

Kan SGUs data användas för att förutsäga vegetationens sammansättning?

Gustav Sohlenius, Eva Jirner Lindström, Linda Wickström,
Johan Daniels & Katarina Lans

september 2012

SGU-rapport: 2012:18



Kan SGUs data användas för att förutsäga vegetationens sammansättning?

Gustav Sohlenius, Eva Jirner Lindström, Linda Wickström, Johan Daniels
Sveriges geologiska undersökning Uppsala

Katarina Lans
Biogeovetarlinjen Stockholms universitet

Jordarternas och bergarternas sammansättning är utan tvekan viktiga faktorer som påverkar vegetationens sammansättning. Eftersom SGU har geologisk information från i stort sett hela Sverige finns det möjligheter att jämföra den informationen med de vegetationsdata som finns från delar av Sverige.

Geologi och vegetationen kan tillsammans eller var för sig ge upphov till höga naturvärden. Geologins påverkan på vegetationen har även ekonomisk betydelse eftersom skogens tillväxt (bonitet) i ett visst område många gånger är starkt påverkad av lokala geologiska förhållanden.

Under 2009–2010 pågick det internt finansierade SGU-projektet ”Kan SGUs data användas för att förutsäga vegetationens sammansättning?” I denna rapport sammanfattas resultaten från det projektet. Syftet med projektet var främst:

- Att testa hur SGUs data kan användas för att bättre kunna förutsäga vegetationens sammansättning och värden som är viktiga för naturvärden.
- Att utvärdera om det finns geologiska parametrar som idag inte samlats in av SGU men som skulle kunna användas för att bättre förutsäga vegetationens sammansättning.

Resultaten från detta projekt kan förhoppningsvis leda till att SGU på ett bättre sätt kan nyska och lansera våra produkter (t.ex. temakartor) till intressenter inom natur- och miljövärd liksom inom jord- och skogsbruk. Kunskap om sambanden mellan geologi och vegetation kan förhoppningsvis påverka vilka data SGU i framtiden väljer att samla in. Denna kunskap är även viktig vid SGUs hantering av remisser som rör olika typer av naturskydd.

BAKGRUND

SGU hanterar ett stort antal remisser angående nya naturreservat och andra typer av naturskydd. I dessa remisser framgår ofta att områden med höga naturvärden betingas av de geologiska förutsättningarna. Ett exempel på detta är att många växter gynnas av förekomsten av kalk i berg- och jordarter. Ett annat exempel är att vissa geomorfologiska formationer, t.ex. kanjons och raviner kan ge upphov till miljöer där växter och djur med speciella krav kan leva.

Dessa samband är dock långt ifrån alltid väl beskrivna i remisserna. Vi på SGU bör därför, i våra remissvar, bättre belysa hur de geologiska förutsättningarna påverkar naturvärden. Detta är ett sätt att öka samhällets medvetenhet om geologins betydelse. För att göra detta på bästa sätt behöver vi dock bättre kunskap om hur geologin påverkar förutsättningarna för biologiska värden.

Vegetation och markanvändning är starkt knutna till de geologiska förutsättningarna. Den nuvarande kunskapen om sambanden mellan vegetationens och geologins sammansättning är långt ifrån fullständig. Det går ofta att se direkta samband mellan jordarternas egenskaper och vegetationens karaktär. I många områden har även den lokala berggrundens sammansättning och mineralogi stor betydelse för vegetationens sammansättning. Exempelvis ger moränens kemiska sammansättning en uppfattning om markens mineralogi, vilken i sin tur kan användas för att få en uppfattning om i vilken utsträckning vittring kan bidra med näringsämnen till växtligheten.

Det här avrapporterade projektet initierades genom att SGU hade kontakter med representanter från programmet ”*Nationell inventering av landskapet i Sverige*” (NILS). En fråga som då dök upp var huruvida NILS och SGU kan dra nytta av varandras data. NILS-programmet koordineras från SLU och finansieras med medel från Naturvårdsverket. Inom NILS programmet karaktäriseras landskapet i ungefär 600 utvalda rutor (fig. 1). Ett viktigt syfte är att studera förändringar i landskapet över tiden. En slutsats av dessa diskussioner är att både NILS-programmet och SGU skulle kunna dra nytta av varandras data. NILS-programmet skulle kunna dra nytta av SGUs data för att kunna förutsäga vegetationens sammansättning och kvaliteter med större säkerhet. SGU skulle kunna använda NILS-data för att få en ökad kunskap om sambanden mellan geologi och vegetation. Denna kunskap kan vara av stort värde för att öka användandet av SGUs data inom t.ex. areella näringar och naturvård. Diskussionerna med NILS ledde till att vi sökte interna FoU-medel för det här avrapporterade projektet.

Vid flera tillfällen, under senare år, har SGU haft kontakter med Lantmäteriet för att diskutera eventuella samordningsvinster då det gäller att framställa jord- och vegetationskartor. Lantmäteriet har idag tagit fram vegetationskartor över vissa delar av Sverige. För att studera eventuella fördelar med att samordna insamlandet av vegetations- och jordartsdata har vi studerat befintliga jordarts- och vegetationskartor. Lantmäteriets kartor visar vegetationens sammansättning i betydligt större områden än vad NILS-rutorna representerar.

I områden med kalkrik berggrund förekommer ofta rikkärr, som är en av Sveriges mest artrika biotoper, och därför en mycket skyddsvärd naturtyp. Eftersom rikkärren är starkt kopplade till förekomsten av kalk så bör det finnas förutsättningar för att använda SGUs data för att prognostisera var dessa våtmarker kan förekomma. I ett examensarbete av Katarina Lans: ”Rikkärrens koppling till kalkberggrunden - Finns det några geologiska genvägar till rikkärren?” (Lans 2010), studerades om det finns förutsättningar för att använda SGUs data för att identifiera tidigare okända rikkärr. Katarina gjorde sitt examensarbete som avlutning på sina studier på biogeovetarlinjen vid Stockholms universitet (SU). Hon handledes av Helle Skånes (Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, SU), som även är verksam inom NILS-programmet.

Andra undersökningar

Det finns flera exempel på verksamheter där sambandet mellan geologi och vegetation har utnyttjats för att ta fram olika kartprodukter. Inom Svensk kärnbränslehanterings (SKB) platsundersökningar användes vegetationskartor i kombination med jordartskartor som ett av underlagen för att ta fram jordmånskartor (Lundin m.fl. 2004, Lundin m.fl. 2005). Dessa jordmånskartor baserades även på karaktärisering av jordmåner på några utvalda platser.

Liknade jordmånskartor skulle säkert kunna göras även i andra områden där det idag finns jordarts- och vegetationskartor.

I andra länder finns det flera exempel på kartor som visar både geologi och vegetation. Dessa kartor gör det möjligt att studera sambandet geologi/vegetation. På "Alaska Geobotany Centre" (<http://www.geobotany.uaf.edu/>) har man tagit fram en rad karttjänster som visar både vegetation och geologiska förhållanden i polarområdena på norra halvklotet (Walker m.fl. 2005). De mest detaljerade kartorna visar förhållandena i Alaska. Geologin redovisas här som fler separata kartor med bergarter, jordarter och geomorfologi. På en karttjänst är det möjligt att titta på dessa kartor (http://www.geobotany.uaf.edu/x_arcticgeobot/nssgeol.html). Alaska är dock i förhållande till merparten av Sverige relativt opåverkat av mänsklig markpåverkan, vilket troligen gör att det där är enklare att hitta samband mellan geologi och vegetation. Över delar av Kanada finns kartor där geologisk information och vegetationsdata presenteras på samma karta (t.ex. Robitaille m.fl. 2009). Utgångspunkten för dessa kartor är m a o att det finns ett klart samband mellan geologi, främst jordarter, och vegetationens sammansättning. På adressen <http://maps.grida.no/arctic/> finns en karttjänst där översiktliga kartor som visar olika typer av geologi och vegetation på delar av norra halvklotet redovisas. I denna karttjänst finns det möjlighet att ta fram en rad, mycket storskaliga kartor över Sverige.

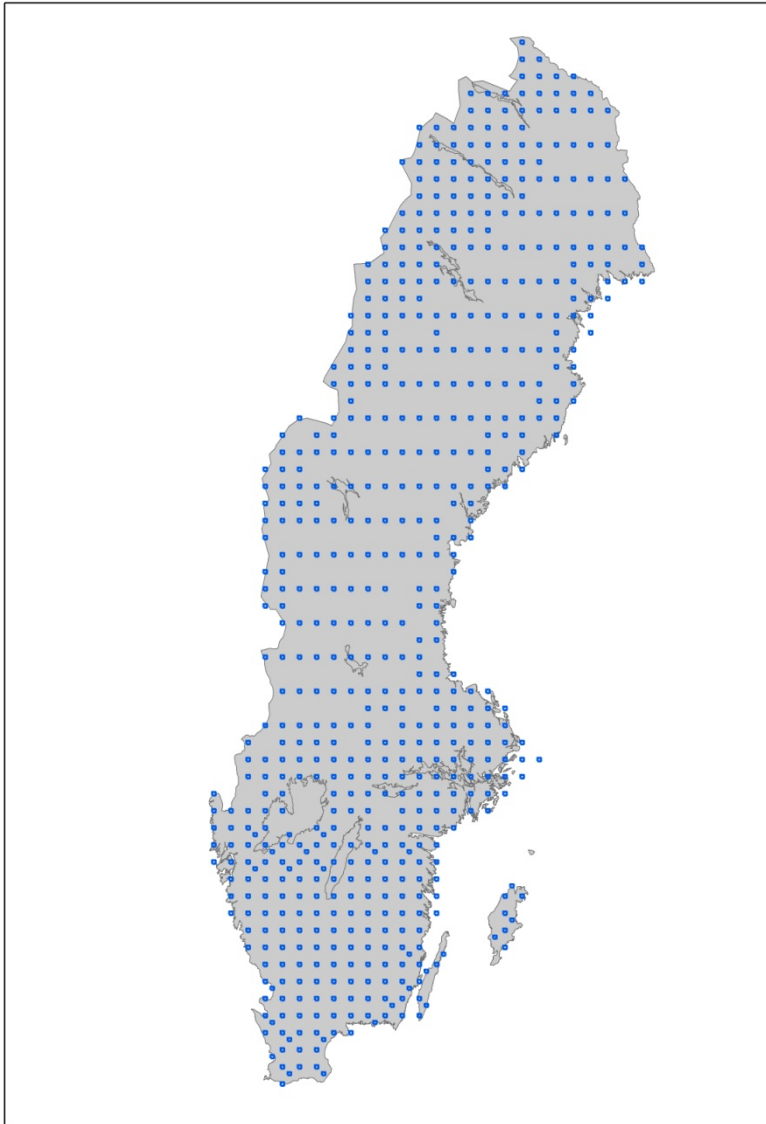
De kartorna som tagits fram i Nordamerika bygger på ett nära samarbete mellan geologer och vegetationskartörer (t.ex. Robitaille m.fl. 2009). I Sverige finns inte någon sådan tradition men det skulle säkert vara möjligt att använda samma arbetssätt även här. Framför allt i trakter som inte är så påverkade av markanvändning, t.ex. i vissa nationalparker.

DATA SOM ANVÄNDS I DETTA PROJEKT

Vegetationsdata

Nationell inventering av landskapet i Sverige (NILS)

Inom miljöövervakningsprogrammet Nationell inventering av landskapet i Sverige (NILS) karteras vegetationens sammansättning med hjälp av IRF-flygbilder (flygbilder med infrarödkänslig film). Dessutom görs detaljerad vegetationsinventering i mindre provytor, som representerar alla terrestra naturtyper.



Figur 1. Inom NILS-programmet undersöks över 600 rutor.

Inom NILS-programmet undersöks landskapets egenskaper på över 600 platser i Sverige (fig. 1). Varje undersökt plats utgörs av en ruta som har en yta på 5x5 kilometer. De flesta undersökningar sker i en inre ruta som är 1x1 kilometer. Inom varje inre ruta görs flygbildskartering av vegetationens sammansättning (Allard m.fl. 2003). I fält görs dessutom detaljerad karaktärisering av vegetationen på mindre provytor som finns i varje NILS ruta (Esseen m.fl. 2007). Vid flygbildstolkningen avgränsas ytor i så stor utsträckning som möjligt med utgångspunkt från tydliga gränser i naturen. Ytorna måste normalt vara minst 0,1 ha för att avgränsas.

Vegetationsdata från NILS-rutorna omfattar bland annat information om trädslag, markfuktighet, fältskiktets vegetation och markanvändning. I varje ruta finns 12 punkter där

data samlats in på marken. Här finns ingående information om vegetationens sammansättning men också information om jordart och fältbedömd kornstorlekssammansättning.

Det material som tas fram inom NILS-programmet gör det möjligt att studera vegetation och markanvändning i Sveriges olika landskapstyper. Ytorna kommer att undersökas med jämna tidsintervall vilket möjliggör upptäckter av förändringar av landskapet. Visserligen har jordarten bedömts i några punkter i varje ruta, men i nuläget har ingen utförlig geologisk karaktärisering gjorts av de undersökta rutorna inom NILS-programmet. Därför skulle programmet gagnas av tillgång till sådana data då viktiga moment av bedömningen av vegetationens sammansättning och egenskaper till delar vilar på ett samband mellan vegetationen och dess ståndort.

Från en stor andel av NILS-rutorna finns på SGU mer eller mindre detaljerad geologisk information, som bl.a. visar den geografiska fördelningen av berg- och jordarter. I vissa områden är dock data av mer översiktligt slag. Under projektets första år gjordes en sammanställning som visar vilka SGU data som finns i varje NILS-ruta. Senare erhöll vi på SGU vegetationsdata från några av NILS-rutorna. Det fanns dock inte färdigställda flygbildstolkningar av vegetationen från samtliga de NILS-rutor som efterfrågades.

NILS-rutornas geografiska läge och läget för data som tagits fram från rutorna är belagda med sekretess och redovisas därför inte i denna rapport. Istället redovisas denna information här utan geografiska referenser.

Lantmäteriets vegetationskartor

På Lantmäteriet har man tagit fram vegetationskartor över stora delar av Sverige. I projektets slutskede jämfördes dessa kartor i GIS med SGUs jord- och berggrundskartor i syfte att finna eventuella samband mellan vegetation och geologi. Resultaten från denna jämförelse kommer att presenteras i en separat rapport (Andersson, Jirner Lindström & Sohlenius, i manus).

Lantmäteriets vegetationskartor baseras på tolkning av IRF-flygbilder som stöds av fältarbete. Idag finns vegetationskartor för Norrbottens, Jämtlands, Västmanlands, och Värmlands län, samt på Öland och över fjällkedjan. De mest detaljerade vegetationskartorna finns över Värmlands och Västmanlands län.

Vegetationen är indelad i naturtyperna skog, myr, gräs-örtvegetation, risvegetation, substrat- och kulturmark. Naturtyperna indelas sedan i sin tur i olika vegetationstyper. Skogen indelas t.ex. efter barr/löv och sedan i fuktighetsklasser. Myrar indelas efter fysionomi (ristuvor, mjukmatta, lösbotten etc.) och efter näringsförsörjning (mosse eller kärr). Sammantaget finns för hela Sverige ett 70-tal olika klasser för vegetation samt ca 20 markanvändningsklasser. Dessa tillsammans med tilläggsinformation innebär att systemet kan redovisa över 300 olika varianter av vegetation.

I rapporten av Andersson, Jirner Lindström & Sohlenius (i manus) har vi med GIS jämfört vegetationsdata från delar av Västmanland och västra Dalarnas län med SGUs jord och berggrundsgelogiska data. Vi har även visuellt jämfört vegetationskartor från Norrbottens fjällområden med SGUs geologiska kartor. Resultaten från denna sist nämnda jämförelse redovisas i denna rapport.

