

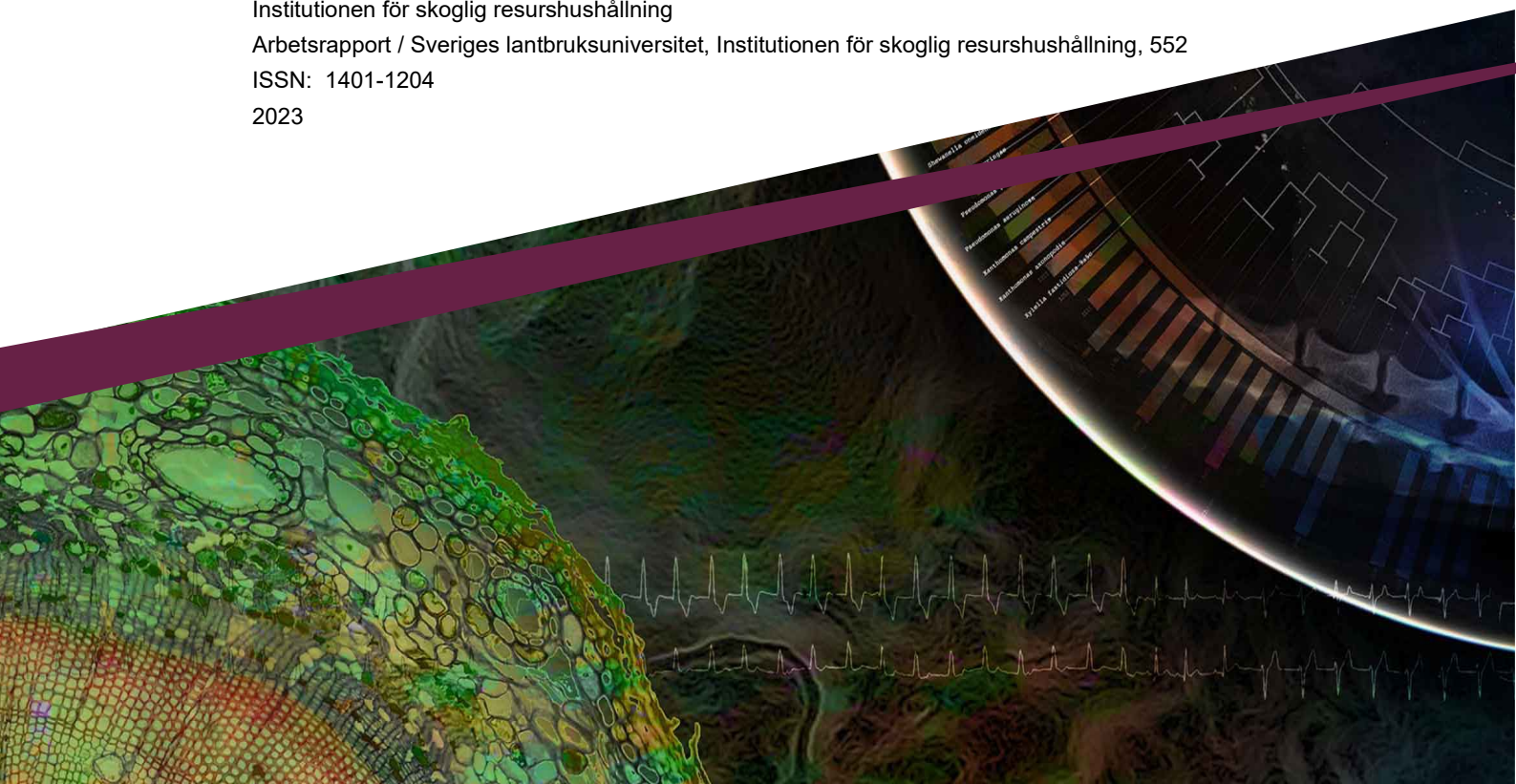


# NILS fjällinventering 2022

---

Sven Adler, Henrik Hedenås, Åsa Ranlund, Åsa Hagner

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för skoglig resurshushållning  
Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, 552  
ISSN: 1401-1204  
2023





## NILS fjällinventering 2022

Sven Adler, <https://orcid.org/0000-0002-5414-8727>, Sveriges lantbruksuniversitet,  
Institutionen för skoglig resurshushållning,

Henrik Hedenås, <https://orcid.org/0000-0001-5838-9942>, Sveriges lantbruksuniversitet,  
Institutionen för skoglig resurshushållning,

Åsa Ranlund, <https://orcid.org/0000-0002-7197-8570>, Sveriges lantbruksuniversitet,  
Institutionen för skoglig resurshushållning,

Åsa Hagner, <https://orcid.org/0009-0005-7050-9181>, Sveriges lantbruksuniversitet,  
Institutionen för skoglig resurshushållning,

**Utgivare:** Sveriges lantbruksuniversitet, Fakultet/Institution/Centrumbildning  
**Utgivningsår:** 2023  
**Utgivningsort:** Umeå  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.  
**Serietitel:** Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning  
**Delnummer i serien:** 552  
**ISSN:** 1401-1204  
**DOI:** <https://doi.org/10.54612/>  
**Nyckelord:** Arealskattningar, EU:s Art- och Habitatdirektiv, Biogeografisk uppföljning, Kalfjäll, Miljömål, Nationell miljöövervakning, Storslagen fjällmiljö

© 2023 (Adler S., Hedenås H., Ranlund Å. & Hagner Å.)

Detta verk är licenserat under CC BY 4.0, andra licenser eller upphovsrätt kan gälla för illustrationer.

## Sammanfattning

NILS Fjällinventering är en nationellt heltäckande inventering av det svenska kalfjället som startade 2021. Huvudsyftet med inventeringen är att generera data för rapporteringen av annex 1-naturtyper till EU, uppföljningen av det nationella miljömålet "Storslagen Fjällmiljö", förändringsanalyser i fjällmiljöer, forskning och produktion av träningsdata för modellbaserade kartor.

