



Identifiering av limniska värdekärnor och ekologiskt funktionella kantzoner

En GIS-analys inom tre delavrinningsområden i Kalmar län

2021-04-14



Författaren har hela ansvaret för innehållet (text och bilder) i denna rapport. Innehållet ska inte tolkas som Europeiska unionens eller EU-kommissionens officiella ståndpunkt.

The author has full responsibility for the content (text and images) of this report. The content should not be interpreted as the official view of the European Commission or the European Union.

Författare

Anton Hammarström
Greensway AB
Ulls väg 24 A, 756 51 Uppsala
E-post: info@greensway.se

Fotografier

Olle Finnström

Kvalitetsgranskning

Olof Widenfalk

Ärendenummer

Dnr 511-7529-2020 n

Beställare

Länsstyrelsen i Kalmar län

Omslag

Vattendrag i skog. Foto: Karin Malm



Med bidrag från Europeiska unionens LIFE-program

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
1. Inledning.....	5
1.1. Limniska värdekärnor	5
1.2. Avgränsning av ekologiskt funktionella kantzoner	6
1.3. Mål och syfte	7
2. Metod	8
2.1. Typklassning av vattendrag.....	8
2.2. Identifiering av limniska värdekärnor	9
2.2.1 Artobservationer	9
2.2.2 Data om limniska värden	9
2.2.3 Validering.....	9
2.3. Ekologiskt funktionella kantzoner (EFK).....	10
2.3.1 Områden som sluttar mot vattendrag.....	10
2.3.2 Analys av statusen inom de avgränsade kantzonerna.....	11
3. Resultat	13
3.1. Vattendrag	13
3.2. Typklassning av vattendrag.....	13
3.3. Artobservationer	15
3.3.1 Osäkerhet i artobservationer	16
3.4. Limniska värdekärnor	18
3.4.1 Delavrinningsområde Mynnar i Emån	18
3.4.2 Delavrinningsområde Ovan Skärvån.....	20
3.4.3 Mynnar i Lyckebyån.....	22
3.4.4 Sammanfattande resultat för avgränsning av limniska värdekärnor	23
3.5. Ekologiskt funktionella kantzoner (EFK).....	24
3.6. Avverkade och sparade kantzoner	27
4. Diskussion.....	31
5. Referenser	34
Bilaga 1, tabeller och figurer	37

Sammanfattning

Ekologiskt funktionella kantzoner skapar värden både i vattnet och på land. Identifiering och avgränsning av ekologiskt funktionella kantzoner med hjälp av GIS-analyser skulle därför kunna vara ett viktigt underlag för flera delar av naturvårdsarbetet i skogslandskapet.

För att avgränsa en ekologiskt funktionell kantzon krävs information om såväl vattendraget som dess omgivande miljö. Det är därför viktigt att också ha information om limniska värdekärnor i vattendragen.

I denna rapport beskrivs en framtagen GIS-modell för att identifiera limniska värdekärnor och för att avgränsa ekologiskt funktionella kantzoner. Slutligen analyserats de miljöer som avgränsats inom kantzonerna. Analysen görs inom tre delavrinningsområden inom Kalmar län.

I analysen avgränsades totalt 14 % av arealen stillastående vatten och sjöar samt 36 % av längden vattendrag som värdekärna. Variationen mellan delavrinningsområdena var dock stor. En mindre validering i fält visar på att många av de områden som avgränsats som värdekärna i fält också klassats som värdekärna i analysen. Eventuellt avgränsar modellen väl många områden som värdekärna.

15 % av skogsmarken har avgränsats som kantzon. Inom de avgränsade kantzonerna finns en högre andel fuktig skog och mindre andel lägre skog (10–15 m). En analys över avverkningar i området visar att omkring 50 % av kantzonsarealerna sparas vid avverkningar.

1. Inledning

Identifiering och avgränsning av ekologiskt funktionella kantzoner med hjälp av GIS-analyser skulle kunna vara ett viktigt underlag för flera delar av naturvårdsarbetet i skogslandskapet. Det skulle bland annat vara värdefullt i arbetet med handlingsplaner för grön infrastruktur, miljömålen, klimatanpassning, dricksvattenförsörjning med utgångspunkt i våra beslutade mål för vattenförvaltningen och Natura 2000. Fortfarande saknas dock den här typen av analyser för stora delar av det svenska skogslandskapet, och metoderna måste utvecklas och förfinas. Det övergripande syftet med det här projektet är att med hjälp av befintliga data utveckla en modell för att identifiera och avgränsa kantzoner mot vattendrag inom tre områden i Kalmar län.

Ekologiskt funktionella kantzoner skapar värden både i vattnet och på land. Syftet med kantzonen är att leverera födoämnen till vattendraget, skapa lämpliga livsmiljöer, stabilisera klimatet i vattendraget och rena det tillrinnande vattnet. Men kantzonen är inte bara till nytta för vattendraget och dess organismer, utan har ofta själv en högre biologisk mångfald än omgivande skog. De är också viktiga som refugier och spridningskorridorer när den intilliggande skogen avverkas (Degerman, 2008; Kuglerová m.fl., 2014). För att avgränsa en ekologiskt funktionell kantzon krävs därför information om såväl vattendraget som dess omgivande miljö (Degerman, 2008). Det är därför viktigt att också ha information om limniska värdekärnor i vattendragen.

1.1. Limniska värdekärnor

En värdekärna är ett sammanhängande område som bedöms ha stor betydelse för flora och fauna eller för en prioriterad naturtyp. Storleksmässigt kan de utgöra alltifrån enskilda nyckelbiotoper till hela eller delar av en sjö, vattendrag eller vattendragssystem (Naturvårdsverket, 2003a).

Värdekärnor kan delas in i två kategorier (Naturvårdsverket, 2003b; Naturvårdsverket, 2003a):

- Delområden med dokumenterad förekomst av för naturtypen påtagligt många rödlistade arter, signalarter och andra skyddsvärda arter.
- Delområden där inga eller endast enstaka rödlistade arter påträffats men med påtaglig förekomst av strukturer och funktioner som i vattenmiljöer ger förutsättningar för höga naturvärden (till exempel naturliga vattenståndsfuktuationer, intakta strandmiljöer, hydromorfologi) samt förekomst av signalarter och andra skyddsvärda arter.

Artdatabanken har lyft fram 32 kriterier för naturvärden som definierar värdekärnor i sötvatten (von Wachenfeldt m.fl., 2015). De kan delas upp i limniska nyckelbiotoper (Liliegren, 1997), ett antal naturtyper, förekomst av vissa arter, särskilt värdefulla samt värdefulla områden och hög grad av naturlighet.

För att värdera kriterierna och därigenom avgränsa en värdekärna viktas de utifrån tre klasser; naturlighet, raritet och resiliens (von Wachenfeldt m.fl., 2015). I *naturlighet* vägs värdena i) rikedom av inhemska och naturligt förekommande arter, ii) storlek, iii) mångformighet, iv) funktionell strandzon/kantzon och v) kontinuitet med avseende på tid in. För *raritet* vägs i) storlek, ii) mångformighet och iii) förekomst av sällsynta arter in och för *resiliens* vägs i) storlek, ii) mångformighet men också iii) konnektivitet in.

Skogliga värdekärnor och värdestrakter har tidigare identifierats genom GIS-analys (exv. Bovin m.fl., 2017). Dessa analyser bygger till stor del på att lägga ihop all tillgänglig information om skyddad natur som finns tillgänglig för skogsmark och definiera det som värdekärnor. Detta angreppssätt kan delvis överföras till att också identifiera limniska värdekärnor men det skapar vissa nya utmaningar. Dels behövs information om vart vattendrag finns. Dels behövs information om naturvärden kopplade till vattendrag. För större vattendrag kan denna information ofta finnas i form av exempelvis Natura2000-områden eller naturreservat men för mindre vattendrag saknas det ofta information.

För större vattendrag och sjöar finns flera olika datakällor som kan användas för att identifiera vart dessa finns, till exempel Terrängkartan (Lantmäteriet, 2020), Hydrografi i nätverk (Lantmäteriet & SMHI, 2017) eller underlag från VatteninformationsSystem Sverige (Länsstyrelsen i Jönköping, 2020). Värdekärnor kan dock också innefatta bland annat vatten från källor och små eller temporära vatten (von Wachenfeldt m.fl., 2015), något som inte finns i tidigare nämnda datakällor. För att identifiera små och temporära vattendrag finns markfuktighetsberäkningar, bland annat från Sveriges lantbruksuniversitet (SLU, 2020) som identifierar hur markvattnet ackumuleras i terrängen och bildar vattendrag. Utifrån dessa kartor kan även de mista vattendragen och utströmningslokaler identifieras, men med större osäkerheter (Ågren & Lidberg, 2020). Data för kända källor finns också från Sveriges geologiska undersökning (SGU, 2020).

Länsstyrelsen i Kalmar län har i tidigare projekt tagit fram en mer detaljerad analys för att identifiera vattendrag. Detta har gjorts inom de två delavrinningsområdena "Ovan Skärvån" och "Mynnar i Emån" (Bergab-Bergeologiska Undersökningar AB, Ej publ.)

Det finns alltså en mängd datakällor att tillgå för att identifiera naturvärden och därigenom kartera limniska värdekärnor (se exv. von Wachenfeldt m.fl., 2015). Alla har varierande grad av detaljrikedom och täckningsgrad vilket ställer krav på hur de ska viktas och implementeras i en strukturerad analys.

1.2. Avgränsning av ekologiskt funktionella kantzoner

En ekologiskt funktionell kantzon definieras som *"en för platsen tillräckligt bred kantzon för att skapa goda ekologiska förhållanden i vatten, på stranden och i en fastmarkszon för att medge att arter beroende av närhet till ytvatten kan fortleva"* (Degerman, 2008).

För att kantzonen ska skydda vattendraget mot höga vattentemperaturer och bidra med död ved till vattendraget krävs ofta en bredd av 20–30 m. För att upprätthålla ett mikroklimat och habitat för landlevande organismer varierar kraven om bredd väsentligt från 7 upp till 200 m (Degerman, 2008).

När en kantzon avgränsas ska information om vattendraget och den omgivande miljön tas i beaktande. I jordbrukslandskapet är vattendragen många gånger rätade och det saknas också ofta en skyddande trädbård. Det skapar snabbbrinnande vattendrag med vattentemperaturer som lätt kan bli för varma (Degerman, 2008). Det finns begränsningar i hur nära gödning och växtskyddsmedel får spridas, samt bidrag för fångstgrödor längs vattendrag (Jordbruksverket, 2016) men det är inte tillräckligt för en ekologiskt funktionell kantzon. För det krävs en zon med träd och buskar mellan åkermarken och vattendraget (Bölenius m.fl., 2019).

För att minimera de negativa effekterna av skogsbruk krävs det generellt en kantzon på mellan 15 m och 40 m, men 20 m är ofta ett bra medelvärde (Degerman, 2008). Avståndet påverkas av flera aspekter. Har vattendraget eller den angränsande skogen höga

naturvärden, exempelvis att vattendraget är en limnisk värdekärna, eller ifall området är livsmiljö för viktiga arter borde det resultera i en mer tilltagen kantzon. Sluttningar ner mot vattendraget borde också ha bredare kantzon för att minska risken för erosion (Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2010).

Generella riktlinjer för kantzonens bredd är (Degerman, 2008):

- vid mindre vattendrag (<3 m breda) bör kantzonen vara minst 15 m på vardera stranden.
- vid bredare vattendrag och utmed sjöar bör kantzonen vara minst 20 m.
- kantzonen ska alltid omfatta hela strandzonen
- områden som svarar för avrinningsbildningen (utströmningsområden) bör ingå
- när det finns våtmarker (ofta skogliga nyckelbiotoper) utmed vattendraget bör kantzonen omfatta hela våtmarksbredden
- i skogsområden där marklutningen mot ytvattnet eller våtmarken överstiger 25 % och det finns finkorniga jordar bör bredden på kantzonen ökas med minst 5 m
- i områden med intensivt jord- eller skogsbruk med stubbrytning, kvävegödsling m.m. bör kantzonen utökas med minst 5 m

För att avgränsa ekologiskt funktionella kantzoner genom GIS-analys behövs alltså information om vattendraget, artförekomster, den angränsande naturmiljön och topografin.

Information om vattendraget kommer att analyseras fram då de limniska värdekärnorna identifieras. För information om den angränsande naturmiljön kan Nationella marktäckedata (Ahlkrona m.fl., 2019) användas. Kartlagret är ett raster med 10 meters upplösning där marken klassats till någon av 25 olika marktäckeklasser, varav 16 är olika skogstyper. För att få ytterligare information om skogen kan Skogsstyrelsens skogliga grunddata användas. I dessa data finns bland annat uppgifter om skogens höjd som rasterlager, beräknade utifrån flygburen laserskanning (Skogsstyrelsen, 2021a). Skogsstyrelsen har också data om utförda avverkningar.

För information om topografin kan den nationella höjdmodellen användas (Lantmäteriet, 2019). Utifrån data om markens höjd kan bland annat lutning och lutningsriktning beräknas.

För information om våtmarker och utströmningsområden går det att göra hydrologiska analyser utifrån markens topografi (t.ex. Murphy m.fl., 2007). För analysen fanns sedan innan fuktstråk analyserade (Bergab-Bergeologiska Undersökningar AB, Ej publ.).

1.3. Mål och syfte

I detta projekt är målet att utifrån tillgängliga datakällor först försöka identifiera limniska värdekärnor. Dessa ska sedan ligga till grund för en analys där ekologiskt funktionella kantzoner identifieras längs vattendragen. Slutligen ska en jämförelse mellan den ekologiskt funktionella kantzonen göras med den hydrologiska kantzonen samt med den faktiskt förekommande kantonerna, båda avgränsade i tidigare projekt.

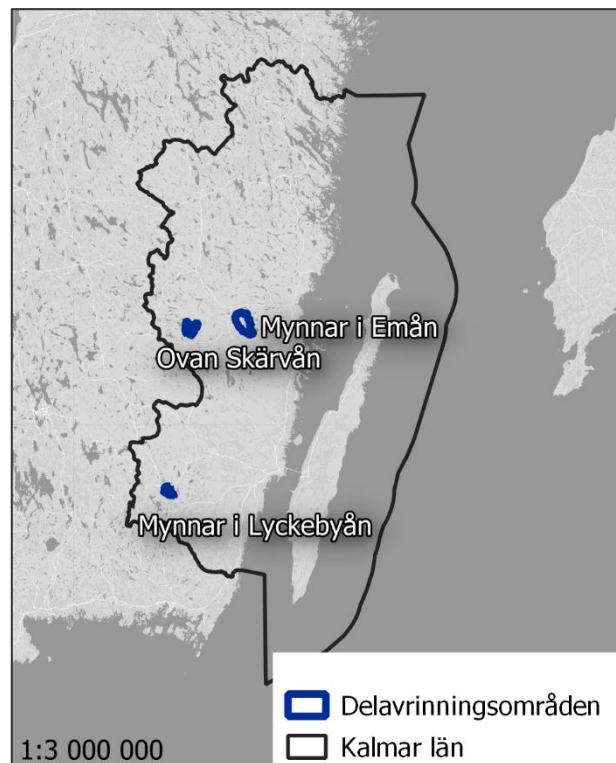
Syftet är att ta fram en fungerande metod för att identifiera limniska värdekärnor och avgränsa ekologiskt funktionella kantzoner utifrån lokala behov.

2. Metod

Analysen genomfördes inom delavrinningsområdena "Ovan Skärvån" (DAROID 634044-149855), "Mynnar i Emån" (DAROID 633917-152036) och "Mynnar i Lyckebyån" (DAROID 627460-148808) (Figur 1).

Vilken datakälla som skulle användas för vattendag utreddes genom att jämföra Terrängkartan (Lantmäteriet, 2020), Hydrografi i nätverk (Lantmäteriet & SMHI, 2017), SLU:s vattendrag från markfuktighetskartan (SLU, 2020) och analyserna gjorda åt Länsstyrelsen i Kalmar av Bergab analys (Bergab-Bergeologiska Undersökningar AB, Ej publ.). Jämförelsen gjordes visuellt utifrån ortofoton sedda i närinfrarött och en terrängskuggad version av höjdmodellen (Lantmäteriet, 2019).

Information om vattendragen kombinerades med polygonlager från Hydrografi i nätverk för att skapa ytor av större vattendrag och sjöar och stående vatten.



Figur 1. Översikt över områdena i studien.