Vegetationskartor från Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet

Vid Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet (nuvarande Institutionen för kvartärgeologi och naturgeografi) har vegetationskartor tagits fram, bland annat över området kring Siljan i Dalarna (Andersson & von Sydow 1981). Inom detta projekt har vi översiktligt jämfört data från Dalarnas län (framför allt norr om Rättvik) med SGUs geologiska information.

Geologisk information

Inom projektet har vi använt delar av den digitaliserade geologiska information som finns på SGU och som kan förväntas var relevant för att studera hur geologins påverkar vegetationens sammansättning. Eftersom studien varit inriktad på Uppsala och Dalarnas län har främst information från dessa områden använts.

Följande SGU-data har använts:

1. Jordartskartor och information om isrörelseriktning från räfflor.
2. Berggrundskartor.
3. Moränens geokemiska sammansättning.
4. Kaliumstrålning (Från flygeofysiska flygmätningar).

Det finns med all säkerhet geologisk information som är relevant för projektets frågeställningar men som vi inte använt. Det gäller framför allt äldre data som för närvarande inte finns i digital form. Exempelvis finns i SGUs torvarkiv ett omfattande material som visar torvmarkernas egenskaper både när det gäller torvslag och vegetation. Det finns dessutom en hel del publicerad information med information om jordarternas kalkhalt (t.ex. Gillberg 1965, Ingmar & Moreborg 1976). Kalkhalten är en av de geologiska parametrar som kan förväntas påverka vegetationen.

GENOMFÖRANDE

Projektet omfattar dels jämförelser mellan befintliga geologiska och vegetationsdata, och dels kompletterande fältundersökningar av sambandet mellan geologi och vegetation. Inom ramen för projektet gjordes dessutom ett examensarbete av Katarina Lans (Stockholms Universitet).

GIS arbeten har pågått under hela projektet först med data från NILS-programmet och senare med vegetationskartor från Lantmäteriet. I första hand har lantmäteriets kartor från Västmanland och västra Dalarna studerats i GIS. Dessa resultat redovisas i en separat rapport (Andersson m.fl., i manus). Jämförelsen mellan vegetation och geologisk data från Norrbottens län och Siljansområdet har gjorts med analoga kartor och redovisas i denna rapport.

Under projektets första år studerades några NILS-rutor i Uppsalas närområden. Dessa studier gjordes främst för att undersöka eventuella samband mellan jordarter och vegetation. Under projektets andra år utökades studien till Dalarnas län. Här undersöktes även sambandet mellan vegetationens och berggrundens sammansättning.

GIS analyser

Under projektets första år jämfördes vegetationsdata från NILS-programmet med olika typer av data från SGU. Jämförelserna gjordes i ArcGIS desktop 10. Jämförelsen omfattade både NILS-data från fältprovvytor och resultat från den flygbildstolkning av vegetationens sammansättning som görs inom NILS-programmet. Ett syfte med dessa analyser var att identifiera rutor som är lämpliga för vidare studier i fält. Då det gäller data från SGU användes inledningsvis i första hand SGUs jordartskartor från Uppsalas närområde. För detta valdes rutor med varierande jordartsgeologisk karaktär ut. I en ruta finns exempelvis relativt stora områden med dikade torvmarker medan en annan ruta domineras av en isälvsavlagring. Senare har ett antal rutor från Dalarnas län med skiftande berggrundsgeologi men med relativt homogen jordartsgeologi valts ut. I Dalarna finns mycket skiftande bergarter med avseende på känslighet för kemisk vittring. Stora delar av detta län täcks av en svårvittrad sandsten men det finns även områden med mer lättvittrade bergarter såsom basalt (Öjebasalt) och diabas. Tanken var därför vegetationen i dessa utvalda rutor i stor utsträckning påverkats av berggrundens mineralogi. Jordartäcket i dessa områden är relativt homogent och domineras av morän.

Under projektets slutskede jämförde Lantmäteriets vegetationskartor med SGUs jordarts- och berggrundsinformation. I första hand arbetade vi med data från Västmanlands och västra delen av Dalarnas län. Genom att slå ihop de olika dataskikten var det möjligt att beräkna den procentuella fördelningen av olika vegetationstyper på de vanligaste jordarterna (se Andersson m.fl., i manus).

Vi jämförde även geologi och vegetation på tryckta analoga kartor över Norrbottens fjällområden och området i och kring Siljansringen i Dalarnas län. Dessa jämförelser är av mer kvalitativt och översiktligt slag än de som gjordes i GIS.

Kaliumstrålning för att identifiera torvmarker

En fråga som dök upp i diskussionerna med representanter för NILS-programmet var huruvida det finns möjlighet att identifiera områden med torv på platser där detaljerade jordartskartor saknas. På SGU har tidigare kaliumstrålning från flygmätningar använts för att prognostisera torvförekomster. I områden med torv så är kaliumstrålningen ofta betydligt lägre än i andra områden. I detta projekt har resultaten från SGUs mätningar av kaliumstrålning därför använts för att identifiera förekomster av torv i områden där jordartskartorna är av översiktlig karaktär. Under projektets första år jämfördes resultaten från strålningsmätningarna med utbredningen av torvmarker som den visas på SGUs detaljerade jordartskartor. Detta gjordes för att utvärdera hur väl kaliumdata återspeglar torvtäckets faktiska utbredning. Därefter studerades kaliumstrålningen i områden där jordartskartorna är av en översiktlig karaktär. Under projektets andra år mättes kaliumstrålningen på marken med en spektrometer (Fugro Instruments, RS-125) i ett antal NILS-rutor. Dessa mätningar utfördes på hållmark samt på de vanligaste jordarterna i rutorna. Syftet var att verifiera resultaten från flygmätningarna, samt att studera om de olika jordarterna skiljer sig åt med avseende på kaliumstrålning. Framför allt studerades om områden med torv har en lägre strålning än andra områden.

Fältundersökningar

Flera av NILS-rutorna i Uppsalas närområde studerades i fält. Ett viktigt syfte med dessa studier var att undersöka sambandet mellan jordarter och vegetation. Fältbesöken gjordes i rutor med en inbördes varierande sammansättning på jordtäcket. Under projektets sista år besöktes några rutor i Dalarna. Syftet med det var att undersöka närbelägna platser med skiftande berggrundsgeologi. I vissa av dessa rutor dominerar berggrundens mineralogi av svårvittrande mineral i andra av lättvittrade mineral. Det är tänkbart att dessa skillnader påverkar vegetationens sammansättning. Vid ett par tillfällen besöktes rutorna tillsammans med personer som är verksamma inom NILS-programmet (Helle Skånes, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi SU, Anders Glimskär, Inst. Ekologi SLU, Anna Allard, Inst. Skoglig resurshållning SLU). De som arbetar inom NILS-programmet har en stor kännedom om vilka kriterier som används för att klassificera olika typer av vegetation. Denna kunskap har varit nödvändig för att kunna genomföra detta projekt.

I de rutor som ligger nära Uppsala studerades några transekter tvärs rutorna varvid kartornas vegetations- och jordartsklasser jämfördes med våra iakttagelser i fält. I de fall som fältobservationerna inte överensstämde med kartmaterialet noterades detta. I varje NILS-ruta finns ett tiotal punkter som undersökts i fält. På dessa punkter har bl.a. jordarten bestämts. Dessa klassificeringar jämfördes i fält samt med SGUs jordartsdata.

I NILS-rutorna i Dalarna togs prover inom ramen för ett examensarbete, som tyvärr aldrig slutfördes. Det gjorde att proverna inte analyserades i den omfattning som från början var tänkt. Syftet var att bestämma om sammansättningen på moränen i områden med bergarter som har olika benägenhet att vittra kemiskt. Bergarterna (sandsten och basalt) skiljer sig åt på ett sådant sätt att skillnaderna bör kunna leda till att även vegetationen skiljer sig åt. För att avgöra detta karaktäriserades vegetationen på de provtagningsplatserna. Proverna analyserades senare på SGU med avseende på kemisk sammansättning och pH.

Kan SGUs data användas för att identifiera rikkärr

Rikkärr är myrar med nära neutralt pH (pH 6–8) och höga koncentrationer av baskatjoner i vattnet (se vidare i Sundberg 2006). En vanlig missuppfattning är att rikkärren är näringsrika (= eutrofa). Detta stämmer inte utan de är generellt relativt näringsfattiga, dvs. oligotrofa eller mesotrofa. Däremot är rikkärr en naturtyp med hög artrikedom, som återfinns i kalkrika våtmarker. Kända rikkärr upptar idag 2–3 % av myrarealen i Sverige (Sjörs & Gunnarsson 2002). Med snabbare och effektivare inventeringsmetoder skulle med all sannolikhet fler rikkärr identifieras. Ett sätt att snabbt identifiera områden där rikkärr kan tänkas förekomma skulle kunna vara att använda den geologiska information som finns på SGU.

Under våren 2010 genomförde Katarina Lans (Biogeovetarlinjen, Stockholms universitet) ett examensarbete som syftade till att undersöka om geologisk information kan användas för att identifiera områden med rikkärr.

I GIS jämfördes kända rikkärr med SGUs geologiska information. Förekomsten av rikkärr erhöles från Länsstyrelsernas inventeringar av rikkärr. Jämförelsen inkluderade en stor mängd geologiska data: jordartskartor, resultat från morängeokemiska undersökningar, biogeokemi, isräfflor, förekomster av täkter där kalk utvunnits samt berggrundskartor.

Inom ramen för examensarbetet besöktes dessutom några rikkärr i Dalarnas län. Syftet var att avgöra om det i fält var möjligt att identifiera geologiska parametrar som ger förutsättningar för uppkomsten av rikkärr. Detta gjordes genom att studera bergartssammansättningen på block och hållar i närheten av rikkärren. Dessutom testades moränens eventuella kalkinnehåll med saltsyra.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Det har generellt sett visat sig vara svårare än förväntat att hitta samband mellan vegetationskartor och SGUs geologiska information. I vissa fall har det dock gått att hitta samband mellan geologiska data och vegetationsdata. I många områden är dessa samband av en sådan karaktär att det hade varit högst märkligt om de inte hade gått att upptäcka (exempelvis sambandet mellan torv och olika typer av våtmarksvegetation).

Jordarterna kan förväntas påverka vegetationens sammansättning på flera sätt t.ex.:

- 1) Finkorniga jordarter har en högre vattenhållande förmåga än grovkorniga, vilket gör att torktåliga växter ofta dominerar på platser med grovkorniga jordar.
- 2) Områden med mossetorv och kärrtorv utgörs oftast av våtmarker med en vegetation som skiljer sig från omgivande torrare mark.
- 3) Områden där ett jordtäckte saknas (hällmark) utgörs ofta av mager skog med en undervegetation som är rik på lav.

Generellt sett så är det lättare att i fält se samband mellan vegetation och jordarter än de samband som går att se genom att jämföra data. I vissa fall beror detta på att vegetationen och/eller jordarterna inte har karaktäriserats på ett sådant sätt att dessa samband återspeglas i data. I andra fall har antingen den geografiska positioneringen varit bristfällig vid kartläggningen eller så har klassificeringen skett på ett felaktigt sätt. Detta gör att gränser som borde återspeglas i data inte alltid gör det. Exempelvis har jordartskartorna i vissa områden tagits fram med utgångspunkt från översiktliga kartmaterial vilket gör att gränserna mellan olika jordartsklasser blir felaktiga. Dessutom har data i många fall generaliserats för att passa en tryckt produkt. Det bör även påpekas att NILS-rutorna är relativt små (1x1 km) vilket gör det svårt att utföra en mer omfattande jämförelse mellan de olika typerna av data. Även om de exakta gränserna mellan olika klasser inte alltid stämmer så bör dock de centrala delarna av varje yta stämma överens med de faktiska förhållandena. Genom att jämföra de centrala delarna av vegetations och jordartsytorna är det alltså möjligt att studera eventuella korrelationer mellan dessa data. I den studie som presenteras i (Andersson m.fl. i manus) har de centrala delarna av ytorna jämförts i GIS. Resultaten visar att det finns tydliga samband mellan vegetation och geologi. Den mest uppenbara korrelationen finns mellan jordarter och vegetation, men i områden där det finns bergarter med skiftande benägenhet att vittra kemiskt har det varit möjlighet att fastställa vegetationsvariationer som sannolikt spegla bergarternas mineralogi. Berggrunden påverkar vegetationens sammansättning på ett relativt storskaligt och inte alltid enkelt förutsägbart sätt. En övergång från en lätt- till en svårvittrad bergart speglas inte alltid direkt i vegetationens sammansättning. En orsak till den är att jordtäckets mineralogi inte alltid speglar den underliggande berggrundens. För att påverka vegetationen måste därför en bergart ha en arell utbredning som är tillräckligt stor för att jordarternas, främst moränens, mineralogiska sammansättning påverkas. Vegetationskartorna visar dessutom inte alltid de variationer i vegetationens sammansättning som är en effekt av berggrundens

mineralogiska egenskaper. Det är t.ex. inte säkert att de arter som gynnas av en kalkrik mark påverkar vegetationens totala sammansättning på ett sådant sätt att det framgår av vegetationskartan.

Observationer i NILS-rutorna

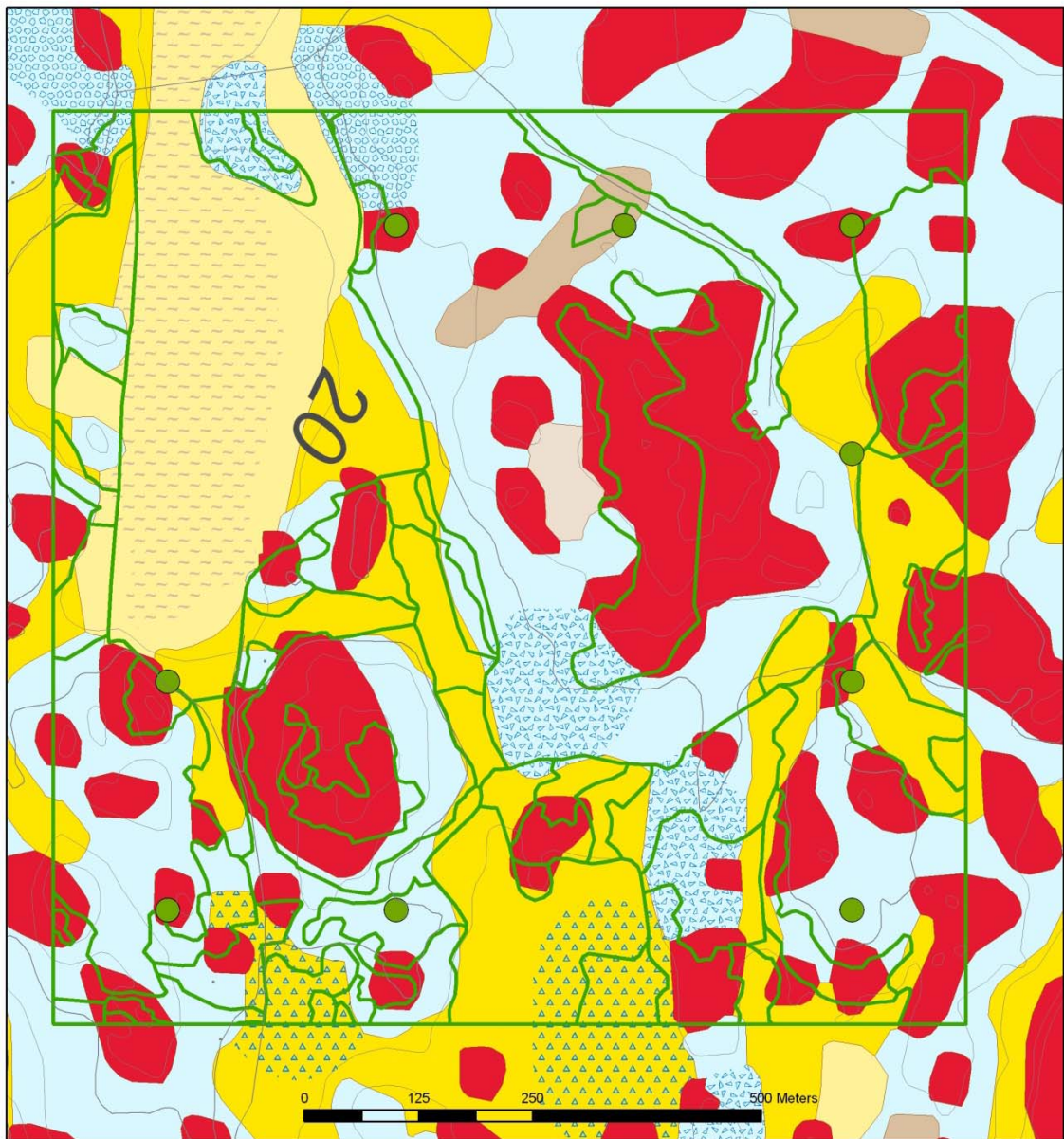
Jordarternas inverkan på vegetationen

Under de två år som projektet pågick besöktes ett antal NILS-rutor i Uppsalas närområde (t.ex. fig. 2). Under projektets andra år besöktes tre rutor i Dalarna. Studierna i Uppsalatrakten var främst inriktade på att studera sambandet mellan vegetation och jordarter, medan studien i Dalarna inkluderade berggrundens påverkan på växtligheten. För att göra dessa jämförelser studerades först SGUs jordartskartor och den vegetationskarta som tagits fram inom NILS-programmet, med hjälp av tolkningar av flygbilder. Därefter jämfördes kartornas gränsdragningar och klassningar i fält. Syftet var dels att jämföra SGUs data med data från NILS-programmet och dels att på plats studera hur väl dessa data stämmer med faktiska förhållanden.

