TRAFIKVERKET

Att överväga geologin

- en idéskrift om geovetenskapliga värden i vägplaneringen

Titel: Att överväga geologin - en idéskrift om geovetenskapliga värden i vägplaneringen
Publikationsnummer: 2014:168
ISBN: 978-91-7467-678-5
Utgivningsdatum: Mars 2016
Utgivare: Trafikverket
Kontaktperson: Anders Sjölund, PLkvm
Författare: Mats Gustafsson, Hans Antonson, Göran Blomqvist, Lennart Folkeson och Karl-Johan Loorents.
Produktion: VTI
Produktion omslag: Grafisk form
Tryck: Ineko
Distributör: Trafikverket

Förord

Denna idéskrift har som ambition att inspirera planerare och andra aktörer att i väghållningen beakta och utveckla de geovetenskapliga värdena i landskapet. Skriften har sin upprinnelse i att författarna identifierade en avsaknad av vägledning beträffande detta intresseområde i dåvarande Vägverkets skrifter. Projektet startades redan 2004 och avrapporterades till Vägverket 2006. Av olika skäl hamnade rapporten där ”mellan stolarna”. Ett nytt kontrakt upprättades hösten 2012 med Trafikverket för att färdigställa rapporten till en tryckfärdig produkt. Resonemang och hänvisningar i texten baserar sig i huvudsak på den planeringsprocess som gällde då arbetet i projektet genomfördes och har inte uppdaterats i förhållande till gällande process. I den senare delen av färdigställandet har Karl-Johan Loorents (filosofie doktor i berggrundsgeologi) inte deltagit, då han slutat sin anställning på VTI. Kontaktperson på Trafikverket har varit Anders Sjölund och projektledare på VTI Mats Gustafsson. Författarna vill förutom uppdragsgivaren tacka Torbjörn Svenson, Vägverket/Trafikverket, för goda inspel och sitt engagemang i rapportens färdigställande.

Mats Gustafsson

Linköping i december 2014

Innehållsförteckning

Sammanfattning 5

Summary 6

1 Bakgrund 7
1.1 Syfte och frågeställningar 9
1.2 När geovetenskapliga värden bör beaktas 9

2 Metodik 11
2.1 Ansats 11
2.2 Metodförslag ”Geovärden i planeringsprocessen” 11
2.3 Fallstudie i Östergötland 12

3 Geodiversitet 19
3.1 Geovetenskapliga egenvärden 21
3.2 Georelaterade ekologiska värden 25
3.3 Georelaterade kulturvärden 27
3.4 Georelaterade friluftsvärden 34

4 Syntes av geovetenskapliga värden i studieområdet 36
4.1 Egenvärden, pedagogiska/vetenskapliga värden 36
4.2 Georelaterade ekologiska värden 67
4.3 Georelaterade kulturvärden 77
4.4 Georelaterade friluftsvärden 93
4.5 Vägen som resurs för geovärden 96
4.6 Övergripande råd för beaktande av geovetenskapliga värden i området 100
4.7 Exempel på tillämpning av resultat i underlag för MKB, gestalningsplaner och landskapsanalys 101

5 Diskussion 103
5.1 Geovärden och geodiversitet 103
5.2 Metod 103

6 Fortsatta forskningsbehov 105

7 Referenser 106

Appendix 1: Landskapsstenar 111

Sammanfattning

Landskapets geologi, former och andra naturgivna egenskaper har en förhållandevis undanskymd roll i dagens infrastrukturplanering jämfört med den vikt som läggs vid biologiska och ekologiska företeelser och egenskaper. Många gånger är det dessutom endast extremföreteelser som lyfts fram i samband med infrastrukturplaneringen medan det så kallade vardagslandskapet får träda tillbaka, trots att det har en viktig roll för förståelsen av landskapet.

Föreliggande rapport visar ett angreppssätt där geovetenskapliga värden inom ett givet geografiskt område definieras i olika teman utifrån en kombination av fältstudier samt historiska och moderna kartor. De tema som används i rapporten baseras delvis på begreppet geodiversitet och omfattar geovetenskapliga egenvärden/pedagogiska värden, ekologiska geovärden, kulturhistoriska geovärden samt geovärden med betydelse för fritid och rekreation. Arbetet har utförts inom det geologiska kartbladet Linköping NV.

Inom det studerade området har såväl storskaliga som småskaliga egenvärden identifierats. Exempelvis den förkastningszon vilken markant skiljer den norra delens småkulliga, skogsdominerade topografi och karaktär kopplad till den kristallin berggrunden från den södra delens lerslätter med sedimentära bergarter. Betraktat med en högre detaljeringsgrad ger de södra delarnas fläckvis blottade sand- och kalkstensberggrund en tämligen unik möjlighet att förstå landskapets utveckling. Där finns bl.a. ekologiska värden knutna till väldränerade kullar av morän eller isälvsmaterial vars flora på vissa ängsmarker idag värderas högt. Här finns alltså en direkt koppling till markens brukandehistoria och vilka ekotoper detta har resulterat i eftersom det äldre jordbruket liksom ekotoperna båda är avhängiga väldränerad mark, högt belägna över omgivningarna. På så vis sammanfaller geovetenskapligt värdefulla, kulturhistoriskt värdefulla och ekologiskt värdefulla miljöer. Ett annat exempel på kulturhistoriska värden är vattenförande källor, vars antal är betydligt fler i de historiska kartorna än i de moderna. Källorna är oftast kopplade till geomytologiska föreställningar om hur de bildats och vilken funktion vattnet i källan hade. I vissa delar av området utgör morfologi och geologi grund för friluftslivet, exempelvis den långa sandstranden i Varamon eller sandkullarna i Dunteberget med perfekta förutsättningar för en motocrossbana.