Där inte annat anges genomfördes GIS-analyserna i databasen PostgreSQL (The PostgreSQL Global Development Group, 2019) med tillägget PostGIS (OSGeo, 2019). Samtliga diagram skapades i R (R Core Team, 2020), med hjälp av kodpaketeten ggplot2 (Wickham, 2016), gridExtra (Auguie, 2017), ggpubr (Kassambara, 2020) och VennDiagram (Chen, 2018).

Samtliga kartor till rapporten skapades i QGIS 3.10 eller 3.16 (QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project., 2020; 2021).

2.1. Typklassning av vattendrag

Där data från Bergabs analys om vattendragets typ fanns tillgänglig (dike eller vattendrag) användes det som underlag för att klassa vattendragets naturlighet. Det gjordes genom att Bergabs linjer för vattendrag omvandlades till punkter vid varje brytpunkt på linjen. I punkterna fanns informationen om vattendragstyp kvar. Den vattendragstyp som var vanligast bland punkterna inom 5 meter från vattendraget.

För områden där det saknades beräknades ett värde för hur mycket vattendraget slingrar sig. Beräkningarna gjordes med insticksprogrammet Minkowski dimension calculator (Kazakov, 2019) i QGIS. Programmet beräknar genom en "lådärkningsalgoritm" linjers fraktal.

Fraktal är ett matematiskt koncept där objekt kan ha en dimension som inte är ett heltal. En rak linje är ett endimensionellt objekt och fraktalen är då 1. Ju mer linjen slingrar sig desto högre är linjens fraktal. I det extrema kan linjen slingra sig så mycket att den täcker en hel yta och linjen har då blivit tvådimensionell. Fraktalen för en linje kan alltså ha ett värde

mellan 1 och 2. Med en lådräkningsalgoritm beräknas fraktalen i olika skalor och beroende på vilka skalor som väljs kan dock resultat mindre än ett förekomma.

Inom vattendragen i delavrinningsområdet "Mynnar i Lyckebyån" saknades Bergabs analys därför klassades vattendragens naturlighet utifrån fraktalberäkningar där.

2.2. Identifiering av limniska värdekärnor

En mängd datakällor hämtades hem och togs i beaktande för analysen (Tabell 1). De som bedömdes användbara för analysen behölls.

2.2.1 Artobservationer

Artobservationer för limniska arter, signalarter (Liliegren, 1997) och typiska arter för de värdefulla naturtyperna hämtades hem från Analysportalen (Svenska LifeWatch, 2020). Bland de limniska arterna identifierades också vilka som är formellt skyddade enligt artskyddsförordningen. Observationer från 2000-01-01 till och med 2020-10-20 hämtades inom avrinningsområdena, med ett tillägg av 1000 m runt dem.

Genom att beräkna antalet observerade arter inom gridrutor om en gång en kilometer för de olika hämtade datalagren kunde information om artrikedomen i landskapet skattas. Sammanställningen gjordes i R med paketet BIRDS (Arlt m.fl., 2020). De gridrutor som hade en artlista, längre än den 90:e percentilen av gridrutornas artlistlängd valdes ut.

Kvaliteten för artobservationer i områdena utreddes genom att beräkna ignoransindex för hur gott om artobservationer det generellt finns i området. Högt ignoransindex innebär att det saknas tillräckligt med artobservationer i ett område för att kunna dra slutsatser om artrikedomen. Beräkningarna gjordes i verktyget Species observations explorer (Ruete, 2020).

2.2.2 Data om limniska värden

Information om vilka naturtyper och skyddade områden som vattendragen rinner igenom lästes in från tillgängliga datakällor (Bilaga 1, Tabell 3. Tabell över de datalager som tagits i beaktande vid analysen, hur och om de använts. Tabell 3). Varje datakälla utvärderades hur det skulle kunna användas i analysen för att på bästa sätt. För vissa av datalagren användes endast en delmängd av naturtyper, biotoper eller naturvärden (Bilaga 1, Tabell 4).

Information om vattendrag, artobservationer och naturvärden lades sedan samman i en GIS-modell (Bilaga 1, Figur 24) och ur resultatet kom avgränsade värdekärnor. I modellen väljs vattendrag inom områden med hög artförekomst ut, tillsammans med vattendrag som rinner inom områden som kan indikera höga naturvärden. För vissa typer av områden valdes alla typer av vattendrag ut, medan för andra valdes endast de som klassats som naturliga.

2.2.3 Validering

Delavrinningsområdena besöktes under tre dagar i november 2020. Inom ett antal slumpvis utvalda ytor inom varje delavrinningsområde inventerades samtliga vattendrag. Under inventeringen avgränsades limniska värdekärnor.

Urvalet gjordes genom att delavrinningsområdena delades in i liksidiga hexagoner med en höjd av 1000 m, vilket motsvarar en yta av knappt 87 hektar. Inom varje delområde

numrerades hexagonerna i slumpmässig ordning Inventeringen genomfördes därefter inom varje hexagon, i den ordning de lottats. Varje delavrinningsområde besöktes under en dag.

I fält användes information om tidigare artobservationer och kända vandringshinder. I övrigt gjordes bedömningen utifrån de karaktärer och arter som identifierades i fält.

2.3. Ekologiskt funktionella kantzoner (EFK)

Runt samtliga vattendrag skapades en buffertyta. Buffertavståndet berodde på vattendragets karaktär där buffertavståndet var:

- 15 m för vattendrag som var linjeobjekt och våtmarker,
- 20 m för vattendrag och sjöar som var ytoobjekt
- 30 m för vattendrag med en limnisk värdekärna

Detta blev grundförutsättningen för en ekologiskt funktionell kantzon.

Dessutom identifierades områden som sluttade med mer än 25 % mot ett vattendrag. Fanns en sådan inom 5 m från den buffrade ytan utökades buffertytan med ytterligare 5 m på en sådan plats.

Buffertområdena delades in i segment om 20 m. Inom dessa segment beräknades den sammanlagda andelen skogsmark, våtmark och vatten utifrån Nationella marktäckedata (Ahlkrona m.fl., 2019). Var täckningsgraden av dessa marktyper 95 % eller mer av den totala ytan i segmentet klassades segmentet som en ekologiskt funktionell kantzon. Annars ansågs inte kantzonen tillräcklig för att vara ekologiskt funktionell.

Data om fuktstråk, skapade under ett tidigare projekt, klipptes mot skogsmark och våtmark. De fuktstråk som låg inom dessa områden och anslöt till de buffrade kantzonerna lades till kantzonerna.

Data för fuktstråk fanns endast för delavrinningsområdena Ovan Skärvån och Mynnar i Emån. Kantzoner beräknades därför endast för dessa områden.

Arealer för kantzonerna beräknades och utifrån Nationella marktäckedatas ogeneraliserade lager (Ahlkrona m.fl., 2019), tillsammans med data om den grundytvågda skogshöjden (Skogsstyrelsen, 2021a) beräknades statistik för hur miljöerna i kantzonerna var fördelade. Detta jämfördes med hur miljöerna var generellt i delavrinningsområdena.

2.3.1 Områden som sluttar mot vattendrag

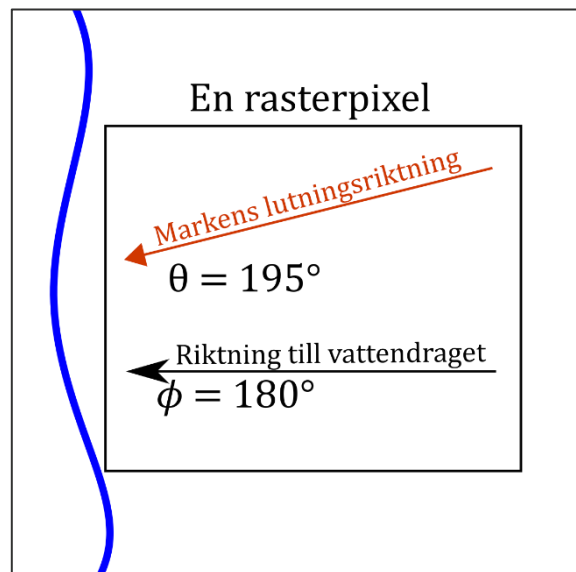
Områden som sluttar mot vattendrag identifierades genom att markens lutning och lutningsriktning beräknades utifrån den nationella höjdmodellen (Lantmäteriet, 2019), samt att riktningsen till närmsta vattendrag beräknades. Genom att jämföra dessa kunde områden som lutade mot vattendrag identifieras enligt:

$$-45 \leq (\theta - \phi + 180) \% 360 - 180 \leq 45$$

Där θ är markens lutningsriktning i grader och ϕ är riktningsen till närmsta vattendrag. Det vill säga där markens lutning och riktningsen mot vattendraget överensstämmer inom 45 grader, plus eller minus anses marken luta mot vattendraget.

Därefter valdes områden med en lutning över 25 % ut inom de områden där marken lutar mot vattendraget.

Beräkningarna genomfördes i QGIS (QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project., 2020), genom verktyg i tillägget GRASS (GRASS GIS, 2019).



Figur 2. Exempel på hur mark som lutar mot ett vattendrag identifierats. Inom varje pixel i höjdmodellen beräknades markens lutningsriktning och riktning till närmsta vattendrag (i analysen var 0 grader i rakt östlig riktning). Områden där riktningarna överensstämde inom 45 grader, plus eller minus valdes ut. I exemplet skiljer riktningarna 15 grader åt och marken lutar alltså mot vattendraget.

2.3.2 Analys av statusen inom de avgränsade kantzonerna

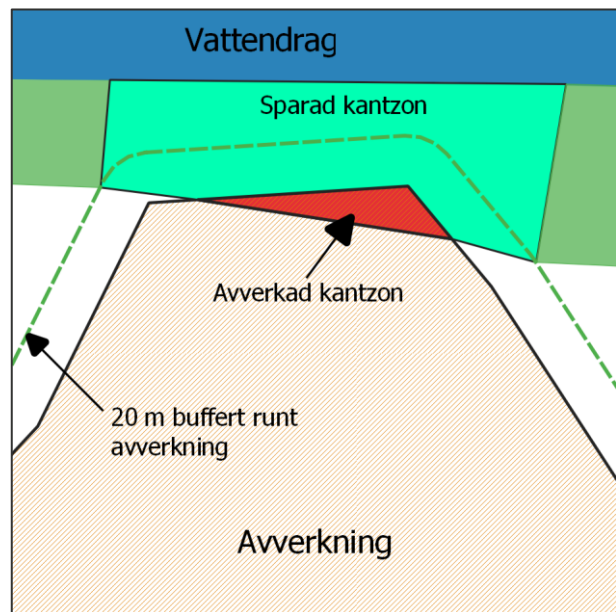
Area skogsmark inom och utanför kantzonerna beräknades genom att skogsmark extraherades ur Nationella marktäckedatas ogeneraliserade basskikt (Ahlkrona m.fl., 2019). Dessa data konverterades till ett vektorlager och areor beräknades därur.

För att analysera miljön inom de avgränsade kantzonerna användes även här data från Nationella marktäckedatas ogeneraliserade basskikt, tillsammans med information om trädhöjd från Skogliga grunddata (Skogsstyrelsen, 2021a).

Nationella marktäckedata justerades in för att matcha positionen och storleken av pixlarna i Skogliga grunddata. Därefter konverterades varje rasterpixel inom områdena Nationella marktäckedata till vektorpunkter, tillsammans med det rastervärdet som fanns vid punkten. För varje vektorpunkt lades sedan information om trädhöjd till.

Vilka kantzoner som avverkats och sparats analyserades utifrån data om genomförda avverkningar från Skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen, 2021b). Ur informationen om avverkningar valdes de avverkningar ut som fanns inom de två delavrinningsområdena Ovan Skärvån och Mynnar i Emån. Dessutom valdes avverkningar identifierade med Lantsat-satelliten bort eftersom de bedömdes var för grova i sin avgränsning. Bilder från Landsat har pixlar med en upplösning av 25 meter på markytan. Landsat användes fram till omkring 2003 för att identifiera avverkningar.

För att identifiera vilka kantzoner som sparats skapades en buffertyta på 20 runt avverkningarna. Där kanten på buffertytan skar kanten på en kantzon drogs en rak linje från kanten av kantzonen till närmsta kant på ett vattendrag. Endast linjer som aldrig gick utanför en kantzon valdes. Den yta av kantzonen som innefattades mellan två av dessa raka linjer, eller helt låg inom buffertytan valdes ut. Kantzonsdelar inom dessa ytor som avverkats klipptes ut och jämfördes med de som sparats (Figur 3). Även den totala arean avverkad kantzon beräknades.



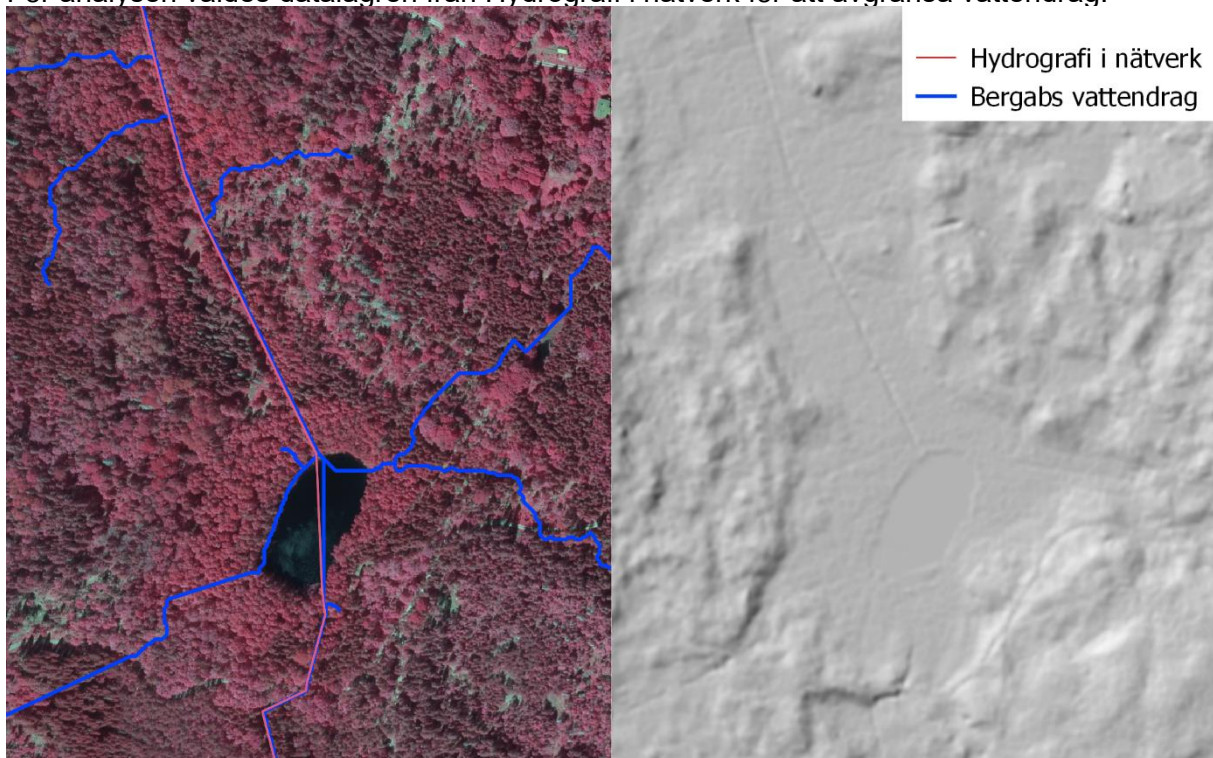
Figur 3. Exempel på hur areal avverkad och sparad kantzon identifierades.

3. Resultat

3.1. Vattendrag

Jämförelsen av de olika källorna för vattendrag visade att Hydrografi i nätverk var det lager som tydligast stämde överens med synliga vattendrag i ortofotot och terrängmodellen. I underlagen från Bergabs analys och SLU:s markfuktighetskarta hittades fler mindre vattendrag men längs flera delsträckor syntes ingen antydning till vattendrag (Figur 4).