I denna rapport beskrivs förändringar gentemot 2021, skattningar av arealerna av olika vegetationstyper och annex I-naturtyper på kalfjället baserade på 2021 och 2022 års data. Resultaten visar att inventeringen kan detektera förändringar i areal efter en femårsinventeringsperiod som uppfyller Naturvårdsverkets krav för annex I-naturtyper. Skattningar varierade mellan åren, men inte mer än förväntat. För att förbättra urvals- och exkluderingsprocessen inför 2023 planeras vissa justeringar framförallt för att minska mängden fältbesök i rishedar som väljs ut för fältbesök.

*Nyckelord:* Arealskattningar, EU:s Art- och Habitatdirektiv, Biogeografisk uppföljning, Kalfjäll, Miljömål, Nationell miljöövervakning, Storslagen fjällmiljö

## Abstract

The NILS alpine inventory continues the nationally comprehensive mountain inventory initiated in 2021. The main objective of this inventory is to generate data for reporting annex I-habitats under EU's Habitats Directive, the national environmental goal "A Magnificent Mountain Landscape", analyze changes in the alpine area, conduct research, and generate training data for model-based maps.

In this report, we describe changes in the inventory compared to 2021, estimations of the areas of various vegetation types and annex I-habitats in the alpine area based on data from 2021 and 2022. The results show that the inventory can detect areal changes of habitats after a complete five-year inventory period, meeting the requirements set by the Swedish Environmental Protection Agency for annex I-habitats. Estimations varied between the years, but not more than expected. To improve the selection and exclusion process for 2023, some adjustments are planned, primarily aimed at reducing the number of heathland plots dominated by dwarf-shrubs inventoried in the field.

*Keywords:* A Magnificent Mountain Landscape, Alpine inventory, Area estimates, Environmental objectives, Habitat Directive, National environmental monitoring

## FÖRORD

[NILS – Nationella Inventeringar av Landskapet i Sverige](#) utgör på uppdrag av Naturvårdsverket ett övergripande ramverk för flera nationella miljöövervakningsprogram, inklusive [NILS fjällinventering](#), [NILS gräsmarksinventering](#), [NILS lövskogsinventering](#) och [THUF havstrandsinventering](#). Huvudfinansieringen för NILS programmet tillhandahålls av Naturvårdsverket. Inventeringarnas syfte är att tillhandahålla data för att följa tillstånd och förändringar i areal och kvalitet för de naturtyper som inventeras. Resultaten används bl.a. i rapportering till EU:s Habitatdirektiv, samt för att uppföljning av de svenska Miljö kvalitetsmålen. Inventeringarna utförs av avdelningen för landskapsanalys, institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU.

I rapporten presenteras skattningar av areal och varians för naturtyper i fjällen baserat på insamlade fältdata inom NILS fjällinventering åren 2021–2022. Rapporten utgör den nionde i en serie av rapporter som omfattar arbetet inom NILS under perioden 2019 till 2022. De första rapporterna inkluderar "Ny design för riktade naturtypsinventeringar inom NILS och THUF" ([Adler m.fl. 2020](#)), samt metodbeskrivning och uppföljning av fjällinventeringen ([Adler m.fl. \(2022\)](#)) samt gräsmarks- och lövskogsinventeringarna (Allard m.fl. 2021a, [Hedenås m.fl. 2022b](#), [Ranlund m.fl. 2021, 2022](#), Ranlund & Hagner 2023, Ranlund & Hedenås 2023). Utöver dessa finns instruktioner för fältinventering i fjällen (Hedenås m.fl. [2021](#), [2022a](#)).

Umeå 2023-10-31



Foto: Sven Adler

# Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion</b> .....	<b>7</b>
1.1 Förändringar jämfört med 2021 .....	7
1.1.1 Inventering av tio fältprovytor istället för tolv .....	7
1.1.2 Användningen av LIDAR data för att identifiera fjällbjörkskog .....	8
1.1.3 Urvalsklasser för ris respektive övrig fjällvegetation.....	8
1.1.4 Fältvariabler och manual .....	9
1.1.5 Drönare .....	9
<b>2. Utlägg och insamlade data</b> .....	<b>10</b>
<b>3. Resultat</b> .....	<b>11</b>
3.1 Arealskattningar .....	11
3.2 Resultat av drönarflygningarna .....	14
<b>4. Diskussion och slutsatser</b> .....	<b>15</b>
4.1 Slutsatser .....	17
<b>Referenser</b> .....	<b>18</b>

# 1. Introduktion

NILS Fjällinventering 2022 är en fortsättning av den nationellt heltäckande fjällinventeringen (NILS fjäll) som startades 2021 och som omfattar en fem år lång inventeringsperiod av nya provytor innan återinventeringen börjar. Huvudsyfte med inventeringen är att skapa dataunderlag för rapporteringen av annex 1-naturtyper (enligt EU:s Art- och habitatdirektiv, SOU 2019:22), uppföljningen av Sveriges miljömål ”Storslagen Fjällmiljö”, förändringsanalyser i fjällmiljöer, forskning samt att producera träningsdata för heltäckande modellbaserade kartor (t.ex. Nationella Marktäckedata -projektet).

Designen av NILS fjällinventering finns beskriven i detalj i rapporten ”Utvärdering av NILS fjällinventering 2022” (Adler m.fl. 2022) och metodiken i fält beskrivs av Hedenås m.fl. (2021, 2022). I den här rapporten beskriver vi förändringar som har skett jämfört med 2021, resultat av 2022 års insamlade data och en sammanslagen analys av data från de två åren.