Ovanstående exempel utgör endast ett axplock av de geovetenskapliga värden som lyfts fram i rapporten. Framförallt diskuteras värdena ur ett vägplaneringsperspektiv, dvs. avseende bevarande, hänsynstagande och information för turism, friluftsliv och rekreation.

Metodiken fungerar för identifiering av geovetenskapliga värden, men är arbetsintensiv och kräver en stor vetenskaplig bredd hos utföraren. Kunskap inom geologi, naturgeografi, kulturgeografi, kulturhistoria och ekologi är centrala för analys och syntes.

Summary

The landscape's geology, morphology and other innate characteristics have a relatively minor role in today's infrastructure planning compared to the importance attached to its biological and ecological phenomena and properties. Many times also, only extreme phenomena are highlighted in connection with infrastructure planning while the so-called everyday landscape is neglected, even though it has an important role in the understanding of the landscape.

This report shows an approach in which geoscientific values within a given geographical area are defined in different themes based on a combination of field studies, as well as historic and modern maps. The theme used in the report is partly based on the term geodiversity and include intrinsic geoscientific values/educational geoscientific values, ecological geoscientific values, cultural geoscientific values and geoscientific values of importance for leisure and recreation. Work has been undertaken in the geological map sheet Linkoping NV.

Within the study area, both large- and small-scale intrinsic geoscientific values were identified. For example, the fault zone which markedly distinguishes the northern parts' hilly, forests dominated topography and character connected to the crystalline bedrock from the clayey plains of the southern part with sublayers of sedimentary rocks. On a higher level of detail the patchy outcrops of sandstone and limestone in the southern part gives a fairly unique opportunity to understand the development of the landscape. In the southern part, ecological values are often linked to well-drained hills of moraine or glaciofluvial sediments with meadows with highly valued flora are situated. There is thus a direct connection to the cultivation history and its resulting ecotopes since historic agriculture and ecotopes both depend on well-drained soils at higher altitude than the surroundings. Thus geoscientific, culturally and ecologically valuable environments coincide. Another example of cultural geoscientific values are water springs, the number of which is much higher in historical maps than in modern. The sources are usually related to geomythologic ideas about how they formed and what function the water in the spring had. In some parts of the area, the morphology and geology form the base for outdoor activities, such as the long sandy beach of Varamon or sand hills of Dunteberget with ideal conditions for a motocross track.

The above examples represent only a selection of the geoscientific values highlighted in the report. In particular, the values are discussed from a road planning perspective, i.e. in relation to conservation, consideration and information for tourism, outdoor activities and recreation.

The methodology works for the identification of geoscientific values, but is labor intensive and requires a broad scientific knowledge of the performer. Knowledge of geology, physical geography, cultural geography, cultural history and ecology are central to the analysis and synthesis.

1 Bakgrund

I en relativt ny rapport (Karlsson, 2012, sid. 6.) har Trafikverket identifierat problemområden där gapet mellan dagens miljötillstånd och gällande nationella miljökvalitetsmål är särskilt stort och där transportsystemet har stor andel i försvårandet av måluppfyllelsen. Ett av dessa områden är infrastrukturens påverkan på landskap och biologisk mångfald. ”*Transportinfrastruktur och trafik bidrar till en successiv utarmning av landskapet, framförallt biologisk mångfald och ekosystemtjänster men också dess kulturvärden*.” Kunskap om transportsystemets påverkan på vatten är ett annat identifierat bristområde. Inom dessa områden finns ett stort behov av att utveckla inte bara kunskap utan även åtgärder för att förbättra situationen. Som indikator för Trafikverkets arbete med landskapspåverkan har rapporten föreslagit ”andel infrastruktur som är landskapsanpassad som ett resultat av Trafikverkets insatser” (Karlsson 2012). Detta kan ses som ett tecken på höga ambitioner i fråga om landskapet i infrastrukturplaneringen.

Det i särklass vanligaste sättet att beakta olika utpekade värden vid planering av transportinfrastruktur är genom en miljökonsekvensbeskrivning. Redan 1987 kom MKB-kravet för vägar (Antonson 2008). Sedan 1999 ställs krav i Miljöbalkens kap 6 (SFS 1998) på att MKB för vägar och järnvägar skall genomföras. Av lagen framgår hur processen skall gå till och vad MKB-dokumentet skall innehålla. Bl.a. framgår att ”*syftet med en miljökonsekvensbeskrivning för en verksamhet eller åtgärd är att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten eller åtgärden kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö, dels på hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt, dels på annan hushållning med material, råvaror och energi. Vidare är syftet att möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljön*” (SFS 1998). Begreppet geovetenskap finns inte med i denna definition, men omfattar delarna mark, vatten, luft och landskap samtidigt som det har utgör grundförustättningar för djur, växter och kulturmiljö. I det som kan kallas geovetenskapliga värden ingår dessutom mer än det som nämns i citatet ur Miljöbalken, till exempel naturvärden, kulturvärden, friluftsvärden och upplevelsvärden kopplade till geologi, geomorfologi och/eller hydrologi. Därför finns behov av att kunna beskriva geovetenskapliga värden mer utförligt än som resurser i form av berg, grus, jord och vatten eller som enstaka geologiskt intressanta formationer i ett MKB-dokument.

