



# LUND UNIVERSITY

## Habitatanalys av förekomster av högnordisk blåvinge, dvärgpärlemorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly inom biogeografisk uppföljning

Löfgren, Oskar; Arnberg, Harriet; Pettersson, Lars B.

2024

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*  
Löfgren, O., Arnberg, H., & Pettersson, L. B. (2024). *Habitatanalys av förekomster av högnordisk blåvinge, dvärgpärlemorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly inom biogeografisk uppföljning*. Biologiska institutionen, Lunds universitet.

*Total number of authors:*  
3

*Creative Commons License:*  
Ospecificerad

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:  
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

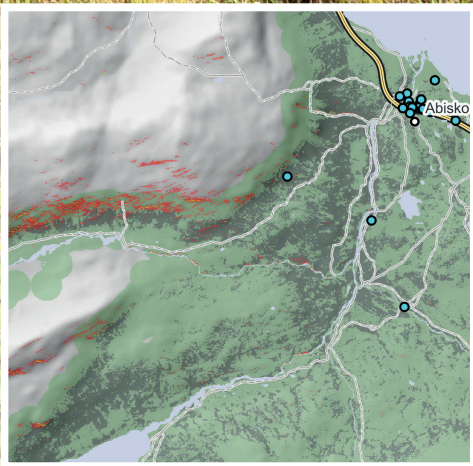
LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



# Habitatanalys av förekomster av hög-nordisk blåvinge, dvärgpärllemorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly inom biogeografisk uppföljning

LUNDS UNIVERSITET | BIOLOGISKA INSTITUTIONEN





## Habitatanalys av förekomster av högnordisk blåvinge, dvärgpärlmorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly inom biogeografisk uppföljning

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                              |                                                                                                                          |                  |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|
| <b>Rapportförfattare</b><br>Oskar Löfgren, Lunds universitet<br>Harriet Arnberg, Lunds universitet<br>Lars B. Pettersson, Lunds universitet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                              | <b>Utgivare</b><br>Lunds universitet<br><b>Postadress</b><br>Ekologihuset, 223 62 Lund<br><b>Telefon</b><br>046-222 3818 |                  |         |
| <b>Rapporttitel och undertitel</b><br>Habitatanalys av förekomster av högnordisk blåvinge, dvärgpärlmorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly inom biogeografisk uppföljning                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              | <b>Beställare</b><br>Naturvårdsverket<br>106 48 Stockholm<br><b>Finansiering</b><br>Åtgärder för värdefull natur         |                  |         |
| <b>Nyckelord för art och/eller naturtyp</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                              |                                                                                                                          |                  |         |
| Svenska                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vetenskapligt namn           | English                                                                                                                  | EU Annex II code | Dyntaxa |
| Högnordisk blåvinge                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Plebejus aquilo</i>       | Arctic Blue                                                                                                              | 1930             | 102919  |
| Dvärgpärlmorfjäril                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>Boloria improba</i>       | Dusky-winged Fritillary                                                                                                  | 1931             | 102396  |
| Fjällsilversmygare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>Hesperia comma catena</i> | Silver-spotted Skipper                                                                                                   | 1933             | 232265  |
| Tajgafjällfly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <i>Xestia borealis</i>       |                                                                                                                          | 1934             | 101981  |
| <b>Nyckelord för biogeografisk region</b><br>boreal, alpin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                              |                                                                                                                          |                  |         |
| <b>Nyckelord för plats</b><br>Västerbottens län, Norrbottens län                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              |                                                                                                                          |                  |         |
| <b>Nyckelord för ämne</b><br>Dagfjärilar, Nattfjärilar Lepidoptera, fjärilar, gräsmarker, fjäll, monitoring, ökningar, minskningar, Natura 2000, skyddad natur, habitat, vegetation, GIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                              |                                                                                                                          |                  |         |
| <b>Geografiskt område</b><br>Sverige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |                                                                                                                          |                  |         |
| <b>Tidpunkt för insamling av underlagsdata</b><br>2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                              |                                                                                                                          |                  |         |
| <b>Plats för lagring av data</b><br>Artportalen, <a href="http://www.artportalen.se">http://www.artportalen.se</a> under projektet "Biogeografisk uppföljning av fjärilar"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                              |                                                                                                                          |                  |         |
| <b>Sammanfattning</b><br>EU:s art- och habitatdirektiv listar arter och naturtyper som ska bevaras och vars bevarandestatus ska övervakas. Rapporten analyserar förekomsten i Sverige av fyra av de fjärilsarter som omfattas av Naturvårdsverkets Biogeografiska uppföljning. Analysen fokuserar på habitat och miljöparameterar i relation till svenska fynd av högnordisk blåvinge ( <i>Agriades aquilo</i> ), dvärgpärlmorfjäril ( <i>Boloria improba</i> ), fjällsilversmygare ( <i>Hesperia comma catena</i> ), två arter och en underart vars utbredningar främst är belägna i svårtillgängliga områden i fjällkedjan. Vidare analyseras fynd av den nordliga nattfjärilsarten tajgafjällfly ( <i>Xestia borealis</i> ).Målet har varit att använda tillgängliga geografiska data för att karaktärisera arternas livsmiljöer samt undersöka möjligheter att identifiera lämpliga miljöer för arterna där fynd inte finns sedan tidigare. Programmet QGIS användes för bearbetning av GIS-data och programmet R användes för statistisk analys. Baserat på information extraherad från fyndpositioner anpassades modeller för relationer mellan artförekomster och variation i geografiska data som topografi, berggrundstyp och vegetationsklass. Resultaten visar att allmänt tillgängliga, nationellt täckande geografiska data är användbara både för att analysera livsmiljöer och identifiera potentiella habitat för dessa fjärilsarter, detta trots att brist på fynddata ännu innebär uppenbara begränsningar för samtliga arter. Metoden verkar särskilt lovande för högnordisk blåvinge, dvärgpärlmorfjäril och fjällsilversmygare som är knutna till topografiska förhållanden (höjd över havet, lutning, läge) eller där en värdväxts utbredning kan användas för att analysera samband med markegenskaper såsom bergart. Svårast att analysera var tajgafjällfly, delvis beroende på svårighet att få detaljerad information om viktiga habitatfaktorer som skogsålder, men även på grund av att arten är glest förekommande och har en tvåårig, och därför mer svårinventerad, livscykel. |                              |                                                                                                                          |                  |         |

# Habitatanalys av förekomster av högnordisk blåvinge, dvärgpärlemorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly inom biogeografisk uppföljning

---

OSKAR LÖFGREN, BIODIVERSITET OCH EVOLUTION, BIOL. INST., LUNDS UNIVERSITET

HARRIET ARNBERG, BIODIVERSITET OCH EVOLUTION, BIOL. INST., LUNDS UNIVERSITET

LARS B. PETTERSSON, BIODIVERSITET OCH EVOLUTION, BIOL. INST., LUNDS UNIVERSITET

UPPDRAG INOM BIOGEOGRAFISK UPPFÖLJNING, NATURVÅRDSVERKETS ÄRENDENUMMER NV-04135-21 & NV-05039-22

ISBN: 978-91-8104-324-2 (TRYCKT), 978-91-8104-325-9 (PDF)

## Sammanfattning

Löfgren, O., Arnberg, H., Pettersson, L.B. 2024. Habitatanalys av förekomster av högnordisk blåvinge, dvärgpärlemorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly inom biogeografisk uppföljning. Biologiska institutionen, Lunds universitet. 46 pp.

EU:s art- och habitatdirektiv listar arter och naturtyper som ska bevaras och vars bevarandestatus ska övervakas. Rapporten analyserar förekomsten i Sverige av fyra av de fjärilsarter som omfattas av Naturvårdsverkets Biogeografiska uppföljning. Analysen fokuserar på habitat och miljöparametrar i relation till svenska fynd av högnordisk blåvinge (*Agriades aquilo*), dvärgpärlemorfjäril (*Boloria improba*), fjällsilversmygare (*Hesperia comma catena*), två arter och en underart vars utbredningar främst är belägna i svårtillgängliga områden i fjällkedjan. Vidare analyseras fynd av den nordliga nattfjärilsarten tajgafjällfly (*Xestia borealis*). Målet har varit att använda tillgängliga geografiska data för att karaktärisera arternas livsmiljöer samt undersöka möjligheter att identifiera lämpliga miljöer för arterna där fynd inte finns sedan tidigare. Programmet QGIS användes för bearbetning av GIS-data och programmet R användes för statistisk analys. Baserat på information extraherad från fyndpositioner anpassades modeller för relationer mellan artförekomster och variation i geografiska data som topografi, berggrundstyp och vegetationsklass. Resultaten visar att allmänt tillgängliga, nationellt täckande geografiska data är användbara både för att analysera livsmiljöer och identifiera potentiella habitat för dessa fjärilsarter, detta trots att brist på fynddata ännu innebär uppenbara begränsningar för samtliga arter. Metoden verkar särskilt lovande för högnordisk blåvinge, dvärgpärlemorfjäril och fjällsilversmygare som är knutna till topografiska förhållanden (höjd över havet, lutning, läge) eller där en värdväxts utbredning kan användas för att analysera samband med markegenskaper såsom bergart. Svårast att analysera var tajgafjällfly, delvis beroende på svårighet att få detaljerad information om viktiga habitatfaktorer som skogsålder, men även på grund av att arten är glest förekommande och har en tvåårig, och därför mer svårinventerad, livscykel.



## Summary

Löfgren, O., Arnberg, H., Pettersson, L.B. 2024. Habitat analysis of occurrences of the Arctic blue, Dusky-winged Fritillary, *Hesperia comma catena* and *Xestia borealis*. Department of Biology, Lund University, Sweden. 46 pp.

The EU's Species and Habitats Directive lists species and habitat types that must be maintained and whose conservation status must be monitored. The biogeographic monitoring project run by the Swedish Environmental Protection Agency follows the species and nature types where such monitoring was previously lacking, with the aim of contributing to the achievement of the goals of the habitat directive and the Swedish environmental policy more effectively. The biogeographic monitoring in 2021 and 2022 included carrying out a biogeographical analysis of the habitat for four of the species within the monitoring program, whose distribution is mainly located in hard-to-reach areas in, or near the mountain range, namely the Arctic blue (*Agriades aquilo*), Dusky-winged Fritillary (*Boloria improba*), Arctic Silver-spotted Skipper, (*Hesperia comma catena*), and *Xestia borealis*. The aim of the analysis has been to use available geographic data to characterize the habitats of these four species and explore possibilities for identifying suitable environments for these species in areas where they had not been previously recorded. The QGIS software was used for processing GIS data, and the R software was used for statistical analysis. Based on information extracted from locations where the species were recorded, models were developed to describe relationships between species occurrences and variations in geographic data such as topography, bedrock type, and vegetation class. The results show that widely accessible, nationally comprehensive geographic data are useful for analyzing habitats as well as for identifying potential habitats for these butterfly species, despite the apparent limitations posed by a lack of occurrence data for all species. The method appears particularly promising for the Arctic blue, Dusky-winged Fritillary, and the Arctic Silver-spotted Skipper, which are associated with topographic features (elevation, slope, aspect) or where the distribution of a host plant can be used to analyze relationships with soil properties such as bedrock. The most challenging species to analyze was the *X. borealis*, partly due to difficulties in obtaining detailed information about critical habitat factors like forest age.

## Innehållsförteckning

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Sammanfattning .....                                                    | 3  |
| Summary .....                                                           | 4  |
| Bakgrund .....                                                          | 5  |
| Data.....                                                               | 6  |
| Artfynd från Artportalen.....                                           | 6  |
| Studieområde.....                                                       | 8  |
| Berggrundkarta (vektor).....                                            | 8  |
| Lantmäteriets vegetationskarta för fjällen och Norrbotten (vektor)..... | 9  |
| Nationella marktäckedata (NMD) med tilläggs lager (raster).....         | 10 |
| Höjddata (2m och 50m), lutning och läge .....                           | 10 |
| Skogsdata från Skogsstyrelsen (raster).....                             | 11 |
| Genomförda avverkningar (vektor).....                                   | 11 |
| Vegetationsfenologi (raster).....                                       | 11 |
| Analysmetoder .....                                                     | 12 |
| Probabilitet för klassificerade vektorlager .....                       | 13 |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bearbetning av vektor-data .....                                                               | 13 |
| Vikter för polygonklasser .....                                                                | 13 |
| Probabilitet för klassificerade rasterlager .....                                              | 14 |
| Probabilitet för kontinuerliga rasterlager .....                                               | 14 |
| Sydvända raviner .....                                                                         | 15 |
| Högnordisk blåvinge ( <i>Agriades aquilo</i> ) – EU Annex II code 1930 .....                   | 16 |
| Art- och miljöbeskrivning .....                                                                | 16 |
| Analys av habitat för högnordisk blåvinge .....                                                | 17 |
| Berggrund .....                                                                                | 17 |
| Vegetationstyp .....                                                                           | 18 |
| Relationer med kontinuerliga raster .....                                                      | 18 |
| Karta över potentiella miljöer för högnordisk blåvinge .....                                   | 19 |
| Dvärgpärlmorfjäril ( <i>Boloria improba</i> ) – EU Annex II code 1931 .....                    | 21 |
| Art- och miljöbeskrivning .....                                                                | 21 |
| Analys av habitat för dvärgpärlmorfjäril .....                                                 | 22 |
| Berggrund .....                                                                                | 22 |
| Vegetationstyp .....                                                                           | 22 |
| Relationer med kontinuerliga raster .....                                                      | 22 |
| Karta över potentiella miljöer för dvärgpärlmorfjäril .....                                    | 23 |
| Fjällsilversmygare ( <i>Hesperia comma catena</i> ) – EU Annex II code 1933 .....              | 25 |
| Art- och miljöbeskrivning .....                                                                | 25 |
| Analys av habitat för fjällsilversmygare .....                                                 | 26 |
| Berggrund .....                                                                                | 27 |
| Vegetationskartor (fjällkartan och NMD) .....                                                  | 27 |
| Sydvända raviner .....                                                                         | 27 |
| Relationer med kontinuerliga raster .....                                                      | 28 |
| Karta över potentiella miljöer för fjällsilversmygare .....                                    | 28 |
| Tajgafjällfly ( <i>Xestia borealis</i> ) – EU Annex II code 1934 .....                         | 30 |
| Art- och miljöbeskrivning .....                                                                | 30 |
| Analys av habitat för tajgafjällfly .....                                                      | 31 |
| Berggrund och jordart .....                                                                    | 31 |
| Vegetationstyp .....                                                                           | 31 |
| Relationer med kontinuerliga raster .....                                                      | 32 |
| Karta över potentiella miljöer för tajgafjällfly .....                                         | 34 |
| Diskussion .....                                                                               | 35 |
| Referenser .....                                                                               | 35 |
| Appendix .....                                                                                 | 37 |
| Appendix 1. Exempel på passning av Gaussisk kurva i R (R-skript) .....                         | 37 |
| Appendix 2. Vikter för berggrundsklasser (komplett) .....                                      | 37 |
| Appendix 3. Vikter för berggrundsklassernas lämplighet i analyser för fjällsilversmygare. .... | 40 |
| Appendix 4. Arternas parametrar för de Gaussska kurvorna. ....                                 | 42 |
| Appendix 5. GIS-verktyg .....                                                                  | 43 |
| Appendix 6. Syntax till raster calculator .....                                                | 45 |
| Appendix 7. Resultat som QGIS-projekt .....                                                    | 46 |

## Bakgrund

EU:s direktiv om bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter, ofta kallat art- och habitatdirektivet, listar ett antal arter och naturtyper som ska bevaras och vars bevarandestatus ska övervakas. Naturvårdsverket driver sedan 2009 projektet "Biogeografisk uppföljning av naturtyper och arter" som syftar till att etablera och



utveckla långsiktig uppföljning för de arter och naturtyper där sådan tidigare har saknats. Syftet med övervakningen är att bidra till att habitatdirektivets och den svenska miljöpolitikens mål kan nås mer effektivt.

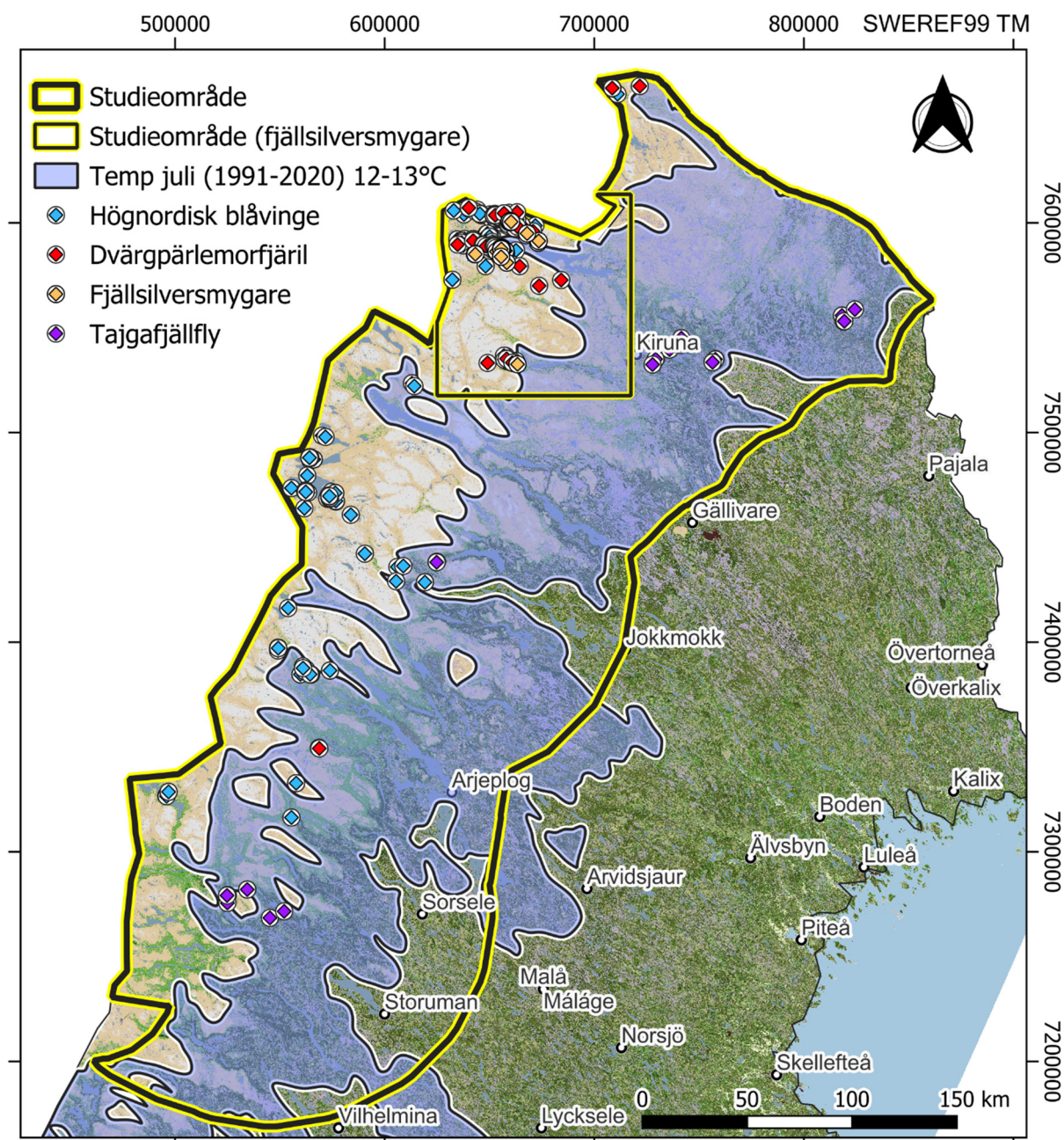
I habitatdirektivet finns 12 fjärilsarter med förekomst i Sverige (Harris m.fl. 2012). Även om kunskapsläget för dessa arter gradvis blivit bättre i Sverige, inte minst genom den biogeografiska uppföljningen, finns fortfarande kunskapsluckor i utbredning, trender och populationsstorlekar hos flera arter. Detta gäller främst arter som förekommer i avlägsna och svårtillgängliga områden i fjällkedjan. Biologiska institutionen vid Lunds universitet har under lång tid arbetat med fjärilar och har på uppdrag av och i samverkan med Naturvårdsverket tagit fram metoder och genomfört undersökningar för dessa (Harris m.fl. 2012, Ottvall & Pettersson 2014, Pettersson m.fl. 2014). Inom uppdraget biogeografisk uppföljning samordnar och administrerar Lunds universitet verksamheten för att, i nära samarbete med Länsstyrelserna, utföra uppföljning av existerande lokaler samt utökad uppföljning av potentiella nya lokaler, för att få en samlad bild av bevarandestatusen för de 12 arter som ingår i habitatdirektivet. Årsrapporter från Biogeografisk uppföljning av fjärilar kan laddas ner från <https://dagfjarilar.lu.se/om-oss/biogeografisk-uppfoljning>.

