsnitt nämns även i en annan rapport¹⁷ som understryker att vid en viss andel kvarvarande habitat börjar andelen utnyttjande av habitatfragment att sjunka kraftigt vilket medför en isolering av arter och till slut ett utdöende. En annan kritisk tröskelnivå som nämns i de båda rapporterna, där arternas möjligheter till överlevnad påverkas, är vid 10–30 % av kvarvarande livsmiljöer i landskapet.



Orrspel i Hamra nationalpark, Gävleborgs län. Foto: Alf Linderheim/IBL Bildbyrå (Naturvårdsverket 2016a).

Det har gjorts två antaganden i det här projektet vad gäller det skogsbiologiska perspektivet. Dels antas det att de skogliga värdekärnorna motsvarar det så kallade "ursprungliga skogslandskapet" och dels att ett landskapsavsnitt som har en täthet på minst 20 % skogliga värdekärnor inom respektive sökradie kan vara ekologiskt funktionellt för olika arter att fortleva i ett sådant landskap. Detta är förstås en generalisering och det är även nödvändigt att ta hänsyn till ytterligare parametrar som exempelvis områdesstorlek, inslag av andra marktyper inom landskapsavsnittet samt störnings- och barriäreffekter. Men de områden som har en täthet på minst 20 % andel skoglig värdekärna utifrån varje sökradie skapar en första avgränsning som möjliggör fortsatta urval av kriterier som exempelvis områdesstorlek.

¹⁵ MacArthur & Wilson 1967

¹⁶ Angelstam & Mikusinski 2001

¹⁷ Länsstyrelsen Västerbotten 2012

2.3.2 Naturgeografiskt perspektiv

Eftersom den nationella strategin för formellt av skydd handlar om att praktiskt och strategiskt skydda samt bevara värdefull skog samtidigt som att förutsättningarna varierar runt om i landet, har förslag till skogliga värdetrakter även avgränsats enligt hur mycket skog som bör skyddas i varje naturgeografisk region inom den boreala regionen. I Västerbottens län har liknande avgränsningar gjorts där värdetrakter definieras som minst 4000 ha produktiv skogsmark med minst 10 % värdekärna och som sedan avgränsats utifrån att 12 % av den produktiva skogen i varje naturgeografisk region ska utgöras av en värdetrakt¹⁸. Till skillnad från arbetet i Västerbottens län, gjordes ett antagande där de tätaste områdena med skogliga värdekärnor i varje naturgeografisk region ska omfatta minst 10 % av all den skog som finns i varje region. Därmed har de landskapsavsnitt som har de högsta tätheterna av skogliga värdekärnor inom varje naturgeografisk region och som tillsammans motsvarar minst 10 % av all skog avgränsats till det fortsatta arbetet för att identifiera förslag till skogliga värdetrakter.

Det första steget för att ta fram avgränsningar med hänsyn till det naturgeografiska perspektivet var att ladda ner de naturgeografiska regionerna från Miljödataportalen¹⁹. Regionerna kan bland annat användas för att identifiera värdetrakter med hänsyn till att uppnå ett representativt skydd²⁰. Sedan gjordes en förenkling av de naturgeografiska regiongränser som omfattas av analysområdet. Eftersom täthetsanalysen med en sökradie på 5000 m sträcker sig utanför analysområdet och att samtliga täthetsanalyser används som underlag i avgränsningen till förslag av skogliga värdetrakter, var det nödvändigt att göra ytterligare en buffertzona på 5000 m runt det första analysområdet. Dessutom omfattar analysområdets södra delar vissa naturgeografiska regioner som inte ingår i den boreala regionen, men som omfattas av analysområdet. De naturgeografiska regioner som inte tillhör den boreala regionen fick istället ingå i de angränsande regioner som ingår i den boreala regionen. Förenklingen av de naturgeografiska regionerna gjordes baserat på regionernas ID-nummer och förklaringen presenteras i en tabell och i en karta i bilaga 7.1.3.

Genom att beräkna arealer som motsvarar minst 10 % av den totala arealen skog i respektive naturgeografisk region och arealer skog inom varje procentandel i täthetsrastret identifierades olika trösklar i MS Excel. Tröskeln sattes genom att inkludera areal, från 100 % täthet och fallande, tills den totala arean var densamma som minst 10 % av regionens skogsmark. De olika tröskelnivåerna redovisas i bilaga 7.1.3.

2.3.3 Sammanslagning av båda perspektiven

Områden med en täthet på minst 20 % skoglig värdekärna inom respektive sökradie slogs samman med de områden som uppnår minst 10 % av all skog inom respektive naturgeografisk region. Därefter identifierades områdenas storlek. Olika typer av statistik som exempelvis areal skoglig värdekärna, areal skogsmark och andel skoglig värdekärna av areal skog beräknades för varje avgränsat område. Sedan gjordes olika urval för att identifiera förslag till skogliga värdetrakter i boreal region.

¹⁸ Länsstyrelsen Västerbotten 2016

¹⁹ Miljödataportalen 2015

²⁰ Länsstyrelsen Västerbotten 2016

2.3.4 Kriterier för att identifiera förslag till skogliga värdeetrakter

Med hänsyn till det skogsbiologiska perspektivet och det naturgeografiska perspektivet fastställdes de kriterier som behövs för att ett landskapsavsnitt ska avgränsas som ett förslag till en skoglig värdeetrakt i det här projektet. Detta gjordes utifrån vetenskaplig litteratur och i samråd med projektets referensgrupp.

En viktig förutsättning, som även berörts i avsnittet om det skogsbiologiska perspektivet, för att ett skogsområde ska vara resilient och bevara biologisk mångfald är områdesstorlek. Det går att förankra områdesstorlek i en rumslig analys baserat på vilka tröskelnivåer som framhålls i naturvårdsbiologisk forskning. Generellt sett är stora områdesskydd alltid är att föredra om alternativet finns, men det beror på vilka organismgrupper som finns i vissa landskapsavsnitt och hur funktionella dessa landskap är²¹. Att ge ett exakt svar på hur stort ett områdesskydd bör vara för att göra naturvårdsnytta är enligt forskningen svårt att besvara. Det varierar bland annat på syftet med områdesskyddet, på vilka rödlistade arter som finns i området och hur den omkringliggande miljön ser ut. Vissa studier har dock försökt att ta fram indikatorer för hur stora områden bör vara för att göra naturvårdsnytta. En studie har exempelvis konstaterat att skogsfragment på 10 000 ha förlorar de mest känsliga fågelarterna om fragmenten blir isolerade i mer än hundra år²². Studiens slutsats var dock en rekommendation att ett områdesskydd bör vara på minst 1000 ha, vilken även stöds av ytterligare studier som bland annat gjort beräkningar på känsliga arters arealkrav i nordisk natur²³.

Med hänsyn till de olika studierna fastställdes det att ett förslag till skoglig värdeetrakt bör vara ett landskapsavsnitt som omfattar minst 1000 ha skog. I samråd med referensgruppen konstaterades det även att minst 5 % av skogen ska utgöras av skogliga värdekärnor för att kunna klassificeras som förslag till skoglig värdeetrakt. Den främsta anledningen till att detta urval fastställdes beror på att ett striktare urval, exempelvis att minst 10 % av skogen ska utgöras av värdekärnor, gör att många förslag till värdeetrakter som identifierats i det naturgeografiska perspektivet försvinner. Med tanke på att underlaget är ett arbetsmaterial till Naturvårdsverket, länsstyrelserna och andra aktörer finns det dock möjligheter att göra striktare urval om så önskas. Det är även möjligt att avgränsa förslag till skogliga värdeetrakter utifrån andra perspektiv, exempelvis baserat på konnektivitet mellan värdekärnor. Detta är ett angreppssätt som bland annat tillämpats av Länsstyrelsen Västerbotten²⁴.

Sammanfattningsvis användes följande kriterier för att identifiera förslag till skogliga värdeetrakter i den boreala regionen i det här projektet:

- Ett landskapsavsnitt med en täthet på minst 20 % skogliga värdekärnor (GIS-skikt)
- De landskapsavsnitt med högst täthet av skogliga värdekärnor som utgör minst 10 % av all skog i respektive naturgeografisk region (GIS-skikt)
- Ett landskapsavsnitt med minst 1000 ha skog (urval ur GIS-skikt)
- Ett landskapsavsnitt där minst 5 % av all skog utgörs av skogliga värdekärnor (urval ur GIS-skikt)

²¹ Appelqvist 2005

²² Ferraz et al. 2003

²³ Appelqvist 2005

²⁴ Länsstyrelsen Västerbotten 2016

Anledningen till att de skogliga värdeetrakterna benämns som "förslag till skogliga värdeetrakter" är för att tydliggöra att ytorna är ett arbetsmaterial. Men för att möjliggöra kontinuerliga uppföljningar av hur ökat naturskydd eller avsättningar av exempelvis nyckelbiotoper bidrar till att öka arealen skogliga värdeetrakter, eller andelen skydd inom dessa, har utgångspunkten varit att använda ett så pass objektiva arbetssätt som möjligt för att avgränsa skogliga värdeetrakter.

2.3.5 Beräkning av statistik inom varje skoglig värdeetrakt

De föreslagna värdeetrakterna redovisas i ett separat GIS-skikt med ytterligare statistik. Nedan ges några exempel:

- Län som berörs av trakten
- Total areal (ha) för trakten
- Areal skoglig värdekärna, totalt (ha)
- Areal skoglig värdekärna, formellt skydd inklusive Natura 2000 (ha)
- Areal skoglig värdekärna, utanför formellt skydd (ha)
- Areal skogsmark (ha)
- Andel skoglig värdekärna av total areal skogsmark (procent)

2.4 Nätverksanalys

Ett annat viktigt underlag för att strategiskt arbeta med landskapsplanering är att förstå hur skogliga värdekärnor och skogliga värdeetrakter hänger samman i landskapet, något som även kan kallas strukturell konnektivitet²⁵. Till skillnad från funktionell konnektivitet som istället handlar om hur enstaka arters eller artgruppers habitat är sammanlänkade i förhållande till det omkringliggande landskapet, även kallat *matrix*, och olika barriäreffekter kan den strukturella konnektiviteten analyseras med enkla mått som fågelavståndet mellan skogliga värdekärnor.

Det finns ett flertal vetenskapliga metoder för att arbeta med strukturell konnektivitet. En vedertagen metod baseras på grafteori där en graf utgörs av en uppsättning noder som sammanbinds med ett varierande antal länkar²⁶. Vid tillämpning av grafteori inom landskapsekologi benämns noder som arters livsmiljöer, även kallat patcher, och länkarna antas vara potentiella spridningsvägar, vilka oftast benämns som spridningslänkar²⁷.

Istället för specifika habitat har skogliga värdekärnor med en areal på minst 25 ha valts som patcher i det här projektet. Om skogliga värdekärnor med en areal mindre än 25 ha inkluderats i analysen, fanns en risk att den tekniska kapaciteten i GIS-verktyget inte var tillräcklig på grund av det höga antalet patcher. Det är dock fullt möjligt att analysera konnektivitet av mindre patcher på en annan skalnivå, exempelvis inom ett län, men i det här projektet var det nödvändigt att begränsa datamängden i nätverksanalysen.

²⁵ Naturvårdsverket 2012

²⁶ Zetterberg 2010

²⁷ Koffman & Bovin 2015

Med hjälp av programmet MatrixGreen²⁸ modellerades ett ekologiskt strukturellt nätverk av skogliga värdekärnor baserat på ett maximalt euklidiskt avstånd (fågelvägen). Ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m mellan de skogliga värdekärnorna bestämdes baserat på det arbete som Länsstyrelsen Västerbotten²⁹ tidigare gjort.

När nätverket av de skogliga värdekärnorna modellerats beräknades två olika mått på konnektivitet i MatrixGreen, Betweenness Centrality (BC) och komponentanalys. Betweenness Centrality är ett mått som kan användas för att identifiera patcher som är centralt belägna i ett nätverk och för att undersöka enskilda patcher som så kallade klivstenar (motsvarighet till engelskans *stepping stones*)³⁰. En klivsten representerar ett område som är strategiskt beläget för att upprätthålla flöden genom ett nätverk³¹. Skulle en skoglig värdekärna som utgör en klivsten (vilket indikeras av höga Betweenness Centrality-värden) avverkas eller skadas så påverkar det hela nätverket av övriga värdekärnor. Analysen gjordes för alla patcher inom analysområdet och resulterar i att varje enskild patch får ett indexvärde från 0 och uppåt där högre värden indikerar patcher som kan vara viktiga klivstenar.

Det andra måttet på konnektivitet, komponentanalysen, används för att identifiera en uppsättning patcher som är sammankopplade med spridningslänkar inom ett specifikt spridningsavstånd. Varje enskild patch i en komponent är sammanlänkade med alla andra patcher i komponenten, men inte med patcher utanför komponenten. Om det finns isolerade patcher, det vill säga enstaka värdekärnor som inte är sammanlänkade inom 3000 m med andra värdekärnor, utgör även det en enskild komponent. Det är därför möjligt att tolka en komponent som ett individuellt nätverk med varierande antal patcher i en del av landskapet.

Ytterligare en nätverksanalys genomfördes av förslagen till de skogliga värdeetrakterna. Istället för ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m användes ett längre spridningsavstånd på 20 km vilket indikerar arters möjligheter till långdistansspridning mellan de föreslagna värdeetrakterna. Exempelvis kan fågelarter som ungfåglar bland lavskrika (*Perisoreus infaustus*), skogshöns såsom järpe (*Bonasa bonasia*), orre (*Tetrao tetrix*) och tjäder (*Tetrao urogallus*) sprida sig från några kilometer upp till ett par mil³². Den här analysen tar inte heller hänsyn till matrix vilket anses vara nödvändigt för att analysera specifika arter och deras spridningsmöjligheter i landskapet.

3 Resultat

3.1 Skogliga värdekärnor i boreal region

Den totala arealen skogliga värdekärnor i analysområdet uppgår till nästan 1,9 miljoner ha (figur 4, nästa sida). Det motsvarar drygt 10 % av den totala arealen skogsmark (både produktiv och improduktiv skog, men utan fjällbjörkskog) inom analysområdet. Totalt omfattas 66 % av den totala arealen skogliga värdekärnor av formellt skydd inklusive Natura 2000-områden vilket innebär att 34 % saknar något formellt skydd. Det är dock viktigt att förtydliga att dessa slutsatser är grundade i de dataunderlag som

²⁸ Bodin & Zetterberg 2010

²⁹ Länsstyrelsen Västerbotten 2016

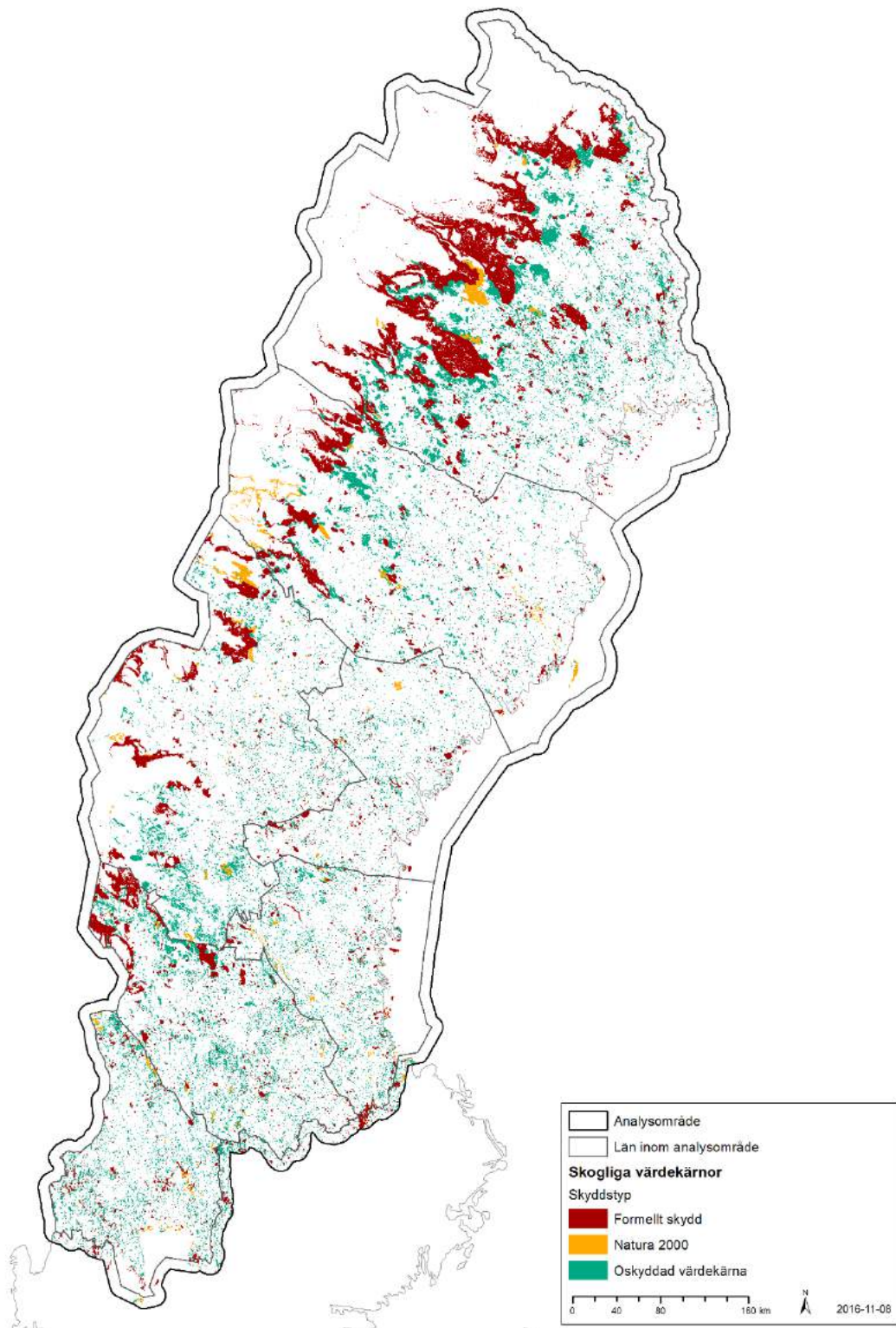
³⁰ Zachariassen 2014

³¹ Koffman 2012

³² SLU 2016

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

används i revideringen av nationell strategi för formellt skydd av skog och att en del underlag som exempelvis skogsbolagens frivilliga avsättningar eller länsstyrelsernas egna data saknas i statistiken.

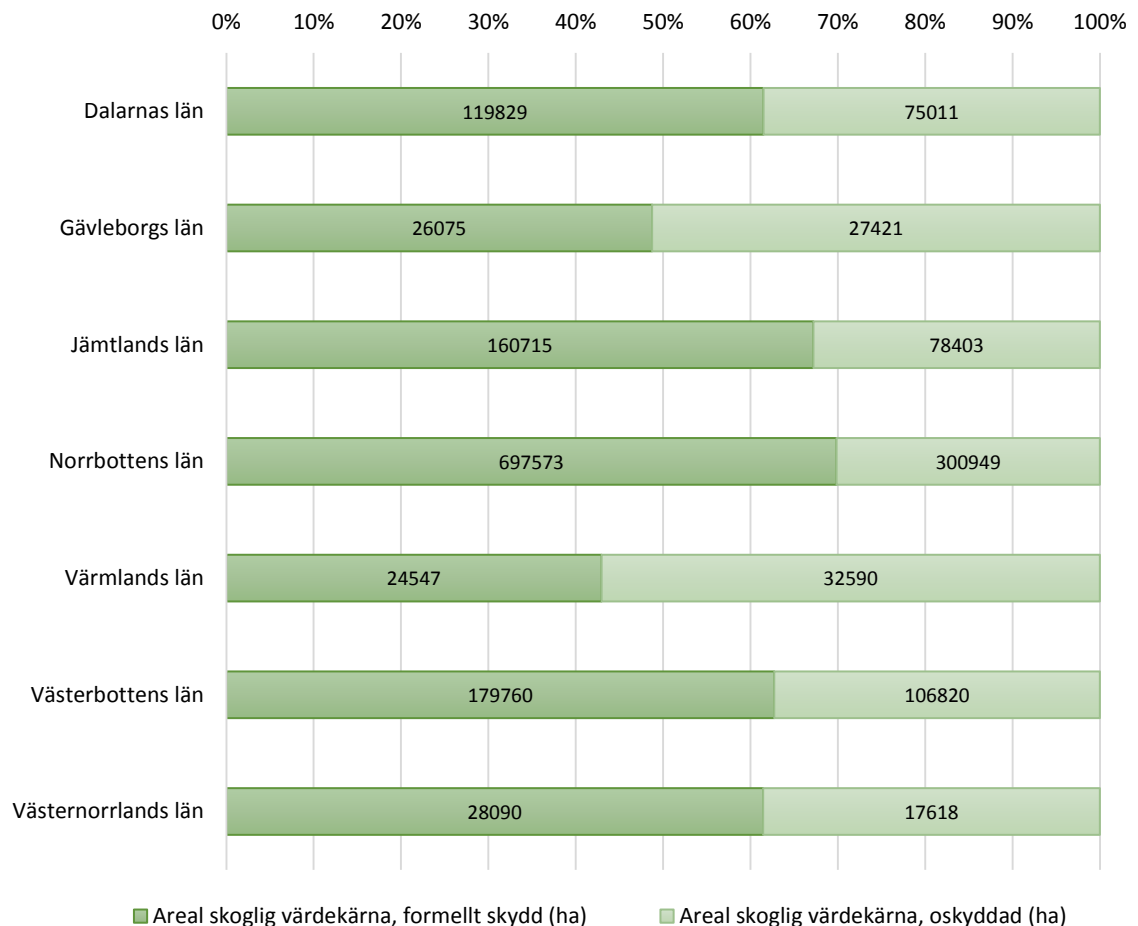


Figur 4. Rumslig fördelning av kända skogliga värdekärnor i den boreala regionen. De skogliga värdekärnornas utbredning har generaliserats för att tydligare synas i kartan.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Generellt visar den geografiska utbredningen att majoriteten av de skogliga värdekärnorna finns i de fjällnära skogarna och i de norra delarna av den boreala regionen. Den störst sammanhängande skogliga värdekärnan hittas i Norrbottens län och har en total areal på drygt 70 000 ha. Den består bland annat av det stora urskogsområdet och naturreservatet Udtja.

Uppdelat per län ser fördelningen av de skogliga värdekärnorna som nedan (figur 5).