Mot bakgrund av Miljöbalkens begränsade skrivningar är det inte märkligt att geovetenskapliga värden sällan får den plats i MKB:er de förtjänar. Sannolikt spelar även kunskapsbrist här en stor roll, liksom frånvaro av geovetenskapsrelaterade krav i upphandlingen och i övrigt svaga incitament att inkludera geovetenskapliga värden i analyserna. I värsta fall reduceras värdena till att omfatta berggrund, jordtäcke, massbalans i väglinjen, iögonfallande landformer, utpekade värdeobjekt och skyddade vattentäkter. Ett område där kunskaperna däremot är goda och ambitionerna höga är natur; miljökonsekvensbeskrivningarna innehåller vanligen en relativt omfattande beskrivning av flora och fauna. Inte sällan betraktas de geologiska formerna och de material de är uppbyggda av som självklarheter, vars framtid till skillnad mot ekologiska värden sällan anses hotade eller påverkade av mänsklig aktivitet. Naturligtvis med viss rätt. Till exempel påverkas normalt ett bergs form eller geologi endast marginellt av att en väg dras längs dess sluttning, medan vägen som barriär för en djurart på samma sluttning kan medföra att populationen går förlorad (Mikusinski et al 2012). Till och med hur vägen kan utgöra en barriär för kultur har uppmärksammats (Antonson et al 2010). Men det handlar mer om en effekt av skalan än av att geovärden

är mindre sårbara jämfört med exempelvis ekologiska värden. Snarare borde man argumentera för att geologi och geomorfologi egentligen i många fall är mer sårbara än ekologin eftersom de processer som skapat geovärdena antingen är mycket långsammare än de ekologiska processerna eller, vilket är fallet för en mycket stor del av våra landformer, i sig utgör historiska processer och alltså inte kan återhämta sig eller återskapas.

Sedan 2002 har det i Europa funnits ett ökat intresse för landskap i den fysiska planeringen genom den Europeiska landskapskonventionen (ELC) som Sverige ratificerade 2011 (COE 2011). Ratificeringen medför ökade generella krav när det gäller att beskriva och bedöma landskap inför olika slags förändringar. Enligt ELC är en aspekt av landskap exempelvis det värde människor tillmäter landskapet (Europeisk landskapskonvention 2002), dvs. människors högst subjektiva upplevelser och erfarenheter. Expertens traditionella roll när det gäller vad som utgör ett värde tillmäts således inte samma dominerande tyngd som tidigare.

I traditionell miljöbedömning och miljökonsekvensbeskrivning har analysen av landskap till stor del tagit sin utgångspunkt i utpekade intresseområden. Liten uppmärksamhet har ägnats de delar av landskapet som faller utanför intresseområdena. Begränsningarna med denna planeringsmodell har kommit att bli alltmer uppenbara, och man har efterlyst ett angreppssätt som tar sin utgångspunkt i landskapet som helhet, dess struktur och funktion. Gällande MKB-handbok för Trafikverket anger att landskapsanalysen ska ge kunskap om landskapet i ett helhetsperspektiv och att analysen även ska omfatta det s.k. vardagslandskapet, något som är helt i linje med ELC. Bland aspekter som ska ingå i analysen nämner MKB-handboken geologi, topografi, landskapets struktur och skala men ingen vägledning ges beträffande hur landskapets geovetenskapliga värden ska hanteras (Schmidtbauer Crona, 2011)).

Trafikverket har låtit ta fram ett underlag för hur landskap skall behandlas i planering inför byggande av väg och järnväg genom s.k. landskapsanalys (Bergkvist m.fl., 2012). Vägverket (2009) fastslog i sin strategiska plan för 2008–2017 att landskapsanalys (LA) och gestaltningsprogram (GP) skulle göras för alla vägprojekt i det statliga vägnätet från och med 2010. I det sammanhanget har en forskningsrapport om landskapsanalys producerats vid Sveriges lantbruksuniversitet (Berglund m.fl. 2013).

Ett nyligen publicerat arbete presenterar en analysmetod som baseras på den så kallade landskapskaraktärsmetoden. Den syftar till att ”ge en helhetsbild över landskapets huvudsakliga innehåll, dess karaktär, egenskaper och värden” (Trafikverket 2011). Geovetenskapliga företeelser som berggrund, landhöjning, terrängtyper och jordtäcke ingår där som väsentliga aspekter inom temat ”landskapets form”. Publikationen är en rik inspirationskälla för landskapsanalys och vidare metodutveckling. Med den övergripande karaktär publikationen har, kan man emellertid inte där förvänta sig mer ingående behandling av geovetenskapliga värden. Vi menar att geovetenskapliga värden borde vara en naturlig aspekt av det som vanligen tas upp i MKB, LA och GP. Det råder emellertid stor brist på vägledning i hur geovetenskapliga värden kan behandlas i svensk vägplanering. Föreliggande skrift söker råda bot på denna brist. Skriften ska ses som en idéstudie om hur geovetenskapliga värden kan identifieras för att kunna beaktas i planeringen av vägar och järnvägar. Studien visar inte på hur man ska göra utan är tänkt att inspirera till hur man kan göra. Studien är dock ingen litteraturgenomgång som tecknar forskningsläget, varför de geovetenskapliga värden som tas upp begränsas till våra egna erfarenheter av och kunskaper kring geovetenskap, landskapsforskning, MKB-analyser, gestaltningsprogram och landskapsanalyser.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med föreliggande studie är att beskriva en metodik som kan användas för att identifiera geovetenskapliga värden och georelaterade natur- och kulturvärden vid transportinfrastrukturplanering.

Utifrån en begränsad litteraturgenomgång och våra erfarenheter har följande övergripande frågeställningar formulerats:

- Vilka geovetenskapligt former, företeelser, strukturer, samband och funktioner kan betraktas som geovetenskapliga eller geovetenskapligt relaterade värden?
- Hur kan dessa värden på ett enkelt och rationellt sätt identifieras?
- När i planeringen av transportinfrastruktur bör identifieringen ske?