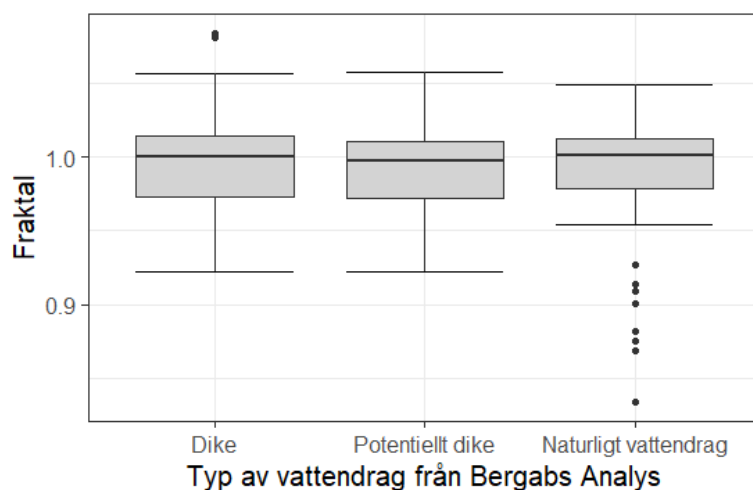
För analysen valdes datalagren från Hydrografi i nätverk för att avgränsa vattendrag.



Figur 4. Jämförelse mellan vattendragen i Hydrografi i nätverk och de som analyserats fram från Bergab. I vänstra bilden visas ett flygfoto i närinfrarött. I den högra en terrängskuggad modell över samma område. Vattendraget i sydvästra hörnet finns bara i Bergabs analys och syns också i terrängskuggningen. Däremot saknas antydning till vattendrag för flera av de biflöden som rinner till det centrala diket i Bergabs analys.

3.2. Typklassning av vattendrag

En jämförelse mellan de vattendrag som både hade en klassning av vattendragstyp från Bergab och beräknade fraktaler visar inte på något samband. Medelvärde för de segment som klassats som naturligt vattendrag är i realiteten lägre än de som klassats som dike men tyngs ner av ett antal "outliers" (Figur 5).



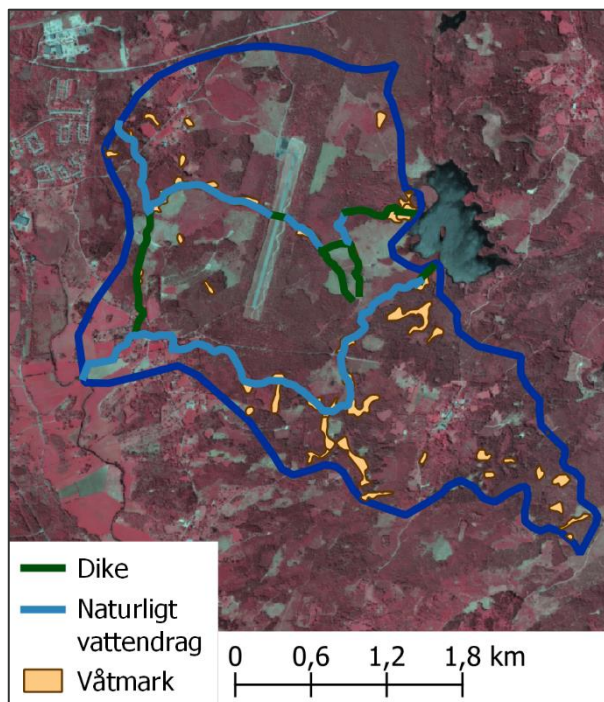
Figur 5. Fördelning av vattendragen i Hydrografi i nätverks fraktaler uppdelat på typ av vattendrag.

Gränsvärdet för att ett vattendrag skulle klassas som naturligt sattes till ett värde över 1. Det innebär att modellen klassar vattendrag till samma typ som Bergabs analys vid ca 50% av fallen (Tabell 1).

Tabell 1. Förväxlingsmatris (eng. "confusion matrix") för hur väl modellen med fraktaler klassar vattendragets naturlighet. Där tabellens axlar korsas kan anden vattendragssegment som klassats till en viss klass vid Bergabs analys (horisontellt) och vid analysen utifrån fraktaler (vertikalt) utläsas. Till naturligt vattendrag räknades både potentiellt dike och vattendrag från Bergab.

Klassning utifrån fraktaler				
		Dike	Naturligt vattendrag	Andel
Klassning från Bergabs analys	Dike	14%	15%	29%
	Potentiellt dike	8%	7%	14%
	Vattendrag	27%	29%	56%
Andel		49%	51%	Rätt klassat: 50%

För vattendragen i delavrinningsområdet "Mynnar i Lyckebyån" resulterade klassningen i att merparten klassades som naturligt vattendrag (Figur 6).

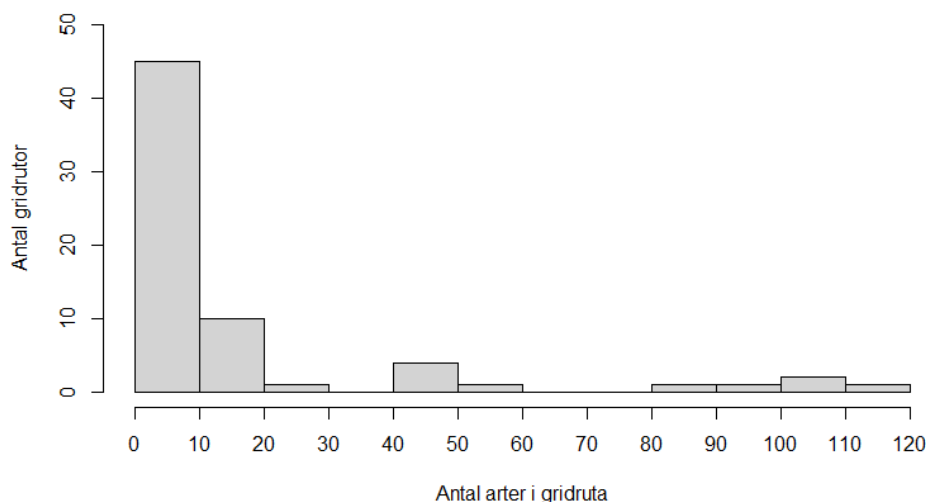


Figur 6. Typklassning av vattendrag utifrån vattendragets fraktal.

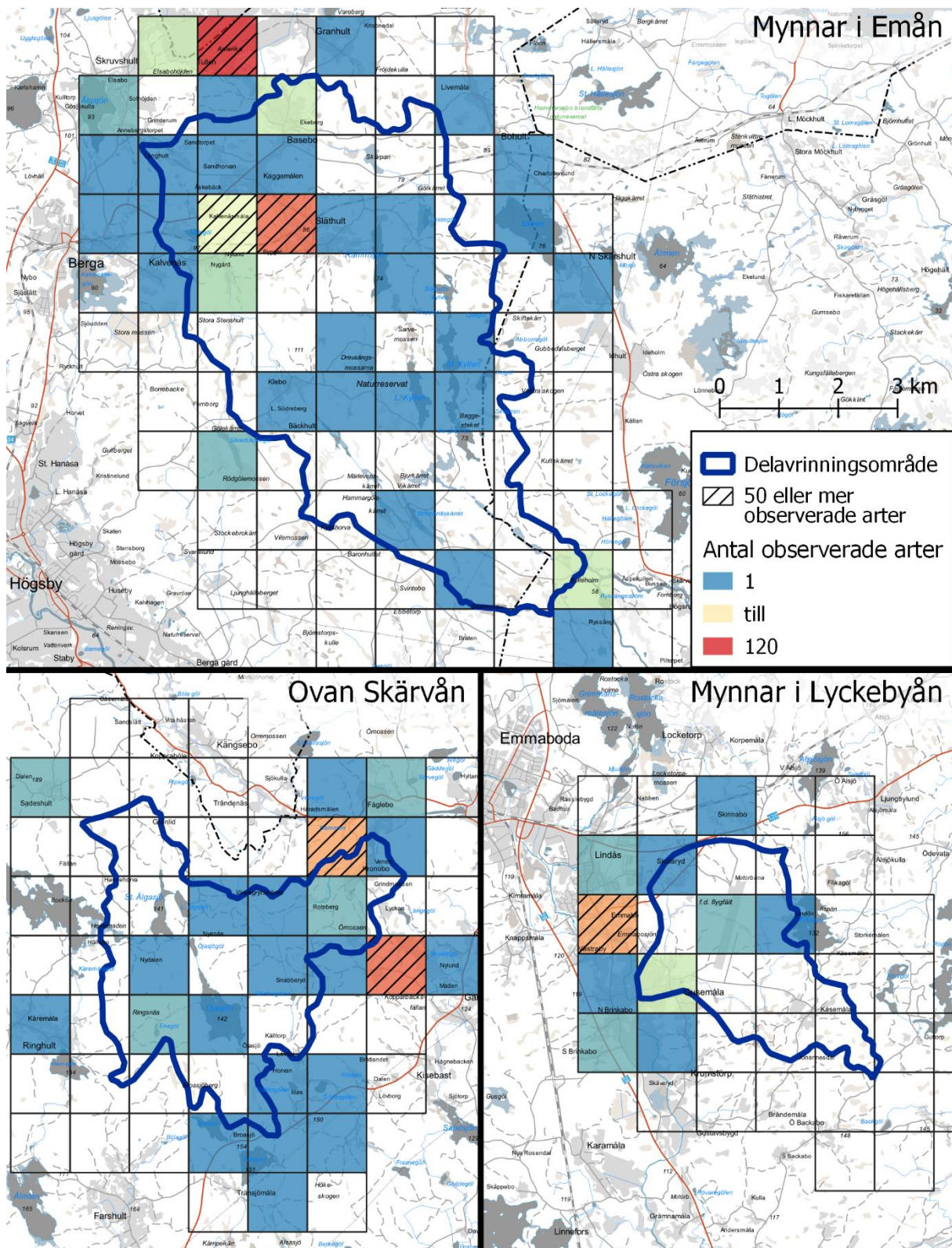
3.3. Artobservationer

Totalt hämtades 2 726 artobservationer från Analysportelen, där 636 olika arter hade observerats. 26 Av dessa arter var klassade som formellt skyddade. De vanligaste observationerna var av olika fiskarter där mört, abborre, gädda och sarv alla hade observerats över 100 gånger. Bland formellt skyddade arter var flodpärlmussla den art som observerats flest med gånger med 47 observationer.

Totalt var de observationer inom 66 av de 185 gridrutor som analyserades. I majoriteten av dessa hade endast upp till 20 arter observanta (Figur 7). De gridrutor med mer än 50 observerade arter valdes ut (Figur 8). Det motsvarade 9 % av gridrutorna med observationer.



Figur 7. Histogram över fördelningen av antal observerade arter i gridrutorna.

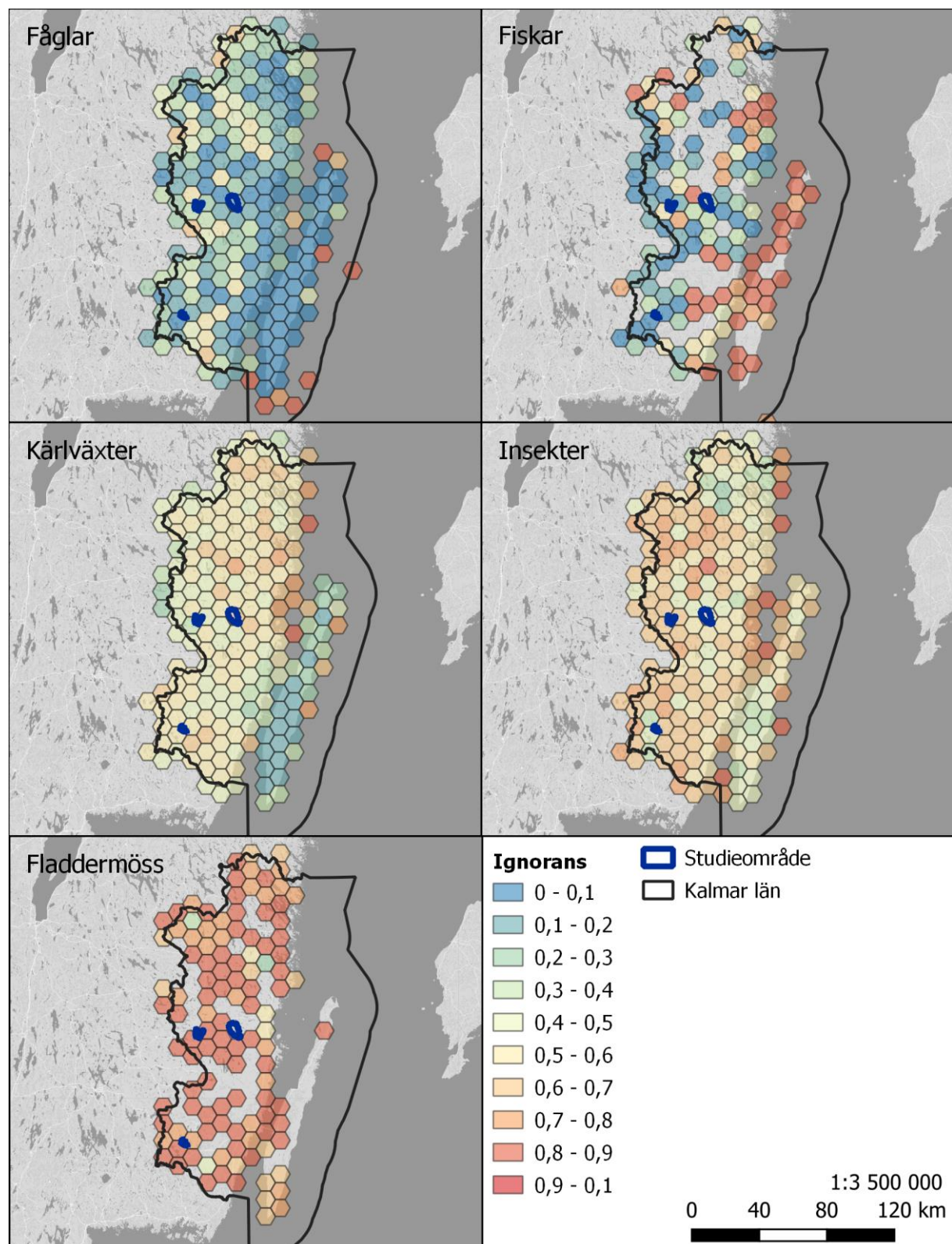


Figur 8. Antal observerade arter i de olika områdena.

3.3.1 Osäkerhet i artobservationer

Inom delavrinningsområdena är fåglar och fiskar relativt välinventerade. Artlistor för dessa grupper kan därför anses som säkrare. För kärlväxter, insekter och fladdermöss är det större.

osäkerheter. Det är därför en stor sannolikhet att de artlistor som tagits fram för gridlagret inte är komplett (Figur 9).



Figur 9. Ignoransberäkningar för olika artgrupper inom Kalmar län. Hög ignorans indikerar att det saknas information om artgruppen. Analysen är gjord i hexagoner med höjden 10 km. En genomskinlig hexagon innebär att det helt saknas observationer i området.