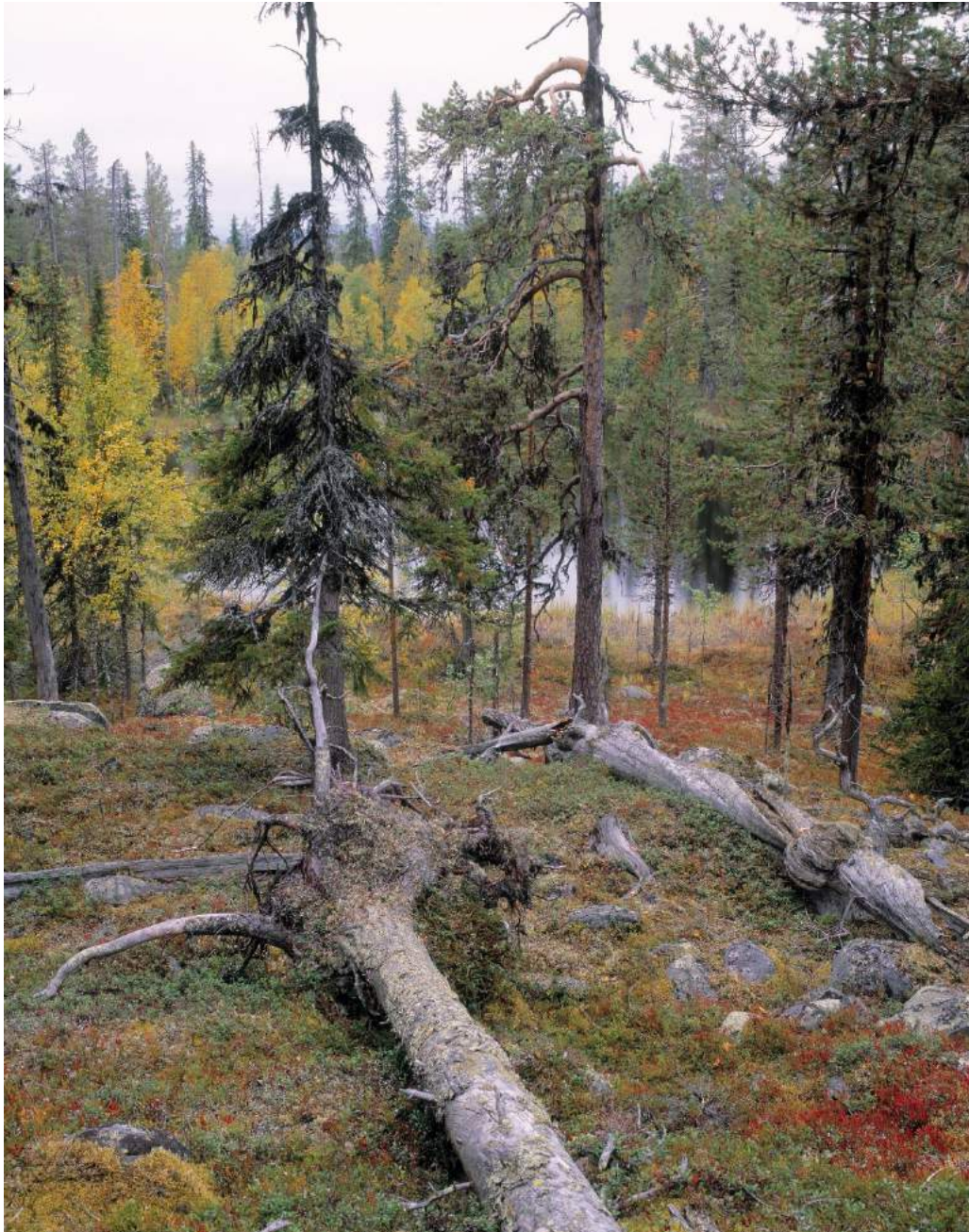
Figur 5. Fördelning av arealer och andelar skogliga värdekärnor uppdelat per län. Förutom ovanstående arealer förekommer även drygt 24 000 ha skogliga värdekärnor i buffertzonen på 10 km söder om de aktuella länen. Totalt omfattar analysområdet 1 899 454 ha skogliga värdekärnor.

3.2 Täthetsanalys

Tre olika täthetsanalyser har genomförts inom analysområdet. Analyserna visar var vi har höga eller låga tätheter av skogliga värdekärnor inom ett landskapsavsnitt som styrs av vald sökradie. Resultatet synliggör storskaliga mönster i landskapet och ger en bild av var strategiskt arbete bör riktas för att antingen genomföra inventeringar i områden med låga tätheter eller för att öka tätheten av skogliga värdekärnor på längre sikt genom att bevara och skydda fler skogar.

De kartor som presenteras på följande sidor visar tätheter av skogliga värdekärnor i procent inom olika sökradier; 1000 m, 3000 m och 5000 m. Analyserna är framför allt användbara för att studera fördelningen av kända värdekärnor utifrån ett landskapsperspektiv och för att hitta landskapsavsnitt med höga andelar värdekärnor för att identifiera områden vilka kan avgränsas som förslag till skogliga värdestrakter. Det är

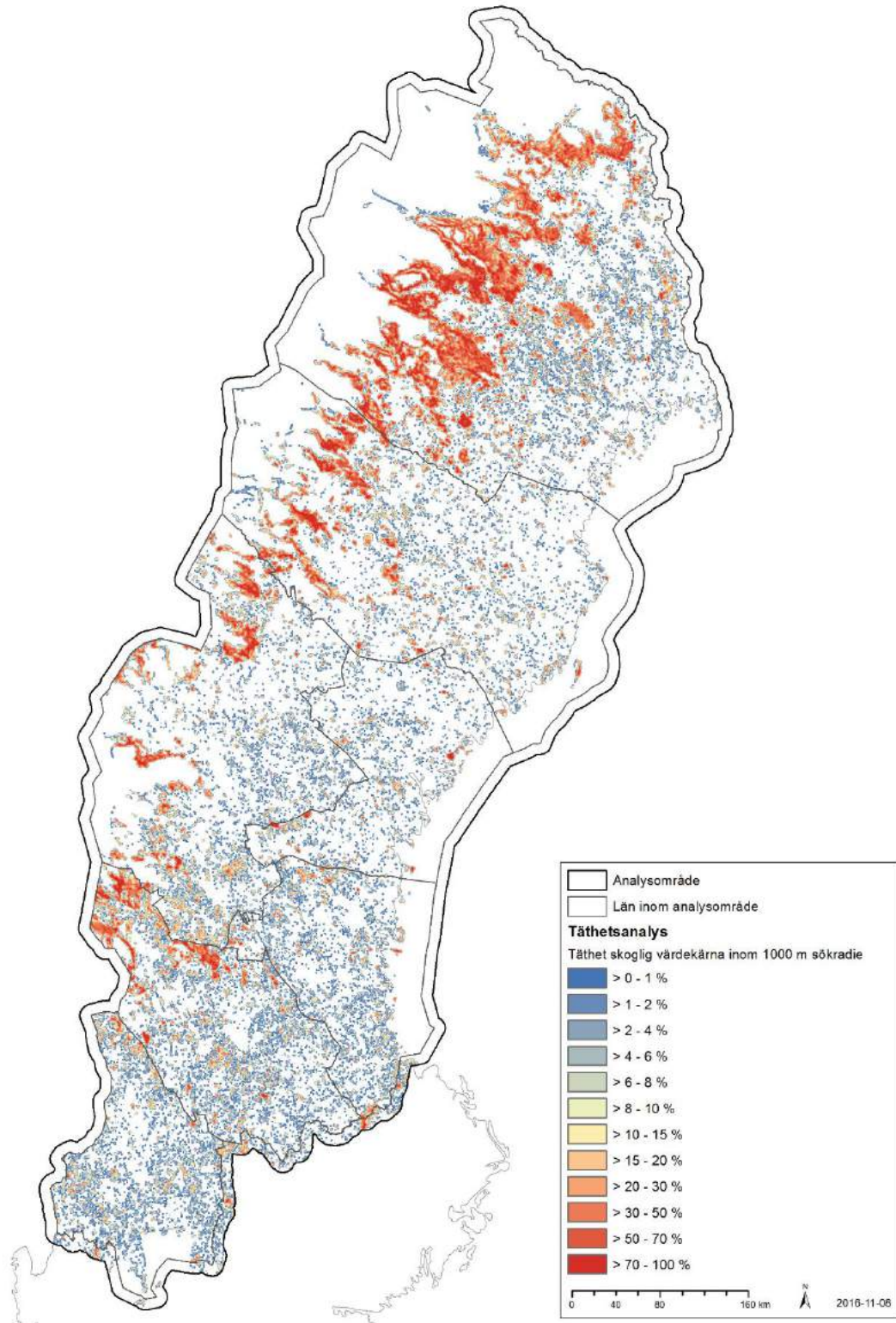
dock viktigt att poängtera att trots att täthetanalyserna baseras på skogliga värdekärnor kan de även innehålla andra markslag än skog, om inte tätheterna uppnår till 100 % vilket endast förekommer i täthetanalysen med en sökradie på 1000 m.



Muddus/Muttos nationalpark, Norrbottens län. Foto: Jan Schützer/IBL Bildbyrå (Naturvårdsverket 2016a).

Resultaten av täthetsanalyserna visar att en större sökradie ger en mer generaliserad bild av de skogliga värdekärnornas fördelning och identifierar de störst sammanhängande områdena med skogliga värdekärnor i den boreala regionen. En mindre sökradie ger ett koncentrerat resultat av värdekärnornas rumsliga utbredning. De olika täthetsanalyserna kompletterar varandra och kan analyseras utifrån olika frågeställningar. Till exempel kan täthetsanalysen med en sökradie på 1000 m användas på en regional eller lokal skalnivå för att studera förutsättningar för arter med en begränsad spridningsförmåga att röra

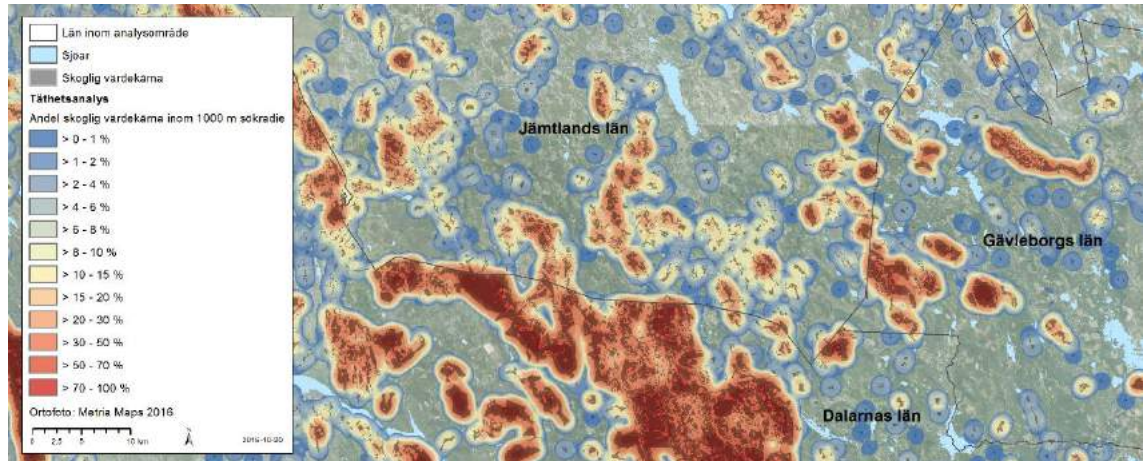
sig i mellan värdekärnor i landskapet. Det innebär också att täthetsanalyserna med en större sökradie indikerar förutsättningarna för arter med god förmåga till spridning och bör rimligtvis användas på en nationell eller storregional skalnivå för att studera storskaliga mönster i landskapet. Nedan redovisas täthetsanalysen med en sökradie på 1000 m (figur 6).



Figur 6. Täthetsanalys av skogliga värdekärnor med en sökradie på 1000 m.

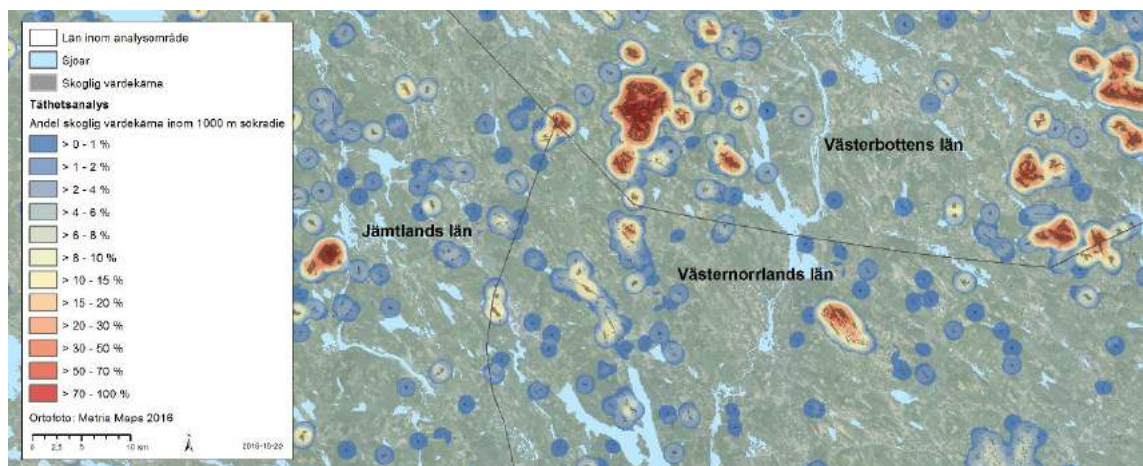
Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Täthetsanalysen med en sökradie på 1000 m visar ett koncentrerat resultat av tätheter med skogliga värdekärnor i den boreala regionen. De områden som utmärker sig främst vad gäller höga tätheter är de fjällnära skogsområdena ovan den fjällnära gränsen. Det syns även stora områden med höga tätheter skogliga värdekärnor i norra Dalarnas län (figur 7) och i de centrala delarna av Norrbottens län och Västerbottens län.



Figur 7. Täthetsanalys av skogliga värdekärnor med en sökradie på 1000 m, med kartutsknitt över bland annat Norra Mora vildmark i Dalarnas län samt Stora Sundsjöbergets och Stora Korpimäkis naturreservat i Gävleborgs län.

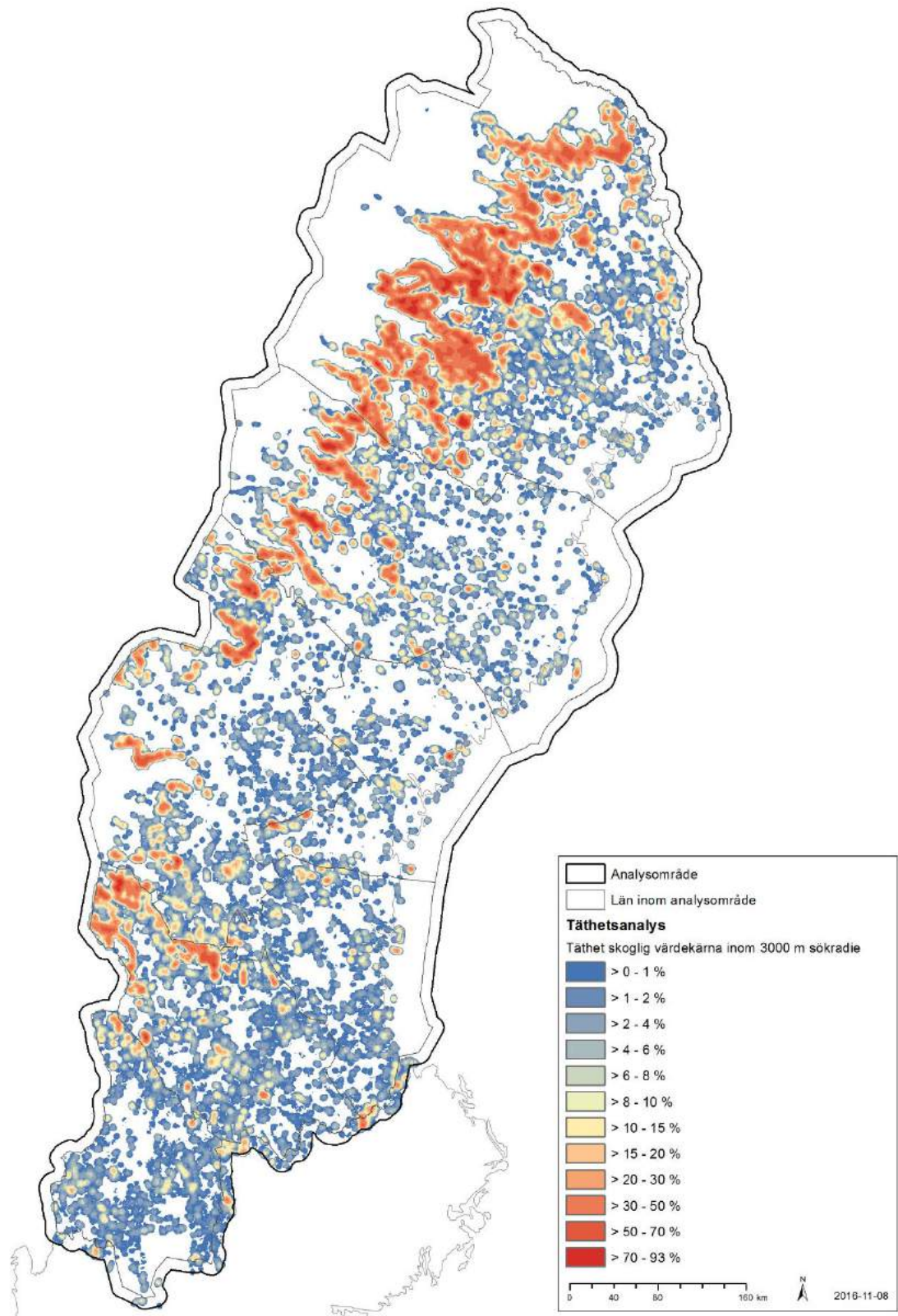
Nedan visas ytterligare ett förstorat kartutsknitt av täthetsanalysen av skogliga värdekärnor med en sökradie på 1000 m (figur 8). De områden som utmärker sig med högst tätheter av värdekärnor är bland annat Stenbitshöjdens naturreservat i Västerbottens län, Bollsbergets naturreservat i Jämtlands län och Mossaträsk-Stormyrans naturreservat i Västernorrlands län.



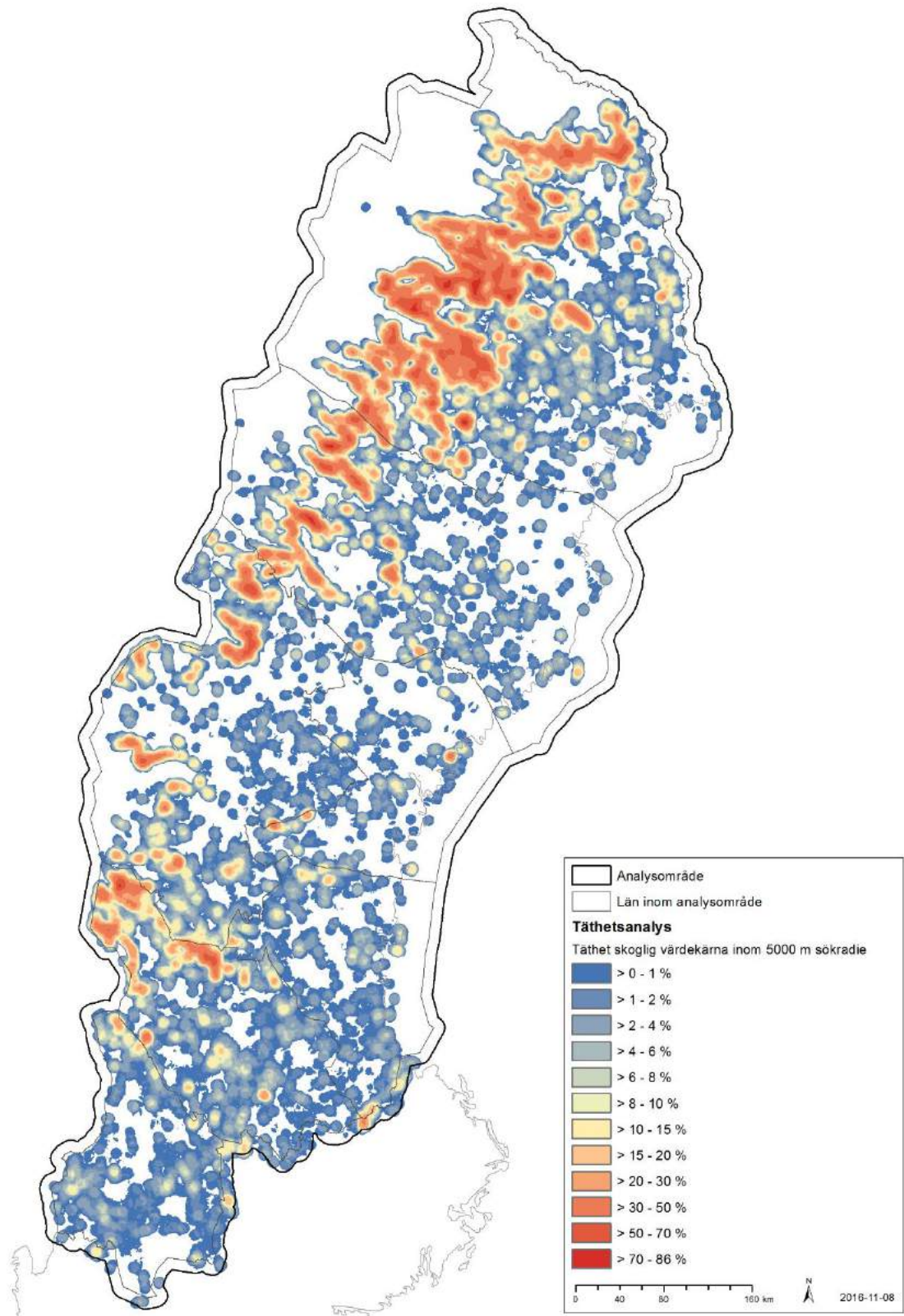
Figur 8. Täthetsanalys av skogliga värdekärnor med en sökradie på 1000 m, med kartutsknitt över länsgränser mellan Jämtlands län, Västernorrlands län och Västerbottens län.

På följande sidor redovisas resultatet av täthetsanalysen med en sökradie på 3000 m (figur 9) och 5000 m (figur 10). Till skillnad från föregående kartor, vilka visar ett koncentrerat resultat av tätheter, så blir den geografiska utbredningen med en större sökradie mer generaliserad. Det är dock samma områden som identifierats i täthetsanalysen med en sökradie på 1000 m som även utmärker sig med höga tätheter.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region



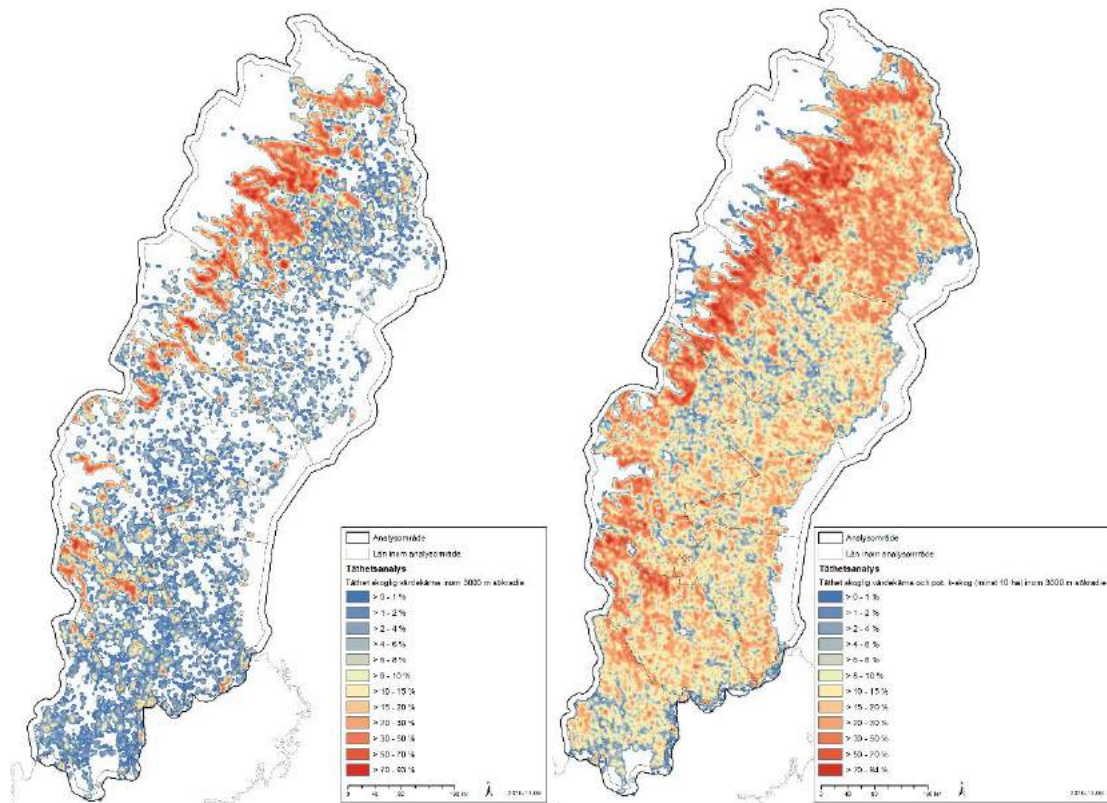
Figur 9. Täthetsanalys av skogliga värdekärnor med en sökradie på 3000 m.



Figur 10. Täthetsanalys av skogliga värdekärnor med en sökradie på 1000 m.