Projektet förväntas leda till bättre kunskap om landskapets olika geovetenskapliga värden. Projektet bidrar därmed till att uppfylla miljöbalkens krav och nå ELC:s mål. Vidare bidrar studien till Trafikverkets övergripande arbete föratt miljöanpassa transportsystemet.

Som åskådningsexempel i en analys av geovetenskapliga värden använder vi i denna idéstudie ett specifikt geologiskt kartblad över en del av Östergötland, tillsammans med tillgänglig information om identifierade värden för ekologi, kultur och friluftsliv. Vi gör ett försök att vidga definitionen av geovetenskapliga värden till att innefatta sådana objekt och företeelser som de ansvariga geologerna pekade ut som intressanta i den beskrivning som hör till kartbladet. Då denna person rimligen är en av dem som kan anses vara mest förtrogna med områdets geologi bör de gjorda bedömningarna vara den bästa tillgängliga källan till denna kunskap.

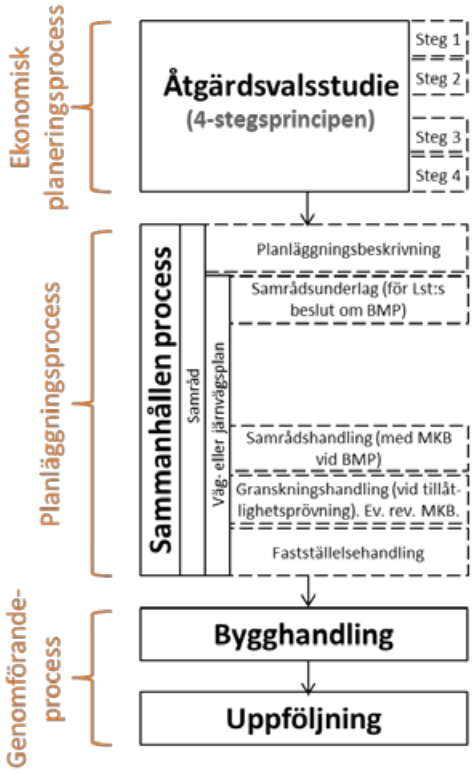
1.2 När geovetenskapliga värden bör beaktas

Till skillnad från perioden 1999–2012 ska den fysiska planläggningen av vägar och järnvägar fr.o.m. 2013 utgöras av *en* enda sammanhållen process som ersätter förstudie, utredning och plan. I den tidigare gällande processen togs ett MKB-dokument fram både i utrednings- och planskedena. Den nya planläggningsprocessen tar vid där åtgärdsvalsstudien avslutas och inleds med en kartläggning av förutsättningarna för den fortsatta planläggningen genom att bl.a. identifiera och pröva tänkbara sträckningsalternativ. Planläggningsbeskrivningen resulterar i ett dokument med samma namn. Där utreds och analyseras huruvida det planerade transportinfrastrukturbygget leder till en omgivningspåverkan, vilket nästan alltid är fallet om det inte handlar om exempelvis smärre bussfickor och cirkulationsplatser. Är omgivningspåverkan stor går processen in i ett nytt skede där ett underlag arbetas fram för att påvisa huruvida bygget av vägen eller järnvägen leder till en *betydande miljöpåverkan* (BMP) eller ej. För att planen ska vara hanterlig har v*äg- eller järnvägsplanen* getts olika status (undertitlar) i olika skeden; Samrådsunderlag, Samrådshandling, Granskningshandling och Fastställelsehandling. Det är Samrådsunderlaget som länsstyrelsen utgår ifrån i sitt beslut om eventuell BMP.

Om förslaget leder till BMP och det dessutom finns alternativa väg- eller bansträckningar går processen vidare och en Samrådshandling tas fram med både MKB och lokaliseringsalternativ. Alternativa sträckningar redovisas tillsammans med ett s.k.

nollalternativ. Samråd sker med bl.a. länsstyrelse, tillsynsmyndighet och de enskilda som kan antas bli särskilt berörda.

Vi menar att geovetenskapliga värden skall vara en naturlig del av MKB och GP. MKB i sin tur bör bygga på ett LA-underlag (Berglund m.fl. 2013). Således är det viktigt att geovetenskapliga värden ingår i en LA om det ska utgöra ett underlag för MKB. Det sker m.a.o. i planläggningsbeskrivningsskedet. Men om ett LA-underlag inte har tagits fram för en MKB ingår geovetenskapliga värden i MKB:n i samrådshandlingsskedet.



Figur 1 Planläggningsprocessens olika faser eller skeden i förhållande till hela processen med att bygga ny transportinfrastruktur.

2 Metodik

2.1 Ansats

Utgångspunkten i projektet är att geovetenskapliga värden ofta ges en bristfällig behandling i infrastrukturplaneringen. Detta kan tänkas bero på otillräckliga ämneskunskaper bland MKB-författare och beställare, svaga incitament att behandla geovärden och avsaknad av vedertaget angreppssätt för att identifiera geovärden och lyfta fram dem i MKB-arbetet. Ansatsen i vårt projekt har varit att presentera ett tillvägagångssätt för att identifiera och presentera geovärden relaterade till tre av de intressen som behandlas i MKB-sammanhang, nämligen naturvården, kulturmiljövården och friluftslivet. Vi har vidare bedömt det som ändamålsenligt att använda begreppet geodiversitet (Gray, 2004), ett begrepp som anknyter till begreppet biodiversitet, som är väl inarbetat i bl.a. MKB-sammanhang och som ligger till grund för vår klassificering av geovärden i rapporten (se kapitel 3).