Inom uppdraget för biogeografisk uppföljning av fjärilar 2021 och 2022 gavs Lunds universitet i uppgift att genomföra en GIS-analys av habitat. Syftet var att skatta arealen livsmiljöer för tre arter och en underart vars utbredningsmässiga tyngdpunkt är i svårtillgängliga områden i eller nära fjällkedjan, i linje med förslag från översynen av den biogeografiska uppföljningen av arter (Ahrne m.fl. 2020). Habitatanalysen utfördes för arterna högnordisk blåvinge (*Agriades aquilo*), dvärgpärmorfjäril (*Boloria improba*), fjällsilversmygare (*Hesperia comma catena*) samt tajgafjällfly (*Xestia borealis*). Syftet med analysen var dels att genomföra en samanalys av de svenska fynden av målarternas kombinerat med tillgängliga geografiska data för att skapa artspecifika profiler som förklarar förekomst av artfynd, dels att använda dessa profiler för att göra prediktioner om vilka områden som kan utgöra lämpliga habitat för arterna i analysen. Arbetet har bidragit till en metodutveckling för att skapa prediktioner utifrån de regional- eller nationellt täckande geografiska data.

## Data

### Artfynd från Artportalen

Fynduppgifter för de fyra fjärilsarterna (samtliga fynd som fanns tillgängliga 2024-01-10) laddades ner från Artportalen (<https://www.artportalen.se/>). För fjällsilversmygare (*Hesperia comma catena*) inkluderades även fynd av silversmygare (*Hesperia comma*) inom fjällområdet som rapporterats utan information om underart. Fynduppgifter för värdväxterna purpurbräcka (*Saxifraga oppositifolia*) och dvärgvide (*Salix herbacea*) laddades ner som stöd för analyserna av utbredningen för högnordisk blåvinge respektive dvärgpärmorfjäril. Som stöd vid karteringen av silversmygare laddades även fynduppgifter ner för ett par nektarväxter: fjällglim (*Silene acaulis*), fjällnejlika (*Silene suecica*) och fjällvedel (*Astragalus alpinus*).



**Figur 1.** Studieområde skapat utifrån spridningen av fyndpunkter för fjärilssarterna högnordisk blåvinge, dvärgpärlmorfjäril, fjällsilversmygare samt tajgafjällfly. Samtliga fyndpunkter buffrades med 100km. För tajgafjällfly slogs buffertzonerna med artfynd ihop med polygonerna för 12–13 grader från juli-temperaturkartan, då artens verkliga utbredning är till stor del okänd.

Många av observationerna för fjärilssarterna visar tydliga mönster av spatial klustring, dvs förekomsterna är tätare på vissa platser. Detta beror dels på att antalet lokaler för arterna är begränsade, dels på att de flesta med eget intresse av att se arterna tenderar att besöka samma, lättillgängliga lokaler. För högnordisk blåvinge, dvärgpärlmorfjäril och fjällsilversmygare ligger många av fynden inom ett fåtal områden kring Abisko–Björkliden–Torneträsk, medan utbredningen för tajgafjällfly är begränsad till lägre höjder i skogslandskapet där de flesta fynden finns på ett fåtal lokaler.

Eftersom syftet i analysen är att hitta samband mellan fyndpositioner och andra tillgängliga GIS-data som kan användas för att karaktärisera arternas habitat, gjordes ett urval av fynduppgifterna baserat på deras positioner. Följande fynd användes inte i analysen: 1) fynd där osäkerheten för positionen angivits som högre än 1000m ("Noggrannhet">1000), 2) fynd som bedömdes vara uppenbart felplacerade (t ex. punkter placerade i en sjö eller där kommentaren tydliggör att positionen är osäker) samt 3) fynd som ligger inom 25m från fynd gjorda inom biogeografisk uppföljning, detta för att inte få en överrepresentation av dessa lokaler. Kravet på noggrannhet gjorde att många äldre fynd uteslöts.

## Studieområde

För analysen skapades ett studieområde utifrån spridningen av fyndpunkter för fjärilsarterna (Figur 1). Samtliga fyndpunkter buffrades med 100km (verktyget **buffer** i QGIS). För fjällarterna högnordisk blåvinge, dvärgpärmorfjäril samt fjällsilversmygare överlappar utbredning respektive bufferzoner till hög grad inom områdets norra delar.

Tajgafjällfly har en östligare utbredning (lägre höjd över havet) och utgör den östliga gränsen för studieområdet. Tidigare kända lokaler av tajgafjällfly är få med relativt stor spridning i Nord-Sydlig-ledd. Den verkliga utbredningen av tajgafjällfly är emellertid till stor del okänd och om studieområdet endast skulle baseras på de få kända fynden finns risken att potentiella habitat inom områden mellan kända lokaler utesluts. Utbredning av tajgafjällfly kan antas vara associerat med variation i klimat, delvis som effekt av variation i topografi. En vektorkarta över medeltemperaturen i juli under perioden 1991–2020 laddades ner från SMHI (SMHI 2024). Fynden för tajgafjällfly följer i stora drag gränserna för polygoner som representerar en medeltemperatur på 12–13 grader i juli och polygonerna användes för att skapa en grov yttre gräns för studieområdets östra del. Studieområdet skapades genom att slå samman (**union** i QGIS) buffertzoner för artfynden med polygonerna för 12–13 grader från julitemperaturkartan. För att förenkla polygonformerna och bli av med små hål i den sammanslagna polygonen så svälldes (**buffer med distans = 40 km**) och krymptes (**buffer med distans = - 40 km**) polygonen. Resultatet klipptes ner (verktyget **intersect** i QGIS) med rikets gränser.

## Berggrundkarta (vektor)

Berggrundkartan i skalan 1:50 000–250 000 från SGU (SGU 2021) användes eftersom markegenskaper som kalkhaltighet i marken kan påverka geografisk spridning av fjärilar och deras värdväxter. I jämförelse har jordartskartan begränsad användbarhet i fjällen eftersom variationen i jordart är liten. Jordarterna är huvudsakligen antingen morän eller öppet berg och jorddjupet är i allmänhet tunt på de höjder där flera av arterna förekommer. SGU:s jorddjupskarta visar att jordlagret är djupare i skogslandskapet (tajgafjällfly) än på lokalerna för högfjällsarterna, men kartan är mycket översiktlig och baserad på relativt få mätpunkter inom studieområdet. Vidare är jorddjupskartan karaktäriserad av grova regionala mönster i variationen som troligtvis uppkommit vid



interpolationer av punktdata. Jorddjupskartan var därför inte heller mycket till stöd vid identifiering av potentiella fjärlshabitat.

Berggrundkartans skala varierar inom studieområdet: för fjällregionen (högnordisk blåvinge, dvärgpärlemorfjäril, fjällsilversmygare) är skalan 1:250 000 medan skalan i skogslandskapet (tajgafjällfly) är 1:50 000. Eftersom berggrundens kemiska egenskaper kan variera inom enskilda bergartsklasser så kombinerades attributen bergart (t.ex. "Amfibolit" eller "Kalksten") och kemisk sammansättning (t.ex. "sur", "basisk" eller "ultrabasisk") för att hitta berggrundstyper som passar arterna. I QGIS skapades ett nytt attribut ("**berg\_kemi**") som en kombination av attributfälten "**BERGART**" och "**KEM\_SS1**" med följande kommando i **Field calculator** via attributtabellen: *concat("BERGART", '\_', "KEM\_SS1")*.

Ett ca 50km × 50km stort område vid Tärnasjön, väster om Ammarnäs, saknar finskalig berggrundskarta och kompletterades med en berggrundskarta i skalan 1:1000 000. Klasserna i den grovupplösta berggrundskartan fick samma viktningar för probabiliteten av en arts förekomst (metoder beskrivs nedan) som närmast motsvarande klasser i den finskaliga kartan.

### Lantmäteriets vegetationskarta för fjällen och Norrbotten (vektor)

Lantmäteriets vegetationskarta för Fjällkedjan samt för Norrbotten laddades ner via SLU:s Geodata-portal GET (SLU 2024). För Västerbotten finns ingen motsvarande karta tillgänglig, vilket gör att resultaten för fjällarterna högnordisk blåvinge och dvärgpärlemorfjäril begränsas till den del av studieområdet där kartorna överlappar för fjällkedjan och Norrbotten (Figur 1). Eftersom det inom Västerbotten saknas fynd av arterna får detta ingen direkt påverkan på resultaten. Kartorna publicerades 2006 och är framställda baserat på tolkning av färginfraröda flygbilder. Faktumet att kartan är över 15 år gammal gör att förändringar i landskapet kan ha skett sedan kartorna skapades, dock bör vegetationskartan fortfarande vara användbar inom framförallt öppna vegetations typer i fjällmiljö där förändringar som skogsavverkningar saknas.

I analysen användes endast polygonlagret bestående av vegetationsytiskt. Vegetationskartan innehåller vegetationstyp (**VEGTYP**) samt tilläggsklasser (**T1-T4**) och ett attribut som anger ifall ytan har betydande inslag av en annan vegetationstyp (**INSLAG**). Tilläggsklasserna anger träd- och buskinslag (**T1**), myr- och regiontillägg (**T2**), varianter av vegetationstyper och markanvändningar (**T3**), och attribut relaterade till igenväxning av ängar (**T4**). Endast **VEGTYP** användes i analysen då fjärlsdata bedömdes vara för få för att hitta detaljerade associationer med fjällvegetationskartan (exempelvis kombinationen av vegetationstyp och inslagstyp). Vegetationsklassindelningen överlappar i stora drag mellan fjällvegetationskartan och vegetationskartan för Norrbotten, men några av klasserna i fjällkartan saknas i kartan för Norrbotten eftersom vissa marktyper är indelade på en mer detaljerad nivå i Norrbottenkartan. I analysen karaktäriseras endast relation mellan vegetationsklass och förekomst av högnordisk blåvinge och dvärgpärlemorfjäril, så probabilitetsvärden (se "Arters associationer med polygonlager") togs fram för

fjällvegetationskartan. Två fjällklasser (215: block- och hållmark samt 800: öppen myrvegetation) med probabilitetsvärden för dessa arter saknades i vegetationskartan för Norrbotten och fick representeras av sammanslagningar av klasser (215 → 210: hållmark och 220: block- och stenmark; 800→821: fastmattemyr med halvgräs och 841: lösbottenmyr med halvgräs).

### Nationella marktäckedata (NMD) med tilläggs lager (raster)

Nationella marktäckedata (NMD, Naturvårdsverket 2023) laddades ner från Naturvårdsverket och klipptes ner för studieområdet. NMD-karteringen av Sverige genomfördes under 2017–2019, därefter ska uppdateringar ske löpande vart femte år. NMD levereras i rasterformat med 10m × 10m upplösning och är skapad genom integration av olika typer av GIS-data, inklusive satellitdata från Sentinel-2, data från laserskanning, och jordartskarta. NMD:s basskikt innehåller vegetationsklasser indelade i tre hierarkiska nivåer där skogsklasserna är indelat i tre nivåer (skog > våtmark/ej våtmark > trädtyp) medan öppen mark är indelade i två nivåer (åker/övrig öppen mark > med/utan vegetation).

Förutom basskiktet (vegetationsklasser) användes även följande tilläggs skikt från NMD: markfuktighetskarta, höjd och täckningsgrad för objekt 0.5–5m, höjd och täckningsgrad för objekt 5–45m. Markfuktighetskartan har större fläckar inom studieområdet som saknar data. Verktöget **r.null** (GRASS i QGIS) användes för att ersätta saknade värden med 255, för att senare enkelt kunna identifiera celler utan värden i rasterkalkylatorn.

### Höjddata (2m och 50m), lutning och läge

Höjddata producerade av Lantmäteriet (2024) laddades ner via SLU:s dataportal GET (SLU 2024) i två olika upplösningar: grovskaliga 50m × 50m och finskaliga 2m × 2m. Höjddata i upplösningen 50m × 50m ("H50") användes för att mäta grovskalig variation i markhöjd, lutning och läge över hela studieområdet. Datasetet heter Markhöjdmodell grid 50+ NH och är baserat på Lantmäteriets nya höjdmodell där upplösningen 50m har tagits fram från den ursprungliga nationella höjdmodellen genom biolinjär interpolation i flera steg: 5m, 10m, 20m och 50m. Finskaliga höjddata i upplösningen 2m × 2m ("H2") användes vid analysen av fjällsilversmygare för att identifiera sydexponerade raviner i Abiskoområdet (Figur 1).

Nedladdade höjddata är uppdelade i mindre rutor (2,5km × 2,5 km för grovskaliga data, 100m × 100m för finskaliga data) och mosaiker för större områden skapades (funktion mosaic, R-paket "raster") för lättare hantering av data. Lager för lutningsgrad ("H50\_slope" och "H2\_slope" för de olika höjddata; 0–90 grader) och exponeringsvinkel/läge ("H50\_aspect" och "H2\_aspect"; grader från nord=0 till nord=360, där syd=180) togs fram med verktygen **Slope** och **Aspect** i QGIS.

### Skogsdata från Skogsstyrelsen (raster)

Skogliga grunddata hämtades från Skogsstyrelsens webbplats (Skogsstyrelsen 2024) och användes huvudsakligen för att få detaljerad information om skog vid habitatkarteringen av tajgafjällfly. Skogsstyrelsens skogliga grunddata baseras på laserdata som samlats in sedan 2018 (omdrev 2) och omfattar skogsvariabler som trädhöjd, volym, biomassa, grundyta och stamdiameter. Flera variabler (volym, biomassa och grundyta) är starkt korrelerade och i analysen användes därför endast **trädhöjd P95** (95 procentil), grundyta och medeldiameter.

Upplösningen i originaldata är 10m × 10m men de generaliserades till 50m × 50m för att slippa finskalig variation. Fyndpositionerna är oftast osäkrare än 10 m och i analysen är vi mest intresserade av egenskaper på en grövre skala – skogsbestånd snarare än enskilda träd. För samtliga skogsvariabler skapades nya raster med pixelstorlek 50m × 50m där cellvärden var medelvärdet av de 25 st. 10m × 10m pixlarna inom respektive cell. Generaliseringen av raster gjordes i QGIS med GRASS-verktyget **r.resamp.stats**. För Trädhöjd **P95** testades också att låta 50m-pixlar representeras av standardavvikelse för överlappande 10m-pixlar som ett mått på variation i trädhöjd, men variationen i standardavvikelse på 50m-nivån drivs till största delen av variation i maximal trädhöjd inom 50m-pixlar så standardavvikelse i trädhöjd användes inte i analysen.

### Genomförda avverkningar (vektor)

Registrerade avverkningar laddades ner från Skogsstyrelsens webbplats (Skogsstyrelsen 2024) och användes för att maskera bort avverkade ytor från potentiella habitat. Även om alla avverkningar inte ingår i datasetet (enbart statligt ägd skog registreras) kan det användas för att upptäcka en del skogar som avverkats efter det att de andra dataseten gjordes.

### Vegetationsfenologi (raster)

Data för vegetationens fenologi laddades ner från dataportalen Wekeo (Wekeo 2024). Variablerna beskriver vegetationsfenologi årsvis och är baserade på data från satelliten Sentinel-2. Karaktäriseringen av vegetationens fenologi bygger på säsongsvariation i **Plant Phenology Index** (PPI; Jin och Eklundh 2014), ett spektralt vegetationsindex särskilt framtaget för att analysera fenologiska mönster för vegetation. Indexet använder spektrala band i röda och nära-infraröda spektra och visar stark korrelation med mängden grön vegetation. För analysen laddades två fenologivariabler ner: lutningen på kurvan för utvecklingen av vegetationen under vegetationssäsongens start (**Greenup slope**; "**Wekeo\_Greenup**") samt total produktivitet under vegetationssäsongen (**Total productivity**; "**Wekeo\_TotProd**") för år 2020. Data levereras i upplösningen 10m × 10m men generaliserades (med GRASS-verktyget **r.resamp.stats** i QGIS) till upplösningen 50m × 50m.