## 1.1 Förändringar jämfört med 2021

Inför 2022 års inventering gjordes ett antal förändringar. Vi gjorde justeringar för att minska andelen fältprovytor med rished och fjällbjörkskog utifrån utvärderingen av 2021 års data (Adler m.fl. 2022). Dessutom minskades antalet fältprovytor per trakt från tolv till tio, en förändring främst p.g.a. finansiella skäl

### 1.1.1 Inventering av tio fältprovytor istället för tolv

Störst inflytande på precisionen i variansskattningarna av naturtyper på kalfjället har antalet trakter i stickprovet. Att minska antal trakter i stickprovet för att optimera fjällinventeringen med hänsyn till kostnaderna utgör därför inte ett lämpligt alternativ, eftersom det påverkar precisionen negativt. För att minska kostnaderna utan att reducera antalet trakter finns två huvudalternativ: (1) minska antalet variabler som samlas in i fält eller (2) minska antalet provytor som inventeras per trakt. Eftersom resultaten från 2021 års inventering tydligt visar att vi har en högre noggrannhet för skattningarna av naturtypen rishedar (4060) än förväntat från Naturvårdsverkets riktlinjer (Jacobson 2010), har vi beslut att välja alternativet att minska antalet provytor som potentiellt innehåller rishedar i urvalsprocessen. Detta innebär att vi kunde minska antalet provytor per trakt från tolv till tio. I praktiken innebar det att vi valde högst två provytor från urvalsgruppen ”rishedar” (den s.k. röda gruppen enligt Adler m.fl. 2022) istället för som tidigare fyra stycken. Vi behöll dock samma maximala antal provytor för urvalsgrupperna övrig fjällvegetation (gräs/myr/videbuskmarker) och substratmarker. Urvalsreglerna som beskrivs i Adler m.fl. (2022) förblev oförändrade.

Under utbildningen av fältpersonalen på fjällutbildningen i Jormlien 2022, gav vi tydliga instruktioner kring hur tidsplaneringen för fältinventering av en trakt på kalfjället skulle se ut.

Inventerarna tar sig till trakten (med helikopter där så behövs) redan kvällen innan själva inventeringen startar så att allt är redo på morgonen dagen efter för fältarbete, samt att inventeringen av traktens tio provytor, inklusive transporten tillbaka från trakten ska hinnas med på två arbetsdagar (maximalt två övernattningar per trakt på kalfjäll).

### 1.1.2 Användningen av LIDAR data för att identifiera fjällbjörkskog

Fjällbjörkskog ingår inte i inventeringen därför är det viktigt att i ett första steg kunna identifiera ytor som innehåller fjällbjörkskog med fjärranalysdata så att dessa inte behöver besökas i fält. I 2021 års inventering använde vi en kombination av vegetationskartan och Nationella Marktäckedata (NMD) för att identifiera de ytor som klassificerades som fjällbjörkskog. Trots detta hamnade ca 20 % av alla fältinventerade provytor i fjällbjörkskogen. Resultatet indikerar att de datakällor vi använde för att utesluta fjällbjörkskog inte är av den kvalitén som vi förväntade. Då fjällbjörkskogen i sin helhet numera inventeras av Riksskogstaxeringen är den andelen för hög, även om vi vill ha ett litet överlapp mellan inventeringarna.

Inför fältsäsongen 2022 valde vi istället att använda LIDAR data (<https://www.lantmateriet.se/en/geodata/geodata-products/product-list/laser-data-download-nh/>) för att kontrollera om det fanns träd inom var och en av de 1600 cirkelprovytorna (10-m radie) per trakt. R-paketet lidR (Roussel m.fl. 2020) användes för att beräkna antalet LIDAR-punkter som indikerade vegetation högre än 2,5 meter i förhållande till totala antalet LIDAR-punkter inom varje enskild 10-m radie yta. Om mer än 10 % av punkterna indikerade en vegetationshöjd över 2,5 m klassificerades provytan som potentiell fjällbjörkskog och uteslöts från fältbesök. Med den här metoden identifierades dock även stora stenblock högt upp på kalfjället som fjällbjörkskog (se t.ex. tilläggsskiktet fjällbjörkskog i NMD). För att undvika en sådan felklassning kombinerade vi det högsta NDVI-värdet per provyta med resultatet från analysen av LIDAR data. Om LIDAR-data indikerade en trädtäckning på över 10 % och det högsta NDVI-värdet var större än 0,4 (vilket innebär att ytan är har en måttlig vegetationstäckning enligt exv. Bartsch m.fl. 2020), så klassificerades provytan som ”skog”.

### 1.1.3 Urvalsklasser för ris respektive övrig fjällvegetation

Analysen av urvalsprocessen för de provytor som fältbesöktes 2021 visade att det fanns flera fall där modellprediktionerna för områdets dominans av gräs eller ris var relativt likvärdiga. Om en yta till exempel hade en sannolikhet på 0,343 att vara risdominerad och 0,342 att vara gräsdominerad, så hamnade den i urvalsklassen ris. Efter utvärderingen av 2021 års inventeringsresultat så fann vi inget tydligt mönster att sådana provytor hade klassificerats, i fält, som risdominerade eller gräsdominerade. Gränsen mellan dessa vegetationstyper är helt enkelt ofta diffus, vilket innebär att modellprediktionen inte är tillräckligt tillförlitlig för att kunna särskilja områden som domineras av ris från områden som domineras av gräs när både ris och gräs förekommer i nästan identiska täckningsgrader.

För att minska andelen fältprovytor med ris i 2022 års urval minskades det maximala antalet fältprovytor från högst fyra till högst två per trakt för urvalsklassen ris.



För att minska risken att gräsmarker inkluderas i risklassen och därmed har en låg sannolikhet att väljas ut i urvalsprocessen eftersom gräsmarkerna är relativt få jämfört med rismarkerna så justerades modellen. Det gjordes genom att ändra kriterierna så att om differensen i sannolikheten för att modellen ska prediktera urvalsklass ris eller urvalsklass övrig fjällvegetation är mindre än 0,05, så klassades ytan som övrig fjällvegetation jämfört med 2021 då gränsen var 0. Fördelen är att provytor med gräsmark har en större sannolikhet att väljas ut om de oftare ingår i urvalsklassen övrig fjällvegetation än om de ingår i urvalsklassen ris. Dessutom är det maximala antalet provytor per trakt för urvalsklassen övrig fjällvegetation högre än för risklassen. Justeringen innebär dock att vi tillåter en högre andel ris i urvalsklassen för övrig fjällvegetation.