Då det gäller sambandet mellan vegetation och jordarter kom flera resultat fram vid besöken i NILS-rutorna.

- 1) Våtmarker som är mer eller mindre opåverkade av dikning har oftast vegetation som påtagligt skiljer sig från omgivande jordarter. Då det gäller större torvtäckta våtmarker framgår detta av data från de flygbildstolkningar som gjorts inom NILS-programmet. Då det gäller mindre torvmarker (ca 0,5–2 hektar) som redovisas på jordartskartan framgår det inte alltid av NILS-data att dessa områden har en vegetation som skiljer sig från omgivningen. Däremot visade fältbesöken att dessa små våtmarker många gånger har en vegetation som avviker från omgivande jordarter. SGUs indelning av torvmarker (mossetorv och kärrtorv) är dock sannolikt för översiktlig för att kunna förutsäga alla de typer av vegetation som förekommer i våtmarker. Dessutom verkar man inom NILS-programmet använda en lite annan definition av mosse och kärr jämfört med den som används på SGU.
- 2) I områden under högsta kustlinjen utgörs ofta den öppna kultiverade marken av finkorniga sediment som omges av hållmarker och morän. Gränsen mellan dessa finkorniga jordar och omgivande mark framträder ofta tydligt både på jordarts- och vegetationskartor (fig. 4A och B).
- 3) Vegetationen i områden med dikade våtmarker skiljer sig inte alltid tydligt från omgivande mark. I en av de studerade rutorna finns en stor dikad torvmark som delvis har planterats med gran. Även omgivande moränmark har vid samma tillfälle planterats med gran. Vegetationen på morän och dikad torvmark blir därmed av samma karaktär. Eftersom granskogen är väldigt tät så saknas undervegetation nästan helt vilket gör att även denna inte skiljer sig nämnvärt mellan de två jordarterna. Speciellt om skog planterats är det mer eller mindre omöjligt att med hjälp av vegetationen upptäcka jordartsgränser. Detta gäller även de små ytor med lera och sand som ofta förekommer i de uppländska skogarna.

- 4) På några platser finns områden med lera i skogsmark där trädsiktet till en större andel utgörs av lövträd jämfört med omgivande moränmark (fig. 5). Dessa lerområden redovisas ofta på jordartskartan men däremot ofta inte på vegetationskartan.
- 5) I vissa områden överskattar jordartskartan hållmarkens utbredning. Det beror delvis på att jordartskartan visar fördelningen av jordarter på 0,5 m djup. Den främsta faktorn till att hållmarken överskattas är dock att jordartskartan av kartografiska skäl överdrivit utbredningen av framför allt småhällar. Områden där jordartskartan visar större och sammanhängande områden med hållmark skiljer sig vegetation påtagligt från omgivande mark (oftast moränmark). Hållmarken utgörs ofta av gles tallskog med ett fålskikt som domineras av lavar (fig. 3). I de NILS-rutor som besöktes framgick detta inte alltid av de tolkningar av flygbilder som tagits fram inom NILS-programmet (fig. 2).
- 6) Trädsiktet i moränmarker varierar många gånger påtagligt t.ex. på grund av att vissa områden är nyavverkade, andra är planterade med likåldrig skog medan andra moränmarker fram tills nyligen varit betesmark. Dessutom varierar markfuktigheten i moränterrängen mellan höga och låga partier, vilket i sin tur påverkar vegetationen i fålskiktet. Ett område med morän som har homogena egenskaper kan därför uppvisa en mycket heterogen vegetation.
- 7) Inom NILS-programmet utförs ett antal jordartsbestämningar i varje ruta. En jämförelse med SGUs jordartskarta visar att de klassificeringar som gjorts inom NILS-programmet inte alltid överensstämmer med SGUs data. Vid fältbesöken framgick att de klassificeringar som gjorts inom NILS-programmet inte alltid stämmer. Fältpersonal inom NILS-programmet skulle därför sannolikt ha nytta av att använda SGUs jordartsinformation där sådan finns.
- 8) I en av rutorna visade det sig att kvaliteten på jordartskartan inte medgav någon detaljerad jämförelse med NILS-data. Orsaken till detta är att jordartskartan tagits fram med översiktliga underlagskartor vilket gör att den geografiska noggrannheten är relativt dålig. Det är dock sannolikt möjligt att styra upp jordartskartan med en detaljerad höjdmodell och terrängkartans våtmarksskikt (fig. 6 och 7). Även vegetationsdata skulle eventuellt kunna användas för att uppdatera jordartskartan. Vid besöket noterades ett par hällar som inte finns med på jordartskartan, men som på vegetationskartan framgick som områden med torr lavrik vegetation.



Figur 2. Nilsruta i Uppsalas närområde. De gröna linjerna visar gränserna för de flygbildstolkade vegetationsklasserna. Det är tydligt att ytorna på jordartskartan i de flesta fall inte sammanfaller speciellt väl med ytorna på vegetationskartan. De gula ytorna utgörs av olika typer av leror, de röda ytorna är områden med hällmark, de blå ytorna är morän och de bruna nyanserna är områden med olika typer av torv. De gröna punkterna motsvarar de platser där noggranna fältundersökningar utförts inom NILS-programmet. På dessa platser har bl.a. jordarten klassificerats.



Figur 3. Detta hällområde finns redovisat på jordartskartan (modell A, skala 1:50 000). Mitt uppe på hällen är undervegetationen mycket sparsam, vilket inte alls framgår av vegetationskartan. Dessutom är skogen gles och domineras av tall medan det enligt vegetationskartan här finns en granskog. Genom att använda jordartskartan som ett stöd vid flygbildstolkningen skulle sannolikt tolkningen av vegetationen blivit mer korrekt eftersom hällmark ofta kännetecknas av den vegetationstyp som syns på bilden.



A)

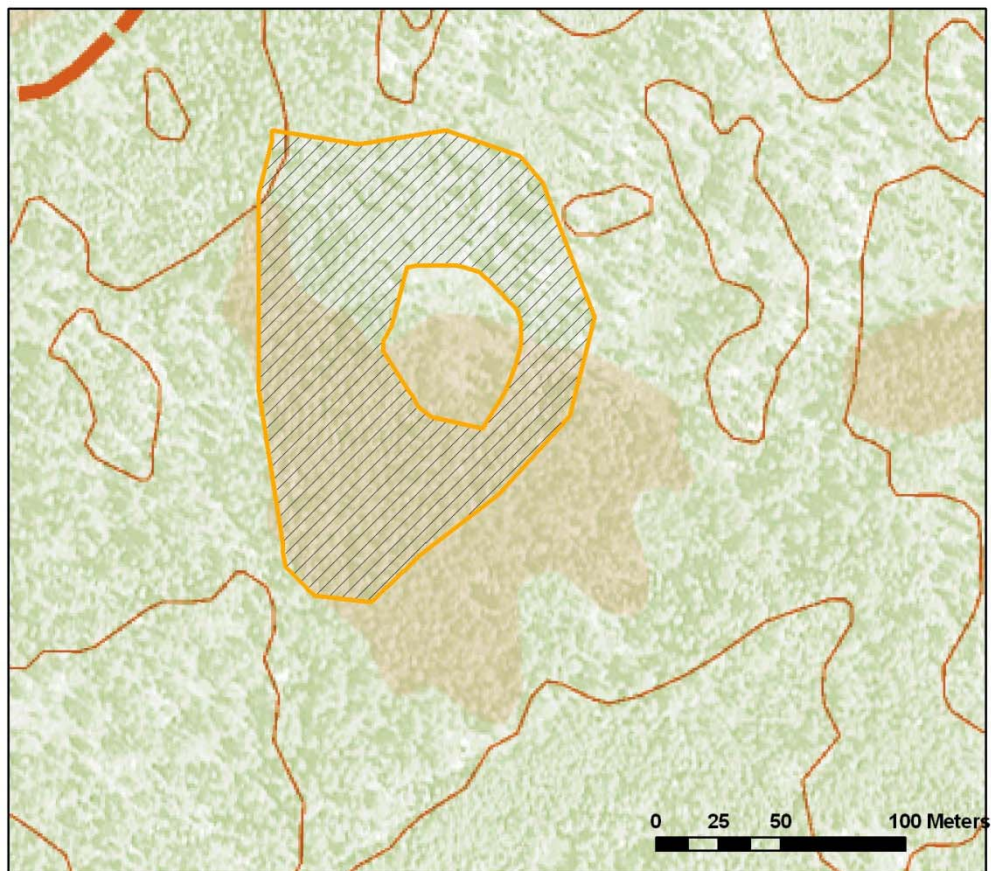


B)

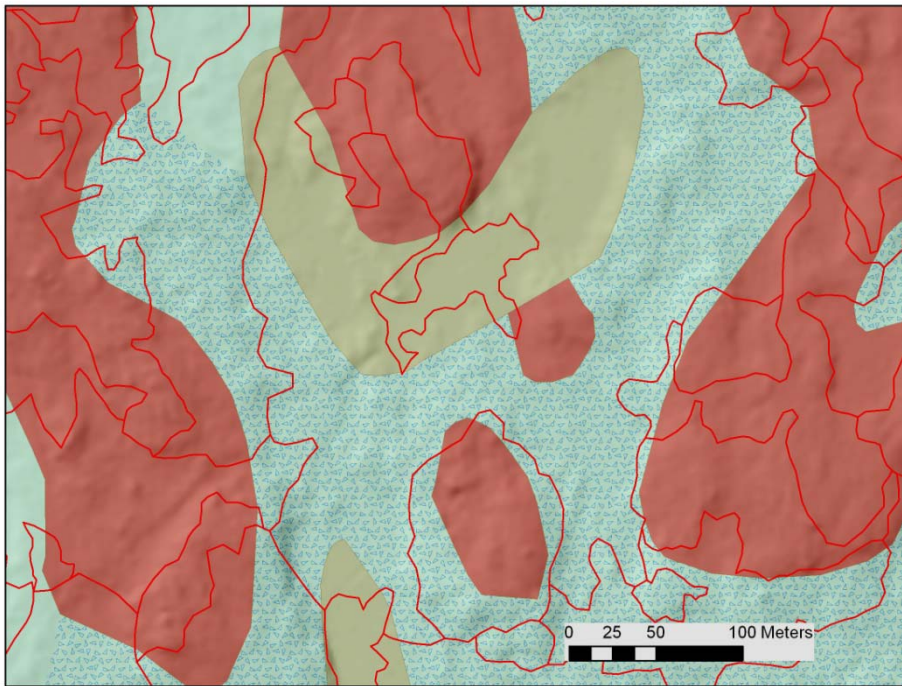
Figur 4 A och B. Övergången mellan skog och öppen mark sammanfaller här med gränsen mellan morän och glaciallera. I områden under högsta kustlinjen är det mycket vanligt att öppna områden med finkorniga sediment är kultiverade medan omgivande morän/hällmark utgörs av skog. Bild A är tagen upp mot moränmarken medan Bild B är tagen ut mot området med glaciallera. Denna gräns är mycket tydlig både med avseende på både vegetation och jordart. Detta framgår både på vegetations- och jordartskartan.



Figur 5. På denna plats finns enligt jordartskartan glaciallera, vilket kunde bekräftas i fält. Trädsiktet i området med glaciallera utgörs nästa helt av björk, medan omgivande moränmark domineras av tall. Denna björkskog redovisas inte på vegetationskartan.



Figur 6. Det rasterade området med orange avgränsning utgörs enligt jordartskartan (skala 1:50 000, modell A) av mossetorv. En jämförelse med fastighetskartan visar att våtmarken (ljus brun) som utgörs av mossetorv har en annan utbredning än vad som framgår av jordartskartan. Det skulle dock vara möjligt att använda fastighetskartan för att ge torven en mer korrekt utbredning. Torvmarken ligger i en NILS-ruta och den felaktiga jordartsgränsen kunde bekräftas vid ett fältbesök.



Figur 7. Jämförelse mellan jordartskartan och Lantmäteriets höjddata samt gränserna mellan olika vegetationsklasser i en NILS-ruta (röda linjer). I den övre delen av bilden syns ett brunfärgat område som på jordartskartan symboliserar torv. En jämförelse med höjdmodellen visar att hela detta område inte kan utgöras av torv eftersom ytan delvis är mycket ojämn. Däremot speglar vegetationskartans avgränsningar delvis bättre torvens utbredning. Orsaken till torvens väl tilltagna utbredning är den generalisering som gjorts vid framställandet av jordartskartan.