3.4. Limniska värdekärnor

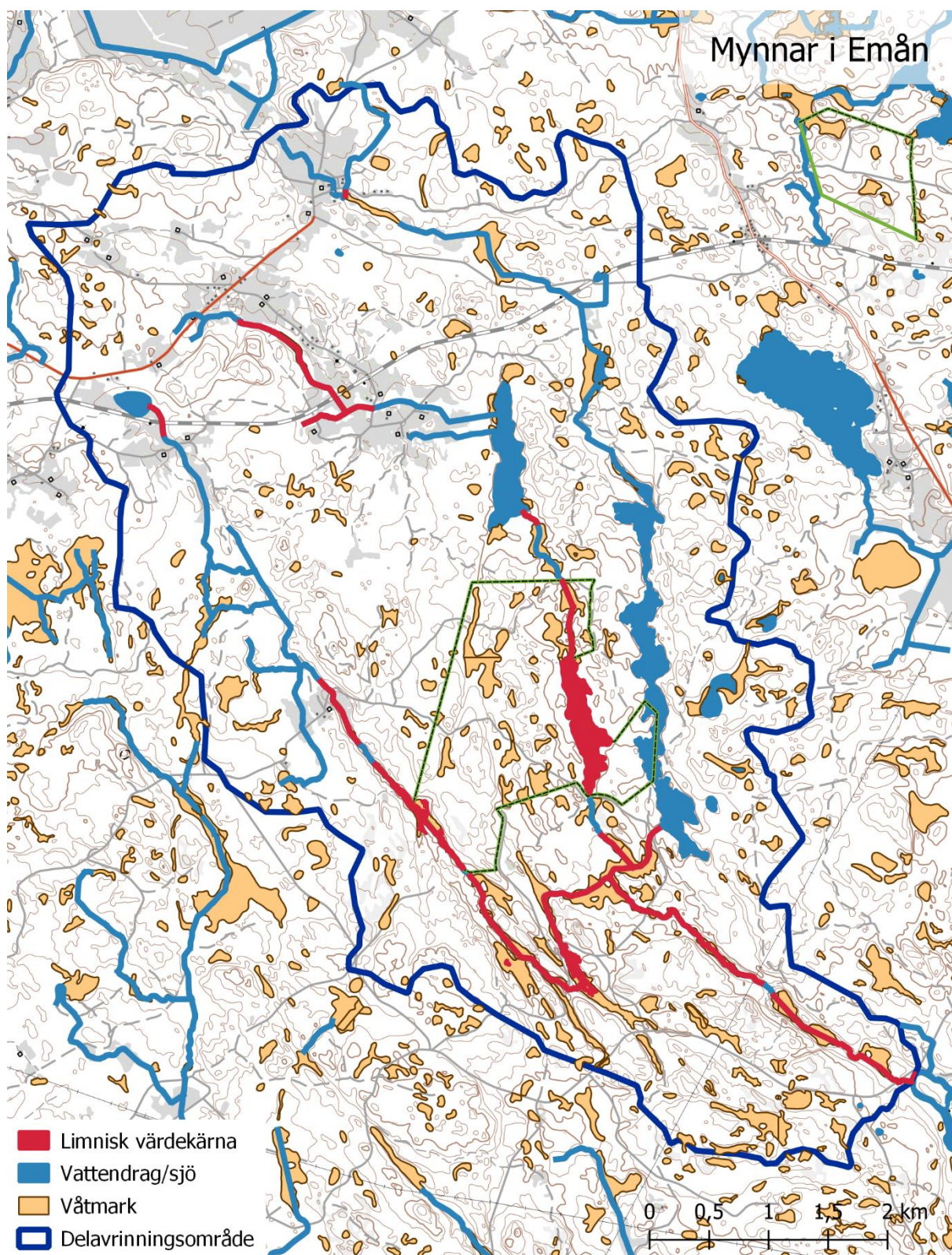
3.4.1 Delavrinningsområde Mynnar i Emån

I delavrinningsområdet Mynnar i Emån identifierades 7 sjöar eller områden med stående vatten som limnisk värdekärna, varav sjön Lilla Kyllen med ca 18 ha är den största. Totalt identifierades drygt 24 ha sjöar eller stående vatten inom delavrinningsområdet som limnisk värdekärna (Figur 10).

Den totala sträckan vattendrag som identifierades som limnisk värdekärna inom delavrinningsområdet Mynnar i Emån var drygt 10 km.

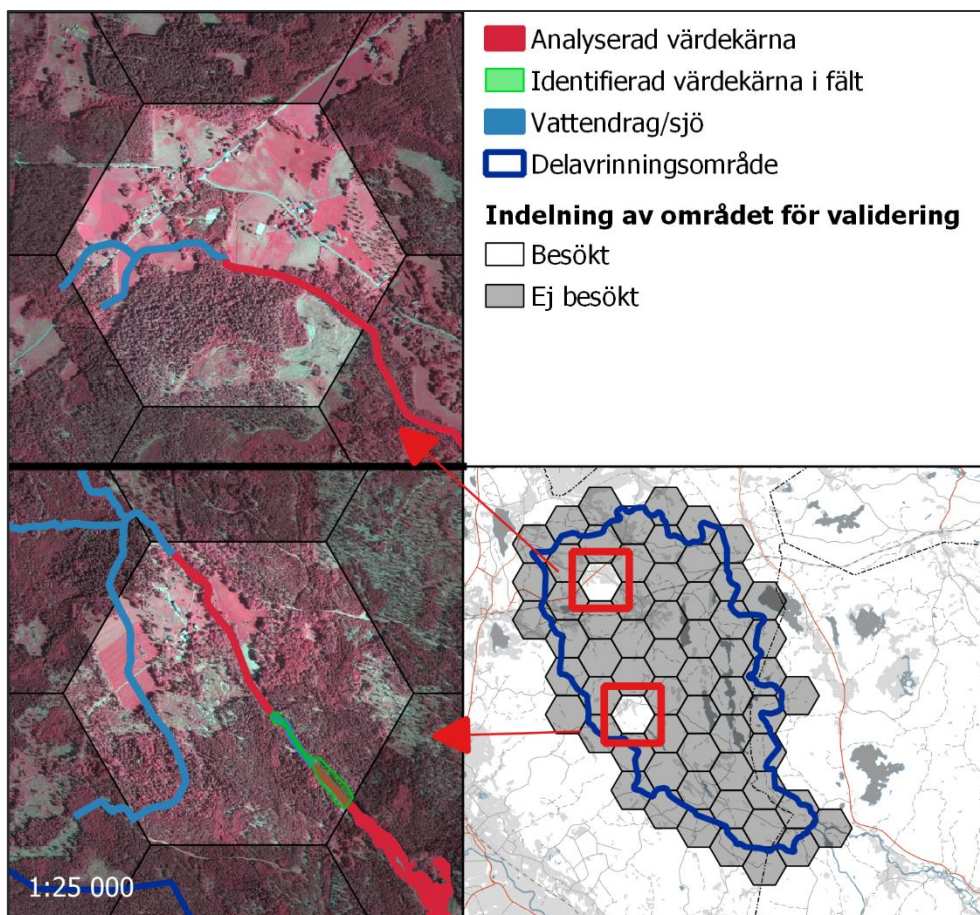
Urvalet av värdekartor inom delavrinningsområdet Mynnar i Emån kommer till största delen från *Rödgölemossen och myrmosaik vid Kyllensjöarna* i datalagret *Riksintresse, naturvård* som inbegriper många av de större våtmarkerna i södra delen av området. Värdekärnorna i den norra delen är utvalda utifrån att arter observerats i området.

Utöver dessa områden valdes Lilla Kyllen ut som värdekärna då den ligger inom naturreservatet Kyllen.



Figur 10. Karta över de limniska värdekärnor som identifierats inom delavrinningsområdet Mynnar i Emån.

Inom delområdet besöktes två områden för validering (Figur 11). Det ena i norradelen där analysen identifierat en värdekärna. I fält konstaterades dock att vattendraget var ett rätat dike med få värden. Det andra området låg i västra delen av området. Där identifierades en värdekärna i fält där en del av den hade också identifierats som värdekärna vid analysen. Dock hade en längre delsträcka identifierad i analysen. Dessutom hade inte hela sträckan som klassats som värdekärna i fält avgränsats i analysen.



Figur 11. Resultat av fältinventeringen av limniska värdekärnor inom delavrinningsområdet Mynnar i Emån.

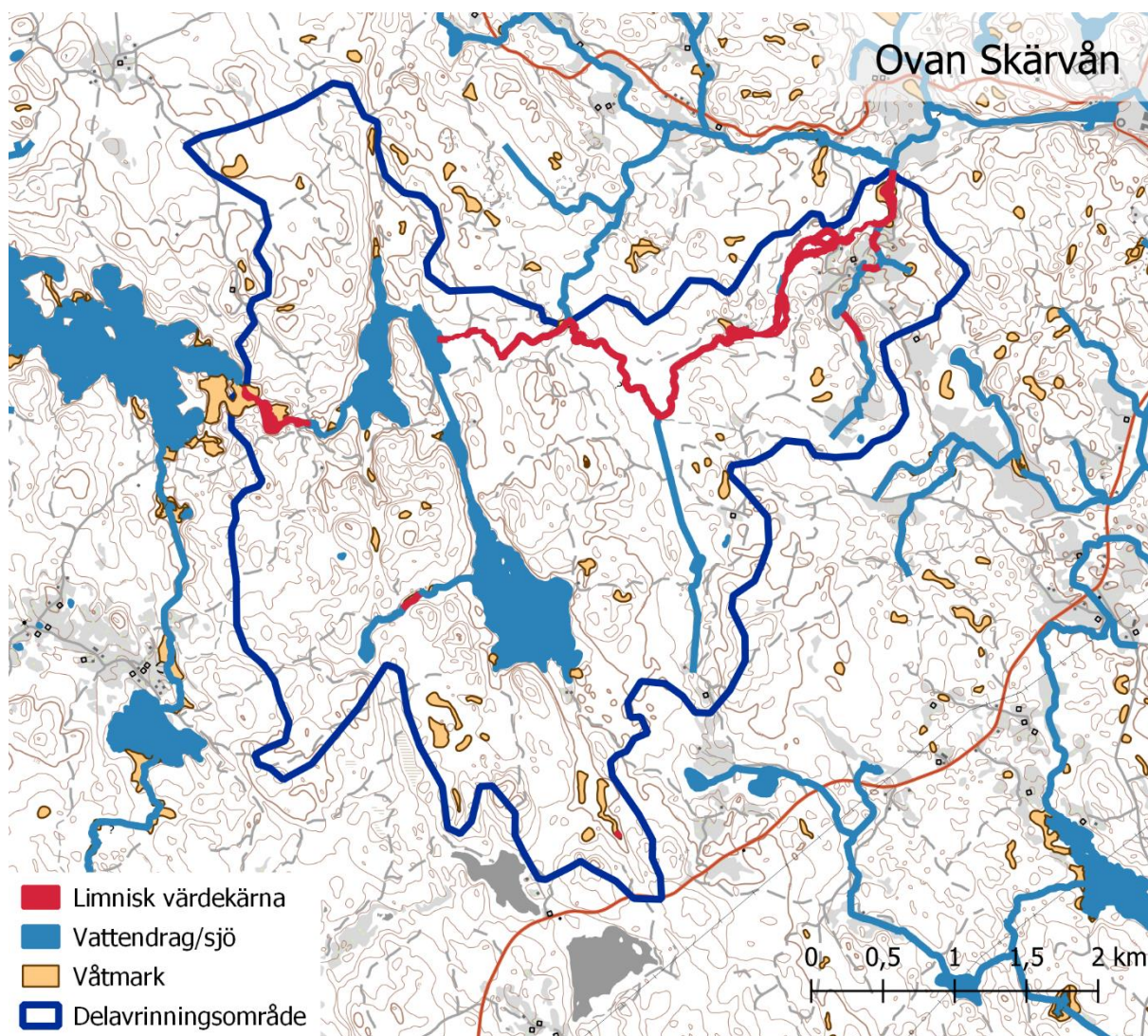
3.4.2 Delavrinningsområde Ovan Skärvån

I delavrinningsområdet Ovan Skärvån identifierades 7 sjöar eller stående vatten som limnisk värdekärna. Sex av dessa områden är delar av Nötån som passerar igenom norra delen av delavrinningsområdet. Det sjunde området är ett litet område med stående vatten i ett skogligt objekt med naturvärde i södra delen. Totalt identifierades 0,7 ha sjö eller stående vatten i delavrinningsområdet (Figur 12).

Den totala sträckan vattendrag som identifierades som värdekärna i delavrinningsområdet var drygt 7 km.

Majoriteten av de värdekärnor som identifierats sammanfaller med Nötån. I nordost är vattendraget klassat som ett Natura 2000-område. Stora delar är också klassat som värdefullt vatten för fiske och naturvärden. I ån finns bland annat flodpärlmussla. Längs sträckan finns också en skoglig nyckelbiotop och ett skogligt objekt med naturvärden, i nordost har även ett område med hög artförekomst identifierats.

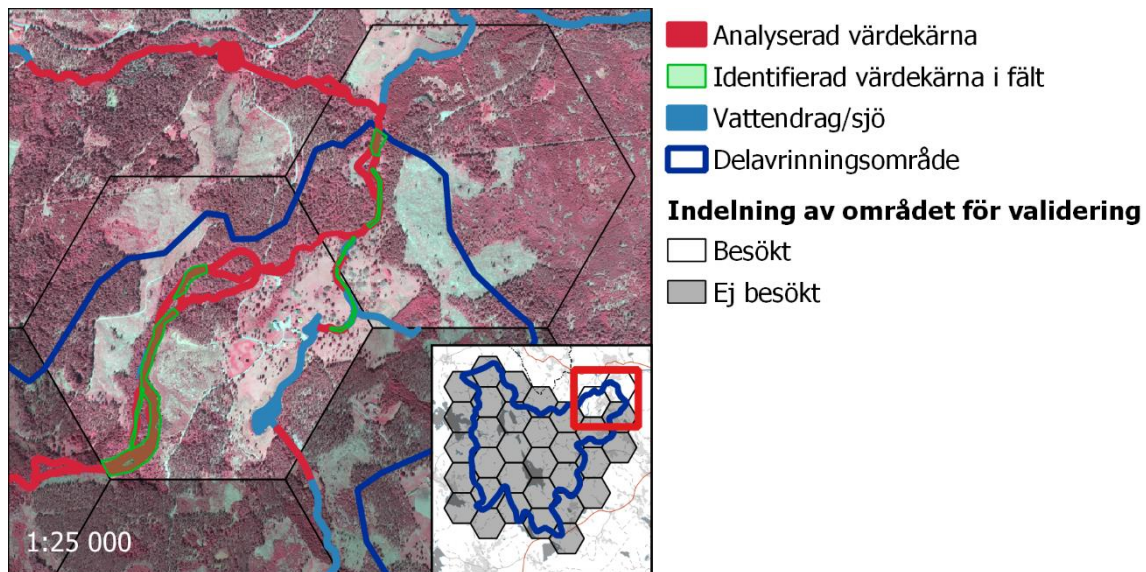
Utöver värdekärnorna längs Nötån identifierades två kärnor vid områden från Skogsstyrelsens datalager *Ras och skred vid vattenyta*, och det mindre området med stående vatten i södra delen som nämnts tidigare.



Figur 12. Karta över de limniska värdekärnor som identifierats inom delavrinningsområdet Ovan Skärvån.

De områden som besöktes i fält i delavrinningsområdet Ovan Skärvån innefattar till stor del det område som klassats som Natura 2000 (Figur 13). En stor del av området klassades också som värdekärna vid inventeringen i fält. Dock inte allt.

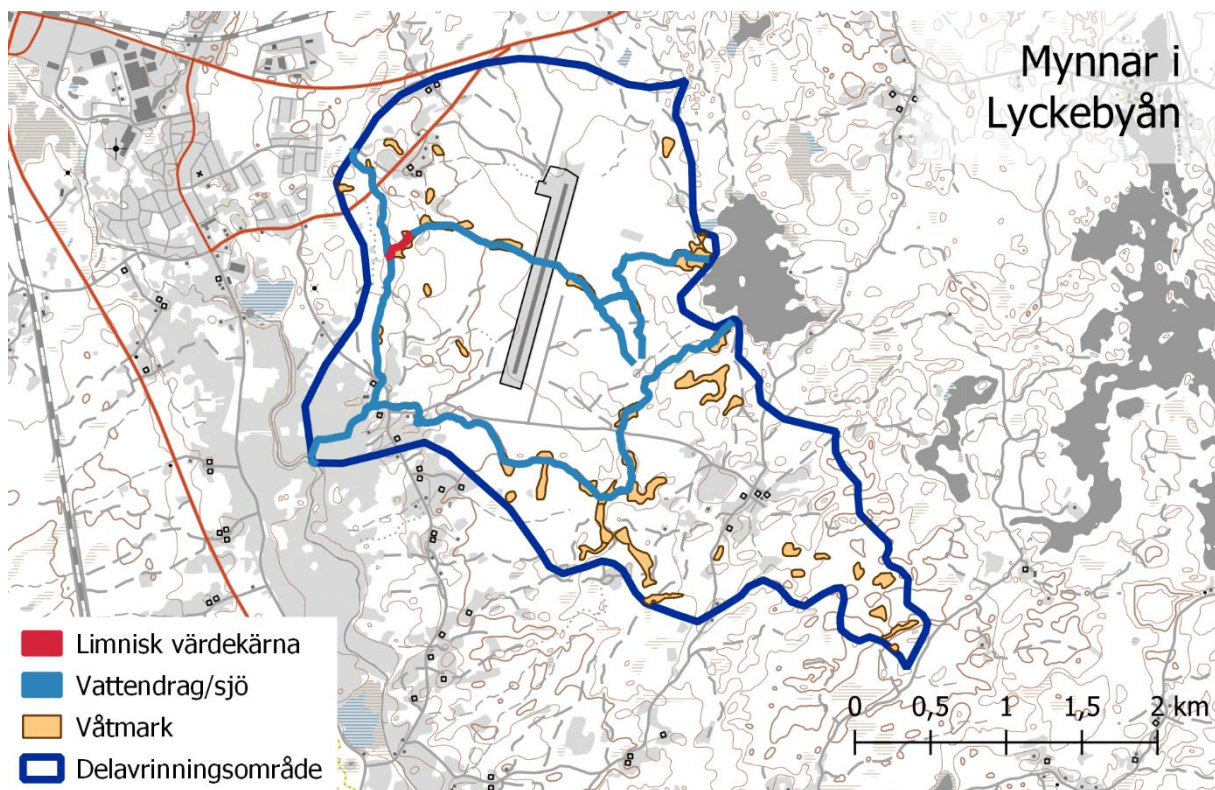
Utöver det Natura 2000-område som utgörs av Nötån identifierades även en del av ett biflöde som värdekärna i fält. En stor del av denna sträcka identifierades också i analysen som värdekärna. Urvalet gjordes utifrån den höga artförekomsten i området.