#### 1.1.4 Fältvariabler och manual

Innan fältsäsongens start uppdaterades fältmanualen och insamlingsappen i samarbete med NILS gräsmarks- och lövskogsinventeringar. De faktiska variablerna, antalet variabler och variabeldefinitionerna är desamma som 2021, men vi strukturerade om manualen samt förtydligade beskrivningarna av variablerna för att bättre anpassa dem till det praktiska arbetet i fält. På grund av tekniska orsaker ändrades även strukturen i fältapparna. Under 2022 års fältsäsong användes tre olika appar, en för att samla in data på provytenivå (lägesbeskrivning, fixpunkter, fotografering, delning, osv.), en app som samlar in information på delytanivå (naturhabitat, vegetationstyp, fjälltyp, markanvändning, osv.) och en app för att samla in artinformation från småprovytor och bedömningspolygoner. För att kunna utvärdera tidsåtgången för olika inventeringsmoment, inkluderades fler tidsstämplar i apparna än vad som fanns året innan.

#### 1.1.5 Drönare

Under 2021 genomfördes ett test där vi använde drönare som ytterligare en metod för att samla in data i fjällen. Testet finansierades av SLU:s FOMA utvecklingsmedel. Två inventeringslag utrustades med drönare och fick en särskild utbildning samt tog drönarkörkort. De flög ca 50 provytor under säsongen 2021. Resultaten från studien visade på en stor potential för att generera bra underlag för förändringsanalyser och förbättra de underlag som behövs för att träna modeller baserade på satellitdata. Därför beslöt vi att använda de redan inköpta drönarna även under 2022.

Under 2022 utrustades två lag med varsin DJI Mavic 2 Pro-drönare. Inventerarna i de två lagen utbildades i att flyga drönare för att skapa flygbilder över provytorerna i deras tilldelade trakter. De fyra inventerarna tog sina drönarkörkort innan fjällkursen. Under utbildningen kunde vi använda oss av de erfarenheter inventerarna hade fått under 2021. Området kring provytan som skulle flygas skulle ha en genomsnittlig kantlängd på 60 meter och flyghöjden skulle vara 25 m över varje enskild provyta. Dessutom utvecklades en app där inventerarna kunde dokumentera flygtider, väderförhållanden och orsaker till varför de inte kunde flyga en provyta. Det fanns inga medel i budgeten att utvärdera drönabilder, men insamlat data kan nyttjas i framtiden, t.ex. för förändringsanalys efter återinventering och en förbättrat framtida modelbyggande.

## 2. Utlägg och insamlade data

Betinget för inventeringsåret 2022 omfattar 39 trakter inom stickprov 4 som inkluderade ytor med kalfjäll enligt vegetationskartan och manuell flygbildstolkning. För att kunna använda modeller för att klassificera de 1 600 provytorna per trakt i de fyra urvalsklasserna: Rishedar, Substratmarker, Övrig fjällvegetation vilket inkluderar gräshedar, myrar, videbuskmarker, snölegor samt Övrigt som omfattar skog, brant, vatten och exploaterad mark (Adler m.fl. 2022) krävdes en tidserie av Sentinel 2-satellitbilder under växtsäsongen från maj till oktober 2017 till 2021. Eftersom det inte är möjligt att generera denna tidserie för alla trakter och månader på grund av hög molntäckning under växtsäsongen användes medianen över åren för de enskilda tidsperioderna (två veckors intervall, maj till oktober)

För att kunna urskilja på gräs- respektive risdominerade marker i satellitbilder med hjälp av modeller har det visat sig viktigt att man kan beskriva skillnader i fenologi. I satellitbilderna så är tex färgskillnaden mellan tidig sommar och högsommar större i gräs- och myrvegetation jämfört med risdominerad vegetation. Total gick det inte att klassificera 2 % av provytorna (1 490 av totalt 62 400 provytor) enbart med hjälp av satellitinformation. Istället användes befintliga kartskikt, vegetationskartan och NMD för att tilldela dessa ytor en av de fyra klasserna, med följande fördelning 60 % vatten, 23 % permanent snö, 1 % skog 12 % öppna ytor på kalfjäll. Den sista gruppen öppna ytor på kalfjället tilldelades till den gruppen övrig fjällvegetation.

I 38 av 39 trakter valdes tio provytor till fältbesök. Den sista trakten som enbart innehöll provytor från urvalsklassen ris fick endast åtta provytor i urvalsprocessen, enligt tidigare beslutade kriterier (Adler m.fl. 2022). Fältarbetet fördelades på fem olika inventeringslag. Alla provytor förutom två kunde detaljinventeras vilka istället avståndsinventerades. En av de avståndsinventerade ytorna var vid inventeringstillfället den 26 juli täckt med snö. Inventeringsresultatet är dock ingen motsägelse mot modellklassningen eftersom satellitbildsanalysen som gjordes i första steget indikerade att ytan är täckt av snö under 68 % av tidsperioden från maj till september. Vilket betyder att vi förväntar oss att det ska vara snöfritt tidigast den 13:e augusti, tre veckor efter inventeringsdatumet (antalet dagar från början av maj till slutet av september är totalt 153; dvs antalet dagar som ytan i genomsnitt är täckt av snö är  $102 (153 \cdot 0.68 = 102)$ ; 102 dagar räknat från början av maj är den 13:e augusti, tre veckor efter inventeringsdatumet). Den andra ytan som avståndsinventerades låg ute i vattnet. Detta är inte heller konstigt eftersom provytan ligger i ett litet delta med ursprung i Sturrajjegna glaciären på sandig mark utan vegetation ( $NDVI = 0,03$ , wetnessindex = 14,8), direkt bredvid vattendraget. Beroende på årstid, snö- och issmältning, och nederbörd i avrinningsområdet är provytan ibland helt vattentäckt.