## 12 HABITATANALYS AV FJÄLLFJÄRILAR INOM BIOGEOGRAFISK UPPFÖLJNING

**Tabell 1.** Översikt av variabler som användes vid karaktäriseringen av fjärilsarternas habitat.

| Variabel             | Beskrivning                                                                     | Enhet                           | Högnordisk blåvinge | Dvärpärlmorfjäl | Fjällsilversmygare | Tajgafjälly |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| LMV vegetationskarta | Vegetationskarta för fjällen och Norrbotten                                     | Vegetationsklasser              | Ja                  | Ja              | Nej                | Nej         |
| NMD                  | Nationella marktäckedata                                                        | Vegetationsklasser              | Nej                 | Nej             | Ja                 | Ja          |
| Berggrundskarta      | Bergart och berggrundens kemiska egenskaper (1:50K-250K)                        | Berggrundsklasser               | Ja*                 | Ja*             | Nej                | Nej         |
| H50                  | Höjd över havet (upplösning 50m * 50m)                                          | m                               | Ja*                 | Ja              | Ja                 | Ja          |
| H50_aspect           | Läge/exponeringsvinkel (upplösning 50m * 50m)                                   | grader                          | Ja                  | Ja              | Nej                | Ja          |
| H50_slope            | Lutning (upplösning 50m * 50m)                                                  | grader                          | Ja                  | Ja              | Ja                 | Ja          |
| Markfukt             | NMD tilläggslager: topografisk markfuktighetskarta                              | Markfuktighetsindex (1-255)     | Ja                  | Ja              | Nej                | Ja          |
| NMD_smått_höjd       | NMD tilläggslager: höjd på objekt mellan 0.5m och 5m                            | m                               | Nej                 | Nej             | Nej                | Ja          |
| NMD_smått_täckning   | NMD tilläggslager: täckningsgrad av objekt mellan 0.5m och 5m                   | procent                         | Nej                 | Nej             | Nej                | Ja          |
| NMD_stort_höjd       | NMD tilläggslager: höjd på objekt mellan 5m och 45m                             | m                               | Nej                 | Nej             | Nej                | Ja          |
| NMD_stort_täckning   | NMD tilläggslager: täckningsgrad av objekt mellan 5m och 45m                    | procent                         | Nej                 | Nej             | Nej                | Ja          |
| Skog_Grundyta        | Skogsstyrelsens skogliga grunddata: grundyta (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) | m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> | Nej                 | Nej             | Nej                | Ja          |
| Skog_P95             | Skogsstyrelsens skogliga grunddata: trädhöjd (95 procentil)                     | dm                              | Nej                 | Nej             | Nej                | Ja          |
| Skog_Diameter        | Skogsstyrelsens skogliga grunddata: medelvärde stamdiameter                     | cm                              | Nej                 | Nej             | Nej                | Ja          |
| Wekeo_TotProd        | Satellitbaserad vegetationsfenologi: årlig total produktivitet                  | summa av vegetationsindex       | Ja                  | Ja              | Ja                 | Ja          |
| Wekeo_Greenup        | Satellitbaserad vegetationsfenologi: utvecklingshastighet säsongens start       | grader lutning                  | Ja                  | Ja              | Ja                 | Ja          |

\*artens relation med variablen analyserades via värdväxten

## Analysmetoder

Programmet QGIS (version 3.34.3) användes för bearbetning av GIS-data och programmet R (version 4.3.0) användes för statistisk analys. Fynddata bedömdes inte hålla tillräcklig kvalitet för att skapa tillförlitliga statistiska modeller (exempelvis regressionsmodeller) för relationerna mellan artförekomster och variation i GIS-lager, bland annat på grund av att fyndpunkterna är för få och/eller för spatialt grupperade (t ex. i området kring Abisko), positionerna är osäkra, stora regioner saknade information och information om negativa eftersök är begränsad.

För klassificerade vektorlager analyserades variation i probabilitet av en arts förekomst genom att analysera arealen av olika klasser i det närliggande området kring positioner för artfynd. För kontinuerliga rasterlager konstruerades en enklare typ av modeller genom att applicera en Gaussisk formel till rastervärdena, med ett antagande att probabiliteten för förekomst av en art är högst nära ett optimalt värde längs gradienten av värden och att variationen i probabilitet är mer eller mindre normalfördelad kring det optimala värdet. Alla GIS-lager användes inte för samtliga arter. Huruvida ett GIS-lager bedömdes bidra till habitatkaraktäriseringen avgjordes genom en kombination av visuell tolkning av GIS-data och bedömning av resultat från analyserna (t ex. Gaussiska kurvor). Exempel 1: om ett histogram för rastervärden som extraherats med fyndpunkter för en viss art inte bedömdes visa några tydliga tecken på mönster så användes inte rasterlagret i analysen av den arten. Exempel 2: om variationen i polygonklasser (t ex. berggrundstyp) för fyndpunkterna av en art inte bedömdes visa några tydliga mönster, utöver att grupper av punkter från samma lokal tillhör samma klass, användes inte polygonlagret i analysen av den arten.

De enskilda GIS-lagren som användes för habitatkaraktärisering för en art bearbetades till probabilitets-rasterlager ("habitatindikatorer") med kontinuerliga värden från 0 till 100 där 0 indikerar olämpliga förhållanden och 100 indikerar perfekta förhållanden. Lagren kombinerades (med **Raster Calculator** i QGIS) till ett slutgiltigt probabilitetslager för respektive art. Eftersom fjällsilversmygare endast har ett fåtal rapporterade fynd användes en delvis annorlunda metod som i stället fokuserade på indirekta habitatindikatorer (exempelvis sydexponerade raviner) baserat på tidigare beskrivningar av artens ekologi.

## Probabilitet för klassificerade vektorlager

Fjällkartan och berggrundskartan är klassificerade data och målet är att kvantifiera relationerna mellan arternas förekomst och den spatiala variationen i olika klasser.

### *Bearbetning av vektor-data*

Punktvektor-lagret för respektive art buffrades med 300m och alla buffertzoner som överlappade löses upp (verktyget **buffer** med rutan "**Dissolve results**" bockad). Buffertzonerna överlagrades (verktyget **Intersect**) med det klassificerade polygonlagret (berggrundskartan eller fjällvegetationskartan) så att buffertzonerna kring artfynden blev uppdelade efter klasstillhörighet. För berggrundsdata användes klasserna i attributet "**berg\_kemi**", medan klasserna i attributet "**VEGTYP**" användes för fjällvegetationskartan. Areorna i lagret med buffertzoner som uppdelats klassvis uppdaterades (objektet \$area i **Field calculator** i attributtabellen). Areorna för de olika fragmenten i buffertzonerna summerades klassvis (verktyget **Statistics by Categories**). Den totala arean för de olika klasserna i original-lagret summerades separat med samma verktyg så att tabeller med statistik fanns för både 1) arean av varje klass inom buffertzonerna kring artfynden samt för 2) den totala arean av respektive klass inom hela studieområdet. Tabellerna för area-statistiken exporterades som text-filer (csv) från QGIS och importerades i R för vidare bearbetning.

### *Vikter för polygonklasser*

Statistikprogrammet R användes för att karaktärisera sambandet mellan en arts förekomst och olika klasser i polygonlager genom att skapa vikter för varje klass i respektive polygonlager. Tabellerna som skapats i QGIS (med statistik över area inom buffertzoner och studieområdet) importerades med verktyget **read.csv**. Fjällvegetationsklasserna gavs vikter baserat på klassens totala area inom 300m-buffertzonerna kring artfynden, normaliserade med högsta area-värdet inom buffertzonerna (vikter från 0 till 1). Vikterna kvadratrot-transformerades för att få en jämnare fördelning mellan klasserna. Då polygonerna i berggrundskartan varierar mer i storlek (många stora polygoner) än de i fjällvegetationskartan gavs "**berg\_kemi**"-klasserna vikter baserat på proportionen mellan klassens area inom 300m-buffertzonerna och klassens totala area inom studieområdet. Vikterna normaliserades till en skala från 0 till 1 och kvadratrot-transformerades.

Värdena (0,0 till 1,0) representerade polygonklassernas olika probabilitet för en arts förekomst. Vikterna för de olika klasserna exporterades som csv-textfiler (verktyget **write.csv** i R) och lades till i original-polygonlagret i QGIS med hjälp av verktyget **Join Attributes by Field Value**. Polygon-lagret rasteriserades med en pixelstorlek på 50m för att enkelt kunna kombineras med övriga raster-lager. Probabilitetsvärdena (0,0 till 1,0) multiplicerades med 100 (värden från 0 till 100) och rasterlagret konverterades (verktyget **Translate**) till rasterlager med datatypen **Byte** (istället för **Float32**) för att minska filstorleken.

### Probabilitet för klassificerade rasterlager

För tajgafjällfly användes NMD i stället för fjällvegetationskartan för att analysera vilka vegetationstyper som har starkast association med artfynd. NMD valdes av tre anledningar: 1) NMD är producerad senare än fjällkartan, 2) för tajgafjällfly är det ett större problem att data saknas i Västerbotten än för högfjällsarterna och 3) NMD har en större variation i skog/vegetationsklasser och är därför mer användbart i skogslandskapet än på högfjället där ett fåtal klasser dominerar. Punktvektor-lagret för tajgafjällfly buffrades med 300m och alla buffertzoner som överlappade löses upp (verktyget **buffer med rutan "Dissolve results" bockad**). Statistik för proportionerna av pixlar tillhörande olika NMD-klasser inom buffertzoner togs fram med verktyget **Zonal Histogram** i QGIS.

### Probabilitet för kontinuerliga rasterlager

Statistikprogrammet R användes för att karaktärisera relationer mellan arternas förekomst och variation i de kontinuerliga raster-lagren. I Appendix 1 ("Exempel på passning av Gaussisk kurva i R") finns ett körbart R-skript som illustrerar metoden som använts. Funktionerna som användes ingår i R-paketet "**terra**" (funktioner för GIS-analys, har ersatt det tidigare allmänt använda paketet "**raster**") samt "**fGarch**" (funktioner för att skapa asymmetriska Gaussiska funktioner). Fynduppgifterna för arter importerades till R som punkt-objekt (funktion **vect**, R-paket "**terra**"). Raster-lager importerades som raster-objekt (funktion **rast**, R-paket "**terra**"). Pixelvärden i respektive rasterlager extraherades (funktion **extract**, R-paket "**terra**") för alla fyndpositioner. Fördelningen av artfynd längs gradienten av värden i rasterlagret illustrerades genom att plotta de extraherade rastervärdena som ett histogram (funktion **hist**).

En Gaussisk kurva (funktion **dsnrm**, R-paket "**fGarch**") anpassades till histogrammet och användes som en modell för relationen mellan variation i rasterlagret och förekomsten av en art. Då histogrammen i vissa fall hade formen av en asymmetrisk normalfördelning tilläts den Gaussiska kurvan ibland ha en asymmetrisk form. Den Gaussiska funktionen anpassas med tre parametrar: **Mu** som anger kurvans center, **Sigma** som anger kurvans densitet och **xi** som anger graden av asymmetri. Initialt gavs kurvorna samma värden: **Mu=medelvärde**, **Sigma=standardavvikelse** och **xi=1** (symmetrisk kurva). Därefter



anpassades värdena vid behov för att bättre passa histogrammet. Den Gaussiska modellen karaktäriserar probabiliteten av en arts förekomst som värden mellan 0 och 1. I de fall där det inte är rimligt att probabiliteten når noll användes ett lägsta värde (**Intercept**) under vilket probabiliteten inte kunde understiga. Efter att den Gaussiska modellen passats till histogrammet applicerades modellen på originalrasterlagret för att transformera lagret till probabilitet för en arts förekomst. Det resulterade rasterlagret multiplicerades med hundra (till heltal mellan 1 och 100) för att kunna sparas med datatypen **Byte**.

### Sydvända raviner

Inom det område (se Figur 1) där sentida observationer finns för fjällsilversmygare identifierades sydvända branter/raviner med finskaliga topografiska data (2m × 2m): lagren för lutningsgrad ("**Lutning2**"; 0–90 grader) och exponeringvinkel/läge ("**Läge2**"; grader från nord=0 till nord=360, där syd=180). Ett lager för sydvänt läge togs fram genom att applicera en Gaussisk formel på **Läge2** i **Rasterkalkylatorn**:  $e^{((\text{"Läge2"} - \text{Mu})^2) / (2 * (\text{Sigma}^2))}$  där  $e=2.71828$  (Eulers konstant för den naturliga logaritmen), **Mu=195** (ungefärlig vinkel för SSV) och **Sigma=60** (bestämmer kurvans densitet kring Mu). Det resulterande lagret ("**Läge2\_SYD**") anger sydläge i värden från 0 (norr) till 1 (syd). **Läge2\_SYD** multiplicerades med **Lutning2** i **rasterkalkylatorn** för att identifiera lutningar i sydläge ("**Lutning2\_SYD**").

I nästa steg filtrerades lägre lutningsvärden och enskilda pixlar ("**salt-and-pepper**") bort från **Lutning\_SYD**. Raviner och skarpt lutande branter definierades som lutningar över 25 grader. Först användes en IF-sats i **rasterkalkylatorn** för att skapa ett lager ("**Lutning\_SYD\_klasser**") där **Lutning\_SYD>25** gavs värdet 2 och **Läge2\_SYD<25** gavs värdet 1. Sedan användes verktyget **Sieve** i QGIS för att filtrera bort enskilda pixlar och ytor bestående av färre än 15 (2m × 2m) pixlar från **Lutning\_SYD\_klasser**. Filtrerade pixlar med värdet 2 i **Lutning\_SYD\_klasser** multiplicerades med lagret med sydvända lutningar (**Lutning\_SYD**) i **rasterkalkylatorn** för att skapa lagret "**Lutning\_SYD\_filtrerat**".

## Högnordisk blåvinge (*Agriades aquilo*) – EU Annex II code1930

### Art- och miljöbeskrivning

Högnordisk blåvinge är en av landets minsta dagfjärilar och är klassad som nära hotad på den svenska rödlistan (Ahrné m.fl. 2020). Arten flyger i juli och förekommer i kalkfjäll i sydläge (habitatklass 8210 kalkbranter). Den är lokalt uppträdande men kan förmodligen sprida sig relativt fritt över öppen fjällhedmark. Utbredningen begränsas till norra fjällkedjan ovan fjällbjörskogen på exempelvis sydexponerade sluttningar och klipputsprång (Eliasson m.fl. 2005; Figur 2). Högnordisk blåvinge förekommer mestadels i vegetationsfattiga, solexponerade, översilade och vindskyddade högfjäll, gärna i närheten av snölegor. Värdeväxten anses vara purpurbräcka (*Saxifraga oppositifolia*) som är kalkgynnad. Fjärilen är liksom värdeväxten gynnad av störning och söker nektar på ärtväxter (bl.a. fjällvedel, *Astragalus alpinus*).



Figur 2. Högnordisk blåvinge, *Agriades aquilo*, och ett typiskt habitat där arten förekommer. Foto: Leif Björk

## Analys av habitat för högnordisk blåvinge

Följande GIS-data visade tecken på samband med förekomster av högnordisk blåvinge och/eller dess värdväxt purpurbräcka (*S. oppositifolia*): **berggrundklass**, **vegetationstyp** i fjällkartan, **topografi** (Höjd50, Läge50, Lutning50), **markfuktighet** och **vegetationsfenologi** (Greenup\_slope, Total\_prod).

### Berggrund

Eftersom högnordisk blåvinge är beroende av värdväxten purpurbräcka som är kalkgynnad, viktades lämpligheten av berggrundsklasserna för förekomst av högnordisk blåvinge baserat på rapporterade fynd av purpurbräcka. Rapporterna av purpurbräcka är många fler än rapporterna av högnordisk blåvinge (850 jämfört med 149 inom studieområdet efter att överlappande positioner tagits bort) och har dessutom en betydligt jämnare spridning i studieområdet. Vikterna för de olika berggrundsklassernas lämplighet för purpurbräcka visas i Tabell 2 (klasser med värden över 40) och i Appendix 2 (värden för samtliga berggrundsklasser som överlappar fyndpositioner). Purpurbräcka visar tydlig association med kalkhaltiga berggrundstyper (marmor, kalksten) och kemiska egenskaper som "basisk-ultrabasisk" eller "karbonatkemi".

**Tabell 2.** Vikter för berggrundsklassernas lämplighet från 0 (olämpligt) till 100 (mycket lämpligt) för förekomster av purpurbräcka (värdväxt för högnordisk blåvinge). Klassernas area inom studieområdet användes vid uträkningen för att vikta upp mindre förekommande klasser där arten förekommer samt vikta ner klasser med stor täckningsgrad där ett fåtal fynd finns.

| berg_kemi | Berg Berg_text              | Kemi Kemi_text                | Area (km <sup>2</sup> ) | Purpurbräcka vikt |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 209_734   | 209 Gabbroid-dioritoid      | 734 basisk till ultrabasisk   | 8348.4                  | 79                |
| 303_997   | 303 Sandsten                | 997 Null:okänt                | 50010.8                 | 45                |
| 306_997   | 306 Kvartsarenit            | 997 Null:okänt                | 3798.3                  | 60                |
| 309_619   | 309 Skiffer                 | 619 silikat kemi              | 78549.2                 | 48                |
| 310_615   | 310 Karbonatsten, marmor    | 615 karbonatkemi              | 10862.3                 | 100               |
| 311_615   | 311 Kalksten                | 615 karbonatkemi              | 2384.9                  | 67                |
| 311_616   | 311 Kalksten                | 616 kalciumrik karbonatkemi   | 38842.2                 | 79                |
| 315_617   | 315 Dolomit                 | 617 magnesiumrik karbonatkemi | 2042.8                  | 56                |
| 316_619   | 316 Kalksilikatbergart      | 619 silikat kemi              | 9761.2                  | 63                |
| 402_619   | 402 Fyllit                  | 619 silikat kemi              | 288759.5                | 60                |
| 405_614   | 405 Graftisk fyllit         | 614 kolhaltig                 | 48137.8                 | 57                |
| 406_997   | 406 Skiffer (schist)        | 997 Null:okänt                | 48636.0                 | 76                |
| 408_619   | 408 Kalkförande skiffer     | 619 silikat kemi              | 29680.6                 | 51                |
| 408_997   | 408 Kalkförande skiffer     | 997 Null:okänt                | 3431.4                  | 84                |
| 509_621   | 509 Intermediär bergart     | 621 intermediär               | 4663.3                  | 48                |
| 514_997   | 514 Ospecificerad berggrund | 997 Null:okänt                | 36962.6                 | 57                |

### *Vegetationstyp*

För analys av relationen mellan förekomst av högnordisk blåvinge och vegetationstyp användes Lantmäteriets vegetationskartor för fjällen och Norrbotten. I högalpina miljöer består nationella marktäckedata huvudsakligen av klasserna 41 och 42 (övrig öppen mark utan respektive med vegetation) medan fjällvegetationskartan har en större variation av marktäckesklasser. I NMD förekommer arten i gränzonen mellan klasserna 41 och 42 med tyngdpunkt på 42.

I Lantmäteriets fjällvegetationskarta är majoriteten av fynd för högnordisk blåvinge inom ytor klassade som 422 (torr rished) (se Tabell 3). Övriga vegetationsklasser som visar associationer är 471 (alpin lågörtäng) och 423 (frisk rished). Några punkter låg uppenbart fel, inom ytor klassade som 99 (utanför Sverige), 630 (mossmarksbarrskog) och 110 (öppet vatten). Endast 10 av 149 fynd ligger mer än 300m från klassen 422 eller 215 (med tillägg 422), vilket stärker att klass 422 i fjällkartan är en bra habitatindikator för arten.