3.2.1 Täthetsanalys av skogliga värdekärnor och kontinuitetsskogar

Karteringen av kontinuitetsskogar är ett viktigt underlag som har potential att komplettera kända indata över skogliga värdekärnor. Det är därför intressant att analysera hur stor inverkan k-skogarna har i täthetsanalyserna. Nedan visualiseras resultatet med en sökradie på 3000 m (figur 11).



Figur 11. Jämförelse mellan täthetsanalys med en sökradie på 3000 m av skogliga värdekärnor (t.v.) och en täthetsanalys med en sökradie på 3000 m med skogliga värdekärnor och kontinuitetsskogar med en areal på minst 10 ha (t.h.).

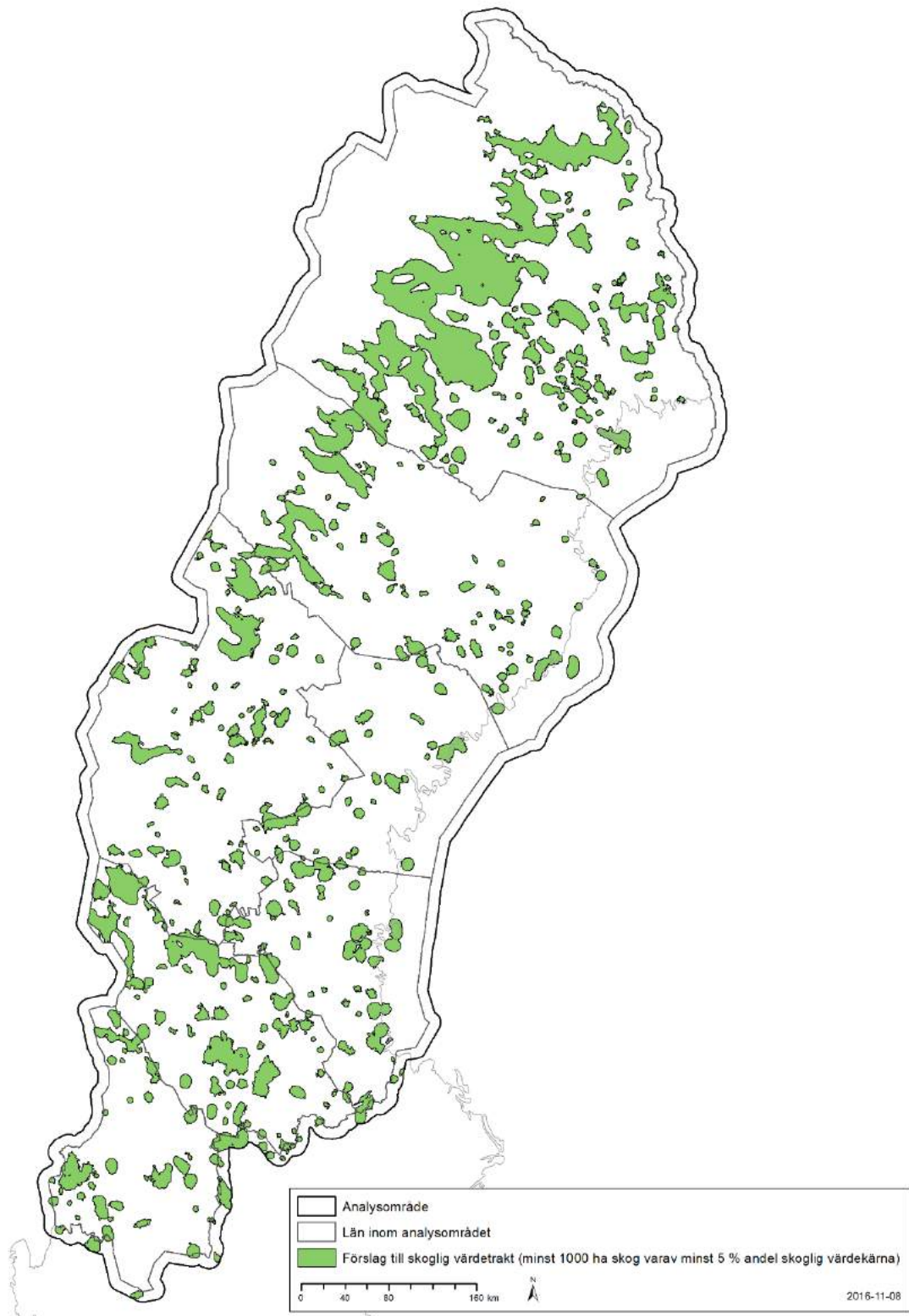
Kontinuitetsskogarna ger ett betydande inslag i täthetsanalysen och ger ett allmänt intryck av höga tätheter i den boreala regionen, vilket delvis är en överrepresentation som även framhålls i projektets rapport³³. Totalt sett uppskattas det att karteringen av k-skogar överskattats med ca 30 %. I Jämtlands län uppskattas överkarteringen till ca 10 % och i Värmlands län till ca 60 %. För att använda karteringen av k-skogar i fortsatta GIS-analyser för att ta fram beslutsunderlag anses det vara nödvändigt med en korrigerig av karteringen, framför allt i södra delarna av regionen och utmed kusten.

Vid en jämförelse av ovanstående kartor är det tydligt att det är främst i Norrbottens län som kontinuitetsskogarna framträder. Men det går även att utläsa högre tätheter längst med kusten och i de centrala delarna av Dalarnas län samt i Värmlands norra delar. Det är också uppenbart att det saknas tätheter av skogliga värdekärnor och k-skogar i inlandet av den boreala regionen, exempelvis nedanför den fjällnära skogen där Jämtlands län och Västerbottens län angränsas varandra.

³³ Ahlkrona et al. 2016

3.3 Förslag till skogliga värdetrakter

Med de kriterier som fastställdes i avsnitt 2.3.4 identifierades 362 förslag till skogliga värdetrakter (figur 12).



Figur 12. Förslag till skogliga värdetrakter avgränsade ur ett skogsbiologiskt och naturgeografiskt perspektiv.

De största föreslagna skogliga värdetrakterna finns i den fjällnära regionen, huvudsakligen ovanför den fjällnära gränsen, som sträcker sig över Norrbottens län och Västerbottens län. Den största värdetrakten omfattar bland annat stora delar av Lapponia, ett världsarv som är Europas största sammanhängande naturlandskap med vildmarkskaraktär och höga geologiska samt biologiska värden³⁴.



Stora Sjöfallets/Stuor Muorke nationalpark, Norrbottens län. Foto: Tor Lundberg/IBL Bildbyrå (Naturvårdsverket 2016a).

En stor del av de skogliga värdetrakterna överlappar länsgränser vilket gör det nödvändigt för många län att arbeta aktivt med naturvård över länsgränserna för att säkerställa att viktiga landskaps samband inte går förlorade. Med ett ökat samarbete skapas även fortsatta möjligheter till att gemensamt arbeta med att stärka den gröna infrastrukturen mellan de föreslagna värdetrakterna där det idag saknas skogliga värdekärnor eller där det finns kunskapsbrist om potentiella naturvärden.

3.3.1 Statistik inom förslag till skogliga värdetrakter

De avgränsade förslagen till skogliga värdetrakter har en total areal på 5 854 000 ha och innefattar:

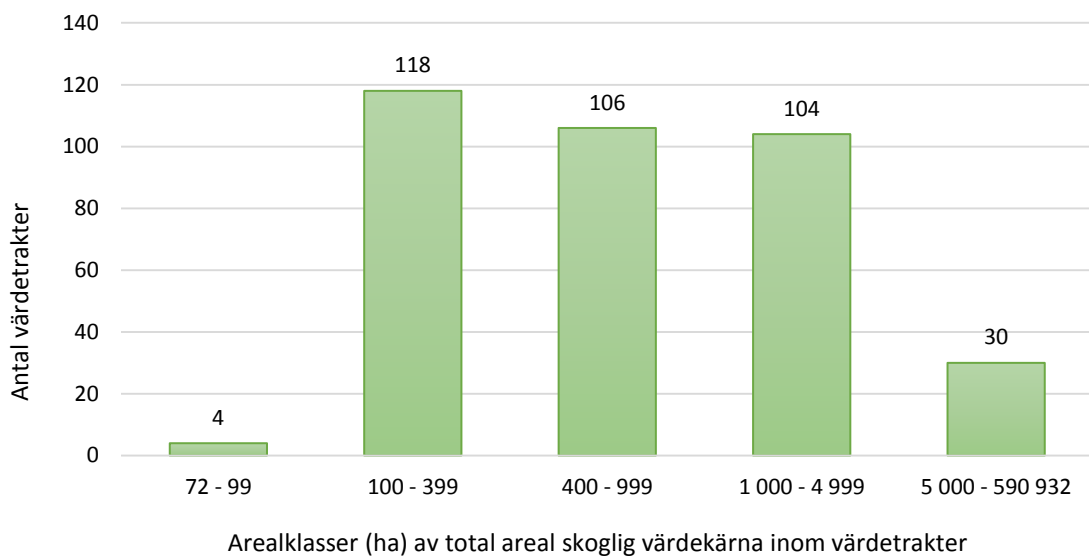
- 1 554 000 ha skogliga värdekärnor
- 3 879 000 ha skogsmark
- 1 135 000 ha skyddad skoglig värdekärna
- 419 000 ha skoglig värdekärna utanför formellt skydd
- 2 379 000 ha kontinuitetsskog

³⁴ Naturvårdsverket 2016b

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Totalt sett omfattar värdeetrakterna ca 82 % av alla skogliga värdekärnor inom analysområdet vilket påvisar att metoden för att avgränsa förslag till skogliga värdeetrakter identifierat stora landskapsavsnitt med höga tätheter av skogliga värdekärnor. Av all skogsmark inom samtliga värdeetrakter utgörs 40 % av skogliga värdekärnor, där 73 % av värdekärnorna är skyddade och 27 % är oskyddade. Den totala arealen skogsmark som omfattas av de förslagna skogliga värdeetrakterna, 3 879 000 ha, motsvarar i sin tur 20 % av all skogsmark inom analysområdet vilket är drygt 19 miljoner ha. Av den totala arealen skogsmark inom analysområdet utgör de skogliga värdekärnorna i sin tur 8 %, varav nästan 6 % av skogsmarken är skyddad och drygt 2 % är oskyddad. Ytterligare statistik för varje föreslagna värdeetrakt redovisas i bilaga 7.3.

För att visa hur stora arealer värdekärnor som omfattas av de föreslagna värdeetrakterna gjordes en uppdelning av den summerade arealen skogliga värdekärnor i fem klasser (figur 13).

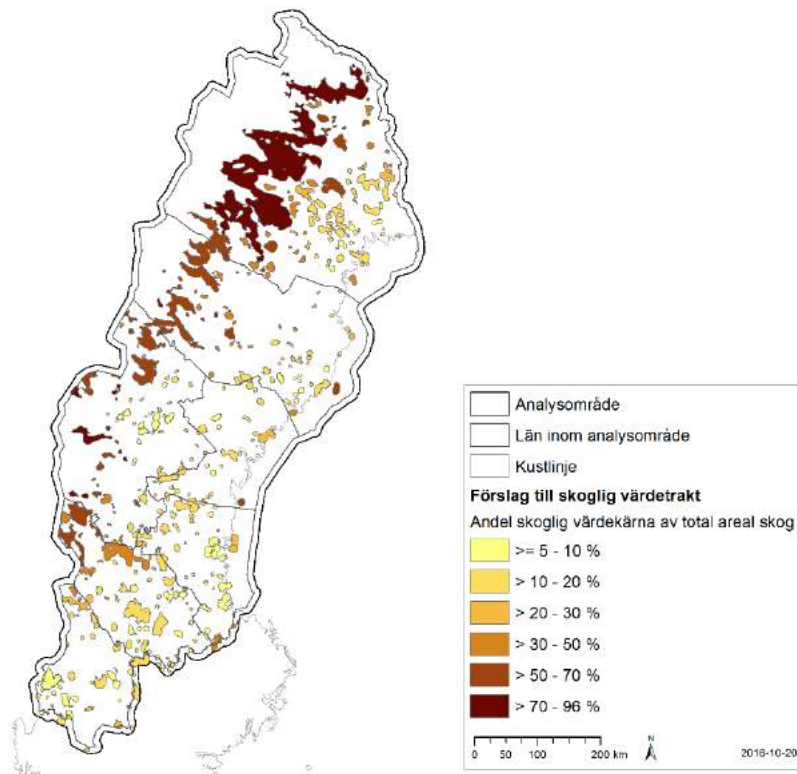


Figur 13. Diagram som visar fördelning av arealklasser (ha) av total areal skoglig värdekärna inom de olika värdeetrakterna.

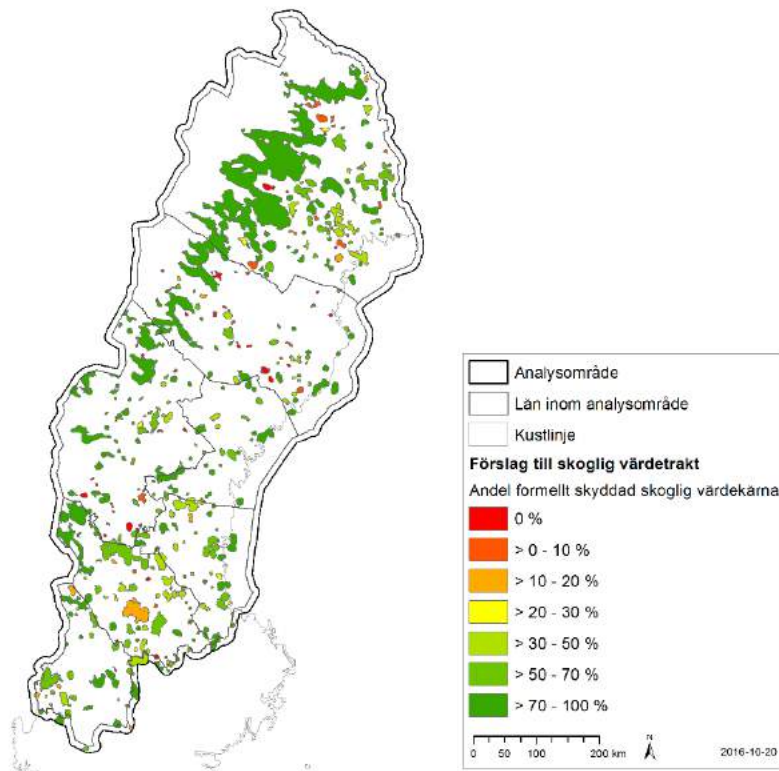
Ovanstående diagram visar exempelvis att fyra enskilda värdeetrakter omfattar en total areal av skogliga värdekärnor mellan 72 till 99 ha och att 30 separata värdeetrakter omfattar arealer av värdekärnor mellan 5 000 till drygt 590 000 ha. Majoriteten av de förslagna värdeetrakterna omfattar alltså minst 400 hektar skoglig värdekärna per värdeetrakt.

Utifrån den statistik som beräknats i förslagen av skogliga värdeetrakter är det möjligt att visualisera olika typer av data i kartor. På nästa sida redovisas två kartor där den första visar andel skoglig värdekärna av total areal skog inom varje värdeetrakt (figur 14) och där den andra visar andel skoglig värdekärna som omfattas av formellt skydd i varje trakt (figur 15).

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region



Figur 14. Karta som visar andelar skogliga värdekärnor av areal skogsmark inom varje förslag till skoglig värde-trakt.



Figur 15. Karta som visar andel skoglig värdekärna som omfattas av formellt skydd i varje förslag till skoglig värde-trakt.



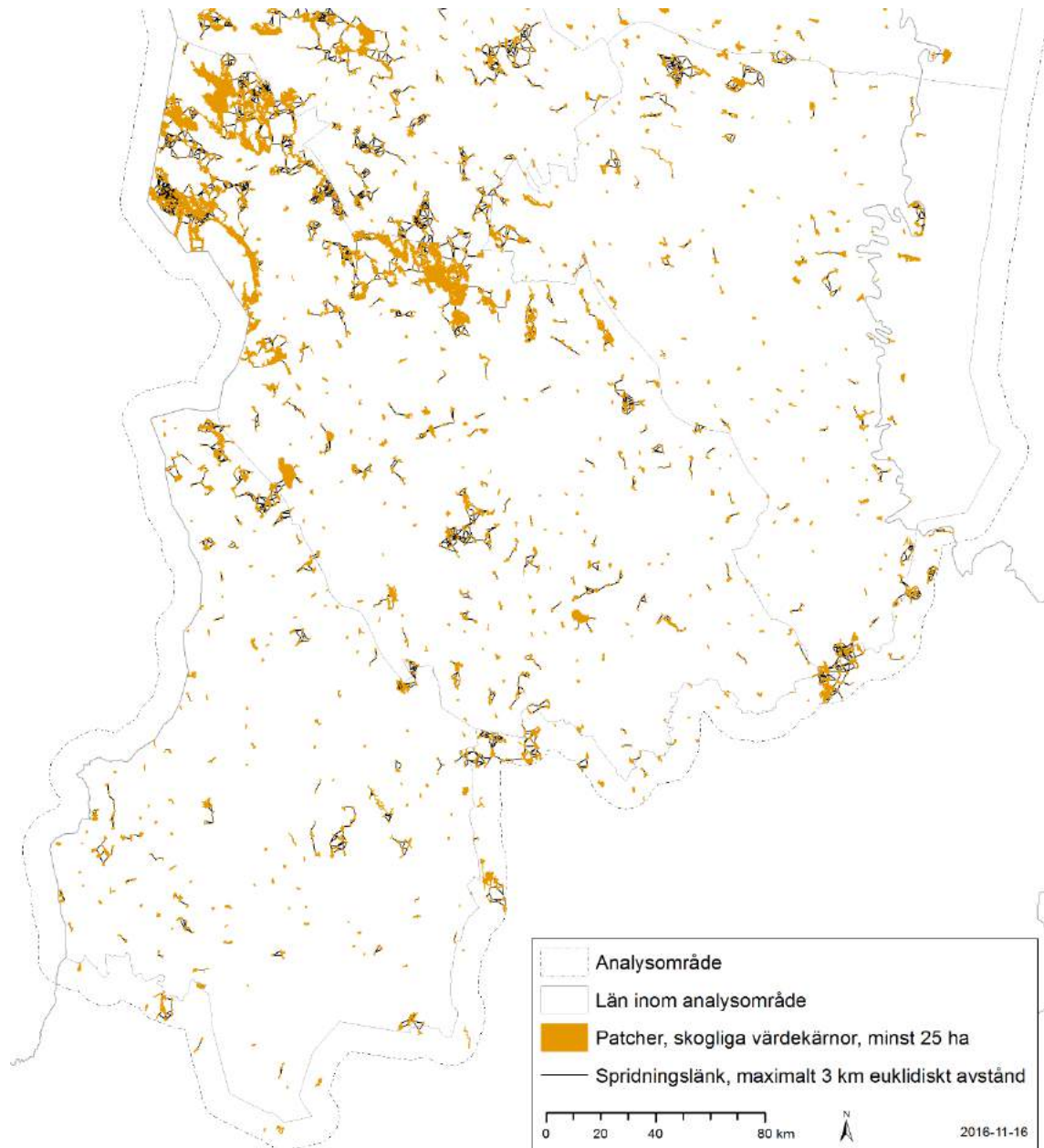
Storvuxen älg i Sarek nationalpark, Norrbottens län. Foto: Peter Lilja/IBL Bildbyrå (Naturvårdsverket 2016a).

3.4 Nätverksanalys

3.4.1 Nätverksanalys av skogliga värdekärnor

Nätverksanalysen av de skogliga värdekärnorna på en areal om minst 25 ha med ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m har identifierat ett flertal sammanhängande värdekärnor i landskapet, nedan redovisas resultatet uppdelat på tre kartor. Nätverksanalysen har resulterat i att totalt 11 474 enskilda länkar skapats mellan 5 950 stycken skogliga värdekärnor med en areal på minst 25 ha. De utvalda patcherna har en gemensam areal på 1 547 000 ha vilket motsvarar drygt 81 % av den totala arealen skogliga värdekärnor. Det innebär dock att 19 % av de skogliga värdekärnorna, vilka har en areal mindre än 25 ha, saknas i analysen.

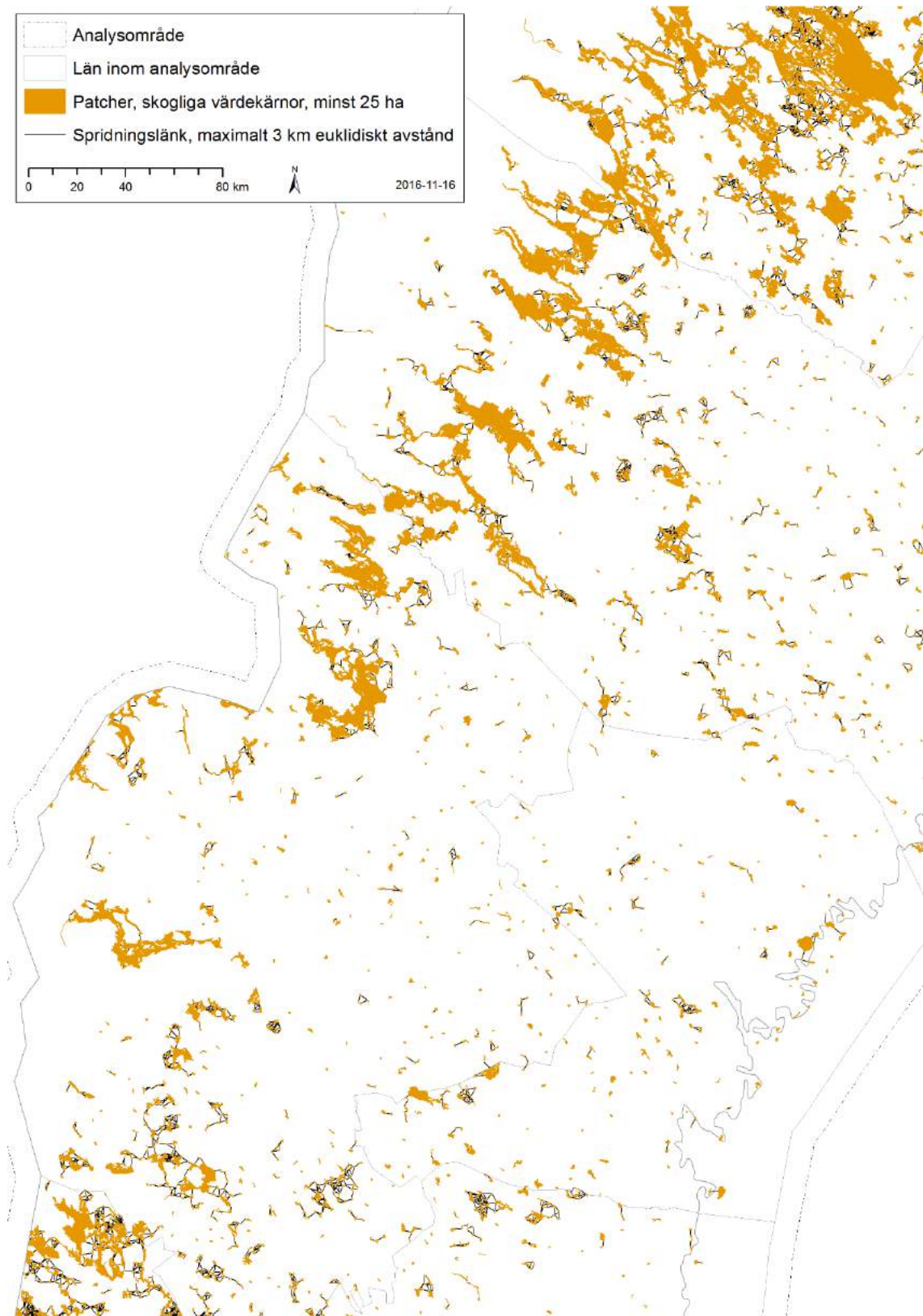
I den södra delen av analysområdet syns ett flertal skogliga värdekärnor som är sammanlänkade i separata komponenter, bland annat vid Färnebofjärdens nationalpark i södra delen av Gävleborgs län, vid Fräkensjömyrarnas naturreservat i norra Värmland och ett flertal stora naturreservat i Dalarnas nordvästra delar, bland annat Långfjället och Vedungsfjällen (figur 16).



