

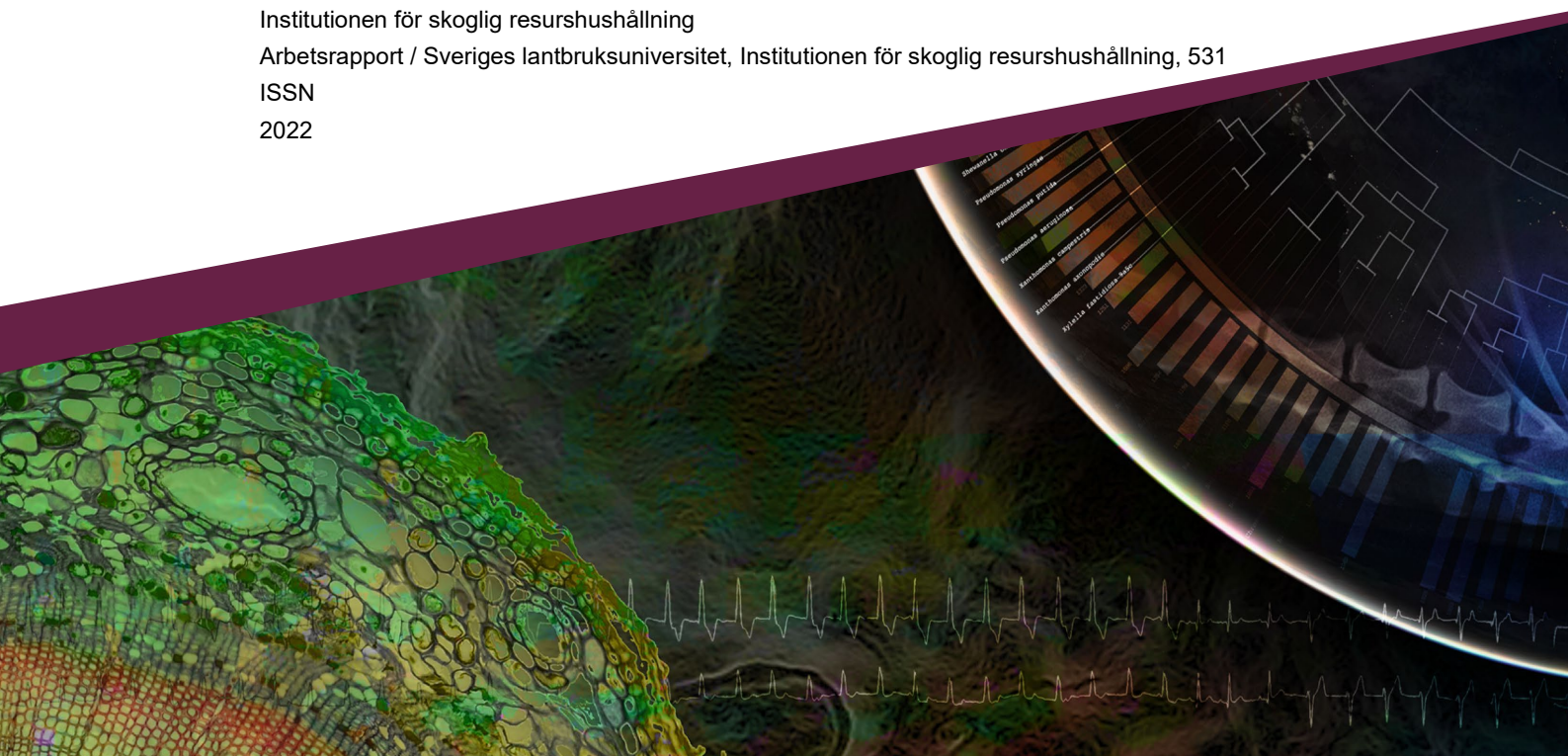


# Vad klarar vår nya stickprovdesign? NILS gräsmarks- och lövskogsinventeringar 2020

---

Henrik Hedenås, Åsa Hagner, Åsa Ranlund, Pernilla  
Christensen, Marlene Lidén, Hans Gardfjell och Sven Adler

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för skoglig resurshushållning  
Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, 531  
ISSN  
2022



## Vad klarar vår nya stickprovsdesign? NILS gräsmarks- och lövskogsinventeringar 2020

Henrik Hedenås	Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig resurshushållning
Åsa Hagner	Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig resurshushållning
Åsa Ranlund	Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig resurshushållning
Pernilla Christensen	Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig resurshushållning
Marlene Lidén	Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig resurshushållning
Hans Gardfjell	Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig resurshushållning
Sven Adler	Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig resurshushållning
<b>Utgivare:</b>	<b>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning</b>
<b>Utgivningsår:</b>	<b>2022</b>
<b>Utgivningsort:</b>	<b>Umeå</b>
<b>Serietitel:</b>	<b>Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning</b>
<b>Delnummer i serien:</b>	<b>531</b>
<b>ISSN:</b>	<b>1401-1204</b>
<b>Nyckelord:</b>	<b>Arealskattningar, Art- och habitatdirektivet, Balanserat stickprovsurval, Betesmarker, Biogeografisk uppföljning, Dimensionering, Gräsmarksinventering, Jordbrukslandskapet, Lövskogsinventering, Miljömål, Nationell miljöövervakning, Styrkeberäkningar, Ädellövskog, Ängs- och betesuppföljning</b>

© 2022 Henrik Hedenås, Åsa Hagner, Åsa Ranlund, Pernilla Christensen, Marlene Lidén  
Hans Gardfjell, Sven Adler

Detta verk är licenserat under CC BY 4.0

## Sammanfattning

Inventeringarna fältsäsongen 2020 genomfördes som ett storskaligt test av en ny stickprovsdesign, med nyutvecklad flygbilds- och fältinventering. Fokus för inventeringarna var att bidra till nationellt heltäckande data för naturtyper som hittills saknat det. Bristen på data har framförallt gällt naturtyper med höga naturvärden (annex 1-naturtyper) men inkluderar även en del vanligare naturtyper.

Det första årets inventeringar inbegrep en läroprocess för att dimensionera inventeringarnas stickprovsstorlekar med hänsyn till flygbilds- och fältinventeringsmetodik, budget och att få in data på ovanliga naturtyper. Insamlade data användes för att göra skattningar och variansberäkningar vilka i sin tur utgjorde ett underlag för bedömningar av vilka justeringar i metodik som kunde behöva göras kommande år. Analyserna av data från 2020-års inventeringar visade även hur flexibiliteten i stickprovsdesignen gick att använda för att göra regionala förtätningar utifrån behov. Eftersom t.ex. skattningsalgoritmer och databas fanns på plats samma år kunde vi göra skattningar på både nationell och regional nivå direkt efter avslutad fältsäsong. I och med att vi tar fram skattningar i den här rapporten visar vi att alla steg är på plats i ett fungerande system som kan producera användbara resultat i relation till inventeringens syfte.

Resultatet från 2020-års inventeringar visar att det går att inventera relativt ovanliga naturtyper, som ädellövskogar, och vanliga naturtyper som lövdominerad taiga och vägrenar inom samma generella ramverk. Det visar också att dimensioneringen av inventeringarna var tillräcklig för att vi skulle kunna beräkna arealer med önskvärd precision för flera av artikel 17-naturtyperna. För många av naturtyperna behöver vi förtäta stickprovet, i förhållande till det vi använde 2020, för att kunna detektera förändringar med efterfrågad styrka.

Vi gjorde arealskattningar som hade bra precision både för vanliga naturtyper, t.ex. triviällövskogar och öppna kultiverade betesmarker (förväntade relativa medelfel om 12 % respektive 10 % efter fem år), och ovanligare naturtyper, t.ex. ädellövskogar (9020, 9160, 9190) och silikatgräsmarker (6270) (förväntat relativt medelfel om 22 % respektive 15 % efter fem år). Med hjälp av dessa data utvärderade vi 2020-års stickprovsnivåer utifrån de ambitionsnivåer som föreslås av Naturvårdsverket (Jacobson 2010). Möjligheten till att detektera förändringar beror till stor del på hur variabeln korrelerar mellan de två inventeringstillfällena som förändringen mäts och det relativa medelfelet för skattningarna. En hög korrelation och ett lågt relativt medelfel för tillståndsskattningarna ökar möjligheten att upptäcka förändringar. För de vanligare naturtyperna uppnådde vi detta redan med nuvarande dimensionering. För att kunna detektera förändringar över tid med god precision även för de sällsynta naturtyperna med höga naturvärden, skulle vi behöva öka stickprovet ytterligare för flera av dem.

Vid en jämförelse med skattade lövskogsnaturtyper baserade på data från Riksskogstaxeringen kan vi dra slutsatsen att data från NILS lövskogsinventering behövs för att uppnå målet att arealskattningarna ska ha relativa medelfel på 20 % eller mindre.

Den nya småprovytemetodik som infördes i gräsmarks- och lövskogsinventeringarna 2020 resulterade i att vi registrerade ungefär tre gånger så många arter i snitt per provyta, i fält- och bottenskikt, jämfört med den metodik som användes i NILS basinventering 2003–2020. Resultatet speglar både att storleken på ytan där arter inventeras har ökat och att fler arter lagts till i jämförelse med den lista som användes i NILS basinventering.

Vår slutsats är att den nya stickprovdesignen ger oss ett flexibelt och effektivt verktyg som, med justering av dimensioneringen, kommer att kunna ge oss både tillförlitliga skattningar av samtliga eftersökta naturtypsförekomster och goda möjligheter att detektera förändringar över tid. Redan efter ett år hade vi kommit långt och med fortsatt utveckling av inventeringarna har vi goda förutsättningar att möta både nuvarande och framtida krav för såväl internationell som nationell och regional miljöanalys.

*Nyckelord:* Arealskattningar, Art- och habitatdirektivet, Balanserat stickprovsurval, Betesmarker, Biogeografisk uppföljning, Dimensionering, Gräsmarksinventering, Jordbrukslandskapet, Lövskogsinventering, Miljömål, Nationell miljöövervakning, Styrkeberäkningar, Ädellövskog, Ängs- och betesuppföljning

## Förord

Naturvårdsverket gav avdelningen för landskapsanalys, Institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU, i uppdrag att utveckla en ny stickprovsdesign under 2019 och 2020. Utvecklingen av de nya inventeringarna finansieras av Naturvårdsverket via de årliga basanslagen till Terrester Habitat UppFöljning (THUF) och Nationella Inventeringar av Landskapet i Sverige (NILS). Den nya stickprovsdesignen redovisades i rapporten ”Ny design för riktade naturtypsinventeringar inom NILS och THUF” ([Adler m.fl. 2020](#)). Arbetet skulle fokusera på naturtyper där andra nationella övervakningsprogram inte kan förväntas täcka informationsbehovet. Tidigt i processen stod det klart att den nya designen skulle användas för att inventera lövskogar som ett komplement till Riksskogstaxeringens data och med särskilt fokus på lövskogar med höga naturvärden, som uppfyller kriterierna för naturtyper inom Art- och Habitatdirektivets annex 1. I mars 2020 tillkom en beställning från Naturvårdsverket att designen även skulle nyttjas för en nationell generell gräsmarksinventering. Den 18 maj 2020 startade sedan fältarbetet i lövskogs- och gräsmarksinventeringarna. Syftet med 2020-års inventeringar var att samla in data för att kunna utvärdera den nya stickprovsdesignen samt planera och dimensionera framtida inventeringar.

Den här rapporten är den tredje i en serie som sammanfattar resultatet av arbetet åren 2019–2020. De föregående två rapporterna, ”Ny design för riktade naturtypsinventeringar inom NILS och THUF” ([Adler m.fl. 2020](#)) och ”Metodbeskrivning: 2020-års inventeringar av gräsmarker och lövskogar” ([Ranlund m.fl. 2021](#)), beskriver stickprovsdesign respektive metodik för flygbilds- och fältinventeringar. Utöver dessa finns instruktionerna för fältinventeringen ([Hedenås m.fl. 2020](#)) och flygbildsinventeringen ([Allard m.fl. 2021](#)).

Den här rapporten utgörs av en kvantitativ redovisning, i vilken vi presenterar arealskattningar och variansberäkningar för naturtyper i gräsmarker och lövskogar. Skattningarna i denna rapport baseras på fältdata insamlat under fältsäsongen 2020, vilket enbart utgör en femtedel av det totala antalet trakter i stickproven. Generellt kommer skattningarna bli säkrare efterhand som data för fler år blir tillgängliga. För de ovanligare fenomenen och naturtyperna kommer de att bli riktigt bra först efter en hel femårig inventeringsperiod.

Skattningarna och variansberäkningarna som presenteras i den här rapporten utgör tillsammans med styrkeberäkningarna ett underlag för att justera metodiken, så att inventeringarna effektiviseras utifrån de prioriteringar som finns inför säsongen 2021 och framåt.

Umeå och Uppsala 2021-11-01



Foto: H. Hedenås

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b> .....	<b>9</b>
1.1. En ny stickprovsdesign.....	9
1.2. Dimensionering av stickprovet.....	11
1.2.1. 2020-års stickprov.....	12
1.3. Naturtypers kvalitet.....	12
1.4. Syftet med 2020-års inventeringar i gräsmarker och lövskogar.....	13
1.5. Syftet med den här rapporten.....	14
<b>2. Inventeringarnas upplägg</b> .....	<b>15</b>
2.1. Stickprov.....	16
2.2. Inventeringsmetodik i flygbild- och fält.....	17
2.2.1. Bedömning av naturtypers kvalitet.....	18
<b>3. Metoder</b> .....	<b>19</b>
3.1. Skattningar.....	19
3.1.1. Relativt medelfel.....	19
3.1.2. Regionala indelningar.....	20
3.2. Dimensionering och detekterbara förändringar.....	21
<b>4. Resultat och diskussion</b> .....	<b>22</b>
4.1. Areal-skattningar för gräsmarks- och lövskogsnaturtyper.....	23
4.1.1. Naturtypsarealer baserade på lövskogsinventeringen 2020.....	23
4.1.2. Naturtypsarealer baserade på gräsmarksinventeringen 2020.....	29
4.2. Framtida dimensionering.....	34
4.2.1. Stickprov för lövskogsinventeringen.....	35
4.2.2. Stickprov för gräsmarksinventeringen.....	37
4.3. Kvalitetsbedömningar.....	39
4.3.1. Kvalitetsvariabler.....	40
4.3.2. Artregistreringar.....	43
<b>5. Slutsatser</b> .....	<b>47</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>49</b>
<b>Bilaga A. Detekterbarhet av förändring</b> .....	<b>52</b>

<b>Bilaga B. Skattning och variansskattning för ny design.....</b>	<b>54</b>
<b>Bilaga C. Styrka att upptäcka förändring inom nya NILS .....</b>	<b>57</b>
<b>Bilaga D. Approximativt relativt medelfel och stickprovsstorlek under olika modeller och strategier för inventering .....</b>	<b>59</b>
<b>Bilaga E. Arealskattning på biogeografisk region .....</b>	<b>62</b>
<b>Bilaga F. Dimensionering av stickprov enligt styrkeberäkning i bilaga C .....</b>	<b>65</b>



# 1. Inledning

Avdelningen för landskapsanalys, institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU, fick under våren 2019 i uppdrag av Naturvårdsverket att utveckla en ny och mer kostnadseffektiv inventering ([Adler m.fl. 2020](#)). Fokus för den nya inventeringen skulle vara naturtyper som är underrepresenterade i andra nationella övervakningsprogram. Uppdraget från Naturvårdsverket utvidgades från att under 2019 gälla en inventering av lövskogar till att under våren 2020 även inkludera gräsmarker. I uppdraget ingick det att förändringar i areal och kvalitet ska kunna upptäckas i ett tidigt skede och att det relativa medelfelet på skattningarna skulle ligga under 20 % för de naturtyper eller aggregeringar av naturtyper som inventeringen fokuserar på. Designen och metodiken för de båda inventeringarna utvecklades under 2019 och våren 2020, flygbildsinventeringen pågick under våren och sommaren 2020 och inventeringen i fält startade den 18 maj 2020.

## 1.1. En ny stickprovsdesign

Flera faktorer påverkade tillsammans utvecklingen av en ny stickprovsdesign. Det har sedan en tid funnits ett utvecklingsbehov för NILS, bl.a. för att stärka rapporteringen till EU:s artikel 17. Samtidigt har det funnits ett fortsatt intresse att följa vardagslandskapet. Det har också kommit en uppmaning om att ta ett helhetsgrepp när det gäller miljöövervakningen, där nationell miljöövervakning tillsammans med regional miljöövervakning ger ett mervärde (Miljöövervakningsutredningen SOU 2019:22). Detta resulterade i att den nya stickprovsdesignen togs fram under våren 2020 och presenterades i rapporten "Ny design för riktade naturtypsinventeringar inom NILS och THUF" (Adler m.fl. 2020). Den nya stickprovsdesignen utgör ett generellt ramverk för nationella inventeringar där det går att inkludera kompletterande inventeringar utifrån nya behov, på såväl nationell som regional nivå, inom samma stickprovsdesign. För att kunna följa såväl ovanliga som vanliga naturtyper går det att välja olika tätheter på stickprov beroende på hur vanligt förekommande den eftersökta naturtypen är. Eftersom stickprovsdesignen är densamma kan samma skattningsförfarande och skattningss algoritmer användas på såväl nationell som regional nivå samt vid olika stickprovstätheter.

Vid utvecklingen av den nya stickprovsdesignen har hänsyn tagits till välkända brister inom andra inventeringsprogram. Systematiskt stickprov representerar t.ex. inte nödvändigtvis Sveriges förhållanden (se avsnittet "Ny stickprovsdesign" i Adler m.fl. 2020) och stickproven är i många fall för små för att följa ovanliga fenomen. Den nya designen som används innehåller därför ett antal innovationer ämnade att skapa en långsiktig och hållbar inventeringsmetodik. En del av dem har använts tidigare i olika inventeringar, men de har aldrig tidigare kombinerats inom samma design.

Innovationerna och de fördelar de medför:

- 1) **Balanserat urval av trakter**, vilket förbättrar precisionen i skattningarna (Deville och Tillé 2004, Grafström och Schelin 2014, Benedetti m.fl. 2017, Adler m.fl. 2020). Potentialen med balanserad samplingsdesign är något som nyligen uppmärksammats i en rad artiklar som särskilt lämpligt och effektivt vid storskalig miljöövervakning (exv. Kermorvant m.fl. 2019). Ett balanserat urval garanterar att skattningarna ligger närmare det sanna värdet jämfört med traditionella urvalsmetoder. Metodiken möjliggörs av att det idag finns nationellt heltäckande relevant fjärranalysdata. Genom ett balanserat urval ser vi till att stickprovet har samma fördelning i hjälpvariablerna som i urvalsramen, dvs. stickprovet representerar Sverige i förhållande till de hjälpvariabler som används (se vidare Faktaruta 1 i Adler m.fl. 2020).
- 2) **Koordinerat urval av trakter** (Grafström och Matei 2018) vilket ökar inventeringarnas livslängd. Stickproven är balanserade utifrån hjälpvariabler som beskriver dagens landskap. När storskaliga miljöförändringar sker behöver vi i framtiden kunna anpassa inventeringarna efter det. Det går att göra genom ett koordinerat urval av trakter, något som behöver göras redan innan en ny inventering startas, men som annars inte påverkar inventeringen förrän behovet av att anpassa stickproven till en förändrad miljö uppstår. Om det t.ex. tillkommer stora arealer gräsmarker i en del av Sverige men försvinner gräsmarker i en annan del av landet så kan stickprovet justeras för att ta hänsyn till det, så att stickprovet blir representativt för Sverige utifrån den nya fördelningen av gräsmarker.
- 3) **Hierarkisk design** där olika stickprovstäheter används. Från ett stort stickprov tas ett mindre stickprov och sedan ur det ett ännu mindre stickprov. Alla stickprov väljs genom balanserat urval baserat på hjälpvariablerna. Det betyder att om en utökning eller minskning önskas av stickprovstorleken så är det redan förberett, där de glesare stickproven är en delmängd av de tätare stickproven. Den hierarkiska designen ger en flexibilitet och skalbarhet vilket gör det möjligt att enkelt förtäta eller glesa ut stickproven baserat på budget och intresse. Det gör det enkelt för en länsstyrelse att förtäta inom sitt län genom att använda ett befintligt representativt stickprov och tillgängliga skattningsskript.
- 4) **Flerstegsinventering** genom en kombination av flygbilds- och fältinventering. I första steget används flygbilder för att klassa provytorna. Klassningen av provytor används sedan för att välja ut vilka provytor som ska besökas i fält. För att inte utesluta provytor där en intressant naturtyp kan finnas om än sällsynt, så tillämpas ”överklassning”. Det är en försiktighetsprincip som innebär att provytor alltid klassas som potentiellt intressanta vid osäkerhet vilket gör att de kan väljas ut för fältbesök så att all potentiellt intressant natur inkluderas i inventeringen. Den stora fördelen med inventering i flera steg är att ett första billigare steg effektiviserar användningen av det andra dyrare steget. För gräsmark- och lövskogsinventeringarna under 2020 har flygbildsinventeringen främst bestått av inventering i ortofoto (se [Allard m.fl. 2021](#), [Ranlund m.fl. 2021](#)).
- 5) **Uteslutning** av provytor från fältinventering genom flygbildsinventering i ett första inventeringssteg. Metoden att använda flygbilder, eller annan fjärranalys, för att klassa provytor och exkludera de provytor som inte behöver inventeras i fält är som allra mest effektiv för ovanliga fenomen. Det gör det möjligt att använda ett tätt stickprov, för att på så sätt få en högre precision för skattningarna för ovanligare naturtyper utan att fältkostnaderna skenar.

- 6) **Traktvis koordinerat urval av provytor.** Ett koordinerat urval av provytor förbättrar trendanalyser i ett föränderligt landskap jämfört med permanenta provytor.