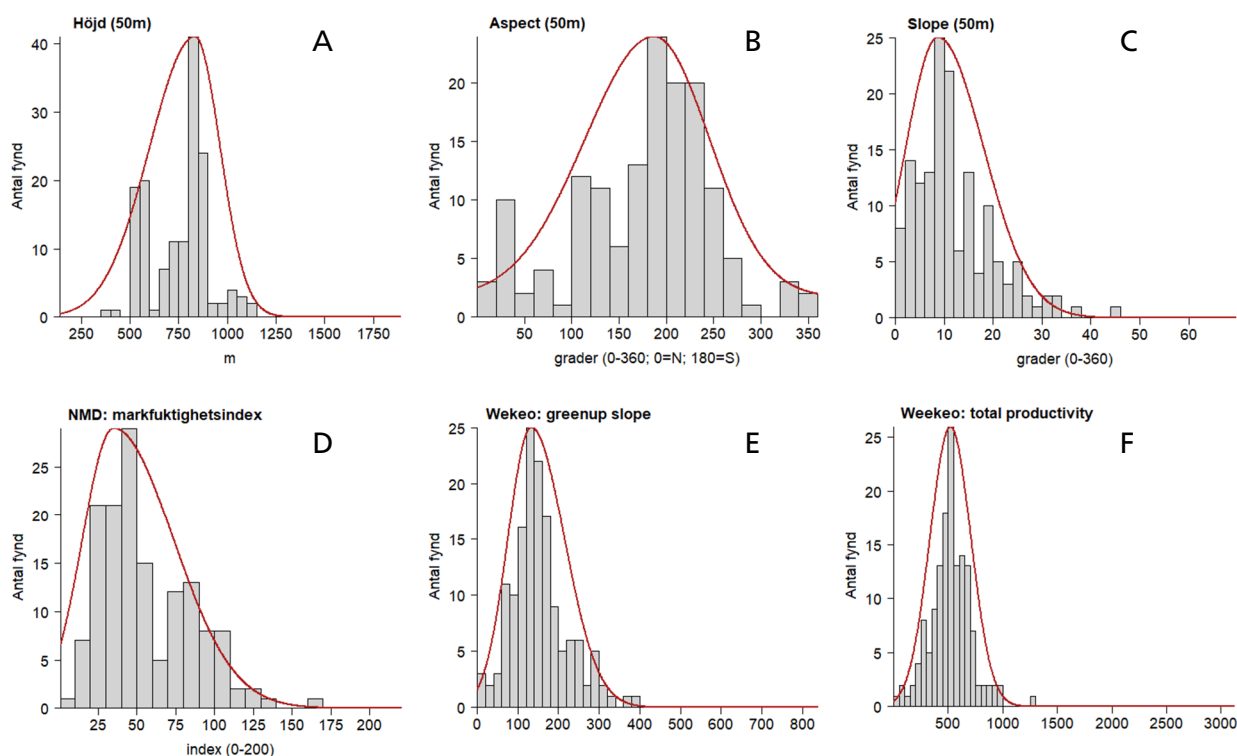
**Tabell 3.** Vikter för lämpligheten hos vegetationsklasser i fjällkartan från 0 (olämpligt) till 100 (mycket lämpligt) för förekomst av högnordisk blåvinge och dvärgpärlmorfjäril. I vegetationskartan för Norrbotten representerades klass 215 av klasserna 210 och 220, samt klass 800 av klasserna 821 och 841.

| Vegtyp         | Vegetationstyp                  | Fjäll (km <sup>2</sup> ) | Norb. (km <sup>2</sup> ) | Totalt (km <sup>2</sup> ) | Högnordisk blåvinge | Dvärgpärlmorfjäril |
|----------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|
| 215 (210, 220) | Block- och hållmark             | 4582                     | 263                      | 4844                      | 37                  | 67                 |
| 421            | Skarp rished                    | 1147                     | 42                       | 1188                      | 27                  | 28                 |
| 422            | Torr rished                     | 7047                     | 1285                     | 8332                      | 100                 | 72                 |
| 423            | Frisk rished                    | 3508                     | 944                      | 4452                      | 49                  | 30                 |
| 430            | Gräshed (alla fuktighetsgrader) | 4172                     | 190                      | 4361                      | 41                  | 100                |
| 440            | Gräsörtveg i kulturlandskapet   | 35                       | 0                        | 35                        | 5                   | 0                  |
| 471            | Alpin lågörtäng                 | 2135                     | 39                       | 2174                      | 56                  | 58                 |
| 472            | Alpin högörtäng                 | 95                       | 4                        | 99                        | 11                  | 11                 |
| 480            | Snölegevegetation               | 272                      | 6                        | 278                       | 7                   | 41                 |
| 522            | Videbuskveg                     | 546                      | 34                       | 580                       | 7                   | 15                 |
| 800 (821, 841) | Öppen myrvegetation             | 1994                     | 3577                     | 5571                      | 10                  | 10                 |

### *Relationer med kontinuerliga raster*

Analys av rastervärden vid positionerna för fynd i fält indikerar att 90% av fynden av högnordisk blåvinge är gjorda på 540,2–1013,1 m ö. h. (**H50**: medel=753, SD=153,4, Figur 3A), i sydexponerat läge med värden 34,1–272,2 grader (**H50\_aspect**: medel=175,8, SD=73,5, Figur 3B) där 0=N=360, och i svag lutning på 2,0–26,7 grader (**H50\_slope**: medel=12, SD=8, Figur 3C). Markfuktighetsindex från NMD indikerar att 90% av fynden ligger på torr till intermediärt fuktig mark med värden inom 18–105,8 (**Markfukt\_50m**: medel=56,6, SD=29,9, Figur 3D). För satellitbaserade fenologi-variablerna är 90% av värdena i **Wekeo\_Greenup** 59,7–291,4 (medel=153, SD=69,9, Figur 3E) och **Wekeo\_TotProd** 224,5–843,9 (medel=522, SD=186,9, Figur 3F).





**Figur 3.** Rastervärden på positioner för fynd av högnordisk blåvinge. Kurvorna visar samband mellan fynd och värden i respektive lager och användes för att omvandla rasterlager till variabler för lämplighet som habitat där kurvans värde är 0-100. "H50": höjd över havet; "Aspect": exponeringsläge i grader (0=N, 90=Ö, 180=S, 270=V); "NMD Markfuktighetsindex"; "H50\_slope": lutning i grader; "Weeko: greenup\_slope" och "Weeko: total productivity": variabler för vegetationsfenologi framtagna med satelliten Sentinel-2.

### Karta över potentiella miljöer för högnordisk blåvinge

Alla GIS-lager i analysen omvandlades till variabler för lämplighet som habitat (värden 0 – 100; Figur 4):

| Variabel      | Förklaring                                                          |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| Berg.purpur   | Berggrundens lämplighet för purpurbräcka                            |
| Veg.blå       | Vegetationsklassens lämplighet                                      |
| H50           | Markhöjdens lämplighet                                              |
| H50_slope.blå | Marklutningens lämplighet                                           |
| H50_aspect    | Exponeringsvinkelns lämplighet                                      |
| Markfukt      | Markfuktighetens lämplighet                                         |
| TotProd.blå   | Lämplighet baserat på vegetationens årliga produktivitet            |
| Greenup.blå   | Lämplighet baserat på vegetationens tillväxt under tidig växtsäsong |

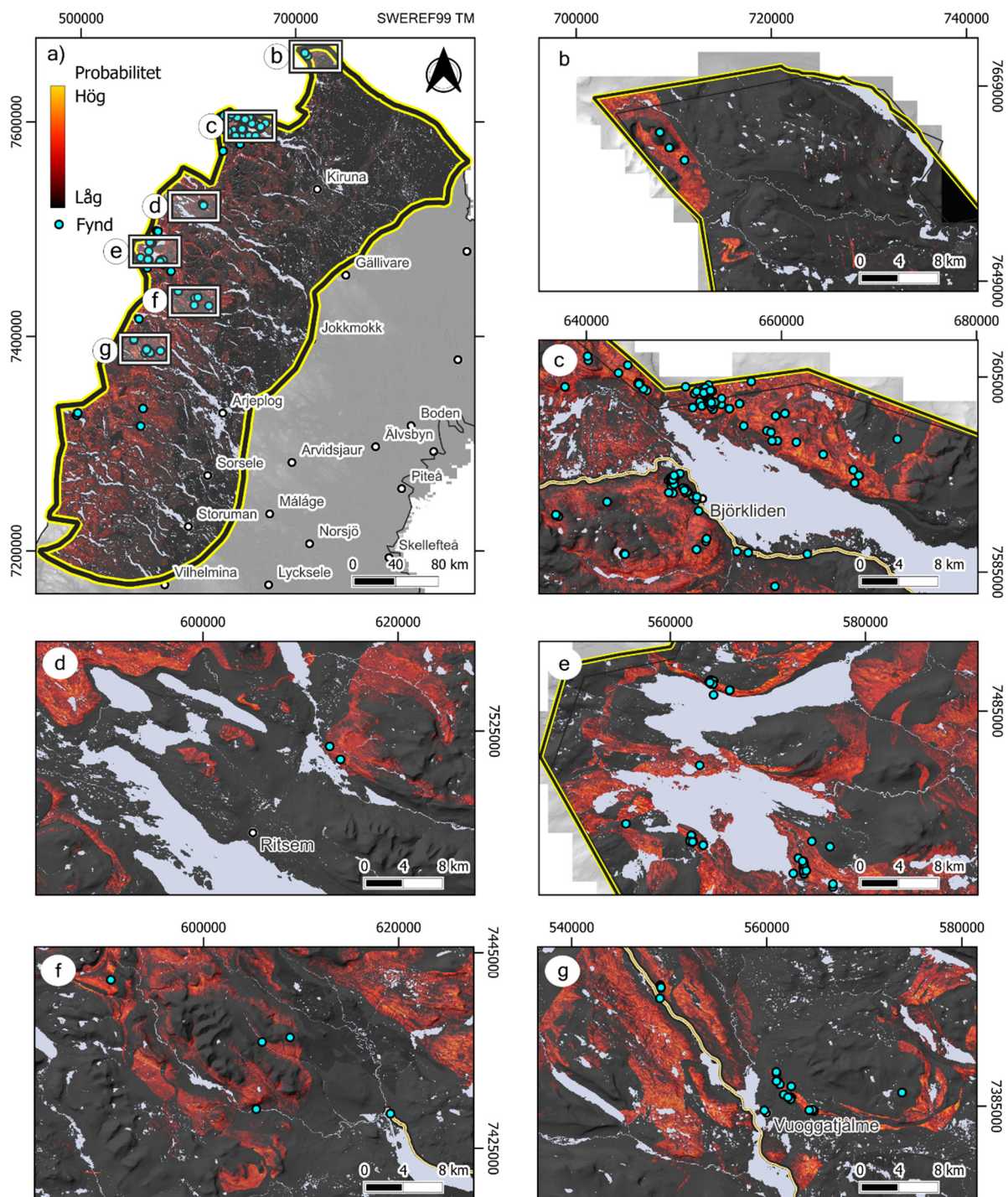
Ingen systematisk viktning gjordes för skillnader i variablernas relativa påverkan, men baserat på hur väl variablerna stämde med fyndpositioner kombinerades lagren parvis med **raster calculator** för att skapa ett slutgiltigt kombinationslager (Figur 4). Somt mellansteg kombinerades lager enligt:

Komb1:  $(\text{Berg.purpur} \times \text{Veg.blå})^{0.5}$

Komb2:  $100 \times (\text{H50\_slope.blå}/100) \times (\text{H50\_aspect}/100)$

Komb3:  $(\text{TotProd.blå} + \text{Greenup.blå}) / 2$

Verktöget **Cell statistics** i QGIS användes för att kombinera samtliga lager, genom att räkna ut pixelvisa medelvärden av **Komb1**, **Komb2**, **Komb3**, **H50.blå** och **Markfukt.blå**.



Figur 4. Probabilitetskarta över områden lämpliga som habitat för högnordisk blåvinge. Kartan finns tillgänglig via <https://dagfjarilar.lu.se/fjallfjarilar>.



## Dvärgpärlemorfjäril (*Boloria improba*) – EU Annex II code 1931

### Art- och miljöbeskrivning

Dvärgpärlemorfjäril förekommer i alpina rishedar (habitatklass 4060 alpina rishedar, 6170 alpina kalkgräsmarker) i svagt västsluttande terräng på ca 800-1000m höjd i relativt nederbördsfattiga delar av fjällen (Eliasson m.fl. 2005; Figur 5). Artens förekomst är centrerad till myrstråk, översilningsmark och partier av torr fjällhed. Värdväxten dvärgvide (*Salix herbacea*) missgynnas av starkt renbete, men är nödvändig för artens förekomst. Dvärgpärlemorfjäril flyger under juli-augusti och är beroende av gynnsamt väder under flygperioden. Det är en utpräglat lokal art som sällan rör sig mer än 50m och är därför känslig för isolering av små populationer och är klassad som sårbar på den svenska rödlistan (Ahrné m.fl. 2020).



Figur 5. Dvärgpärlemorfjäril, *Boloria improba*, och ett typiskt habitat där arten förekommer. Foto: Leif Björk

## Analys av habitat för dvärgpärlormfjäril

### Berggrund

Liksom för högnordisk blåvinge analyserades relationen mellan berggrundskartan och dvärgpärlormfjäril indirekt via värdarten dvärgvide (*S. herbacea*). Vikterna för de olika berggrundsklasserna ges i helhet i Appendix 2. Vikter för berggrundsklasser med värden över 50 ges i Tabell 4.

**Tabell 4.** Vikter för berggrundsklassernas lämplighet från 0 (olämpligt) till 100 (mycket lämpligt) för förekomster av dvärgvide (värdväxt för dvärgpärlormfjäril). Klassernas area inom studieområdet användes vid uträkningen för att vikta upp mindre förekommande klasser där arten förekommer samt vikta ner klasser med stor täckningsgrad där ett fåtal fynd finns.

| Berg Beskrivning                | Kemi Beskrivning            | Area (km <sup>2</sup> ) | Dvärgvide vikt |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| 209 Gabbroid-dioritoid          | 734 basisk till ultrabasisk | 8348.4                  | 51             |
| 212 Ultrabasisk intrusivbergart | 623 ultrabasisk             | 11431.7                 | 45             |
| 309 Skiffer                     | 997 Null:okänt              | 1028.9                  | 41             |
| 310 Karbonatsten, marmor        | 615 karbonatkemi            | 10862.3                 | 65             |
| 310 Karbonatsten, marmor        | 616 kalciumrik karbonatkemi | 63.3                    | 100            |
| 311 Kalksten                    | 615 karbonatkemi            | 2384.9                  | 51             |
|                                 | 616 kalciumrik karbonatkemi | 38842.2                 | 50             |
| 402 Fyllit                      | 619 silikatkemi             | 288759.5                | 41             |
| 406 Skiffer (schist)            | 997 Null:okänt              | 48636                   | 45             |
| 408 Kalkförande skiffer         | 619 silikatkemi             | 29680.6                 | 41             |
| 408 Kalkförande skiffer         | 997 Null:okänt              | 3431.4                  | 61             |
| 411 Granitisk gnejs             | 997 Null:okänt              | 1525.8                  | 52             |
| 442 Metabasit                   | 733 intermediär till basisk | 350.2                   | 52             |
| 514 Ospecificerad berggrund     | 997 Null:okänt              | 36962.6                 | 46             |

### Vegetationstyp

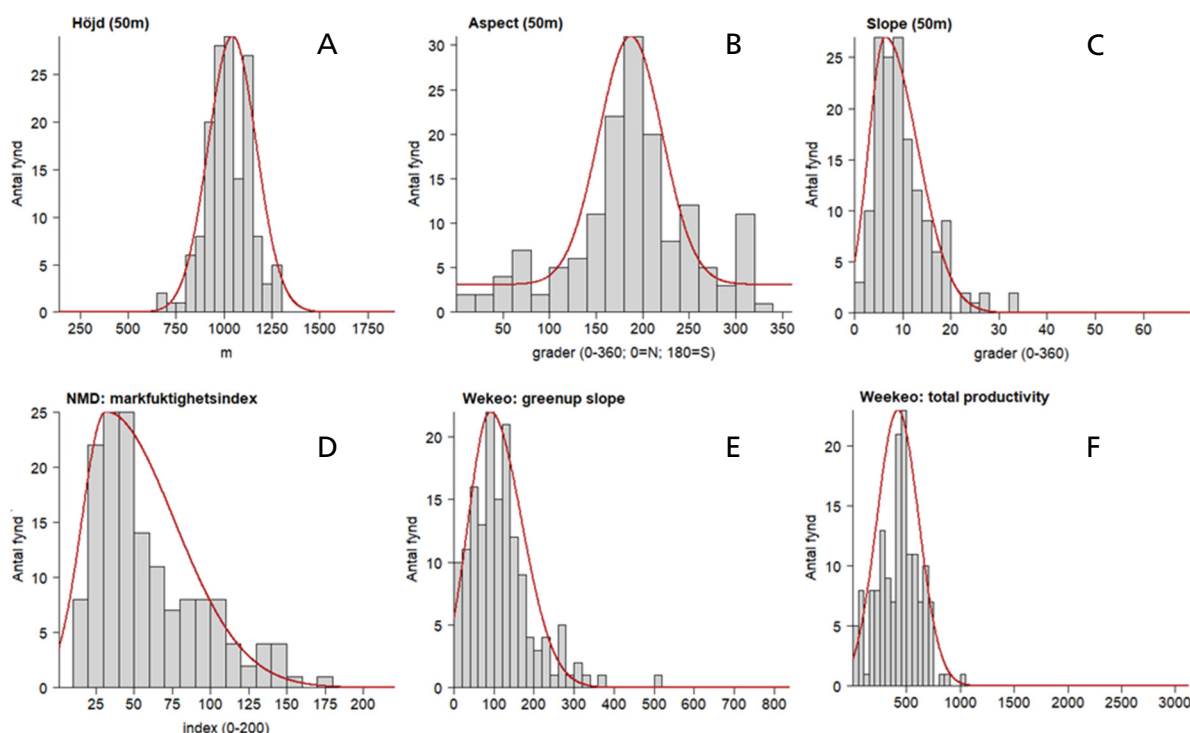
Lantmäteriets vegetationskarta användes för att beskriva vegetationstypens lämplighet för dvärgpärlormfjäril. Vikter för vegetationsklasserna ges i Tabell 3. Vikterna för dvärgpärlormfjäril liknar de för högnordisk blåvinge, men skiljer sig genom större tyngdpunkt på vegetationsklasser som förekommer på högre höjder, så som 215 (block och hållmark) och 430 (gräshed).

### Relationer med kontinuerliga raster

Analysen av rastervärden vid positionerna för fynd i fält indikerar att 90% av förekomsterna av dvärgpärlormfjäril är gjorda på 826,6–1204,3 m ö.h. (H50:



medel=1019, SD=114.2, Figur 6A), i sydexponerat läge med värden 58,5–306 (**H50\_aspect**: medel=187,2, SD=68,1, Figur 6B) där 0=N=360, och i svag lutning på 3.7–19.8 (**H50\_slope**: medel=10.1, SD=5.8, Figur 6C). Markfuktighetsindex från NMD indikerar att 90% av fynden ligger på torr till intermediärt fuktig mark med värden inom 20,6–135,4 (**Markfukt\_50m**: medel=60,8, SD=35,4, Figur 6D). För satellitbaserade fenologivariablerna är 90% av värdena i **Wekeo\_Greenup** 18,8–270,5 (medel=117,7, SD=79.2, Figur 6E) och **Wekeo\_TotProd** 63.6–714.5 (medel=419,7, SD=194,7, Figur 6F).