Figur 16. Nätverksanalys av patcher med en areal på minst 25 ha med ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m, kartutsnitt för södra analysområdet.

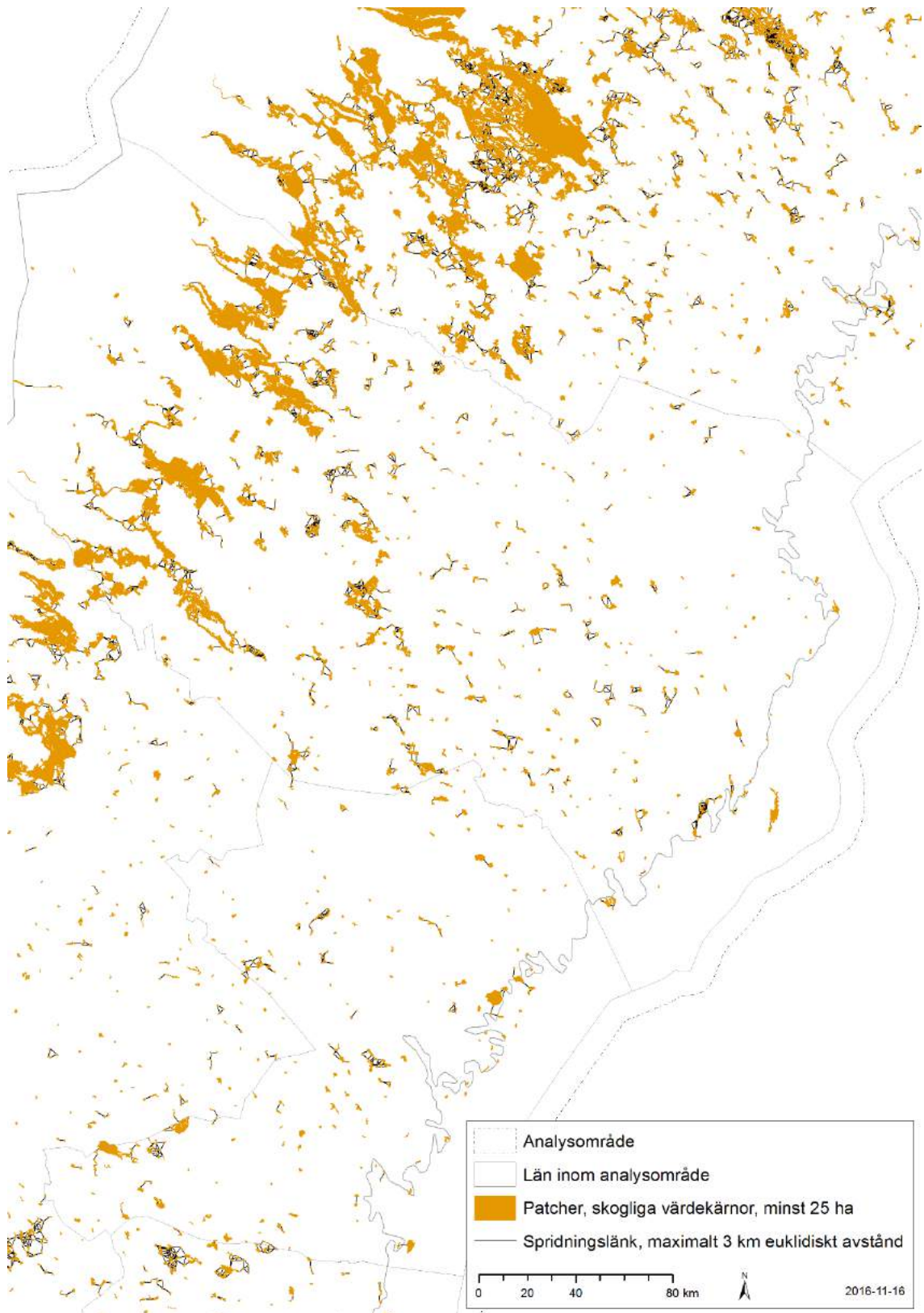
I det centrala kartutsnittet (på följande sidor) är det främst stora komponenter av skogliga värdekärnor med en areal på minst 25 ha som utmärker sig strax ovanför gränsen för fjällnära skog i Jämtlands län, bland annat vid Vålådalens naturreservat och Hotagens naturreservat (figur 17). I Gävleborg läns norra delar syns exempelvis två större sammanhängande nätverk intill Norra Brassbergets naturreservat och Stensjöns naturreservat. Vad gäller Västernorrlands län syns ett kluster av värdekärnor i länets sydvästra delar vid Helvetesbrännans naturreservat och Jämtgavelns naturreservat (figur 17). I Västerbottens län är det framför allt de skogliga värdekärnorna intill och ovanför den fjällnära gränsen som står ut, men i länets centrala delar syns bland annat ett nätverk av värdekärnor mellan Arasjöns naturreservat och Alsbergets naturreservat (figur 18).

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region



Figur 17. Nätverksanalys av patcher med en areal på minst 25 ha med ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m, kartutsnitt för de västra delarna av det centrala analysområdet.

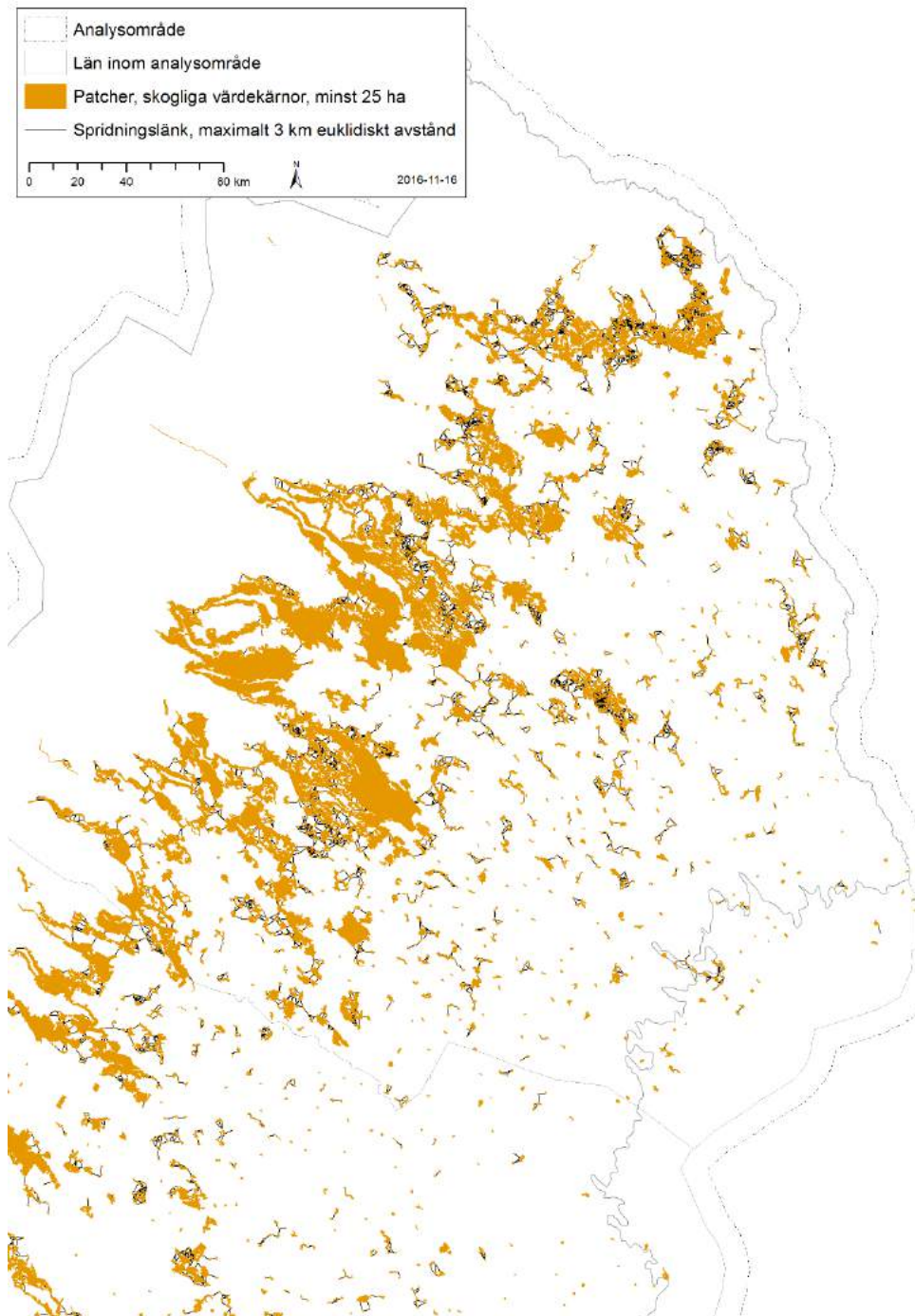
Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region



Figur 18. Nätverksanalys av patcher med en areal på minst 25 ha med ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m, kartutsnitt för de östra delarna av det centrala analysområdet.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

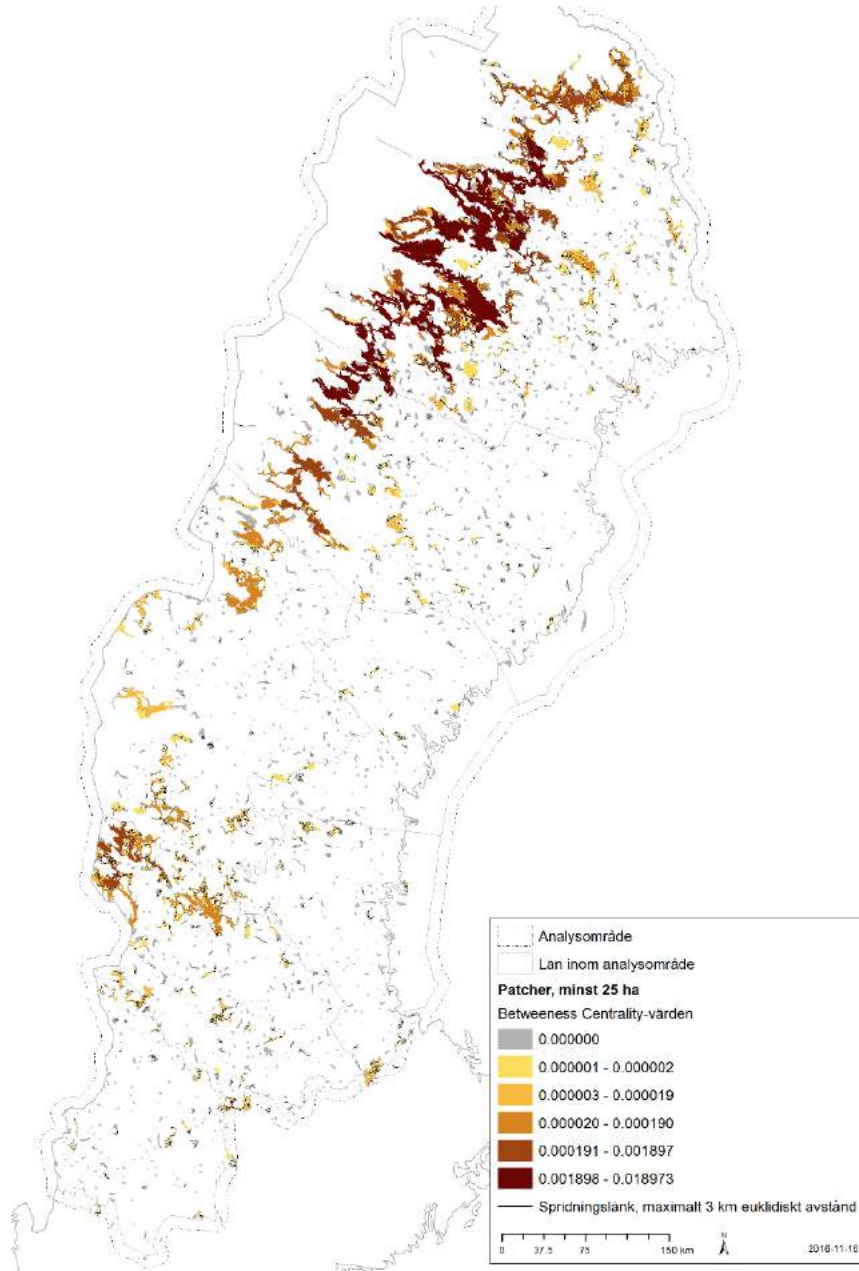
I analysområdets norra del syns ett flertal väldigt stora skogliga värdekärnor vilka är belägna ovanför gränsen för fjällnära skog som är sammanlänkande med varandra (figur 19). Dessa nätverk består bland annat av Marsfjällets naturreservat i Västerbottens västra delar och av Vindelfjällens naturreservat i länets nordvästra del. I Norrbotten läns framträder ett enormt nätverk av skogliga värdekärnor längs med och ovanför gränsen för fjällnära skog. Vad gäller länets centrala delar är det exempelvis ett större nätverk som omfattas av Granlandets naturreservat och Päivävuomas naturreservat.



Figur 19. Nätverksanalys av patcher med en areal på minst 25 ha med ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m, kartutsnitt för norra analysområdet.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Förutom modelleringen av patchernas nätverk analyserades även Betweenness Centrality, ett mått som indikerar hur centralt belägen en patch är inom ett nätverk (figur 20). Skulle en patch med ett högt BC-värde skadas eller försvinna, exempelvis vid en avverkning, påverkar det hela nätverket och ger upphov till ökad fragmentering i landskapet. För de skogliga värdekärnorna med en areal på minst 25 ha analyserades alltså BC och i nedanstående karta visualiserar resultatet.



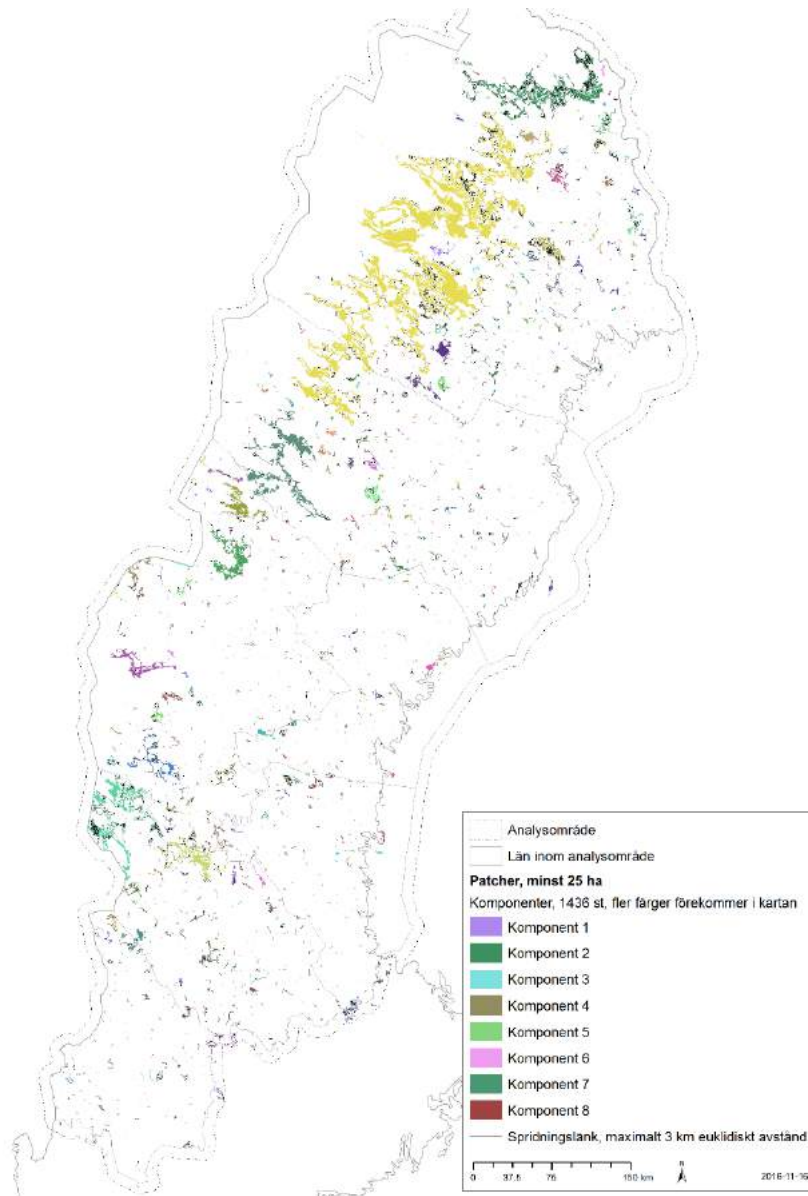
Figur 20. Betweenness Centrality av patcher, skogliga värdekärnor med en areal på minst 25 ha.

De patcher med ett relativt högt BC-värde har tilldelats en mörkare färg i kartan. Dessa värdekärnor är alltså viktiga för att hålla ihop ett specifikt nätverk av flera patcher. Den skogliga värdekärna som har fått högst BC-värde är även den största skogliga värdekärnan av alla patcher och omfattas bland annat av Udtjas naturreservat och Pärlälvens naturreservat i Norrbottens län. Andra patcher som utmärker sig med höga BC-värden är bland andra en värdekärna som omfattar stora delar av Ultevis fjällurskog i Norrbottens

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

län och en värdekärna som omfattar delar av Vindelfjällens naturreservat i Västerbottens län. De skogliga värdekärnor som har de lägsta BC-värdena, alltså värde noll, är sådana som antingen är isolerade eller är belägna i ytterkanterna av ett nätverk, de är alltså inte centralt belägna mellan flera patcher.

En annan analys som ger ett mått av konnektivitet är en komponentanalys. Analysen sammanställer de patcher som antingen är sammanlänkade med varandra eller helt isolerade. Dessa sammanlänkade eller isolerade patcher utgör olika typer av komponenter. Med hjälp av komponentanalysen går det att visualisera vilka patcher som tillsammans utgör en komponent. I den analys som gjordes på de skogliga värdekärnorna med en areal på minst 25 ha blev resultatet drygt 1400 stycken komponenter (figur 21).



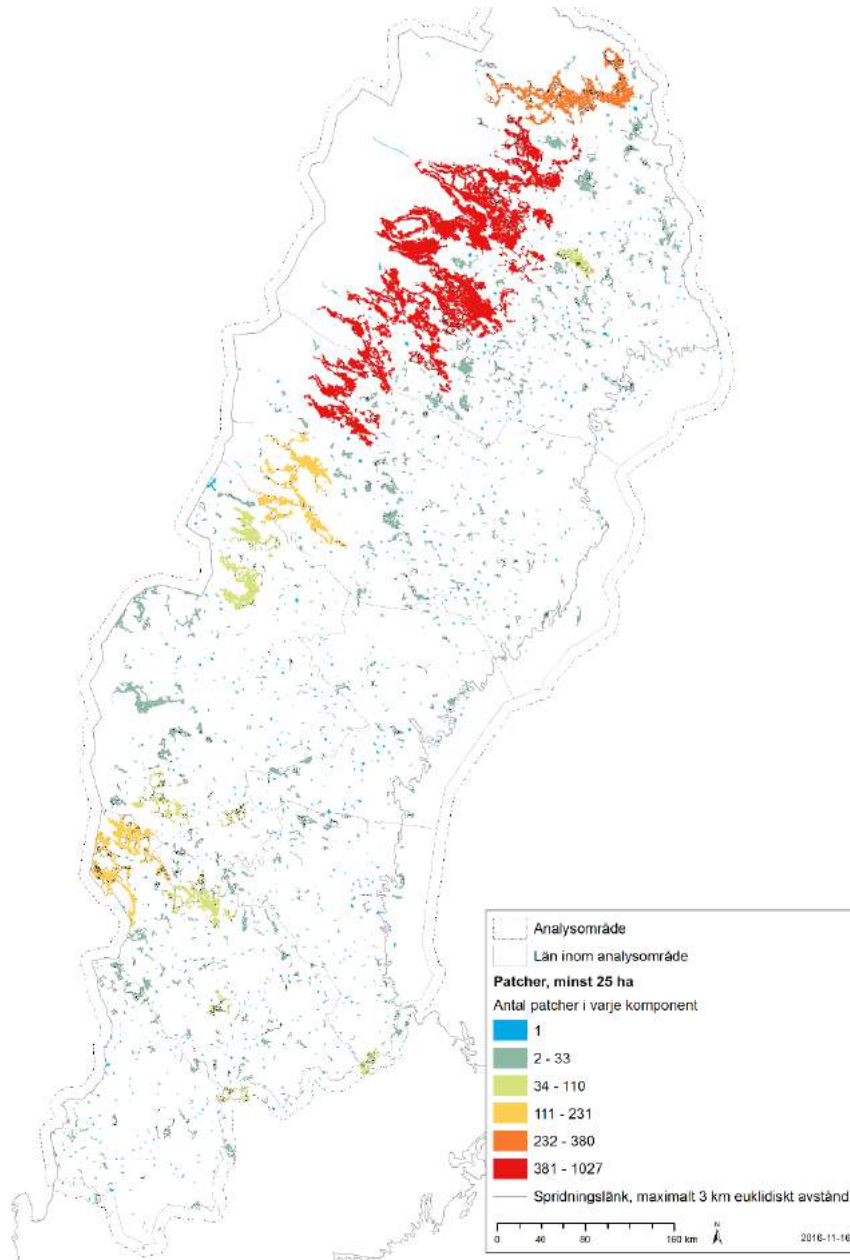
Figur 21. Komponentanalys av nätverksanalysen som visar enskilda nätverk av patcher vilka utgör en komponent.

Ovanstående karta visar att den störst sammanhängande komponenten (gulgrön i kartan) är belägen i Norrbottens län och korsar länsgränsen in i Västerbottens län. Tillsammans utgör alla patcher i denna komponent en total area, sammanhängande inom 3000 m, på drygt 700 000 ha av skogliga värdekärnor. Den näst största komponenten är även den belägen i Norrbottens län (grön färg i norra delen av kartan)

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

och samtliga patcher i komponenten har en total areal på drygt 95 000 ha. Andra komponenter som utmärker sig storleksmässigt är en komponent på drygt 77 000 ha i Västerbottens län (gröngrå i kartan) och en komponent på drygt 67 000 ha i nordvästra delarna av Dalarnas län (turkos färg).

Förutom att visualisera enskilda komponenter och beräkna den sammanlagda arealen av de patcher som tillsammans utgör en komponent är det även möjligt att räkna hur många patcher som utgör en komponent, vilket visualiseras i nedanstående karta (figur 22).