## 3. Resultat

Av de 388 provytorna som inventerades i fält klassificerades 328 (85 %) som kalvfjäll, en ökning med 7 % jämfört med 2021 års inventering. Av de 60 provytor som inte låg på kalvfjäll, klassades 25 som fjällbjörkskog eller fjällbarrskog vilket motsvarar 6 % av alla inventerade provytor. De resterande provytorna som inte ansågs vara kalvfjäll klassificerades antingen som myr (13 provytor) eller klimatimpediment (22 provytor). Under inventeringen delades 71 provytor på grund av förekomst av två (68 av provytorna) eller tre (tre av provytorna) vegetationstyper inom samma provyta. I de tre trakter som ligger i gränsen mellan kalvfjäll och fjällbjörk/fjällbarrskog klassificerades ingen av de inventerade provytorna som kalvfjäll.

Skräp återfanns i fem provytor, varav enbart tre av dessa låg på kalvfjäll. Det rörde sig om två förekomster av gamla konservburkar, två förekomster av plastband och en förekomst av toalettpapper. Renspillning förekom i 48 % av alla provytor som låg på kalvfjäll (totalt 158 provytor). Antal observationer för de olika annex-1 naturtyperna och vegetationstyper redovisas i avsnitt 3.1.

### 3.1 Areal-skattningar

Areal-skattningar redovisas för olika kategorier, dels separat för 2021 och 2022 och dels som samskattningar dvs sammanvägda skattningar baserade på data från åren 2021 och 2022. För att kunna skatta arealen för enskilda fenomen med hjälp av separata årsvisa inventeringar har inklusions sannolikheter för de enskilda trakterna är beräknats. Vid samskattningarna beräknades nya inklusions sannolikheter genom att lägga ihop inventerade trakter för 2021 och 2022. Samtliga redovisade skattningar avser arealer av naturtyper på kalvfjället.

Andelen träffar av silikatgräsmarker och öppna myrar blev lägre 2022 än 2021 medan andelen rishedar ökade. Antagligen hade den överklassning vi valde, där provytor på gränsen mellan gräsmark och rished klassificerades till urvalsklassen övrig fjällvegetation, en större sådan effekt än minskningen av andelen fältinventerade provytor per trakt i urvalsklassen ris (se diskussionen i stycket 1.1.3. ”Urvalsklasser för ris respektive övrig fjällvegetation”). Andelen videbuskmarker (4080), kalkgräsmarker (6170) och rikkärr (7230) var samma som 2021. Det förväntade relativa medelfelet efter 5 år visar fortfarande bra värde för de flesta annex I-naturtyper och effekten av samskattning av data från 2021 och 2022 syns tydligt.

Tabell 1. Arealskattningar för Annex I-naturtyper på kalvfjäll i Sverige separat för inventeringsåren 2021 och 2022 och kombinerat av två års fältdata 2021–2022. Skattningar av total areal (ha), Skattningar relativt medelfel och förväntat relativt medelfel med data för fem år.

Annex I-naturtyp	Inventerings år	Antal provytor med träff	Antal trakter med träff	Skattad areal [ha]	Skattad relativt medelfel	Förväntat relativt medelfel 5 år
3220 Alpina vattendrag	2021	17	12	56547	0,35	
	2022	20	10	48450	0,40	
	2021+2022	37	22	52602	0,27	0,17
4060 Alpina rishedar	2021	196	37	1946663	0,15	
	2022	223	36	1912146	0,14	
	2021+2022	419	73	1929847	0,10	0,07
4080 Alpina videbuskmarker	2021	19	11	77406	0,50	
	2022	15	9	75658	0,45	
	2021+2022	34	20	76554	0,34	0,21
6150 Alpina silikatgräsmarker	2021	81	21	349668	0,27	
	2022	44	20	313940	0,33	
	2021+2022	125	41	332262	0,21	0,13
6170 Alpina kalkgräsmarker	2021	15	7	110911	0,45	
	2022	12	9	95296	0,61	
	2021+2022	27	16	103303	0,37	0,23
6430 Högörtängar	2021	2	2	10533	0,72	0,46
	2022	1	1	49		0,00
	2021+2022	3	3	5426	0,73	0,46
7140 Öppna myrar	2021	27	11	77136	0,37	
	2022	9	8	15827	0,43	
	2021+2022	36	19	47267	0,32	0,20
7230 Rikkärr	2021	13	8	48524	0,53	
	2022	14	7	19865	0,51	
	2021+2022		27	15 34562	0,41	0,26
7240 Alpina översilningskärr	2021	4	2	16713	0,89	
	2022	1	1	3735		
	2021+2022	5	3	10390	0,75	0,47

Både *vegetationstyper* och annex I-naturtyper klassificeras på delytenivå. Skillnaden är att vegetationstyper inte måste uppfylla samma naturlighetkriterier jämfört med vad som krävs för annex 1-naturtyperna (se Gardfjell och Hagner 2019). Detta gör att t.ex. antalet videbuskmarker på fastmark inte alltid matchar antal registrerade videbuskmarker (4080).

I inventeringen har vi uteslutit ytor i branta områden från fältbesök eftersom de är för riskabla att inventera i fält. Detta har visat sig fungera och i fält har vi enbart två provytor där silikatrasmarker är noterade och två provytor där silikatbranter är noterade. Sammanfattningsvis kommer vi ha tillgång till ett bra dataunderlag efter 5 år som gör det möjligt att kunna följa hur olika kalfjällsmiljöer utvecklas i framtiden.

Skattningen av kalfjällsareal som innehåller skräp inom 10 m radie uppgick till 0,5 % av den totala kalfjällsarealen baserat på data från 2022. När vi kombinerar skattningarna för 2021 och 2022, beräknar vi att skräp återfinns inom en 10m radie på 0,4 % av kalfjällens totala areal. Skattningen har ett relativt medelfel som överstiger 50 %.