Huvuddelen av arbetet utgörs av ett metodförslag och presentation av resultatet av metodens tillvägagångssätt för identifiering och beskrivning av geovärden i ett avgränsat område. Detta har skett i form av en fallstudie av det geologiska kartbladet Linköping NV, vilket bedömdes som intressant med två särpräglat olika geologiska miljöer och som även var lättillgängligt från Linköping. Dessutom bedömdes chansen vara stor att hitta ett bra dataunderlag för arbetet i GIS. Området omfattar flera tätorter, men dessa ingår inte i idéstudien.

I denna projektdel har författarnas kunnande och erfarenheter av tidigare forsknings-och utvecklingsarbete inom geovetenskaper, ekologi, kulturgeografi, arkeologi, marklära, hydrologi och angränsande ämnen använts för att göra en presentation dels av innehållet i begreppet geodiversitet, dels av olika typer av geovärden indelade i geovetenskliga egenvärden, ekologiska värden, kulturvärden och friluftsvärden. Någon regelrätt litteraturgenomgång har dock inte rymts inom projektet.

2.2 Metodförslag ”Geovärden i planeringsprocessen”

2.2.1 Steg 1. Inventering av underlagsmaterial

Inventeringen omfattar bevarande- och skyddsinstitut för natur, kultur och friluftsliv, som kan erhållas från berörda länsstyrelser och kommuner. Andra program och inventeringar där geovärden kan tänkas ingå efterfrågas och studeras i förekommande fall. Berggrunds- och jordartsgeologiska kartor och deras beskrivningar studeras särskilt och används som grund för identifiering av geovetenskapliga egenvärden. Historiska kartor såsom häradsekonomiska kartan hjälper till att förstå landskapets utveckling med dess relationer till geologi och topografi. Digitalt material bör eftersträvas för eventuella GIS-analyser och för att underlätta åskådliggörandet.

2.2.2 Steg 2. Fältarbete

Då inventeringar kan vara decennier gamla måste fältbesök genomföras för att få en aktuell bild av t.ex. markanvändning eller skärningars kondition och vegetationsutveckling. Det är också av stor vikt att dokumentera geoelement fotografiskt och gärna ur panoramaperspektiv som komplement till kartor, eftersom betraktaren annars lätt tolkar färggranna, höjdkurverika kartor felaktigt.

2.2.3 Steg 3. Analys och syntes

Inventering och fältarbete resulterar i en beskrivning av geovärden inom området, motsvarande kapitel 4.1–4.5 i denna rapport. Den insamlade informationen analyseras med hjälp av GIS för att visa på rumslig fördelning av objekt och samband mellan geovetenskap och olika typer av värden, men även för att identifiera och tydliggöra relationer som kan vara svåra att identifiera i landskapet. Studier av befintlig litteratur är viktig för att identifiera och tydliggöra geovärdena.

Analysen resulterar i en syntes, som sammanfattar geovärdena i området i en allmän del där området beskrivs i ett vidare perspektiv och sätts in i sitt geologiska sammanhang och där geologins och geomorfologins storskaliga relationer till natur-, kultur- och friluftslivsvärden beskrivs. I ett planeringsskede där föreslagna vägkorridorer föreligger redovisas effekter på specifika geovärden som påverkas i en speciell del.

2.2.4 Steg 4. Visualisering och presentation

Metoden avser att tydliggöra och lyfta fram de geologiska och geomorfologiska värdena i landskapet, främst de som inte redan dokumenterats genom olika typer av skyddsinstitut, och att tydliggöra vilka kopplingar som finns mellan de geologiska och geomorfologiska värdena och natur-, kultur- och friluftsvärden. Vidare ska metoden utgöra grund till förslag till hur geovärdena kan exponeras och tydliggöras.

I detta moment kan lämpligtvis visualisering användas för att tydliggöra påverkan på och möjligheter till information om och tillgängliggörande och åskådliggörande av geovärden. För den otränade är visualiseringar viktiga eftersom det man ser också kan förstås. Allmänheten har enklare att ta till sig ett budskap och förstå omfattningen av en planerad infratsruktur om den visas i bild på olika sätt. Visualiseringen görs lämpligtvis dels med GIS-kartor, där olika värdens koppling till geologi och geomorfologi framgår och dels med hjälp av fotografier. Fotografier och visualisering ur markperspektiv är viktigt eftersom kartor generellt sett är svårare att ta till sig än bilder som visar landskapet ur det perspektiv människan är van att betrakta det.

I samband med att en MKB tas fram kan fotomontage alternativt illustrationer visualisera en tänkt byggnation. Före- och efterbilder (Antonson 2002, 2009, 2011; Antonson & Blomqvist 2004) är användbara eftersom det kan vara svårt för den ovane att annars förstå byggnationens omfattning.