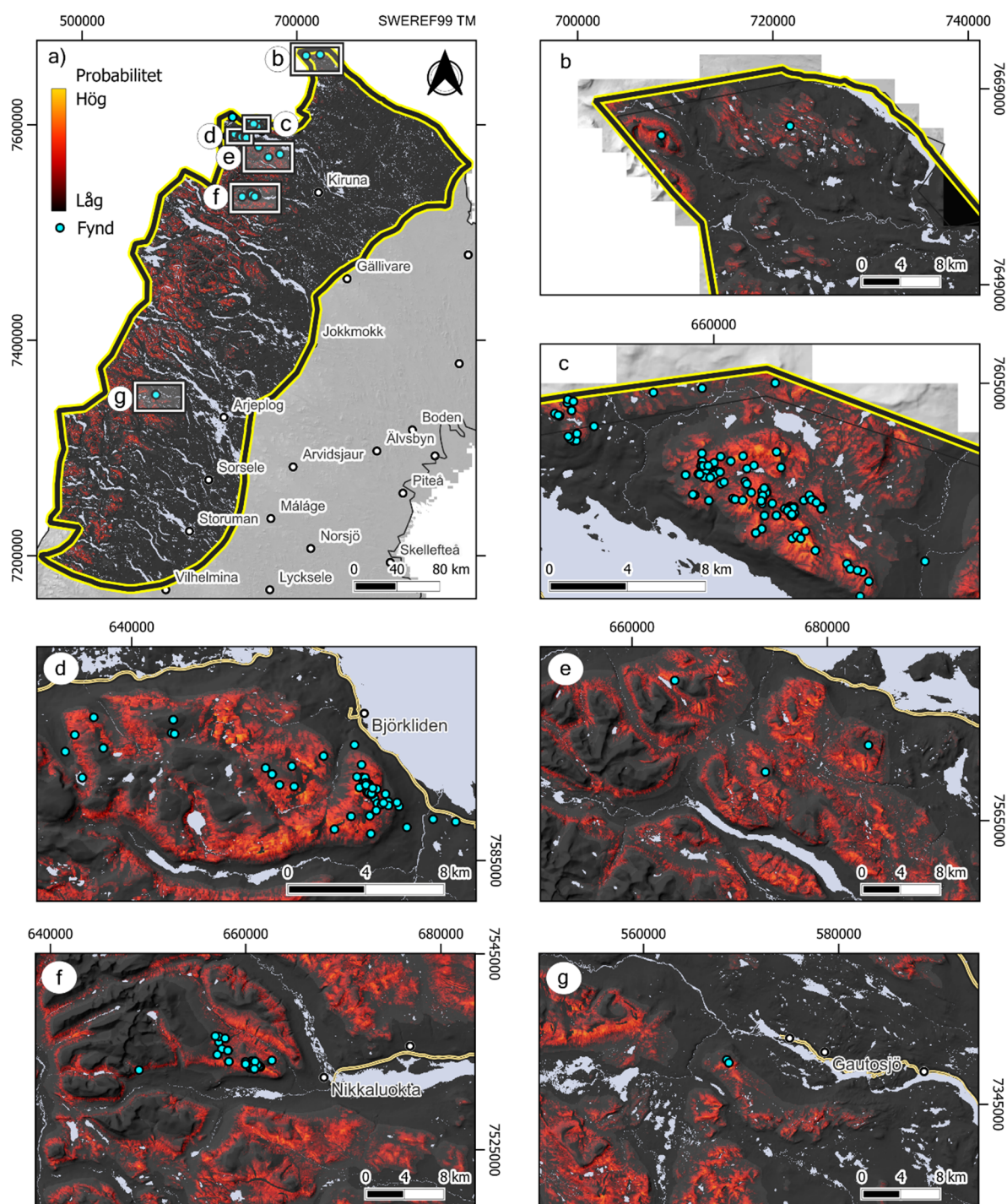


**Figur 6.** Histogram över rastervärden på positioner för fynd av dvärgpärlemorfjäril. Kurvorna visar samband mellan fynd och värden i respektive lager och användes för att omvandla rasterlager till variabler för lämplighet som habitat där kurvans värden är 0-100. "**H50**": höjd över havet; "**Aspect**": exponerings-läge i grader (0=N, 90=Ö, 180=S, 270=V); "**H50\_slope**": lutning i grader; "**NMD Markfuktighetsindex**"; "**Wekeo: greenup\_slope**" och "**Wekeo: total productivity**": variabler för vegetationsfenologi framtagna med satelliten Sentinel-2.

### *Karta över potentiella miljöer för dvärgpärlemorfjäril*

Alla GIS-lager i analysen omvandlades till variabler för lämplighet som habitat (värden 0 – 100; Figur 7):

| Variabel   | Förklaring                                                          |
|------------|---------------------------------------------------------------------|
| Berg.vide  | Berggrundens lämplighet för dvärgvide                               |
| Veg        | Vegetationsklassens lämplighet                                      |
| H50.       | Markhöjdens lämplighet                                              |
| H50_slope  | Marklutningens lämplighet                                           |
| H50_aspect | Exponeringsvinkelns lämplighet                                      |
| Markfukt   | Markfuktighetens lämplighet                                         |
| TotProd    | Lämplighet baserat på vegetationens årliga produktivitet            |
| Greenup    | Lämplighet baserat på vegetationens tillväxt under tidig växtsäsong |



Figur 7. Probabilitetskarta över områden lämpliga som habitat för dvärgpärlmorfjäril. Kartan finns tillgänglig via <https://dagfjarilar.lu.se/fjallfjarilar>.

Ingen systematisk viktning gjordes för skillnader i variablernas relativa påverkan, men baserat på hur väl variablerna stämde med fyndpositioner kombinerades lagren parvis med **raster calculator** för att skapa ett slutligt kombinationslager. Somt mellansteg kombinerades lager enligt:

Komb1:  $(\text{Berg.vide} \times \text{Veg})^{0.5}$

Komb2:  $100 \times (\text{H50\_slope}/100) \times (\text{H50\_aspect}/100)$

Komb3:  $(\text{TotProd} + \text{Greenup}) / 2$



Verktöget **Cell statistics** i QGIS användes för att kombinera samtliga lager, genom att räkna ut pixelvisa medelvärden av **Komb1**, **Komb2**, **Komb3**, **H50** och **Markfukt**.

## Fjällsilversmygare (*Hesperia comma catena*) – EU Annex II code 1933

### Art- och miljöbeskrivning

Fjällsilversmygare, *Hesperia comma catena*, en underart av silversmygare, *Hesperia comma*. Den flyger i juli, främst under jämna år, och klassas som sårbar på den svenska rödlistan (Ahrné m.fl. 2020). Den förekommer i alpina gräsmarker/grusstränder (habitatklass 4080 alpina videbusk-marker och 6170 alpina kalkgräsmarker), främst i och strax ovan björkregionen i sydexponerade grus- och klippbranter, gärna i bäckraviner med solvärmd örtrik vegetation och nektargivande växter (Eliasson m.fl. 2005; Figur 8). Liksom nominatformen lever larverna av fjällsilversmygare främst av fårsvingel (*Festuca ovina*).



**Figur 8.** Fjällsilversmygare, *Hesperia comma catena*, och ett typiskt habitat för denna. Foto: Leif Björk



Fjällsilversmygaren är beroende av viss störning och typiska miljöer är påverkade av erosion vid rasbranter, hävd av måttlig intensitet eller störning associerad med bebyggelse. Arten framstår alltmer som bunden till vägkanter och människopåverkade miljöer och har därför hittills inte täckts effektivt trots ökad ambitionsnivå i inventeringsarbetet av fjällarter i mer opåverkade miljöer.

### Analys av habitat för fjällsilversmygare

Artens nutida utbredning är till stor del okänd. Arten är i huvudsak känd från ett litet antal lokaler kring Abisko samt genom ett fåtal äldre fynd norr om Torneträsk. En majoritet av antalet fyndpunkter på Artportalen ligger i eller i närheten av Abisko. Fynd vid Vuollerims flygplats och ett nytt fynd väster om Nikkaluokta indikerar att okända populationer kan finnas utanför kärnområdet. Analys av GIS-data genom extrahering av värden på fyndpunkter, som använts för högnordisk blåvinge och dvärgpärlemorfjäril, är inte möjlig på grund av brist på fynddata. Analysen baseras i stället på visuell tolkning av samband mellan fyndpunkter, GIS-data samt beskrivning av artens ekologi. För fjällsilversmygare gjordes analysen inom ett begränsat studieområde som inkluderar majoriteten av fynden (Figur 1).

**Tabell 5.** Vikter för berggrundsklassers lämplighet från 0 (olämplig) - 100 (mycket lämplig) för förekomst av växterna fjällglim, fjällnejlika och fjällvedel vilka kan utgöra en viktig födoresurs för fjällsilversmygare.

| berg_kemi | Berg | Berg_text                    | Kemi | Kemi_text                | Area (km <sup>2</sup> ) | Nektar_vikt |
|-----------|------|------------------------------|------|--------------------------|-------------------------|-------------|
| 209_734   | 209  | Gabbroid-dioritoid           | 734  | basisk till ultrabasisk  | 83.5                    | 72          |
| 210_619   |      |                              | 619  | silikat kemi             | 0.9                     | 56          |
| 212_623   | 212  | Ultrabasisk intrusiv bergart | 623  | ultrabasisk              | 114.3                   | 86          |
| 303_619   | 303  | Sandsten                     | 619  | silikat kemi             | 585.5                   | 52          |
| 306_997   | 306  | Kvartsarenit                 | 997  | Null: okänt              | 38.0                    | 57          |
| 308_614   | 308  | Slamsten, lersten, siltsten  | 614  | kolhaltig                | 67.6                    | 52          |
| 310_615   | 310  | Karbonatsten, marmor         | 615  | karbonat kemi            | 108.6                   | 85          |
| 310_616   | 310  | Karbonatsten, marmor         | 616  | kalciumrik karbonat kemi | 0.6                     | 100         |
| 311_615   | 311  | Kalksten                     | 615  | karbonat kemi            | 23.8                    | 64          |
| 311_616   | 311  | Kalksten                     | 616  | kalciumrik karbonat kemi | 388.4                   | 80          |
| 316_619   | 316  | Kalksilikat bergart          | 619  | silikat kemi             | 97.6                    | 55          |
| 402_619   | 402  | Fyllit                       | 619  | silikat kemi             | 2887.6                  | 62          |
| 405_614   | 405  | Grafitisk fyllit             | 614  | kolhaltig                | 481.4                   | 58          |
| 406_997   | 406  | Skiffer (schist)             | 997  | Null: okänt              | 486.4                   | 81          |
| 408_619   | 408  | Kalkförande skiffer          | 619  | silikat kemi             | 296.8                   | 57          |
| 408_997   |      |                              | 997  | Null: okänt              | 34.3                    | 65          |
| 411_997   |      |                              | 997  | Null: okänt              | 15.3                    | 59          |

### **Berggrund**

Fjällsilversmygare utnyttjar fjällglim (*Silene acaulis*), fjällnejlika (*Silene suecica*) samt fjällvedel (*Astragalus alpinus*) som nektarkälla. Riklighet av dessa kan vara beroende av faktorer relaterade till berggrunden, såsom pH eller mineralhalter. Samma metod som användes för att associera fynd av värdväxter för högnordisk blåvinge och dvärgpärlemorfjäril användes för att associera fynd av fjällglim, fjällnejlika och fjällvedel ("nektarblommor"). Vikterna för de olika berggrundsklasserna visas i Tabell 5 (vikter över 50) samt i Appendix 3 (vikter för alla klasser). Berggrundsklassernas viktningar för växtarterna visar mönster som till viss grad sammanfaller med fynd för fjällsilversmygare, vilket kan indikera att berggrund är en användbar habitatindikator för arten.

### **Vegetationskartor (fjällkartan och NMD)**

Fynd av fjällsilversmygare finns i flera klasser i Fjällvegetationskartan: 215 (block och hållmark), 422 (torr rished), 430 (gräshed), 471 (alpin lågörtsterräng) och 730 (mossmarkslövskog). I NMD förekommer arten i huvudsak inom både klasserna 41 (öppen mark med vegetation) och 42 (öppen mark utan vegetation), men alltid inom kort (högst ca 100 m) avstånd från klassen 115 (triviallövskog utanför våtmark). Ett lager med avstånd från klass 115 i NMD (max-avstånd 500 m) mättes med **proximity/raster distance** (GDAL) i QGIS. Avstånd inom 300 m från NMD-klass 115 kan möjligen användas som indikator för lämpliga habitat för fjällsilversmygare. Värt att nämna är att klass 115 inom studieområdet för fjällsilversmygare sammanfaller i stora drag med skog i NMD-tillägsskiktet "Fjällskog" som används till att identifiera gränzonen för skog i fjällen.

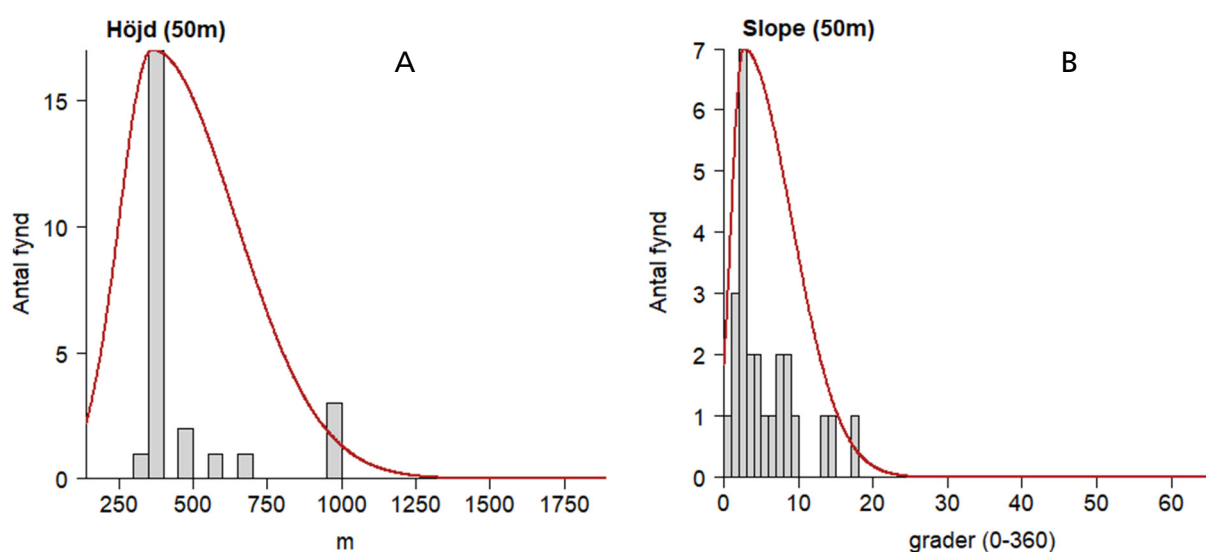
### **Sydvända raviner**

Inom det område (se Figur 1) där sentida observationer av fjällsilversmygare finns identifierades sydexponerade branter med hjälp av finskaliga topografiska data (2m x 2m): lagren för lutningsgrad ("**Lutning2**"; 0–90 grader) och exponeringsvinkel/läge ("**Läge2**"; grader från nord=0 till nord=360, där syd=180). Ett lager för sydvänt läge togs fram genom att applicera en Gaussisk formel på **Läge2** i **Rasterkalkylatorn**:  $e^{((\text{"Läge2"} - \mu)^2 / (2 * (\sigma^2)))}$  där  $\mu=195$  (ungefärlig vinkel för SSV) och  $\sigma=60$  (bestämmer kurvans densitet kring  $\mu$ ). Det resulterande lagret ("**Läge2\_SYD**") anger sydläge i värden från 0 (norr) till 1 (syd). **Läge2\_SYD** multiplicerades med **Lutning2** i **rasterkalkylatorn** för att identifiera lutningar i sydläge ("**Lutning2\_SYD**").

I nästa steg filtrerades lägre lutningsvärden och enskilda pixlar ("**salt-and-pepper**") bort från **Lutning\_SYD**. Raviner och skarpt lutande branter definierades som lutningar över 25 grader. Först användes en IF-sats i **rasterkalkylatorn** för att skapa ett lager ("**Lutning\_SYD\_klasser**") där **Lutning\_SYD>25** gavs värdet 2 och **Läge2\_SYD<25** gavs värdet 1. Sedan användes verktyget **Sieve** i QGIS för att filtrera bort enskilda pixlar och ytor bestående av färre än 15 (2m x 2m) pixlar från **Lutning\_SYD\_klasser**. Filtrerade pixlar med värdet 2 i **Lutning\_SYD\_klasser** multiplicerades med lagret med sydvända lutningar (**Lutning\_SYD**) i **rasterkalkylatorn** för att skapa lagret "**Lutning\_SYD\_filtrerat**".

### Relationer med kontinuerliga raster

Vid jämförelse mellan fynddata och rastervariabler verkar inte metoden som används för övriga arter fungera för att identifiera potentiella habitat för fjällsilversmygare. Höjdkartan kan möjligen användas till viss grad för att definiera en övre höjdgräns för fynd (Figur 9A,B), men artens relation med vegetationsklass i NMD ger bättre resultat. Rastervariablerna för vegetationsfenologi (*WekTotprod* och *WekGreen*) varierar på en fin skala och blir svåra att använda när det saknas information att bedöma lämplighet på en grov skala (t ex. med berggrundsklass).