## 1.2. Dimensionering av stickprovet

När det gäller rapportering till EU om arealförändringar för skyddsvärda naturtyper (utpekade i bilaga, annex 1, till Art och habitatdirektiven) så har Naturvårdsverket (Jacobson 2010) satt upp ambitionsnivåer för vilka storleksnivåer på förändring som ska kunna detekteras (Tabell 1). EU stipulerar i sitt rapporteringsformulär "Reporting under Article 17 of the Habitats Directive: Report format for the period 2013–2018" (Anonym 2016) i sin tur att förändringar ska kunna detekteras över en 12-årsperiod. Inventeringsintervallet i inventeringarna är dock fem år, så vi har valt att räkna om vilka storleksnivåer på förändring som ska kunna detekteras över en 5- respektive 10-årsperiod. När det gäller annex 1-naturtyper där ambitionsnivån är hög ska förändringar upptäckas ifall de är större än 2–3 % per år, vilket motsvarar 12–18 % på 6 år motsvarar 10–16 % förändring på 5 år och 22–34 % på 10 år beräknat med "ränta på ränta effekten"<sup>1</sup>. För den medelhöga ambitionsnivån ska det gå att upptäcka förändringar på 4–6 % per år, vilket motsvarar 34 % förändring över 5 år. För enskilda lövskogsnaturtyper gäller generellt en medelhög ambitionsnivå och att de ska följas upp på nationell nivå. För de funktionella naturtypsgrupperna<sup>2</sup> av ädellövskogar gäller däremot hög ambitionsnivå. För gräsmarksnaturtyper som ska rapporteras till EU gäller i de flesta fall den högsta ambitionsnivån, både för de enskilda naturtyperna och för de funktionella naturtypsgrupper som föreslagits i tidigare och senaste delsystemutredning (Jacobson och Haglund 2010, Jacobson 2020). Målet är vidare att upptäcka minst 80 % av de förändringar som sker (statistisk styrka), av en viss storlek (se Tabell 1), och att en acceptabel risk att felaktigt ange att det har skett en förändring är 10 % (signifikansnivå) (Jacobson 2010).

Tabell 1. Utgångspunkter för dimensionering av stickprovsstorlek enligt Jacobson (2010).

Ambitionsnivå <sup>i</sup>	Årlig förändring [%]	Förändring efter 5 år [%]	Förändring efter 6 år [%]	Förändring efter 10 år [%]
Hög	2-3	10,4-15,9 <sup>ii</sup>	12,6-19,4 <sup>ii</sup> (12-18) <sup>i</sup>	21,9-34,4 <sup>ii</sup> (20-30) <sup>i</sup>
Medel	4-6	21,7-33,8 <sup>ii</sup>	26,5-41,9 <sup>ii</sup>	48,0-79,0 <sup>ii</sup>

- i. Enligt Jacobson (2010). Inom parentes i Jacobson (2010) beräknat utan "ränta på ränta effekten".  
 ii. Se fotnot 1 för beräkning av vad en årlig förändring motsvarar i en förändring över  $m$  år.

<sup>1</sup>) Procentuell förändring över  $m$  år =  $[(1+r)^m-1] \times 100$

$r$  = Årlig förändring i procent/100

$m$  = Antal år

<sup>2</sup> Funktionella naturtypsgrupper, är ett begrepp använt i Jacobson (2010) är en gruppering av naturtyper som karaktäriseras av t.ex. likartad hävd. Baserat på 2020-års inventeringar består gruppen "betesmarker" av annex 1-naturtyperna 6210, 6270, 6280 och 9070. De gräsmarker som har vissa naturvärden, men inte tillräckliga för att klassas som annex 1-naturtyper, är grupperade som "utvecklingsmarker (69xx)". "Fuktängarna" (som kan vara hävdade både med bete och slåtter) utgörs av 6412, 6430 och 6450. Funktionella lövskogsggrupper utgörs av "ädellövskogar" (9020, 9160 och 9190) medan "sumpskogar" representeras av 9080 och 9750.

### 1.2.1. 2020-års stickprov

För gräsmarks- och lövskogsinventeringarna var ambitionen för 2020 att använda stickprov som var tillräckligt stora för att möjliggöra väntevärdesriktiga skattningar med relativa medelfel  $\leq 20$  % för areal av de eftersökta naturtyperna över en femårsperiod. Inför säsongen 2020 gjordes simuleringar för att undersöka vilka stickprovsstorlekar som skulle krävas. För många naturtyper var dock underlaget, t.ex. kring naturtyperns utbredning i landskapet, för litet för att på ett tillförlitligt sätt uppskatta hur stora stickprov som behövdes.

Styrkeberäkningar visar att när tillståndsskattningens relativa medelfel är 20 % så kan en relativ förändring på 22 % detekteras med en sannolikhet på 80 % när korrelationen mellan mättillfällena är  $\rho = 0,9$  ( $\rho = 0,8$  ger 31 % detekterbar förändring, se [Bilaga A](#)). Vilka storlekar på förändringar som kan detekteras beror på korrelationen mellan mättillfällena men motsvarar sannolikt ungefär medelhög ambitionsnivå i Jacobson (2010) över fem år, alternativt hög ambitionsnivå över tio år (Tabell 2), för relativt vanliga naturtyper som exv. funktionella grupperna av ädellövskogar och vissa gräsmarksnaturtyper.

*Tabell 2. Relation mellan detekterbar förändring, längd på period för att detektera förändring och de relativa medelfel som krävs vid olika korrelation, mellan inventeringsvärden vid tidpunkt 1 och 2, för att nå den efterfrågade detekterbara förändringen för perioden. Högt prioriterade naturtyper anses kräva ett mål på årlig detekterbar förändring om 2–3 % enligt Jacobson (2010). Vi räknar här på 3 % årlig förändring över 5 respektive 10 år, dvs.  $1,035 = 15,9$  och  $1,0310 = 34,4$  %. Medelhögt prioriterade naturtyper anses kräva ett mål på årlig detekterbar förändring om 4–6 % enligt Jacobson (2010). Vi räknar här på 6 % årlig förändring över 5 respektive 10 år, dvs.  $1,065 = 33,8$  och  $1,0610 = 79,1$  %. De relativa medelfelen som krävs för att nå efterfrågad detekterbar förändring är beräknade med metoden beskriven i [Bilaga A](#), formeln finns i [Bilaga C](#).*

Period (år)	Prioritering	Efterfrågad årlig		Relativt medelfel, korrelation = 0,9	Relativt medelfel, korrelation = 0,8
		detekterbar förändring (%)	Efterfrågad detekterbar förändring över period		
5	Hög	3	15,9	14,3	10,1
5	Medel	6	33,8	30,4	21,5
10	Hög	3	34,4	30,9	21,9
10	Medel	6	79,1	71,1	50,3

### 1.3. Naturtyperns kvalitet

Utöver det ansvar Sverige har att rapportera areal och utbredning för annex 1-naturtyperna till EU:s artikel 17 finns ett krav att kunna ange hur stor andel av naturtypernas areal som uppfyller kraven för ”fullgott tillstånd”. För att kunna utvärdera om annex 1-naturtyperna uppfyller kraven för ”fullgott tillstånd” nationellt är det centralt att kartlägga objektens kvalitet. Koncepten “typiska arter”, “negativa” indikatorarter samt ”invasiva” arter är viktiga både för att bedöma kvalitet initialt, men även för att kunna följa naturtypernas kvalitet över tid. Det är i många scenarier troligare att artsammansättningen ändras i en naturtyp, än att naturtypens areal drastiskt förändras. Variablerna i sig och hur de kan vägas samman kommer att vidareutvecklas i samarbete med artdatabanken.

## 1.4. Syftet med 2020-års inventeringar i gräsmarker och lövskogar

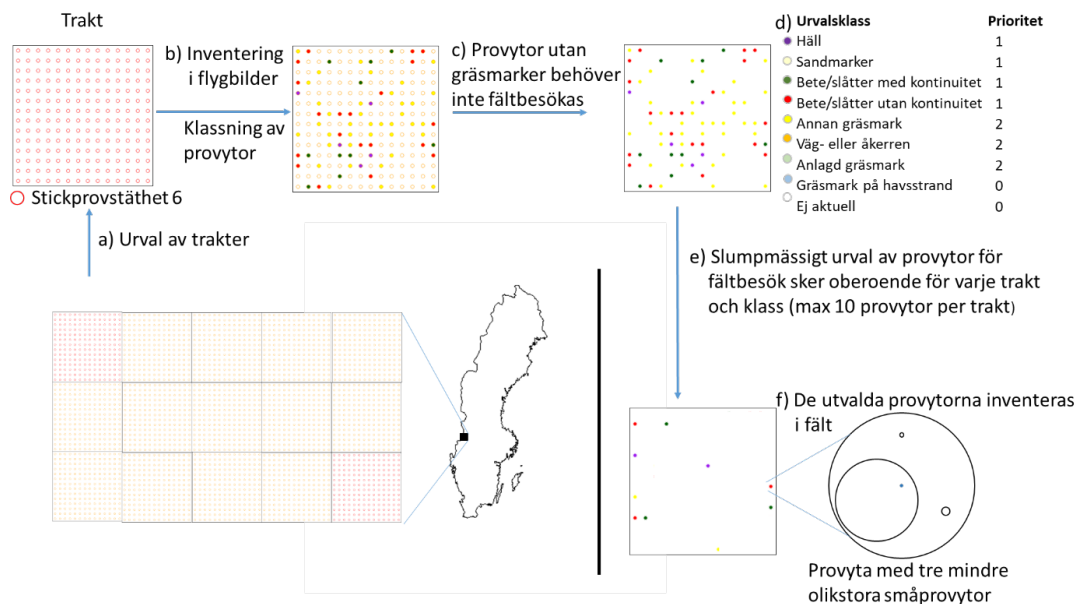
Huvudsyftet med 2020-års inventeringar var att samla in tillräckligt med data i gräsmarker och lövskogar för att den nya stickprovsdesignen ska kunna utvärderas och utvecklas. Utöver det finns flera mål med arbetet med inventeringarna:

- 1) Visa att stickprovsdesignen är robust och kan användas för att inventera både ovanliga och vanliga fenomen.
- 2) Visa att det går att förtäta stickprovet regionalt.
- 3) Visa att vi har skattningsalgoritmer på plats för att kunna producera användbara resultat i relation till inventeringens syfte och för att kunna utvärdera vilka procentuella förändringar i bl.a. areal som kommer att kunna detekteras.
- 4) Med hjälp av 2020-års data dra slutsatser kring vilken stickprovstäthet som kan behövas för respektive eftersökt fenomen.
- 5) Testa att metoderna med urvalklasser fungerar för att rikta fältinsatsen till avsedda fenomen.
- 6) Utvärdera de delar av fältmetodikerna som är ny jämfört med NILS basinventering 2003–2020. Fältmetodikerna har utvecklats för att kunna bedöma naturtypernas kvalitet samt få bättre artdata.
- 7) Förbättra det nationella dataunderlaget för berörda gräsmarks- och lövskogsnaturtyper.
- 8) Utvärdera om vi når målet i 2020-års inventering att arealskattningar för relativt vanliga naturtyper samt grupper av naturtyper, såsom ädellövskogar och vissa gräsmarksnaturtyper, har relativa medelfel  $\leq 20\%$ .

Gräsmarksinventeringen är tänkt att utgöra en nationellt heltäckande och generell inventering av gräsmarker med extra fokus på naturtyper med höga naturvärden. Inventeringen ska göra det möjligt att skatta arealer av olika gräsmarkstyper samt bedöma om naturtyperna har gynnsam bevarandestatus nationellt. Tillsammans med havstrandsinventeringen och NILS fjällinventering täcker inventeringarna alla typer av gräsmarker i Sverige. Lövskogsinventeringen är tänkt att möjliggöra en högkvalitativ inventering av lövträdsdominerad skog, med fokus på lövskogar med höga naturvärden (annex 1-naturtyper) samt det spektrum av lövskog som är nära att ha höga naturvärden. En viktig aspekt i detta har varit utformandet av en metodik för bedömning av kvalitet kopplat till varje provyta, för att möjliggöra en bedömning av bevarandestatus för de olika annex 1-typerna nationellt, där denna inventering innehåller ett flertal element som saknats i andra inventeringar. Inventeringen har inte syftat till att inventera trivial lövskog som är långt ifrån att uppfylla annex 1-kriterier, fjällbjörkskog eller lövskog i laggkärr, vilka Riksskogstaxeringen samlar tillräcklig information om.

## 1.5. Syftet med den här rapporten

Syftet med den här rapporten var att ge en första kvantitativ grund för utvärdering av inventeringarna i gräsmarker och lövskogar som baserades på den nya stickprovsdesignen. För att göra det redovisar vi de första skattningarna baserade på 2020-års fältdata, vi ger olika scenarier för hur inventeringarna kan dimensioneras i framtiden och vi visar hur den nya fältmetodiken kan användas för att bedöma naturtypers kvalitet.



Figur 1. En schematisk bild över hur provytor inom en trakt klassades genom flygbildsinventering och valdes ut för fältbesök inom gräsmarksinventeringen i det glesaste stickprovet (stickprov 6). Trakten bestod av 196 provytor ( $14 \times 14$  provytor). a) Först valdes stickprov av trakter slumpmässigt ur urvalsramen, med hjälp av balanserat urval. b) Varje provyta inom de valda trakterna flygbildsinventerades sedan och gavs olika gräsmarksklasser (Tabell 3). c) De provytor som saknade gräsmarker behövde inte besökas i fält för gräsmarksinventeringen. d) Klassningarna i flygbildsinventeringen kombinerades därefter till urvalsklasser (Tabell 3). e) Bland de provytor som enligt flygbildsinventeringen kunde innehålla gräsmark gjordes ett slumpmässigt urval av provytor för fältbesök oberoende för varje trakt och klass (max 10 provytor per trakt). f) Slutligen fältbesöktes de utvalda provytorerna. Förfarandet inom lövskogsinventeringen var detsamma och utfördes gemensamt med gräsmarksinventeringen men med andra klasser (Tabell 3). Från (Ranlund m.fl. 2021).

## 2. Inventeringarnas upplägg

Gräsmarks- och lövskogsinventeringarna är så kallade två-fasinventeringar (Figur 1). I den första fasen valdes stickprov av trakter ur urvalsramen genom ett balanserat stickprovsurval. Sedan flygbildsinventerades alla provytor i de utvalda trakterna. I den andra fasen användes klasserna baserade på flygbildsinventeringen för att välja ut vilka provytor som skulle besökas i fält. En mer utförlig redovisning av metodik för flygbilds- och fältinventering samt urval av provytor för fältbesök finns i rapporten ”Metodbeskrivning: 2020-års inventeringar av gräsmarker och lövskogar” (Ranlund m.fl. 2021). Grunden för stickprovsdesignen finns mer utförligt beskriven i rapporten ”Ny design för riktade naturtypsinventeringar inom NILS och THUF” (Adler m.fl. 2020). För detaljer i flygbildsinventeringen se Nationell flygbildsinventering av lövskogar och gräsmarker med hjälp av ortofoton, NILS 2020 (Nilsson m.fl. 2021). Klassningarna av *naturtyper oavsett naturvärde* beskrivs närmare i ”Fältinstruktionen för nationell inventering av gräsmarker och lövskog, år 2020” (Hedenås m.fl. 2020). Naturtyper med höga naturvärden innefattar de naturtyper som beskrivs i ”Instruktionen för Habitatinventering i NILS och THUF, 2019” (Gardfjell och Hagner 2019) och gäller naturtyper som uppfyller kriterierna för art- och habitatdirektivets annex 1. Undantaget är de gräsmarker som beskrivs i habitatmanualen med 69-koder och som inte uppfyller alla kriterier för att ingå i annex 1. De senare rör gräsmarker som inte längre ingår i växeljordbruk, och hävdas med bete eller slåtter men där hävdgynnade gräsmarksarter fortfarande är få.

## 2.1. Stickprov

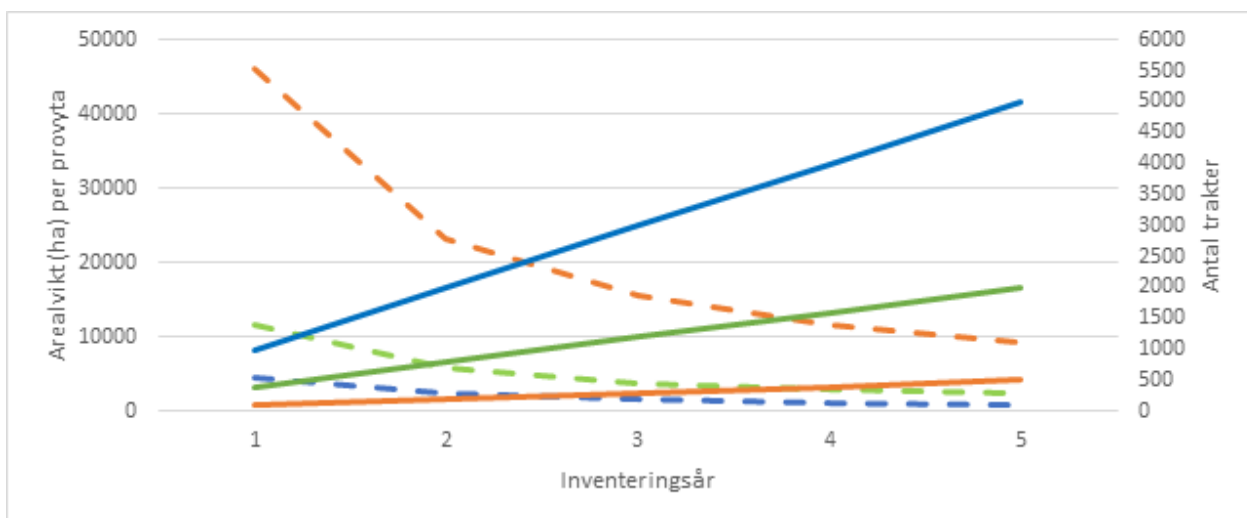
Under 2020-års inventeringar har olika stickprovstäheter använts för olika naturtyper, beroende på hur vanliga naturtyperna är (Adler m.fl. 2021, Ranlund m.fl. 2021). Dessutom har olika stickprovstäheter använts i olika delar av Sverige, eftersom det skiljer sig åt i landet hur vanliga naturtyperna är. Exempelvis har vissa gräsmarksnaturtyper eftersökts i tätare stickprov i norra Sverige än i södra Sverige eftersom de är mycket ovanligare i norra Sverige (Ranlund m.fl. 2021) (se avsnittet Regionala indelningar, Tabell 1). En detaljerad beskrivning av fördelarna med olika stickprovstäheter finns redovisad i Adler m.fl. (2020).

Inventeringarna tillämpar ett femårigt intervall, vilket innebär att en femtedel av stickprovet inventeras varje år. Det betyder att under 2020 inventeras 100 trakter av 500 i stickprov 6, 200 av 1000 trakter i stickprov 5 etc. När skattningar görs baserat enbart på det första året så kommer vikten av varje provyta att vara stor. Figur 2 visar hur arealvikten för varje inventerad provyta minskar i takt med att inventeringen fortgår, tills hela stickprovet inventerats.

Tabell 3. Antalet trakter 2020 som blev inventerade i flygbilder och andelen som därefter kunde exkluderas för fältbesök i Gräsmarksinventeringen respektive Lövkogsinventeringen, i förhållande till stickprovstäheter och för olika klasser med regional anpassning till hur vanliga de eftersökta fenomenen är. Från Ranlund m.fl. (2021).

	Region					
	Syd		Nord			
Stickprovstäheter	6	5	6	5	4	3
Antal trakter 2020	38	38	62	62	126	375
<b>Gräsmarksinventering</b>						
Urvalsklasser						
Hällmarkerar	x	x	x	x	x	x
Sandmarker	x	x	x	x	x	x
Bete/slätter med kontinuitet	x	x	x	x	x	x
Bete/slätter utan kontinuitet	x	x	x	x	x	x
Annan gräsmark	x	-	x	-	-	-
Vägren/åkerren	x	-	x	-	-	-
Anlagd gräsmark	x	-	x	-	-	-
Gräsmark på havsstrand	x	-	x	-	-	-
Andel trakter att fältbesökta	84%	66%	56%	19%	10%	11%
Andel exkluderade trakter	16%	34%	44%	81%	90%	89%
<b>Lövkogsinventering</b>						
Urvalsklasser						
Ädellövskog med kontinuitet	x	x	x	x	-	-
Ädellövskog utan kontinuitet	x	x	x	x	-	-
Sumpskog	x	x	x	x	-	-
Triviallövskog med kontinuitet	x	x	x	x	-	-
Triviallövskog utan kontinuitet	x	-	x	-	-	-
Andel trakter att fältbesökta	79%	79%	50%	37%	-	-
Andel exkluderade trakter	21%	21%	50%	63%	-	-





Figur 2. Antalet trakter som ingår i stickproven (heldragna linjer) ökar med antalet år som inventeringen pågår och samtidigt minskar de genomsnittliga arealvikterna (streckade linjer), tills hela stickproven är inventerade efter fem år. Här presenteras sambandet för stickprov 6 (orange, totalt 500 trakter efter 5 år), för stickprov 4 (grönt, totalt 2000 trakter efter 5 år) samt för stickprov 3 (blå, totalt 5000 trakter efter 5 år).