Berggrundens inverkan på vegetationen

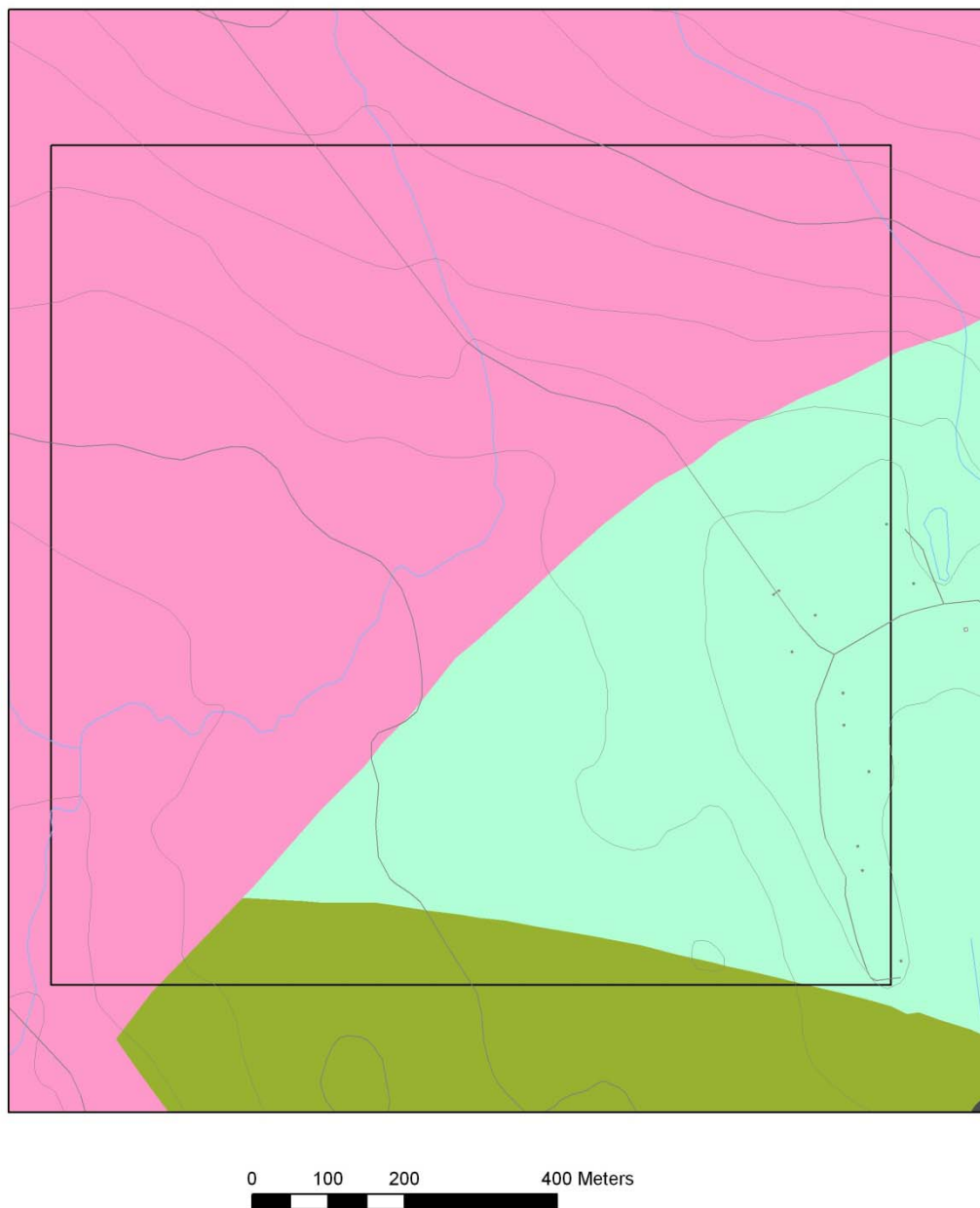
Bergarternas benägenhet att vittra kemiskt kan förväntas påverka vegetationens sammansättning. Detta kan tänkas ske genom att växtligheten i områden med hållmark påverkas, men framför allt genom att bergarterna i ett område har en direkt påverkan på många jordarters sammansättning. Framför allt kan moränens sammansättning förväntas återspegla bergarterna i ett visst område. Moränen i olika områden har dock transporterats olika långt av inlandsisarna, vilket gör att en bergart kan påverka moränens sammansättning fler mil från där den finns i fast klyft. Det gör i sin tur att det krävs en hel del geologisk kunskap för att kunna förutsäga hur vegetationen kan tänkas påverkas av bergarternas egenskaper.

Under projektets första år besöktes ett område med karbonatberggrund nära Vattholma norr om Uppsala. Området dominerades helt av morän med småhällar i höjdområdena. I anslutning till kalkberggrunden påträffades flera kalkgynnade växter. Det gick dock inte att helt säkerställa om förekomsten av dessa växter är en effekt av områdets geologi. Kalkberggrunden har en relativt liten geografisk utbredning i området. Under projektets andra år valde vi därför att studera några områden med större sammanhängande berggrund av en viss karaktär. Ett antal NILS-rutor i Dalarna med varierande berggrundsgeologi valdes därför ut. De olika bergarterna har olika benägenhet att vittra kemiskt vilket bör kunna ha en påverkan på vegetationens sammansättning. Samtliga rutor domineras av morän som till största delen täcks av skog.

Siljansringen Ruta 310

I rutan finns både svårvittrad granit och kalkhaltiga sedimentära bergarter. Här finns detaljerad information om bergarterna samt översiktlig jordartsinformation. Den nordvästra halvan av rutan utgörs av granit medan den sydöstra halvan utgörs av sedimentära till stor del kalkhaltiga bergarter (fig. 6). Den kalkhaltiga berggrunden kan förväntas ha en effekt på vegetationens sammansättning. Det är väl känt att det på många lokaler i och nära Siljansringen finns kalkkrävande växter. I närheten av den här besökta NILS-rutan finns också ett naturreservat med en kalkstensravin som enligt uppgift har en speciell kalkgynnad flora. I hela NILS-rutan är morän den dominerande jordarten. Gränsen mellan granit och sedimentär berggrund avspeglade sig inte på ett tydligt sätt i den vegetation som finns i området. Det blir dock successivt frodigare om man förflyttar sig från området med granit (fig. 7) in i området med sedimentära berggrund (fig. 8). I området med sedimentär berggrund är moränen relativt finkornig och delvis uppodlad. Den dominerande isrörelseriktningen i området är från nordväst och man kan därför förvänta sig att moränen i området med sedimentär berggrund innehåller en hel del granit. Detta är troligen förklaringen till att växtligheten inte direkt korrelerar med bergartsgränsen.

Prover togs på två platser i området med sedimentär berggrund. Den ena platsen utgörs av fuktig tallskog. I provgropen registrerades ett humuslager som underlagrades av podsolerad mineraljord. På den andra platsen (fig. 8) utgörs vegetationen av midsommarblomster och andra näringskrävande arter. I mullen fanns det spår av maskar. Mineraljorden i gropen saknade en urlakningshorisont och kan karaktäriseras som en brunjord. Vi lyckades inte hitta några kalkstenar eller andra sedimentära bergarter i området. Prover togs även i området med granit (fig. 7). Här är mineraljorden mer tydligt podsolerad.



Figur 8. Berggrundskarta för ruta 310. Det rosa området utgörs av granit, medan övriga områden utgörs av sedimentära, till stor del kalkhaltiga bergarter (från SGUs databas).



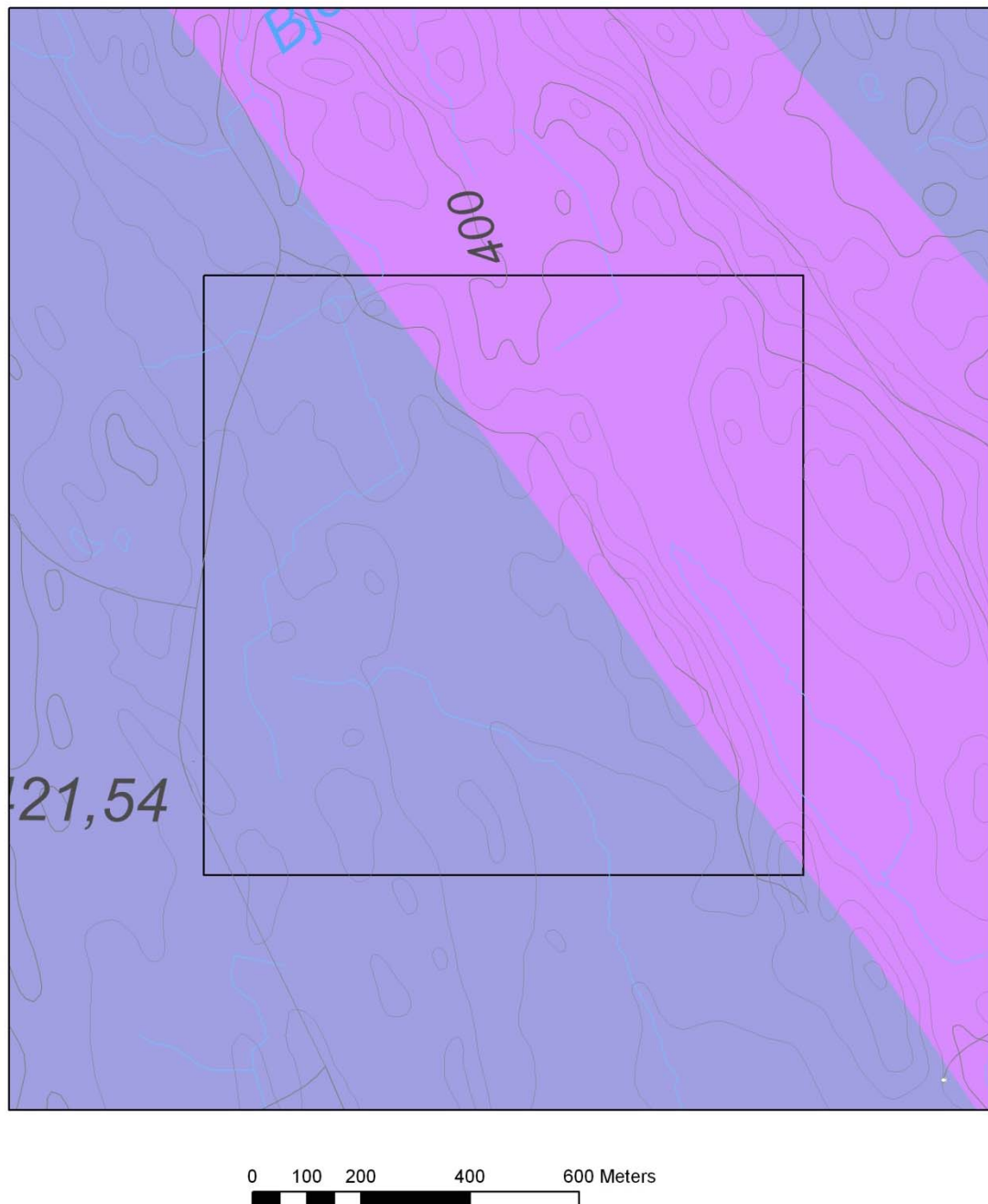
Figur 9. I den del av NILS-ruta 310 som underlagras av granit dominerar tallskog.



Figur 10. I den del av NILS-ruta 310 som underlagras av sedimentär berggrund är vegetationen på moränen relativt frodig. Det är dock inte möjligt att med vegetationen som gräns se övergången mellan granit och kalkhaltig sedimentär berggrund.



Figur 11. Foto från en Nils-ruta (307) där diabas är den dominerande bergarten.



Figur 12. Berggrundskarta för NILS-ruta 307. Det blå området i SV utgörs av sandsten medan det lila området i NO utgörs av diabas.

Västra Dalarna ruta 307

I den sydvästra delen av rutan finns svårvittrad kvartsrik Dalasandsten medan lättvitrad diabas dominerar i rutans nordvästra del (fig. 12). Jordtäcket domineras helt av morän och torv. I delar av området är moräntäcket tunt och har en hög frekvens av hållar. Både berg- och jordartsinformationen är av översiktlig karaktär. I området med diabas är vegetationen relativt frodig (fig. 11). Träden utgörs främst av tall och gran. Ett prov togs i området med diabas. På denna plats utgörs jordmånen av podsol.

Västra Dalarna ruta 317

Området domineras helt av kvartsrik svårvittrad sandsten, s.k. Dalasandsten. Området täcks av morän och torv. Både berg- och jordartsinformationen är av översiktlig karaktär. I detta område domineras vegetationen på moränen helt av mager gles tallskog med en undervegetation som är rik på lav, ljung och lingonris (fig. 13). I en skärning kunde vi konstatera att moränen helt domineras av den rödaktiga sandsten som utgör områdets berggrund (fig. 14). Moränen i skärningen liksom på provtagningsplatsen är sandig. Prover togs på en plats där jordmånen utgörs av en väl utbildad podsol.

I vegetationskartan finns även information om markytans blockhalt. I den här besökta rutan stämmer dock inte den informationen överens med de observationer som gjordes vid fältbesöket. På vegetationskartan anges dessutom typ av marktäcke. Områden med marktäcke våtmark stämmer relativt väl överens med torvtäckets utbredning. Det finns dock områden, som i två fall är större än 1 ha, där det enligt vegetationskartan är våtmark, medan observationer vid besöket visar att det är relativt torr moränmark. Jordartskartan stämmer väl med de observationer som gjordes vid besöket i rutan.

Förutom de ovan beskrivna NILS-rutorna togs prover på fyra platser vilka inte ligger i NILS-rutor. Detta för att få ett större underlag till studien av bergarternas påverkan på vegetationen. Tre av dessa platser ligger inom utbredningen för Öjebasalten, medan den fjärde ligger i området med Dalasandsten. Platsen som underlagras av sandsten täcktes av en morän med en mycket mager undervegetation, rik på lav och ljung. Lokalerna med Öjebasalt kännetecknas av en rikare vegetation. Moränen på dessa platser har dock inslag av vattenavsatta sediment. Dessutom ligger basaltlokalerna i en markant dalgång. Detta gör att det är svårt att dra några slutsatser av jämförelsen mellan basalt- och sandstenslokalerna. Resultat från analyser av några av proverna redovisas nedan.

I rapporten av (Andersson m.fl., i manus) redovisas resultat från en jämförelse i GIS mellan SGUs berggrundskarta och Lantmäteriets vegetationskarta. Resultaten visa att vegetationen i områdena som domineras av basalt och diabas är generellt sett frodigare jämfört med den i områden där berggrunden domineras av sandsten.

Analysresultat

Resultaten från analyser av pH och vissa analyser av kemisk sammansättning presenteras i tabell 1 och 2. I Appendix 1 presenteras alla resultat från samtliga kemiska analyser. Det skulle dock behövas fler analyser för att säkert fastställa om det finns något samband mellan moränens kemiska sammansättning och berggrundens sammansättning. Dessvärre omfattas inte SGUs morängeokemiska data av det område som studerades här. Provtagningsplats F ligger i området med Öjebasalt (dock inte i en NILS-ruta). Här är halterna av många ämnen t.ex. Mg och Ca betydligt högre än i de prover som tagits i områden med sandsten och granit (ruta 310 och 317). Det tyder på att provet från området med Öjebasalt innehåller en större andel lättvittrade basiska mineral. Proverna från basaltområdet uppvisar dessutom högre pH värden än proverna från områden med granit och sandsten. Vegetationen på denna plats är betydligt frodigare än den som finns i stora delar av sandstensområdena. Analysresultat från de prover som tagits i ett område med diabas (307) skiljer sig dock inte på samma sätt från de prover som tagits i områden med granit och sandsten.

Tabell 1. Resultat från mätningar av pH i de undersökta jordarna. pH har mätts efter det att provet skakats med vatten. Medan pH1 mättes efter det att provet skakats med 12mM H₂SO₄.

NILS-Ruta	Bergart	Nivå	pH	pH1	Anm.
310	Granit	B	4,23	2,86	Blekjord
310	Granit	B	4,88	3,97	Rostjord
310	Granit	B	5,23	3,72	Underst
317	Sandsten	E 12-15	4,11	2,52	Blekjord
317	Sandsten	E 15-20	5,29	4,21	rostjord
317	Sandsten	E 15-20	5,14	4,17	Rostjord
317	Sandsten	E 40-50	5,29	3,74	
-	Basalt	F markyta	5,98	3,36	
-	Basalt	F 17 cm	6,13	3,15	
-	Basalt	F 41 cm	6,17	3,02	
307	Diabas	I 12 cm	4,4	2,57	Blekjord
307	Diabas	I 17-23	5,49	4,41	rostjord

Tabell 2. Halter av metaller (mg/kg) i prover extraherade med 7M HNO₃.