2.3 Fallstudie i Östergötland

2.3.1 Undersökningsområdet

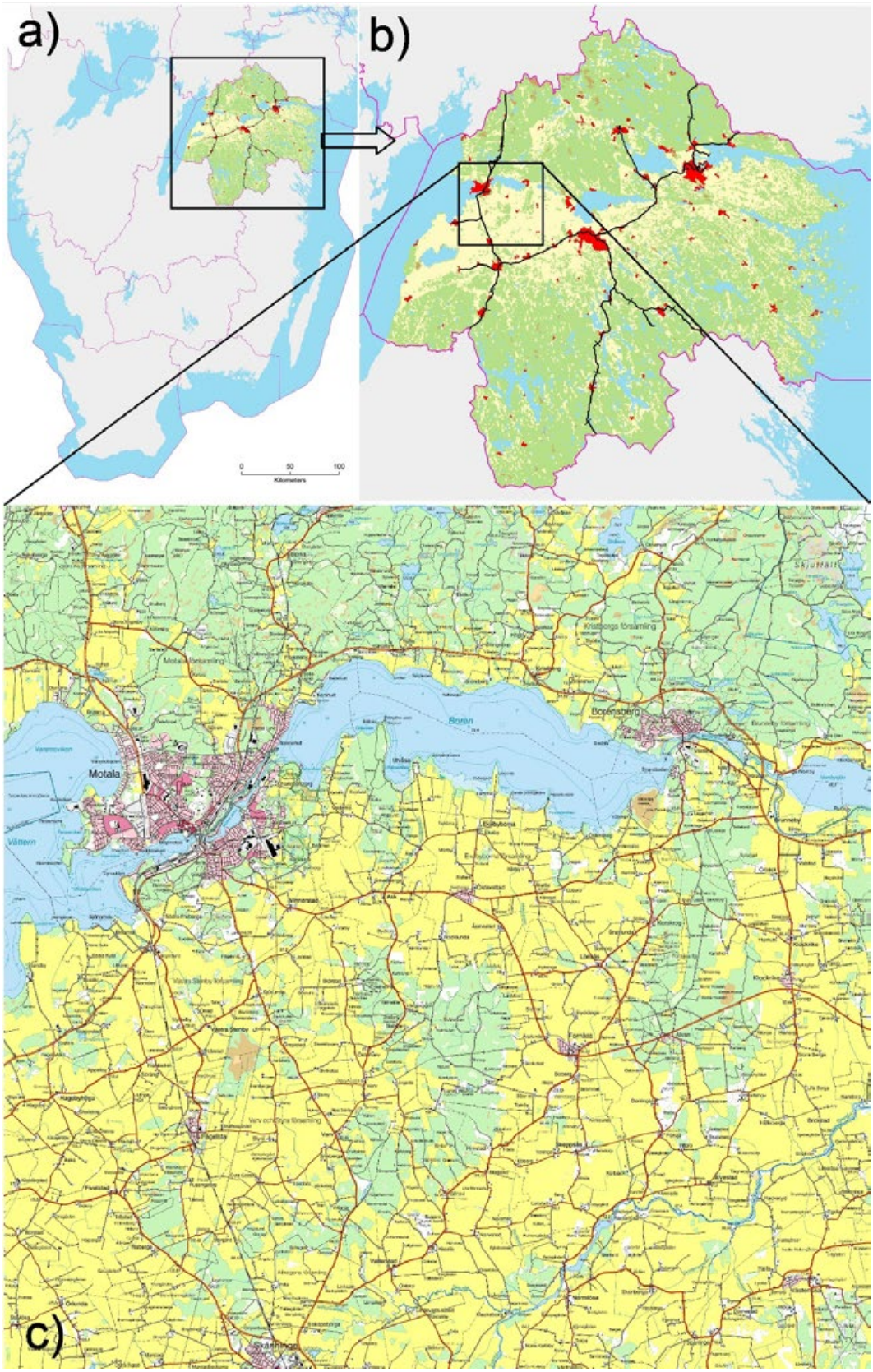
För fallstudien valdes ett undersökningsområde som omfattas av det geologiska kartbladet Linköping NV, vilket bedömdes som intressant med två särpräglat olika geologiska miljöer (se nedan) och som även var lättillgängligt från Linköping. Dessutom bedömdes chansen vara stor att hitta ett bra dataunderlag för arbetet i GIS. Området omfattar flera tätorter, men dessa ingår inte i idéstudien.

Området präglas av två tydligt olika regioner. I norr dominerar ett delvis kuperat, småbrutet landskap med många sjöar och där urberget ofta går i dagen. Urberget består här i huvudsak av granit, gnejsgranit och grönsten. Relativt tunn morän täcker det mesta av området. Barrskog med inslag av löv dominerar helt, men ett småskaligt jordbruk finns i många av dalstråken. I söder avgränsas området av en markant förkastningsbrant