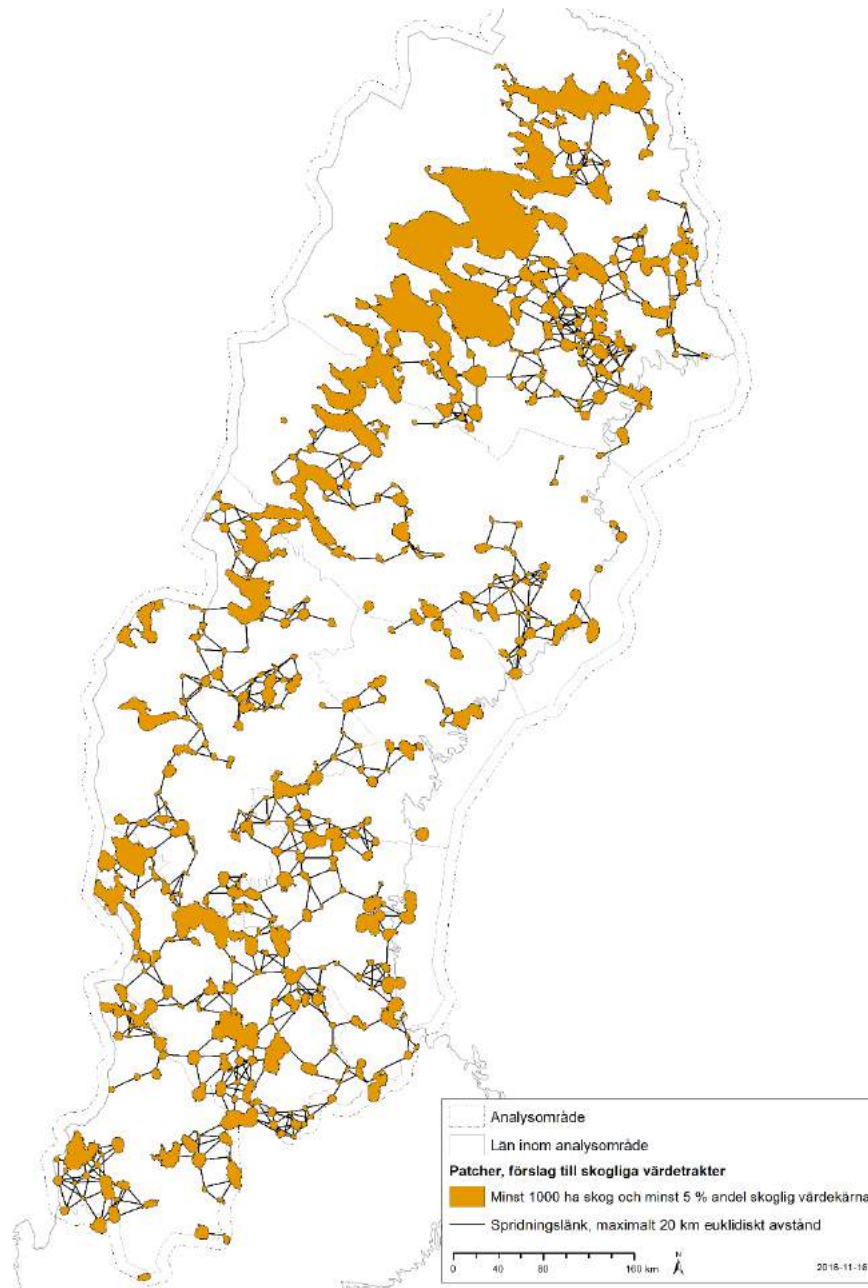


Figur 22. Komponentanalys som visar antalet patcher i varje komponent av nätverksanalysen med skogliga värdekärnor på en areal om minst 25 ha.

De områden som utmärker sig vad gäller antal patcher i varje komponent omfattar de värdekärnor som tidigare uppmärksammats och generellt sätt är det alltså de områden som är belägna i den fjällnära regionen.

3.4.2 Nätverksanalys av förslag till skogliga värdestrakter

Med hjälp av en nätverksanalys av förslagen till skogliga värdestrakter och ett långt maximalt spridningsavstånd på 20 km identifieras storskaliga och sammanhängande nätverk i den boreala regionen (figur 23).



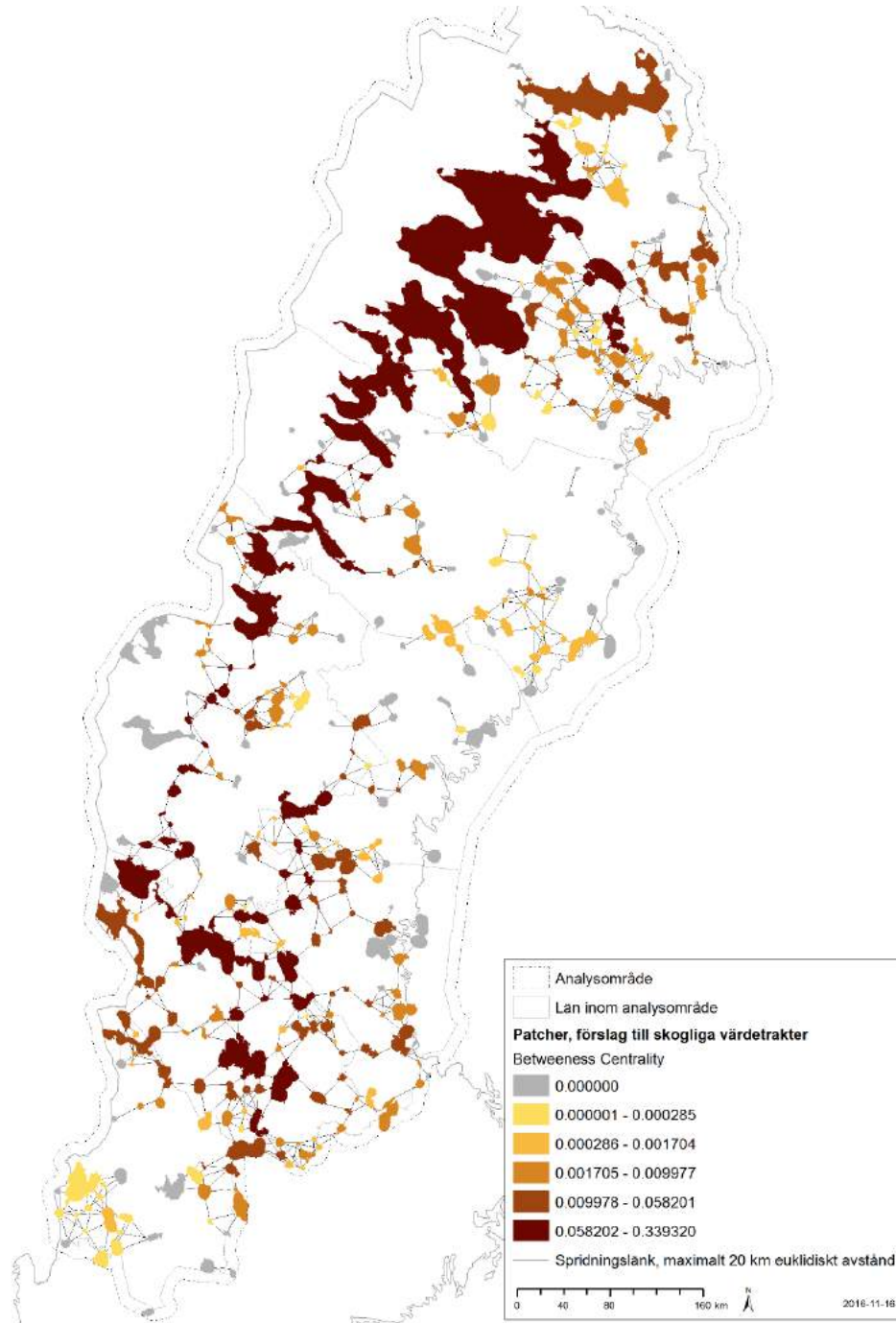
Figur 23. Nätverksanalys av förslag till skogliga värdestrakter med ett maximalt spridningsavstånd på 20 km.

Analysen visar storskaliga nätverk i den boreala regionen och identifierar ett par avgränsade och sammanhängande förslag till värdestrakter, bland annat i de östra delarna av Västerbottens län och i de sydvästra delarna av Värmlands län. Det nätverk som framträder tydligast är dock det som löper från Gävleborgs län och Dalarnas län upp till Västernorrlands län, Jämtlands län, Västerbottens län och

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Norrbottens län. Ett par isolerade förslag till värde-trakter syns i nordöstra delarna av Västerbottens län och vid kusten i de sydöstra delarna av Västernorrlands län.

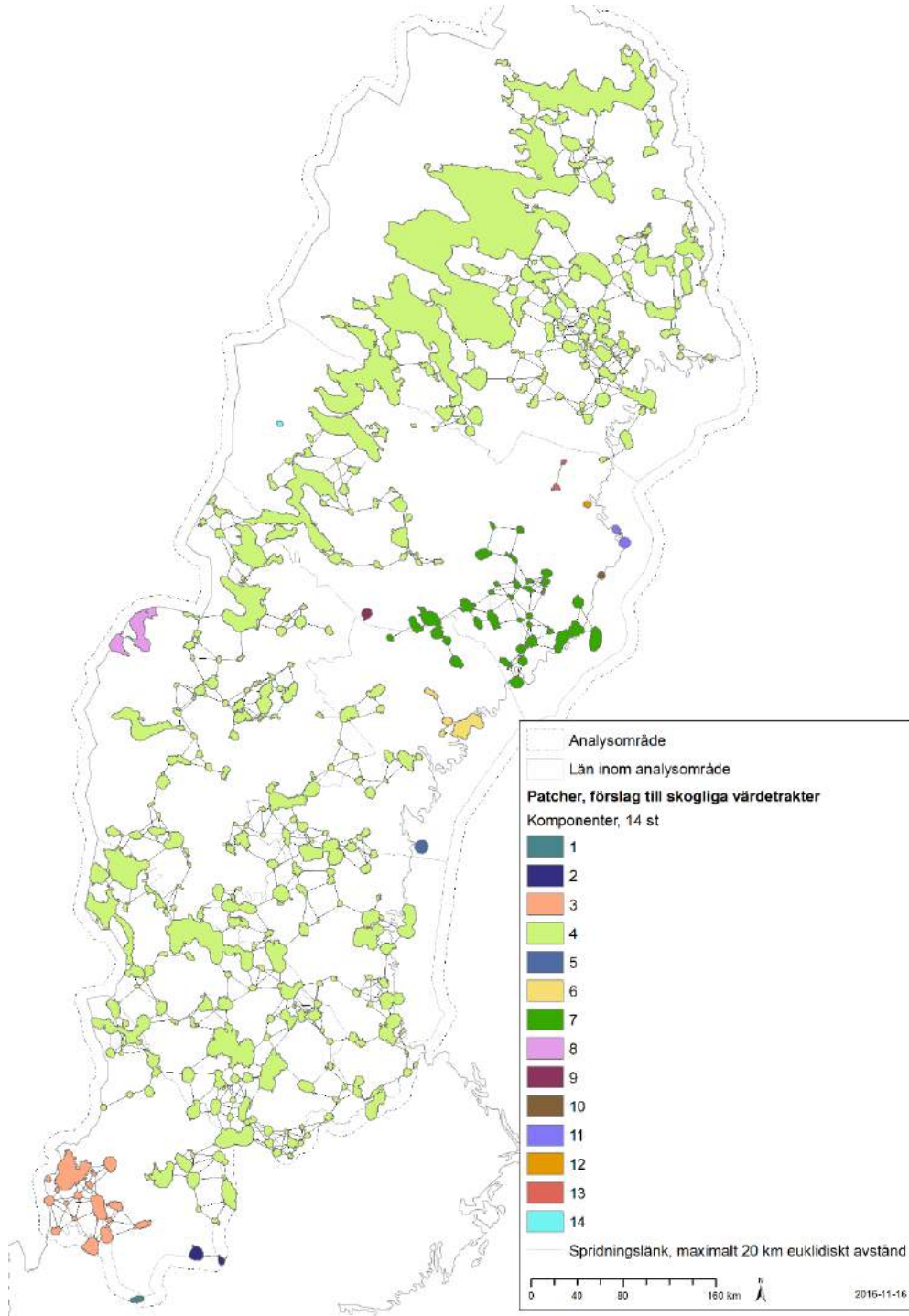
Med hjälp av Betweenness Centrality och en komponentanalys framträder det stora sammanhängande nätverket av förslag till skogliga värde-trakter ännu tydligare i kartan (figur 24).



Figur 24. Betweenness Centrality av nätverksanalysen med förslag till skogliga värde-trakter.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

I komponentanalysen av nätverksanalysen med förslag till skogliga värde-trakter framträder en stor komponent (ljusgrön färg, nummer 4 i teckenförklaringen) och ett flertal mindre komponenter (figur 25).



Figur 25. Komponentanalys av nätverksanalysen med förslag till skogliga värde-trakter.

4 Diskussion

4.1 Dataunderlag

En förutsättning i det här projektet har varit att använda ett homogent och jämförbart dataunderlag av skogliga värdekärnor på nationell nivå. Det var därför motiverat att använda de underlag som tagits fram i revideringen av nationell strategi för formellt skydd. Det innebär i sin tur att analyserna som tagits fram är jämförbara över länsgränser och möjliggör uppföljning av samma dataunderlag längre fram. Å andra sidan finns det en del kunskapsmaterial som saknas i analyserna, delvis på grund av kunskapsbrist över samtliga skogar med höga naturvärden i Sverige och delvis på grund av att data saknas från enskilda länsstyrelser eller skogsägare. Exempel på dataunderlag som kan komplettera analyserna är bland annat frivilliga avsättningar från skogsbolag och privata skogsägare samt länsstyrelsernas inventeringar. Detta har dock inte efterfrågats eftersom projektets utgångspunkt var att använda samma data som använts i revideringen av nationell strategi för formellt skydd av skog. Det är dock fullt möjligt att komplettera det underlag och återanvända de metoder som använts i det här projektet för att ta fram länsvisa eller storregionala analyser.

4.2 Täthetsanalyser och sätt att avgränsa värdetrakter

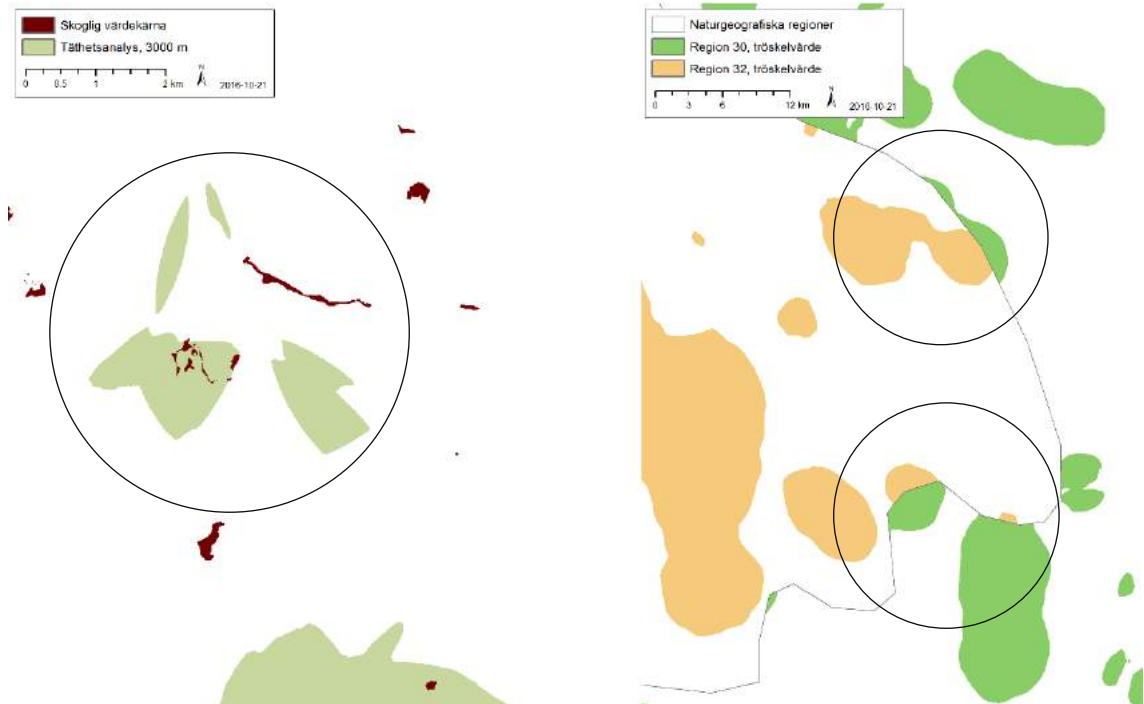
De analyser som gjorts har som utgångspunkt att de ska vara automatiska eller semi-automatiska, objektiva och repetitiva, samt vara förankrade i vetenskaplig litteratur. Men det är viktigt att förhålla sig till att modeller är en förenklad bild av verkligheten och medför både för- och nackdelar. De fördelar som finns är bland annat att analyserna är tidseffektiva och redogör storskaliga mönster i landskapet som kan användas som beslutsunderlag. Men det finns även en del begränsningar med de metoder som tillämpats och i det här avsnittet ges en kort redovisning av de faktorer som påverkar resultatet av täthetsanalyserna och värdetrakterna.

Fastställandet av olika tröskelnivåer i de GIS-analyser som gjorts har baserats på förenklade antaganden vilka inspirerats från naturvårdsbiologisk forskning. Vad gäller antagandet att ett landskapsavsnitt ska ha en täthet på minst 20 % andel skogliga värdekärnor är det en tolkning av vad forskningen egentligen understryker, vilket är att när fragmenteringsgraden av ett större skogsområde blir allt större så endast 20 % av den ursprungliga miljön finns kvar så inträder en kritisk tröskelnivå som gör att en stam kraschar och att en art dör ut. Men med tanke på att analyserna avser skogliga värdekärnor utifrån övergripande naturvärden och inte arters specifika habitat antogs det vara lämpligt att arbeta med ett förenklat förhållningssätt för att identifiera och avgränsa förslag till skogliga värdetrakter vilka definieras efter landskapsavsnitt med höga andelar värdekärnor. Detta gäller även kravet på områdesstorlek (areal skog) för att ett område ska vara resilient och ekologiskt funktionellt. Olika vetenskapliga artiklar presenterar varierande krav på områdesstorlek, vilket främst är kopplat till specifika arter, men för att ta fram ett förslag till skogliga värdetrakter var det nödvändigt att använda en angiven areal skog som ett minimumkrav vilket diskuterades och fastställdes i samråd med projektets referensgrupp.

När ett objektiva och semi-automatiserat arbetssätt tillämpas för att avgränsa förslag till värdetrakter används kan det uppstå en del artefakter som exempelvis kanteffekter vilka gör att avgränsningen till förslagen av värdetrakter kan se lite märkliga ut (figur 26, nästa sida). I de analyser som använts i det här projektet är det främst två kanteffekter (förutom kanteffekter utanför länsgränser och nationsgränsen)

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

som kan uppstå, dels i täthetsanalyserna och dels i identifieringen av de tätaste områdena som omfattar minst 10 % av all skog i varje naturgeografisk region.

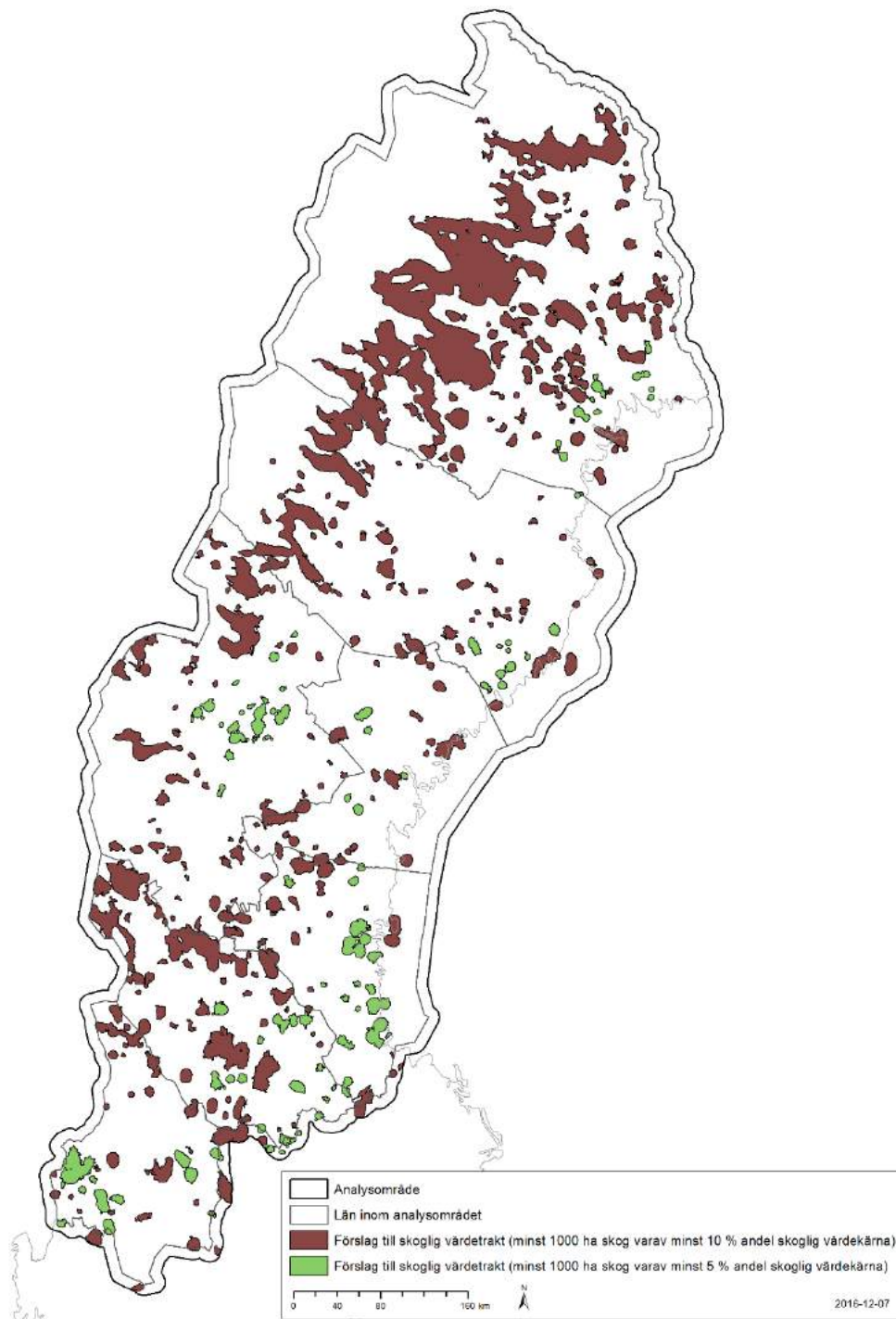


Figur 26. Kanteffekter som kan uppstå i täthetsanalysen (t.v.) och i det naturgeografiska perspektivet (t.h.).

Anledningen att kanteffekter uppstår i täthetsanalysen beror på det rörliga fönster som söker genom landskapet. Om två eller flera värdekärnor är belägna vid ytterkanten av en sökradie kan det resultera i en låg täthet mellan två eller flera värdekärnor. För att avgränsa förslag till skogliga värdestrakter anses det dock inte utgöra något större problem. Den andra kanteffekten som kan uppstå beror på gränsdragningen av de naturgeografiska regionerna och att de relativa tätheterna inom en specifik region är högre eller lägre i jämförelse med en angränsande region. Detta kommer av att tröskelvärden, som fastställts för att komma upp till målet att 10 % av all skog inom respektive naturgeografisk region, är olika i olika regioner.

4.3 Ett annat urval av kriterier för att identifiera förslag till skogliga värdestrakter

Eftersom det är urvalet av kriterier som bestämmer huruvida ett område ska benämnas som förslag till skogliga värdestrakter är det möjligt att göra nya urval för att se vilka ytor som faller ut. I kartan på nästa sida syns samtliga förslag till skogliga värdestrakter men där de mörkröda strakterna har ett urval att minst 10 % av all skog ska utgöras av skogliga värdekärnor (figur 26). De gröna ytorna omfattar i sin tur minst 1000 ha skog där minst 5 % av skogen utgörs av värdekärnor. Beroende på de kriterier som en aktör vill arbeta efter är det alltså möjligt att göra anpassade urval från det ursprungliga skiktet med de förslagna värdestrakterna. Genom ett striktare urval för att identifiera skogliga värdestrakter förändras såklart antalet strakter. För områden med minst 1000 ha skog där minst 5 % utgörs av skogliga värdekärnor har 362 strakter identifierats (detta är projektets förslag till skogliga värdestrakter) men vid 10 % andel värdekärnor urskiljs 272 stycken och vid 20 % andel värdekärnor blir resultatet 135 stycken och vid 50 % andel identifieras 60 värdestrakter.



Figur 27. Förslag till värdecore identifierade enligt olika urval.