*Tabell 2. Arealskattningar för vegetationstyper på kalfjäll i Sverige baserade på en kombination av två års fältdata 2021–2022. Skattningar av total areal (ha), skattat relativt medelfel och förväntat relativt medelfel med data för fem år.*

Vegetationstyp	Antal provytor med träff	Antal trakter med träff	Skattad areal [ha]	Skattat relativt medelfel	Förväntat relativt medelfel 5 år
Alpina översilningkärr	6	3	11461	0,77	0,35
Alpina vattendrag	19	14	32583	0,32	0,14
Alpina vattendrag strand	24	17	28403	0,34	0,15
Blandmyr	2	1	6664	1,00	0,45
Gräshed	127	41	354423	0,20	0,09
Högörtsäng	4	3	6224	0,70	0,32
Lågörtsäng	21	14	60068	0,41	0,18
Öppen myr	37	15	41426	0,36	0,16
Rikkärr	28	14	35169	0,41	0,18
Rished	392	72	1842930	0,11	0,05
Silikatbrant	2	1	16479	1,00	0,45
Silikatrasmark	2	2	14944	0,79	0,35
Snölega	71	29	253068	0,27	0,12
Substratmark	63	23	215526	0,29	0,13
Videbuskmark, fastmark	27	16	73183	0,35	0,16
Videbuskmark, våtmark	10	7	12284	0,50	0,22

## 3.2 Resultat av drönarflygningarna

Av de tilldelade 121 provytorna kunde 75 provytor (62 %) inventeras med drönare. Detta är en förbättring jämfört med föregående år då 40 % av provytorna kunde inventeras med drönare. Orsakerna till att drönarflygningar inte kunde genomföras för vissa provytor var huvudsakligen varit väderberoende (21 provytor) eller tekniska problem (25 provytor). I tio av fallen med tekniska problem så orsakades problemet av att laget inte hade med sitt extra SD-kort när de gick ut till trakten. Andra tekniska problem som uppstod har berott på svårigheter att kalibrera kamera gimbalen i fält efter en hård landning eller på störningar i kommunikation mellan drönare och fjärrstyrningen. För att undvika sådana problem i framtiden kommer drönarväskan att förses med fler SD-kort och inventerarna kommer, under utbildningen, att påminnas om att alltid ha reserv-SD-kort tillgängliga.

Tiden som krävdes för att hantera drönaren, inklusive installation av drönaren och fjärrstyrningen, skapande av flygplan, och genomförande av själva flygningen, varierade från 7 till 30 minuter, med ett genomsnitt på 15 minuter. Ibland tog det längre tid eftersom inventeraren behövde byta SD-kort eller batteri under pågående flygning. För att effektivisera arbetet delade lagmedlemmarna upp uppgifterna kring drönarflygningen, och den person som inte flög började förbereda nästa provyta. Sammantaget påverkade hanteringen av drönare endast marginellt den totala inventeringstiden per trakt och ledde inte till behov av extra övernattningsplatser på fjället.

Tiden som krävdes för att hantera drönaren inklusive montera och förbereda drönaren och fjärrstyrningen, skapande av flygrutten och själva flygningen, varierade mellan 7 och 30 minuter, med ett genomsnitt på 15 minuter. Orsaken till att vissa ytor har tagit längre tid har berott på att inventeraren har varit tvungen att byta SD-kort eller batteri under själva flygningen. För att effektivisera arbetet så har lagmedlemmarna fördelat jobbet med drönare mellan varandra och den person som inte var ansvarig för flygningen började istället att lokalisera nästa provyta. Den totala inventeringstiden per trakt påverkades enbart marginellt av att lagen även hanterade drönarinventeringen, och ledde inte till några extra övernattningsplatser på fjället.

## 4. Diskussion och slutsatser

Resultaten visar att inventeringen kan detektera förändringar i areal efter en hel femårsinventeringsperiod för de annex I-naturtyper enligt de krav som Naturvårdsverkets satt upp för annex I – naturtyperna (Jacobsson 2010). Även om urvalet för varje enskilt år följer balanseringsprincipen (Grafström et al 2013), så är det förväntat att det kommer att finns små variationer mellan åren angående förekomsten av olika vegetationstyper och annex I-naturtyper. Vi gjorde justeringar som förbättrade vår urval- och exkluderingsprocess av fältprovytor, samt identifierade ytterligare justeringar som kan göras inför säsongen 2023. Störst skillnad gjorde förbättringen av att exkludera fjällbjörkskog från fältinventering.

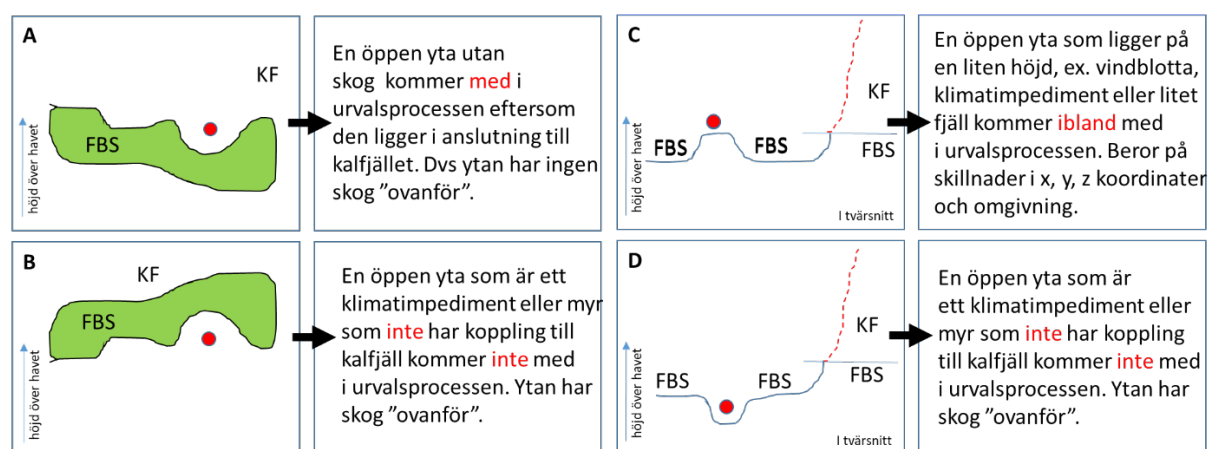
Att minska antalet provytor från 10 till 12 har inte påverkat resultatet för de olika annex-I naturtyperna och vegetationstyperna. Antal observationer av videbuskmarker (4080), alpina kalkgräsmarker (6170) eller rikkärr (7230) är på samma nivå som 2021 då vi inventerade 46 trakter. Inte heller arealskattningar visar någon större skillnad, förutom för öppnar myrar (7140). För att få tillförlitliga areal- och variansskattningar är det viktigt att observationerna av de olika naturtyperna fördelas över ett större antal trakter (Adler m.fl. 2022). Trots att vi har halverat antalet observationer av alpina silikatgräsmarker, till följd av förändringar i urvalsprocessen, blev arealskattningen nästan densamma. Antagligen kommer vi att fortsätta med 10 provytor per trakt under de kommande fältsäsongerna 2023-2025. Erfarna inventerare kunde klara en trakt med 10 provytor, inklusive drönarflygningen, på två arbetsdagar.