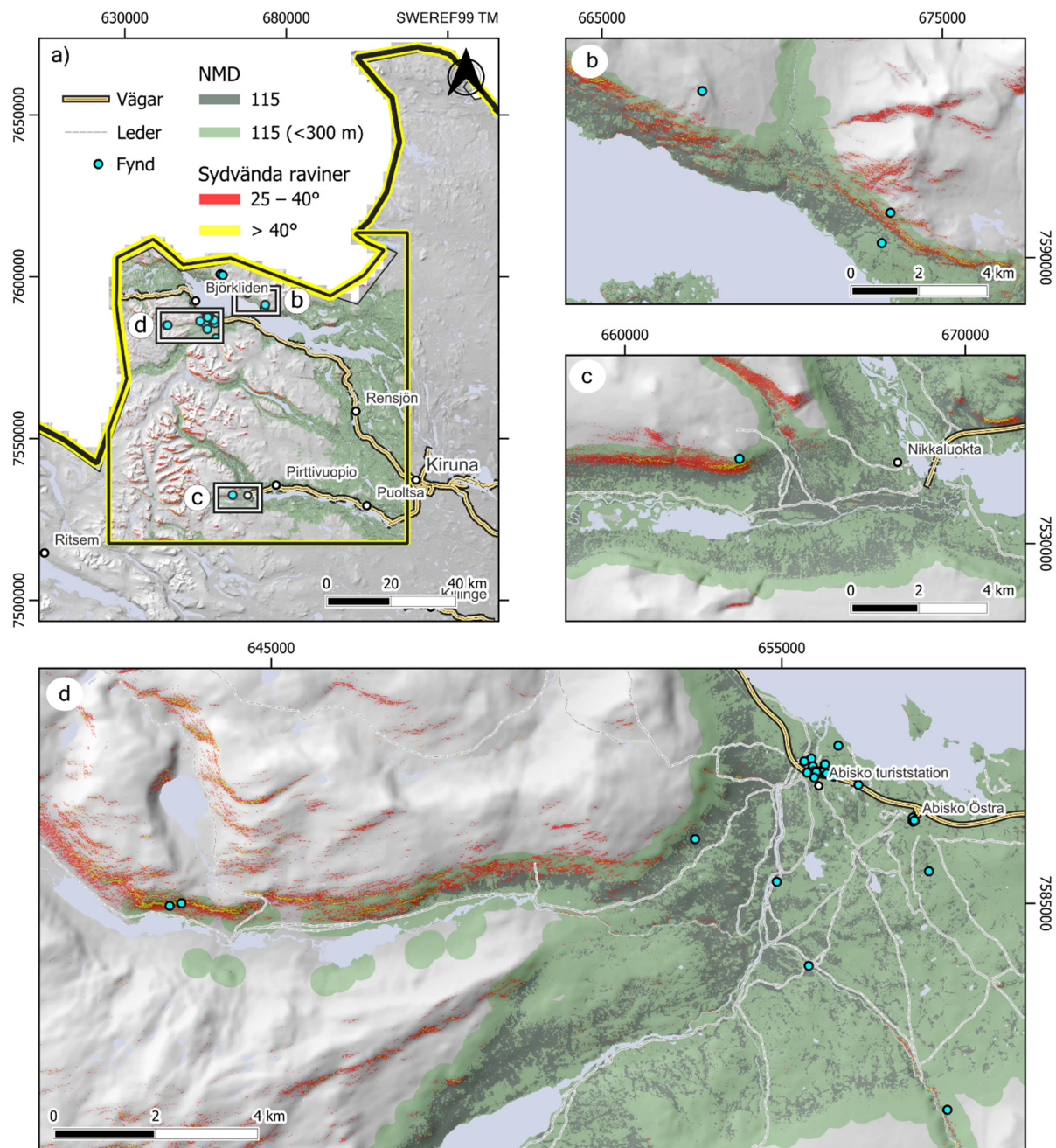


**Figur 9.** Histogram över rastervärden på positioner för fynd av fjällsilversmygare. Kurvorna visar samband mellan fynd och värden i respektive lager. "H50": höjd över havet och "H50\_slope": lutning i grader.

### Karta över potentiella miljöer för fjällsilversmygare

Majoriteten av fynden är gjorda på platser där sydvända raviner förekommer i den övre gränzonen för triviallövskog (NMD-klass 115, Figur 10). Detta gäller särskilt för de fynden som är gjorda utanför själva orten Abisko. Eftersom utbredningen för lövskog är delvis beroende på höjd så tillför inte höjdlagret (H50) i sig mycket till resultatet. Kartan består därför av sydexponerade raviner och 300m max-avstånd till triviallövskog (Figur 10).





**Figur 10.** Resultatmap för lämpliga miljöer för fjällsilversmygare. Två variabler identifierades som viktiga habitatindikatorer: sydexponerade raviner och den övre gränzonen för NMD-klassen 115 (trivialövskog). Kartan finns tillgänglig via <https://dagfjarilar.lu.se/fjallfjarilar>.



## Tajgafjällfly (*Xestia borealis*) – EU Annex II code 1934

### Art- och miljöbeskrivning

Tajgafjällfly förekommer i gles fjällgranskog av urskogskaraktär (habitatklass 9010 taiga), gärna med inslag av björk och gamla tallar. Den är ovanlig och svårinventerad och klassas som starkt hotad på den svenska rödlistan (Ahrné m.fl. 2020). Fjärilarna flyger endast nattetid, i höjd med grantopparna, från ungefär klockan 21:00. Arten är inte (vad man vet) begränsad av tillgång till en speciell värdart. I Sverige har äggläggning noterats på små döda kvistar vid basen av gamla granar och larverna anses leva av blåbär (*Vaccinium myrtillus*). Fjärilarna kläcker vanligen i slutet på juni och cirka tre veckor framåt, men detta kan variera kraftigt beroende på sommarens ankomst. Livscykeln är sannolikt tvåårig, och arten flyger i huvudsak under jämna år (Imby m.fl. 2005; Figur 11).



Figur 11. Tajgafjällfly, *Xestia borealis*, och typiskt habitat där denna förekommer. Foto: Markus Franzén.

## **Analys av habitat för tajgafjällfly**

Det finns flera stora svårigheter med att kartera potentiella habitat för tajgafjällfly. De kända lokalerna är få och den verkliga utbredningen är till stor del okänd, vilket gör att det finns ett mycket begränsat antal kända habitat som kan jämföras med olika datakällor. Kända lokaler verkar också variera gällande vegetationens karaktär. Analysen utgår från positioner för fynd där platsangivelsens säkerhet varierar. Ett alternativ kan vara att samla positioner i fält av vad som anses vara lämpligt habitat. Arten är inte (vad man vet) begränsad av tillgång till en speciell värdart. Äggläggning har noterats på små döda kvistar vid basen av gamla granar och larverna anses leva av blåbär, så en indirekt analys via en värdart är inte möjlig.

Skogliga data är svåra att använda för att identifiera potentiella habitat. Vegetationen på kända lokaler är strukturellt heterogen och kännetecknas av gammal granskog med hög grad luckighet, gärna med inslag av tall och björk. Överlappningen är stor med olika typer av skog och med öppna vegetationstyper, vilket gör det komplicerat att identifiera homogena ytor av potentiellt habitat.

## ***Berggrund och jordart***

Då tajgafjällfly förekommer i skogslandskapet snarare än på högfjället förväntas djupare jordlager och större påverkan av variation i jordart. Jämförelse med jordartskartan visar att jordarterna som dominerar på lokalerna för tajgafjällfly är morän, isälvsediment, torv eller berg. Det är också de dominerande klasserna inom hela studieområdet över vilket klasserna är regelbundet spridda fläckvis. Inga tecken på samband mellan fynd och jordart går att se.

Berggrundstyp varierar mellan de olika lokalerna och visar inte starka tecken på mönster som går att använda för habitatkartering, så inga vikter skapades för berggrundsklassernas probabilitet. De vanligaste berggrundstyperna på positionerna för fynden är 51432 (granatglimmerskiffer, kvarts-fältspatskiffer, kalkig glimmerskiffer, kvarts... : neoproterozoikum), 571773 (basalt, andesit och underordnad dacit: ca 1,91-1,88 miljarder år), 51443 (metafältspatsandsten, meta-arkos, kvartsit, metagråvacka, fyllit, metakonglomerat, marmor, metatillit: neoproterozoikum) och 571868 (lerskiffer, dolomit, basalt, sandsten: ca 2,05-1,96 miljarder år, metamorfa).

## ***Vegetationstyp***

Baserat på marktäckesklasser som dominerar inom 300m från fynd av tajgafjällfly visar arten en preferens för klasserna granskog (112) och lövblandad barrskog (114) medan tallskog (111) och barrblandskog (113) verkar mindre intressanta (Tabell 6). Relativt höga vikter fick även de öppna marktäckesklasserna våtmark (2) och öppen mark med vegetation (42) då flera fynd ligger i gränzonen mellan skog och öppen mark.



Tabell 6. Marktäckesklasser som dominerar inom 300m från fynd av tajgafjällfly.

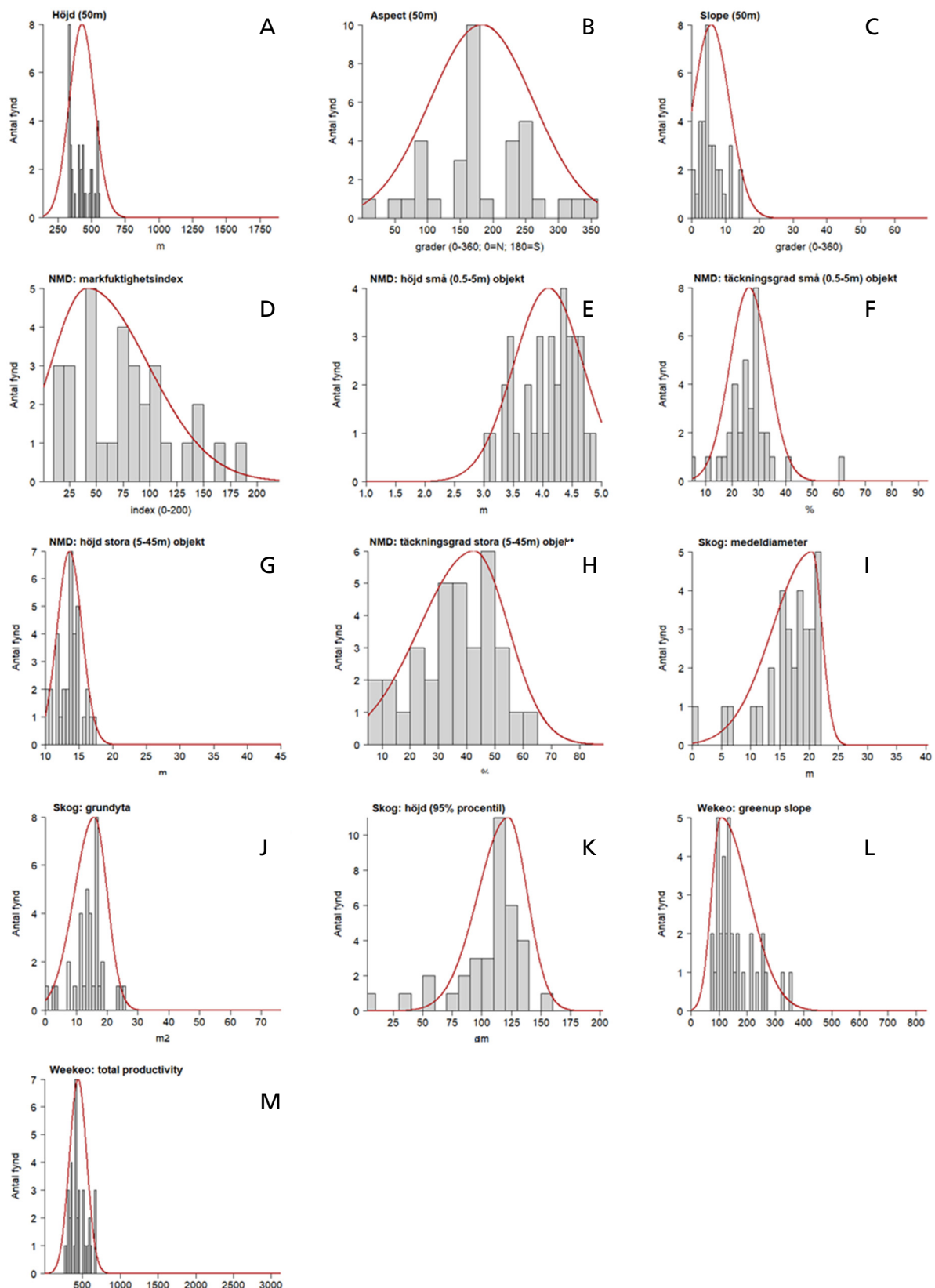
| Klass | Marktäckestyp                       | Prop. | Vikter |
|-------|-------------------------------------|-------|--------|
| 2     | Våtmark                             | 0.12  | 52     |
| 3     | Åkermark                            | 0.00  | 0      |
| 41    | Övrig öppen mark utan vegetation    | 0.00  | 0      |
| 42    | Övrig öppen mark med vegetation     | 0.11  | 48     |
| 51    | Exploaterad mark                    | 0.00  | 0      |
| 52    | Exploaterad mark                    | 0.00  | 0      |
| 53    | Exploaterad mark                    | 0.01  | 0      |
| 61    | Sjö                                 | 0.03  | 11     |
| 111   | Tallskog utanför våtmark            | 0.07  | 30     |
| 112   | Granskog utanför våtmark            | 0.22  | 94     |
| 113   | Barrblandskog utanför våtmark       | 0.07  | 30     |
| 114   | Lövblandad barrskog utanför våtmark | 0.23  | 100    |
| 115   | Triviallövskog utanför våtmark      | 0.08  | 35     |
| 118   | Temporärt ej skog utanför våtmark   | 0.04  | 15     |
| 121   | Tallskog på våtmark                 | 0.00  | 1      |
| 122   | Granskog på våtmark                 | 0.00  | 2      |
| 123   | Barrblandskog på våtmark            | 0.00  | 0      |
| 124   | Lövblandad barrskog på våtmark      | 0.01  | 5      |
| 125   | Triviallövskog på våtmark           | 0.00  | 1      |
| 128   | Temporärt ej skog på våtmark        | 0.00  | 0      |

### Relationer med kontinuerliga raster

Analys av rastervärden vid positioner av fynd av tajgafjällfly indikerar att 90% av fynden är gjorda på 334,1-547,1 m ö.h. (**H50**: medel=423,5, SD=78,3, Figur 12A), i sydexponerat läge med värden 68,2–316,2 (**H50\_aspect**: medel=182,7, SD=79,1, Figur 12B) där 0=N=360, och i svag lutning på 1,1–12,5 (**H50\_slope**: medel=5,8, SD=3,6, Figur 12C). Markfuktighetsindex indikerar att 90% av fynden ligger på torr till intermediärt fuktig mark inom 16,5–157 (**Markfukt\_50m**: medel=78,6, SD=46,1, Figur 12D).

För höjd och täckningsgrad för objekt 0,5-5m låg 90% av fynden inom 3,3-4,7m (**NMD\_0-5\_höjd**: medel=4,1, SD=0,5, Figur 12E) respektive 14-36,6% (**NMD\_0-5\_täckning**: medel=26,4, SD=9,1, Figur 12F). För höjd och täckningsgrad för objekt 5-45m låg 90% av fynden inom 10,4-16,5m (**NMD\_5-40\_höjd**: medel=13,6, SD=1,8, Figur 12G) respektive 10,3-55,6% (**NMD\_5-40\_täckning**: medel=35,8, SD=14,5, Figur 12H).

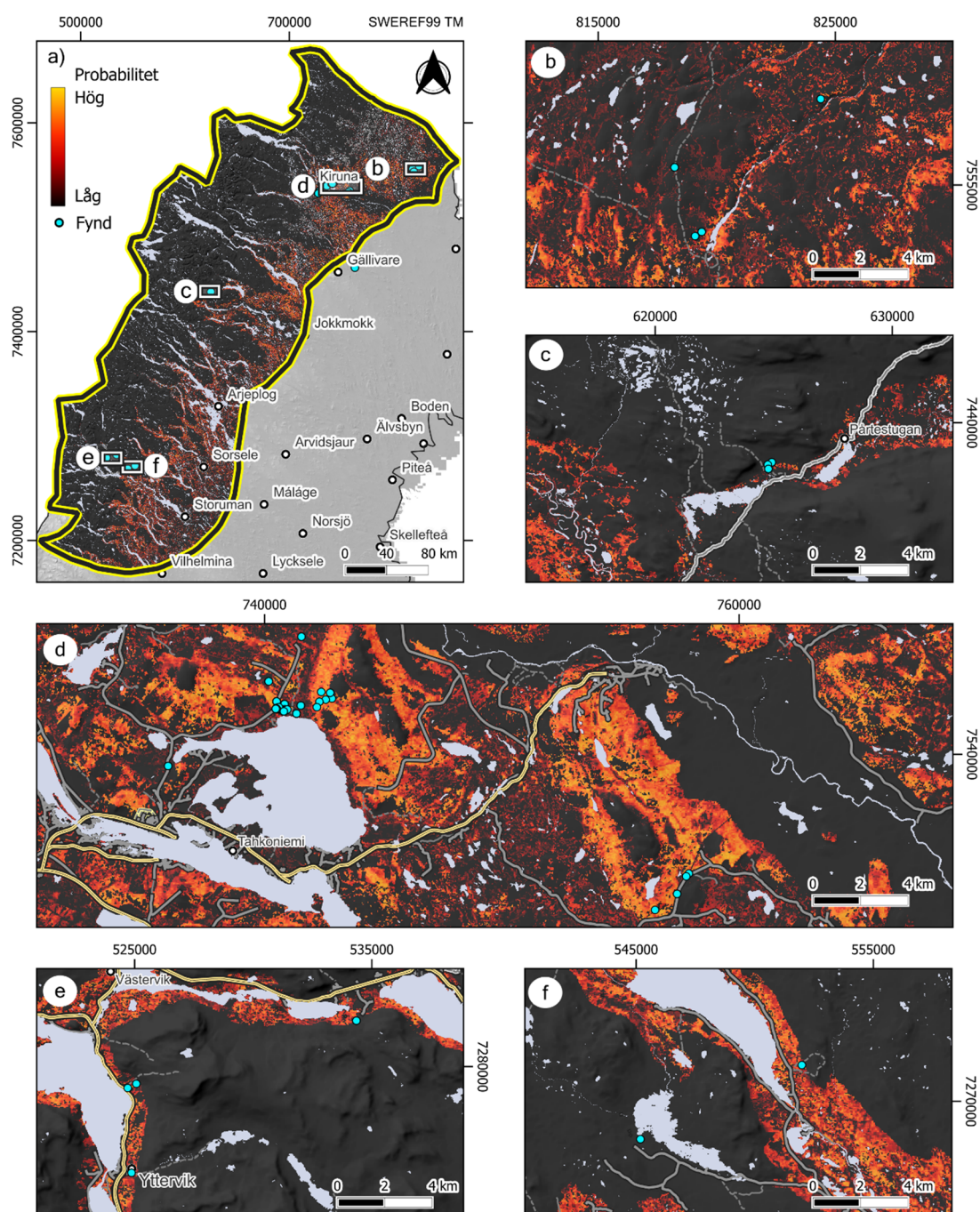
Skogliga data indikerar att 90% av fynden har en traddiameter på 6,1-21,9m (**Skog\_diameter**: medel=16,5, SD=5,1, Figur 12I), en grundyta på 3,4-23,7m<sup>2</sup> (**Skog\_grundyta**: medel=14,1, SD=5,4, Figur 12J), och en trädhöjd på mellan 47,5-139,3dm (**Skog\_P95\_mean**: medel=106,9, SD=30,3, Figur 12K). För satellitbaserade vegetations-fenologivariabler är 90% i **Wekeo\_Greenup** inom 80,4,8-286,6 (medel=154,2, SD=70,5, Figur 12L) och i **Wekeo\_TotProd** 300,3–667,6 (medel=442, SD=114,2, Figur 12M).