## 2.2. Inventeringsmetodik i flygbild- och fält

Totalt flygbildsinventerades 701 trakter med totalt 137 396 provytor under 2020. Av dessa fältbesöktes 1763 provytor fördelade på 187 trakter. Inventeringarnas effektivitet ligger delvis i att många av trakterna aldrig behöver besökas i fält, eftersom det genom flygbildsinventering går att se att trakterna saknar de eftersökta naturtyperna och att man därigenom kan exkludera provytor i dessa trakter från fältbesök. Med andra ord har vi ett stort stickprov, men vi besöker bara de ytor där förekomst av de eftersökta naturtyperna inte kan uteslutas. Metoden med att inventera i flygbilder är som allra mest effektiv för fenomen som är ovanliga och där det utifrån flygbilder går att se hurvida en yta innehåller något av intresse för inventeringarna. I tabell 1 redovisas antalet trakter från respektive stickprov som ingått i inventeringen 2020 och hur stor andel av dem som efter inventering i flygbilder inkluderades eller exkluderades från fältbesök. Ett exempel på där det fungerat väl är i norr där ett tätt stickprov (stickprov 3) användes för att hitta hävdade gräsmarker, och där det för 89 % av trakterna räckte det med inventering i flygbild för att se att de inte innehöll hävdade gräsmarker. På provytenivå så innebär flygbildsinventeringen en effektivisering för samtliga urvalsklasser och regioner.

Att exkludera trakter och provytor från fältbesök utifrån klassningen i flygbildsinventeringen fungerade överlag mycket väl, men vi hittade också utifrån inventeringen 2020 förbättringspotential för vissa klasser. Till kommande säsonger kommer vi därför finjustera kriterier i flygbildsinventeringens klasser, för att förbättra inventeringarnas effektivitet i att välja provytor för fältbesök, samt använda stereobilder för att öka träffsäkerheten för vissa klasser, som en del i att ta fram ett optimalt utlägg utifrån den beställning vi får.

### 2.2.1. Bedömning av naturtypers kvalitet

Variabler som kan användas för bedömning av naturtypers kvalitet har registrerats under 2020-års gräsmarks- och lövskogsinventeringar. Vi har introducerat en rad kvalitetsvariabler som visar vilka kriterier för annex 1 som är uppfyllda eller inte. Alla kvalitetsvariabler är klassindelningar och flera av dem bygger på naturlighetskriterierna i Gardfjell och Hagner (2019) samt på Rūsiņa (2017a, b). Dessutom har listan med kärlväxter utökats jämfört med tidigare inventeringar eftersom registreringen av arter central för att kunna utvärdera naturtypernas kvalitet lokalt och bevarandestatus nationellt.

#### *Kvalitetsvariabler*

För att kunna beskriva naturtypers kvalitet har vi lagt till nya variabler som kan sammanställas för att bedöma enskilda provytors kvalitet för att det sedan ska kunna användas på nationell nivå för att ange hur mycket av naturtypen som har god status. Alla kvalitetsvariabler är klassindelningar som ska underlätta bedömningen av naturtypens kvalitet lokalt inom en yta av 0,1 ha (se Bilaga 3 i Ranlund m.fl. 2021). För gräsmarker finns t.ex. kvalitetsvariabler för att beskriva busktäckning, ifall området hävdas, grässvålens beskaffenhet och mängden graminidförna. För lövskogar finns t.ex. kvalitetsvariabler för att beskriva busktäckning och mängd grov död ved.

#### *Artregistreringar*

Listan med kärlväxt- och kryptogamtaxa som inventeras i fält- och bottenskiktet har utökats från de 191 taxa som inventerades i NILS basinventering till 313 taxa (264 kärlväxttaxa och 49 mosstaxa, Hedenås m.fl. 2020). Arterna är valda utifrån deras förekomster i gräsmarker och lövskogar, vilket kan jämföras med NILS basinventering där artlistan bestod av arter som var mer eller mindre vanliga i hela landskapet. Inför fältsäsongen 2020 har vi dessutom utvecklat ny metodik för registrering av arter (Ranlund m.fl. 2021). I gräsmarks- och lövskogsinventeringarna registreras artförekomst både inom provytan, i tre cirkulära småprovtytor med area på 0,25 m<sup>2</sup>, 1 m<sup>2</sup> och 100 m<sup>2</sup>, samt i bedömningspolygonen (0,1 ha). De tre småprovtytorerna har olika storlek för att vi utifrån data på artförekomst ska kunna räkna på arternas abundans (Ekström m.fl. 2020). För ett antal arter noteras utöver förekomst även abundansmått (strikt täckning i m<sup>2</sup>). För arter som är viktiga nektar- eller pollenväxter för t.ex. fjärilar och bin registreras även huruvida arten blommar eller inte i bedömningspolygonen. Det ger en ögonblicksbild över förutsättningarna för dessa pollinatörsgrupper vid fältbesöket. Kärlväxternas förekomst i sig är också en viktig indikation på pollinatörers förutsättningar.

## 3. Metoder

### 3.1. Skattningar

En härledning för areal- och variansskattningar finns beskriven i [Bilaga B](#). Areal-skattningarna gjordes i två steg. I det första steget skattades det eftersökta fenomenets arealandel på traktnivå för varje enskild trakt separat. Det första steget är oberoende av stickprovstätheten. I det andra steget viktas trakternas skattningar med traktens arealvikt som beror på vilken stickprovstäthet trakten ingår i. I skattningsprocedurens andra steg behövde vi alltså ta hänsyn till att fenomen eftersökts i olika stickprovstätheter. I den här rapporten redovisar vi relativa medelfel baserade på variansberäkning. Utifrån resultatet av variansberäkningen, för 2020-års data, har vi approximerat storlekarna på de relativa medelfelen som vi kommer att ha när vi har fem års data, dvs. data från ett helt inventeringsvarv. Det gjordes genom att dela det relativa medelfelet med roten ur fem. Där femman står för att vi 2020 har samlat in en femtedel av allt data. Hänsyn tas även till att de nordliga och sydliga regionerna är olika stora genom att variansen stratifieras när den beräknas för hela Sverige.

#### 3.1.1. Relativt medelfel

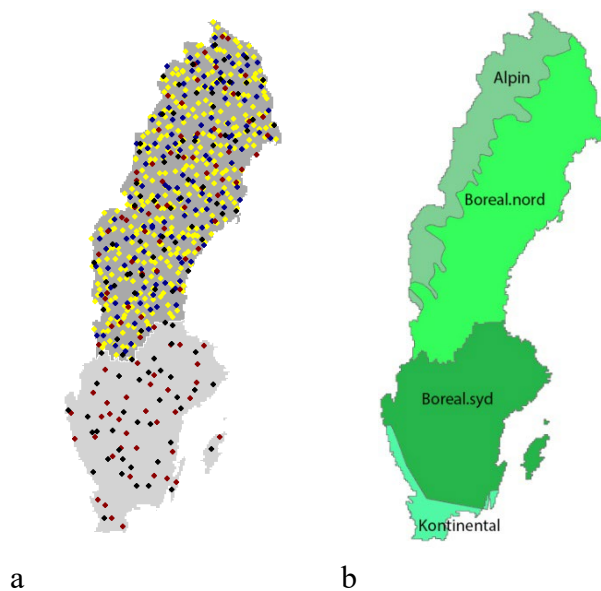
I uppdraget från Naturvårdsverket för inventeringarna 2020 ingick att förändringar i areal och kvalitet ska kunna upptäckas i ett tidigt skede och att de relativa medelfelen på skattningarna skulle ligga under 20 % för de naturtyper eller grupper av naturtyper som inventeringarna fokuserar på. Det relativa medelfelet är areal-skattningens medelfel dividerat med den skattade arealen. Relativa medelfel används ofta som gräns för vilka resultat som presenteras från en undersökning. Riksskogstaxeringen har en övre gräns vid ca 25 % relativt medelfel för när de presenterar skattningar för variabler, utom arealer som de alltid presenterar skattningarna för. Andra sätter gränsen för vilka skattningar som de väljer att presentera vid 35 % relativt medelfel (ex. Skörd av slåttervall, Jordbruksverket 2019). Om det relativa medelfelet för en skattad variabel överstiger den nivå som krävs för att en viss storlek på förändring ska kunna detekteras, så går det inte att med säkerhet skilja en eventuell verklig förändring av den storleken från det normala brus som skattningen har.

### 3.1.2. Regionala indelningar

I denna rapport används två olika regionala indelningar där de olika regionerna i respektive indelning används som redovisningsenheter:

Den första regionala indelningen är en sydlig och en nordlig indelning (Figur 3a, Ranlund m.fl. 2021). Den sydliga regionen utgörs av södra och mellersta Sverige och motsvarar strata 1–6 i NILS basinventering, vilka i sin tur är baserade på de sex sydligaste av Jordbruksverkets åtta produktionsområden (Sjödin m.fl. 2018). Indelningen i två regioner gjordes primärt för att kunna använda olika stickprovstätheter för inventeringarna i norr respektive söder eftersom många naturtyper är olika vanliga i norra och södra Sverige (Ranlund m.fl. 2021).

Den andra regionala indelningen är en biogeografisk indelning i en kontinental och boreal zon (Figur 3b). Den kontinentala zonen överensstämmer med den indelning av kontinental region som används Biogeografisk uppföljning i artikel 17-rapporteringen. Den boreala zonen är uppdelad på en sydlig och en nordlig. Analyserna för den nordliga boreala zonen inkluderar även de lövskogar som egentligen tillhör alpina regionen inom Biogeografisk uppföljning. Kalfjället och fjällbjörkskogen inventeras inte i vare sig gräsmarksinventeringen eller lövskogsinventeringen eftersom de täcks av fjällinventeringen respektive Riksskogstaxeringen.



Figur 3. För att kunna anpassa inventeringarna geografiskt, efter hur vanliga de eftersökta naturtyperna är i landskapet, har Sverige delats upp i a) en nordlig region (mörkgrått) och en sydlig region (ljusgrått). De olika stickprovstätheterna har olika färger: svart – 6, brun – 5, blå – 4 och gul – 3. De glesare stickproven ingår i de tätare, så att t.ex. de bruna trakterna (stickprovstäthet 5) inkluderar även de svarta trakterna (stickprovstäthet 6). Figur 1a från Ranlund m.fl. (2021) samt b) En biogeografisk indelning i kontinental och boreal zon. Den boreala zonen är uppdelad på en sydlig boreal zon och en nordlig boreal zon. Den kontinentala zonen motsvarar kontinental region inom Biogeografisk uppföljning.

## 3.2. Dimensionering och detekterbara förändringar

Ett kvalitetsmått för ett miljöövervakningsprogram, utöver tillståndsskattningarnas relativa medelfel, är vilken storlek på förändring som kan upptäckas för olika fenomen (Christensen och Hedström-Ringvall 2013). För att kunna beräkna storleken av detekterbara förändringar, behövs fyra parametrar. Två av de fyra parametrarna bestäms i förväg oberoende av själva övervakningsprogrammet. Det är:

1. Signifikansnivån som används för att testa om en förändring ( $\alpha$ ) är signifikant.
2. Styrkan (power,  $1-\beta$ ) av den upptäckbara förändringen.

Styrkan (power) beskriver sannolikheten att förändringen kommer att upptäckas. I det enklaste fallet antas att data är normalfördelade och ett tvåsidigt signifikanstest ( $\alpha = 0,1$ ) används. Ofta sätts  $\beta$  till 0,2, vilket innebär att man kan upptäcka en signifikant förändring med en sannolikhet (styrka) på 80 % (Thurfjell 2020).

De två kvarvarande parametrarna genereras från tillgängligt data, och påverkas både av stickprovstorlek och fältmetodikens kvalitet.

3. Relativt medelfel av den skattade totalen av ett fenomen (t.ex. det relativa medelfelet för en skattad areal av en naturtyp med höga naturvärden).

Parametern beror i stor utsträckning på stickprovets storlek dvs. antalet trakter (Adler m.fl. 2020, [Bilaga B](#)).

4. Korrelationen  $\rho$  (grekisk 'rho') mellan två mättillfällen i själva inventeringsprogrammet, vilken beräknas på traktnivå.

Av punkterna 1–4 ovan bestäms krav för signifikansnivå och styrka av beställaren till själva miljöövervakningsprogrammet (Naturvårdsverket). Vi kan skatta det relativa medelfelet för de olika fenomenen som inventerades under sommaren 2020 (se tabell 4-8 och [Bilaga E](#)). Däremot saknas underlag för att beräkna  $\rho$  dvs. korrelationen mellan två mättillfällen då vi endast har data från ett år. Istället använder vi data från NILS tidigare inventeringar respektive Riksskogstaxeringen för att beräkna korrelationen  $\rho$  för olika fenomen. Detta är relevant eftersom fältmetoderna i lövskog och gräsmarksinventeringarna är jämförbara med metoderna använda i Riksskogstaxeringen och i tidigare NILS.

Det betyder att om vi vet vilka förändringar vi önskar kunna detektera kan vi använda antaganden om korrelation mellan mätningar i inventeringarna för att beräkna de relativa medelfel som krävs ([Bilaga A](#) och [C](#)). Information om andelen trakter och provtytor som innehåller ett visst fenomen kan sedan användas för att beräkna vilken stickprovstorlek som behövs för att kunna nå det önskade målet om detekterbar förändring ([Bilaga C](#)). På så sätt kan vi beräkna vilka stickprovstorlekar som behövs för att detektera en given storlek på förändringen som ska kunna upptäckas för olika fenomen. På så sätt kan vi bestämma framtida dimensionering av inventeringarna utifrån de krav som ställs baserat på de data vi samlat in under 2020.

## 4. Resultat och diskussion

Utifrån data från 2020-års gräsmarks- och lövskogsinventeringar kan vi utvärdera om den stickprovsdesign och det antal trakter som vi använt oss av räcker för att nå Naturvårdsverkets ambitionsnivåer för 2020 samt vad som behövs för att nå målen framöver. Ett av målen med 2020-års inventeringar av lövskogar och gräsmarker var att relativt vanliga naturtyper samt grupper av naturtyper förväntas ha arealskattningar med relativa medelfel  $\leq 20$  % efter en hel 5-årig inventeringsperiod, om 2020-års stickprovsstorlek bibehålls även de resterande fyra åren. Framöver kommer målen att ligga högre eller lägre än 20 % relativt medelfel beroende på naturtypens prioritet och över vilken tidsperiod förändringen ska detekteras, utifrån Jacobson (2010) och kommande beslut baserat på revisionen av den biogeografiska uppföljningen som utförs av Artdatabanken på uppdrag av Naturvårdsverket Tabell 1 och Tabell 2). 2020-års inventeringar i gräsmarker respektive lövskogar visar att det går att inventera relativt ovanliga naturtyper som ädellövskogar och vanliga naturtyper som lövdominerad taiga och vägrenar, inom samma generella ramverk. Inom både gräsmarks- och lövskogsinventeringen eftersöks naturtyper som är olika vanliga. I lövskogsinventeringen kan alla ädellövskogsnaturtyper ses som ovanliga i landskapet och de återfinns främst i de södra delarna i Sverige. De boreala lövträdsdominerade typerna av 9010 Taiga är betydligt vanligare och finns i hela Sverige, men de är ändå ovanliga jämfört med andra undertyper av Taiga. I gräsmarksinventeringen är hävdade gräsmarker med höga naturvärden ovanliga och deras förekomst minskande i hela landet. Betydligt vanligare är hävdade gräsmarker på före detta åkermark, som inte längre ingår i ett växeljordbruk, samt väg- och åkerrenar. Vi kan göra geografiskt riktade förtätningar genom att använda olika stickprovstättigheter för att inventera naturtyper som har olika stor utbredning i olika delar av landet.

Skattningarna och variansberäkningarna baserade på 2020-års data utgör ett viktigt underlag för hur framtida inventeringarna kan optimeras med avseende på urvalsklasser, stickprovets täthet och förbättrad fältinsamling. De ger också underlag för hur prioriteringar inom inventeringarna kan göras, t.ex. mellan olika naturtyper och regional upplösning, utifrån budget och mål.

## 4.1. Arealskattningar för gräsmarks- och lövskogsnaturtyper

Resultaten visar att för vanligare naturtyper räcker 2020-års stickprovstorlek för att nå årets mål eftersom arealerna kan skattas med en noggrannhet som förväntas understiga relativa medelfel på 20 % efter en hel femårig-inventeringsperiod nationellt såväl som regionalt. För många naturtyper med höga naturvärden (annex 1), som är relativt ovanliga, kommer det att behövas ett tätare stickprov för att nå 20 %-målet.

### 4.1.1. Naturtypsarealer baserade på lövskogsinventeringen 2020

I Tabell 4 och 5 nedan redovisas skattningar baserade på data från lövskogsinventeringen 2020 för hela Sverige samt uppdelat på en nordlig och en sydlig region. Skattningarna på biogeografisk nivå redovisas i [Bilaga E](#).

#### *Lövskogar med höga naturvärden (annex 1-naturtyper)*

Lövskogar med höga naturvärden, s.k. annex 1-naturtyper, är lövskogsnaturtyper som uppfyller kriterierna för naturtyper inom Art- och Habitatdirektivets annex 1. Flera av de naturtyperna är ovanliga och arealskattningarnas förväntade relativa medelfel efter fem år ligger över 20 % för de flesta. Undantagen är lövdominerad taiga, trädklädd betesmark samt ädellövskogar som grupp.

#### *Ädellövskogar (annex 1)*

Under 2020-års lövskogsinventering fann vi äldre ädellövskogar med så höga naturvärden att de klassades till annex-1-naturtyp i sju trakter (och totalt 14 provytor). Arealskattningarna för ädellövskogar som grupp har tillräckligt hög precision, men för de ingående ekdominerade naturtyperna förväntas inte träffbilden vara helt tillfredsställande för att nå målet med <20 % relativa medelfel på 5-års sikt, med nuvarande urvalsklasser och stickprovstäthet (Tabell 4). *Nordlig ädellövskog (9020)* ligger nära det 20 %-iga målet för precision i arealskattningen med 2020-års metodik (Tabell 4). Inga av de bokdominerade skogar som påträffades i 2020-års inventering uppfyllde kriterierna för att klassas som naturtyp med höga naturvärden (annex 1). Det behövs ett större stickprov för att få tillräckligt med data för dessa annex 1-naturtyper.

#### *Triviallövdominerade skogar (annex 1)*

En av frågeställningarna med 2020-års inventering var om vi skulle kunna finna äldre lövdominerade bestånd av Taiga 9010. Arealskattningarna av *lövdominerad Taiga 9010* visar att med de valda stickproven, med den regionindelning vi utgått ifrån (Figur 2 och Figur 3), klarades målet om <20 % relativt medelfel för norra men inte södra Sverige (Tabell 4).

Målet på 20 % relativt medelfel uppnåddes inte för *Lövsumpskog (9080)*. För att nå målet behövs ett större stickprov speciellt i norra Sverige. Vi behöver utreda varför inte fler av de provytor som fältbesöktes i urvalsklassen sumpskogar klassades som 9080. Det kan vara så att den lövdominerade sumpskogen inte klarat storlekskraven om 0,25 ha, liksom att åtgärder som t ex dikning, diskvalificerat ytorna. För båda dessa scenarier skulle ändra kriterier i

flygbildsinventeringen kunna förbättra träffbilden. Likaså har arealskattningarna av *Svämskogar* (9750) låg precision (höga relativa medelfel) vilket speglar att de inte eftersöktes specifikt i årets lövskogsinventering. Istället inventeras de effektivare i en linjeinventering, se förslag i designrapporten, eftersom den ligger i anslutning till vattendrag (Adler m.fl. 2020). De svämskogar som ändå kommit med har genererats från urvalsklassen “ädellövskog med kontinuitet”, där flygbildsinventeringen inkluderade potentiella *Svämedellövskogar* (9760). Eftersom ädellövträdsinslaget i fält visade sig vara för litet så klassades de som svämskogar.

#### *Trädklädda betesmarker (annex-1)*

De trädklädda betesmarker som hittades via lövskogsinventeringen är i stor utsträckning provytor med mycket trädäckning. Med de valda stickproven och med den regionindelning vi utgått ifrån (Figur 2 och 3) klarades målet för arealskattningarnas precision för *Trädklädda betesmarker* (9070).



Foto: NILS fältlag 2020



### *Samskattningar med Riksskogstaxeringens data*

Riksskogstaxeringen inventerar all mark nedanför kalvfället och därmed all skogsmark. Många av naturtyperna i Art- och habitatdirektivet är dock ovanliga och även med Riksskogstaxeringens stora stickprov, ca 7500 trakter över en femårsperiod, är det svårt att få bra arealskattningar för många av naturtyperna. Tabell 4 visar det relativa medelfelet för arealskattningarna baserade på Riksskogstaxeringens inventering av lövdominerade annex 1-naturtyper. Resultatet visar att det enbart är Taiga lövdominerad (9010  $\geq 50$  % löv) och Trädklädd betesmark (9070) som klarade målet med relativa medelfel på  $< 20$  % när det gäller arealer.

Eftersom fokus för den här rapporten är skattningar och dimensionering för de nya gräsmarks- och lövskogsinventeringarna så presenterar vi inga samskattningar mellan dem och Riksskogstaxeringen i den här rapporten. Beroende på målsättning behöver data från Riksskogstaxeringen kompletteras och NILS lövskogsinventering kan göra det, även om den behöver förbättras för att t.ex. träffa fler bokskogar än under 2020 (Tabell 4). Riksskogstaxeringen gör endast täckningsgradsbedömningar av kärlväxter i en del av sina ytor, vilket betyder att tillskottet av antalet ytor som kan användas för att analysera kärlväxtförekomster i de olika annex 1-naturtyperna är lägre än de som kan användas för arealskattningarna.



Trivial lövskog Foto: NILS fältlag 2020

Tabell 4. **Arealskattning för lövskogsnaturtyper med höga naturvärden** i hela samt norra respektive södra Sverige (regionindelning enligt Figur 3). Skattningar av total areal (ha) och relativt medelfel (relative standard deviation; RSD) baserade på 2020-års fältdata, för naturtyper som uppfyller annex 1-kriterierna<sup>1</sup>. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundad till närmaste 100 ha. Dessutom redovisas relativa medelfelet (RT RSD) för arealskattningar baserade på data från Riksskogstaxeringens inventering 2015–2019. Antal provytor i Riksskogstaxeringen (RT Antal provytor) är de som finns både i deras permanenta och temporära stickprov. Inom parentes visa antalet provytor som enbart finns det permanenta stickprovet.