Figur 13. Resultat av fältinventeringen av limniska värdekärnor inom delavrinningsområdet Ovan Skärvån.

3.4.3 Mynnar i Lyckebyån

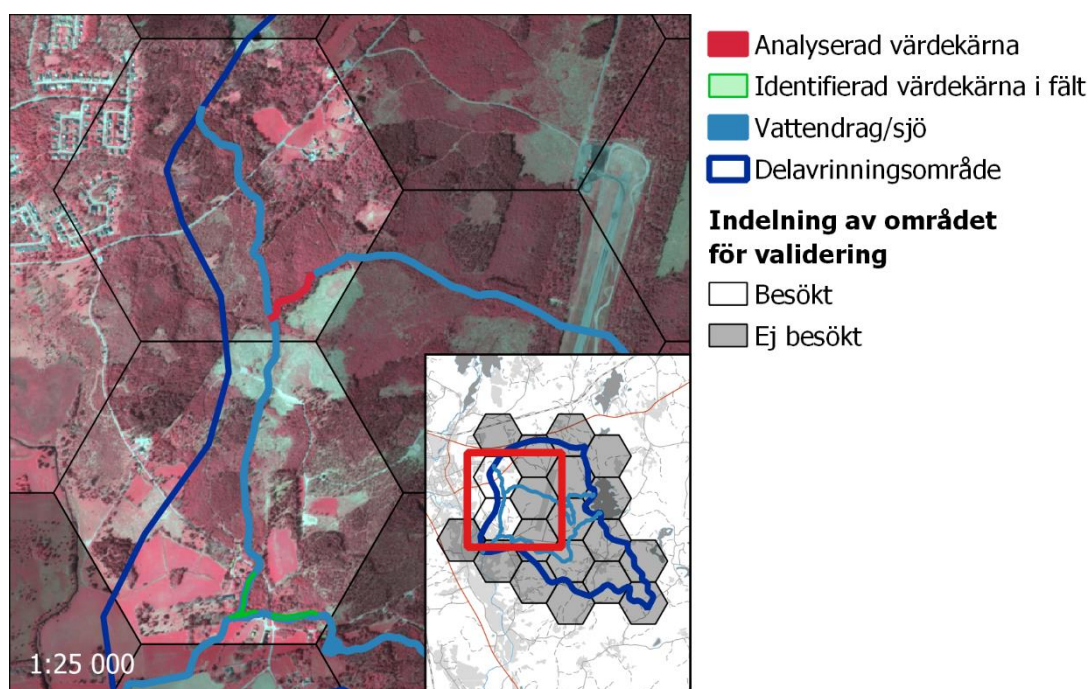
Inom delavrinningsområdet Mynnar i Lyckebyån identifierades endast en stäcka om 211 m som limnisk värdekärna. Sträckan som är en del av Skutarydbäcken valdes ut då den låg inom en skoglig nyckelbiotop (Figur 14).



Figur 14. Karta över de limniska värdekärnor som identifierats inom delavrinningsområdet Mynnar i Lyckebyån.

Värdekärnan som identifierades i analysen klassades inte som värdekärna vid fältinventeringen, bland annat på grund av att det rätats. Även hela fortsättningen av vattendraget söderut klassades som rätad. I analysen av vattendragstyp var det ett av vattendragen som klassats som dike (Figur 6).

I fält klassades ett område längre söder ut som värdekärna (Figur 15). I området ansluter Skutarydbäcken till Gusemålabäcken. Värdena var bland annat en blockrik bäckfåra med en botten av grovt grus, sten och sand, samt inslag av död vid i vattendraget. Detta område identifierades inte som värdekärna vid analysen.



Figur 15. Resultat av fältinventeringen av limniska värdekärnor inom delavrinningsområdet. Mynnar i Lyckebyån.

3.4.4 Sammanfattande resultat för avgränsning av limniska värdekärnor

Totalt avgränsades 14 % av vattenytorna med stående vatten och 36 % av vattendragssländan inom områdena som limnisk värdekärna (Tabell 2). Variationen mellan de olika delavrinningsområdena är dock stor. För Mynnar i Lyckebyån har endast 2 % av vattendragen klassats som värdekärna medan 59 % har klassats som värdekärna i området Ovan Skärvån. Inom Mynnar i Emån har 23 % av ytan stående vatten klassats som värdekärna medan knappt någon yta stående vatten har identifierats inom de andra delavrinningsområdena.

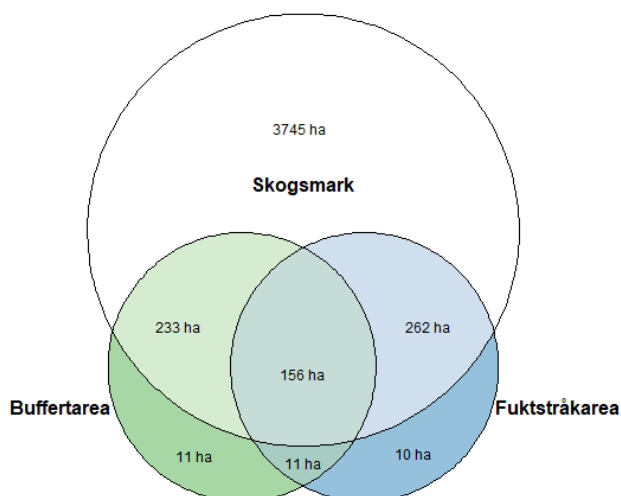
Tabell 2. Sammanfattning av arealer stående vatten, längden av vattendrag inom delavrinningsområdena. Totalt och de som avgränsats som limnisk värdekärna.

Delavrinningsområde	Area stående vatten som värdekärna	Total area stående vatten	Andel värdekärna, stående vatten	Längd vattendrag som värdekärna	Total längd vattendrag	Andel värdekärna, vattendrag
Mynnar i Emån	24,2 ha	103,8 ha	23 %	10 760 m	27 948 m	39 %
Ovan Skärvån	0,7 ha	74,9 ha	1 %	7 308 m	12 491 m	59 %
Mynnar i Lyckebyån	0 ha	0,6 ha	0 %	211 m	9 914 m	2 %
Totalt	24,9 ha	179,3 ha	14 %	18 279 m	50 353 m	36 %

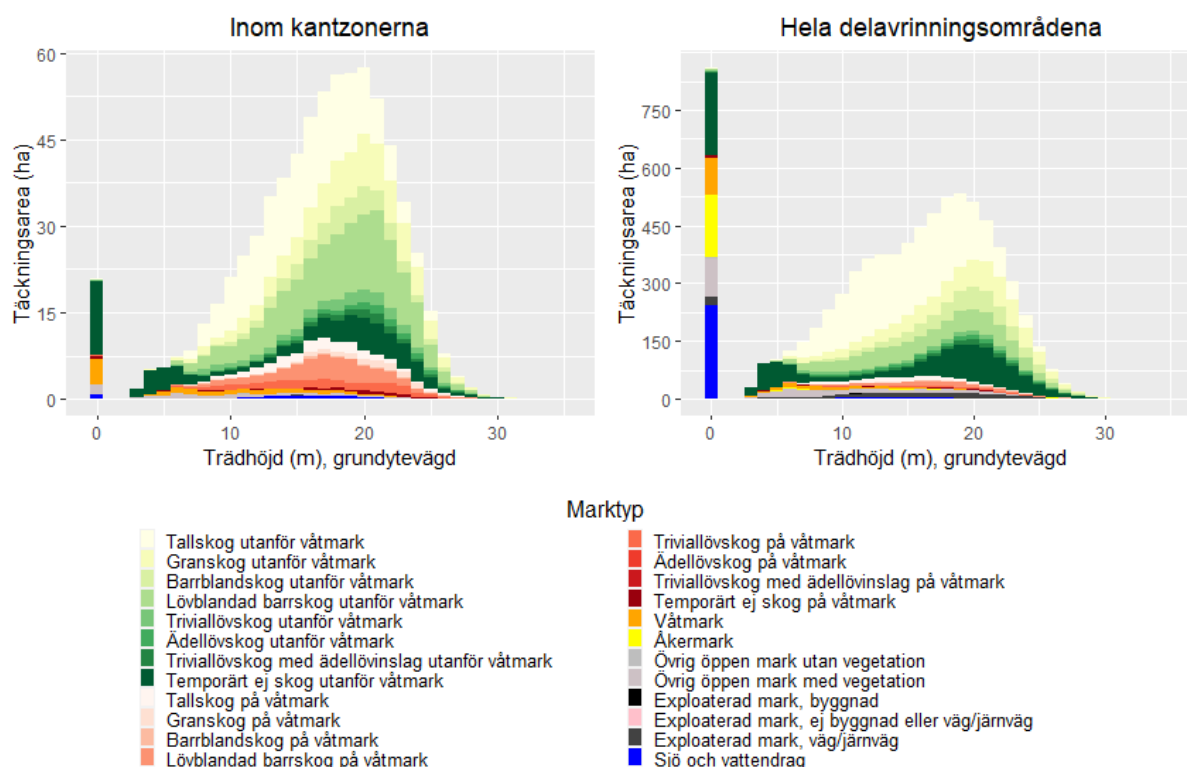
3.5. Ekologiskt funktionella kantzoner (EFK)

Totalt avgränsades 683 ha kantzoner inom delavrinningsområdena, varav 651 ha var inom skogsmark. Det motsvarar knappt 15 % av skogsmarksarealen. Den inledande analysen med buffert kring vattendragen avgränsade 411 ha kantzoner. Till det lades 439 ha fuktstråk, varav 167 ha redan överlappade de buffrade ytorna (Figur 16). Den totala arean av delavrinningsområdena var 5 167 ha.

De miljöer som finns inom de avgränsade kantzoner är relativt lika de miljöer som finns inom områdena i stort men det finns vissa skillnader (Figur 17). Eftersom kantzoner avgränsats inom främst skogsmark är skogsmark till större del representerad inom kantzoner. Av skogsmarken är en större del av skogen skog på våtmark inom kantzoner. Det går också att se att andelen lägre skog (10 m - 15 m hög) är mer förekommande inom området i stort, jämfört med kantzoner.

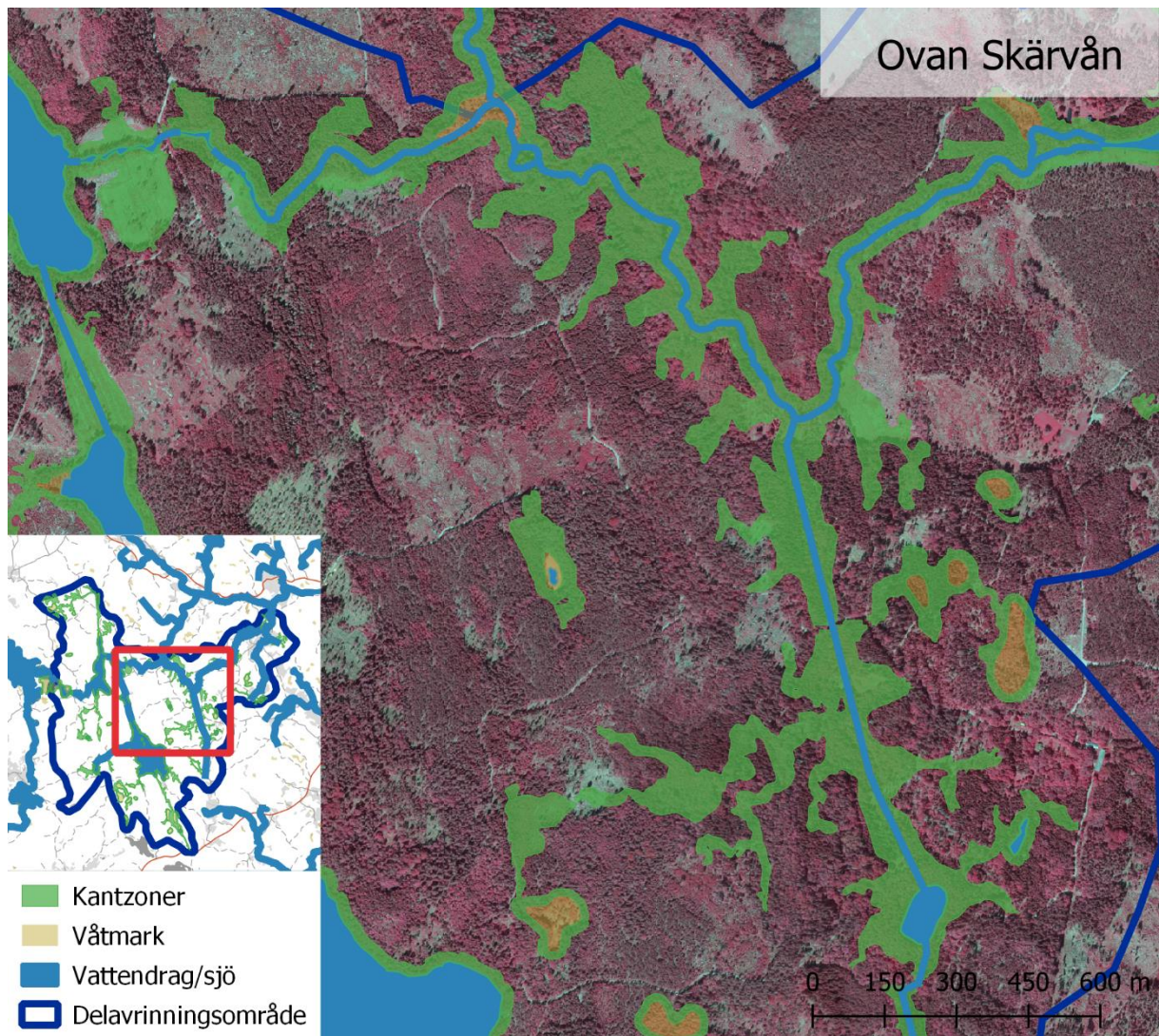


Figur 16. Arealfördelningen av de avgränsade kantzoner i analysen. Observera att cirkelarnas area inte är proportionerligt de areor de motsvarar.