Baserat på vårt data är den skattade arealen i fjällen där skräp förekommer liten. Detta kanske inte motsvarar den upplevelse man får om man rör sig längs de stora vandringslederna och vid turistanläggningarna. Den faktiska arealen på kalfjället som täcks av fjällstugor, större vandringsleder, eller andra anläggningar är dock relativt liten. Vi kommer inte kunna beskriva dessa områden med någon större noggrannhet med det nuvarande utlägget av trakter, eftersom stickprovstätheten är för låg. Däremot kan vi sätta upp urvalskriterier som gör det möjligt att identifiera provytor med en högre exploateringsgrad, På så vis är det möjligt utforma en specialinventering, med ett förtäat stickprov, som är inriktad mer mot mänskliga påverkan av kalfjället.

Genom att använda original LIDAR och framtagna NDVI data i stället för de befintliga kartsnitten som användes 2021, har vi förbättrat urvalet. Vår nya metod för att exkludera skogklädda ytor har varit framgångsrik och vi har minskat antalet fältprovytor som enbart träffar fjällbjörk- och fjällbarrskog från 20 % av provytorna 2021 till 6 % 2022. Det återstår dock att hantera problemet med de tre trakter där det inte valdes ut några provytor som faktiskt låg på kalfjället. Utmaningen är att det finns öppna ytor även under kalfjällsgränsen i fjällskogen, såsom myrar eller klimatimpediment. De tre berörda trakterna hade endast mindre område med kalfjäll i kanterna, medan resten av trakterna huvudsakligen bestod av fjällbjörkskog med insprängda myrar och klimatimpediment. I dessa fall klassificerades provytorna på myrarna och klimatimpedimenten som potentiella kalfjällsytor. Därmed fick de en positiv sannolikhet att väljas ut av slumpen, vilket de sedan blev. En lösning är att inkludera

informationen om huruvida ytorna ligger ”nedanför kalfjäll” i vår urvalsalgoritm. Området nedanför kalfjället inventeras grundligt av Riksskogstaxeringen och NILS gräsmarksinventering (Ranlund 2021, 2022). Därför behöver inte NILS fjällinventering inventera gräsmarker, myrar, klimatimpediment i fjällbjörkskogen. En uppgift inför 2023 års inventering är därför att välja bort även öppna ytor som tydligt ligger nedanför kalfjället. Detta är dock inte helt enkelt, då den spatialskalet (1 km x 1 km trakter) av analysen kan påverka resultaten. I figur 1 beskrivs fyra olika fallen som är relevanta för att avgöra om en yta ligger på kalfjäll eller inte. Exempel A illustrerar ett fall där provytan hamnar på en öppen yta som på flera sidor omges av fjällbjörkskog, men ändå har direkt anslutning till kalfjäll. Sådana provytor klassificeras som kalfjäll och inkluderas i inventeringen. I fallen B och D ligger provytorna på öppen mark, men det finns sammanhängande fjällbjörkskog på högre altitud mellan provytorna och det egentliga kalfjället. I dessa fall ligger provytorna ”nedanför” kalfjället och provytorna ingår inte i NILS fjällinventering. Fall A, B, och D är relativt enkla att identifiera och klassificera. Fall C är däremot lite mer komplicerat. Här ligger provytan i ett öppet område som är insprängt i sammanhängande fjällbjörkskog, men samtidigt på en högre altitud än den omgivande skogen. Provytorna kan innehålla kalfjäll. Kriterier som tar hänsyn till det öppna områdets storlek, höjdskillnad till omgivning och avståndet till närmaste kalfjäll bestämmer om ytan var av intresse för inventeringen eller inte. I 2023 års urvalsprocess har vi som mål att minska antalet provytor som hamnar i öppna ytor nedanför kalfjället, dvs fall B och D. Troligen kan vi inte helt undvika att inkludera öppna ytor nedanför kalfjället i urvalsprocessen för fältbesök, eftersom det i så fall finns en risk att vi missar kalfjällområden som ska inventeras, dvs fall A och C.

Beslutet att omdefiniera kriterierna för vilka provytor som inkluderas i urvalsklassen ris respektive urvalsklassen övrig fjällvegetation, vilket i praktiken innebar att den urvalsklassen övrig fjällvegetation blev lite bredare med en ökning av antalet rishedar jämfört med 2021 års inventering. Samtidigt minskades träffarna i vanliga gräsmarker och öppna myrar, vilket var en förväntad konsekvens av detta beslut. Idén med att bredda urvalsklassen övrig fjällvegetation föll inte ut som vi tänkt främst på grund av att ökningen av rishedar var större än förväntat. Genom att använda ett ökat antal provytor som träningsdata, en längre tidserie av Sentinel 2-bilder samt data från ortofoto kommer vi förhoppningsvis att kunna bygga bättre och mer precisa modeller för att skilja rishedar från gräsmarker inför fältinventeringen 2023.