Beteckning annex 1	Annex-1 lövskogsnaturtyp <sup>1</sup>	Region	Ambitionsnivå enligt NV <sup>2</sup>	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)	RT RSD (5 år)	RT Antal provytor
9010	Taiga (löv≥50%)	Sve	Hög	87 600	0,37	0,17	0,16	71 (43)
		Nord		41 900	0,45	0,20		
		Syd		45 700	0,58	0,26		
9020	Nordlig ädellövskog	Sve	Medel	16 000	0,48	0,21	0,39	8 (7)
		Nord		0	-	-		
		Syd		16 000	0,48	0,21		
9110,9130	Bokskog	Sve	Medel	0	-	-	0,31	15 (11)
		Nord		0	-	-		
		Syd		0	-	-		
9160,9190	Ekskog	Sve	Medel	14 000	0,58	0,26	0,21	28 (21)
		Nord		0	-	-		
		Syd		14 000	0,58	0,26		
9020,9110	Ädellövskog	Sve		30 000	0,42	0,19		
9130,9160		Nord		0	-	-		
9180,9190		Syd		30 000	0,42	0,19		
9070	Trädklädd betesmark	Sve	Hög	122 600	0,40	0,18	0,15	55 (30)
		Nord		0	-	-		
		Syd		122 600	0,4	0,18		
9080	Lövsumpskog	Sve	Medel	13 100	0,49	0,22	0,15	55 (33)
		Nord		2 600	0,71	0,32		
		Syd		10 500	0,59	0,27		
9750	Svämlövskog	Sve	Medel	14 200	0,92	0,41	0,38	8 (6)
		Nord		0	-	-		
		Syd		14 200	0,92	0,41		

1. Annex-1-naturtyper funna i 2020-års inventering, enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).

2. Enligt Jacobson (2010)

### *Lövskogar oavsett naturvärden*

Sett till olika lövskogar i den vidare definitionen (Tabell 5), där även de som inte klarar kraven för att klassas till annex 1-naturtyp ingår, så levererar inventeringen väl inom 20 %-målet för de flesta typerna av lövskog. Det betyder att inventeringen kan detektera förändringar i de olika generella lövskogsgruppernas areal inom den gräns som Jacobson (2010) föreslår ska gälla för naturtyper som ska följas med medelhög ambitionsnivå. Även om ingen av de bokdominerade skogar som påträffats i 2020-års inventering har klarat kraven för klassning som naturtyp med höga naturvärden (annex 1), så visar det att inventeringen har kapacitet att fånga dessa skogar. Det behövs dock ett större stickprov för att få nog med data för bokskogar, ekskogar och lövsumpskog. För *bokdominerade skogar* som ligger längst ifrån 20 %-målet av de olika lövskogar som träffades i 2020-års inventering skulle vi behöva halvera skattningarnas varians. För att minska det relativa medelfelet med 50 % behöver vi fyrdubbla stickprovet jämfört med 2020-års inventering. Det betyder att vi skulle behöva använda stickprov 3 istället för stickprov 5 just för bokskogar. I den södra regionen motsvarar det en ökning av antalet trakter som behöver flygbildsinventerats från ca 75 trakter år 2020, till ca 375 trakter årligen. Med dagens teknik går det inte att utesluta alla provytor/trakter som saknar bokskogar om överklassningsprincipen ska fungera. Risken är för stor att atypiska bokskogar inte kommer med i urvalet. Därför går det inte att skapa en bokskogsklass som kan användas för urvalet. Istället måste fältbesöken öka för ädellöv överlag, vilket även kommer att leda till att fler bok-och ekskogar inventeras.

Tabell 5. Areal-skattning för lövskogsnaturtyper oavsett naturvärden i hela samt norra respektive södra Sverige (regionindelning enligt Figur 3). Skattningar av total areal (ha) och relativt medelfel (relative standard deviation; RSD), baserade på 2020-års fälldata, för naturtyper oavsett naturvärden. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundade till närmaste 100 ha.

Lövskogsnaturtyper oavsett naturvärden <sup>1</sup>	Region	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)
Triviallövskog	Sve	847 900	0,29	0,13
	Nord	441 000	0,49	0,22
	Syd	406 900	0,28	0,13
Bokskog	Sve	42 300	0,88	0,40
	Nord	0	-	-
	Syd	42 300	0,88	0,40
Ekskog	Sve	120 000	0,35	0,16
	Nord	0	-	-
	Syd	120 000	0,35	0,16
Övrig ädellövskog	Sve	123 000	0,33	0,15
	Nord	0	-	-
	Syd	123 000	0,33	0,15
Trädklädd betesmark (ädellöv)	Sve	71 900	0,52	0,23
	Nord	0	-	-
	Syd	71 900	0,52	0,23
Trädklädd betesmark (löv)	Sve	74 600	0,49	0,22
	Nord	10 700	0,99	0,44
	Syd	63 900	0,55	0,25
Trädklädd betesmark (ej lövdom.)	Sve	5 000	0,73	0,33
	Nord	0	-	-
	Syd	5 000	0,73	0,33
Lövsumpskog	Sve	270 500	0,68	0,31
	Nord	7 000	0,47	0,21
	Syd	263 500	0,70	0,31
Svämlövskog	Sve	23 000	0,70	0,31
	Nord	0	-	-
	Syd	23 000	0,70	0,31

1. Enligt definitioner i Tabell 15.1 ”Typ av trädklädd mark” i ”Fältinstruktionen för nationell inventering av gräsmarker och lövskog, år 2020” (Hedenås m.fl. 2020).

2. Aggregering av de tre ovanstående ädellövskogsklasserna.

## 4.1.2. Naturtypsarealer baserade på gräsmarksinventeringen 2020

### *Gräsmarker med höga naturvärden (annex 1-naturtyper)*

De relativa medelfelen för skattningarna av enskilda gräsmarksnaturtyper med höga naturvärden (annex 1) är i flertalet fall högre än det stipulerade 20 %-målet. Undantaget gäller för de två vanligaste gräsmarksnaturtyperna med höga naturvärden (annex 1), 6270 Silikatgräsmark och 9070 Trädklädd betesmark, som med de stickprovsstorlekar som använts under 2020 förväntas klara 20 %-målet för precision i skattningarna efter 5 år (Tabell 6).

### *Trädklädda betesmarker (9070)*

Trädklädda betesmarker (9070) inventeras i både gräsmarksinventeringen och lövskogsinventeringen. Då naturtypen förekommer med ett stort spann på tillåten krontäckning av träd finns en uppenbar risk att flera Trädklädda betesmarker missas om de enbart inventeras inom gräsmarksinventeringen, speciellt de som har en hög krontäckning. Likaså kan förekomster av Trädklädda betesmarker missas om de enbart inventeras i lövskogsinventeringen speciellt de objekt som har låg krontäckning eller om krontäcket har hög andel barrträd. I tabellerna redovisas skattningarna från respektive inventering för sig.

### *Svämängar (6450)*

Skattningarna av svämängar har låg precision (höga RSD) vilket speglar att de inte eftersöktes specifikt i årets inventeringar. Istället inventeras de effektivare i en linjeinventering, se förslag i designrapporten (Adler m.fl. 2020). Metodik för en effektiv och träffsäker svämängs- och svämnskogsinventering är under framtagande, och kommer att testas i fält i liten skala fältsäsongen 2021.

### *Gräsmarker med vissa naturvärden (69XX-koderna)*

I Tabell 7 presenteras skattningarna för de kultiverade gräsmarkstyperna (som i Gardfjell och Hagner 2019 har koder som börjar med 69) som kan ha vissa naturvärden, men inte tillräckliga höga för att uppfylla alla kriterier för att få annex 1-klass. Gräsmarksinventeringen kommer att klara av att ge tillfredställande arealskattningar för dessa naturtyper, både för den regionindelning vi använt i 2020 och på nationell nivå.

Dessa icke-egentliga annex 1-gräsmarker är sådana gräsmarker som inte längre ingår i rotationssystemet (definitioner i Gardfjell och Hagner, 2019), utan håller på att naturaliseras. De hävdas med bete eller slåtter, men hävdgynnade gräsmarksarter är fortfarande få. Naturlighetskriterierna behöver inte vara uppfyllda. Inom Jordbruksverkets inventeringar av äng- och betesmarker hamnar dessa naturtyper inom klassen ”utvecklingsmark” (Jordbruksverket 2017). Skattningar av dessa gräsmarker visar att vår inventering levererar väl inom 20 %-målet för de flesta typerna av dessa icke-egentliga annex 1-gräsmarker. Det är bara Tuvtäteläng (6915) som inte når upp till målet på nationell nivå. Trädbärande kultiverad betesmark (6913) och Öppen kultiverad slåtteräng (6912) klarar inte av målet varken i den sydliga eller den nordliga regionen.

### *Gräsmarker oavsett naturvärden*

Skattningarna för de “bredare” *gräsmarksnaturtyperna oavsett naturvärde*, visar att det relativa medelfelet är under 20 % eller nära 20 % för flera av gräsmarkerna. Det gäller både nationellt och i norra Sverige där många typer av gräsmarker är ovanliga (Tabell 8). För exempelvis extensivt skötta gräsmarker kan vi kanske tolerera ett relativt medelfel något över 20 %, eftersom dessa inte ingår i Artikel 17-rapporteringar av Art- och habitatdirektivet.

### *Åker- och vägrenar*

Under 2020-års inventering inventerades åker- och vägrenar inom gräsmarksinventeringen. Skattningarna av gräsdominerade vägrenar har relativt låg precision men inventering av smala linjära objekt i provytor inte är optimalt, varken för flygbilds- eller fältinventering (Ranlund m.fl. 2021). Istället bör smala linjära gräsmarksobjekt, som åker- och vägrenar inventeras genom en linjekorsningsinventering (Adler m.fl. 2020).



Foto: H. Hedenås

Tabell 6. *Arealskattning för gräsmarker med höga naturvärden, i hela samt norra respektive södra Sverige (regionindelning enligt Figur 3). Skattningar av total areal (ha) och relativt medelfel (relative standard deviation; RSD) för naturtyper som uppfyller annex 1-kriterierna<sup>1</sup> är baserade på 2020-års fältdata. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundad till närmaste 100 ha.*

Beteckning annex 1	Annex-1 gräsmarksnaturtyp <sup>1</sup>	Region	Ambitionsnivå enligt NV <sup>2</sup>	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)
6210	Kalkgräsmark	Sve	Hög	83 600	0,72	0,32
		Nord		0	-	-
		Syd		83 600	0,72	0,32
6270	Silikatgräsmarker	Sve	Hög	244 800	0,33	0,15
		Nord		3 800	0,55	0,25
		Syd		241 000	0,33	0,15
6280	Alvar	Sve	Hög	263 900	0,79	0,36
		Nord		0	-	-
		Syd		263 900	0,79	0,36
6412	Fuktäng	Sve	Hög	36 100	0,52	0,23
		Nord		900	0,81	0,36
		Syd		35 300	0,53	0,24
6430	Högörtängar	Sve	Medel	41 000	0,83	0,37
		Nord		400	1,00	0,45
		Syd		40 600	0,84	0,37
6450	Svämängar	Sve	Medel	7 700	0,84	0,37
		Nord		1 300	0,56	0,25
		Syd		6 400	0,99	0,44
6510	Slåtterängar i låglandet	Sve	Hög	400	0,99	0,44
		Nord		0	-	-
		Syd		400	0,99	0,44
6520	Höglänta slåtterängar	Sve	Hög	2 900	0,67	0,30
		Nord		2 900	0,67	0,30
		Syd		0	-	-
6510,6520	Slåtterängar	Sve	Hög	3 300	0,60	0,27
		Nord		2 900	0,67	0,30
		Syd		400	0,99	0,44
8230	Hällmarkstorräng	Sve	Medel	400	0,99	0,44
		Nord		0	-	-
		Syd		400	0,99	0,44
9070	Trädklädd betesmark	Sve	Hög	176 300	0,43	0,19
		Nord		500	0,71	0,32
		Syd		175 800	0,43	0,19

1. Enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).

2. Enligt Jacobson (2010)

Tabell 7. Arealstatning för gräsmarker med vissa naturvärden (s.k. utvecklingsmarker) i hela samt norra respektive södra Sverige (regionindelning enligt Figur 3). Skattningar av total areal (ha) och relativt medelfel (relative standard deviation; RSD) är baserade på 2020-års fältdata. Dessa gräsmarker ingår inte längre i rotationssystemet utan hävdas med bete eller slätter men hävdgynnade gräsmarksarter är fortfarande få (se definitioner i Gardfjell och Hagner, 2019). Naturlighetskriterier<sup>1</sup> behöver inte vara uppfyllda. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundad till närmaste 100 ha.

Beteckning	Gräsmarker med vissa naturvärden <sup>1</sup>	Region	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)
6911	Öppen kultiverad betesmark	Sve	421 400	0,21	0,09
		Nord	40 700	0,43	0,19
		Syd	380 700	0,23	0,10
6912	Öppen kultiverad slätteräng	Sve	232 700	0,41	0,18
		Nord	76 700	0,38	0,17
		Syd	156 100	0,58	0,26
6911,6912	Öppen kultiverad betes- & slättermark	Sve	654 100	0,23	0,10
		Nord	117 400	0,29	0,13
		Syd	536 700	0,28	0,12
6913	Trädbärande kultiverad betesmark	Sve	74 900	0,61	0,27
		Nord	51 500	0,86	0,38
		Syd	23 300	0,46	0,21
6915	Tuvtåteläng	Sve	7 900	0,83	0,37
		Nord	<100	1,00	0,45
		Syd	7 900	0,83	0,37
6911,6912	Kultiverad	Sve	736 900	0,22	0,10
6913,6915	betes- & slättermark	Nord	169 000	0,33	0,15
		Syd	568 000	0,26	0,12

1. Enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).



Tabell 8. *Arealskattning för gräsmarker oavsett naturvärden, i hela samt norra respektive södra Sverige (regionindelning enligt Figur 3). Skattningar av total areal (ha) och relativt medelfel (relative standard deviation; RSD) är baserade på 2020-års fältdata. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundad till närmaste 100 ha.*

Gräsmarker oavsett naturvärden <sup>1</sup>	Region	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)
Öppen kultiverad betesmark	Sve	645 800	0,22	0,10
	Nord	94 900	0,26	0,12
	Syd	550 900	0,26	0,12
Bete och slätter på naturmark (fastmark)	Sve	585 100	0,41	0,18
	Nord	12 900	0,47	0,21
	Syd	572 300	0,42	0,19
Ohävdad betes- eller slättermark (naturmark)	Sve	225 500	0,53	0,24
	Nord	14 800	0,28	0,12
	Syd	210 700	0,56	0,25
Hävdad svämäng	Sve	13 900	0,99	0,44
	Nord	0	-	-
	Syd	13 900	0,99	0,44
Ohävdad svämäng	Sve	35 600	0,82	0,37
	Nord	3 900	0,53	0,24
	Syd	31 700	0,92	0,41
Trädklädd gräsmark	Sve	174 600	0,42	0,19
	Nord	55 300	0,80	0,36
	Syd	119 300	0,49	0,22
Övrigt extensivt skött gräsmark	Sve	60 700	0,50	0,22
	Nord	30 900	0,85	0,38
	Syd	29 800	0,52	0,23
Åkerren	Sve	65 300	0,69	0,31
	Nord	2 100	0,99	0,44
	Syd	63 200	0,72	0,32
Vägren gräsdominerad	Sve	141 800	0,32	0,14
	Nord	78 800	0,44	0,20
	Syd	63 000	0,46	0,21

1. Enligt definitioner i Tabell 15.1 ”Typ av gräsmark” i ”Fälthinstruktionen för nationell inventering av gräsmarker och lövskog, år 2020” (Hedenås m.fl. 2020).

## 4.2. Framtida dimensionering

2020-års data utgör ett underlag för att uppskatta vilka stickprovstäheter som krävs för att kunna detektera förändringar av en naturtyp utifrån de mål som stipulerats av Naturvårdsverket (Tabell 2, Jacobson 2010). 2020-års inventering är endast ett år av fem planerade år för att inventera alla trakter i ett stickprov innan ominventeringen börjar 2025. Det betyder att vi av slump kan få fler eller färre träffar av en enskild naturtyp än vad som är förväntat baserat på ett genomsnitt över fem år. I vissa fall träffade vi färre än förväntat; t.ex. ingick ingen bokskog med höga naturvärden i fältinventeringen 2020. Analyserna av 2020-års data utgör även ett underlag för hur prioriteringar inom inventeringarna ska göras utifrån budget och mål. Det kan handla om prioritering mellan vanliga och ovanliga naturtyper samt vilken regional upplösning som eftersträvas. För att få mer data på bokskogar kan vi t.ex. besöka ett tätare stickprov i kontinental region.

Flera aspekter spelar roll för vilka stickprovstäheter som behövs för att nå Naturvårdsverkets mål (Tabell 1 och Tabell 2). Vi har approximerat vilka stickprovstäheter som behövs för olika naturtyper utifrån målen som beskrivs i Tabell 2 med hjälp av modellen som beskrivs i [Bilaga D](#). Ingående värden i modellen är 1) de relativa medelfel som krävs (Tabell 2), 2) andelen av naturtypen som hittats i inventeringarna under 2020 och 3) antalet provytor som fältbesökts per trakt (10 st.). Eftersom målet varit att ta fram data för att kunna beräkna förändring med en viss precision så behövde vi även göra antaganden om 4) mätvärdenas korrelation mellan de inventeringstillfällena som förändringen ska detekteras. Sammantaget ger det maxantalet trakter som kan behövas för att en förändring av angiven storlek ska kunna upptäckas. Modellen tar inte hänsyn till att vi flygbildsinventerade 196 provytor per trakt. Det innebär att modellen i många fall överskattar det faktiska behovet av trakter särskilt för naturtyper som bara har små arealer i de trakter de finns. Hur mycket flygbildsinventeringen förbättrar vår förmåga att träffa de eftersökta naturtyperna kan vi inte avgöra med modellen, men när skillnaden är stor mellan skattningarnas relativa medelfel baserade på 2020-års stickprov och de stickprovsstorlekar som krävs enligt modellen, se [Bilaga F](#), så beror det på att flygbildsinventeringen har varit effektiv.

För att vi skulle kunna göra rimliga antaganden om korrelation mellan mätvärden vid olika inventeringstillfällena så beräknade vi den korrelationen för olika naturtyper baserat på data från NILS basinventering respektive Riksskogstaxeringens (RT) inventering. Den beräknade korrelationen ( $\rho$ ) hade ett medel på 0,90 för klassningen av naturtyper mellan två inventeringstillfällena (2008–2012 respektive 2014–2018) i NILS basinventering stratum 1–9 (låglandet). För fältskiktstäckningen är korrelationen 0,83 i låglandet (stratum 1–9) och 0,87 i fjällområdet (stratum 10) mellan inventeringstillfällena. För busktäckningen är korrelationen 0,80 i låglandet och 0,90 i fjällområdet mellan inventeringstillfällena. Korrelationen för strukturvariabler som död ved och busktäckning varierade för olika naturtyper mellan 0,68 och 0,99 för NILS och mellan 0,81 och 0,90 för RT. Korrelationen var högre för naturtypsklasser, medan bedömningsvariabler som fältskiktets och buskskiktets totala täckning hade lägre  $\rho$  värden. I våra beräkningar av vilken stickprovsstorlek som behövs enligt modellen i [Bilaga D](#) och jämförelser mellan relativa medelfel för skattningarna 2020 och målen i Tabell 2 antog vi två olika korrelationer, 0,8 respektive 0,9, eftersom vi inte på förhand kan veta exakt vilka korrelationer som kommer att gälla för naturtyperna.  $\beta$  sattes till 0,2 och ett tvåsidigt signifikanstest ( $\alpha = 0,1$ ) användes. För fler detaljer se [Bilaga A](#) (Detekterbarhet av förändring).

Resultaten från dimensioneringsberäkningarna (enligt [Bilaga D](#)) av vilka stickprovsstorlekar som behövs finns i [Bilaga F](#), tabeller F1 till F4, för lövskogs- respektive gräsmarkainventeringen både nationellt och regionalt. Exempelvis förekommer lövdominerad taiga (9010 med löv  $\geq 50$  %) i 10 % av trakterna, och den relativa andelen provytor i dessa trakter med lövdominerad taiga är 1,7 %. Med en korrelation av 0,8 kommer vi enligt den beräkningen kunna detektera en relativ förändring på 3 % av arealen lövdominerad taiga per år om vi använder stickprov 2 över en femårsperiod (dvs. 15,9 % relativ förändring) eller stickprov 4 över en tioårs period (34,4 % relativ förändring). Samtidigt ser vi att redan 2020-års stickprov (stickprov 5) kan förväntas räcka till ett relativt medelfel på 18 % över fem år. Redan stickprov 5 som vi använde under 2020 räcker alltså till att nå målet över en tioårs period (relativt medelfel  $< 21,9$  % om korrelation = 0,8, Tabell 2), även om det saknas lite för att nå målet redan efter fem år (relativt medelfel  $> 14,3$  % om korrelation = 0,9, Tabell 2). Generellt kan vi anta att korrelationen mellan inventeringstillfällena blir lägre med tid, så vi antar inte som schablon att korrelationen efter 10 år är 0,9.

För diskussionen om framtida dimensionering så jämför vi de förväntade relativa medelfelen utifrån skattningarna från 2020-års data (Tabellerna 4-8) med de relativa medelfel som krävs för att nå Naturvårdsverkets mål enligt Jacobson (2010), se Tabell 2. Olika antaganden om hur stor korrelationen kommer att vara mellan inventeringstillfällena och vilken tidsperiod som förändringen ska mätas över, påverkar vilka slutsatser vi kommer till vad gäller behov på stickprovstäthet.