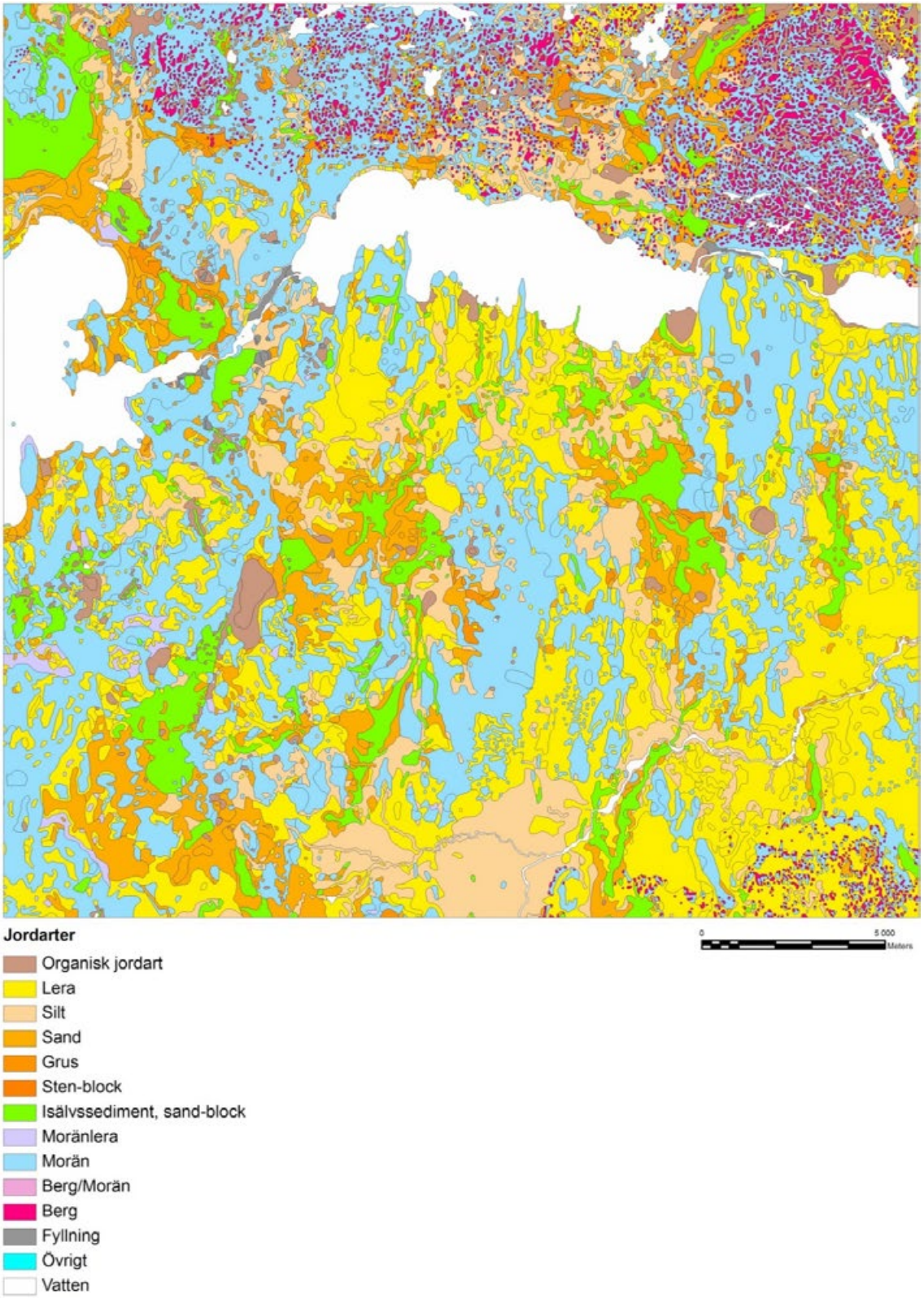
vid Borens norra strand. Området söder om Boren består i huvudsak av en sedimentär berggrund från de geologiska tidsepokerna kambrium, ordovicium och silur (ca 570–400 miljoner år sedan) med en flack överyta. Den sedimentära berggrunden är nästan helt täckt av glaciala och postglaciala sediment. De huvudsakliga topografiska formerna utgörs av morän- och isälvsmaterial, medan de lägre liggande områdena domineras av sediment i form av grus, sand, silt och leror. I området dominerar idag ett storskaligt jordbruk på de bördiga åkermarkerna, medan skogspartier ligger lokaliserade till några större sammanhängande morän- och isälvsmaterialsområden.

De olika förutsättningarna i kartbladets skilda delar framkommer även om man studerar 1700-talets landskap. Prosten Carl Fredric Broocman gav 1760 ut sin nästan 1000 sidor långa beskrivning över Östergötland. I den finner man exempel på hur socknarna på kartbladets slätter söder om sjön Boren led brist på vedbrand och hur ängarna och mulbetet inte räckte till för att hålla tillräckligt med boskap för att förse den stora andelen åkermark med den gödsel som skulle behövas. Bristen på ved medförde också att man inte annat än till husbehov kunde bränna kalk av kalkstenen som annars låg där som en naturresurs att utnyttja. Skillnaden mellan slätterna i söder och skogarna i norr gör sig under 1700-talet gällande på flera sätt. Vid den smala bron över Motala ström vid Husby, öster om dagens Borensberg, fanns i forna tider ett kapell där de vägfarande offrat då de gav sig ut i de djupa skogarna mot Närke, eller när de kommit helskinnade därigenom ”*emedan Skogarna tå warit farlige at färdas öfwer, så för thes stora och många Backar och steniga wäg, som osäkerhet för Skogs-Röfware, hwilka ther fordomsdags sig mycket uppehållit*” (Broocman, 1760).