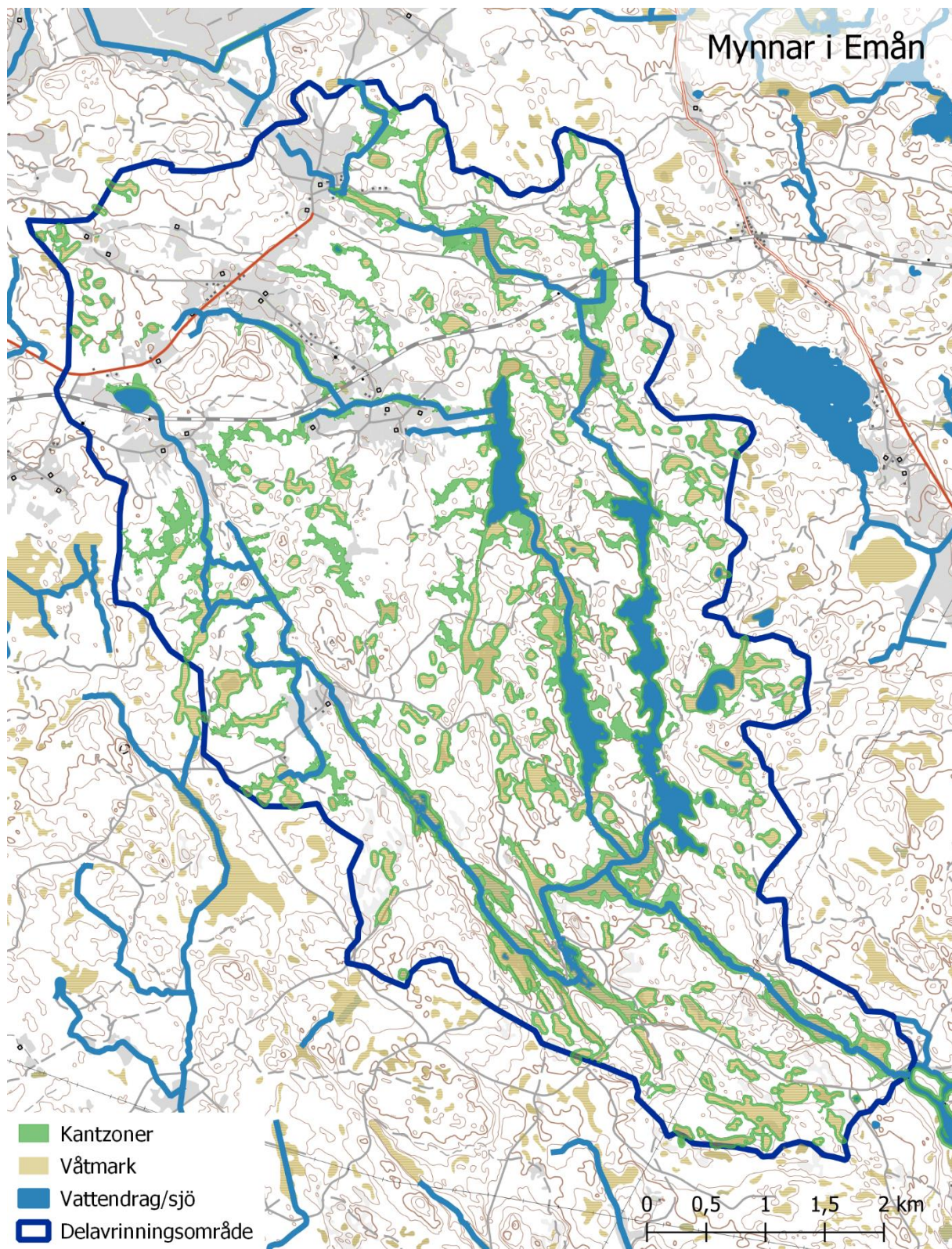


Figur 17. Fördelningen av trädhöjd (s.k. histogram) inom de avgränsade kantzoner och delavrinningsområdena i stort. Staplarna är indelade i höjdklasser om en meter. Inom varje stapel ses fördelningen av de marktyper som finns i höjdklassen.

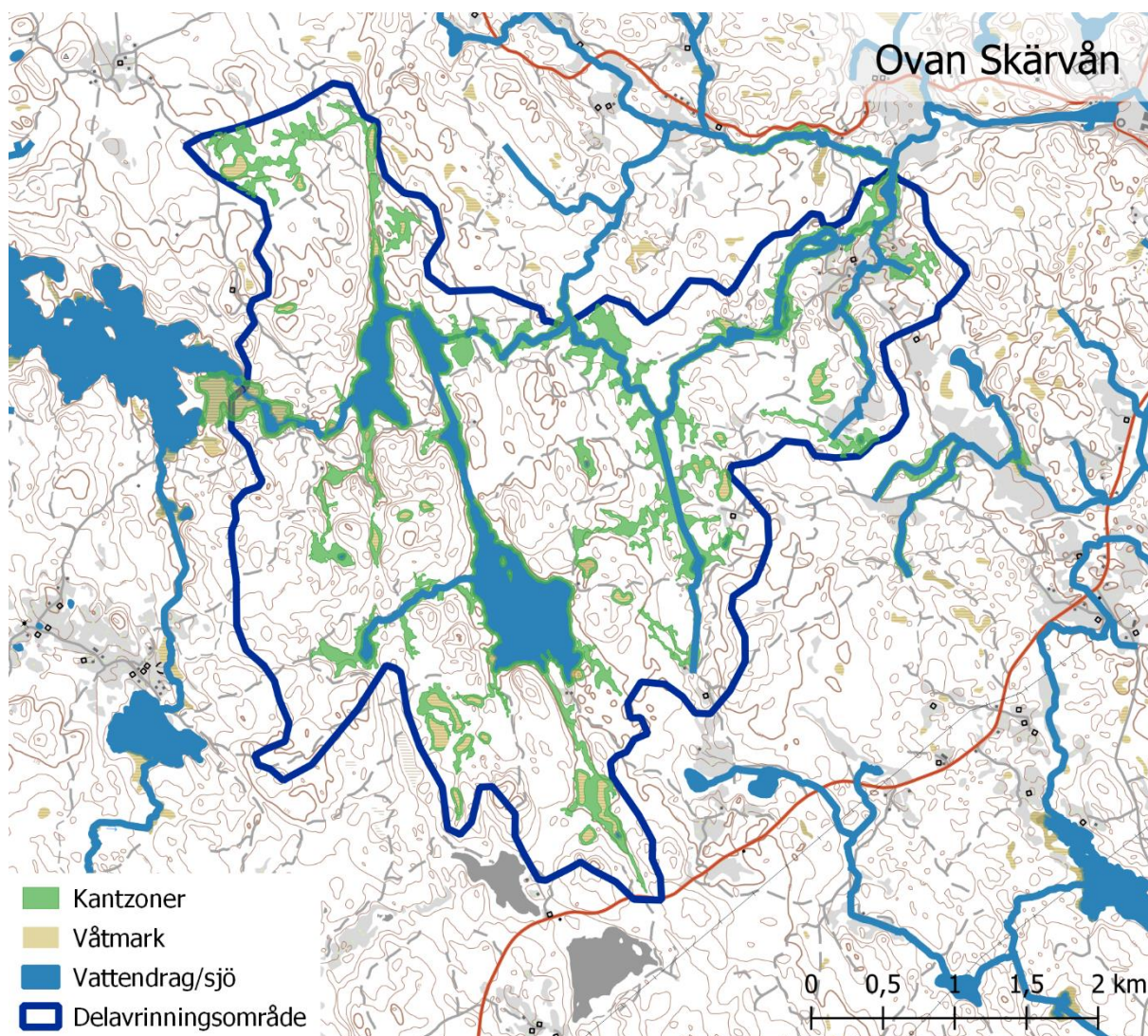
I resultaten går det att se hur kantzoner följer vattendragen och sjöarna och hur den dynamiskt följer de områden som avgränsats som fuktstråk (Figur 18, Figur 19 & Figur 20).



Figur 18. Detaljkarta över hur ekologiskt funktionella kantzoner avgränsats inom ett exempelområde i delavrinningsområdet Ovan Skärvån.



Figur 19. Karta över hur ekologiskt funktionella kantzoner avgränsats inom delavrinningsområdet Mynnar i Emån.

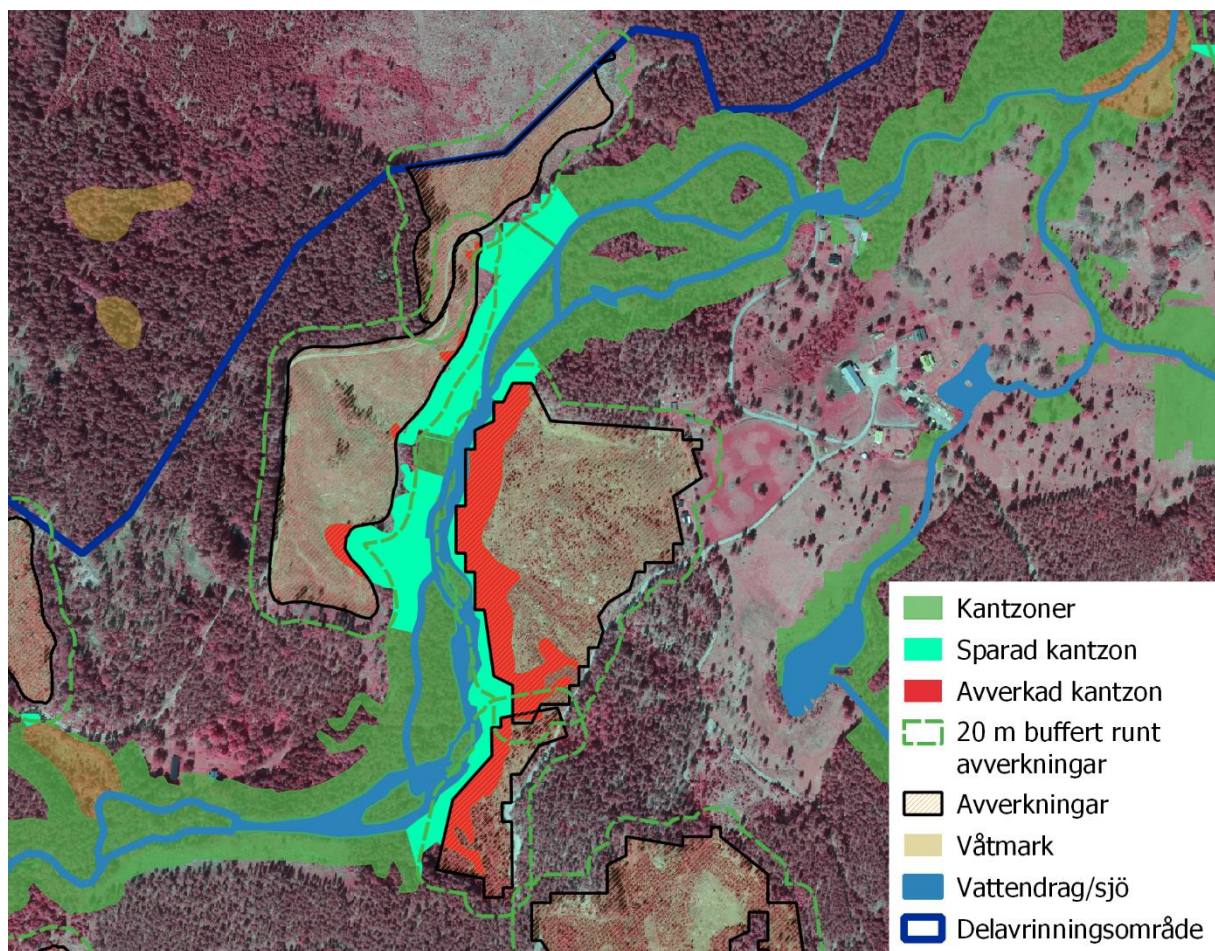


Figur 20. Karta över hur ekologiskt funktionella kantzoner avgränsats inom delavrinningsområdet Ovan Skärvån.

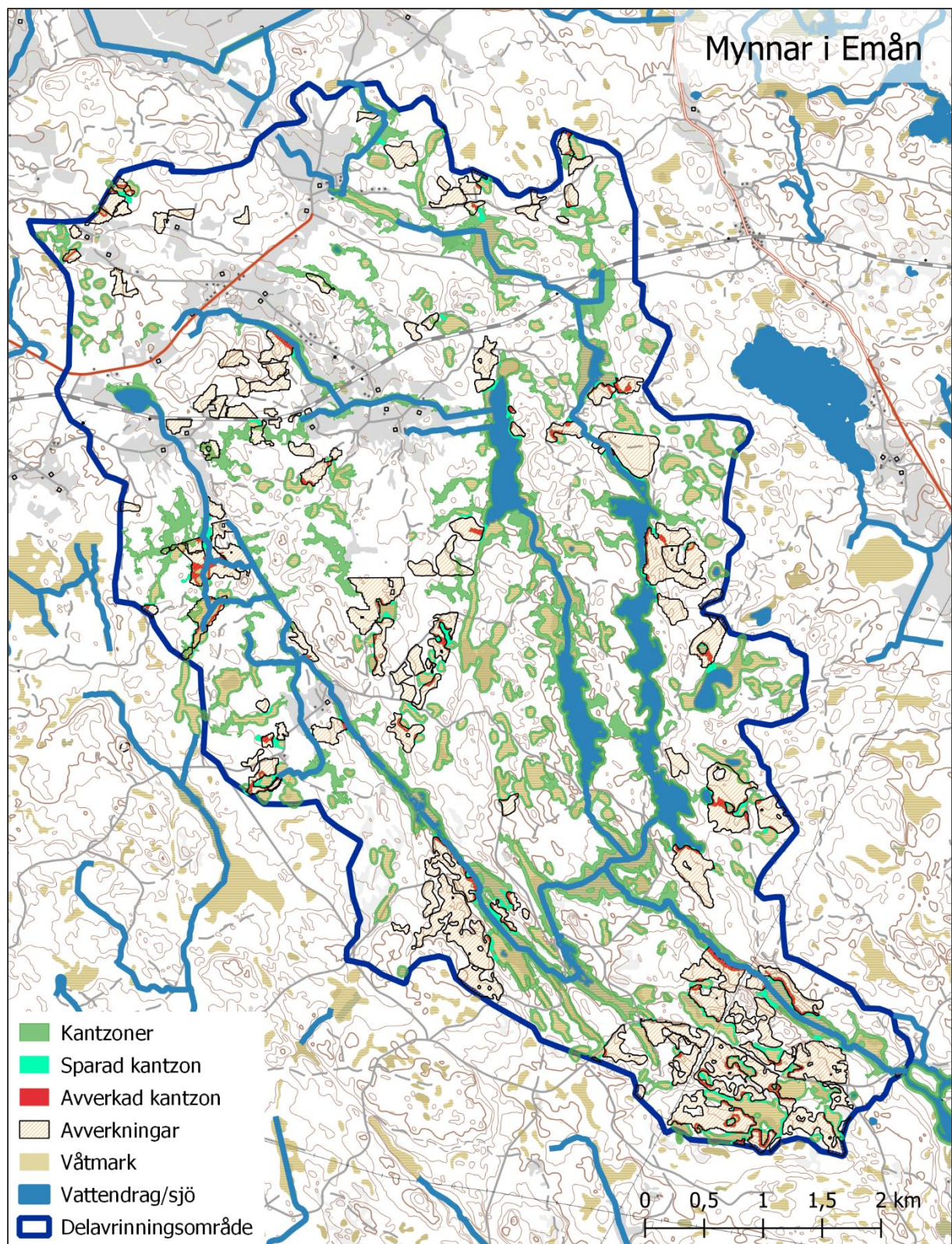
3.6. Avverkade och sparade kantzoner

Efter urvalet av avverkningar fanns det 362 avverkningar om totalt 784,3 ha inom delavrinningsområdena. Det motsvarar 21 % av skogsmarken i delavrinningsområdena. Av dessa påverkade 178 avverkningar (totalt 546,1 ha) kantzoner, det vill säga var inom 20 m från en kantzon. Samtliga tillgängliga avverkningar från 2004 och framåt, utom en på 0,5 ha från 2017 valdes ut. Inga avverkningar från före 2004 valdes ut.

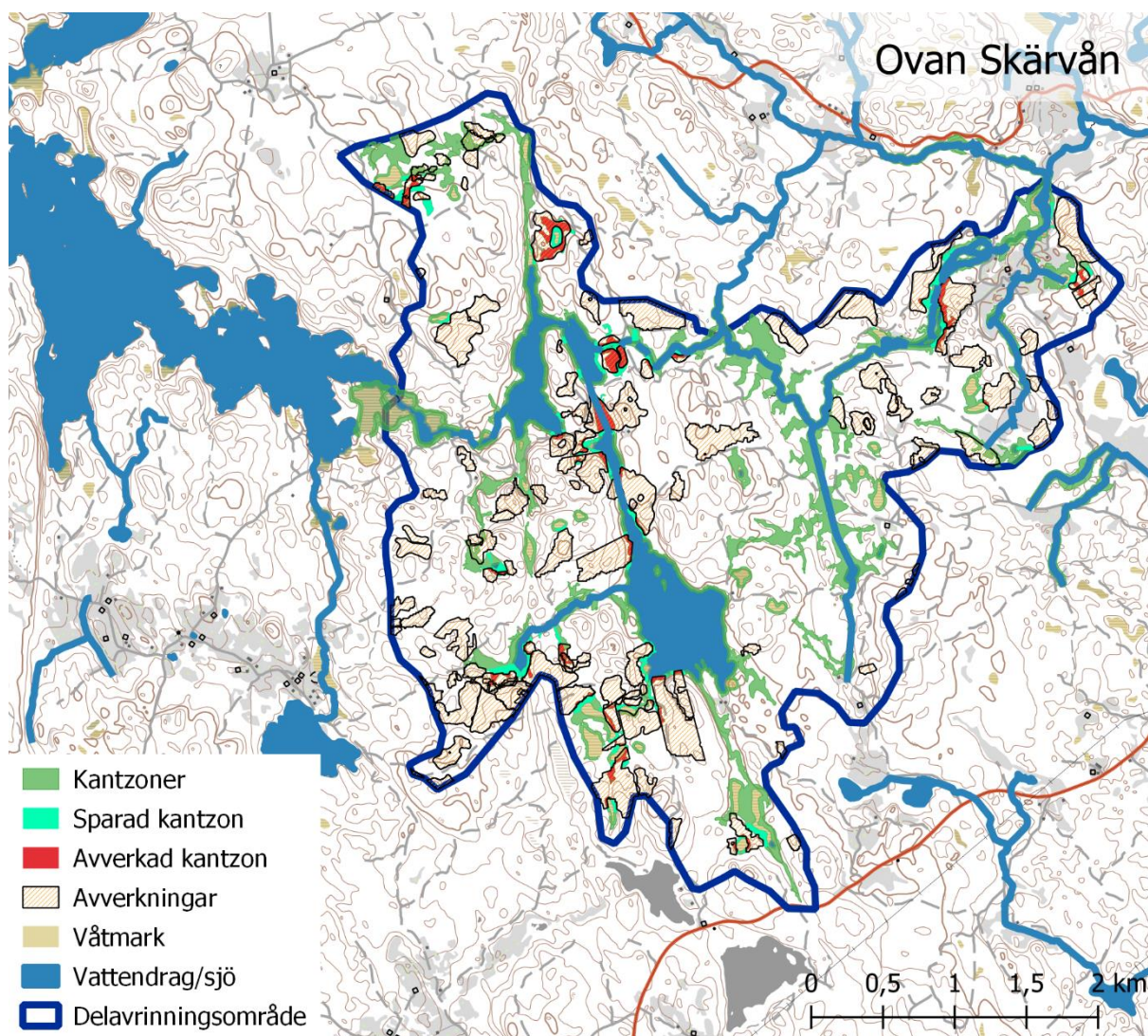
Den totala arealen kantzon som påverkats av avverkning var 118,3 ha, vilket motsvarar 17 % av den totala arealen kantzoner inom delavrinningsområdena. Av dessa 118,3 ha klassades 54,6 ha som avverkad kantzon och 63,7 som sparad. Av den totala arealen kantzon i delavrinningsområdena klassades alltså 8 % som avverkade (Figur 21, Figur 22 & Figur 23).