Ruta	Bergart		Anm.	Mg	Al	Fe	P	K	Ca	Ti
310	Granit	B	Blekjord	61	1820	921	80	188	267	53
310	Granit	B	Rostjord	150	16062	6918	137	146	349	127
310	Granit	B	Underst	661	6680	3697	112	108	425	241
317	Sandsten	E 12-15	Blekjord	52	752	310	57	126	60	19
317	Sandsten	E 15-20		911	18282	13262	390	295	307	214
317	Sandsten	E 15-20		742	13752	10777	306	180	221	180
317	Sandsten	E 40-50		687	6752	3735	105	260	278	184
-	Basalt	F markyta	Rostjord	4590	9219	12193	347	129	1852	692
-	Basalt	F 17 cm	Rostjord	4955	8056	11840	361	134	2211	726
-	Basalt	F 41 cm	Rostjord	5175	7895	12512	372	148	2082	630
307	Diabas	I 12 cm		273	1085	1922	178	90	340	123
307	Diabas	I 17-23	Rostjord	738	15645	21339	1604	97	634	508



Figur 13. NILS-ruta 317 underlagras helt av sandsten och vegetationen på de moräntäckta delarna av rutan utgörs av en mycket mager tallhed med lav- och risdominerad undervegetation.

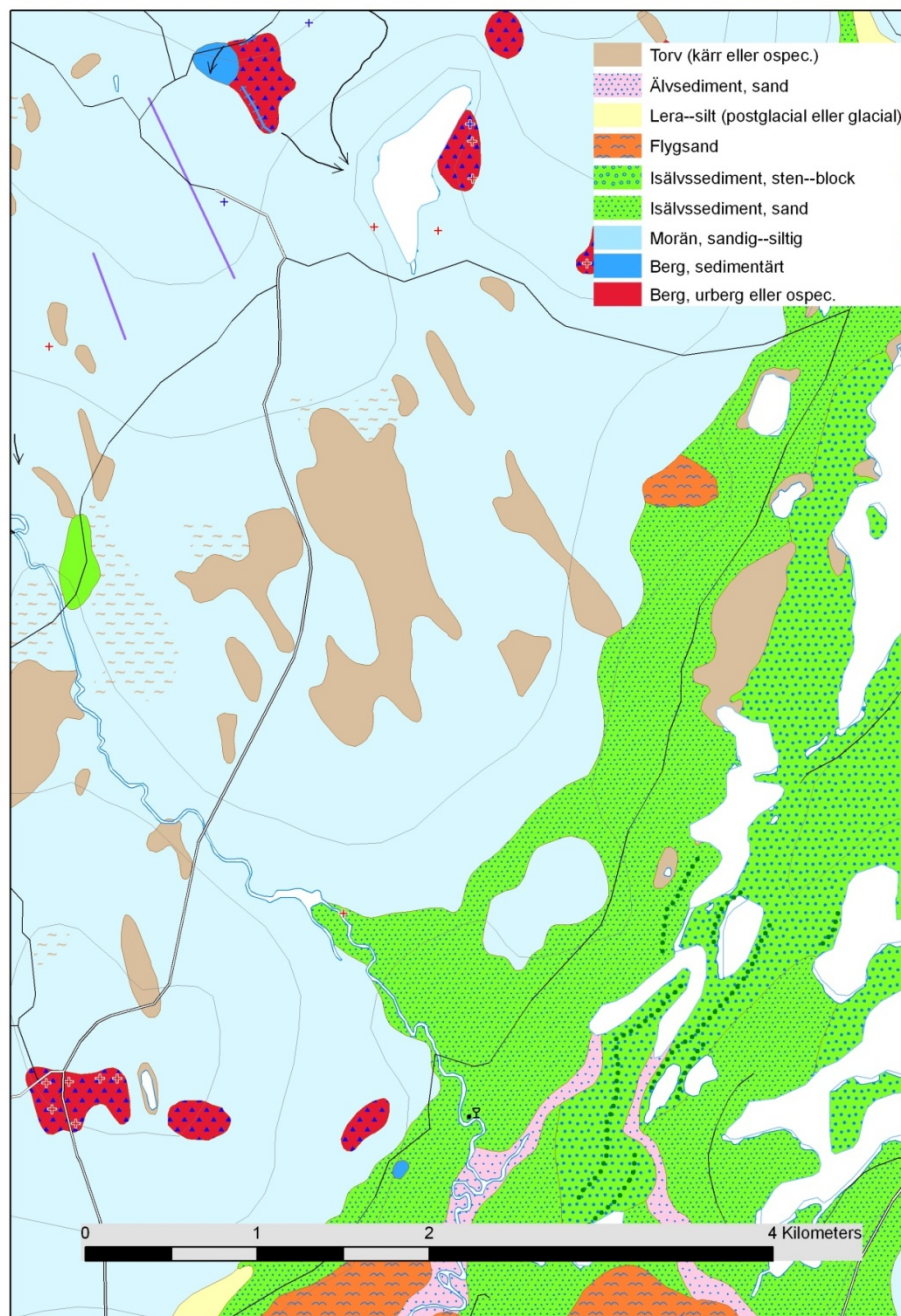


Figur 14. Igenrasad moränskärning i NILS-ruta 317. Den rödaktiga Dalasandstenen dominerar helt morärens sammansättning. Berggrunden i denna ruta utgörs helt av denna sandsten.

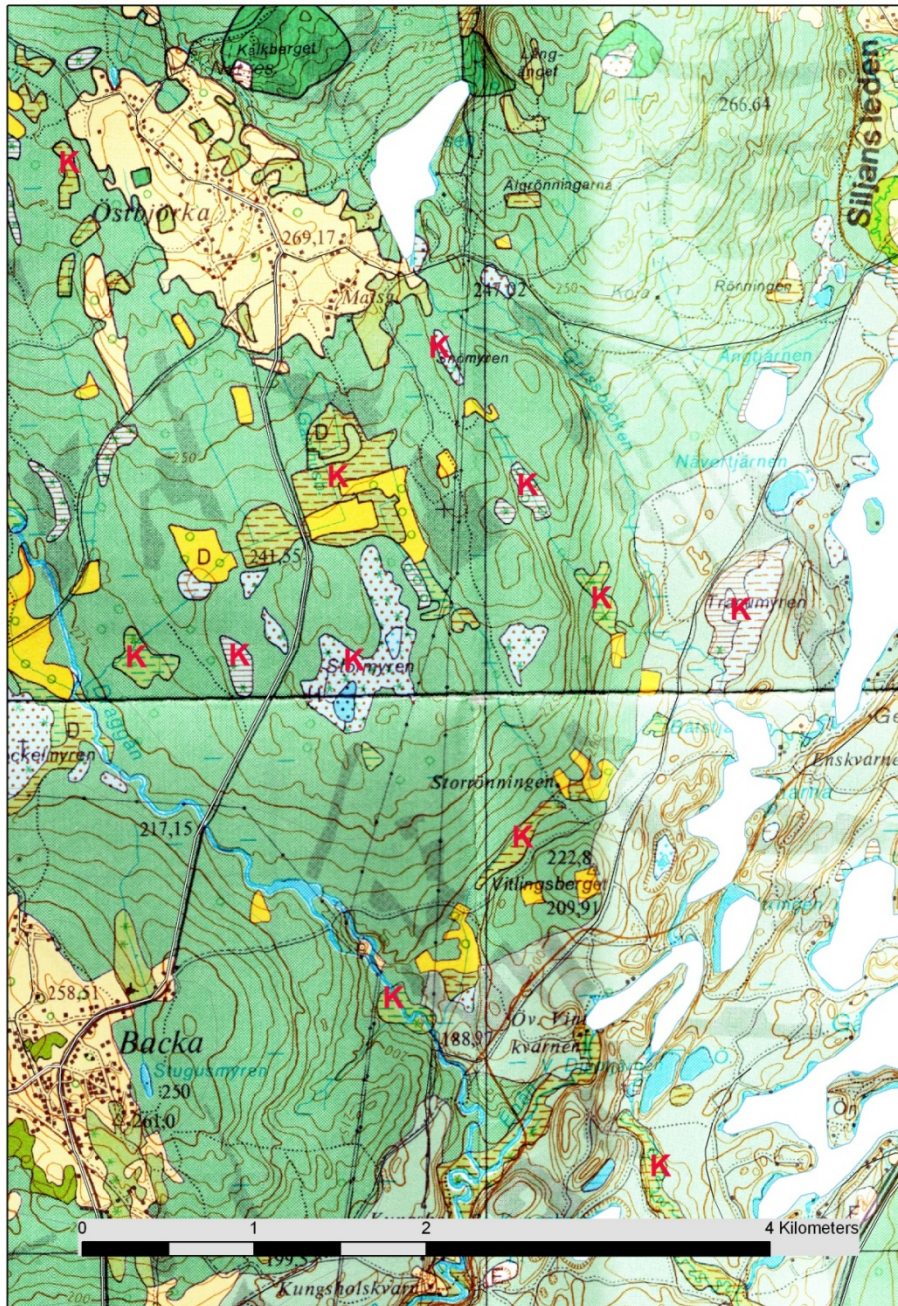
Jämförelsen mellan Lantmäteriets vegetationskartor och SGUs geologiska data

En kvalitativ jämförelse mellan analoga vegetationskartor och geologiska kartor har gjorts. Studien var inriktad på material från Siljansområde och Norrbottens fjällområden. SGUs lokala berggrundskarta jämfördes med vegetationskartan från Siljansringen. Det går inte att se några samband mellan den geologiska kartans avgränsningar av olika bergarter och vegetationskartans gränser. Vissa generella storskaliga samband mellan berggrund och markanvändning går dock att identifiera. Berggrunden har en avgörande påverkan på markanvändningen. I Siljansringen är det tydligt att de uppodlade områden finns i de områden där det även finns sedimentär berggrund. Orsaken till det är att den sedimentära berggrunden ger upphov till finkorning morän som relativt lätt kan kultiveras. Eftersom moränen transporterats av inlandsisarna så sammanfaller den finkorniga moräns utbredning inte exakt med utbredningen för de sedimentära bergarterna. Inga andra tydliga samband mellan vegetation och berggrund har kunnat identifieras. Den GIS studie som gjorts visar dock att det i västra Dalarna finns ett samband mellan berggrundsgeologi och vegetation (Andersson m.fl., i manus). En kvantitativ jämförelse i GIS ger med största sannolikhet ett bättre resultat än att försöka hitta samband med blotta ögat. Både i Siljansringen och i västra Dalarna har bergarterna en mycket skiftande benägenhet att vittra kemiskt vilket bör ha en påtaglig effekt på vegetationen.

Figur 13 och 14 visar en jämförelse mellan SGUs jordartskarta och vegetationskartan i ett område som ligger i Siljansringen. Det är tydligt att områden med barrskog av lavristyp sammanfaller med områden som på jordartskartan redovisas som sand och grus. Det stämmer bra med vad man kan förvänta sig eftersom sandjordar har en hög genomsläpplighet för vatten och därmed ofta är torra. I många andra områden är det dock svårt att se några tydliga samband mellan de två karttyperna. Oftast så sammanfaller jordartskartans torvmarker med områden där vegetationen har en våtmarkskaraktär. Vissa torvmarker framträder dock inte på vegetationskartan vilket kan bero på att våtmarkerna torrlagts genom dikning.



Figur 15. Jordartskartan är framställd för presentation i skala 1:100 000 (modell C) och baseras till stor del på tolkningar av flygbilder. Områden med sand och grus är symboliserat med grönt eller orange, områden med torv är bruna och områden med morän är ljus blå. I detta område finns finkorniga leriga moräner som ofta är uppodlade. Dessa redovisas dock inte på denna karta.



Figur 16. Utsnitt av vegetationskartan över området kring Siljan i Dalarna (Andersson & von Sydow 1981). Områden med barrskog av lavristyp (ljus grönt) sammanfaller med områden som på jordartskartan redovisas som sand och grus (se fig. 15). Det stämmer bra med vad man kan förvänta sig eftersom sandjordar har en hög genomsläpplighet för vatten och därmed ofta är torra. Vissa av områdena med kärrvegetation har markerats med ett rött K. enligt jordartskartan täcks dessa våtmarker av torv. Vissa av jordartskartans torvmarker framträder dock inte på vegetationskartan vilket kan bero på att torvmarkerna torrlagts genom dikning.

Kan geologisk information användas för att identifiera områden med rikkärr

För att studera kopplingen mellan kalkberggrunden och biotopen rikkärr har sambandet mellan inventerade rikkärrsområden och SGUs geologisk data studerats. Resultaten från detta arbete diskuteras utförligt i slutrapporten till Katarina Lans examensarbete (Lans 2010). Studieområdena utgjordes av Dalarnas, Örebro, Västmanlands, Södermanlands, Gävleborgs och Uppsala län. Fältstudier har utförts i utvalda rikkärr i Dalarnas län.

Vid summering av resultat från Dalarnas och Södermanlands län (tabell 3 och 4) kan konstateras områden med kalksten och vulkaniter visar ett starkt samband med förekomsten rikkärren. I Lans (2010) redovisas flera sådana tabeller. Orsaken till att områden med vulkaniter sammanfaller med rikkärr är att det finns mindre områden med kalksten i dessa områden, vilket inte alltid framgår av berggrundskartan. Ibland kan man dock upptäcka dessa kalkområden genom att studera läget för lokaler där kalksten brutits. Resultaten visar även att isräfflor kan användas tillsammans med berggrundskartorna för att förklara förekomsten av rikkärr. Räfflorna visar från vilket håll moränen sannolikt transporterats och kan därför användas för att bedöma vilka bergarter som kan förväntas ingå i moränen på en viss plats. Det bör dock påpekas att de olika inlandsisarna kan ha rört sig från olika håll i ett område. Resultat från SGUs geokemiska undersökningar (morängeokemi och analyser av bäckvattenväxter) har visat sig vara svårare att använda för att bedöma var rikkärr kan förekomma. Det finns säkerligen flera orsaker till detta. En orsak är att de geokemiska proverna tagits relativt glest (t.ex. 1 per 6/km²), vilket gör att mindre områden med kalkhaltig morän många gånger inte återspeglas av data. Dessutom kan det vara så att kalken vittrat bort från de övre jordlagen och därmed inte registreras i resultaten från analyserna av moränprover och bäckvattenväxter.

Figur 15 och 16 visar kartor över Västmanlands och Örebro län. Av kartorna framgår att rikkärrens läge är relaterade till förekomsten av kalkberggrund och vulkaniter. I rapporten av Lans (2010) redovisas flera sådana kartor.

Slutsatsen av denna undersökning visar att SGUs data över berggrund, jordart och isräfflor med fördel kan användas för att i grova drag förutsäga i vilka områden rikkärr kan förekomma. Resultaten tydliggör även svårigheterna med att använda vissa av de data som finns i SGUs databas. Denna kunskap skulle kunna användas vid Länsstyrelsernas inventering av rikkärr.