**Figur 12.** Histogram över rastervärden på positioner för fynd av tajgafjällfly. Kurvorna visar samband mellan fynd och värden i respektive lager och användes för att omvandla rasterlager till variabler för lämplighet med värden mellan 0-100. "H50": höjd över havet; "Aspect": exponerings-läge i grader (0=N, 90=Ö, 180=S, 270=V); "H50\_slope": lutning i grader; "NMD" "Wekeo: greenup\_slope" och "Wekeo: total productivity": variabler för vegetationsfenologi från satellitdata. För övriga variabler, se förklaringar i texten.

*Karta över potentiella miljöer för tajgafjällfly*

Lagren för variablerna kombinerades genom att räkna ut ett medelvärde av samtliga lager med **verktyget Cell statistics**. Som ytterligare hjälp att identifiera potentiella habitat kan enskilda probabilitetslager användas som masker i de fall där sannolikheten för artens förekomst antas vara låg. För tajgafjällfly är verkar **H50** (höjd) och **NMD-vegetationsklasser** samt **Skogsstyrelsens data för nyligen gjorda avverkningar** vara lämpliga lager för att maskera bort olämpliga miljöer.



**Figur 13.** Probabilitetskarta med över områden med lämpliga habitat för tajgafjällfly. Celler där NMD-klassen eller höjdvärdet indikerat lämplighet under 50 (där 0 är lägst och 100 är högst) har maskerats. Kartan finns tillgänglig via <https://dagfjarilar.lu.se/fjallfjarilar>.



## Diskussion

Rapporten visar att information som extraherats från fyndpositioner går att använda för att skapa och anpassa artspecifika profiler, dvs. modeller som relaterar individförekomster för olika arter, till variation i geografiska data som topografi, berggrundstyp och vegetationsklass. Analyser som baseras på allmänt tillgängliga, nationellt täckande geografiska data är med andra ord användbara både för att analysera livsmiljöer och identifiera potentiella habitat för dessa fjärilsarter, detta trots att brist på fynddata ännu innebär uppenbara begränsningar för samtliga arter.

Metoden verkar särskilt lovande för högnordisk blåvinge, dvärgpärlmorfjäril och fjällsilversmygare som är knutna till topografiska förhållanden (höjd över havet, lutning, läge) eller där en värdväxts utbredning kan användas för att analysera samband med markegenskaper som bergart.

Svårast att analysera var tajgafjällfly, delvis beroende på svårighet att få detaljerad information om viktiga habitatfaktorer som skogsålder, men även på grund av att arten är glest förekommande och har en tvåårig, och därför mer svårinventerad, livscykel. En lovande väg för framtida analyser kan vara att kombinera svenska och finska observationer av arten med klimatdata, geografiska data och skogliga data. Tajgafjällflyet övervakas även i Finland (se exv. Heikkinen m.fl. 2021) och utbredningen och populationsdynamiken är väl dokumenterade.

Slutligen, en första tillämpning av denna rapports metoder genomfördes säsongen 2024 vid eftersök av fjällsilversmygare inom den biogeografiska uppföljningen av fjärilar. På en tidigare ej inventerad lokal som rapportens analyser (se Figur 10) utpekade som lämplig miljö för fjällsilversmygare noterades 9 exemplar, troligen ett av de högsta antal som observerats i modern tid i Sverige (Pettersson & Arnberg, 2024). Kartorna för modellernas predikterade lämpliga miljöer ("Probabilitetskarter") för högnordisk blåvinge, dvärgpärlmorfjäril, fjällsilversmygare och tajgafjällfly finns dels i denna rapport (Figur 4, 7, 10 & 13) men delas även via <https://dagfjarilar.lu.se/fjallfjarilar>. Vi hoppas och tror att de kommer vara ett användbart verktyg för framtida eftersök av dessa fjälltrakternas fyra habitatdirektivsfjärilar.

## Referenser

- Ahrné K., Ottvall, R. & Pettersson L. B. 2020. Biogeografisk uppföljning av arter – en översyn av delsystem fjärilar. SLU, Artdatabanken
- Ahrné, K., Bengtsson, B. Å., Björklund, J.-O., Hydén, N., Jonasson, J., Källander, C., Lindeborg, M., Ohlsson, A., Palmqvist, G., Ryrholm, N. & Öckinger, E. 2020. Rödlista över fjärilar Lepidoptera. - In: Eide, W. (ed), Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU Artdatabanken, sid. 118–132.
- Eliasson, C. U., Ryrholm, N., Holmer, M., Jilg, K. & Gärdenfors, U. 2005. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Fjärilar: Dagfjärilar. HesperIIDae - Nymphalidae. - SLU.

- Heikkinen, R.K., Kartano, L., Leikola, N., Aalto, J., Aapala, K., Kuusela, S. & Virkkala, R. 2021. High-latitude EU Habitats Directive species at risk due to climate change and land use. - *Global Ecology and Conservation* 28: e01664.  
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01664>
- Lantmäteriet. 2024. Lantmäteriet: Geodata. URL:  
<https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/> (besökt 2024-03-14)
- Harris, S., Ottvall, R. & Pettersson, L.B. 2012. Biogeografisk uppföljning – förslag till variabler, indikatorer och datainsamling för delsystem fjärilar. (version 4.8, juni 2012). Biologiska institutionen, Lunds universitet.
- Imby, L, Cederberg, B. & Eliasson, C.U. 2005. Faktablad: *Xestia borealis* – nordiskt jordfly. ArtDatabanken, SLU.
- Jin, H., & Eklundh, L. 2014. A physically based vegetation index for improved monitoring of plant phenology. *Remote Sensing of Environment*, 152: 512-525.  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.07.010>
- Naturvårdsverket. 2023. Nationella Marktäckedata (NMD). URL:  
<https://www.naturvardsverket.se/verktyg-och-tjanster/kartor-och-karttjanster/nationella-marktackedata/> – senast uppdaterad 2023-11-03 (besökt 2024-03-11)
- Ottvall, R. & Pettersson, L.B. 2014. Basinventering och metodiktest 2013 för biogeografisk uppföljning av högnordisk blåvinge (*Agriades aquilo*), dvärgpärlmorfjäril (*Boloria improba*) och fjällsilversmygare (*Hesperia comma catena*).
- Pettersson, L.B., Mellbrand, K. & Ottvall, R. 2014. Svensk Dagfjärilsövervakning. Årsrapport 2013. Biologiska institutionen, Lunds universitet, Lund.
- Pettersson, L.B. & Arnberg, H. 2024. Biogeografisk uppföljning 2024 av fjärilar inom habitatdirektivet. Biologiska institutionen, Lunds universitet, Lund.
- SGU. 2021. Sveriges geologiska undersökning: Berggrund 1:50 000–1:250 000, berggrundsdata. URL: <https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/berggrundsgeologiska-data/berggrund-150-000-1250-000/> – publicerad 2021-06-30 (besökt 2024-03-11)
- Skogsstyrelsen. 2024. Karttjänster och geografisk information: Geodata att använda i eget GIS > Ladda ner geodata. URL:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/> – senast uppdaterad 2024-02-12 (besökt 2024-03-13)
- SLU. 2024. Sveriges lantbruksuniversitet: Geodata Extraction Tool (GET). URL:  
<https://maps.slu.se> (besökt 2024-03-11)
- SMHI. 2024. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI): temperaturdata  
<https://www.smhi.se/data/meteorologi/temperatur> (besökt 2024-03-11)
- Wekeo. 2024. Wekeo portal: Copernicus and Sentinel data at your fingertips. URL:  
<https://www.wekeo.eu> (besökt 2024-03-11)

## Appendix

### Appendix 1. Exempel på passning av Gaussisk kurva i R (R-skript)

R-skriptet "Fjäril\_Gauss\_exempel.R", tillsammans med datafilerna "Dvärgpärl.csv" och "Höjd\_50m\_exempel.tif", illustrerar metoden för att transformera ett kontinuerligt rasterlager till rasterlager med probabilitet (värden från 0 till 100) för en arts förekomst. Skriptet använder R-paketen "terra" och "fGauch" och inkluderar exempel på import av GIS-data i R, transformation av koordinater, extraktion av raster-värden med vektorpunkter, plotta värden i histogram, anpassar symmetriska och icke-symmetriska Gaussiska funktioner till histogrammet, applicerar den Gaussiska formeln på ursprungsraster och exporterar probabilitetsraster som GeoTiff.

Ladda hem filerna från denna sida: <https://dagfjarilar.lu.se/fjallfjarilar>

### Appendix 2. Vikter för berggrundsklasser (komplett)

Vikter för berggrundsklassers lämplighet från 0 (olämplig) till 100 (mycket lämplig) för förekomst av purpurbräcka (värdväxt för högnordisk blåvinge) och dvärgvide (värdväxt för dvärgpärllemorfjäril). Klassernas area inom studieområdet användes för att vikta upp mindre förekommande klasser där arten förekommer samt vikta ner klasser med stor täckningsgrad med fåtal fynd. Fetstil indikerar vikter över 50.

| Berg | Berg_text               | Kemi | Kemi_text            | Area (km <sup>2</sup> ) | Purpurbräcka | Dvärgvide |
|------|-------------------------|------|----------------------|-------------------------|--------------|-----------|
| 102  | Ryolit                  | 620  | sur                  | 237088                  | 15           | 21        |
|      |                         | 731  | sur till intermediär | 24592                   | 11           | 0         |
| 103  | Dacit-ryolit            | 620  | sur                  | 56267                   | 21           | 22        |
| 103  | Dacit-ryolit            | 731  | sur till intermediär | 144374                  | 21           | 18        |
| 104  | Traktyoid-ryolit        | 731  | sur till intermediär | 36901                   | 3            | 15        |
| 105  | Basalt-andesit          | 621  | intermediär          | 49603                   | 13           | 16        |
| 105  | Basalt-andesit          | 622  | basisk               | 111788                  | 16           | 15        |
|      |                         |      | intermediär till     |                         |              |           |
| 105  | Basalt-andesit          | 733  | basisk               | 248114                  | 14           | 12        |
| 203  | Granit                  | 620  | sur                  | 2070996                 | 5            | 12        |
|      |                         | 731  | sur till intermediär | 9320                    | 0            | 30        |
|      |                         | 997  | Null:okänt           | 17190                   | 0            | 6         |
| 205  | Tonalit-granodiorit     | 620  | sur                  | 317687                  | 0            | 8         |
| 206  | Syenitoid-granit        | 620  | sur                  | 511892                  | 15           | 20        |
|      |                         | 621  | intermediär          | 128304                  | 0            | 8         |
|      |                         | 624  | sur till basisk      | 12575                   | 0            | 18        |
|      |                         | 731  | sur till intermediär | 142778                  | 15           | 14        |
| 208  | Monzodiorit-granodiorit | 621  | intermediär          | 9061                    | 12           | 19        |
|      |                         |      | intermediär till     |                         |              |           |
| 208  | Monzodiorit-granodiorit | 733  | basisk               | 4134                    | 0            | 20        |



## 38 HABITATANALYS AV FJÄLLFJÄRILAR INOM BIOGEOGRAFISK UPPFÖLJNING

| Berg | Berg_text                   | Kemi | Kemi_text                  | Area (km²) | Purpurbräcka | Dvärgvide |
|------|-----------------------------|------|----------------------------|------------|--------------|-----------|
| 209  | Gabbroid-dioritoid          | 622  | basisk intermediär till    | 94940      | 12           | 12        |
|      |                             | 733  | basisk basisk till         | 75702      | 0            | 15        |
|      |                             | 734  | ultrabasisk                | 8348       | <b>79</b>    | <b>51</b> |
| 210  | Diabas                      | 622  | basisk                     | 229891     | 33           | 21        |
| 211  | Anortosit                   | 622  | basisk                     | 9645       | 0            | 20        |
| 212  | Ultrabasisk intrusivbergart | 623  | ultrabasisk                | 11432      | 39           | 45        |
| 302  | Konglomerat                 | 619  | silikat kemi               | 10447      | 26           | 30        |
|      |                             | 620  | sur                        | 3774       | 27           | 13        |
|      |                             | 997  | Null:okänt                 | 18295      | 29           | 27        |
| 303  | Sandsten                    | 619  | silikat kemi               | 58548      | 20           | 21        |
| 303  | Sandsten                    | 997  | Null:okänt                 | 50011      | 45           | 33        |
| 305  | Arkos                       | 619  | silikat kemi               | 465037     | 12           | 3         |
|      |                             | 620  | sur                        | 23429      | 0            | 23        |
|      |                             | 997  | Null:okänt                 | 9921       | 0            | 27        |
| 306  | Kvartsarenit                | 619  | silikat kemi               | 11991      | 0            | 28        |
| 306  | Kvartsarenit                | 620  | sur                        | 242309     | 15           | 15        |
| 306  | Kvartsarenit                | 731  | sur till intermediär       | 11266      | 0            | 27        |
| 306  | Kvartsarenit                | 997  | Null:okänt                 | 3798       | <b>60</b>    | 26        |
| 307  | Vacka                       | 619  | silikat kemi               | 175473     | 17           | 24        |
| 308  | Slamsten, lersten, siltsten | 614  | kolhaltig                  | 6759       | 0            | 20        |
| 308  | Slamsten, lersten, siltsten | 619  | silikat kemi               | 8427       | 0            | 22        |
| 308  | Slamsten, lersten, siltsten | 997  | Null:okänt                 | 4557       | 25           | 25        |
| 309  | Skiffer                     | 614  | kolhaltig                  | 3055       | 11           | 30        |
|      |                             | 619  | silikat kemi               | 78549      | 48           | 32        |
|      |                             | 997  | Null:okänt                 | 1029       | 0            | 41        |
| 310  | Karbonatsten, marmor        | 615  | karbonat kemi              | 10862      | <b>100</b>   | <b>65</b> |
| 310  | Karbonatsten, marmor        | 616  | kalciurik                  | 63         | 0            | <b>10</b> |
| 311  | Kalksten                    | 615  | karbonat kemi              | 2385       | <b>67</b>    | <b>51</b> |
|      |                             | 616  | kalciurik                  | 38842      | <b>79</b>    | <b>50</b> |
| 315  | Dolomit                     | 617  | magnesiumrik karbonat kemi | 2043       | <b>56</b>    | 0         |
| 316  | Kalksilikatbergart          | 619  | silikat kemi               | 9761       | <b>63</b>    | 16        |
| 402  | Fyllit                      | 619  | silikat kemi               | 288760     | <b>60</b>    | 41        |
| 403  | Pelitisk fyllit             | 619  | silikat kemi               | 8474       | 25           | 14        |
| 404  | Kalkfyllit                  | 619  | silikat kemi               | 5347       | 0            | 26        |
| 404  | Kalkfyllit                  | 997  | Null:okänt                 | 116610     | 27           | 15        |
| 405  | Grafitisk fyllit            | 614  | kolhaltig                  | 48138      | <b>57</b>    | 39        |
| 406  | Skiffer (schist)            | 620  | sur                        | 27311      | 38           | 15        |
| 406  | Skiffer (schist)            | 997  | Null:okänt                 | 48636      | <b>76</b>    | 45        |
| 407  | Glimmerskiffer              | 619  | silikat kemi               | 602076     | 26           | 24        |

| Berg | Berg_text               | Kemi | Kemi_text               | Area (km <sup>2</sup> ) | Purpurbräcka | Dvärgvide |
|------|-------------------------|------|-------------------------|-------------------------|--------------|-----------|
| 408  | Kalkförande skiffer     | 619  | silikat kemi            | 29681                   | <b>51</b>    | 41        |
| 408  | Kalkförande skiffer     | 997  | Null:okänt              | 3431                    | <b>84</b>    | <b>61</b> |
| 410  | Gnejs                   | 997  | Null:okänt              | 53974                   | 18           | 13        |
| 411  | Granitisk gnejs         | 620  | sur                     | 12084                   | 0            | 21        |
| 411  | Granitisk gnejs         | 997  | Null:okänt              | 1526                    | 25           | <b>52</b> |
| 413  | Paragnejs               | 619  | silikat kemi            | 28180                   | 0            | 11        |
|      |                         | 620  | sur                     | 11194                   | 0            | 35        |
|      |                         | 997  | Null:okänt              | 92582                   | 20           | 22        |
| 417  | Kvartsit                | 619  | silikat kemi            | 142793                  | 26           | 31        |
| 417  | Kvartsit                | 620  | sur                     | 40306                   | 23           | 32        |
| 422  | Mylonit                 | 997  | Null:okänt              | 27370                   | 0            | 12        |
| 431  | Kvarts-fältspatgnejs    | 619  | silikat kemi            | 39831                   | 15           | 21        |
| 431  | Kvarts-fältspatgnejs    | 997  | Null:okänt              | 37595                   | 19           | 13        |
| 438  | Mylonitisk gnejs        | 733  | intermediär till basisk | 2200                    | 11           | 0         |
| 440  | Amfibolit               | 622  | basisk                  | 233233                  | 30           | 31        |
| 442  | Metabasit               | 622  | basisk                  | 18613                   | 0            | 3         |
|      |                         | 733  | intermediär till basisk | 350                     | 0            | <b>52</b> |
| 509  | Intermediär bergart     | 621  | intermediär             | 4663                    | 48           | 36        |
| 514  | Ospecificerad berggrund | 997  | Null:okänt              | 36963                   | <b>57</b>    | 46        |

### Appendix 3. Vikter för berggrundsklassernas lämplighet i analyser för fjällsilversmygare.

Vikter för berggrundsklassernas lämplighet i analyser för fjällsilversmygare. Lämpligheten omfattar från 0 (olämpligt) till 100 (mycket lämpligt) för förekomster av växtarterna fjällglim, fjällnejlika och fjällvedel ("Födoväxter") som kan utgöra en viktig födoresurs för fjällsilversmygare.