#### 4.2.1. Stickprov för lövskogsinventeringen

I utvärderingen av 2020-års inventering kan vi se att vi redan med de aktuella stickprovstätheterna kan förväntas nå kraven (Tabell 2) för flertalet lövskogsnaturtyper över en tioårsperiod. Flera av dem har mellanhög prioritet vilket betyder krav på relativa medelfel under 50 % över 10 år om korrelationen mellan inventeringstillfällena antas vara 0,8. Det krävs dock ett tätare stickprov för att nå upp till kraven för många av dem redan efter fem år. 2020-års inventering hittade inte bok- och ekskogar i den utsträckning som behövdes, dessutom träffade vi inte några ädellövskogar i branter.

##### *Ädellövskogar med höga naturvärden (annex 1)*

Prioriteringen av de enskilda annex 1-naturtyperna för ädellövskogar är medelhög (Jacobson, 2010). Beroende på vilket antagande vi gör kring korrelationen mellan inventeringstillfällena så ser det ut som att redan 2020-års dimensionering av inventeringen var tillräcklig (anta korrelation = 0,9) eller något för liten, om korrelationen antas vara 0,8, för att nå målet om detekterbar förändring efter fem år. Undantagen är ädellövskog i branter och bokskog. Det är svårt att urskilja provytor med bok- respektive ekskog eftersom de lätt förväxlas med andra ädellövstyper i flygbildsinventeringen. För dessa naturtyper, under antagandet om den lägre korrelationen 0,8, måste därför ädellöv generellt inventeras i tätare stickprov, för att delmängderna ek och bok ska öka. För att minska variansen för ekskogar med drygt 25 % behöver vi fördubbla stickprovet för ädellövskogar generellt jämfört med 2020-års inventering vilket innebär att vi skulle behöva använda stickprov 4 istället för stickprov 5. I den södra regionen motsvarar det en ökning av antalet trakter som flygbildsinventeras från ca 75 trakter år 2020, till ca 150 trakter årligen. Antalet trakter som skulle behöva fältbesökas ökar likaledes från 35 som fältbesöktes 2020 till ca 70 trakter per

år. För att träffa fler bokskogar skulle vi kunna inventera ädellövskogar i ett tätare stickprov i kontinental region.

Det gjordes inget specifikt försök att eftersöka ädellövskogar i branter under 2020-års inventering. De ingick i det generella urvalet av ädellövskogar. Det är dock möjligt att i framtiden specifikt inventera dessa och på så sätt erhålla bra skattningar med hög precision, genom att utveckla ett kartskikt baserat på laserdata som indikerar områden med rätt lutning. Alternativet är att inom flygbildsinventeringen lägga till ett attribut som beskriver lutningen. Detta attribut kan sedan användas vid urvalet av trakter och provytor. Oavsett alternativ gör det att vi kan exkludera ett stort antal trakter från fältbesök och bara inkludera de trakter som potentiellt innehåller denna typ av relativt ovanliga ädellövskogar i ett tätare stickprov.

#### *Lövdominerad taiga med höga naturvärden (annex 1)*

Lövdominerad taiga 9010 har hög prioritet enligt Jacobson (2010). Dimensioneringen av 2020-års inventering klarar kravet för lövdominerade ( $\geq 50\%$  löv) bestånd av 9010 Taiga i norra Sverige och nationellt över en tioårsperiod. För södra Sverige och om vi ska kunna detektera den stipulerade förändringen redan efter fem år så skulle antalet inventerade trakter behöva ökas. Om korrelationen mellan mättillfällena antas vara 0,9 behöver vi använda stickprov 4 för att detektera en förändring enligt målet efter fem år.

Inventeringen av lövdominerad taiga bidrar till ett ökat kunskapsunderlag om äldre lövskogstaiga för artikel 17-rapporteringar av art- och habitatdirektivet. Under det första årets inventering har identifieringen av denna naturtyp i flygbildsinventeringen resulterat i en något för stor grad av överklassning, vilket genererat ett otillfredsställande stort antal fältbesök som inte resulterat i inventering. Till nästkommande år justeras flygbildsinventeringen och urvalsklasserna något för att öka effektiviteten utan att ge avkall på nödvändig överklassning. En ökad precision bedöms kunna frigöra ett betydande antal fältdagar för inventering av andra eftersökta naturtyper.

#### *Lövsumpskog med höga naturvärden (annex 1)*

Lövsumpskog 9080 har medelhög prioritet enligt Jacobson (2010) och dimensioneringen för 2020 är tillräcklig för att klara målen (Tabell 2) efter tio år och redan efter fem år om korrelationen antas vara 0,9. Det enda undantaget är lövsumpskog i norra Sverige som behöver ett något tätare stickprov även om korrelationen antas vara 0,9. Om korrelationen är lägre, 0,8, så krävs dock tätare stickprov även nationellt för att nå målet inom fem år. Tillskillnad från exemplet med bok- och ekskogar så går det relativt bra att skilja ut de trakter som inte innehåller några potentiella lövsumpskogar i flygbildsinventeringen, så att de inte behöver fältbesökas.

## 4.2.2. Stickprov för gräsmarksinventeringen

### *Gräsmarker med höga naturvärden (annex 1-naturtyper)*

För många av annex-1 gräsmarkerna räcker 2020-års dimensionering för att kunna detektera de stipulerade förändringarna över en tioårsperiod. Generellt skulle stickprovet dock behöva öka för att kunna detektera förändringar redan efter fem år. I södra Sverige skulle stickprovet behöva öka från stickprov 5 till stickprov 3 för att kunna detektera förändringar av annex 1-gräsmarker över en femårsperiod. I norra Sverige är det dock en stor absolut ökning att gå från stickprov 3 till stickprov 2.

För Silikatgräsmarker (6270) var 2020-års dimensionering av inventeringen tillräcklig både nationellt och i den sydliga regionen för att detektera en förändring enligt målet efter fem år, om korrelationen antas vara 0,9. Med en ökning till stickprov 2 i norra Sverige kan det relativa medelfelet antas minska med en fjärdedel för den regionen. Då skulle det gå att detektera den stipulerade förändringen efter 10 år även om korrelationen antas vara 0,8. En ökning från stickprov 5 till stickprov 4 i södra Sverige skulle ge möjlighet att nå målet även om korrelationen antas vara lägre, 0,8.

Dimensioneringen av 2020-års inventering klarar inte kravet för Kalkgräsmarker (6210) varken över en fem- eller tioårsperiod. För att klara att detektera den efterfrågade förändringen över fem år behöver stickprovet åtminstone fördubblas från stickprov 5 i södra Sverige till stickprov 3 eftersom vi därmed kan anta att det relativa medelfelet halveras och målet närmas åtminstone under antagandet att korrelationen mellan mättillfällena kommer att vara 0,9. Om korrelationen istället antas vara 0,8 behöver stickprovet ökas åtminstone till stickprov 2 för att nå målet över en femårsperiod. Det skulle däremot räcka med en ökning till stickprov 3, även om korrelationen antas vara 0,8, för att kunna detektera den stipulerade förändringen efter 10 år. Detsamma gäller för Alvar (6280).

För slätterängar som grupp (6510, 6520) var 2020-års dimensionering av inventeringen tillräcklig nationellt för att detektera förändringar över en tioårsperiod endast om korrelationen antas vara relativt hög, 0,9, även efter tio år. Korrelationen mellan inventeringstillfällena är dock troligen lägre över en 10 års period vilket innebär att stickprovet behöver fördubblas för att det ska gå att detektera en förändring nationellt över en tioårsperiod om korrelationen istället antas vara 0,8. Vill vi istället kunna detektera förändringen över en femårsperiod och korrelationen antas vara 0,9 så måste stickprovet istället fördubblas. Stickprovet behöver ökas både i norr och söder, men framförallt i söder.

För fuktängar (6412) var 2020-års dimensionering av inventeringen tillräcklig nationellt och i söder för att detektera förändringar över en tioårsperiod endast om korrelationen antas vara hög, 0,9, även efter tio år. Stickprovet behöver fördubblas för att detektera en förändring över en tioårsperiod om korrelationen istället antas vara 0,8 eller fördubblas för att detektera en förändring över en femårsperiod om korrelationen antas vara 0,9.

För de naturtyper som har medelhög prioritering, Högörtängar (6430), Svämängar (6450) och Hällmarkstorrängar (8230) räcker 2020-års dimensionering av inventeringen mer än väl för att kunna detektera förändringar över en tioårsperiod även med en korrelation mellan mättillfällena på 0,8. Behöver vi kunna detektera förändringarna redan efter fem år krävs det i de flesta fall en

fördubbling av stickprovet, för Högörtängar en ökning i norra Sverige och en ökning i södra Sverige för Svämängar och Hällmarkstorrängar.

#### *Trädklädda betesmarker (9070)*

Det är även framgent viktigt att Trädklädda betesmarker (9070) inventeras i både gräsmarksinventeringen och lövskogsinventeringen. Eftersom det finns en uppenbar risk att flera trädklädda betesmarker, speciellt de som har en hög krontäckning, missas om de enbart inventeras inom gräsmarksinventeringen. Likaså kan förekomster av trädklädda betesmarker med låg krontäckning eller om krontäcket har hög andel barrträd missas om de enbart inventeras i lövskogsinventeringen. Trädklädda betesmarker inventeras i gräsmarksinventeringen med det stickprov som behövs för att inventera Gräsmarker med höga naturvärden generellt och i lövskogsinventeringen med det stickprov som behövs för att inventera lövdominerad taiga respektive ädellövskogar med höga naturvärden.

#### *Gräsmarker oavsett naturvärden*

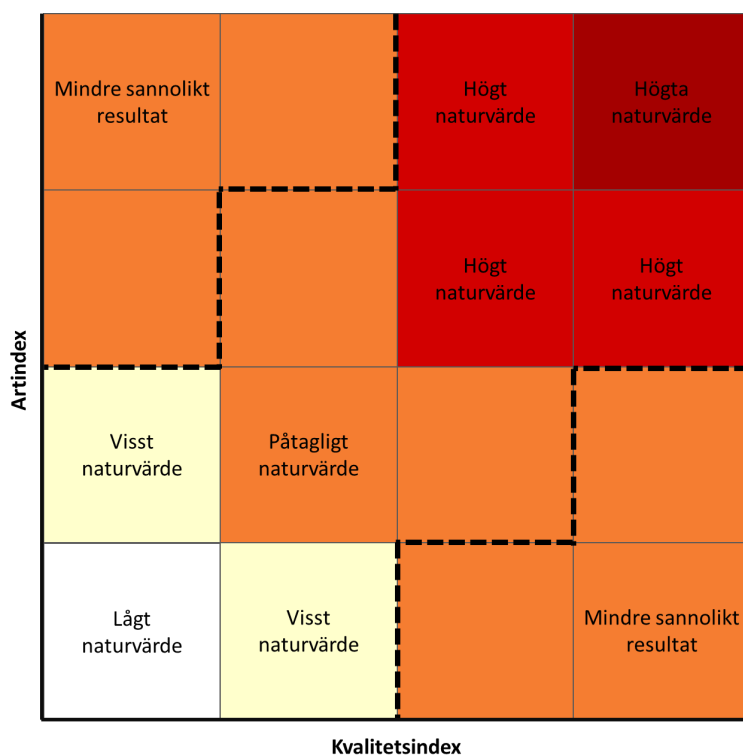
Analyserna visar att för så väl de kultiverade gräsmarkstyperna (som i Gardfjell och Hagner (2019) har koder som börjar med 69) och för de "bredare" *gräsmarksnaturtyperna oavsett naturvärde* kommer dagens dimensionering i många fall att ge tillfredställande tillståndsskattningar. Det gäller både nationellt och i norra Sverige där många typer av gräsmarker är ovanliga.

#### *Åker- och vägrenar*

Både åker- och vägrenar kan vara viktiga livsmiljöer, men vi bör inte inventera åker- och vägrenar inom gräsmarksinventeringen, eftersom inventering av smala linjära objekt i provytor inte är optimalt (Ranlund m.fl. 2020). De inventeras istället effektivare i en linjeinventering, se förslag i designrapporten (Adler m.fl. 2020). Genom att inte inventera åker- och vägrenar i denna design kommande säsong, så frigörs ett betydande antal fältdagar som kan läggas på ökade inventeringsinsatser i kvarvarande eftersökta naturtyper.

### 4.3. Kvalitetsbedömningar

Som en grund för bedömning av naturtypers kvalitet går det att använda kombinationer av olika kvalitetsvariabler eller indikatorer (Figur 4, exv. Carli m.fl. 2018). Variablerna eller indikatorerna väljs för att spegla den inventerade ytans artsammansättning, strukturer och påverkansfaktorer. De registrerade kvalitetsvariablerna kan i sin tur behöva vägas samman till ett kvalitetsindex. Likaså kan antalet växtarter *per se*, eller artindex, användas för att indikera naturtypers kvalitet. Kombinationen av artantal och kvalitetsindex kan i sin tur associeras med en av de statuskategorier som är definierade i art och habitatdirektivet (lågt naturvärde till högsta naturvärde; Figur 4). Arbetet med att göra sammanvägningar av artinformation och kvalitetsvariabler för att bedöma inventerade ytors naturvärde, och i förlängningen naturtypers status i Sverige, är under utveckling i samarbete med Artdatabanken. Eftersom arbetet är pågående presenterar vi endast övergripande data på arter och kvalitetsvariabler som samlats in inom gräsmarks- och lövskogsinventeringarna 2020 och hur de relaterar till olika naturtyper.



Figur 4. Förslag på hur en sammanvägning mellan artvärden och kvalitetsvariabler kan göras för att bedöma inventerade ytors naturvärde (från Toräng, Artdatabanken) för att bedöma inventerade ytors naturvärde.

### 4.3.1. Kvalitetsvariabler

Inom lövskogs- och gräsmarksinventeringarna samlar vi in en rad variabler som kan ingå som en del i bedömningsgrunden för naturtypers kvalitet (se Bilaga 3 i Ranlund m.fl. 2021). Variabler som kan vara relevanta både för gräsmarks- och lövskogsnaturtyper är exv. krontäckning, busktäckning, åtgärder i träd- och buskskikt, värde träd och skyddsvärda träd, störningsregim. Framst för gräsmarksnaturtyper kan grässvålens förekomst och utveckling, hävdhistorik, betesmosaik och mängd graminidförna vara relevant, medan beståndsålder, död ved och tr addediameter kanske främst är relevant för lövskogsnaturtyper. Figur 5 visar fördelningen för ett antal av de variablerna i gräsmarks- respektive lövskogsinventeringen 2020.



Död ved en av kvalitetsvariablerna för lövskogar. Foto: H. Hedenås





Figur 5. Andelen av provytor (%) i förhållande till flera kvalitetsvariabler inom olika funktionella naturtypsgrupper. Gruppindelningen följer figur 7. För gräsmarker representerar 9999 den grupp inventerade gräsmarker som inte klassats till någon av de andra funktionella grupperna (t ex vägkanter, åkerrenar etc.). För lövskogar representerar 9999 trädklädda marker som inte klassats till någon av de andra funktionella grupperna.



Delad provyta där ena delytan består av annex 1-naturtypen Alvar Foto: NILS fältlag 2020



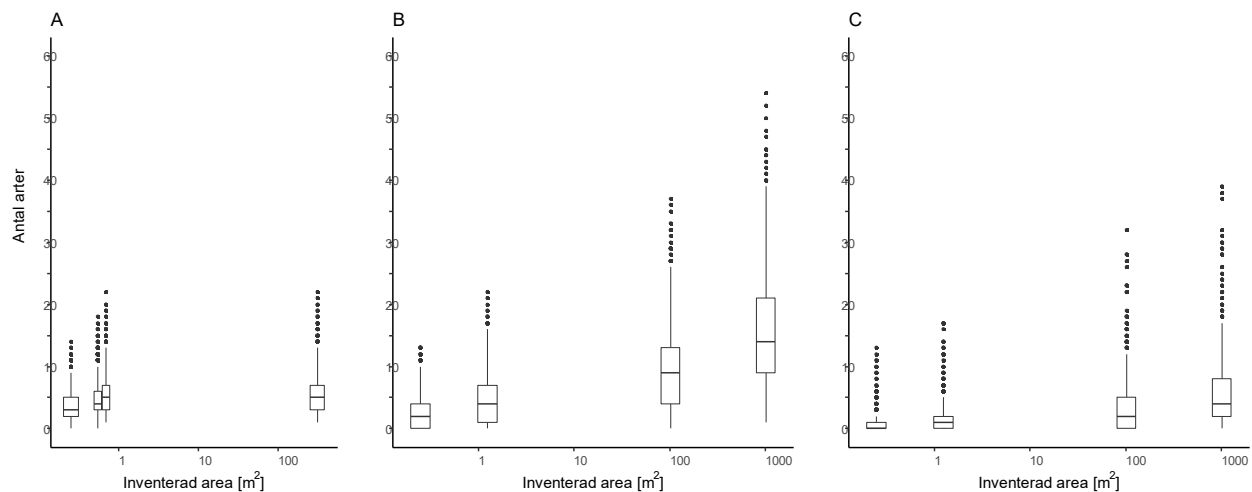
Alvar med buskar. Foto: NILS fältlag 2020.

### 4.3.2. Artregistreringar

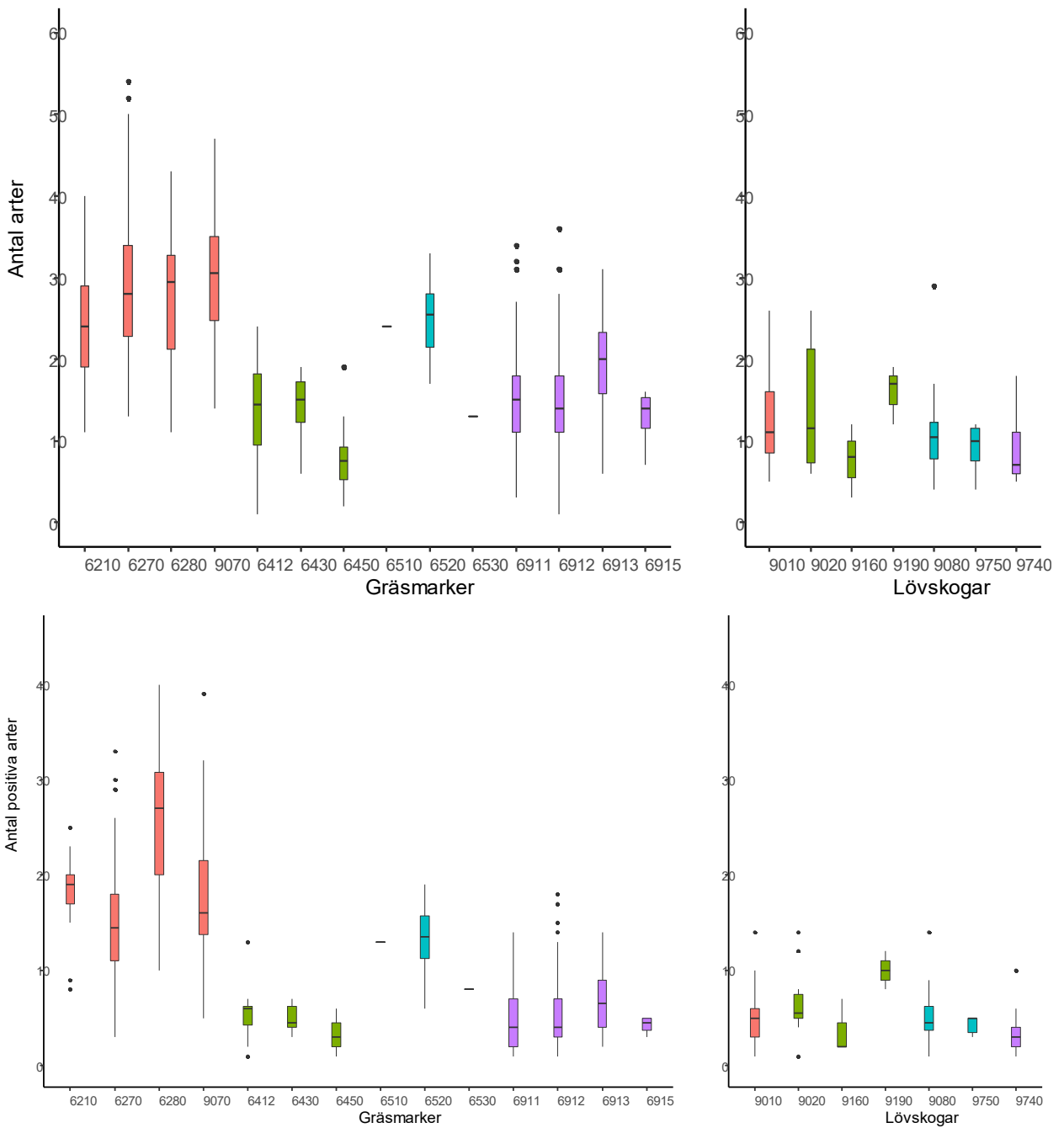
Totalt registrerades 17 745 taxa i småprovyornas och bedömningspolygonernas fält- och bottenskikt i de detaljinventerade provytorna, för gräsmarks- och lövskogsinventeringarna sammanlagt. I medel registrerades 19,2 taxa per detaljinventerad provyta av de 313 taxa som eftersöktes i fält- och bottenskiktet. Flest registrerade taxa var det i en provyta där den ena delytan var klassificerad som alvarmark med bete och slätter. I den registrerades totalt 69 taxa i fält- och bottenskiktet gemensamt i småprovyorna och bedömningspolygonen.