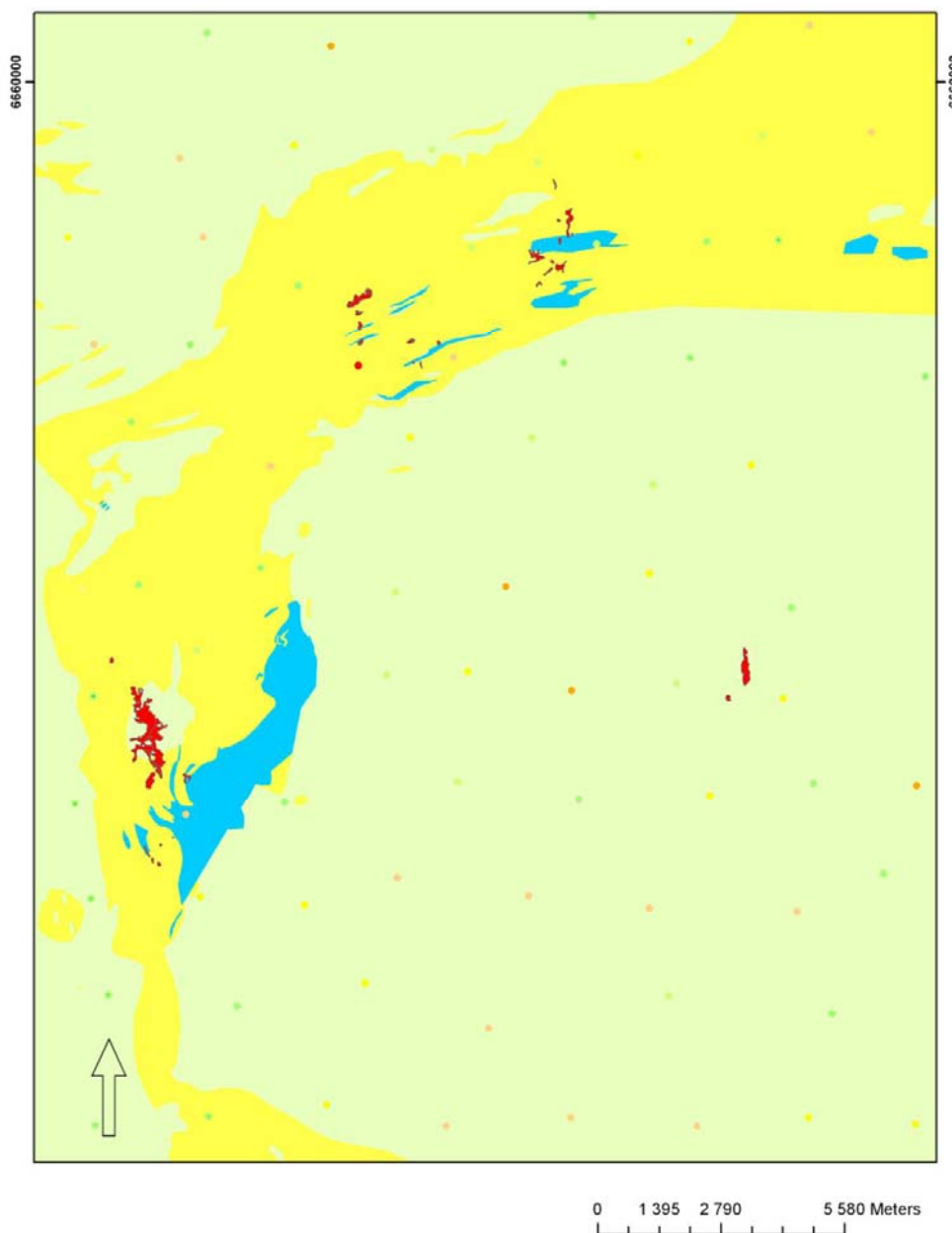
Tabell 3. Resultat från jämförelse mellan SGUs geologiska data och förekomsten av rikkärr i Södermanlands län (från Lans 2010).

SGU undersökning:	Resultat av granskning:
Bergart	Tydlig koppling syns till kalkberggrund (Figur 6.) och till vulkaniter (Figur 7.).
Mineralförekomst	Ingen tydlig koppling. Mineralförekomster kan utgöra en ledtråd till vart i berget ett visst mineral påträffats. Ex. kalcit i vulkanit.
Isräfflor	En bra vägvisare vad gäller i vilken riktning kalkrik morän har avsatts.
Kalktest	Provtagningar saknas över rikkärrsinventerade områden. Egna kalktester kring fältbesökta rikkärr visade gav inte utslag på kalk.
Jordart	Att rikkärren ligger i kärrtorvmarker eller som en del i större torvmark framstår tydligt i studien (Figur 8.).
Källor	Ingen källa i närheten.
Stenbrott, gruva	Två kalkstensbrott i närhet till rikkärr, i det fältbesökta området.
<u>Geokemi</u>	
pH i morän >6	Provtagningar saknas kring rikkärrsinventerade områden.
Ca, i morän, >medel	Provtagningar saknas kring rikkärrsinventerade områden.
Sr, i morän, >medel	Provtagningar saknas kring rikkärrsinventerade områden.
pH i rinnande vatten	Ingen avvikelse just kring rikkärren vad gäller pH i rinnande vatten. Sambanden syns mellan förhöjda pH-värden och kalkberggrunden i Siljansringen.
Ca i bäckvatten-växter	Mycket varierande mätvärden kring rikkärren, ingen avvikelse från övriga områden.
Sr i bäckvatten-växter	Låga mätvärden kring rikkärren, ingen avvikelse från övriga områden.

Tabell 4. Resultat från jämförelse mellan SGUs geologiska data och förekomsten av rikkärr i Dalarnas län (från Lans 2010).

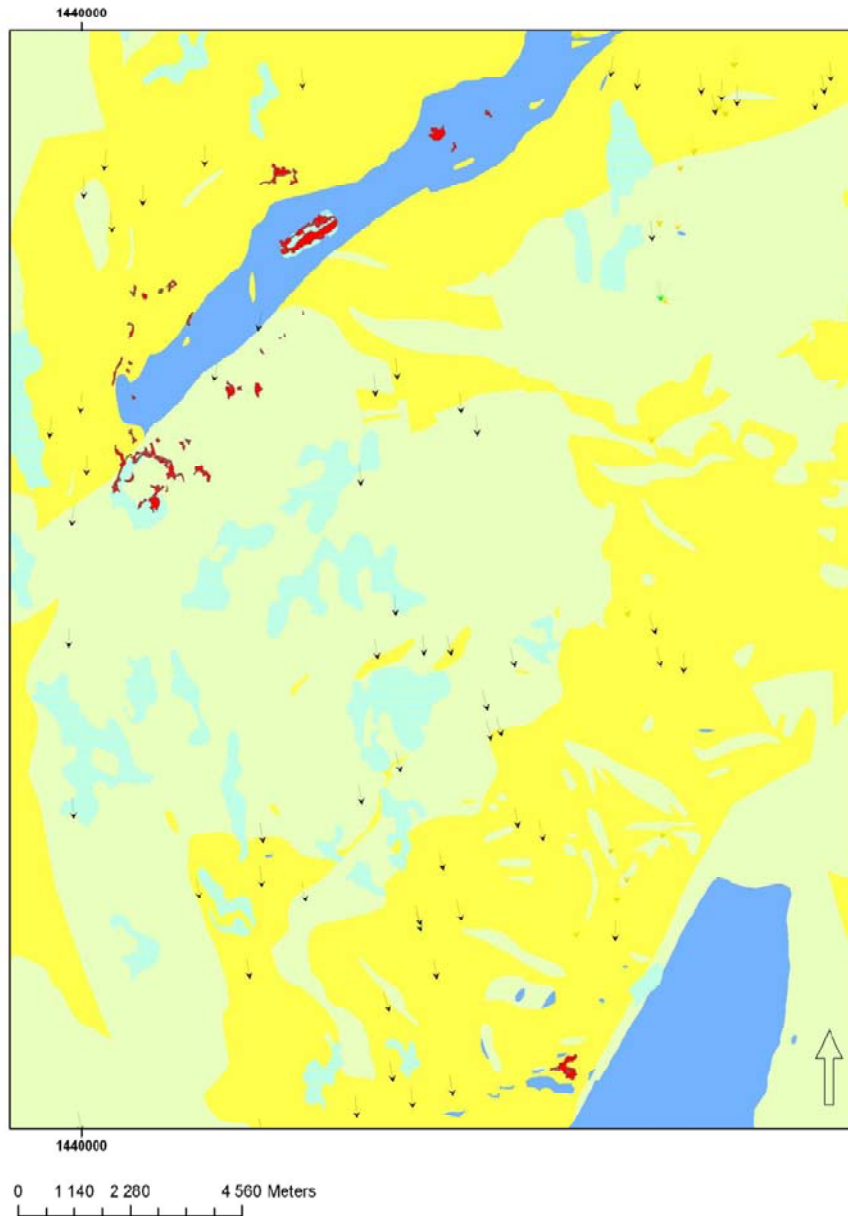
SGU undersökning:	Resultat av granskning:
Bergart	Tydlig koppling syns mellan de flesta av länets rikkärrsmarkeringar och vulkaniter, kalkberggrund (Figur 12.).
Mineralförekomst	Ingen tydlig koppling. Mineralförekomster kan utgöra en ledtråd till vart i berget ett visst mineral påträffats. Ex. kalcit i vulkanit.
Isräfflor	En bra vägvisare vad gäller i vilken riktning kalkrik morän har avsatts.
Kalktest	Provtagningar visar ingen kalk kring rikkärrsområden (Figur 12.)
Jordart	Att rikkärren ligger i kärrtorvmarker eller som en del i större torvmark framstår tydligt vid jämförelsen.
Källor	Ingen källa i närheten.
Stenbrott, gruva	Inget stenbrott i närheten
<u>Geokemi</u>	
pH i morän >6	Lägre mätvärden kring rikkärren, ingen avvikelse från övriga omr.
Ca i morän, >medel	Medelhöga Ca-värden kring rikkärren, ingen avvikelse från övriga omr.
Sr i morän, >medel	Låga värden syns i mätningar kring rikkärren.
pH i rinnande vatten	Kring vissa rikkärr syns pH >6 medans det över andra rikkärr syns pH-värden under 6.
Ca i bäckvatten-växter	Låga Ca-värden syns i mätningar kring rikkärren.
Sr i bäckvatten-växter	Låga Sr-värden syns i mätningar kring rikkärren.

Västmanlands län



Figur 17. Det finns ett tydligt samband mellan förekomsten av rikkärr och kalksten. Förekomsten av dessa kärr sammanfaller dock inte helt med klakstenarnas utbredning eftersom omlagrad kalksten även finns i moränen nedströms isrörelseriktningen (från norr mot söder). De röda områdena visar var rikkärr förekommer. Gula områden visar områden med vulkaniter, medan de blå ytorna motsvarar områden med kalksten. I områdena med vulkaniter förekommer ofta mindre ytor med kalksten som inte redovisas på kartan. Prickarna visar platser där prover för morängeokemiska analyser tagits. Röda och orange prickar motsvarar platser där moränen har en relativt hög kalciumhalt (från SGUs databaser).

Örebro län
Berggart, isrörelseriktning, sankmark och rikkärr



Figur 18. Det finns ett tydligt samband mellan förekomsten av rikkärr och av kalksten. Förekomsten av dessa kärr sammanfaller dock inte helt med klakstenarnas utbredning eftersom omlagrad kalksten även finns i moränen nedströms isrörelseriktningen. De röda områdena visar var rikkärr förekommer. Gula områden visar områden med vulkaniter, medan de blå ytorna motsvarar områden med kalksten. Pilarna visar den uppmätta räffelriktningen och visar från vilket håll inlandsisen rört sig över området.

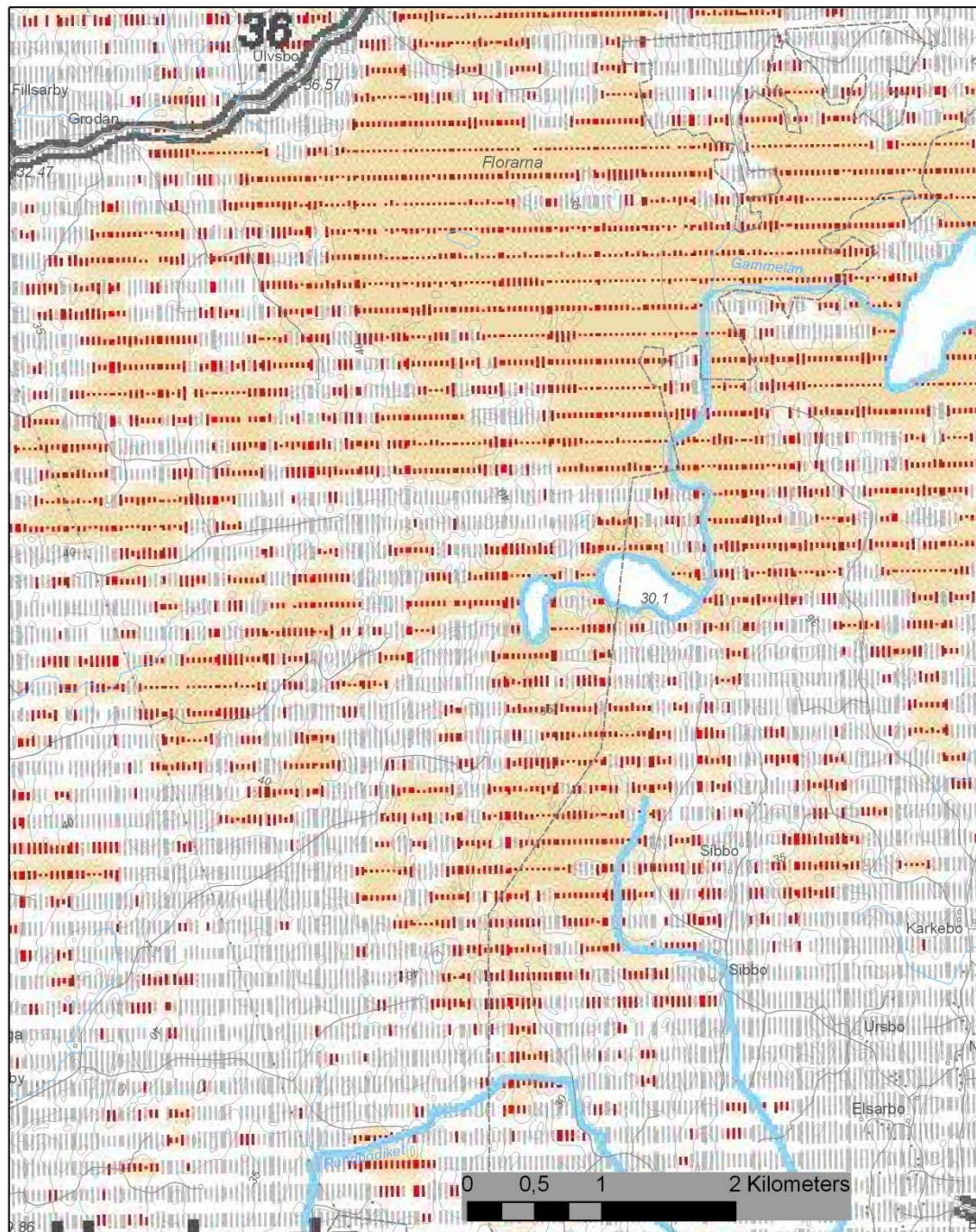
Kaliumstrålning för att identifiera torvmarker

Tidigare FoU-projekt har visat att områden med ett torvtäckte ofta sammanfaller med områden där SGUs mätningar av kaliumstrålning visar på låga värden (t.ex. Ek m.fl. 1990). Det är därför möjligt att dessa data kan användas för att få en bättre uppfattning om torvens utbredning i områden där det endast finns översiktlig jordartsinformation. Kaliumstrålningen har använts för att framställa torvprognoskartor. Eftersom många vegetationsslag är kopplade till torvmarker finns det från NILS och andra nationella karterings- och övervakningsprojekts sida ett stort intresse av att få en tillförlitlig bild av torvmarkernas utbredning.