Figur 21. Exempel på ett område där delar av den avgränsade kantzonen avverkats och vilka delar som identifierats som sparade. Området ligger i nordöstra delen av området Ovan Skärvån.



Figur 22. Karta över avverkningar, sparade och avvergade kantzoner inom delavrinningsområdet Mynnar i Emån.



Figur 23. Karta över avverkningar, sparade och avverkade kantzoner inom delavrinningsområdet Ovan Skärvån.

4. Diskussion

Vid utvecklandet av modellen för att avgränsa limniska värdekärnor har fokus varit på att utveckla en skalbar modell som kan användas inom andra regioner. Det går dock inte att utvärdera alla datakällor och hur de kan användas nationellt när fokus har legat på tre delavrinningsområden. Flera datakällor med objekt som kan vara relevanta inom andra regioner saknas inom dessa delavrinningsområden. Dessa har inte använts i analysen men kommer att behöva hanteras inom andra områden. För information om vilka datalager som kan vara tillämpbara inom andra regioner kan tabellen i bilaga 1 vara en bra vägledning.

Precis som att vissa datalager inte ingått i analysen har andra datalager valts ut då de ansetts lämpliga inom de delavrinningsområden som analyserats här. Till exempel kan Natura 2000-klassade vattendrag vara väldigt omfattande i sin utsträckning och alla delar behöver inte hålla värdekärnestatus. Likaså kan datalagren med värdefulla vatten från Havs- och vattenmyndigheten täcka väldigt stora ytor och då inte vara lämpliga indikatorer. Inom de delavrinningsområden som studerats har dock Natura 2000-områden bedömts som relevanta för att avgränsa limniska värdekärnor. Likaså har värdefulla vatten för fiske och särskilt värdefulla vatten för naturvärden bedömts som relevanta för dessa delavrinningsområden.

Ska modellen skalas upp till fler eller andra områden kommer urvalet av datakällor behöva förfinas, antingen i själva modellen eller genom med ett manuellt urval av objekt. Dessa delar skulle också kunna kombineras.

Ett urval i modellen skulle kunna bygga på att fler datalager filtrerats utifrån deras attribut, såsom det nu gjorts med bland annat skogliga nyckelbiotoper. Eller att data från olika datalager vägs samman i större utsträckning, till exempel såsom det nu görs när endast de vattendrag som klassats som naturliga väljs ut inom vissa områden. Sådana angreppssätt är dock till stor del begränsade av vilken information som finns dokumenterad om objekten sedan innan.

Ett manuellt urval skulle bestå i att varje objekt i varje datakälla granskas manuellt och en bedömning görs utifrån till exempel information om objektet, ortofoton och historiska kartor. Ett sådant urval skulle kunna ske innan eller efter att modellen valt ut relevanta objekt eller som ett avslutande steg efter analysen då värdekärnor som bedöms felaktiga väljs bort. Utmaningen med ett manuellt urval är att de ofta är tidskrävande och bedömningar kan skifta från person till person.

För att definiera vattendrag utvärderades flera olika datalager och till slut valdes informationen från Hydrografi i nätverk ut. I resultaten syns det att vissa mindre vattendrag saknas i dessa lager. Bedömningen som gjordes var att dessa vattendrag då ändå skulle vara för små och uttorkade till stora delar av året för att vara potentiella värdekärnor. Hydrografi i nätverk gav också en enhetlig datakälla för vattendrag, sjöar och våtmarker vilket bedömdes värdefullt.

Att klassa vattendragens naturlighet utifrån fraktaler ser inte ut att ha särskilt god träffsäkerhet när resultatet utvärderas. Vid en visuell bedömning över resultaten ser det ändå relativt rimligt ut i delavrinningsområdet Mynnar i Lyckebyån där metoden användes. Inom området som besökts har vattendraget som klassats som dike bedömts vara ett rätat vattendrag. Däremot hade även flera andra delar av vattendragen klassats som rätade, men inte identifierats som diken i analysen. En anledning till den låga träffsäkerheten vid valideringen kan vara att korta vattendragssegment med några få brytpunkter på en linje har gett utslag. Eftersom de innehåller så få brytpunkter kan de inte slingra sig och fraktal-värdet kommer vara nära 1. En annan felkälla kan vara de data som användes vid jämförelsen som kanske inte alltid heller klassat vattendragen till rätt klass

Information om naturvårdsarter är en viktig aspekt vid en analys likt denna. Problemet är att det saknas tillräckligt med information för många områden. Genom att beräkna ignoransvärden för olika artgrupper går det att visa på den bristande informationen. Det går däremot inte att på ett enkelt sätt korrigera för den bristande informationen. När opportunistiskt inrapporterade observationer av artdata används såsom här går det inte med säkerhet att veta vilka eller hur många arter som kan finnas inom områden med hög ignorans. Det bidrar till en viss skevhet i analysen där det är större osäkerhet i avgränsningen av värdekärnor där ignoransen är hög.

Verktyget *Species observation explorer* som använts för att beräkna ignoransvärden för artgrupper använder data från GBIF (GBIF, 2020), medan de data som använts vid analysen kommer från de datakällor som finns i Analysportalen (Svenska LifeWatch, 2020). Mycket av de data som finns i Analysportalen finns även i GBIF men det innebär att ignoransvärdena troligtvis inte helt överensstämmer med de data som använts i analysen. De beräknade ignoransvärdena ger ändå en tydlig indikation på vilka osäkerheter som finns kring användandet av artdata.

Trots de osäkerheter som nämnts visar ändå fältbesöken att resultaten ser lovande ut. Flera av de områden som avgränsats i fält har också valts ut vid analysen. Utifrån de fältinventerade områdena ser dock modellen ut att kunna avgränsa väl mycket som limnisk värdekärna. Utifrån de data som finns går det dock inte att göra någon systematisk validering. Fältinventeringen har dock varit för liten för det.

De hydrologiska zonerna som lagts till ökar komplexiteten i vad som är kantzoner. Generellt finns det osäkerheter i dem vilket innebär att allt som avgränsats kanske inte kan anses vara kantzoner. Bitvis är deras utsträckning också väldigt stor. I det praktiska skogsbruket skulle inte ett fuktstråk som sträcker sig in ett bestånd men inte uppenbart ligger i anslutning till ett vattendrag klassas som kantzoner, även om fuktstråket ansluter till ett vattendrag längre bort. Spars ett sådant område skulle det troligtvis i stället betraktas som en hänsynskrävande biotop. I analysen av avverkade kantzoner har det tagits i beaktande. Det har gjorts genom att inte inkludera delar av kantzoner som inte kan beskäras genom en rak linje från avverkningen till vattendraget, utan att linjen passerar utanför kantzonsytan.

Analysen av miljöerna i kantzoner visar på vissa skillnader mellan skogen inom kantzoner och skogen i stort inom områdena. Att andelen skog på våtmark är större inom kantzoner är rimligt och i linje med syftet med kantzoner. Genom att spara skog på våtmark längs vattendragen minskar risken för körskador vid avverkning, speciellt i den känsliga zonen närmast vattendrag. Den fuktigare miljön är också ett viktigt habitat för många arter.

Det går inte med säkerhet att säga varför det är en mindre andel låg skog (10 m - 15 m hög) inom kantzoner. Men en anledning skulle kunna vara skogsbrukets arbete med att bevara kantzoner. Mycket av den lägre skogen är troligtvis ungskog och har inte kantzoner avverkats finns det en mindre andel lägre skog inom kantzoner.

Analysen av avverkade kantzoner visar ändå på att det sker avverkning inom de kantzoner som avgränsats i analysen. Omkring hälften av den påverkade arean kantzoner har avverkats, vilket skulle motsvara att hälften av den avgränsade kantzonen skulle avverkas under en skoglig omloppstid.

Varför en kantzoner avverkas kan ha flera anledningar. Till viss del kan det bero på misstag men olika skogsägare har också olika policys och ambitioner vid hanteringen av kantzoner. I vissa lägen kan det vara motiverat med att avverka inom kantzoner för att gynna till exempel lövträdslag för att i längden skapa miljönytta. Avverkningar inom kantzoner ka

också motiveras av att risken för vindfällen ska minskas längs vattendragen, vilket skulle skapa rotvältor och en ökad transport av markpartiklar och näringsämnen till vattendraget.

Sammanfattningsvis ser resultaten överlag rimliga ut och har potential att kunna användas som underlag i olika typer av planering och fortsatta analyser. Många av de identifierade värdekartorna i fält identifierade vid analysen. Eventuellt avgränsade modellen väl många områden som värdekärna.

5. Referenser

- Ahlkrona, E., Cristvall, C., Jönsson, C., Mattisson, A. & Olsson, B. (2019). *Nationella marktäckedata 2018 basskikt* [online]. Naturvårdsverket. (Utgåva 2.1). Tillgänglig: <https://gpt.vic-metria.nu/data/land/NMD/>. [Hämtad den 2020-05-04].
- Arlt, D., Ruete, A. & Hammarström, A. (2020). *BIRDS: Biodiversity Information Review and Decision Support* [online]. Version: 0.1. Tillgänglig: <https://CRAN.R-project.org/package=BIRDS>. [Hämtad den 2020-07-28].
- Auguie, B. (2017). *gridExtra: Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics* [online]. Tillgänglig: <https://CRAN.R-project.org/package=gridExtra>.
- Bergab-Bergeologiska Undersökningar AB (Ej publ.). *Tjänster för fjärranalys över skogslandskapets våtmarker och vattendrag*.
- Bovin, M., Elcim, E. & Wennberg, S. (2017). *Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region*. Metria AB på uppdrag av Naturvårdsverket.
- Bölenius, E., Johansson, T., Sabel, U., Hjort, J., Svensson, J. & Vartia, K. (2019). *Kantzoner längs jordbruksvatten för en bättre vattenmiljö* [online]. Jordbruksverket & Havs- och vattenmyndigheten. (2019:6). Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6e46bb716fc11d7264a1c2d/1579611567861/ra19_6.pdf. [Hämtad den 2021-01-29].
- Chen, H. (2018). *VennDiagram: Generate High-Resolution Venn and Euler Plots* [online]. Tillgänglig: <https://CRAN.R-project.org/package=VennDiagram>.
- Degerman, E. (2008). *Ekologisk restaurering av vattendrag* [online]. Stockholm: Naturvårdsverket. Tillgänglig: http://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/sidan-publikationer/ekologisk-restaurering-av-vattendrag/ekologisk-restaurering-av-vattendrag_web.pdf.
- GBIF (2020). [online] (GBIF | Global Biodiversity Information Facility). Tillgänglig: <https://www.gbif.org/>.
- GRASS GIS (2019). *GRASS* [online]. Version: 7.8.2. Tillgänglig: <https://grass.osgeo.org/>.
- Havs- och Vattenmyndigheten (2020). *Värdefulla vatten* SGU, Sveriges geologiska undersökning. Tillgänglig: <https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/kartor-och-gis/karttjanster/karttjanster-fran-oss/vardefulla-vatten.html>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Jordbruksverket (2016). *Gynna mångfalden på kantzoner* [online]. (JO16:19). Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6c5ddbfe158d47f0fe2ced4a/1481189421409/jo16_19.pdf. [Hämtad den 2021-01-29].
- Kassambara, A. (2020). *ggpubr: "ggplot2" Based Publication Ready Plots* [online]. Tillgänglig: <https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr>.
- Kazakov, E. (2019). *Minkowski dimension calculator plugin for QGIS* [online]. Version: 2.0. Tillgänglig: http://ekazakov.info/projects/mdc_tutorial.html. [Hämtad den 2021-02-15].
- Kuglerová, L., Ågren, A., Jansson, R. & Laudon, H. (2014). Towards optimizing riparian buffer zones: Ecological and biogeochemical implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 334, ss. 74–84.
- Lantmäteriet (2019). *Produktbeskrivning: GSD-Höjddata, grid 2+*. Tillgänglig: https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/hojd2_plus.pdf. [Hämtad den 2019-10-29].
- Lantmäteriet (2020). *GSD-Terrängkartan Vektor*, Lantmäteriet. Tillgänglig: <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/produktlista/terrangkartan>.
- Lantmäteriet & SMHI (2017). *Hydrografi i nätverk 1.0.1*. Vektor, Lantmäteriet. Tillgänglig: <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/produktlista/hydrografi-nedladdning>.
- Liliegren, Y. (1997). *Nyckelbiotoper i rinnande vatten : ett system för identifiering av särskilt värdefulla biotoper i och i anslutning till rinnande vatten*. Jönköping: Länsstyr. i Jönköpings län.
- Länsstyrelsen i Jönköping (2020). *VM VISS Statusklassningar vattendrag 2016-2021 Vektor*, . Tillgänglig: <https://viss.lansstyrelsen.se/Maps.aspx>.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län (2010). *Kantzoner - Folder* [online]. Tillgänglig: <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.1dfa69ad1630328ad7c62db5/1526068565018/Kantzoner%20-%20Folder.pdf>. [Hämtad den 2021-01-26].
- Murphy, P. N. C., Ogilvie, J., Connor, K. & Arp, P. A. (2007). Mapping wetlands: a comparison of two different approaches for New Brunswick, Canada. *Wetlands*, 27(4), ss. 846–854.
- Naturvårdsverket (2003a). *Bevarande av värdefulla naturmiljöer i och i anslutning till sjöar och vattendrag : vägledning*. Stockholm. (Rapport / Naturvårdsverket, 5330). ISBN 91-620-5330-2.