Sammansättningen av växtarter i ett objekt har länge använts för att indikera naturtypers kvalitet (exv. Pungar m.fl. 2021), eftersom växtarter är olika väl anpassade till faktorer som kan påverka naturtypers kvalitet, såsom hävd, klimat och edafiska faktorer (markfuktighet, näring etc.). En utgångspunkt för utvärdering av naturtypernas kvalitet kan då t.ex. vara den nya sammanställningen över hur förekomsten av enskilda kärlväxtarter relaterar till dessa faktorer (Tyler m.fl. 2021). Ett annat sätt är att utgå från artantalet (antalet taxa) *per se* där antalet jämförs mellan olika naturtyper, se exempel i Figur 7a. Det går även att jämföra förekomsten av positiva och negativa indikatorarter vilket exemplifieras i figurerna Figur 7b och Figur 8, eller antalet invasiva arter, mellan olika naturtyper eller inom en naturtyp. I och med att data på arter kan användas inte bara för att få mer information om arterna i sig utan även för att få mer kunskap om deras livsmiljöer, så utvecklade vi i gräsmarks- och lövskogsinventeringarna metodiken för att samla in artdata. En viktig förändring i gräsmarks- och lövskogsinventeringarna, jämfört med NILS basinventering, är att arter i fält- och bottenskiktet inventeras över en större areal. Bara de tre olikstora småprovyorna är tillsammans 135 gånger större än den sammanlagda arealen av de tre småprovyorna som användes i NILS basinventering. Till detta ska det noteras att arter numera även registreras för den 0,1 ha stora bedömningspolygonen. Det gör att antalet registrerade taxa i fält- och bottenskiktet, per provyta, generellt är högre i gräsmarks- och lövskogsinventeringarna jämfört med NILS basinventering (Figur 8a jämfört med 8b). Genom att öka den inventerade ytan ökar också antalet registrerade typiska arter (Figur 8c). Förutsättningarna för att utvärdera naturtypers kvalitet utifrån arter och artsammansättning har därmed förbättrats.

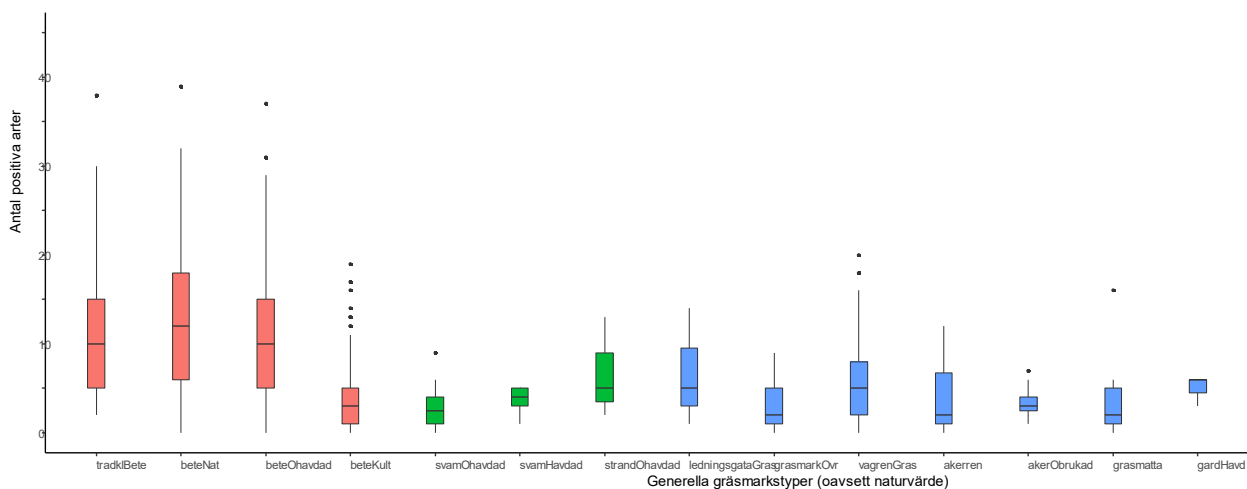
För ett antal arter noteras utöver förekomst även abundansmått (strikt täckning i m<sup>2</sup>). För ett antal viktiga nektar- eller pollenväxter för t.ex. fjärilar och bin registreras även huruvida arten blommar eller inte i bedömningspolygonen. Det ger en ögonblicksbild över förutsättningarna för pollinatörer vid fältbesöket. Kärlväxternas förekomst i sig är också en viktig indikation på pollinatörernas förutsättningar.



Figur 6. Antalet registrerade arter ökar med kumulativt ökad inventerad area inom provytan. A. Provyta i NILS inventeringen (0,25 m<sup>2</sup>, 0,5 m<sup>2</sup>, 0,75 m<sup>2</sup> resp. 314 m<sup>2</sup>), B. Provyta i löv-gräsinventeringarna 2020 (0,25 m<sup>2</sup>, 1,25 m<sup>2</sup>, 101,25 m<sup>2</sup> respektive inom bedömningspolygonen 1000 m<sup>2</sup>), C. Kumulativa antalet registrerade typiska (och positiva) arter i löv-gräsinventeringarna 2020.



Figur 7. a och b. Median antalet arter i fält- och bottenskiakt i bedömningsytan (0,1 ha) i olika naturtyper med höga naturvärden (annex 1). Till vänster, Gräsmarker grupperade i funktionella naturtypsgrupper: betesmarker (rött) fuktängar (grönt) slättermarker (turkost) och utvecklingsmarker (69xx) med vissa naturvärden (lila). Till höger: Lövsskogar, grupperat lövdominerad Taiga (rött), ädellövsskogar (grönt), sumpskogar (turkost) och skogbevuxen myr (lila). **a (överst)** visar totala artantalet, **b (nederst)** visar antalet positiva (inkl. typiska) arter.



Figur 8. Median antalet registrerade positiva indikatorarter (inklusive typiska) hävdgynnade arter i bedömningsytan (0,1 ha) i olika gräsmarksmiljöer (oavsett naturvärde). Avser arter i fält- och bottenskikt i den artlista som ingår i inventeringarna. För ingående kategorier hänvisas till 2020-års fältinstruktion (Hedenås m.fl. 2020). Betade eller slåtterhävdade gräsmarker (rött), gräsmarker på stränder (grönt), övriga gräsmarker som hålls öppna av annan anledning än för foderproduktion (blått), t ex vägrenar, gräsmattor mm.

Utöver den insamling av artdata som redan görs skulle markprover för eDNA-analys av markorganismer vara ett angeläget tillägg. eDNA-analys skulle ge insikter i utbredningen och mångfalden av markorganismer i olika typer av gräsmarker och lövskogar. I gräsmarksmiljöer utgör exv. marksvampsfloran en hög andel av de typiska och skyddsvärda arterna, men dessa är normalt inte möjliga att inventera på grund av sporadisk och väderberoende fruktkropps bildning. Det är lätt att ta proverna i fält, och metodik för provtagning finns redan utvecklad inom markinventeringen vid SLU (Bilaga 4 i Riksskogstaxeringen 2020). Den stora kostnaden är förknippad med lagring, sekvensering och att taxonomiska arter identifieras genom att de erhållna sekvenserna (OTUs) jämförs med kända sekvenser i tillgängliga databaser.

## 5. Slutsatser

Inventeringarna sommaren 2020 i gräsmarker och lövskogar ligger till grund för hur framtida inventeringar kan optimeras med avseende på urvalsklasser, stickprovstäthet och förbättrad fältinsamling för att kunna möta de krav på data som ställs regionalt, nationellt och internationellt. Inventeringarna genomfördes som ett storskaligt test av en ny stickprovsdesign samt flygbilds- och fältmetodik. Testet visar att det går att inventera relativt ovanliga naturtyper, som ädellövskogar, och vanliga naturtyper, som lövdominerad taiga och vägrenar, inom samma generella ramverk. I och med att vi tar fram skattningar i den här redovisningen visar vi att alla steg är på plats i ett fungerande system som kan producera användbara resultat i relation till inventeringens syfte. Med justering av dimensioneringen för vissa naturtyper kan vi leverera både en tillförlitlig skattning av samtliga naturtypsförekomster, en högkvalitativ metodik för bedömning av naturtypers kvalitet lokalt och bevarandestatus nationellt, och goda möjligheter att detektera förändringar över tid.

Baserat på 2020-års insamlade data drar vi slutsatser kring hur gräsmarks- och lövskogsinventeringarna kan optimeras framöver med avseende på urvalsklasser, stickprovstäthet samt hur fältinsamlingen kan förbättras.

1. Vi använder en robust design där både vanliga och ovanliga fenomen kan inventeras:
  - Balanserat stickprovsurval är en metod som förbättrar representativiteten i stickprovet, utifrån valda variabler, och som därför är fördelaktigt att använda sig av inom storskalig miljöövervakning.
  - Att utesluta provytor och trakter från fältbesök utifrån flygbildsinventering gör det möjligt att använda stora stickprov, där vi bara besöker de ytor där förekomst av de eftersökta naturtyperna inte kan uteslutas.
  - Att utesluta provytor och trakter från fältbesök var olika effektivt beroende på hur fenomenet förekom i landskapet och hur väl det gick att urskilja genom flygbildsinventering. Där fenomenet var vanligt förekommande kunde färre trakter exkluderas än där det förekom mer sällsynt.
  - För många naturtyper med höga naturvärden (annex 1), som är relativt ovanliga, kommer det att behövas tätare stickprov än 2020-års dimensionering för att nå de ambitionsnivåer som föreslås av Naturvårdsverket om nivåerna ska nås inom en femårsperiod (Jacobson 2010).
  - För vanligare naturtyper räckte 2020-års stickprovstätheter eftersom vi kan skatta arealer med en noggrannhet som understiger Naturvårdsverkets ambitionsnivåer (Jacobson 2010).
  - Skattningar baserade på data från Riksskogstaxeringen visade på förhållandevis höga relativa medelfel för lövdominerade annex 1-naturtyper. Data från NILS lövskogsinventering behövs för att uppnå målen för arealskattningarna.

2. Det går att förtäta:
  - Den regionala indelningen av gräsmarks- och lövskogsinventeringarna visar hur den flexibla designen kunde användas för att göra geografiskt riktade förtätningar, genom att använda olika stickprovstäheter utifrån regionala behov, för att inventera naturtyper som har olika stor utbredning i olika delar av landet.
  - Ytterligare regionala förtätningar kan behövas för att få bättre precision i skattningarna för mindre redovisningsområden, exv. län eller enskilda biogeografiska regioner.
  - Samskattningar av data insamlade inom regioner och nationellt från stickprovsinventeringar från olika miljöövervakningsprogram är möjliga så länge likvärdiga variabler mäts och skattningsskalor är kända.
3. Vi kan rikta fältinsatsen till avsedda fenomen via urvalsklasserna:
  - Urvalsklasserna som användes inför fältsäsongen 2020 innebär att vi kunde rikta fältinsatsen och göra fältinventeringen mer effektiv. Utrymme finns att justera klassindelningen för att ytterligare öka precisionen i fältinsatsen. Att öka precisionen för ekskogar och bokskogar genom att skapa egna urvalsklasser är svårt med den teknik som använts hittills, eftersom dessa skogstyper är svåra att urskilja från andra lövskogstyper i flygbild. Istället kommer förtätning av stickprovet behöva ske i den bredare klassen ädellöv.
4. Vi kan optimera framtida inventeringarna med avseende på urvalsklasser, stickprovets täthet och förbättrad fältinsamling:
  - Urvalsklasser justeras inför fältsäsongen 2021 för att vi bättre ska fånga upp de naturtyper som det visade sig vara svårare att hitta med nuvarande urvalsklasser.
  - För skogar som bokskog, ekskog samt ädellövskog i branter behövs ett tätare stickprov för att nå upp till kraven och eftersom de är svåra att skilja i flygbildsinventeringen från andra ädellövskogar så behöver vi utöka stickprovet för ädellövskogar generellt.
  - Gräsmarksnaturtyperna med höga naturvärden (annex 1) behöver också ett tätare stickprov för att vi ska kunna fånga dem med nog hög precision.
  - På biogeografisk nivå syns det tydligt att det behövs ett tätare stickprov i den kontinentala regionen, om kravet på inventeringarna är att leverera data med tillräcklig säkerhet för den regionen.
  - Förbättra harmoniseringen av vissa variabler med andra inventeringar.
  - Testet av ny provyttemetodik visade att det med tre olikstora småprovytor blev betydligt fler artregistreringar, jämfört med den metodik som tidigare använts i NILS basinventering.
  - Att inkludera markprover för eDNA-analys skulle kunna ge värdefull information om markorganismer inte minst marksvampsfloran
  - Utveckla kvalitetsvariablerna för att bättre möjliggöra statusbedömningar för naturtyper med höga naturvärden (annex 1), i samarbete med Naturvårdsverket och SLU Artdatabanken.



## Referenser

- Adler, S., Christensen, P., Gardfjell, H., Grafström, A., Hagner, Å., Hedenås, H. och Ranlund, Å. 2020. Ny design för riktade naturtypsinventeringar inom NILS och THUF. Arbetsrapport 513. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. <https://pub.epsilon.slu.se/17091/>
- Allard, A., Forsman, H., Hedenås, H. Nilsson, B., och Ranlund, Å. 2021. Nationell flygbildsinventering av gräsmarker och lövskogar med hjälp av ortofoton, NILS 2020. Arbetsrapport 529. Institution för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. <https://pub.epsilon.slu.se/28794/>
- Anonym 2016. Reporting under Article 17 of the Habitats Directive: Report format for the period 2013–2018. <https://circabc.europa.eu/d/a/workspace/SpacesStore/78e86f0a-0cd5-4f6a-a58f-2f152652b760/Article%2017%20report%20format%202013-2018.docx>
- Berglund, H. 2020. Biogeografisk uppföljning av terrestra naturtyper – en översyn av delsystem skog (UTKAST 1) PM, version 2020-12-22, ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Benedetti, R., Piersimoni, F. och Postiglione, P. 2017. Spatially Balanced Sampling: A Review and A Reappraisal. *International Statistical Review*, 85: 439–454. Doi: 10.1111/insr.12216.
- Carli, E., Giarrizzo, E., Burrascano, S., Alós, M., Del Vico, E., Di Marzio, P., Facioni, L., Giancola, C., Mollo, B., Paura, B., Salerno, G., Zavatiero L. och Blasi C. 2018. Using vegetation dynamics to face the challenge of the conservation status assessment in semi-natural habitats. *Rend. Fis. Acc. Lincei* 29:363–374. <https://doi.org/10.1007/s12210-018-0707-6>
- Christensen, P. och Hedström-Ringvall, A. 2013. Using statistical power analysis as a tool when designing a monitoring program: experience from a large-scale Swedish landscape monitoring program. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185:7279–7293. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3100-z>
- Deville, J.C., Tillé, Y. 2004. Efficient balanced sampling: the cube method. *Biometrika*, 91: 893–912.
- Ekström, M., Sandring, S., Grafström, A., Esseen, P.-A., Jonsson, B.G., Ståhl, G. 2020. Estimating density from presence/absence data in clustered populations. *Methods in Ecology and Evolution*. 11:390–402.
- Grafström, A. och Matei, A. 2018. Coordination of spatially balanced samples. *Survey Methodology*, 44: 215-238.
- Grafström, A., Schelin, L. 2014. How to select representative samples. *Scandinavian Journal of Statistics*, 41: 277-290.
- Hedenås, H., Adler, S., Andersson, M., Gardfjell, H., Hagner, Å., Petterson, A., Johannessen, V., Press, A., Ranlund, Å. och Sjödin, M. 2020. Fältinstruktionen för nationell inventering av gräsmarker och lövskog, år 2020, version 2020-10-09. Avdelningen för landskapsanalys, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå.
- Jacobson, C. (red.) 2010. Principer för svensk biogeografisk uppföljning av naturtyper och arter, version 1.0, 2010-06-14, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Jacobson, A. 2020. Biogeografisk uppföljning av terrestra naturtyper – en översyn av delsystem gräsmarker, version 2020-12-23, Artdatabanken, SLU, Uppsala.

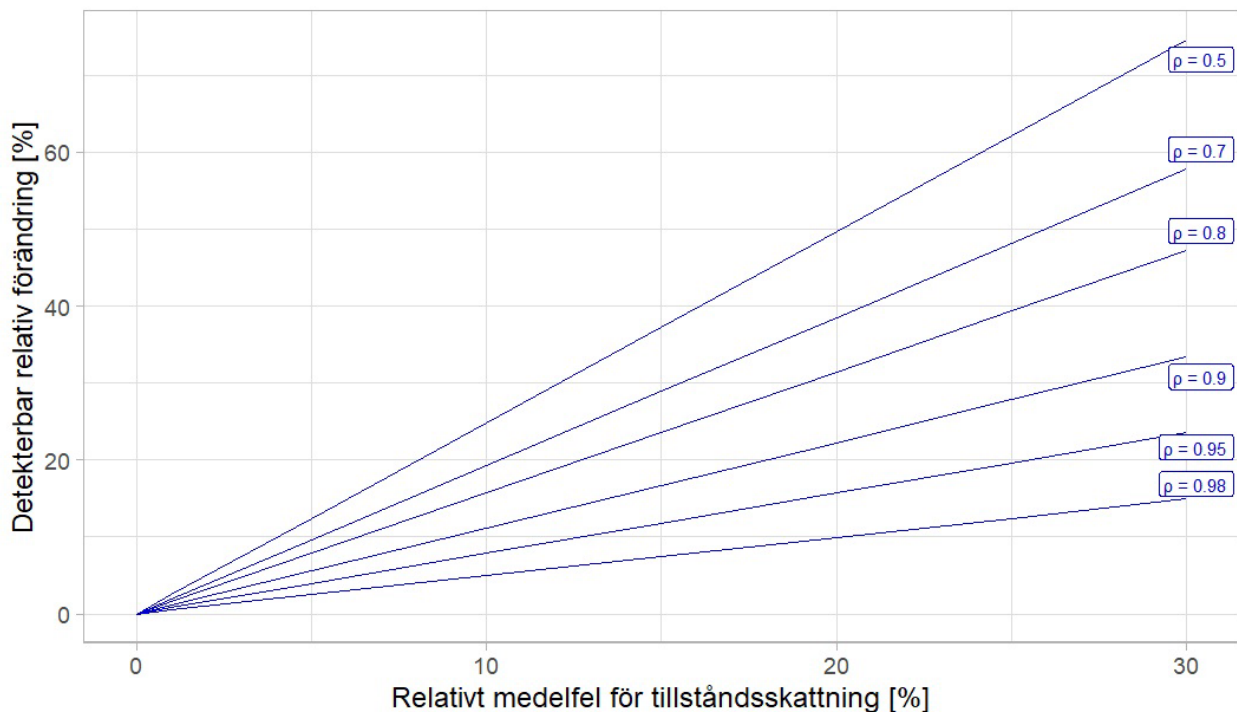
- Jacobson, A. och Haglund, A. 2010. Biogeografisk uppföljning - förslag till variabler, indikatorer och datainsamling för delsystem Gräsmarker. Delsystemrapport Gräsmarker, version 2.2, 2010-12-08.
- Jordbruksverket 2017. Ängs- och betesmarksinventeringen Metodik för inventering från och med 2016. Rapport 2017:9. [https://www2.jordbruksverket.se/download/18.48a7452e15c7b4a5a65a3a6b/1496908244029/ra17\\_9.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.48a7452e15c7b4a5a65a3a6b/1496908244029/ra17_9.pdf)
- Jordbruksverket 2019. Kvalitetsdeklaration. Skörd av slättervall. Kvalitetsdeklaration version 1. 20190416 [https://www.scb.se/contentassets/d9818587b196445baa2d659a44e69347/jo0606\\_kd\\_2018v2.pdf](https://www.scb.se/contentassets/d9818587b196445baa2d659a44e69347/jo0606_kd_2018v2.pdf)
- Larsson, A. och Hedenås, H. 2011. Biogeografisk uppföljning - förslag till variabler, indikatorer och datainsamling för delsystem Skogar. Delsystemrapport Skogar, version 2.4a, 2011-06-30 (manus).
- Kermorvant, C., Amico, D., Bru, F., Caill-Milly, N., och Robertson, B. 2019. Spatially balanced sampling designs for environmental surveys. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191:524. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7666-y>
- Pungar, R. Bunce, R.G.H., Raet, J., Kaart, T. och Sepp, K. 2021. A survey of habitats on agricultural land in Estonia II. Detailed interpretation of the habitats' landscape ecology and how this relates to alien plant species. *Global Ecology and Conservation* 27. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01568>
- Ranlund, Å., Sjödin, M., Press, A., Gardfjell, H., Hedenås, H., Hagner, Å., Forsman, H., Christensen, P., Andersson, M. och Adler, S. 2021. Metodbeskrivning: 2020 års inventeringar av gräsmarker och lövskogar Arbetsrapport 530, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. <https://pub.epsilon.slu.se/29052/>
- Riksskogstaxeringen 2020. Fältinstruktion 2020. RIS Riksinventeringen av skog. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/20\\_ris\\_fin.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/20_ris_fin.pdf)
- Rūsiņa S. (Red.) 2017a. Protected Habitat Management Guidelines for Latvia. Volume 3. Semi-natural grasslands. Nature Conservation Agency, Sigulda. <https://www.daba.gov.lv/public/eng/publications1/>
- Rūsiņa S. 2017b. Annex 1. Generalised Simplified Evaluation of Grassland Habitat Quality. I: Rūsiņa S. (Red.) Protected Habitat Management Guidelines for Latvia. Volume 3. Semi-natural Grasslands. Nature Conservation Agency, Sigulda, 393 – 395. [https://www.daba.gov.lv/upload/File/Publikacijas\\_b\\_vadlinijas/Hab\\_Manage\\_Guidelines\\_2017\\_3\\_Grasslands\\_annex\\_01.pdf](https://www.daba.gov.lv/upload/File/Publikacijas_b_vadlinijas/Hab_Manage_Guidelines_2017_3_Grasslands_annex_01.pdf)
- Tyler, T., Herbertsson, L., Olofsson, J. och Olsson, P.A. 2021. Ecological indicator and traits values for Swedish vascular plants. *Ecological indicators* 120. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106923>
- Sjödin M. (red). 2018 Fältinstruktion för Nationell Inventering av Landskapet i Sverige, NILS år 2018. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2018/faltinstruktion\\_nils\\_2018\\_webb.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2018/faltinstruktion_nils_2018_webb.pdf)
- Ståhl G., A. Allard, P.A. Esseen, Glimskär, A., A. Ringvall, J. Svensson, S. Sundquist, P. Christensen, A.G. Torell, M. Högström, K. Lagerqvist, L. Marklund, B. Nilsson och O. Inghe. 2011. National Inventory of Landscapes in Sweden NILS-scope, design, and experiences from establishing a multiscale biodiversity monitoring system. *Environmental monitoring and assessment* 173: 579–595.
- Thurfjell, H. 2020. Biogeografisk uppföljning Poweranalyser i relation till ambitionsnivåer, version 2020-12-15, Artdatabanken, SLU, Uppsala.