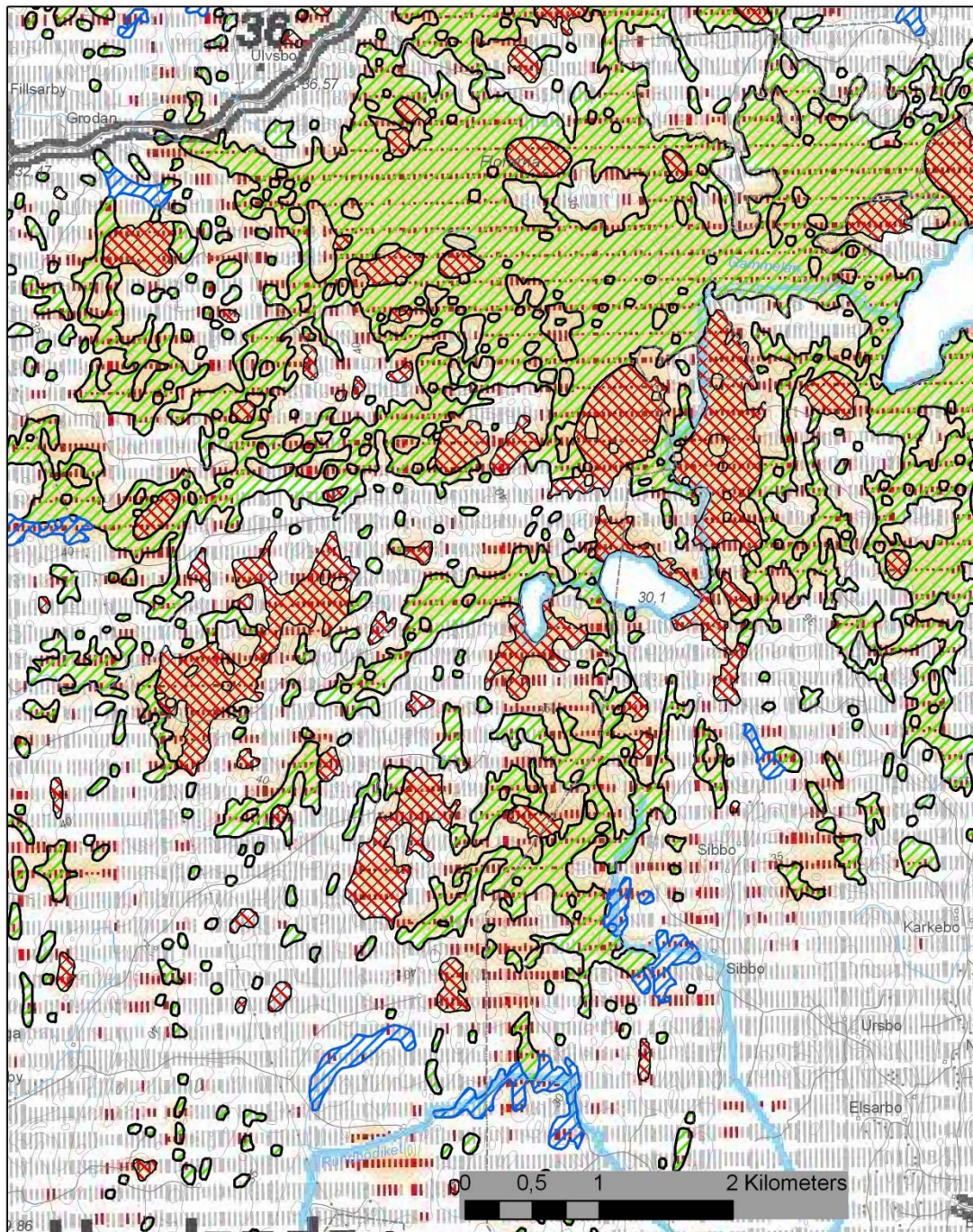
I detta projekt har vi jämfört resultat från mätningar av kaliumstrålning med SGUs detaljerade jordartskartor i skala 1:50 000. Jämförelsen visar att kaliumstrålningen är signifikant lägre i stora områden som täcks av torv (fig. 19 och 20). Detta oavsett om torvmarkerna är påverkade eller opåverkade av dikning. I områden med tunna dikade torvlager är dock strålningen inte lägre än på omgivande jordarter. Torvarealen är i vissa områden mindre på torvprognoskartan jämfört med den yta som visas på jordartskartan. I områden med en hög andel torv visar dock torvprognoskartorna på större torvarealer än de som anges på jordartskartan. Torvmarker som har en diameter vilken understiger 100 meter uppvisar inte lägre kaliumstrålning än omgivande mark. Kaliumstrålningen har uppmätts från flygplan och det är 200 meter mellan varje flyglinje. De torvmarker som ligger mellan linjerna kommer därför inte att kunna upptäckas med strålningsdata. Dessutom är torvmarkernas läge i förhållande till de öst-västligt orienterade flyglinjerna avgörande för om de framträder på torvprognoskartan. Smala nord-sydliga torvmarker framträder ofta inte alls på torvprognoskartan eftersom de är orienterade vinkelrätt mot flyglinjerna. En jämförelse mellan strålningsdata och torvmarker i översiktligt jordartskarterade områden visar att det troligen finns torvmarker som inte redovisas på dessa jordartskartor (fig. 21).

En orsak till att områden med torv uppvisar en låg kaliumstrålning är att denna jordart innehåller en relativt stor andel vatten. Det finns dock andra jordarter som ofta förekommer i områden med hög markfuktighet. Exempelvis uppvisar många områden med lergyttja låg kaliumstrålning och anges därför på många platser som torv på torvprognoskartan.

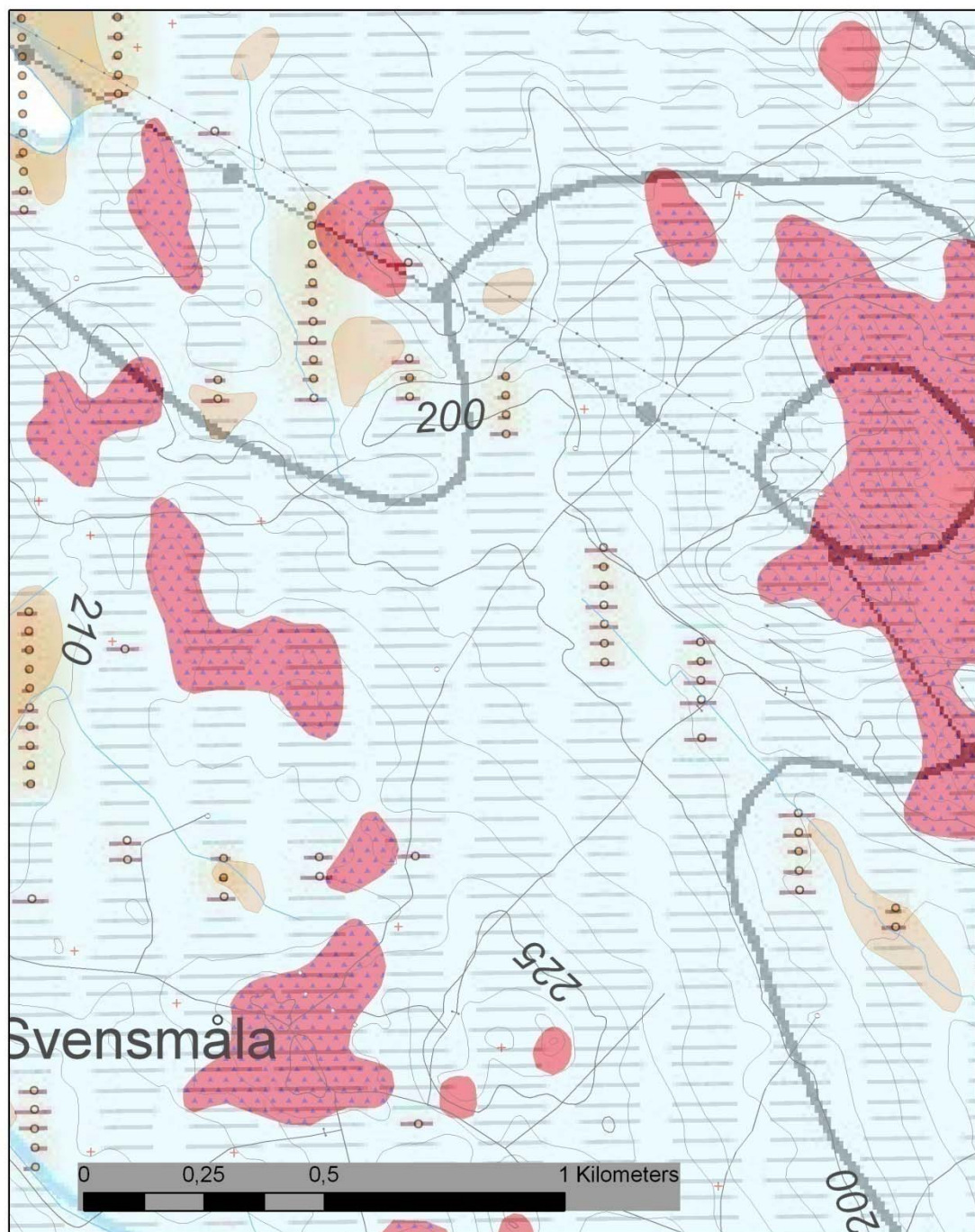
I några NILS-rutor gjordes strålningsmätningar på marken som jämfördes med flygdata. Resultatet visar att det finns en god överensstämmelse mellan resultaten från markmätningarna och de från flygmätningarna. Det är även tydligt att kaliumstrålningen är lägre i områden som täcks av torv.



Figur 19. Torvprognoskarta baserad på flygmätningar av kaliumstrålning i ett område i norra Uppland. Flyglinjerna har en tätet på 200 meter och går i östvästlig riktning. Områden med låg strålning har färgats med ljusbrunt och det bedöms därmed som troligt att det förekommer torv i dessa områden. I det här exemplifierade området finns stora arealer med torvmark, bland annat Florarna som är ett naturreservat.



Figur 20. Kartan visar samma område som i fig. 19. Här har torv från jordartskartan (modell A skala 1:50 000) symboliserats tillsammans med torvprognoskartan. Områden med grönt raster utgörs av kärrtorv, områden med rött raster av mossetorv och områden med blått raster av tunt torvtäcke (torvlagret är här tunnare än 0,5 meter). Jordartskartan baseras på observationer i fält och kan förväntas ge en tillförlitlig bild av torvmarkernas utbredning.



Figur 21. Torvprognoskarta och en översiktlig jordartskarta från ett område i Småland. Flyglinjerna har här en nord-sydlig sträckning. De runda ringarna visar punkter där kaliumstrålningen är låg och det därmed är sannolikt att det finns torv. På jordartskartan redovisas karterade torvområden med brun färg. Det finns flera områden med låg kaliumstrålning som inte redovisas som torv men där det mycket väl kan finnas torv. I områden med låg kaliumstrålning, där torv enligt jordartskartan saknas, finns ofta raka diken visar att dräneringen är påverkad. Dessa områden är sannolikt före detta våtmarker där grundvattenytan sänkts artificiellt. Det är sannolikt främst dikade torvmarker som inte observerats vid jordartskarteringen.

Tabell 5. Resultat från SGUs flygeofysiska mätningar i en 5x5 kilometer stor ruta i Uppland. Resultat från mätningar av uran, torium och kalium redovisas för de olika jordarterna i området. Det är tydligt att kaliumstrålningen är relativt låg i områden som utgörs av torv. Även leror med gyttjeinslag uppvisar dock relativt låga värden för kaliumstrålning. Även uran- och toriumstrålningen är relativt låga i områden med torv.

Jordarter	KALIUM	Stdav	URAN	Stdav	THORIUM	Stdav	Antal
Glacial lera	1,9	0,57	2,6	1,12	8,9	2,99	482
Gyttja	1,2	0,55	2,0	1,11	5,8	2,40	33
Isälvsediment, grovsilt--block	2,3	0,41	2,7	0,83	10,4	2,48	8
Isälvsediment, mellansand--grovsand	2,4	0,10	2,9	0,74	7,5	0,73	4
Lergyttja--gyttjelera	1,6	0,69	2,5	1,32	9,0	3,62	171
Morän, sandig	1,9	0,44	2,6	1,07	8,5	2,69	1965
Postglacial finlera	2,2	0,51	2,9	1,23	11,0	3,17	1651
Postglacial grovlera	2,3	0,36	2,5	0,97	11,1	2,93	22
Svallsediment, finsand	1,9	0,43	2,1	1,08	8,4	2,24	58
Svallsediment, grus	1,7	0,30	2,4	0,85	7,5	1,74	76
Svallsediment, mellansand--grovsand	2,0	0,38	2,3	1,12	8,1	2,38	197
Svåmsediment, ler--silt (postglacialt, yngre)	2,2	0,25	3,0	0,42	12,2	2,35	4
Torv; kärr	0,8	0,49	1,6	0,89	4,6	2,34	151
Torv; mosse	0,9	0,63	1,6	1,16	4,5	3,21	175
Urberg	2,0	0,45	2,7	1,11	9,0	2,88	2083
Vatten	0,8	0,73	1,2	1,26	3,7	3,56	64
Totalt	1,9	0,57	2,6	1,17	9,0	3,27	7144

Tabell 6. Resultat från de mätningar av uran, torium och kalium som utfördes på marken. Resultaten redovisas för de olika jordarterna och visar en god överensstämmelse med de data som erhållits vid flygmätningarna.

	Kalium	Stdav	Uran	Stdav	Thorium	Stdav	Antal
Glacial lera	2,4	0,4	2,0	0,4	7,3	1,8	4,0
Morän, sandig	3,5	1,9	2,2	0,5	16,7	12,6	5,0
Postglacial finlera	1,3	1,2	4,2	4,8	5,9	5,8	2,0
Torv; mosse	0,6	0,6	1,8	2,3	5,4	6,0	2,0
Urberg	2,4	1,3	1,7	0,9	9,9	7,5	13,0
Totalt	2,4	1,4	2,1	1,4	10,1	8,1	27,0



Figur 22. Linjerna med punkter visar läget för de flygeofysiska mätningar som utförts av SGU (området är ca 5x5 kilometer). De röda lite större punkterna visar var mätningar på marken utfördes. Underlagskartan utgörs av SGUs jordartskarta.

Tabell 7. Resultat från SGUs flygeofysiska mätningar i en 5x5 kilometer stor ruta i Uppland. Resultat från mätningar av uran, torium och kalium redovisas för de olika jordarterna i området. Resultaten från detta område uppvisar en likande trend som den som redovisas i tabell 3.

	KALIUM	Stdav	URAN	Stdav	THORIUM	Stdav	Antal
Glacial lera	2,3	0,41	2,3	0,90	9,1	1,99	784
Isälvsediment, grovsilt--block	2,6	0,54	1,7	0,32	9,8	1,50	7
Lergyttja--gyttjelera	1,5	0,51	1,6	0,85	8,0	2,77	502
Morän, grusig	2,3	0,60	3,1	1,20	9,1	2,82	54
Morän, sandig	2,1	0,60	2,1	0,97	7,4	2,28	2727
Postglacial lera, ospecificerad	2,2	0,40	2,3	0,91	10,5	2,33	538
Postglacial mellansand--grovsand	2,2	0,28	1,6	0,43	8,0	2,09	6
Svåmsediment, ler--silt (postglacialt, yngre)	1,6	0,19	1,9	0,82	8,9	2,08	5
Torv; kärr	0,9	0,60	0,9	0,87	3,0	2,44	583
Torv; mosse	0,9	0,61	1,0	0,90	3,1	2,34	41
Urberg	2,1	0,44	2,1	0,88	7,8	1,99	1393
Vatten	0,4	0,47	0,3	0,58	1,3	2,32	279
Totalt	1,9	0,73	1,9	1,04	7,4	3,08	6919

Övriga aktiviteter

För att öka den geologiska kompetensen hos NILS-inventerarna höll Gustav Sohlenius under 2010 en endagars kurs i jordartskunskap. Kursen omfattade en föreläsning samt en exkursion där exempel på olika jordarter gavs. De flesta inventerare visade sig ha grundläggande kunskaper i geologi. Ett problem är antagligen att man endast beskriver geologin i några punkter i varje NILS-ruta. Det gör att det kan vara svårt att få en helhetsbild av området man befinner sig i. Ett sätt att få en bättre helhetsbild av jordartsgeologin i det område man befinner sig i vore att använda SGUs jordartskartor, som kan laddas ner gratis från SGUs hemsida.