Figur 1. Alla fyra trakterna, A, B, C, D, innehåller kalfjäll (KF) och fjällbjörkskog (FBS). Vid urvalsprocessen 2022 inkluderades samtliga röda provytor i fältbesöksurvalet eftersom de ligger i öppna områden utan skog. Inför urvalsprocessen 2023 strävar vi efter att minska antalet provytor som hamnar i öppna områden nedanför kalfjället. Provytor i fallen B och D kommer inte att klassificeras som potentiella kalfjällsytor 2023 och kommer



*därför inte att slumpas ut för inventering i fält. I fall C kan det öppna området eventuellt vara kalffjäll, trots att de omges av fjällbjörkskog. Provytorna kommer därmed att kunna slumpas ut för inventering i fält. För att kunna utesluta fall C från urvalsprocessen krävs en mer detaljerad analys, som inkluderar faktorer som höjdskillnad till omgivningen, storlek på det öppna området och avstånd till kalffjället.*

När vi nu har två års data, kan vi möjlighet att genomföra en bättre validering av modellerna, inklusive en korsvalidering med den nya fjällinventeringen, för att optimera modellerna för urvalsklassen övrig fjällvegetation. Problemet med brist på tillräckligt många molnfria satellitbilder för att beskriva fenologi för en trakt kommer att minska över tiden. Problemet kommer dock alltid att kvarstå, så länge man använder optiska satellitdata för modellbyggande. Ett alternativ kan vara att använda flygbilder i habitatmodelleringen. Eftersom de oftare är molnfria, har högre upplösning och kan analyseras med maskininlärningsalgoritmer. Ett första steg i den riktningen kommer vi att göra under året i ett nytt FOMA projekt ”Detektion av körspår och andra linjära objekt i fjällmiljö med hjälp av flygbilstolkning och maskininläring (ML)”. I detta projekt kommer vi även kommer vi även att testa klassificeringen av enkla vegetationstyper.

## 4.1 Slutsatser

NILS fjällinventering har nu levererat data från två års fältinventering med den nya designen. De kombinerade skattningarna för 2021 och 2022 visar att inventeringen kan uppfylla Naturvårdsverkets krav på skattningarnas precision för relevanta annex I-naturtyper. Fjällinventeringen är fortfarande i en utvecklingsfas, där vi varje år strävar efter att effektivisera och förbättra inventeringsprocessen medan vi bevarar kompatibiliteten mellan olika år.

## Referenser

- Adler, S., Hedenås, H., Hagner, Å., Ranlund, Å., och Christensen, P. (2022). *Utvärdering av NILS fjällinventering 2021*. Arbetsrapport 532 Sveriges Lantbruksuniversitet, Institution för skoglig resurshållning, Umeå. <https://res.slu.se/id/publ/119971>
- 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, Umeå. <https://pub.epsilon.slu.se/17091/>
- Bartsch, A., Widhalm, B., Leibmand, M., Ermokhin, K., Kumpula, T., Skarin, A., Wilcox, E.J., Jones, B.M., Frost, G.V., Höfler, A. och Pointner, G. (2020). Feasibility of tundra vegetation height retrieval from Sentinel-1 and Sentinel-2 data. *Remote Sensing of Environment* 237: 1-19.
- Gardfjell, H. och Hagner, Å. (2019). *Instruktion för Habitatinventering i NILS och THUF, 2019*. Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2019/habitatkompendium\\_nilsthuf\\_2019.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2019/habitatkompendium_nilsthuf_2019.pdf)
- Grafström, A., Saarela, S. och Ene, L.T. (2014). Efficient sampling strategies for forest inventories by spreading the sample in auxiliary space. *Canadian Journal of Forest Research*, 44: 1156-1164.
- Hedenås, H., Adler, S., Andersson, M., Gardfjell, H., Hagner, Å., Petterson, A., Johannessen, V., Press, A., Ranlund, Å. och Sjödin, M. (2021). *Fältinstruktionen för nationell inventering av fjällen, NILS år 2021*, version 2021-07-21. Avdelningen för landskapsanalys, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2022/nilsfjallinventeringfaltmanual2021\\_20210720.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2022/nilsfjallinventeringfaltmanual2021_20210720.pdf)
- Hedenås, H., Adler, S., Andersson, M., Gardfjell, H., Hagner, Å., Petterson, A., Johannessen, V., Press, A., Ranlund, Å., Sjödin, M. och Wikander, L. (2022a). *Fältinstruktionen för nationell inventering av fjällen, NILS år 2021*, version 2022-07-09. Avdelningen för landskapsanalys, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2022/nilsfjallinventeringfaltmanual2022\\_20220709.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/nils/publikationer/2022/nilsfjallinventeringfaltmanual2022_20220709.pdf)
- Hedenås, H., Hagner, Å., Ranlund, Å., Christensen, P., Lidén, M., Gardfjell, H. och Adler, A. (2022b). *Vad klarar vår nya stickprovsdesign? NILS gräsmarks- och lövskogsinventeringar 2020*. Arbetsrapport 531. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå. <https://res.slu.se/id/publ/119972>
- Jacobson, C. (red.) (2010). *Principer för svensk biogeografisk uppföljning av naturtyper och arter*, version 1.0, 2010-06-14, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Ranlund, Å. och Hagner, Å. (2023). Tillstånd för gräsmarksnaturtyper 2020 – 2022. Arbetsrapport 550. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.
- Ranlund, Å. och Hedenås, H. (2023). Arealskattningar utifrån NILS gräsmarks- och lövskogsinventeringar 2020–2022. Arbetsrapport 551. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.

- Ranlund, Å., Hedenås, H., Hagner, Å. och Adler, S. (2022). Uppföljning av 2021 års inventeringar av gräsmarker och lövskogar inom NILS. Arbetsrapport 533, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. <https://pub.epsilon.slu.se/30292/1/ranlund-a-et-al-20230216.pdfres.slu.se/id/publ/121177>
- 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/>
- Roussel, J.R., Auty, D., Coops, N.C., Tompalski, P., Goodbody, T.R.H., Sánchez Meador, A., Bourdon, J.F., De Boissieu, F., Achim, A. (2020). lidR: An R package for analysis of Airborne Laser Scanning (ALS) data. *Remote Sensing of Environment*, 251: 112061. doi:10.1016/j.rse.2020.112061.