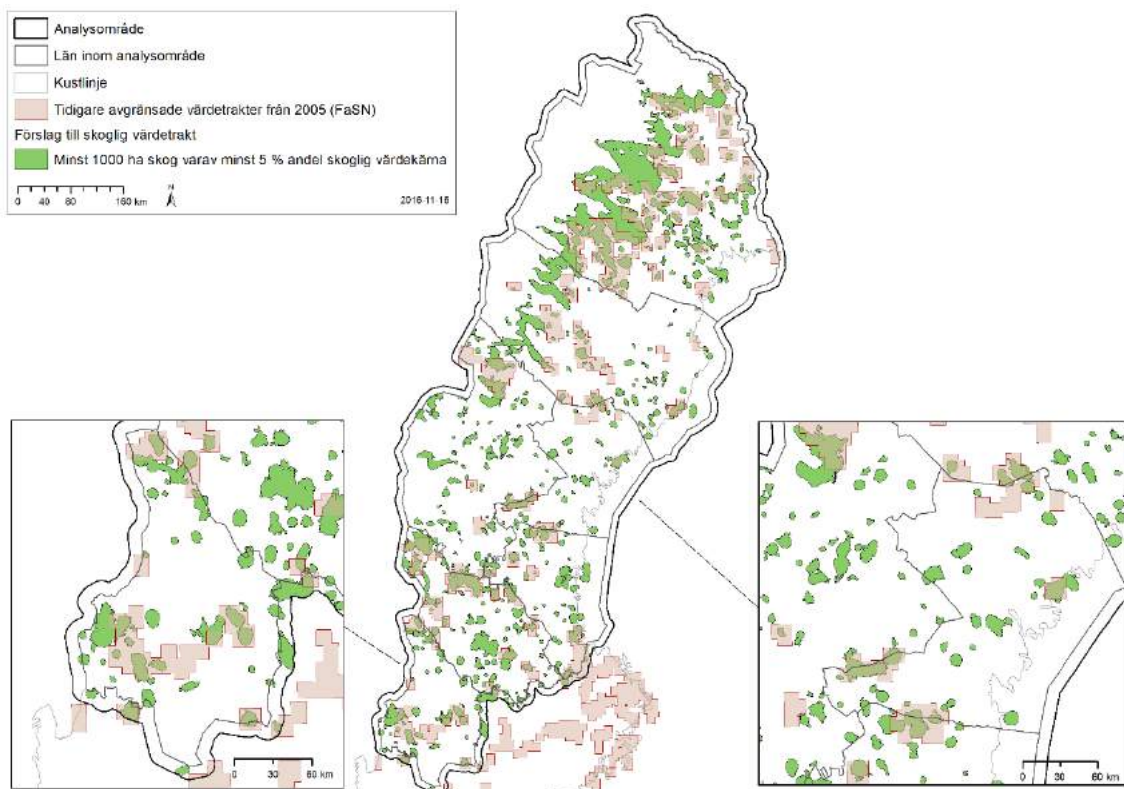
4.4 Jämförelse med tidigare avgränsade värdecore och områden av riksintresse för naturvård

Ett mål med projektet har varit att avgränsa förslag till skogliga värdecore på ett automatiskt eller ett semi-automatiskt sätt utan att avgränsningar av värdecore görs manuellt. Med hjälp av täthetsanalyser och olika tröskelnivåer inspirerade från naturvårdsbiologisk forskning har det målet uppnåtts. Det är dock

intressant att jämföra resultatet av förslagen till skogliga värde-trakter med andra värde-trakter som avgränsats i tidigare projekt. Det är även relevant att analysera hur de föreslagna värde-trakterna är rumsligt avgränsade och fördelade i förhållande till nationellt utpekade områden av riksintresse för naturvård.

4.4.1 Värde-trakter avgränsade inom frekvensanalys av skyddsvärd natur

Som stöd till den nationella strategin för formellt skydd av skog genomfördes projekt Frekvensanalys av Skyddsvärd Natur (FaSN) mellan år 2003–2005³⁵. FaSN var den första nationella kartläggningen av skogar med höga naturvärden i Sverige och genomfördes med hjälp av olika täthetsanalyser. Det dataunderlag som användes i analyserna bestod av nationella och storregionala inventeringar av naturvärden i skogsmark. Med grund i täthetsanalyserna identifierades värde-trakter av olika skogsbiotoper. Nedan presenteras en jämförelse mellan en sammanslagning av biotop-trakterna och de förslag till skogliga värde-trakter som tagits fram i det här projektet (figur 28).



Figur 28. Jämförelse mellan de olika biotop-trakter som avgränsades inom FaSN med de förslag till skogliga värde-trakter som tagits fram i den här landskapsanalysen.

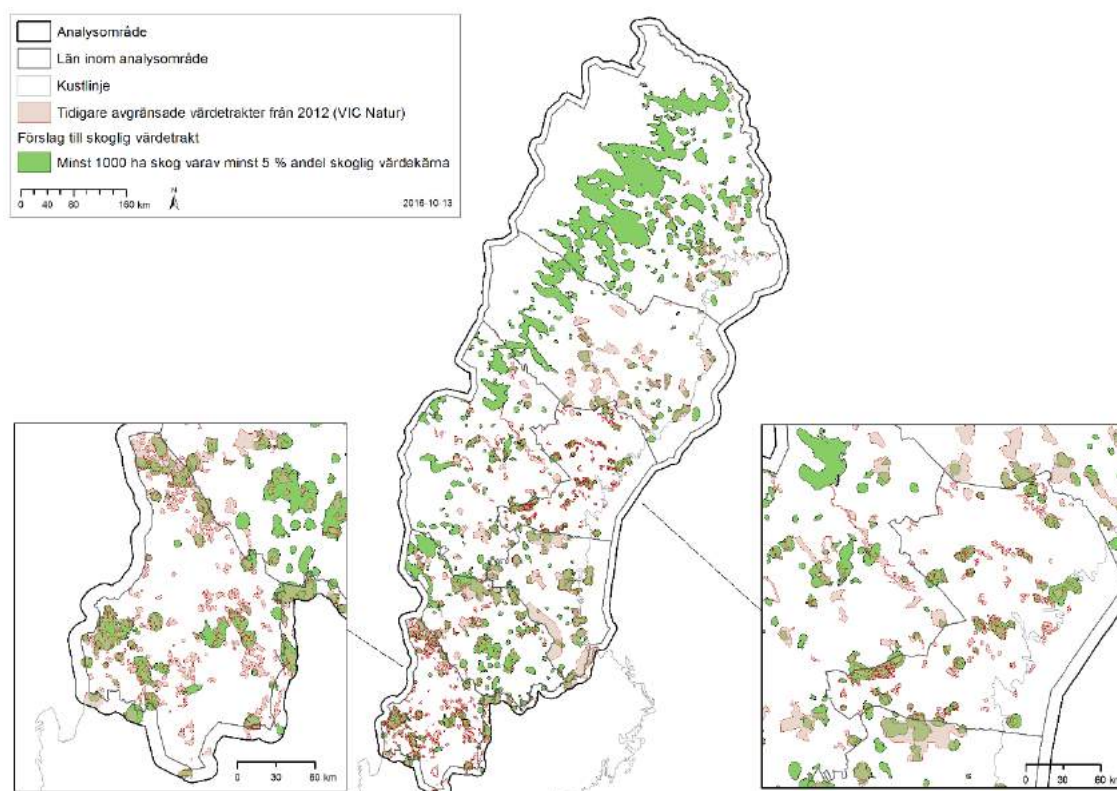
Den största skillnaden mellan de olika värde-traktsavgränsningarna är att det identifierats betydligt fler skogliga värde-trakter i det här projektet. Anledningen till detta kan antingen bero på att de skogliga biotoper som analyserades i FaSN var begränsade till produktiv skog. I det här projektet har både produktiv och improduktiv skogsmark analyserats. En annan anledning att fler värde-trakter identifierats

³⁵ Naturvårdsverket 2005

beror på att nyckelbiotoper från skogsägaren SCA saknades i FaSN, vilka inkluderas i den nya landskapsanalysen.

4.4.2 Länsstyrelsernas tidigare avgränsade värdeetrakter

Nedan visas en karta där de värdeetrakter som avgränsats i det här projektet har slagits ihop till enhetliga värdeetrakter som jämförs med de värdeetrakter som avgränsats av länsstyrelserna år 2009 och som sedan uppdaterades år 2012 (figur 29).



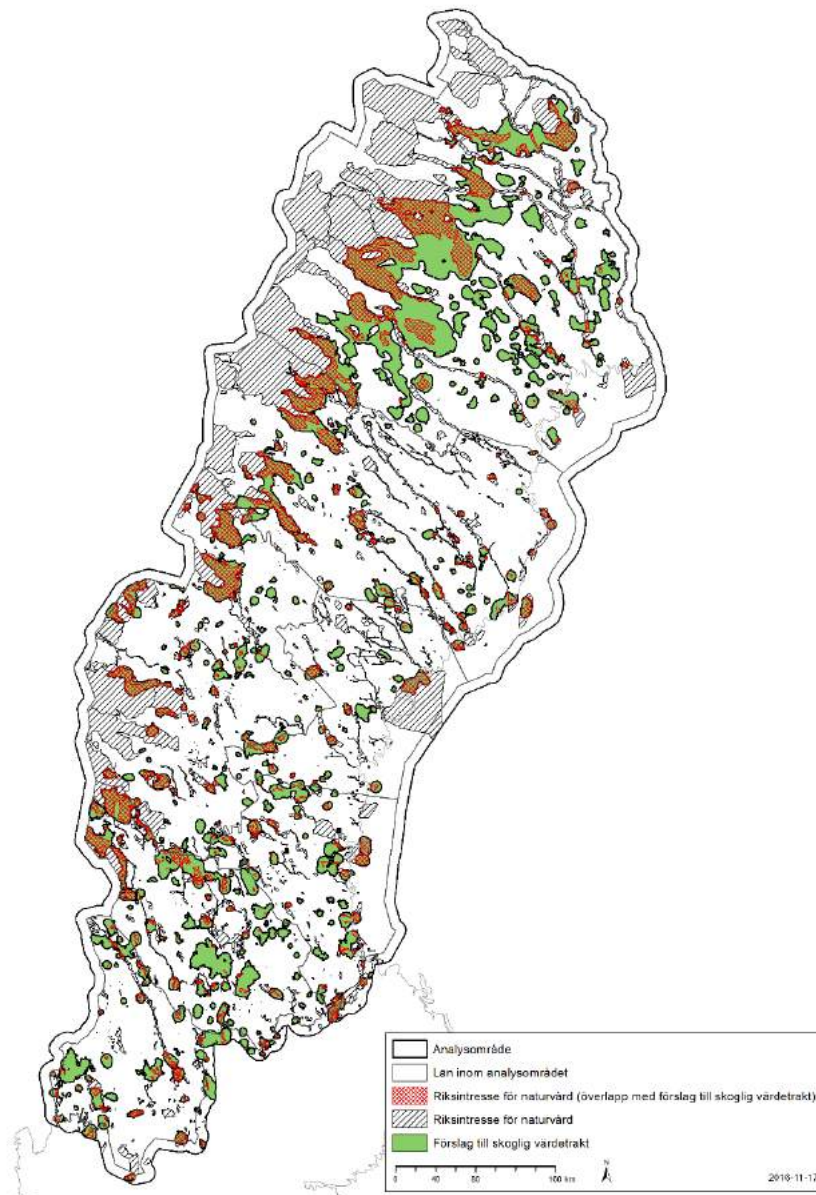
Figur 29. Jämförelse mellan de värdeetrakter från VIC Natur som togs fram uppdaterades år 2012 och de förslag till skogliga värdeetrakter som tagits fram i det här projektet.

Den största skillnaden mellan de olika underlagen är att de fjällnära skogarna, framför allt i Norrbotten och Västerbotten, är avgränsade som förslag till skogliga värdeetrakter i det här projektet men inte i länsstyrelsernas tidigare avgränsningar till värdeetrakter. Annars är det väldigt många områden som sammanfaller med varandra, med undantag ibland annat centrala Värmland, i gränsområdet mellan Dalarna och Gävleborg, i de centrala delarna av Västernorrlands län och i centrala Västerbotten. Vad gäller antal värdeetrakter, så har det här projektet föreslagit 362 stycken skogliga värdeetrakter i den boreala regionen jämfört med det tidigare arbetet som identifierat 371 stycken. Det kan finnas flera anledningar till varför förslagen till skogliga värdeetrakter skiljer sig åt jämfört med de tidigare värdeetrakterna, men det antas främst bero på val av metod och kriterier samt tillgång till regionala läns specifika dataunderlag.

4.4.3 Områden av riksintresse för naturvård

Ett område av riksintresse är ett mark- eller vattenområde som har nationell betydelse för olika samhällsintressen och enligt Miljöbalken ska områden av riksintresse för bland annat naturvård skyddas

mot åtgärder som påtagligt kan skada natur- eller kulturmiljön³⁶. Nedan visualiseras vilka områden av riksintresse för naturvård som överlappar med förslag till skogliga värdestrakter (figur 30). Dessa områden är rödmarkerade i kartan.



Figur 30. Jämförelse mellan förslag till skogliga värdestrakter och överlapp med områden av riksintresse för naturvård.

De överlappande områdena omfattar drygt 770 000 ha skogliga värdekärnor och drygt 1 000 000 ha skogsmark. Det motsvarar nästan 50 % av den totala arealen av värdekärnor inom samtliga värdestrakter eftersom värdestrakterna omfattar drygt 1 550 000 ha värdekärnor, vilket motsvarar 82 % av samtliga värdekärnor. Av all skogsmark motsvarar de överlappande områdena ca 26 % av all skog i den boreala regionen.

³⁶ Naturvårdsverket 2005b

4.5 Utmaningar med nätverksanalyser

Med hänsyn till projektets rumsliga omfattning och att huvudsyftet var att analysera skogliga värdekärnor i sin helhet snarare än specifika habitat, ansågs det lämpligt att modellera strukturell konnektivitet istället för funktionell konnektivitet. Det kan dock ge upphov till olika frågeställningar ur ett landskapsekologiskt perspektiv vilka beskrivs i det här avsnittet.

Först och främst är det nödvändigt att betona att det är skogliga värdekärnor på en areal om minst 25 ha som analyserats i nätverksanalysen och att det inte görs särskiljning på olika habitatkrav som lövinslag, inslag av död ved, förekomst av hålträd eller liknande. Det innebär att värdekärnor med arealer mindre än 25 ha inte inkluderats i analysen. Små värdekärnor kan vara minst lika viktiga för konnektivitet i lokala landskapsavsnitt, i synnerhet som funktionella klivstenar (engelskans motsvarighet till *stepping stones*). Modelleringen representerar därför en generaliserad bild av hur biologiskt värdefulla skogar i den boreala regionen hänger samman. För att inkludera mindre värdekärnor görs analyser enklast på länsnivå.

För det andra, vad gäller nätverket av de skogliga värdekärnorna så är det framtaget baserat på ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m euklidiskt avstånd vilket har en stor inverkan på hur resultatet av nätverksanalysen ser ut. Det gäller även för spridningsavståndet som användes i nätverksanalysen för de föreslagna skogliga värdeutrakterna.

För det tredje, den landskapsekologiska analys som gjorts tar inte hänsyn till omkringliggande landskap som exempelvis barriäreffekter eller andra störningsmiljöer vilket skulle ge en fördjupad analys och ett bättre planeringsunderlag. Det skulle då vara nödvändigt att genomföra analyser på funktionell konnektivitet av specifika artgrupper med särskilda krav på habitat och spridningsmöjligheter.

Med grund i de resultat och slutsatser som redovisas i den här rapporten anses det istället vara aktuellt att genomföra analyser av funktionell konnektivitet på länsnivå inklusive en buffertzon in i angränsande län tills det finns tillräckligt stabila och relevanta landskapsekologiska GIS-verktyg för att genomföra analyser av funktionell konnektivitet på nationell nivå. Länsvisa modelleringar av funktionell konnektivitet bör förslagsvis göras inom arbetet för grön infrastruktur³⁷.

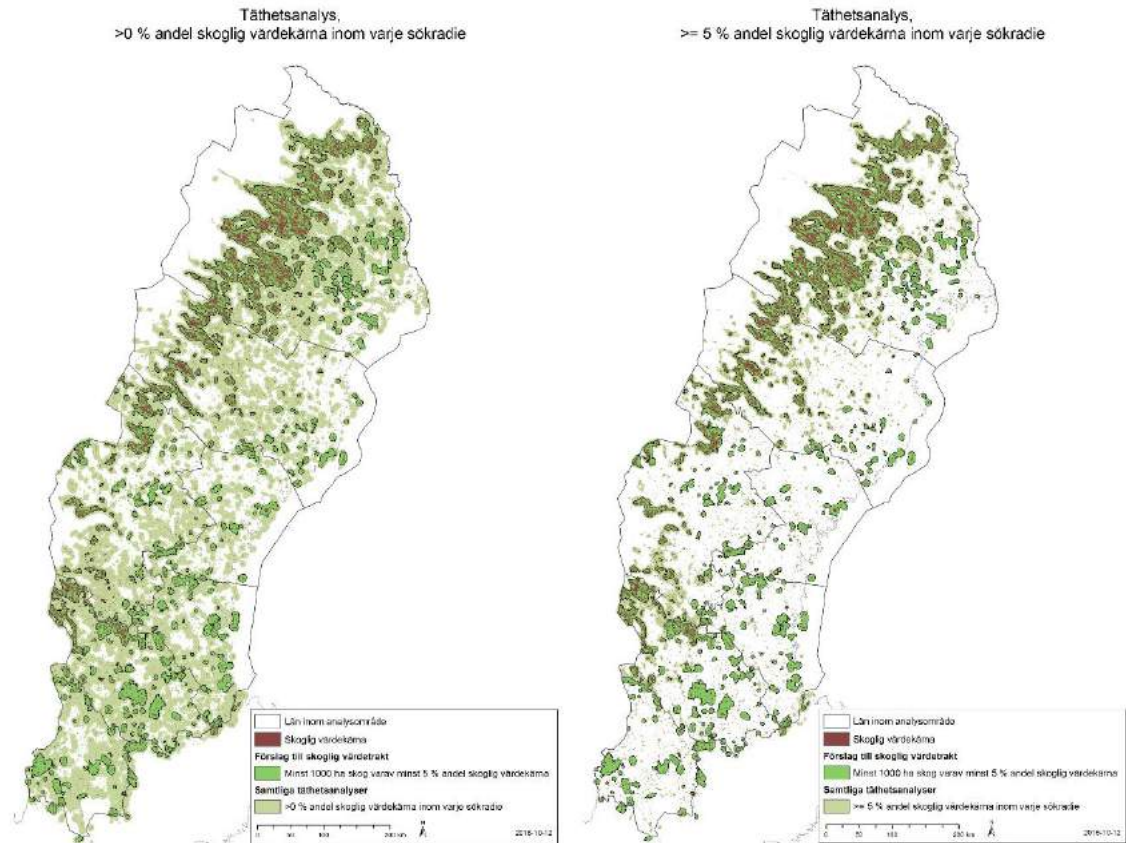
4.6 Synteskartor och bristanalys

En bristanalys för att identifiera landskapsavsnitt där det saknas skogliga värdekärnor och skogliga värdeutrakter har gjorts med hjälp av olika synteskartor. Med en synteskarta menas, i det här projektet, en sammansättning av flera analysunderlag som tagits fram och presenterats i rapporten. En synteskarta som visualiserar samtliga täthetsanalyser och förslag till skogliga värdeutrakter visar exempelvis var det finns bristområden med skogliga värdekärnor på nationell nivå. Följande kartor visar resultatet av samtliga täthetsanalyser visualiserat med en täthet > 0 % och från >= 5 % upp till det maximala värdet (figur 31). Den första kartan till vänster kan vara missledande och feltolkas som att det finns stora andelar skogliga värdekärnor mellan de föreslagna skogliga värdeutrakterna i den boreala regionen, vilket inte stämmer. Detta stöds av den andra kartan till höger som visar väldigt få tätheter när tröskelvärdet >= 5 % används. Istället bör kartorna tolkas och användas utifrån ett bristperspektiv för att identifiera landskapsavsnitt mellan värdeutrakterna som saknar relativt höga tätheter av skogliga värdekärnor. Det vore dock intressant

³⁷ Naturvårdsverket 2012

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

att ta fram synteskartor och identifiera eventuella bristområden baserat på en landskapsanalys som även inkluderar frivilliga avsättningar och länsstyrelsernas egna underlag för att få en bättre helhetsbild. Det kan helt enkelt vara så att det saknas indata i analyserna snarare än att det saknas skogar med värdefull skog i de identifierade bristområdena.

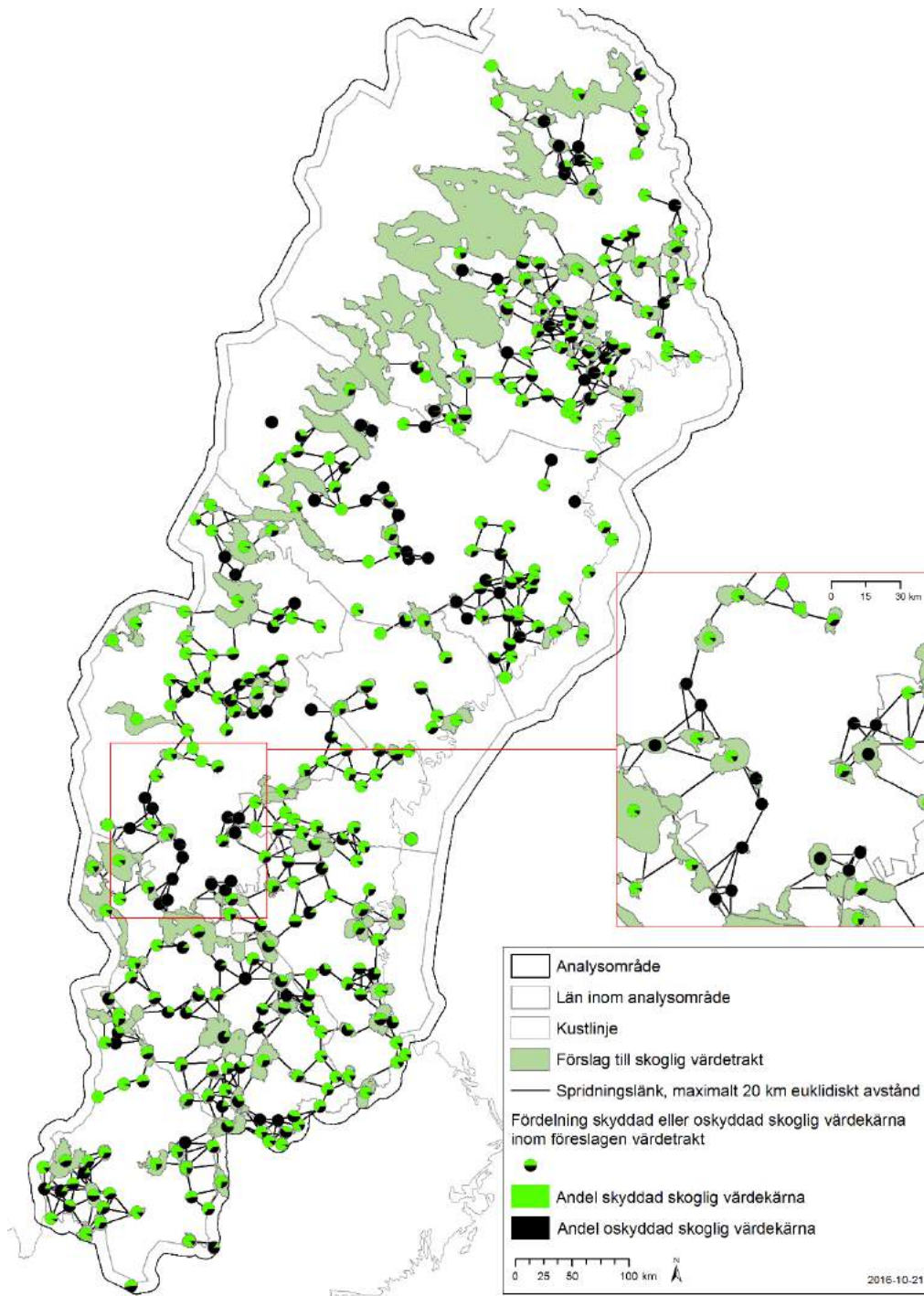


Figur 31. Synteskartor med samtliga täthetsanalyser med olika tröskelvärden. Till vänster syns alla tätheter >0 % andel skoglig värdekärna inom varje sökradie, och till höger syns tätheter >= 5 % andel skoglig värdekärna inom varje sökradie.