Foto H. Hedenås

## Bilaga A. Detekterbarhet av förändring

Styrkeberäkningen visar att när tillståndsskattningens relativa medelfel är 20 % så kan en relativ förändring på 10 % detekteras med en sannolikhet på 80 % när korrelationen mellan mättillfällena är  $\rho = 0.98$  (Figur B 1). Givet samma relativa medelfel, men att korrelationen är låg exv.  $\rho = 0.5$  så måste den relativa förändringen vara mycket större, minst 50 % för att den ska detekteras. Resonemang om  $\rho$  för denna inventering redovisas nedan. Ytterligare teori och exempel på hur man beräknar och upptäcker förändringar finns redovisade i [Bilaga C](#).



Figur B 1. Sambandet mellan den detekterbara förändringen i relation till de två parametrarna, korrelation  $\rho$  och tillståndsskattningens relativa medelfel, då sannolikheten för att upptäcka en förändring (styrkan) satts till  $1-\beta=0,8$  och signifikansnivån för det tvåsidiga signifikanstestet satts till 0,1.

Ett beräknat relativt medelfel för tillståndsskattning beror i grunden på fyra parametrar som man delvis kan styra över.

1. Stickprovsstorleken, dvs. antalet trakter som inventeras ( $n$ )
2. Andel trakter som innehåller det eftersökta fenomenet ( $q$ )
3. Arealen inom varje trakt som täcks av det eftersökta fenomenet ( $p$ )
4. Antal provytor som inventeras inom varje trakt ( $m$ )

Det går att teoretiskt räkna ut hur stort det approximativa relativa medelfelet blir givet värdet på de ovanstående fyra parametrarna (se beräkningarna i [Bilaga D](#)). Det går att aktivt styra  $n$  och  $m$ , men  $p$  och  $q$  är beroende på hur fenomenet är fördelat i landskapet. För varje naturtyp går det att beräkna parametrarna  $p$  och  $q$  baserat på 2020-års fälldata från gräsmark- och lövskogsinventeringarna. Genom att sätta relativa medelfel ( $\alpha$ ) till nivåerna enligt Tabell 2,

beroende på prioritering enligt Jacobson (2010) för att kunna detektera önskade nivåer av förändring, och  $m$  till 10 provvytor per trakt utifrån antalet fältbesökta provvytor, samt använda  $p$  och  $q$  uträknat med hjälp av 2020-års fältdata från inventeringarna av gräsmarker och lövskogar, så kan vi räkna ut hur stort  $n$  måste vara för att nå  $\alpha$ . Observera att stickprovsstorleken ( $n$ ) dvs. antal trakter har ett betydligt större bidrag än antal provvytor ( $m$ ) på  $\alpha$  (se [Bilaga C](#)).

Sambandet mellan det relativa medelfelet för tillståndsskattningen och detekterbar förändring beskrivs ovan. Om ett eftersökt fenomen förändras ytterst lite mellan två tidpunkter (om korrelationen mellan två inventeringstillfällen är  $>95\%$ ), så är det beräknade relativa medelfelet för tillståndsskattningen lika med eller högre än den procentuella förändringen som man kan detektera (Fig. 3). Om ett fenomen istället har en lägre korrelation ( $<95\%$ ) mellan inventeringstillfällena så behövs det ett lägre relativt medelfel för tillståndsskattningen än den förändring som ska gå att detektera. Då andelen trakter som innehåller det eftersökta fenomenet ( $q$ ) och areal inom varje trakt som täcks av det eftersökta fenomenet ( $p$ ) är givna parameter betyder det i praktiken att vi framförallt måste öka stickprovsstorleken ( $n$ ) för att styra inventeringen för att lyckas fånga en viss procentuell förändring. Till viss del kan även en ökning av antalet inventerade provvytor inom en trakt bidra ( $m$ ).

Korrelationen mellan två inventeringstillfällen beror, utöver hur stor den reella förändringen är mellan två inventeringstillfällen inom en trakt samt, på fältmetodiken. I gräs- och lövskogsinventeringarna inventeras permanenta trakter vilket ger statistiskt starkare förändringsanalyser än att använda temporära trakter. Samtidigt finns möjlighet att vid framtida mer storskaliga förändringar koordinera stickprovet för att anpassa det till nya förutsättningar. Korrelationen påverkas dessutom av hur exakt det går att mäta eller bedöma fenomenet i fält. T.ex. förmodas klassningen av skogstyp ha en högre korrelation mellan inventeringstillfällena än träddäckning, som är svårare att bedöma exakt i fält. Vi beräknade korrelationen, mellan två inventeringstillfällen, för olika naturtyper inom NILS basinventering respektive Riksskogstaxeringens (RT) inventering.

I vår beräkning av den stickprovsstorlek som behövs för att detektera de procentuella förändringar av ett fenomen som stipuleras i Jacobson (2010) användes ett tvåsidigt signifikanstest ( $\alpha = 0,1$ ) och  $\beta$  sattes till 0,2. Vi antog dessutom två olika korrelationer 0,8 respektive 0,9. Korrelationen 0,8 motsvarar dels korrelationen mellan två inventeringstillfällen för busktäckning och fältskiktstäckningen, för hela Sverige, i NILS basinventering och dels korrelationen mellan två inventeringstillfällen för flera fenomen skattade med data från RT. Korrelationen 0,9 motsvarar korrelationen mellan två inventeringstillfällen för de flesta av annex 1-naturtyper inom NILS. Med målet att upptäcka 15,9 % förändring och med en korrelation av 0,8 så kan man ur Figur B 1 utläsa att för tillståndsskattningen måste vi nå ett relativt medelfel ( $\alpha$ ) av ca. 10 % (10,1 % se Tabell 2). Genom att kombinera dessa 10 % med andelen trakter som innehåller det eftersökta fenomenet ( $q$ ), och areal inom varje trakt som täcks av det eftersökta fenomenet ( $p$ ) samt sätta antalet provvytor som inventeras inom varje trakt ( $m$ ) till 10 så kan vi beräkna den stickprovsstorlek som behövs för respektive fenomen (Tabeller F1–F4, kolumn ”stickprov som behövs”).

# Bilaga B. Skattning och variansskattning för ny design

Anton Grafström, 20200601

## *Traktens värde*

Vid skattning av areal av klass  $k$  är traktens värde andelen av arealen av trakten som har klass  $k$ . Alltså, om  $Y(x)$  är värdet för en trakt på koordinaten  $x$ , då är traktens värde

$$Y(x) = a_k/a_T,$$

där  $a_T$  är traktens totala areal (dvs. 196 gånger provytans areal  $a$ ) och  $a_k$  är totala arealen av klass  $k$  på trakten. Om  $a_k(i)$  är areal av klass  $k$  på provyta  $i$ , så

$$Y(x) = \frac{1}{a_T} \sum_{i=1}^{196} a_k(i).$$

## *Urval för skattning av traktens värde*

På trakten finns  $N = 196$  provytor som utgör populationen som samplas. Provytorerna klassas till  $H$  strata, vilket ger antalet inom varje klass  $N_1, N_2, \dots, N_H$ . Enligt algoritmen bestäms stickprovsstorlekarna  $n_1, n_2, \dots, n_H$  för respektive stratum. Inklusionssannolikheten för en provyta  $i$  i klass  $h$  blir

$$\pi_h = \frac{n_h}{N_h}.$$

Om  $h(i)$  är stratum för provyta  $i$ , ges inklusionssannolikheten för provyta  $i$  av

$$\pi_i = \frac{n_{h(i)}}{N_{h(i)}}.$$

I exemplet har vi  $H = 5$  klasser, samt  $N_1 = 3, N_2 = 26, N_3 = 8, N_4 = 11$  och  $N_5 = 148$ . Säg att  $n_1 = n_2 = n_3 = 3$  och  $n_4 = 1$  samt  $n_5 = 0$ .

För exemplet ger detta inklusionssannolikheterna för provytorerna på trakten

## Skatta traktens värde

För skattning av traktens värde används vanlig HT-skattning

$$\hat{Y}(x) = \frac{1}{a_T} \sum_{i \in S(x)} \frac{a_k(i)}{\pi_i},$$

där summan är över de valda provytorna på trakten, och  $a_k(i)$  är arealen av provyta  $i$  som täcks av klass  $k$ .

Exempel 1. Säg att vi i exemplet observerade 25% av 1 yta i klass  $k$  i stratum 1, dvs areal  $0.25a$  där  $a$  är provytans areal. Vi observerar också 90% av 1 yta i klass  $k$  i stratum 2 ( $0.9a$ ). Då skattar vi traktens värde för klass  $k$  som

$$\begin{aligned} \hat{Y}(x) &= \frac{1}{a_T} \left( \frac{0.25a}{3/3} + \frac{0.9a}{3/26} \right) = \frac{1}{196a} \left( \frac{0.25a}{3/3} + \frac{0.9a}{3/26} \right) = \frac{1}{196} \left( \frac{0.25}{3/3} + \frac{0.9}{3/26} \right) \\ &= (0.25 + 7.8)/196 = 0.04107143, \end{aligned}$$

Vi skattar alltså att drygt 4% av trakten täcks av klass  $k$ .

### Skattning av total för ett område

Låt urvalsramen ha areal  $a_F$  (inklusive buffer). Om  $n$  trakter har valts inom ramen (för den valda tätheten på stickprovet), då är samplingintensiteten

$$\pi(x) = \frac{n}{a_F}.$$

Skattning av total på ett område blir då

$$\hat{Y} = \sum_{x \in S} \frac{\hat{Y}(x)}{\pi(x)} = \frac{a_F}{n} \sum_{x \in S} \hat{Y}(x),$$

där  $S$  är alla valda traktcentrum/trakter (över hela Sverige).  $\hat{Y}(x)$  är det skattade värdet för trakten på koordinat  $x$ . Vid beräkning av traktens värde räknas bara det som är inom aktuellt område (men delas med hela traktens areal).

### Variansskattning, oberoende trakter

$$\hat{V}_{iid}(\hat{Y}) = a_F^2 \frac{S_Y^2}{n},$$

där

$$S_Y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in S} \left( \hat{Y}(x) - \frac{1}{n} \sum_{x \in S} \hat{Y}(x) \right)^2.$$

### Variansskattning, rumslig balans

$$\hat{V}_{SB}(\hat{Y}) = \frac{a_F^2}{n^2} \sum_{x \in S} \frac{n_x}{n_x - 1} \left( \hat{Y}(x) - \frac{1}{n_x} \sum_{x' \in D_x} \hat{Y}(x') \right)^2,$$

där  $D_x$  innehåller koordinaterna för de  $n_x$  mest lika trakterna till dev vid  $x$  (även trakten vid  $x$ ). Likhet mäts i hjälpvariabler som vid urval. Storleken  $n_x$  bör vara ganska liten och normalt inte överstiga 4.

Om storleken är  $n_x = 2$  får vi

$$\hat{V}_{SB}(\hat{Y}) = \frac{a_F^2}{2n^2} \sum_{x \in S} (\hat{Y}(x) - \hat{Y}(x'))^2,$$

där  $x'$  är koordinaten för den trakt som är mest lik trakten på koordinaten  $x$ , mätt i hjälpvariablerna som använts vid urvalet.

### *Skattning av annat än areal*

Om vi istället vill skatta totalt antal plantor eller total volym, då ska traktens värde vara traktens totala antal/volym delat på traktens areal. Detta värde skattas på samma sätt som areal av en klass. T.ex. låt  $u_i$  vara antal/volym på provyta  $i$ . Då är traktens värde

$$Y(x) = \frac{1}{a_T} \sum_{i=1}^{196} u_i,$$

och det skattas med

$$\hat{Y}(x) = \frac{1}{a_T} \sum_{i \in S(x)} \frac{u_i}{\pi_i},$$

### *Enkel analys*

Trots (eller kanske snarare tack vare) komplicerad design får vi en väldigt enkel analys. Det bör underlätta användandet av data från den nya designen. Alla skattningar kan göras på samma sätt över hela landet och för regioner eller län, bara målvariabeln ändras.

Varje provyta bör förses med indikatorer för region och län mm. Då behövs endast en algoritm för beräkningar av skattningar och variansskattningar.

Detta bör implementeras i ett R-paket som också innehåller all designinformation. Då kan data hämtas in (från webbportal) och skattningar blir enkelt med en manual.

Även ett webbaserat gränssnitt för skattningar blir enkelt.



# Bilaga C. Styrka att upptäcka förändring inom nya NILS

Anton Grafström, 2021-02-16

En förändring (av en populationstotal) mellan två tillfällen kan skrivas som  $D = Y_2 - Y_1$  där  $Y_2$  är totalen vid tillfälle 2 och  $Y_1$  är totalen vid tillfälle 1. Denna förändring skattas med differensen  $\hat{D} = \hat{Y}_2 - \hat{Y}_1$  där  $\hat{Y}_2$  är skattning av totalen vid tillfälle 2 och  $\hat{Y}_1$  skattningen av totalen vid tillfälle 1. Variansen för skattningen av förändringen ges därför av

$$V(\hat{D}) = V(\hat{Y}_1) + V(\hat{Y}_2) - 2 \cdot C(\hat{Y}_1, \hat{Y}_2),$$

där  $V(\hat{Y}_2)$  är variansen för skattningen av totalen  $Y_2$  och  $V(\hat{Y}_1)$  är variansen för skattningen av totalen  $Y_1$ . Termen  $C(\hat{Y}_1, \hat{Y}_2)$  står för kovariansen mellan de två skattningarna.

Givet att vi gör ett tvåsidigt z-test med signifikansnivå  $\alpha$  och vill upptäcka en förändring med en styrka på  $1-\beta$  blir den minsta upptäckbara förändringen

$$\delta = \sqrt{V(\hat{D})} \cdot (z_{\alpha/2} + z_{\beta}),$$

där  $z_{\alpha/2}$  och  $z_{\beta}$  är kritiska värden för standardnormalfördelningen vid  $\alpha/2$  och  $\beta$ . Se även Christensen & Ringvall (2013) för mer detaljer. Givet en signifikansnivå på  $\alpha = 0.1$  har vi  $z_{\alpha/2} = 1.645$  och med en styrka på  $1 - \beta = 0.8$  har vi  $z_{\beta} = 0.842$ . Vid en styrka på 0.8 och signifikansnivå på 0.1 blir då den minsta upptäckbara förändringen cirka 2.5 gånger medelfelet för skattningen av förändringen.

För att få en uppfattning om variansen (och därmed medelfelet) för skattningen av förändringen kan vi nyttja förhållandet mellan varians, kovarians och korrelation

$$\rho = \rho(\hat{Y}_1, \hat{Y}_2) = \frac{C(\hat{Y}_1, \hat{Y}_2)}{\sqrt{V(\hat{Y}_1)V(\hat{Y}_2)}}$$

där  $\rho$  är korrelationen mellan skattningarna och den är normaliserad så att den antar värden mellan -1 och 1. Vi kan också göra antagandet att  $V(\hat{Y}_1) = V(\hat{Y}_2) = V$  och då följer att variansen för skattningen av förändringen kan skrivas som

$$V(\hat{D}) = 2V(1 - \rho).$$

Vi ser att om korrelationen är positiv och nära 1 så kan vi få en låg varians för skattningen av förändring. Vid en korrelation på 0.5 fås samma varians för skattningen av förändring som för

skattning av total. Korrelationen kan skattas med den empiriska korrelationen på traktvärden vid två tillfällen. Hur hög den blir beror på många saker, men främst på hur snabbt och hur jämnt förändring sker i landskapet. Hur väl inventerarna hittar tillbaka till samma koordinater/ytor vid nästa inventeringstillfälle påverkar också korrelationen.

**Exempel 1.** Om korrelationen är 0.5,  $\alpha = 0.1$ ,  $1 - \beta = 0.8$  och totalen vid tillfälle 1 har ett relativt medelfel på 10%, då blir den minsta relativa förändring som kan upptäckas en förändring på ca 25%. Detta ska tolkas som att om det har skett en förändring på minst 25% kommer det att upptäckas med en sannolikhet på minst 0.8 (80%).

**Exempel 2.** Om korrelationen är 0.7,  $\alpha = 0.1$ ,  $1 - \beta = 0.8$  och totalen vid tillfälle 1 har ett relativt medelfel på 10%, då blir den minsta relativa förändring som kan upptäckas en förändring på ca 19.3%. Detta ska tolkas som att om det har skett en förändring på minst 19.3% kommer det att upptäckas med en sannolikhet på minst 0.8 (80%).

**Exempel 3.** Om korrelationen är 0.8,  $\alpha = 0.1$ ,  $1 - \beta = 0.8$  och totalen vid tillfälle 1 har ett relativt medelfel på 10%, då blir den minsta relativa förändring som kan upptäckas en förändring på ca 15.7%. Detta ska tolkas som att om det har skett en förändring på minst 15.7% kommer det att upptäckas med en sannolikhet på minst 0.8 (80%).

**Exempel 4.** Om korrelationen är 0.9,  $\alpha = 0.1$ ,  $1 - \beta = 0.8$  och totalen vid tillfälle 1 har ett relativt medelfel på 10%, då blir den minsta relativa förändring som kan upptäckas en förändring på ca 11.1%. Detta ska tolkas som att om det har skett en förändring på minst 11.1% kommer det att upptäckas med en sannolikhet på minst 0.8 (80%).

**Exempel 5.** Om korrelationen är 0.95,  $\alpha = 0.1$ ,  $1 - \beta = 0.8$  och totalen vid tillfälle 1 har ett relativt medelfel på 10%, då blir den minsta relativa förändring som kan upptäckas en förändring på ca 7.86%. Detta ska tolkas som att om det har skett en förändring på minst 7.86% kommer det att upptäckas med en sannolikhet på minst 0.8 (80%).

**Exempel 6.** Om korrelationen är 0.98,  $\alpha = 0.1$ ,  $1 - \beta = 0.8$  och totalen vid tillfälle 1 har ett relativt medelfel på 10%, då blir den minsta relativa förändring som kan upptäckas en förändring på ca 4.97%. Detta ska tolkas som att om det har skett en förändring på minst 4.97% kommer det att upptäckas med en sannolikhet på minst 0.8 (80%).

## Referenser

Christensen, P., & Ringvall, A. H. 2013. Using statistical power analysis as a tool when designing a monitoring program: experience from a large-scale Swedish landscape monitoring program. *Environmental monitoring and assessment*. 185:7279-7293.

# Bilaga D. Approximativt relativt medelfel och stickprovsstorlek under olika modeller och strategier för inventering

Anton Grafström, 10/1/2021

## Modell för val av rutor och andel förekomst inom ruta

Sverige delas in i rutor 1x1 km. Vi är intresserade av att skatta areal av ett visst habitat genom att sampla  $n$  rutor. Vi antar att förekomst finns i andelen  $q$  av rutorna. Givet att habitatet finns i en ruta antar vi att andelen av habitatet inom rutan är exponentialfördelad med parametern  $\lambda$ . Alltså, när habitatet finns är det oftare lite än mycket som finns. Låt  $I_i \sim Be(q)$ , dvs.  $I_i = 1$  om vald ruta innehåller habitatet och  $I_i = 0$  annars. Då har vi  $E(I_i) = q$  och  $V(I_i) = q(1 - q)$ . Låt även  $X_i \sim Exp(\lambda)$ , med  $E(X_i) = 1/\lambda$  och  $V(X_i) = 1/\lambda^2$ . Andelen habitat i en slumpmässigt vald ruta  $i$  kan då skrivas som  $I_i X_i$ , där  $I_i$  och  $X_i$  är oberoende slumpvariabler. Den förväntade andelen av habitatet i landskapet är då  $p = q/\lambda$ . Om vi antar att vi väljer  $n$  rutor oberoende och med lika sannolikhet, då skattas andelen  $p$  av habitatet med

$$\hat{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i X_i$$

där

$$E(\hat{p}) = E(I_i X_i) = E(I_i)E(X_i) = q/\lambda = p$$

och

$$V(\hat{p}) = \frac{1}{n} V(I_i X_i) = \frac{1}{n} (E(I_i)^2 V(X_i) + E(X_i)^2 V(I_i) + V(I_i) V(X_i)) = q(2 - q)/(n\lambda^2).$$

Den relativa standardavvikelsen blir då

$$\frac{SD(\hat{p})}{E(\hat{p})} = \frac{\lambda}{q} \sqrt{\frac{q(2 - q)}{n\lambda^2}} = \sqrt{\frac{2 - q}{nq}}.$$

Om vi sätter den relativa standardavvikelsen till  $\alpha$  och löser ut stickprovsstorleken får vi

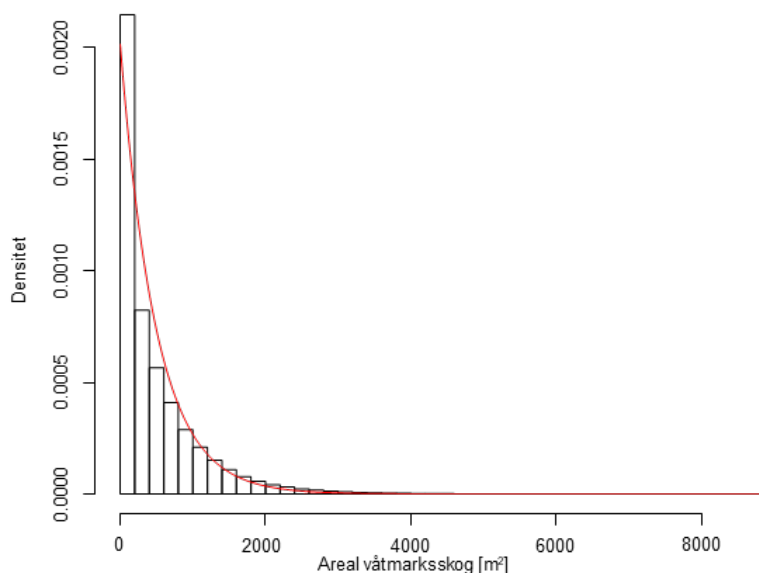
$$n = \frac{2 - q}{\alpha^2 q}.$$

Notera att  $\lambda$  inte påverkar det relativa medelfelet då vi här förutsätter att valda rutor totalinventeras. Stickprovsstorlek som krävs för att uppnå 10% relativt medelfel för olika andel  $q$  av rutor som innehåller habitatet ges i tabellen nedan. Det vill säga innehåller alla rutor habitatet så krävs det 100 rutor för att det relativa medelfelet ska vara 10%. Innehåller enbart 1 % av rutorna det eftersökta habitatet så krävs det 19900 rutor för att skattningarna ska ha ett relativt medelfel om 10 %.