| Berg | Berg_text                   | Kemi | Kemi_text               | Area (km <sup>2</sup> ) | Nektar_vikt |
|------|-----------------------------|------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| 102  | Ryolit                      | 620  | sur                     | 2370.9                  | 28          |
|      |                             | 731  | sur till intermediär    | 245.9                   | 35          |
| 103  | Dacit-ryolit                | 620  | sur                     | 562.7                   | 31          |
| 103  | Dacit-ryolit                | 731  | sur till intermediär    | 1443.7                  | 21          |
| 104  | Traktytoid-ryolit           | 731  | sur till intermediär    | 369.0                   | 32          |
| 105  | Basalt-andesit              | 0    | Ospecifierat            | 17.3                    | 8           |
| 105  | Basalt-andesit              | 621  | intermediär             | 496.0                   | 18          |
| 105  | Basalt-andesit              | 622  | basisk                  | 1117.9                  | 34          |
| 105  | Basalt-andesit              | 733  | intermediär till basisk | 2481.1                  | 28          |
| 107  | Ultrabasisk vulkanit        | 734  | basisk till ultrabasisk | 112.7                   | 8           |
| 203  | Granit                      | 0    | Ospecifierat            | 171.9                   | 17          |
| 203  | Granit                      | 620  | sur                     | 20710.0                 | 19          |
| 204  | Granodiorit-granit          | 620  | sur                     | 505.6                   | 32          |
| 205  | Tonalit-granodiorit         | 620  | sur                     | 3176.9                  | 16          |
| 206  | Syenitoid-granit            | 620  | sur                     | 5118.9                  | 27          |
|      |                             | 621  | intermediär             | 1283.0                  | 12          |
|      |                             | 624  | sur till basisk         | 125.7                   | 22          |
|      |                             | 731  | sur till intermediär    | 1427.8                  | 31          |
| 208  | Monzodiorit-granodiorit     | 621  | intermediär             | 90.6                    | 26          |
| 209  | Gabbroid-dioritoid          | 621  | intermediär             | 1044.3                  | 18          |
|      |                             | 622  | basisk                  | 949.4                   | 30          |
|      |                             | 731  | sur till intermediär    | 31.4                    | 21          |
|      |                             | 733  | intermediär till basisk | 757.0                   | 20          |
|      |                             | 734  | basisk till ultrabasisk | 83.5                    | 72          |
| 210  | Diabas                      | 619  | silikat kemi            | 0.9                     | 56          |
| 210  | Diabas                      | 622  | basisk                  | 2298.9                  | 38          |
| 211  | Anortosit                   | 622  | basisk                  | 96.4                    | 6           |
| 212  | Ultrabasisk intrusivbergart | 623  | ultrabasisk             | 114.3                   | 86          |
| 302  | Konglomerat                 | 619  | silikat kemi            | 104.5                   | 40          |
|      |                             | 620  | sur                     | 37.7                    | 18          |
|      |                             | 997  | Null:okänt              | 183.0                   | 34          |
| 303  | Sandsten                    | 619  | silikat kemi            | 585.5                   | 52          |
| 303  | Sandsten                    | 997  | Null:okänt              | 500.1                   | 46          |
| 304  | Arenit                      | 997  | Null:okänt              | 46.3                    | 38          |
| 305  | Arkos                       | 619  | silikat kemi            | 4650.4                  | 26          |
| 305  | Arkos                       | 620  | sur                     | 234.3                   | 25          |
| 305  | Arkos                       | 997  | Null:okänt              | 99.2                    | 30          |
| 306  | Kvartsarenit                | 619  | silikat kemi            | 119.9                   | 38          |



| Berg | Berg_text                       | Kemi | Kemi_text                     | Area (km <sup>2</sup> ) | Nektar_vikt |
|------|---------------------------------|------|-------------------------------|-------------------------|-------------|
|      |                                 | 620  | sur                           | 2423.1                  | 27          |
|      |                                 | 731  | sur till intermediär          | 112.7                   | 32          |
|      |                                 | 997  | Null:okänt                    | 38.0                    | 57          |
| 307  | Vacka                           | 619  | silikat kemi                  | 1754.7                  | 28          |
| 308  | Slamsten, lersten,<br>siltsten  | 614  | kolhaltig                     | 67.6                    | 52          |
|      |                                 | 997  | Null:okänt                    | 45.6                    | 39          |
| 309  | Skiffer                         | 614  | kolhaltig                     | 30.5                    | 39          |
| 309  | Skiffer                         | 619  | silikat kemi                  | 785.5                   | 47          |
| 310  | Karbonatsten, marmor            | 615  | karbonat kemi<br>kalciumrik   | 108.6                   | 85          |
|      |                                 | 616  | karbonat kemi                 | 0.6                     | 100         |
| 311  | Kalksten                        | 615  | karbonat kemi<br>kalciumrik   | 23.8                    | 64          |
| 311  | Kalksten                        | 616  | karbonat kemi<br>magnesiumrik | 388.4                   | 80          |
| 315  | Dolomit                         | 617  | karbonat kemi                 | 20.4                    | 15          |
| 316  | Kalksilikat bergart             | 619  | silikat kemi                  | 97.6                    | 55          |
| 402  | Fyllit                          | 619  | silikat kemi                  | 2887.6                  | 62          |
| 403  | Pelitisk fyllit                 | 619  | silikat kemi                  | 84.7                    | 19          |
| 404  | Kalkfyllit                      | 997  | Null:okänt                    | 1166.1                  | 25          |
| 405  | Grafitisk fyllit                | 614  | kolhaltig                     | 481.4                   | 58          |
| 406  | Skiffer (schist)                | 619  | silikat kemi                  | 58.4                    | 21          |
|      |                                 | 620  | sur                           | 273.1                   | 40          |
|      |                                 | 997  | Null:okänt                    | 486.4                   | 81          |
| 407  | Glimmerskiffer                  | 619  | silikat kemi                  | 6020.8                  | 31          |
| 408  | Kalkförande skiffer             | 619  | silikat kemi                  | 296.8                   | 57          |
|      |                                 | 997  | Null:okänt                    | 34.3                    | 65          |
| 409  | Grafitisk skiffer               | 614  | kolhaltig                     | 39.0                    | 41          |
| 410  | Gnejs                           | 997  | Null:okänt                    | 539.7                   | 23          |
| 411  | Granitisk gnejs                 | 620  | sur                           | 120.8                   | 42          |
| 411  | Granitisk gnejs                 | 997  | Null:okänt                    | 15.3                    | 59          |
| 413  | Paragnejs                       | 620  | sur                           | 111.9                   | 38          |
|      |                                 | 997  | Null:okänt                    | 925.8                   | 27          |
| 417  | Kvartsit                        | 619  | silikat kemi                  | 1427.9                  | 39          |
| 417  | Kvartsit                        | 620  | sur                           | 403.1                   | 27          |
| 422  | Mylonit                         | 997  | Null:okänt                    | 273.7                   | 12          |
| 431  | Kvarts-fältspat gnejs           | 619  | silikat kemi                  | 398.3                   | 21          |
| 431  | Kvarts-fältspat gnejs           | 997  | Null:okänt                    | 375.9                   | 25          |
| 438  | Mylonitisk gnejs                | 733  | intermediär till basisk       | 22.0                    | 47          |
| 440  | Amfibolit                       | 622  | basisk                        | 2332.3                  | 34          |
| 442  | Metabasit                       | 622  | basisk                        | 186.1                   | 20          |
| 501  | Hydrotermalomvandlad<br>bergart | 619  | silikat kemi                  | 8.1                     | 16          |
| 502  | Järnmineralisering              | 997  | Null:okänt                    | 2.8                     | 11          |
| 509  | Intermediär bergart             | 621  | intermediär                   | 46.6                    | 50          |
| 514  | Ospecificerad<br>berggrund      | 997  | Null:okänt                    | 369.6                   | 49          |

## Appendix 4. Arternas parametrar för de Gausiska kurvorna.

| Art                           | Variabel           | Intercept | Mu     | Sigma | xi   |
|-------------------------------|--------------------|-----------|--------|-------|------|
| Purpurbräcka (högn. blåvinge) | H50                | 0         | 817.2  | 241.2 | 1    |
| Högnordisk blåvinge           | H50_aspect         | 0.07      | 175.8  | 66.2  | 0.9  |
| Högnordisk blåvinge           | H50_slope          | 0         | 11.0   | 8.0   | 1.2  |
| Högnordisk blåvinge           | Markfukt           | 0         | 50.0   | 29.9  | 1.4  |
| Högnordisk blåvinge           | Wekeo_Greenup      | 0         | 153.0  | 69.9  | 1.2  |
| Högnordisk blåvinge           | Wekeo_TotProd      | 0         | 522.0  | 186.9 | 1    |
| Dvärgpärllemorfjäril          | H50                | 0         | 1044.5 | 125.6 | 1    |
| Dvärgpärllemorfjäril          | H50_aspect         | 0.1       | 187.2  | 34.1  | 1    |
| Dvärgpärllemorfjäril          | H50_slope          | 0         | 9.0    | 5.2   | 1.4  |
| Dvärgpärllemorfjäril          | Markfukt           | 0         | 55.0   | 31.9  | 1.7  |
| Dvärgpärllemorfjäril          | Wekeo_Greenup      | 0         | 110.0  | 67.3  | 1.2  |
| Dvärgpärllemorfjäril          | Wekeo_TotProd      | 0         | 419.7  | 194.7 | 1    |
| Fjällsilversmygare            | H50                | 0         | 500.0  | 204.2 | 1.6  |
| Fjällsilversmygare            | H50_slope          | 0         | 6.5    | 4.4   | 2    |
| Fjällsilversmygare            | Wekeo_Greenup      | 0         | 130.4  | 70.8  | 1    |
| Fjällsilversmygare            | Wekeo_TotProd      | 0         | 541.9  | 269.4 | 0.75 |
| Tajgafjällfly                 | H50                | 0         | 430.0  | 94.0  | 1    |
| Tajgafjällfly                 | H50_aspect         | 0         | 182.7  | 79.1  | 1    |
| Tajgafjällfly                 | H50_slope          | 0         | 5.8    | 5.4   | 1    |
| Tajgafjällfly                 | Markfukt           | 0         | 60.0   | 46.1  | 1.3  |
| Tajgafjällfly                 | NMD_smått_höjd     | 0         | 4.1    | 0.6   | 1    |
| Tajgafjällfly                 | NMD_smått_täckning | 0         | 26.4   | 7.3   | 1    |
| Tajgafjällfly                 | NMD_stort_höjd     | 0         | 13.6   | 1.8   | 1    |
| Tajgafjällfly                 | NMD_stort_täckning | 0         | 37.0   | 16.0  | 0.8  |
| Tajgafjällfly                 | Skog_Grundyta      | 0         | 14.1   | 5.4   | 0.8  |
| Tajgafjällfly                 | Skog_P95           | 0         | 115.0  | 21.2  | 0.8  |
| Tajgafjällfly                 | Skog_Diameter      | 0         | 16.5   | 4.6   | 0.5  |
| Tajgafjällfly                 | Wekeo_Greenup      | 0         | 160.0  | 70.5  | 1.75 |
| Tajgafjällfly                 | Wekeo_TotProd      | 0         | 442.0  | 114.2 | 1    |

## Appendix 5. GIS-verktyg

Under analysen används många GIS-funktioner upprepat av praktiska skäl (t ex för att "tvätta" GIS-lager):

### **Translate** (convert format) – raster

Användes för att ändra datatypen för rasterlager från Float32 till Byte i syftet att spara lagringsutrymme. Resultat från rasteranalys i QGIS kommer som standard med Float32 (decimaltal), men för de flesta rasterlager som användes i analysen var dataupplösningen Byte (heltal från 0 till 255) tillräckligt. Det är också anledningen till att låta värden i probabilitetsraster variera mellan 0 och 100.

### **i.image.mosaic** (GRASS i QGIS) samt **mosaic** (R-paketet "raster") - raster

Två olika funktioner som kan användas för att slå samman rasterlager som angränsar eller delvis överlappar varandra. Rasterdata som laddas hem från externa källor kommer ofta uppdelade i mindre mosaikfiler och ibland kan det vara praktiskt att slå dem samman till ett större och mer heltäckande raster.

### **Warp** (reproject raster) – raster

Det är generellt en bra idé att undvika att ändra projektion på rasterlager, men det kan vara nödvändigt om lager ska kombineras eller om mindre mosaikraster som ska slås samman har olika projektioner.

### **r.resamp.stats** (GRASS i QGIS) – raster

Funktion som kan användas för att ändra upplösningen på ett rasterlager. I analysen användes det för att ändra pixelstorleken och generalisera högupplösta raster (t ex med pixelstorlekarna 2 m eller 10 m) till lågupplösta raster (pixelstorlek 50 m). Olika statistiska metoder (t ex medelvärden) kan användas för att skapa nya rastervärden.

### **Clip raster by mask layer** – raster

Användes för att maskera och klippa ner stora rasterdata till studieområdets utbredning (polygonlager). Genom att anpassa lagerutbredningen ("Target extent") efter maskeringslagret så får det resulterade rasterlagret samma utbredning som maskeringslagret samt "no data"-värden utanför maskeringslagrets polygontäckning.

### **Select by location** – vektor

Funktion för att selektera objekt i vektorlager baserat på överlappning med ett annat lager.

### **Buffer** – vektor

Standardverktyg för att skapa bufferzoner, men kan också användas för att snabbt förenkla polygonformer genom att först svälla dem (buffra med relativt lång distans) och sedan krympa dem (buffer med samma avstånd fast negativt värde).



**Dissolve** – vektor

Standardfunktion för att förenkla vektorlager, t ex om man endast är intresserad av yttergränsen av ett polygonlager.

**Union** och **Intersect** – vektor

Överlagringsfunktioner för att slå samman vektorlager eller klippa vektorlager.

**Check validity** – vektor

Vektorlager som laddas ner från externa källor har överraskande ofta geometriska fel som gör att många funktioner inte går att applicera på lagret. Valideringsverktyget används för att identifiera geometriska fel. De allra flesta felen går sedan snabbt att åtgärda genom att slå på editeringen för vektorlagret och därefter flytta eller ta bort felplacerade noder med nod-verktyget ("Vertex tool").

**r.null** – raster

Funktion för att ändra "no data" till önskat värde.

**Sieve** – raster

Används på klassificerade raster för att filtrera bort enskilda pixlar (eller små grupper av pixlar) som är isolerade bland pixlar av annat värde. Pixlarna som filtreras bort får nytt värde från grannpixlar.

**Raster calculator** - raster

Användes för att kombinera lager samt för att hantera värden utan information i rasterlager. Några exempel på kommandon där man vill hantera värden under 90 i lagret "X":

Värden under 90 i "X" ska göras om till "no data":

"X" / ("X" >= 90)

Värden under 90 i "X" ska göras om till 999:

IF("X" < 90, 999, "X")

**Field calculator i attributtabellen** - vektor

Används för att kombinera attributfält, eller för att räkna ut areor (\$area) för polygoner efter att ett polygonlager ändrats.

**Rasterize** (vector to raster)

Användes för att konvertera polygonlager med vikter från t ex berggrundskartan till ett rasterlager som kan kombineras med övriga rasterlager med probabilitet för en arts förekomst. Ett fält från vektorlagret väljs till att bli pixelvärden i rasterlagret. Ibland är fältet i vektorlagret inte i numeriskt format och då får man skapa ett nytt attribut (med Field calculator i attributtabellen) där man konverterar värden från text till numeriska värden. Exempel: to\_real('X') eller to\_int('X') där X är fältet med värden man vill använda.

## Appendix 6. Syntax till raster calculator

Syntax till **raster calculator** för att kombinera probabilitetslager. Markfuktighet har stora ytor med nodata, vilket ger resultatet nodata-värden om dessa ej hanteras. Att göra nodata-tytor till 0 går ej då det drar ned medelvärdet. Här gjordes nodata i markfuktighetslagret till 255, så de kan filtreras bort med en IF-sats:

För högnordisk blåvinge kombinerades lagren på följande vis

```
IF("Markfukt_50m_NULL255@1"=255, (
"blå_MEAN_wektot_wekgreen@1"+
"blå_SQRT_berg_X_veg@1"+
"blå_slope_X_aspect@1"+
"purp_H50@1"
)/4, (
"blå_markfukt@1"+
"blå_MEAN_wektot_wekgreen@1"+
"blå_SQRT_berg_X_veg@1"+
"blå_slope_X_aspect@1"+
"purp_H50@1"
)/5)
```

För dvärgpärlemor kombinerades lagren på följande vis:

```
IF("Markfukt_50m_NULL255@1"=255, (
"dvärg_MEAN_wektot_wekgreen@1"+
"dvärg_SQRT_veg_X_berg@1"+
"dvärg_slope_X_aspect@1"+
"dvärg_H50@1"
)/4, (
"dvärg_markfukt@1"+
"dvärg_MEAN_wektot_wekgreen@1"+
"dvärg_SQRT_veg_X_berg@1"+
"dvärg_slope_X_aspect@1"+
"dvärg_H50@1"
)/5)
```

För tajgafjällfly kombinerades alla 14 probabilitetslager på följande vis:

```
IF("Markfukt_50m_NULL255@1"=255, (
"tajga_H50@1"+
"tajga_H50_aspect@1"+
"tajga_H50_slope@1"+
"tajga_NMD_VEG@1"+
"tajga_NMD_smått_höjd@1"+
"tajga_NMD_smått_täckning@1"+
"tajga_NMD_stort_höjd@1"+
"tajga_NMD_stort_täckning@1"+
"tajga_Skog_Diameter_masked@1"+
"tajga_Skog_Grundyta_masked@1"+
"tajga_Skog_P95_mean@1"+
"tajga_Wekeo_Greenup@1"+
"tajga_Wekeo_TotProd@1"
)/13, (
"tajga_Markfukt_50m@1"+
"tajga_H50@1"+
"tajga_H50_aspect@1"+
"tajga_H50_slope@1"+
"tajga_NMD_VEG@1"+
"tajga_NMD_smått_höjd@1"+
"tajga_NMD_smått_täckning@1"+
"tajga_NMD_stort_höjd@1"+
"tajga_NMD_stort_täckning@1"+
"tajga_Skog_Diameter_masked@1"+
"tajga_Skog_Grundyta_masked@1"+
"tajga_Skog_P95_mean@1"+
"tajga_Wekeo_Greenup@1"+
"tajga_Wekeo_TotProd@1"
)/14)
```

## Appendix 7. Resultat som QGIS-projekt

Resultatet presenteras i form av ett QGIS-projekt ifrån vilket kartor och figurer kan anpassas och exporteras vid behov. Lagren i projektet är ordnade efter följande hierarki:

- PYNT
  - Lager som är till för dekoration och navigering, som studieområde, terrängskuggning, vägar från fastighetskartan och sjöar från NMD.
- \*ART\* (t ex HÖGNORDISK BLÅVINGE)
  - [för fjällsilversmygare: "Studyarea\_fjällsilversmygare" anger det mindre studieområdet för fjällsilversmygare]
  - Fyndpunkter
    - Fynd av fjärilsarten
    - Ev. även fynd inom studieområdet av växtarter som viktiga för fjärilarna (värdart eller födoresurs)
  - Masks
    - Lager som används för att maskera bort ytor som är osannolika för arten
  - Probability combined
    - Probabilitet för förekomst – resultat av kombination av probabilitetsvariabler
  - Probability variables 1 – 100
    - De enskilda raster-lagrena som karaktäriserar probabilitet för olika variabler
  - [för fjällsilversmygare: "Silver layers"]
    - Variabler som kan användas för att indirekt tolka probabilitet för förekomst av fjällsilversmygare.
- Andra data
  - Datakällor som använts inom karteringen och som kan användas som bakgrundsdata:
    - H50 (höjddata med upplösningen 50 m)
    - Berggrundskartan
  - färglagd efter bergart
  - färglagd efter kemiska egenskaper
    - Lantmäteriets vegetationskartor för fjällkedjan och Norrbotten
    - Nationell marktäckedata (NMD)
    - WMS-lager
    - Markfuktighetskarta upplösning 50m och NoData-värden kodade som 255







**LUNDS**  
UNIVERSITET

[dagfjarilar.lu.se](http://dagfjarilar.lu.se)

LUNDS UNIVERSITET

Box 117  
221 00 Lund  
Tel 046-222 00 00  
[www.lu.se](http://www.lu.se)