I september 2009 deltog Gustav Sohlenius och Eva Jirner Lindström på konferensen "*Mapping and Monitoring of Nordic Vegetation and Landscapes*" som ägde rum på Island. Ett viktigt syfte med mötet var att utbyta erfarenheter om kartering av landskap och vegetation i de nordiska länderna. Det finns både intressen och möjligheter att använda geologiska data som stöd vid vegetationskartering. SGU skulle också kunna ha visst stöd av vegetationskartor i områden där jordartsinformationen endast är översiktlig. t.ex. Jämtland. Det finns också möjligheter att genom att samarbeta med vegetationskartörer ta fram olika tematiska kartor, t.ex. viss vegetation på viss jordart. En sådan produkt skulle t.ex. kunna användas för att visa geologi och vegetation i nationalparker och naturreservat. Dessutom har en sådan karta ett stort pedagogiskt värde eftersom den visar geologins betydelse för växtligheten.

SLUTSATSER

Resultaten från denna undersökning visar att det går att hitta samband mellan vegetationsdata och geologisk data. I naturen sammanfaller många jordartsgränser med förändringar av vegetationens sammansättning. Detta gäller speciellt fältskiktets sammansättning. Det finns dock flera faktorer som gör att sambanden mellan jordarts- och vegetationskartor inte alltid är så tydliga som man kan förvänta sig. En orsak är att kartmaterialen är generaliserat för att kunna redovisas på ett överskådligt sätt. Det gör att vegetations- och jordartsgränser inte alltid överensstämmer med varandra på kartorna även om samma gränser sammanfaller i naturen. Genom att jämföra vegetation och jordarter i de centrala delarna av de karterade ytorna är det många gånger möjligt att hitta samband (se Andersson m.fl.). Ett annat problem är den skiftande kvaliteten både då det gäller SGUs information och vegetationsdata som tagits fram inom NILS-projektet. Genom att systematiskt jämföra data skulle det sannolikt vara möjligt att förbättra kvaliteten på båda dessa datatyper. Trots ovanstående begränsningar har vi kunnat konstatera att det många gånger finns tydliga samband mellan de två typerna av data.

Det är däremot många gånger svårt att se direkta samband mellan vegetationens och berggrundens sammansättning. På en mer storskalig nivå finns det dock ofta klara samband mellan vegetation/markanvändning och bergarternas sammansättning. På många platser ger berggrunden förutsättningar för förekomsten av enskilda relativt ovanliga arter, exempelvis förekomsten av orkidéer. Av speciellt intresse är förekomsten av kalk i jord och berg som ofta ger förutsättningar till förekomsten av arter vilka genererar höga naturvärden. Dessa arter redovisas ofta inte på vegetationskartan och geologiska data kan därmed vara ett hjälpmedel för att hitta lokaler där dessa arter förekommer. Ett exempel på detta är förekomsten av rikkärr som uppvisar en klar korrelation med förekomsten av kalkberggrund. Eftersom bergarterna delvis omlagrats av inlandsisarna så förekommer rikkärr även i områden som inte underlagras av kalkberggrund. Genom att använda information om isrörelseriktningen är det dock möjligt att förklara förekomsten av rikkärr även i områden som saknar kalkberggrund.

För att kunna kvantifiera sambanden mellan geologi och vegetation krävs det att jämförelsen inkluderar större geografiska områden än de relativt små NILS-rutorna. En sådan studie har gjorts inom ramen för detta projekt och avrapporteras av (Andersson m.fl., i manus). Den kvalitativa jämförelsen av jordartskartor och vegetationskartor som avrapporteras här, visar dessutom att det finns vissa samband mellan vegetation och jordarter. I Dalarnas län finns exempelvis områden där barrskog av lavristyp sammanfaller med områden som på jordartskartan redovisas som sand och grus.

Områden med torv kännetecknas ofta av en relativt låg kaliumstrålning. SGU har tidigare använt kaliumstrålningsdata uppmätt från flygplan för att ta fram torvprognoskartor. Jämförelser mellan dessa prognoskartor och detaljerade jordartskartor visar på en god överensstämmelse. I områden med översiktliga jordartskartor kan dessa torvprognoskartor därför vara användbara för att hitta torvmarker som inte registrerats vid jordartskarteringen. Stålningsmätningar på marken visar en god överensstämmelse med de strålningsdata som uppmäts från flygplan.

FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA ARBETEN

I de länder där man tagit fram kombinerade geologi-vegetationskartor har detta skett i nära samarbete mellan de olika disciplinerna. Det vore intressant att testa ett liknade arbetssätt i Sverige. Detta skulle kunna göras i ett pilotområde vilket bör vara relativt opåverkat av den markanvändning som påverkar vegetationens sammansättning. Förslagsvis skulle en sådan produkt kunna tas fram för en nationalpark eller ett naturreservat. Genom att använda Lantmäteriets nya höjddatabas skulle det vara möjligt att med hög noggrannhet identifiera områden med hållmark samt att i detalj avgränsa olika jordarter från varandra. Dessa avgränsningar skulle sannolikt i stor utsträckning överensstämma med gränserna för olika typer av vegetation. En sådan kombinerad produkt har ett stort pedagogiskt värde eftersom den kan användas för att illustrera geologins påverkan på vegetationen.

På SGU finns data som indikerar förekomsten av kalkhaltiga jord- och bergarter. Genom att kombinera dessa data skulle det vara möjligt att ta fram en produkt som visar de områden där kalkhaltiga avlagringar sannolikt förekommer. Eftersom många sällsynta växter betingas av just förekomsten av kalk skulle en sådan produkt kunna vara av värde för att hitta nya lokaler med höga naturvärden.

REFERENSER

- Allard, A., Nilsson, B., Pramborg, K., Ståhl, G. & Sundquist, S., 2003: Instruktion för bildtolkningsarbetet vid nationell inventering av landskapet i Sverige, NILS. *Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Manual.*
http://www.resgeom.slu.se/resana/NILS/Publikationer/NILS_manual_flyg_web2003.pdf.
- Andersson, L. & von Sydow, U., 1981: Vegetationskartor Siljan Skala 1:50 000, 4 kartor. *Meddelanden från Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet*, 160.
- Ek, B.-M., Aaro, S. & Näslund-Landemark, B., 1990: Utnyttjande av flygradiometriska data och IR-bilder vid inventering av sumpskogar och andra våtmarker. *SGU, intern avrapportering av FoU-projekt*.
- Esseen, P.-A., Glimskär, A., Ståhl G. & Sundquist, S., 2007: Field instruction for the national inventory of the landscape in Sweden NILS. *SLU, Department of Forest Resource Management, Umeå.*
http://www.resgeom.slu.se/resana/NILS/Publikationer/NILS_manual_f%C3%A4lt_2007_English.pdf.
- Gillberg, G., 1965: Distribution of different limestone material in till. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 89, 401–409.
- Ingmar, T. & Moreborg, K., 1976: The leaching and original content of calcium carbonate in northern Uppland, Sweden. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 98, 120–132.
- Lans, K., 2010: Rikkärrens koppling till kalkberggrunden Finns det några geologiska genvägar till rikkärren. *Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi. Stockholms universitet. Examensarbete grundnivå Biogeovetarlinjen*.
- Lundin, L., Lode, E., Stendahl, J., Melkerud, P. A., Björkvald, L. & Thorstensson, A., 2004: Soils and site types in the Forsmark area. *SKB R-04-08*.
- Lundin, L., Lode, E., Stendahl, J., Björkvald, L. & Hansson, J., 2005: Oskarshamn site investigation – Soils and site types in the Oskarshamn area. *SKB R-05-15. Svensk Kärnbränslehantering AB*.
- Robitaille, A., Leboeuf, A., Létourneau, J.-P., Saucier, J.-P. & Vaillancourt, É., 2009: Extensive Ecoforest Map of Northern Continuous Boreal Forest, Québec, Canada. *Proceeding from IUFRO "Extending Inventory and Monitoring" 2009*.
- Sjörs, H. & Gunnarsson, U., 2002: Calcium and pH in north and central Swedish mire waters. *Journal of Ecology* 90, 650–657.
- Skånes, H., Mäki, A.-H. & Andersson, A., 2007: *Flygbildstolkningsmanual för Basinventeringen Natura 2000 version 7.1*. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Sundberg, S., 2006: Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr. *Rapport 5601, Naturvårdsverket, Stockholm*.
- Walker, D.A., Raynolds, M.K., Daniëls, F.J.A., Einarsson, E., Elvebakk, A., Gould, W.A., Katenin, A.E., Kholod, S.S., Markon, C.J., Melnikov, E.S., Moskalenko, N.G., Talbot,

S.S., Yurtsev, B.A. and the other members of the CAVM Team, 2005: The Circumpolar Arctic vegetation map. *Journal of Vegetation Science* 16, 267–282.

APPENDIX

Halter av metaller (mg/kg) i prover extraherade med 7M HNO₃.

Ruta	Bergart	Anm.	Li	Be	B	Sc	Co	Ni	Ag
310	Granit	Blekjörd	0,37	0,07	0,23	0,19	0,21	0,47	0,05
310	Granit	Rostjörd	6,92	1,13	0,31	1,16	0,39	0,86	0,06
310	Granit	Underst	6,70	0,45	0,18	0,90	1,07	1,52	0,04
317	Sandsten	Blekjörd	0,20	0,02	0,43	0,13	0,07	0,20	0,05
317	Sandsten		9,95	0,48	0,62	1,96	3,08	10,40	0,06
317	Sandsten		8,10	0,37	0,42	1,37	2,43	7,70	0,04
317	Sandsten		3,65	0,25	0,33	1,08	2,41	5,42	0,03
-	Basalt	Rostjörd	12,10	0,26	0,50	2,39	9,20	14,49	0,03
-	Basalt	Rostjörd	10,65	0,23	0,44	2,34	8,50	12,92	0,02
-	Basalt	Rostjörd	10,81	0,20	0,40	2,27	8,76	13,44	0,02
307	Diabas		0,57	0,02	0,84	0,16	0,47	1,08	0,02
307	Diabas	Rostjörd	5,49	0,35	0,53	1,97	3,99	3,88	0,13

Ruta	Bergart	Anm.	Cu	Zn	Ge	As	Se	Zr	Nb	Mo
310	Granit	Blekjörd	0,90	3,04	0,01	0,26	0,08	1,67	0,65	0,05
310	Granit	Rostjörd	1,08	4,94	0,02	0,73	0,30	5,74	2,54	0,17
310	Granit	Underst	1,69	10,10	0,02	0,46	0,10	5,14	2,02	0,12
317	Sandsten	Blekjörd	0,60	1,99	0,01	0,18	0,05	0,21	0,07	0,03
317	Sandsten		4,23	15,57	0,03	2,27	0,18	8,04	1,09	0,11
317	Sandsten		3,36	12,26	0,02	1,79	0,15	6,16	0,93	0,08
317	Sandsten		3,44	6,18	0,02	0,74	0,08	5,57	0,42	0,05
-	Basalt	Rostjörd	7,62	28,19	0,03	0,48	0,05	7,47	0,18	0,05
-	Basalt	Rostjörd	7,85	24,95	0,03	0,44	0,04	6,44	0,12	0,05
-	Basalt	Rostjörd	9,00	26,83	0,03	0,44	0,05	5,89	0,10	0,04
307	Diabas		0,77	3,72	0,01	0,35	0,01	0,70	0,10	0,02
307	Diabas	Rostjörd	3,99	29,64	0,03	1,80	0,40	7,67	1,29	0,11

Ruta	Bergart	Anm.	Cd	Ba	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
310	Granit	Blekjörd	0,06	13,55	0,56	1,92	0,35	0,04	0,29	0,04	0,18	0,03
310	Granit	Rostjörd	0,05	26,45	2,23	7,87	1,55	0,23	1,39	0,20	1,08	0,20
310	Granit	Underst	0,05	10,95	1,67	6,26	1,20	0,15	1,15	0,15	0,86	0,17
317	Sandsten	Blekjörd	0,01	6,12	1,07	4,01	0,68	0,10	0,46	0,04	0,15	0,02
317	Sandsten		0,05	42,27	2,06	7,87	1,54	0,30	1,48	0,20	1,03	0,19
317	Sandsten		0,04	32,12	1,45	5,90	1,12	0,21	1,06	0,14	0,72	0,13
317	Sandsten		0,02	35,33	1,86	7,22	1,34	0,25	1,24	0,16	0,86	0,15
-	Basalt	Rostjörd	0,03	24,85	1,32	5,45	1,24	0,26	1,27	0,19	1,08	0,21
-	Basalt	Rostjörd	0,03	27,41	1,48	6,02	1,46	0,29	1,50	0,22	1,25	0,23
-	Basalt	Rostjörd	0,03	24,35	1,61	6,51	1,51	0,28	1,50	0,22	1,22	0,23
307	Diabas		0,02	10,62	0,62	2,23	0,37	0,07	0,30	0,04	0,17	0,03
307	Diabas	Rostjörd	0,09	24,58	1,49	6,36	1,34	0,34	1,28	0,18	1,02	0,19

Ruta	Bergart	Anm.	Na	Mg	Al	P	K	Ca	Ti	V
310	Granit	Blekjörd	49	61	1820	80	188	267	53	2
310	Granit	Rostjörd	61	150	16062	137	146	349	127	8
310	Granit	Underst	35	661	6680	112	108	425	241	7
317	Sandsten	Blekjörd	27	52	752	57	126	60	19	1
317	Sandsten		49	911	18282	390	295	307	214	25
317	Sandsten		29	742	13752	306	180	221	180	20
317	Sandsten		49	687	6752	105	260	278	184	9
-	Basalt	Rostjörd	67	4590	9219	347	129	1852	692	20
-	Basalt	Rostjörd	87	4955	8056	361	134	2211	726	20
-	Basalt	Rostjörd	85	5175	7895	372	148	2082	630	20
307	Diabas		25	273	1085	178	90	340	123	6
307	Diabas	Rostjörd	28	738	15645	1604	97	634	508	34

Ruta	Bergart	Anm.	Cr	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Ba	La	Ce
310	Granit	Blekjörd	1	7	921	5	4	1	13	2	5
310	Granit	Rostjörd	3	14	6918	4	6	5	24	11	20
310	Granit	Underst	2	53	3697	2	5	4	10	7	19
317	Sandsten	Blekjörd	1	9	310	1	1	1	5	5	9
317	Sandsten		17	63	13262	7	2	4	38	8	33
317	Sandsten		13	51	10777	6	2	3	29	6	24
317	Sandsten		9	53	3735	4	2	4	31	8	28
-	Basalt	Rostjörd	7	234	12193	2	5	5	21	4	11
-	Basalt	Rostjörd	8	241	11840	2	6	6	25	5	14
-	Basalt	Rostjörd	8	243	12512	2	5	6	21	5	14
307	Diabas		1	18	1922	2	2	1	10	3	5
307	Diabas	Rostjörd	7	243	21339	2	3	5	23	5	11