Det blir tydligt att det finns stora bristområden och landskapsavsnitt med låga andelar skogliga värdekärnor i den boreala regionen. Men ett fåtal mönster kan urskiljas. I den högra kartan syns exempelvis tätheter som sammanlänkar förslag till skogliga värdestrakter i norra Dalarnas län och i de södra delarna av Jämtlands län. Det finns även fläckvisa tätheter mellan värdestrakter i Västerbottens län och Norrbottens län. I dessa områden bör oskyddade värdekärnor bevaras för att stärka konnektiviteten mellan övriga värdekärnor i de olika värdestrakterna. Samtidigt som det är viktigt att skydda värdekärnor inom trakterna.

Ett annat sätt att kombinera och visualisera olika analyser för att arbeta med landskapsplanering är att redovisa statistik i kartor (figur 32, nästa sida). Eftersom en del statistik av de skogliga värdekärnorna har beräknats inom förslagen till skogliga värdestrakter går det bland annat att studera hur stora andelar av de skogliga värdekärnorna som omfattas av formellt skydd eller är oskyddade inom en specifik värdestrakt. Genom att kombinera underlaget med den nätverksanalys som gjordes för de förslagna skogliga värdestrakterna är det även möjligt att identifiera vilka skogliga värdekärnor och värdestrakter som bör prioriteras för bevarande och skydd för att säkerställa god konnektivitet mellan värdestrakter.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

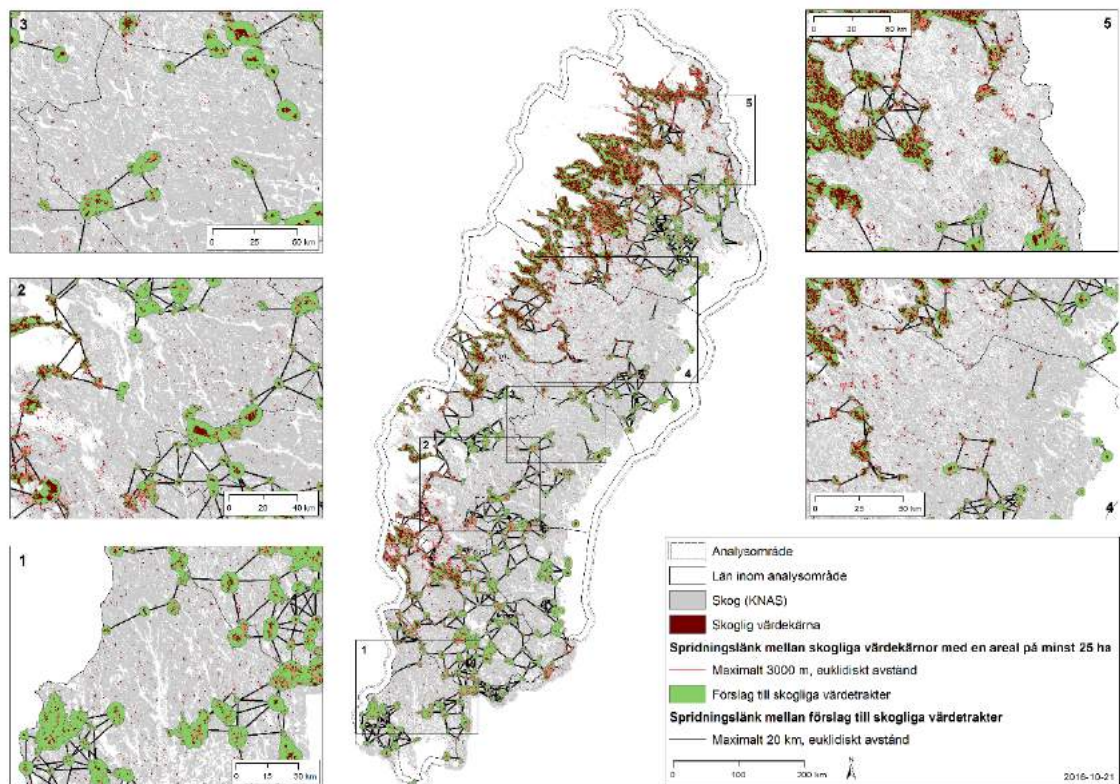


Figur 32. Synteskarta som visar förslag till skogliga värde-trakter, spridningslänkar på ett maximalt euklidiskt avstånd på 20 km och statistik av andel skyddad eller oskyddad skoglig värdekärna inom varje trakt.

Ovanstående karta visar att det finns ett flertal förslag till skogliga värde-trakter av mindre arealer som omfattar skogliga värdekärnor vilka samtliga är oskyddade, exempelvis i det förstörande kartfönstret. Genom att jämföra ovanstående karta med exempelvis Betweenness Centrality för de föreslagna värde-trakterna (figur 24, s. 39) är det tydligt att det finns värdekärnor inom en del trakter som på en översiktlig skala kan utgöra så kallade klivstenar. Det skulle därför vara motiverat att prioritera sådana områden för att bevara och skydda dessa för att möjliggöra en god konnektivitet i landskapet.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Analyserna och underlagen i det här projektet visar att det finns en del bristområden med avseende på skogliga värdekärnor i den boreala regionen, nedan visualiseras ett par exempel (figur 33).

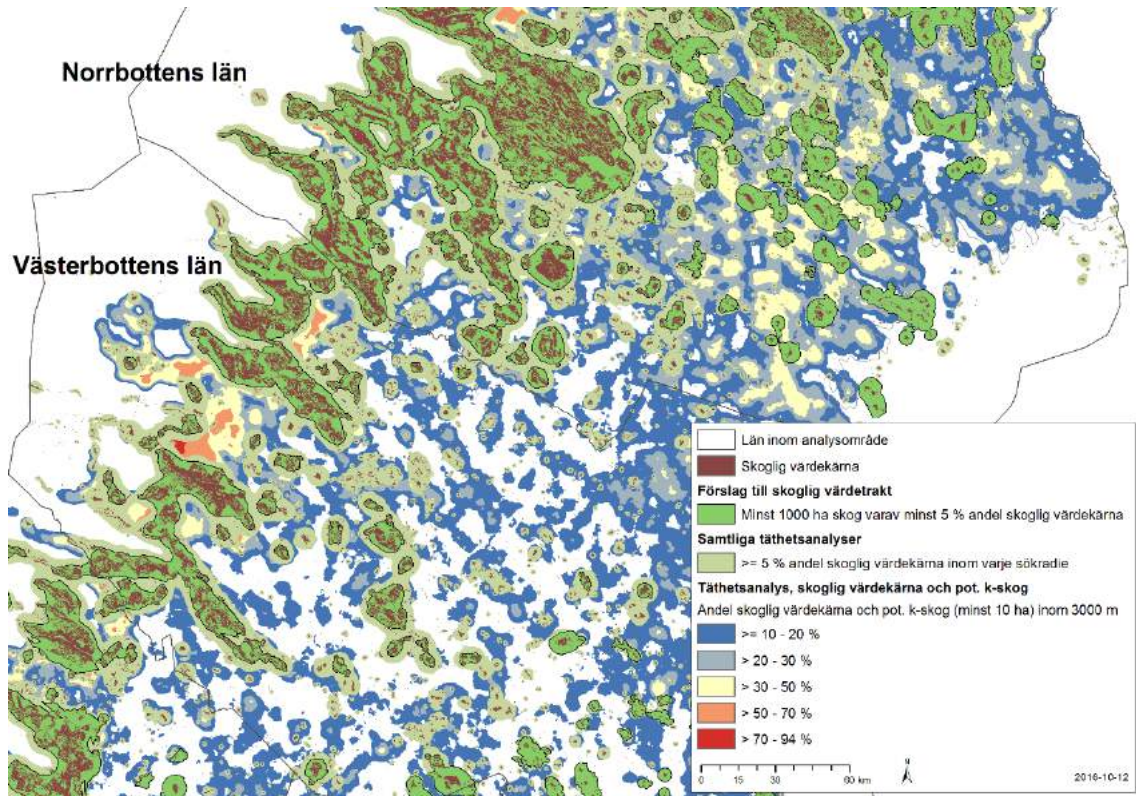


Figur 33. Synteskarta som visar exempel av bristområden där det antingen saknas höga skogliga naturvärden eller där det saknas kunskapsunderlag.

Det kan å ena sidan vara så att det inte finns några höga skogliga naturvärden i de utpekade områdena och att skogen främst består av produktionsskogar eller hyggen, men det kan å andra sidan vara så att det saknas kunskapsunderlag, exempelvis som frivilliga avsättningar eller liknande. Ovanstående karta bör främst användas för att identifiera områden där olika typer av naturvårdsinsatser som avsätta skogar till formellt skydd eller för att genomföra inventeringar av skogliga naturvärden.

4.7 Användning av kontinuitetsskogar

Karteringen av kontinuitetsskogar redovisar områden som tydligt inte avverkats i bilder från 1960 fram till idag. Underlaget visar dock inte om skogar har höga värden knuten till kontinuitet utan ger snarare en indikation av potentiella naturvärden. Karteringen har även överskattat arealen k-skog, framför allt i de södra delarna av den boreala regionen. Materialet bör därför användas med försiktighet. Ett förslag på hur kontinuitetsskogarna kan användas är som visuellt stöd till den gröna infrastrukturen av de skogliga värdekärnorna, se nedan (figur 34, nästa sida).



Figur 34. Karta med skogliga värdekärnor, förslag till skogliga värdestrakter, samtliga täthetsanalyser med en täthet på $\geq 5\%$ och där en täthetsanalys av värdekärnor och kontinuitetsskogar med tätheter $\geq 10\%$ används som visuellt stöd för att urskilja ytterligare mönster i landskapet.

4.8 Förslag till fortsatt arbete

För att komplettera de resultat som tagits fram i det här projektet har ett antal punkter identifierats som skulle kunna ligga till grund för fortsatt arbete och analyser:

- **Södra Sverige:** en landskapsanalys som kompletterar de storskaliga rumsliga mönster av skogliga värdekärnor i södra Sverige (boreonemoral och nemoral region) kan genomföras för att få en nationell helhetsbild hur värdefull natur hänger samman. En sådan analys bör dock beakta andra kriterier och indata, exempelvis genom att separera rena ädellövskogar från barrdominerade skogar.
- **Gör länsvisa analyser med ytterligare dataunderlag:** de metoder som tillämpats i det här projektet är tillgängliga och möjliga att återanvända på länsnivå. Ett förslag är därför att komplettera de indata som används i det här projektet med läns specifika data för att få en mer detaljerad bild av hur de skogliga värdekärnorna är fördelade i landskapet.
- **Frivilliga avsättningar:** om tillgång finns till underlag som beskriver de frivilliga avsättningarnas geografiska läge är det möjligt att återanvända de metoder som använts i det här projektet för att visa hur de bidrar till konnektiviteten i den boreala regionen och den gröna infrastrukturen.
- **Strategiska scenarioanalyser:** genom att identifiera områden för prioritering av naturvårdsanpassad skötsel, skydd eller bevarande av skogar om inte räknas som värdekärnor i dag är det möjligt att laborera med olika scenarier för att uppskatta hur specifika åtgärder skulle påverka utbredningen av värdestrakter eller den gröna infrastrukturen av gammal skog i den boreala regionen.
- **Analysera andelar i landskapet:** i en vidareutveckling av de metoder som tillämpats i det här projektet har en annan typ av täthetsanalyser utformats i ett projekt på uppdrag av Norrbottens

län³⁸. Eftersom små områden med höga naturvärden faller bort i täthetsanalyser med relativt stora sökradier är det istället möjligt att exempelvis analysera andelar skogliga värdekärnor av total areal skogsmark i ett landskapsavsnitt. Denna typ av analys kompletterar de täthetsanalyser som redovisats i det här projektet men är mer lämpade på en regional skala jämfört med en nationell skala. Särskilt för att identifiera och avgränsa förslag till skogliga värdestrakter som omfattar höga tätheter värdekärnor.

- **Beakta störningsmiljöer och barriäreffekter:** fortsatta landskapsekologiska analyser av skogliga värdekärnor på nationell nivå, exempelvis nätverksanalyser, kan ta hänsyn till störningsmiljöer och barriäreffekter för att komplettera de resultat som tagits fram i det här projektet.
- **Detaljerat fragmenteringsindex och graden av konnektivitet:** ytterligare statistik som kan kopplas till de skogliga värdestrakterna är att ta fram ett detaljerat fragmenteringsindex av värdekärnorna inom trakten och även uppskatta graden av konnektivitet.
- **Konnektivitet av formellt skyddade områden:** en separat landskapsekologisk analys med skogliga värdekärnor eller annan värdefull natur som omfattas av formellt skydd skulle kunna tas fram för att enskilt analysera konnektiviteten mellan skyddade områden. Det skulle exempelvis vara intressant att studera hur formellt skyddade områden och annan markanvändning påverkat konnektiviteten över tid.
- **Data från angränsande länder:** ytterligare ett sätt att utveckla de resultat som tagits fram i detta projekt är att inkludera data från angränsande länder, det vill säga Norge och Finland. Det skulle bidra till en minskad kanteffekt i analysområdets västra och nordöstra delar.

5 Slutsatser och rekommendationer

De analyser som genomförts i det här projektet visar hur landskapsavsnitt med kända skogliga värdekärnor hänger samman eller är isolerade i ett landskapsperspektiv. Det huvudsakliga målet har varit att ta fram värdefulla kunskapsunderlag på en nationell nivå utifrån objektiva, enkla och effektiva metoder med vetenskapligt stöd och underlag från tidigare rapporter eller studier. Den metodik och de resultat som presenterats i tidigare avsnittet indikerar att detta mål har uppnåtts. Det är därför att rekommendera att de metoder som presenterats i rapporten återanvänds i liknande projekt, exempelvis inom länsstyrelsernas uppdrag att ta fram regionala handlingsplaner för grön infrastruktur. Projektets metodik kan även användas i arbetet med formellt skydd av skog, i synnerhet vad gäller strategisk planering, uppföljning och miljöövervakning. Eftersom analyserna som tagits fram ska vara jämförbara på nationell nivå är de särskilt användbara för att studera rumsliga samband över länsgränser.

Utifrån resultaten av landskapsanalyserna rekommenderas att naturvårdsinsatser främst riktas till förslagen av skogliga värdestrakter eller andra områden med höga tätheter av värdekärnor. På längre sikt är det nödvändigt att öka arealer gammal skog genom bevarande och skydd inom eller i anslutning till värdestrakterna. För att prioritera vilka skogsområden som bör skyddas och bevaras på längre sikt är det rekommenderat att ta fram analyser av olika scenarier för landskapets utveckling.

Det är viktigt att arbeta över länsgränser med skydd och bevarande av skogliga värdestrakter och värdekärnor för att stärka den gröna infrastrukturen. För att kunna göra det är det viktigt att olika analyser går över administrativa gränser, exempelvis med hjälp av buffertzoner.

³⁸ Bovin 2016

Fortsatta konnektivetsanalyser av skogliga värdekärnor kan genomföras på länsnivå med hänsyn till det omkringliggande landskapet och utifrån olika artgrupper. Det kan göras med hjälp av friktionsraster³⁹ som analyseras i LinkageMapper⁴⁰, MatrixGreen⁴¹, Graphab⁴² eller andra landskapsekologiska verktyg. På nationell nivå skulle det vara intressant att analysera funktionell konnektivitet mellan förslag till skogliga värdeetrakter för att identifiera storskaliga spridningskorridorer mellan trakterna.

Avslutningsvis är det rekommenderat att de geografiska data och analyser som tagits fram i det här projektet kommuniceras med berörda aktörer och att materialet sprids. För att få ut så mycket information som möjligt från det här projektet är det användbart att studera geografiska data i ett GIS. Det är därför viktigt att resultaten tillhandahålls som öppna data. Ytterligare ett förslag är att en kortare utbildning och kommunikation av materialet görs mellan användare och producent.

³⁹ Koffman & Bovin 2015

⁴⁰ <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>

⁴¹ <http://www.stockholmresilience.org/research/modelling-and-visualisation-lab/matrixgreen.html>

⁴² <http://thema.univ-fcomte.fr/productions/graphab/>

6 Referenser

Ahlkrona, E., Giljam, C., Wennberg, S., Jönsson, C., Alvarez, M., Bovin, M., Klein, J., Näsström, R., Renström, M., 2016. Kartering av kontinuitetskog i boreal region. Metria AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

Angelstam, P., Mikusinki, G., 2001. Hur mycket skog kräver mångfalden? En svensk bristanalys. Världsnaturfonden WWF.

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.

Appelqvist, T., 2005. Naturvårdsbiologisk forskning. Underlag för områdesskydd i skogslandskapet. ProNatura, Naturvårdsverket. URL: <http://www.pro-natura.net/publikat-filer/620-5452-X.pdf> 2016-08-01.

Bodin, Ö., Zetterberg, A., 2010. MatrixGreen User's Manual: Landscape Ecological Network Analysis Tool. Stockholm University and Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm.

Bovin, M., 2016. Landskapsanalys av skogar och våtmarker med höga naturvärden samt skyddade och skyddsvärda områden i Norrbottens län. Underlag till länsstyrelsens arbete med grön infrastruktur, Metria AB på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbotten.

Ferraz, G., Russell, G.J., Stouffer, P.C., Bierregaard, R.O., Pimm, S.L., Lovejoy, T.E., 2003. Rates of species loss from Amazonian forest fragments. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 100: 14069-14073.

Koffman, A., 2012. Ekologiska landskapssamband i Järfälla kommun. Calluna AB på uppdrag av Järfälla kommun. URL: <https://www.jarfalla.se/download/18.f1d527a13d6c0da5098000158/1422498980945/Ekologiska+landskapssamband+i+J%C3%A4rf%C3%A4lla+kommun.pdf> 2016-10-20.

Koffman, A., Bovin, M., 2015. Ekologiska landskapssamband för fem habitat i och kring Uppsala stad. Calluna AB på uppdrag av Uppsala kommun. URL: <https://www.uppsala.se/contentassets/dc584ee2fd4248f4aaed98836d9672ca/ekologiska-landskapssamband-for-fem-habitat-i-och-kring-uppsala-stad.pdf> 2016-10-20.

Länsstyrelsen Skåne, 2015. Grön infrastruktur för värdefulla betesmarker i Skåne.

Länsstyrelsen Västerbotten, 2016. Grön infrastruktur i det boreala skogslandskapet. Rumsliga underlagsdata för prioritering av områdesskydd.

Länsstyrelsen Västerbotten, 2012. Har vi nått målet när vi nått målet? Naturvårdsavsättningarnas roll för att uppnå miljömålet Levande skogar: exemplet Västerbottens län.

Metria, 2016. Sammanställning av skogliga värdekärnor till skogsstrategin.

Metria, 2004. Kartering av skyddade områden. Kontinuerlig naturtypskartering. URL: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5391-4.pdf> 2016-10-14.

Miljödataportalen, 2015. Biogeografiska regioner: Naturgeografiska regioner (enligt Nordiska ministerrådet 1994). URL: http://gpt.vic-metria.nu/data/land/naturgeografiska_regioner.zip 2016-08-03.

Naturvårdsverket, 2016a. Sveriges nationalparker. URL: <http://www.naturvardsverket.se/Nyheter-och-pessmeddelanden/Pressbilder/Sveriges-nationalparker/> 2016-08-05.

Naturvårdsverket, 2016b. Laponia i Lappland. URL: <http://www.naturvardsverket.se/Var-natur/Skyddad-natur/Varldsarv/Laponia-i-Lappland/> 2016-10-14.

Naturvårdsverket, 2015. Riktlinjer för regionala handlingsplaner för grön infrastruktur. URL: <http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i->

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

[sverige/regeringsuppdrag/2015/ru-gron-infrastruktur-delredovisning/ru-gron-infrastruktur-riktlinjer-20150924.pdf](https://www.regeringen.se/press/meddelanden/2016/06/20160627-1) 2016-06-27.

Naturvårdsverket, 2012. Grön infrastruktur. Redovisning av regeringsuppdrag. URL: http://gpt.vic-metria.nu/data/gron_infrastruktur/gron-infrastruktur-lag.pdf 2016-06-27.

Naturvårdsverket, 2005a. Frekvensanalys av skyddsvärd natur. Förekomst av värdekärnor i skogsmark. Rapport 5466. https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5466-X_del1.pdf 2016-06-27.

Naturvårdsverket, 2005b. Riksintresse för naturvård och friluftsliv. Handbok med allmänna råd för tillämpningen av 3 kap. 6 §, andrastycket, Miljöbalken. URL: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-0140-X.pdf?pid=2566> 2016-11-17.

Naturvårdsverket & Skogsstyrelsen, 2005. Nationell strategi för formellt skydd av skog. URL: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-1243-6.pdf> 2016-06-27.

Skogsstyrelsen, 2011. Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. Slutrapport för delprojekt naturvärden. URL: http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Projekt/kontinuitetsskog%20och%20hyggesfritt/Rapport_7_2011_Kontinuitetsskogar%20och%20hyggesfritt%20skogsbruk_Slutrapport%20f%C3%B6r%20delprojekt%20naturv%C3%A4rden.pdf 2016-06-27.

SLU, 2015. Arters spridning, konnektivitet och nätverk av livsmiljöer. SLU på uppdrag av Naturvårdsverket, delförstudie 2015-12-18.

Zachariassen, E., Hjorth, G., Bodin, Ö., 2014. MatrixGreen: Ett verktyg för nätverksanalys av ekologiska samband på landskapsskala. Teknisk användarmanual. Ekologigruppen AB, Länsstyrelsen Stockholm.

Zetterberg, A., Mörtberg, U., Balfors, B., 2010. Making graph theory operational for landscape ecological assessments, planning and design. "Landscape and Urban Planning". Vol. 95, s. 181-191.

7 Bilagor

7.1 Teknisk metodbeskrivning

I den här bilagan ges en teknisk metodbeskrivning av de olika bearbetningarna och analyserna som ligger till grund för det här projektet. Alla GIS-skikt har koordinatsystemet SWEREF99 TM. De programvaror som använts är Erdas Imagine (för att sätta ihop rasterskiktet med de skogliga värdekärnorna), Esri ArcMap (för resterande GIS-bearbetningar) och MatrixGreen (för nätverksanalysen).

Nedan ges en sammanfattande lista på de data som använts:

- Länsgränser (vektor) från VIC Natur (hämtat 2015-10-08).
- Naturgeografiska regioner (vektor) från Miljödataportalen (hämtat 2016-06-20).
- Skogliga värdekärnor (raster/vektor) från arbetet med skogsstrategin 2016-09-09.
- KNAS (raster) från KNAS6-heltäckande 2016-04-09.
- Kontinuitetsskogar (raster/vektor) från Kskogsmask 2016-08-08.