*Tabell D1. Visar den stickprovsstorlek som krävs för att uppnå 10% relativt medelfel för olika andel  $q$  av rutor som innehåller habitatet.*

$q$	$n$
1,00	100
0,85	135
0,5	300
0,25	700
0,1	1900
0,05	3900
0,025	7900
0,01	19900

Exempel: Klassen våtmarksskog finns i 391018 av  $N = 463746$  rutor (1x1 km), ca 85%. Fördelningen inom rutor med förekomst och exponentialfördelning (röd linje) med samma medel visas i Figur D 1. Fördelningen stämmer väl mot exponentialfördelningen.



*Figur D 1. Histogram som visar fördelningen av arealen våtmarksskog inom rutor. Fördelningen stämmer väl mot exponentialfördelningen.*

För att nå ett relativt medelfel om 10% för arealen våtmarksskog krävs att 135 rutor totalinventeras.

## Utökad modell

Vi antar att varje vald ruta inventeras med  $m$  små provytor/punkter. Vi kan då skriva skattningen av andel habitat som

$$\hat{p} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^n I_i Y_i,$$

där  $Y_i \sim \text{Bin}(m, X_i)$ . Slumpvariabeln  $I_i Y_i$  beskriver antalet punkter av  $m$  som träffar habitatet i en slumpmässigt vald ruta. Slumpvariabeln  $X_i$  beskriver som tidigare andelen habitat inom ruta med förekomst och  $I_i$  anger förekomst eller icke förekomst. Genom betingning bestäms

$$E(Y_i) = E(E(Y_i|X_i)) = m/\lambda \quad \text{och} \quad V(Y_i) = E(V(Y_i|X_i)) + V(E(Y_i|X_i)) = \frac{m^2 - 2m}{\lambda^2} + \frac{m}{\lambda}.$$

Detta ger

$$E(\hat{p}) = q/\lambda = p \quad \text{och} \quad V(\hat{p}) = \frac{1}{mn} \left( \frac{2mq - 2q - mq^2}{\lambda^2} + \frac{q}{\lambda} \right).$$

Från vilket vi får den relativa standardavvikelsen

$$\frac{SD(\hat{p})}{E(\hat{p})} = \sqrt{\frac{1}{mnq} (2m - 2 - mq + \lambda)} = \alpha.$$

Vi löser ut  $n$  och får

$$n = \frac{1}{mq\alpha^2} (2m - 2 - mq + \lambda)$$

Exempel: Klassen våtmarksskog finns i 391018 av  $N = 463746$  rutor (1x1 km), så  $q = 0.85$ . Inom rutor med förekomst är den förväntade andelen våtmarksskog ca 5%, dvs  $\lambda^{-1} = 0.05$ . Om  $\alpha = 0.1$  och vi inventerar  $m = 10$  punkter i varje vald ruta ger det oss att  $n = 347$ , samt  $mn = 3470$  punkter. Om vi ökar  $m$  till 100 punkter per ruta krävs  $n = 156$  rutor samt  $mn = 15600$  punkter för att nå 10% relativt medelfel (att jämföra med 135 rutor vid totalinventering av valda rutor).

## Bilaga E. Arealskattning på biogeografisk region

Tabell E1. **Arealskattning på biogeografisk region för lövskogsnaturtyper med höga naturvärden.** Skattningar, baserade på 2020-års fältdata, av total areal (ha) och relativt medelfel (relative standard deviation; RSD) för naturtyper som uppfyller annex 1-kriterierna<sup>1</sup>. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundad till närmaste 100 ha.

Beteckning annex 1	Annex-1 lövskogsnaturtyp <sup>1</sup>	Region	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)
9010	Taiga (löv≥50%)	Alpin	1 300	0,98	0,44
		Boreal	79 800	0,40	0,18
		Kontinental	5 100	0,94	0,42
9020	Nordlig ädellövskog	Alpin	0	-	-
		Boreal	16 100	0,47	0,21
		Kontinental	0	-	-
9119,9130	Bokskog	Alpin	0	-	-
		Boreal	0	-	-
		Kontinental	0	-	-
9160,9190	Ekskog	Alpin	0	-	-
		Boreal	14 000	0,58	0,26
		Kontinental	0	-	-
9020,9110	Ädellövskog	Alpin	0	-	-
9130,9160		Boreal	30 100	0,41	0,18
9180,9190		Kontinental	0	-	-
9070	Trädklädd betesmark	Alpin	0	-	-
		Boreal	121 100	0,39	0,18
		Kontinental	0	-	-
9080	Lövsumpskog	Alpin	0	-	-
		Boreal	13 000	0,50	0,22
		Kontinental	0	-	-
9750	Svämlövskog	Alpin	0	-	-
		Boreal	1 100	0,99	0,44
		Kontinental	12 900	0,94	0,42

1. Enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).

Tabell E2. Arealskattningar på biogeografisk region för gräsmarker med höga naturvärden baserade på 2020-års fältdata, med relativt medelfel (relative standard deviation; RSD) för naturtyper som uppfyller annex 1-kriterierna. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundad till närmaste 100 ha.

Beteckning annex 1	Annex-1 gräsmarksnaturtyp <sup>1</sup>	Region	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)
6210	Kalkgräsmark	Alpin	0	-	-
		Boreal	61 100	0,92	0,41
		Kontinental	22 300	0,94	0,42
6270	Silikatgräsmarker	Alpin	200	1	0,45
		Boreal	242 400	0,32	0,14
		Kontinental	0	-	-
6280	Alvar	Alpin	0	-	-
		Boreal	60 100	0,99	0,44
		Kontinental	200 400	0,94	0,42
6412	Fuktäng	Alpin	0	-	-
		Boreal	32 200	0,57	0,26
		Kontinental	3 900	0,94	0,42
6430	Högörtängar	Alpin	0	-	-
		Boreal	33 300	0,97	0,44
		Kontinental	6 800	0,94	0,42
6450	Svämängar	Alpin	0	-	-
		Boreal	1 300	0,55	0,25
		Kontinental	6 300	0,94	0,42
6510	Slätterängar i låglandet	Alpin	0	-	-
		Boreal	400	0,99	0,44
		Kontinental	0	-	-
6520	Höglänta slätterängar	Alpin	2 400	0,77	0,35
		Boreal	400	1	0,45
		Kontinental	0	-	-
6510,6520	Slätterängar	Alpin	2 400	0,77	0,35
		Boreal	800	0,7	0,32
		Kontinental	0	-	-
8230	Hällmarkstorräng	Alpin	0	-	-
		Boreal	400	0,99	0,44
		Kontinental	0	-	-
9070	Trädklädd betesmark	Alpin	500	0,7	0,31
		Boreal	176 200	0,43	0,19
		Kontinental	0	-	-

1. Enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).

*Tabell E3. Areal skattning på biogeografisk region för gräsmarker med vissa naturvärden s.k. utvecklingsmarker. Skattningar, baserade på 2020-års fälldata, av total areal (ha) och relativt medelfel (relative standard deviation; RSD). Dessa gräsmarker ingår inte längre i rotationssystemet utan de hävdas med bete eller slåtter men hävdgynnade gräsmarksarter är fortfarande få (se definitioner i Gardfjell och Hagner, 2019). Naturlighetskriterier<sup>1</sup> behöver inte vara uppfyllda. Förväntat RSD (5 år) är det relativa medelfel som kan förväntas om data samlas in under en hel femårsperiod. Arealen är avrundad till närmaste 100 ha.*

Beteckning	Gräsmarker med vissa naturvärden <sup>1</sup>	Region	Areal (ha)	RSD (1år)	Förväntat RSD (5 år)
6911	Öppen kultiverad betesmark	Alpin	0	-	-
		Boreal	387 400	0,22	0,10
		Kontinental	30 500	0,37	0,16
6912	Öppen kultiverad slåtteräng	Alpin	1 000	0,75	0,34
		Boreal	221 900	0,42	0,19
		Kontinental	5 900	0,94	0,42
6911,6912	Öppen kultiverad betes- & slåttermark	Alpin	1 000	0,75	0,34
		Boreal	609 300	0,24	0,11
		Kontinental	36 400	0,38	0,17
6913	Trädbärande kultiverad betesmark	Alpin	0	-	-
		Boreal	72 500	0,60	0,27
		Kontinental	700	0,94	0,42
6915	Tuvtåteläng	Alpin	0	-	-
		Boreal	7 900	0,83	0,37
		Kontinental	0	-	-
6911,6912	Kultiverad	Alpin	1 000	0,75	0,34
6913,6915	betes- & slåttermark	Boreal	689 700	0,22	0,10
		Kontinental	37 000	0,36	0,16

1. Enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).



## Bilaga F. Dimensionering av stickprov enligt styrkeberäkning i bilaga C

Tabell F1. Visar de stickprovsstorlekar som behövs **nationellt** inom **lövskogsinventeringen** för naturtyper med höga naturvärden (annex 1) för att detektera de procentuella förändringar av en naturtyp som stipuleras i Jacobson (2010) för två olika korrelationer 0,8 respektive 0,9. Likaså visas antalet trakter och provvytor som teoretiskt behöver fältinventeras under en femårsperiod. Andel trakter som innehåller den eftersökta naturtypen ( $q$ , Andel trakter) och andelen provvytor inom varje trakt som innehåller den eftersökta naturtypen ( $p$ , Andel provvytor i trakter) används för att beräkna stickprovsstorleken när antalet provvytor som inventeras inom varje trakt ( $m$ ) är satt till 10.

Annex 1 <sup>1</sup>	Lövskogsnaturtyper	Prioritering <sup>2</sup>	Krav biogeografisk region <sup>2</sup>	Andel trakter (%)	Andel provvytor per trakt (%)	Korrelation $\rho=0,9$ Beräknat för en period om 5 år				Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 5 år				Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 10 år			
						Antal trakter som behövs <sup>3</sup>	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provvytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stickprov som behövs	Antal trakter som behövs	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provvytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stickprov som behövs	Antal trakter som behövs	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provvytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stickprov som behövs
9010	Taiga (löv $\geq$ 50 %)	Hög	Boreal	10,0	1,7	3 778	54	62	3	7 557	108	125	2	1 621	23	27	4
9020	Nordlig ädellövskog	Medel	Nationell	7,9	1,2	1 398	12	13	4	2 795	23	26	3	511	4	5	5
9160, 9190	Ekskogar	Medel	Nationell	4,0	2,1	1 810	12	15	4	3 619	25	29	3	662	5	5	5
9070	Trädkl. betesmark	Hög	Nationell	13,2	4,1	1 529	59	82	4	3 057	119	164	3	656	25	35	5
9080	Lövsumpskog	Medel	Nationell	4,0	0,6	5 072	11	12	2	10 145	22	24	1	1 856	4	4	4
9750	Svåmlövskog	Medel	Nationell	2,6	3,1	2 036	13	17	3	4 072	26	34	3	745	5	6	5
9020, 9160, 9190	Ädellövskogar agg.	Hög	Nationell	9,2	1,9	3 698	55	65	3	7 396	110	129	2	1 586	24	28	4
9080, 9750	Lövsump- &	Hög	Nationell	5,0	0,9	12 724	52	56	1	25 449	104	113	>1	5458	22	24	2

1. Beteckningar för klassningar av naturtyper enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).
2. Jacobson (2010) anger prioritering, mål för detekterbar förändring samt vilken biogeografisk region som skattningen förväntas hålla för.
3. Antalet trakter respektive provvytor som inventeras per år erhålls genom att dividera med fem.

Tabell F2. Visar de stickprovsstorlekar som behövs i den sydliga regionen inom lövskogsinventeringen för att detektera de procentuella förändringar av en naturtyp som stipuleras i Jacobson (2010) för två olika korrelationer 0,8 respektive 0,9. Likaså visas antalet trakter och provytor som teoretiskt behöver fältinventeras under en femårsperiod. Andel trakter som innehåller den eftersökta naturtypen ( $q$ , Andel trakter) och andelen provytor inom varje trakt som innehåller den eftersökta naturtypen ( $p$ , Andel provytor i trakter) används för att beräkna stickprovsstorleken när antalet provytor som inventeras inom varje trakt ( $m$ ) är satt till 10.

				Korrelation $\rho=0,9$ Beräknat för en period om 5 år					Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 5 år					Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 10 år				
Annex 1 <sup>1</sup>	Lövskogsnaturtyper	Prioritering <sup>2</sup>	Krav biogeografisk region <sup>2</sup>	Andel trakter	Andel provytor per trakt	Antal trakter som behövs <sup>3</sup>	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stickprov som behövs	Antal trakter som behövs	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stickprov som behövs	Antal trakter som behövs	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stickprov som behövs	
9010	Taiga (löv $\geq$ 50 %)	Hög	Boreal	11,8	2,2	2 528	56	67	3	5 056	111	134	2	1084	24	29	4	
9020	Nordlig ädellövskog	Medel	Nationellt	7,9	1,2	2 528	56	67	4	2 795	23	26	3	511	4	5	5	
9160,9190	Ekskogar	Medel	Nationellt	4,0	2,1	1 810	12	15	4	3 619	25	29	3	662	5	5	5	
9070	Trädkl. betesmark	Hög	Nationellt	13,2	4,1	1 529	59	82	4	3 057	119	164	3	656	25	35	5	
9080	Lövsumpskog	Medel	Nationellt	7,9	0,8	2 017	11	12	3	4 034	23	24	3	738	4	4	5	
9750	Svämlövskog	Medel	Nationellt	2,6	3,1	2 036	13	17	3	4 072	26	34	3	745	5	6	5	
9020,9160, 9190	Ädellövskogar agg.	Hög	Nationellt	9,2	1,9	3 698	55	65	3	7 396	110	129	2	1586	24	28	4	
9080,9750	Sumpskogar*	Hög	Nationellt	10,5	1,4	4 181	53	60	3	8 361	106	120	2	1793	23	26	4	

1. Beteckningar för klassningar av naturtyper enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).

2. Jacobson (2010) anger prioritering, mål för detekterbar förändring samt vilken biogeografisk region som skattningen förväntas hålla för.

3. Antalet trakter respektive provytor som inventeras per år erhålls genom att dividera med fem.

Tabell F3. Visar de stickprovsstorlekar som behövs **nationellt** inom **gräsmarksinventeringen** för att detektera de procentuella förändringar av en naturtyp som stipuleras i Jacobson (2010) för två olika korrelationer 0,8 respektive 0,9. Likaså visas antalet trakter och provytor som teoretiskt behöver fältinventeras under en femårsperiod. Andel trakter som innehåller den eftersökta naturtypen (*q*, Andel trakter) och andelen provytor inom varje trakt som innehåller den eftersökta naturtypen (*p*, Andel provytor i trakter) används för att beräkna stickprovsstorleken när antalet provytor som inventeras inom varje trakt (*m*) är satt till 10.

Beteckning annex 1 <sup>1</sup>	Lövskogsnaturtyper med höga naturvärden (annex 1)	Prioritering <sup>2</sup>	Krav biogeografisk region <sup>2</sup>	Andel trakter per trakt	Andel provytor per trakt	Korrelation $\rho=0,9$ Beräknat för en period om 5 år			Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 5 år			Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 10 år					
						Antal trakter som behövs <sup>3</sup>	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stick- prov som behövs	Antal trakter som behövs <sup>3</sup>	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stick- prov som behövs	Antal trakter som behövs	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stick- prov som behövs
						6210	Kalkgräsmark	Hög	Nationellt	4,0	12,3	3176	71	154	3	6352	142
6270	Silikatgräsmarker	Hög	Nationellt	3,6	2,9	7054	58	74	2	14108	116	148	1	3026	25	32	3
6412	Fuktäng	Hög	Nationellt	1,0	2,0	32904	56	66	>1	65809	112	133	>1	14115	24	28	1
6430	Högörtängar	Medel	Nationellt	0,4	3,2	12285	13	17	1	24570	26	34	>1	4494	5	6	3
6450	Svämängar	Medel	Nationellt	0,7	1,8	11423	12	14	1	22846	24	28	>1	4179	4	5	3
6510	Slätterängar i	Hög	Nationellt	1,3	0,2	214852	42	50	>1	429705	83	101	>1	92163	18	22	>1
6520	Höglänta	Hög	Nationellt	0,6	1,5	62846	54	62	>1	125691	109	125	>1	26958	23	27	>1
8230	Hällmarkstorräng	Medel	Nationellt	1,3	0,2	43980	9	11	>1	87959	19	22	>1	16088	3	4	1
9070	Trädklädd betesmark	Hög	Nationellt	1,9	3,8	11670	60	82	1	23339	121	163	>1	5006	26	35	2
6510,6520	Slätterängar agg.	Hög	Nationellt	0,7	0,9	91870	52	56	>1	183741	104	113	>1	39408	22	24	>1
6210,6270, 9070	Betesmarker agg	Hög	Nationellt	4,6	4,7	4127	62	89	3	8255	124	179	2	1770	27	38	4
6412,6450	Fuktängar agg	Hög	Nationellt	1,6	2,2	19545	56	68	1	39090	113	136	>1	8384	24	29	2

1. Enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).

2. Jacobson (2010) anger prioritering, mål för detekterbar förändring samt vilken biogeografisk region som skattningen förväntas hålla för.

3. Antalet trakter respektive provytor som inventeras per år erhålls genom att dividera med fem.

Tabell F4. Visar de stickprovsstorlekar som behövs i den sydliga regionen inom gräsmarksinventeringen för att detektera de procentuella förändringar av en naturtyp som stipuleras i Jacobson (2010) för två olika korrelationer 0,8 respektive 0,9. Likaså visas antalet trakter och provytor som teoretiskt behöver fältinventeras under en femårsperiod. Andel trakter som innehåller den eftersökta naturtypen (q, Andel trakter) och andelen provytor inom varje trakt som innehåller den eftersökta naturtypen (p, Andel provytor i trakter) används för att beräkna stickprovsstorleken när antalet provytor som inventeras inom varje trakt (m) är satt till 10.

Beteckning annex 1 <sup>1</sup>	Lövsogsnaturtyper med höga naturvärden (annex 1)	Prioritering <sup>2</sup>	Krav biogeografisk region <sup>2</sup>	Andel trakter	Andel provytor per trakt	Korrelation $\rho=0,9$ Beräknat för en period om 5 år				Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 5 år				Korrelation $\rho=0,8$ Beräknat för en period om 10 år			
						Antal trakter som behövs <sup>3</sup>	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stick- prov som behövs	Antal trakter som behövs <sup>3</sup>	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stick- prov som behövs	Antal trakter som behövs	Teoretiskt antal trakter som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Teoretiskt antal provytor som behöver fältbesökas <sup>3</sup>	Stick- prov som behövs
6210	Kalkgräsmark	Hög	Nationellt	4,0	12,3	3176	71	154	3	6352	142	309	2	1362	30	66	4
6270	Silikatgräsmarker	Hög	Nationellt	3,6	2,9	7054	58	74	2	14108	116	148	1	3026	25	32	3
6412	Fuktäng	Hög	Nationellt	1,0	2,0	32904	56	66	>1	65809	112	133	>1	14115	24	28	1
6430	Högörtängar	Medel	Nationellt	0,4	3,2	12285	13	17	1	24570	26	34	>1	4494	5	6	3
6450	Svämängar	Medel	Nationellt	0,7	1,8	11423	12	14	1	22846	24	28	>1	4179	4	5	3
6510	Slåtterängar i låglandet	Hög	Nationellt	1,3	0,2	214852	42	50	>1	429705	83	101	>1	92163	18	22	>1
6520	Höglänta slåtterängar	Hög	Nationellt	0,6	1,5	62846	54	62	>1	125691	109	125	>1	26958	23	27	>1
8230	Hällmarkstorräng	Medel	Nationellt	1,3	0,2	43980	9	11	>1	87959	19	22	>1	16088	3	4	1
9070	Trädklädd betesmark	Hög	Nationellt	1,9	3,8	11670	60	82	1	23339	121	163	>1	5006	26	35	2
6510,6520	Slåtterängar agg.	Hög	Nationellt	0,7	0,9	91870	52	56	>1	183741	104	113	>1	39408	22	24	>1
6210,6270, 9070	Betesmarker agg	Hög	Nationellt	4,6	4,7	4127	62	89	3	8255	124	179	2	1770	27	38	4
6412,6450	Fuktängar agg	Hög	Nationellt	1,6	2,2	19545	56	68	1	39090	113	136	>1	8384	24	29	2

1. Enligt definitioner i Gardfjell och Hagner (2019).
2. Jacobson (2010) anger prioritering, mål för detekterbar förändring samt vilken biogeografisk region som skattningen förväntas hålla för.
3. Antalet trakter respektive provytor som inventeras per år erhålls genom att dividera med fem.