- Naturvårdsverket (2003b). *Planering av naturreservat : avgränsning och funktionsindelning*. Stockholm. (Rapport / Naturvårdsverket, 5295). ISBN 91-620-5295-0.
- Naturvårdsverket (2016). Myrskyddsplan 2007 reviderad 2016 . Tillgänglig: <https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=c6b02e88-8084-4b3f-8a7d-33e5d45349c4>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Naturvårdsverket (2020a). Basinventeringens naturtypskarta . Tillgänglig: <http://mdp.vic-metria.nu/miljodataportalen/GetMetaDataById?UUID=A527D369-8788-44D5-B7F0-62D67607CB1C>. [Hämtad den 2020-12-18].
- Naturvårdsverket (2020b). Naturtyper och biotoper: Natura naturtypskarta . Tillgänglig: <https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=A8C54FB7-1AEB-441C-B649-3E29FF86EB52>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Naturvårdsverket (2020c). Riksintresse naturvård . Tillgänglig: <https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=fb9ff32f-b6f8-4d8e-ac5c-20ebb0986908>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Naturvårdsverket (2020d). Skyddade områden, Art- och habitatdirektivet (Natura2000, SCI, SAC) . Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Var-natur/Skyddad-natur/Natura-2000/>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Naturvårdsverket (2020e). Skyddade områden, naturminnen . Tillgänglig: <https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=c6b02e88-8084-4b3f-8a7d-33e5d45349c4>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Naturvårdsverket (2020f). Skyddade områden, naturreservat . Tillgänglig: <https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=2921b01a-0baf-4702-a89f-9c5626c97844>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Naturvårdsverket (2020g). Skyddsvärda statliga skogar . Tillgänglig: <https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=3919E66E-2E09-440D-9171-B5074DF0C0ED>. [Hämtad den 2020-11-11].
- OSGeo (2019). *PostGIS* [online]. Version: 3.0. Tillgänglig: <http://postgis.net/>.
- QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. (2020). *QGIS* [online]. Version: 3.10. Tillgänglig: <http://qgis.org>.
- QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. (2021). *QGIS* [online]. Version: 3.16. Tillgänglig: <http://qgis.org>.
- R Core Team (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [online]. Version: 4.0.3. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Tillgänglig: <https://www.R-project.org/>.
- Ruete, A. (2020). *Species Observations Explorer* [online]. Greensway AB. Tillgänglig: <https://greensway.se/tjanster/digital-plattform/species-observations-explorer/>.
- SGU (2020). Källor SGU, Sveriges geologiska undersökning. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/oppna-data/grundvatten-oppna-data/kallor/>. [Hämtad den 2020-12-15].
- Skogsstyrelsen (2020a). Biotopskydd [cartographic material]: 00000. Vektor, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/nerladdning-av-geodata/>. [Hämtad den 2020-11-10].
- Skogsstyrelsen (2020b). LST Biotopkartering vandringshinder [cartographic material]: 00000. Vektor, Länsstyrelserna. Tillgänglig: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/GetMetaDataById?id=33e74ce9-d0ba-4414-991f-bb4fdeb8bf58>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Skogsstyrelsen (2020c). Naturvårdsavtal [cartographic material]: 00000. Vektor, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/nerladdning-av-geodata/>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Skogsstyrelsen (2020d). Nyckelbiotoper - Skogsstyrelsen [cartographic material]: 00000. Vektor, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/nerladdning-av-geodata/>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Skogsstyrelsen (2020e). Nyckelbiotoper - storskogsbruket [cartographic material]: 00000. Vektor, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/nerladdning-av-geodata/>. [Hämtad den 2020-11-11].
- Skogsstyrelsen (2020f). Objekt med naturvärden [cartographic material]: 00000. Vektor, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/nerladdning-av-geodata/>. [Hämtad den 2020-11-11].

- Skogsstyrelsen (2020g). Ras och skred vid vattenyta [cartographic material]: 00000. Vektor, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/nerladdning-av-geodata/>. [Hämtad den 2020-11-10].
- Skogsstyrelsen (2020h). Sumpskogar [cartographic material]: 00000. Vektor, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/nerladdning-av-geodata/>. [Hämtad den 2020-11-10].
- Skogsstyrelsen (2021a). Skogliga grunddata [cartographic material]: 00000. Raster, . Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/ftp/>.
- Skogsstyrelsen (2021b). Utförd avverkning Raster, . Tillgänglig: <http://geodpags.skogsstyrelsen.se/geodataport/feeds/UtfordAvverk.xml>. [Hämtad den 2021-01-26].
- SLU (2020). SLU Markfuktighetskarta Vektor, Institutionen för Skogens Ekologi och Skötsel, SLU. Tillgänglig: <https://www.slu.se/institutioner/skogens-ekologi-skotsel/forskning2/markfuktighetskarter/har-finns-kartorna/>.
- Svenska LifeWatch (2020). *Analysportalen*. [online]. Tillgänglig: <https://www.analysisportal.se/>.
- The PostgreSQL Global Development Group (2019). *PostgreSQL* [online]. Version: 12.1. Tillgänglig: <https://www.postgresql.org/>.
- von Wachenfeldt, E., Bjelke, U., Sundberg, S., Svensson, M. & Trigal, C. (2015). *Grön infrastruktur i sötvatten*. Uppsala, Sweden: Artdatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet. (SLU.dha.2015.5.1-31).
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis* [online]. Springer-Verlag New York. Tillgänglig: <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- Ågren, A. & Lidberg, W. (2020). *Dokumentation nya hydrografiska kartor – vattendrag och SLU Markfuktighetskarter* [online]. Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/seksko/forskning/markfuktighetskarter/dokumentation-slu-markfuktighetskarta-2020-11-12.pdf>.

Bilaga 1, tabeller och figurer

Tabell 3. Tabell över de datalager som tagits i beaktande vid analysen, hur och om de använts.

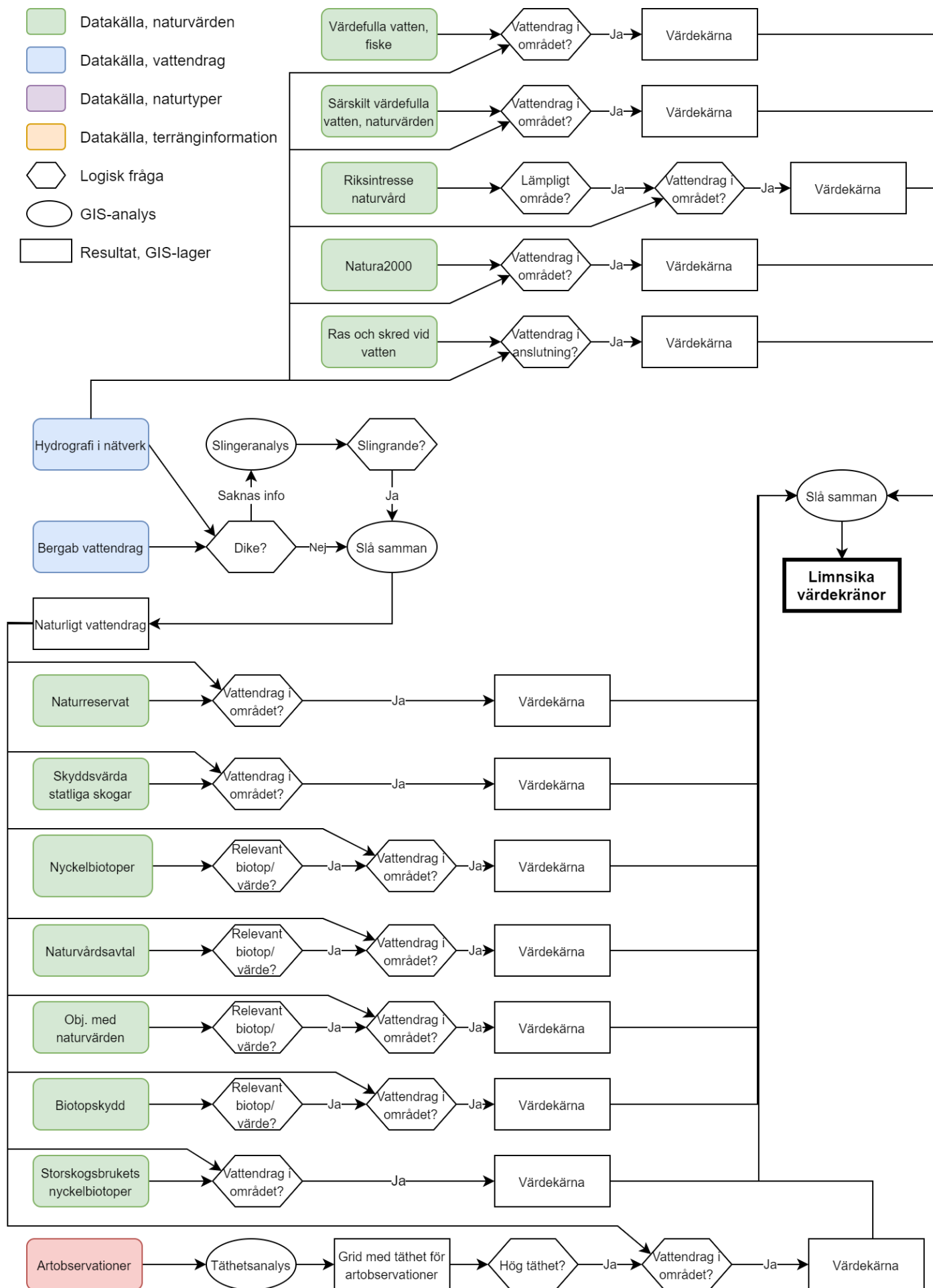
Datalager och källa	Kommentar	Användning
Värdefulla vatten – fiske (Havs- och vattenmyndigheten, 2020)		Använd direkt
Skyddsvärda statliga skogar (Naturvårdsverket, 2020g)		Slingrande/ej dike och/eller rätt naturtyp
Särskilt värdefulla vatten – naturvärden (Havs- och Vattenmyndigheten, 2020)		Använd direkt
Riksintresse naturvård (Naturvårdsverket, 2020c)	Två områden i ytorna. Emån är för stor yta för relevans. Rödgölemossen och myrmosaik vid Kyllensjöarna bör kunna användas.	Använd relevant direkt
Natura 2000 (Naturvårdsverket, 2020d)		Använd direkt
Naturreservat (Naturvårdsverket, 2020f)		Slingrande/ej dike och/eller rätt naturtyp
NNK_yta (Naturvårdsverket, 2020b)	Kartering av naturtyper	Används för att stärka bedömning
Storskogsbrukets nyckelbiotoper (Skogsstyrelsen, 2020e)		Slingrande/ej dike
Ras och skred vid vatten (Skogsstyrelsen, 2020g)		Anslutande vattendrag väljs
Nyckelbiotoper (Skogsstyrelsen, 2020d)		Väljs ifall slingrande/ej dike och rätt biotop/värde
Naturvårdsavtal (Skogsstyrelsen, 2020c)		Väljs ifall slingrande/ej dike och rätt biotop/värde
Obj. med naturvärden (Skogsstyrelsen, 2020f)		Väljs ifall slingrande/ej dike och rätt biotop/värde
Biotopskydd (Skogsstyrelsen, 2020a)		Väljs ifall slingrande/ej dike och rätt biotop/värde
Artobservationer (Svenska LifeWatch, 2020)		Väljs ifall slingrande/ej dike och tillräckligt stor biodiversitet
Särskilt värdefulla vatten – fiske (Havs- och vattenmyndigheten, 2020)	Ej i ytan	Nej
Särskilt värdefulla vatten – kultur (Havs- och vattenmyndigheten, 2020)	För stort område och ej bra indikator	Nej
BIDOS BI_YTA (Naturvårdsverket, 2020a)	Finns samma i NNK_YTA	Nej
Naturminne polygon (Naturvårdsverket, 2020e)	Ej relevant för dessa ytor	Nej
Myrskyddsplan (Naturvårdsverket, 2016)	Ej i ytan	Nej
Sumpskogar (Skogsstyrelsen, 2020h)	Dålig indikator	Nej

Datalager och källa	Kommentar	Användning
Källor (SGU, 2020)	Ej i ytan	Nej
Nationella marktäckedata (Ahlkrona m.fl., 2019)		Ja, för information om kantzoner
Vandringshinder (Skogsstyrelsen, 2020b)	Svårtillämpat	Nej
Laserdata punktmoln, Lantmäteriet, via geodatasamverkan	Svårtillämpat	Nej
Historiska ortofoton, Lantmäteriet, via geodatasamverkan	Svårtillämpat i automatiserad analys	Nej
Delavrinningsområden, Länsstyrelsen geodata, genom VISS		Avgränsar studieområdena
Höjddata, grid 2+, Lantmäteriet, via geodatasamverkan		Nej
Ekonomiska kartan 1940-tal, direktleverans från Lst. Kalmar	Svårtillämpat i automatiserad analys	Nej
Generalstabs-kartan, direktleverans från Lst. Kalmar	Svårtillämpat i automatiserad analys	Nej
Jordart, grundlager, direktleverans från Lst. Kalmar	Osäker avgränsning och indikatorvärde	Nej
DrainageLine_2ha_Eman, direktleverans från Lst. Kalmar	Från Bergab	Vattendrag, information om naturlighet
Emån_påverkan_efter_2013, direktleverans från Lst. Kalmar		Nej
Emån påverkan innan 2013, direktleverans från Lst. Kalmar		Nej
Hydrologiska Zoner Eman, direktleverans från Lst. Kalmar		Ja, hydrologisk del i kantzonerna
Påverkan Emån 2ha, direktleverans från Lst. Kalmar		Nej
SLU Vattendrag (SLU, 2020)	Beräknade vid markfuktmodelleringen	Vattendrag
Skärvån påverkan efter 2013, direktleverans från Lst. Kalmar		Nej
Skärvån påverkan innan 2013, direktleverans från Lst. Kalmar		Nej
Vatmarker Skarvan, direktleverans från Lst. Kalmar		Nej
Biotopkartering vattendrag, Biotopkarteringsdatabasen	Saknas bra GIS-underlag, finns endast för några få vattendrag	Nej
Hydrografi i nätverk (Lantmäteriet & SMHI, 2017)		Vattendrag, våtmarker och sjöar.
Forsar från Hydrografi i nätverk, (Lantmäteriet & SMHI, 2017)	Ej i ytan	Nej

Tabell 4. De datakällor där delmängder valts ut och utifrån vilka fält och klasser det gjorts. Endast klasser som förekommer inom undersökningsområdet har varit med i filtreringen.

Klass	Datakälla	Fält
Alsumpskog (ALSUMP)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Blandsumpskog (BLANSUMP)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Brink (BRINK)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Bäckdal (BÄCKDAL)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Gransumpskog (GRANSUMP)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Kanjondal (KANJON)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Källpåverkad mark (KÄLLMARK)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Liten sprickdal (SPRICDAL)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Lövsumpskog (LÖVSUMP)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Myr- och skogsmosaik (MYRMOSAI)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Naturlig skogsbäck (SKOGBÄCK)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Ravin (RAVIN)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Småvatten (SMÅVATT)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Strandskog (STRASKOG)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Tallsumpskog (TALLSUMP)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Vattenfallsskog (VATTFALL)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Ädellövsumpskog (ÄDELSUMP)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Örtrika bäckdrag (BÄCKDRÅG)	Nyckelbiotoper	Biotopklass
Ansluter till bäck, å eller älv (RINNANSL)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Bäck omgiven av videsnår (VIDEBÄCK)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Flodpärlmussla i vattendraget (FLODPÄRL)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Forsdimpepåverkat område (FORSDIM)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Hög och jämn luftfuktighet (HÖGFUKT)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Kvill, flera bäckfåror (KVILL)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Meanderande vattendrag (MEANDRIN)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Objektet är källpåverkat (KÄLLPÅV)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Området är översilat (ÖVERSILN)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Sjö/havsstrand avgränsar del av obj. (STRAND)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Stillastående vatten (STILLVAT)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Stora hydrologiska värden (HYDROLOG)	Nyckelbiotoper	Beskrivning

Klass	Datakälla	Fält
Vattendrag med slingrande lopp (SLINGRAN)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Viktig reproduktionslokal för groddjur (GRODDJUR)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Översvämningsskog (SVÄMSKOG)	Nyckelbiotoper	Beskrivning
Kantzön, korridor, bäck, ravin	Naturvårdsavtal	Naturvårdsavtal typ
Barrsumpskog (BARRSUMP_ONV)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Lövsumpskog (LÖVSUMP)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Alsumpskog (ALSUMP)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Källpåverkad mark (KÄLLMARK)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Å eller bäckmiljö (ÅBÄCK_ONV)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Blandsumpskog (BLANSUMP)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Myr- och skogsmosaik (MYRMOSAI)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Liten sprickdal (SPRICDAL)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Naturlig skogsbäck (SKOGBÄCK)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Gransumpskog (GRANSUMP)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Bäckdal (BÄCKDAL)	Objekt med naturvärden	Biotopklass
Örtrika sumpskogar	Biotopskydd	Biotyp
Mindre vattendrag och småvatten med omgivande mark	Biotopskydd	Biotyp
Örtrika allundar	Biotopskydd	Biotyp
Alkärr	Biotopskydd	Biotyp
Strand- eller svämskogar	Biotopskydd	Biotyp
Källor med omgivande våtmarker	Biotopskydd	Biotyp
Ravinskogar	Biotopskydd	Biotyp
Myrholmar	Biotopskydd	Biotyp
3160	Naturanaturtypskartan (NNK_yta)	Naturtyp
3260	Naturanaturtypskartan (NNK_yta)	Naturtyp
3210	Naturanaturtypskartan (NNK_yta)	Naturtyp



Figur 24. GIS-modell för att identifiera limnska värdekärnor.



Med bidrag från Europeiska unionens LIFE-program