7.1.1 Indata till skogliga värdekärnor

De indata som utgör skogliga värdekärnor har identifierats i ett parallellt projekt för att ta fram underlag till revideringen av strategin för formellt skydd av skog. I strategin har samtliga underlag med formellt skydd en aktualitet till och med 2015-12-31. Följande indata har konverterats från vektor till raster med en upplösning på 10x10 m och har använts och sammanfogats i ett gemensamt skikt:

Indata	Urval och kommentar	Aktualitet	Källa	Datum för uttag
Nationalparker	Beslutsstatus: "Beslutat", "Gällande" eller "Överklagat", ursprungligt beslutsdatum t.o.m. 2015-12-31	2015-12-31	VIC Natur	2016-05-03
Naturreservat	Beslutsstatus: "Beslutat", "Gällande" eller "Överklagat", ursprungligt beslutsdatum t.o.m. 2015-12-31. Endast delar med skogliga föreskrifter	2015-12-31	VIC Natur	2016-05-03
Naturvårdsområden	Beslutsstatus: "Beslutat", "Gällande" eller "Överklagat", ursprungligt beslutsdatum t.o.m. 2015-12-31. Endast delar med skogliga föreskrifter	2015-12-31	VIC Natur	2016-05-03
Skogliga biotopskyddsområden	Beslutsstatus: "Gällande", ursprungligt beslutsdatum t.o.m. 2015-12-31	2015-12-31	VIC Natur	2016-05-03
Naturvårdsavtal, Naturvårdsverket	"Beslut underskrivet" och Avtalsdatum gällande t.o.m. 2015-12-31	2015-12-31	VIC Natur	2016-04-20
Naturvårdsavtal, Skogsstyrelsen	Avtalsdatum gällande t.o.m. 2015-12-31	2015-12-31	Skogsstyrelsen	2016-02-08
Natura 2000	SCI-områden med utpekade skogshabitat inom Natura-databasen som karterats som potentiella skogshabitat i NNK		VIC Natur	2016-04-26

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

DOS-objekt	Objektsstatus: "Preliminär", genomförandestatus: "Fördelningsplan", "Genomförd" eller "Förslag". Endast de delar som har funktionsindelning "Värdekärna". En del DOS-objekt som saknade funktionsindelning i VIC Natur 2016-05-03 har kompletterats med information angående värdekärna från berörda länsstyrelser.	2016-05-03	VIC Natur	2016-05-03
SNUS-objekt	Endast de delar som har funktionsindelning "Värdekärna" enligt VIC Natur 2016-05-03	2016-05-03	Miljödata- portalen	2014
Nyckelbiotoper, Skogsstyrelsen	Nyckelbiotoper från Nyckelbiotopsinventeringen	2016-05-08	Skogsstyrelsen	2016-05-08
Nyckelbiotoper, bolagen	Nyckelbiotoper från Nyckelbiotopsinventeringen från de största Skogsbolagen	2016-05-08	Skogsstyrelsen	2016-05-08
Naturvärdesobjekt	Naturvärdesobjekt från Nyckelbiotopsinventeringen	2016-05-08	Skogsstyrelsen	2016-05-08
Utförd avverkning	Områden som avverkats enligt skillnadsanalys i satellitbilder.	2016-06-01	Skogsdata- portalen	2016-09-27
KNAS 6	Där denna kartering finns, dvs. inom formellt skydd, DOS-objekt, SNUS-objekt och Natura 2000-områden.	*	Metria	2016-04-09
Heltäckande KNAS arbetsmaterial	I övriga oskyddade värdekärnor. Detta material är ett delresultat inom produktionen av Naturtypskarteringen KNAS 6.	*	Metria	2016-04-09
KNAS kartdata	Där kartering saknas i KNAS 6 och heltäckande KNAS.	*	Metria	2014
SLU Riksskogs- taxeringen	Riksskogstaxeringsdata uppdelad på produktiv skog nedan och ovan fjäll härstammar från begärt uttag från Riksskogstaxeringen 2014	2014	Riksskogs- taxeringen	2014

Ovanstående sammanfogning gjordes i Erdas Imagine. Rasterskiktet har sedan bearbetats i Esri ArcMap inför de analyser som genomförts i det här projektet. Först gjordes en klippning av de skogliga värdekärnorna med analysområdet vilket bestod av länsgränserna för de berörda länen samt en buffertzona på 10 km. Sedan klipptes skiktet mot alla skogsklasser förutom fjällbjörkskog i KNAS så att det nya GIS-skiktet endast är skogliga värdekärnor av marktäcketyper skog. Följande skogsklasser har slagits ihop till ett gemensamt skikt vilket i det här projektet motsvarar skogsmark:

- Tallskog
- Granskog
- Barrblandskog
- Barrsumpskog
- Lövblandad barrskog
- Triviallövskog
- Ädellövskog

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

- Triviallövskog med ädellövinslag
- Lövsumpskog
- Hygge till yngre skog
- Skogliga impediment
- Sumpskogsimpediment
- Ungskogar inklusive hyggen
- Glest bevuxen skogsmark som domineras av hygge
- Tallskog (fjällbarrskog)
- Granskog (fjällbarrskog)
- Barrblandskog (fjällbarrskog)
- Lövblandad barrskog (fjällbarrskog)

Det kan tyckas märkligt att hygge och yngre skogar inkluderas i klassificering av skogsmark enligt KNAS, men anledningen är att fokus för analyserna är på värdekärnornas utbredning som redan klippts mot faktiskt avverkat från Skogsstyrelsen i ett tidigare skede. Dessutom finns ett flertal osäkerheter i heltäckande KNAS eftersom karteringen endast är kvalitetskontrollerad inom skyddade områden. En brist är exempelvis att vissa skogsbilvägar har karterats som skogliga impediment, detta gäller i synnerhet i de fjällnära skogarna.

7.1.2 Täthetsanalyser i ArcMap

Rasterskiktet med de skogliga värdekärnorna klassificerades till ett gemensamt pixelvärde av "100" med verktyget "Reclassify" i ArcMap. Pixelvärdet motsvarar arealen av en pixel vilket är 100 m². För att analysera tätheter i landskapet användes sedan verktyget "Focal Statistics" med följande inställningar:

Input raster
D:\Tathetsanalys\Värdekärna_All_Skog_typ_sklass_lan_Uppd_160909_minus_fjaellov_recl.tif

Output raster
D:\Tathetsanalys\vk_Focstats1000m_Sum.tif

Neighborhood (optional)
Circle

Neighborhood Settings
Radius: 1000.000000
Units: Cell Map

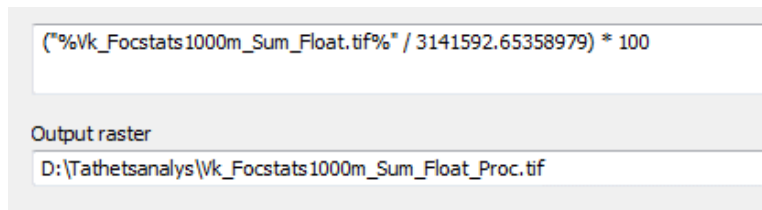
Statistics type (optional)
SUM

Ignore NoData in calculations (optional)

Figur 35. Skärmdump för inställningar i Focal Statistics. Ändra "Radius" för att modellera med större eller mindre sökradie.

Focal Statistics är ett GIS-verktyg i ArcMap som med ovanstående inställningar summerar pixelvärden inom en angiven sökradie från varje specifik pixel. Det innebär att om det finns en pixel med värdet 100 i ett rasterskikt och en analys körs med en sökradie på 1000 m så kommer resultatet bli ett raster där alla

pixlar som finns inom en 1000 m radie runt den specifika pixeln att tilldelas ett nytt rastervärde på 100 (eftersom det endast finns en pixel i rasterskiktet). Det innebär att det är möjligt att beräkna procentandelar inom en angiven sökradie genom att ta summan areal skoglig värdekärna inom en sökradie dividerat med sökradiens cirkelarea och sedan multiplicera med 100. För att göra detta är det nödvändigt att omvandla det nya rasterskiktet som tagits fram med Focal Statistics-analysen från heltal till decimaltal. Detta görs enklast med verktyget "Float" i ArcMap. Nästa steg var att ta fram tre raster för varje sökradie som består av procentandelar skoglig värdekärna. Detta gjordes med verktyget "Raster Calculator" i ArcMap med inställningar som visas på nästa sida.



Figur 36. Skärmdump som visar inställningar i Raster Calculator för att ta fram andelar skogliga värdekärnor inom angiven sökradie (sökcircle).

Denna metod användes även för täthetsanalysen av rasterskiktet där de skogliga värdekärnorna slagits ihop med kontinuitetsskogar med en areal på minst 10 ha. En sökradie på 3000 m användes för denna täthetsanalys.

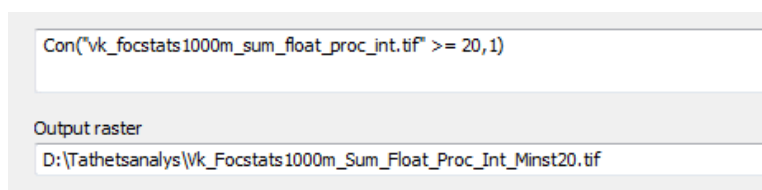
För att begränsa datamängden och göra rastret mer lätthanterligt gjordes en omvandling från decimaltal till heltal i procentrastret. Detta medför att områden med låga tätheter över 0 % (till exempel 0,3 %) avrundas till "0" och att låga tätheter över 0,5 % avgränsas till "1". I det stora hela påverkar det dock inte de önskade resultat som landskapsanalysen är ämnad till att ta fram, vilket är storskaliga rumsliga mönster.

Visualiseringen av täthetsanalyserna i rapportens kartor har gjorts genom att exkludera alla pixlar med värde "0", vilka består av väldigt låga andelar som avrundats nedåt i det föregående steget där decimaltal omvandlades till heltal. Sedan gjordes en manuell klassindelning av 12 olika klasser.

7.1.3 Förslag till skogliga värdestrakter i ArcMap (se även flödesschema i kapitel 2.3)

7.1.3.1 Skogsbiologiskt perspektiv

Som nämns i metodavsnittet ansågs det vara relevant att avgränsa täthetsanalyserna med minst 20 % andel skoglig värdekärna inom 1000 m, 3000 m och 5000 m sökradie. Det gjordes med hjälp av verktyget Raster Calculator i ArcMap med följande operation för varje täthetsanalys:



Figur 37. Skärmdump som visar operationen i Raster Calculator för att ta fram ett nytt rasterskikt där alla pixlar med en täthet >= 20 % i rastret med täthetsanalysen får pixelvärde 1.

Sedan gjordes en mosaik av varje rasterskikt från respektive täthetsanalys med verktyget "Mosaic to New Raster". Slutligen konverterades det sammanfogade rasterskiktet till vektor för att senare slås ihop med de ytor som tagits fram i det naturgeografiska perspektivet.

7.1.3.2 Naturgeografiskt perspektiv

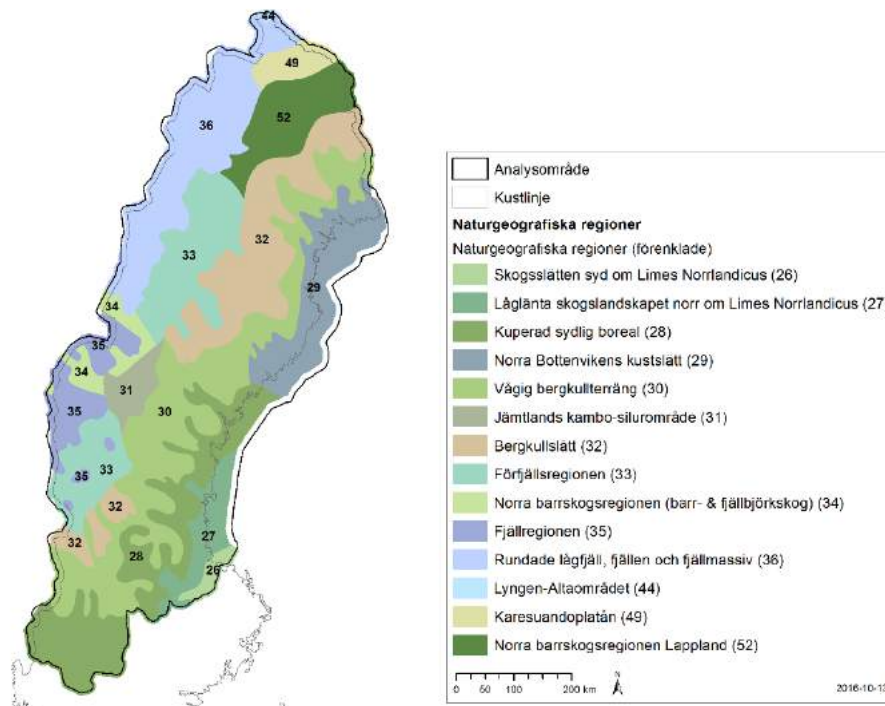
I det fortsatta arbetsflödet för att identifiera förslag till skogliga värdestrakter var det första steget i det naturgeografiska perspektivet att förenkla de naturgeografiska regionerna. Dataunderlaget med naturgeografiska regioner producerades år 2010 och finns fritt tillgängligt på Miljödataportalen⁴³. Efter att underlaget laddats ner klipptes det efter analysområdet med en ny buffertzona på 5 km eftersom täthetsanalyserna sträcker sig utanför det analysområdet (max 5 km). Sedan gjordes en förenkling utifrån attributfältet "REGIONER" där de naturgeografiska regionerna med samma ID-nummer men med olika ID-bokstäver slogs ihop till den gemensamma ID-siffran. För de naturgeografiska regionerna som inte tillhör den boreala regionen men som omfattas av analysområdet fick de ingå i de angränsande regionerna. Nedan visas hur förenklingen har gjorts och vilka naturgeografiska regioner som använts i analysen i tabell 1 och följande karta (figur 37, nästa sida).

Tabell 1. Förenkling av de naturgeografiska regionerna i det här projektet. En karta över de sammanslagna naturgeografiska regionerna redovisas under tabellen. *En manuell digitalisering gjordes av ett par naturgeografiska regioner för att täcka in delar av täthetsanalysen och skogsmark som annars låg utanför avgränsningen.

Ursprungliga regioner (ID-nummer)	Sammanlagda region (ID-nummer)	Används i analysen
26	26	Ja
27	27	Ja
28a, 28b (och norra delarna av 21a, 22a och 23)	28	Ja
29a, 29b	29*	Ja
30a, 30b	30	Ja
31	31	Ja
32a, 32b, 32c, 32d	32*	Ja
33d, 33f, 33h	33*	Ja
34a, 34c	34	Ja
35, 35h, 35i, 35j	35	Ja
36a, 36b, 36c, 36d	36	Ja
44b	44	Nej (ingen skog eller värdekärna)
49a	49	Ja
52a	52	Ja

⁴³ http://gpt.vic-metria.nu/data/land/naturgeografiska_regioner.zip

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region



Figur 38. Förenkling av indelningen för naturgeografiska regioner i den boreala regionen.

När de naturgeografiska regionerna förenklats exporterades varje region som ett eget vektorskikt, vilket resulterade i totalt 13 stycken eftersom den naturgeografiska regionen med ID-nummer 44 inte omfattade någon skoglig värdekärna eller skog. Med varje GIS-skikt för respektive region klipptes sedan täthetsanalyserna av de skogliga värdekärnorna och en skogsmask (all skog utom fjällbjörkskog) vilket resulterade i att totalt fyra rasterskikt för varje region extraherades. Detta var nödvändigt för att identifiera de tätaste landskapsavsnitten med skogliga värdekärnor (för varje sökradie) som motsvarar minst 10 % av all skog i respektive naturgeografisk region. För att genomföra det sistnämnda användes verktyget "Tabulate Area" i ArcMap med följande inställningar:

Input raster or feature zone data	reg26_vk_focstats1000m_proc_int.tif
Zone field	Value
Input raster or feature class data	reg26_knas_skogsmask.tif
Class field	Value
Output table	D:\Vardetrakt\reg26_focstats1000m_tabarea_skogsmask.dbf
Processing cell size (optional)	10

Figur 39. Skärmdump som visar inställningarna i verktyget Tabulate Area för att beräkna areal skog i varje procentklass i täthetsanalyserna.

Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region

Verktyget skapar en tabellfil som innehåller hur stor areal skog som det finns i varje täthetsstal inom en specifik naturgeografisk region. Tabellfilen hanterades genom att importera kolumnerna och värdena i MS Excel. Ett Exceldokument skapades för varje täthetsanalys med en specifik sökradie, det vill säga ett dokument för täthetsanalysen med 1000 m sökradie, ett för täthetsanalysen med 3000 m och ett för täthetsanalysen med 5000 m. Sedan skapades flikar för varje naturgeografisk region i respektive dokument där värdena från tabellfilen klistrades in. För varje flik summerades sedan arealen skog till den nivån att det motsvarade minst 10 % av all skog inom den specifika naturgeografiska regionen. När minst 10 % av all skog uppnåtts markerades täthetsvärdet som identifierar den lägsta tätheten av de områden med skogliga värdekärnor inom den specifika naturgeografiska regionen vilka tillsammans omfattar minst 10 % av all skog. På följande sida ges ett exempel hur denna identifiering har genomförts:

	A	B	C	D	E	F
1	OID	TÄTHETSANALYS	AREA SKOGSPIXLAR			
2	0	0	129488800			
3	1	1	250968300			
4	2	2	280322100			
5	3	3	162638500			
6	4	4	104493000			
7	5	5	93154100			
8	6	6	84645900			
9	7	7	64190400			
10	8	8	49090300			
11	9	9	26077900			
12	10	10	23077600			
13	11	11	16537800			
14	12	12	17161900			
15	13	13	16660900			
16	14	14	17803300		Con("raster" >=14, 1)	
17	15	15	29095600			
18	16	16	16560600			
19	17	17	11428800			
20	18	18	10692900			
21	19	19	10770200			
22	20	20	10721600			
23	21	21	7400800			
24	22	22	5598100			
25	23	23	4202400			
26	24	24	4142100			
27	25	25	3562900			
28	26	26	3056300			
29	27	27	2750400			
30	28	28	3117100			
31	29	29	3665900			
32	30	30	3483800			
33	31	31	4384900			
34	32	32	2431000			
35	33	33	834400			
36						
37						
38		TOTAL SKOG	1474210600	=SUMMA(C16:C35)		10.56%
39		TOTAL PIXLAR SKOG	14742106			
40						

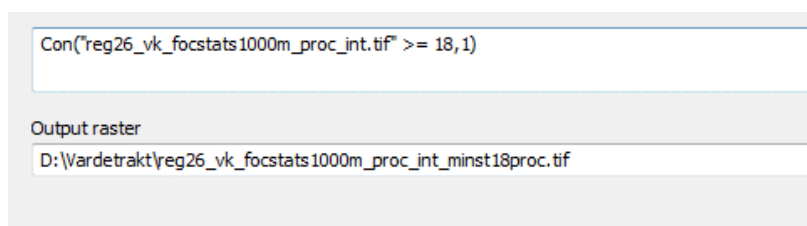
Figur 40. Skärmdump från Excel som visar hur trösklingen av de tätaste områdena av skogliga värdekärnor i varje naturgeografisk region motsvarar minst 10 % av all skog inom den specifika regionen. I ovanstående exempel är tröskelvärdet 14, vilket är alltså den nivå som används för att klippa täthetsanalysen.

Nedan visas de olika tröskelvärdena för respektive naturgeografisk region och täthetsanalys:

Tabell 2. Tröskelvärde för varje täthetsanalys i samtliga naturgeografiska regioner som omfattar minst 10 % av all skog i respektive region.

		Naturgeografiska regioner													
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	44	49	52
Tröskelvärde per täthetsanalys	1000 m	18	5	6	4	7	3	19	56	12	63	79	-	40	71
	3000 m	14	4	5	4	7	3	16	40	9	45	60	-	23	56
	5000 m	14	3	4	4	6	3	15	34	8	37	52	-	19	50

Med verktyget Raster Calculator användes sedan följande operation för att erhålla de områden som uppfyllde föregående tröskelnivåer:



Figur 41. Skärmdump som visar operationen i Raster Calculator vilken skapar ett nytt rasterskikt med pixelvärde 1 utifrån täthetsanalysen med tröskelvärdet som omfattar minst 10 % av all skog i den specifika naturgeografiska regionen (i det här exemplet region 26).

Sedan sammanfogades samtliga rasterskikt med de tätaste områdena av skogliga värdekärnor som omfattar minst 10 % av all skog till ett gemensamt rasterskikt med hjälp av verktyget Mosaic to New Raster. Slutligen gjordes en konvertering från rasterformat till vektorformat inför sammanslagningen med de områden som tagits fram ur det skogsbiologiska perspektivet.

7.1.3.3 Sammanslagning och urval av förslag till skogliga värdestrakter

Sammanslagningen av de GIS-skikt som tagits fram baserat på de olika perspektivet att identifiera områden till avgränsningen av förslag till skogliga värdestrakter gjordes med verktyget "Merge" i ArcMap. Sedan gjordes en upplösning av skiktet så att överlappande ytor blev till en gemensam yta med verktyget "Dissolve". Det gjorde att alla områden som tagits fram, oavsett areal skog eller andel skoglig värdekärna, blev en polygon. Men eftersom det var nödvändigt att ta hänsyn till ytterligare kriterier i form av areal skog och andel skoglig värdekärna gjordes några sista bearbetningar.

Genom att använda rasterskiktet med skogliga värdekärnor och rasterskiktet med skogsmark beräknades arealer i varje polygon av det vektorskikt som tagits fram och som beskrivs i ovanstående stycke. Detta gjordes med verktyget "Zonal Statistics as Table" i ArcMap vilket skapar tabeller för hur mycket skog eller hur stor areal skoglig värdekärna som finns inom en angiven polygon med ett unikt ID-nummer. Genom att sedan sammankoppla tabellen med vektorskiktet baserat på ID-numret var det möjligt att ladda in arealerna i attributtabellen. För att beräkna andel skoglig värdekärna av total areal skog skapades ett nytt attributfält i vektorskiktet och med hjälp av "Field Calculator" dividerades areal skoglig värdekärna med areal skog och multiplicerades med 100.

För att identifiera förslag till skogliga värdestrakter användes sedan "Select by Attributes" för att avslutningsvis välja ut alla de ytor som hade en areal skog på minst 1000 ha och en andel skoglig

värdekärna på minst 5 %. Dessa ytor exporterades som ett eget vektorskikt och motsvarar de områden som i projektet benämns som förslag till skogliga värdetrakter.

7.1.3.4 Beräkning av statistik i de skogliga värdetrakterna

Nedan ges en lista på all statistik som beräknats för varje enskild yta som avgränsats som förslag till skoglig värdetrakt:

- TRAKT-ID
- Län
- AREAL Skoglig värdekärna (ha)
- AREAL Skoglig värdekärna med formellt skydd (ha)
- AREAL Skoglig värdekärna utan skydd (ha)
- ANDEL Skoglig värdekärna med formellt skydd (%)
- ANDEL Skoglig värdekärna utan skydd (%)
- AREAL Skogsmark (ha)
- ANDEL Skoglig värdekärna av all skog (%)
- AREAL Kontinuitetsskog (ha)
- AREAL Förslag till skoglig värdetrakt (ha)

7.1.4 Nätverksanalyser i MatrixGreen

MatrixGreen är en programvara som är fritt tillgänglig att ladda ner på utvecklarnas hemsida⁴⁴. Programmet är ett GIS-verktyg till ArcMap och det finns ett flertal manualer framtagna som beskriver en vanlig arbetsgång⁴⁵. Eftersom det är nödvändigt att använda GIS-skikt i vektorformat gjordes en konvertering av rasterskiktet med de skogliga värdekärnorna till vektor. För att begränsa datamängden i nätverksanalysen valdes sedan de värdekärnorna med en areal på minst 25 ha med Select by Attributes vilka exporterades till ett eget skikt.

Med hjälp av MatrixGreen användes patcherna (skogliga värdekärnor på minst 25 ha) för att skapa nätverk med euklidiska vektorlinjer (EE-länkar) baserat på ett maximalt spridningsavstånd på 3000 m. När nätverksanalysen tagits fram analyserades "Betweenness Centrality" och "Component Analysis".

Denna process upprepades för förslagen till de skogliga värdetrakterna och nätverksanalysen som genomfördes med ett maximalt spridningsavstånd på 20 km.

⁴⁴ <http://www.stockholmresilience.org/research/modelling-and-visualisation-lab/matrixgreen.html>

⁴⁵ Zachariassen 2014

7.2 Projektets referensgrupp

Det här projektet har diskuterats och förankrats med en referensgrupp där följande personer blivit inbjudna att delta:

- Olle Höjer, Naturvårdsverket
- Erik Sjödin, Naturvårdsverket
- Daniel Udd, Länsstyrelsen Dalarna
- Lennart Bratt, Länsstyrelsen Dalarna
- Johanna Ehlin, Länsstyrelsen Gävleborg
- Malin Fuchs, Länsstyrelsen Jämtland
- Pär Hedberg, Länsstyrelsen Jämtland
- Frederic Forsmark, Länsstyrelsen Norrbotten
- Dick Östberg, Länsstyrelsen Värmland
- Carlos Paz von Friesen, Länsstyrelsen Västerbotten
- Sören Uppsäll, Länsstyrelsen Västerbotten
- Kristin Lindström, Länsstyrelsen Västernorrland
- Pekka Bader, Länsstyrelsen Västernorrland
- Eva Ahlkrona, Metria
- Esmeray Elcim, Metria
- Mattias Bovin, Metria
- Sandra Wennberg, Metria

Syftet med referensgruppen har varit att diskutera indata, metoder, visualisering och hur data ska levereras. Totalt har två möten genomförts och referensgruppen har även haft möjlighet att komma med synpunkter på rapporten.