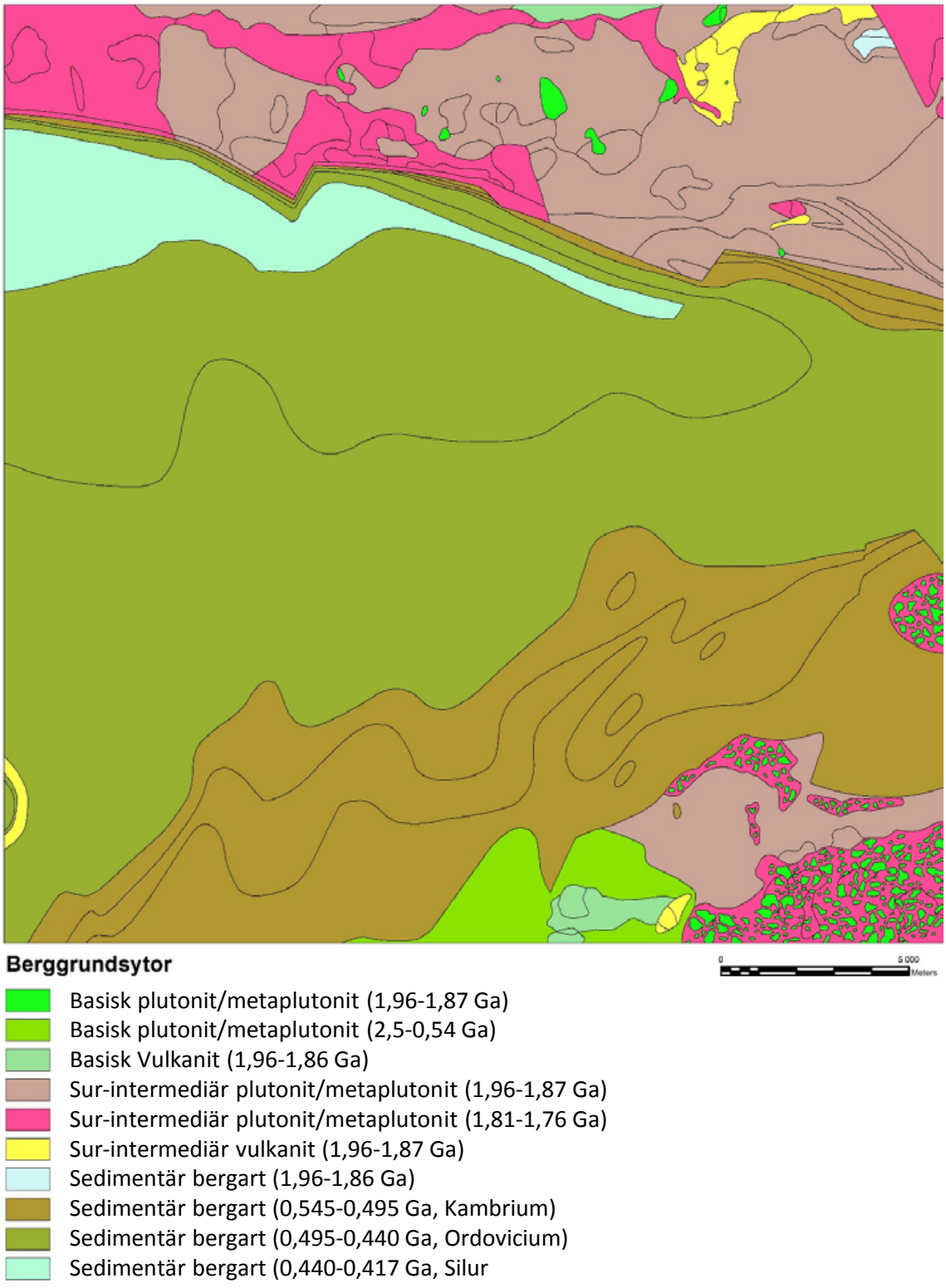
I området finns tre större sjöar, Vättern, Boren och Norrbysjön, och ett stort antal vattendrag, varav Motala ström (med Göta kanal) och Svartån är de största.



Figur 2. Studieområdet utgörs av avgränsningen i det geologiska kartbladet Linköping NV (SGU Serie Ae, Nr 24).



Figur 3. Jordartsgeologisk karta över studieområdet Linköping NV.



Figur 4. Berggrundskarta över studieområdet Linköping NV.

2.3.2 Steg 1

Källmaterialet består av kartor och litteratur. Kartorna är av både digital och analog art. Analoga kartor har hämtats från olika arkiv och utgörs av:

Sveriges Geologiska Undersökningar

Det tryckta geologiska kartbladet Linköping NV (SGU Ae 24). Kartbladet valdes då det bedömdes ha flera geologiskt intressanta och olika regioner, förhållandevis hög geodiversitet, viktiga natur- och kulturvärden och flera större områden viktiga för friluftslivet. Dessutom utgjorde närheten till området att flera fältbesök enkelt kunde utföras.

De lösa avlagringarnas uppbyggnad och morfologi beskrivs utförligt i beskrivningen till det jordartsgeologiska kartbladet. Huvuddelen upptas av isälvsmaterial- och moränformer och hypoteser förs fram om deras bildning. Författaren har värderat de olika objekten genom att till exempel ange att formen är *ett tydligt exempel på*, *vacker*, *ovanlig* eller *markant*. Denna typ av värderingar har utgjort ett viktigt bidrag till exemplen på pedagogiska/vetenskapliga värden.

Lantmäteriets hemsida (original vid Riksarkivet)

- Historiska storskaliga kartor (bykartor) från före 1928.
- Historisk småskalig konceptkarta till Häradsekonomiska kartan från 1868–1877.

De digitala kartorna i vektorformat har hämtats från olika dataägare och utgörs av:

Länsstyrelsen

- Riksintressen för natur och kultur
- Naturreservat
- Natura 2000-områden
- Ängs- och hagmarker
- CORINE-marktäckedata

Skogsstyrelsen (f.d. Skogsvårdsstyrelsen)

- Biotopskydd, naturvärden (t.ex. naturreservat, naturminnen m.m.)

Riksantikvarieämbetet

- Fornminnesdatabasen (FMIS)

Motala kommun

- Motala geovärden
- Motala ekologiska värden
- Motala naturprogram

Vid sidan av kartor har diverse litteratur (se referenslista) använts, exempelvis Staffan Helmfrids avhandling (1962) som innehåller en sammansatt bild av de geometriska jordebokskartorna från 1600-talets första hälft.

2.3.3 Steg 2

Då de använda inventeringarna kan vara decennier gamla och för att få en överblick över nuvarande tillstånd och utseende genomfördes flera fältbesök inom området under mellan 2004–2006. Vid fältbesöken genomfördes även omfattande fotodokumentation av geoelement, bland annat i panoramor som komplement till kartor, eftersom betraktaren annars lätt tolkar färggranna, höjdkurverika kartor felaktigt.

2.3.4 Steg 3

I detta steg jämfördes olika georelaterade geografiska data med varandraför att förstå såväl rumslig fördelning av objekt som samband mellan geovetenskapliga företeelser och olika typer av utpekade värden. Strävan var även att identifiera och tydliggöra relationer som kan vara svåra att identifiera i landskapet, exempelvis vilka geologiska formationer som på ett övergripande plan är särskilt intressanta ur ekologiskt perspektiv. I enstaka fall, där det fanns digitala kartdata användes analys i ett geografiskt informationssystem (ArcGIS 9) för att göra motsvarande jämförelser.

Analysen har redovisats i en syntes, som sammanfattar geovärdena i området utifrån de olika värdekategorier som utgår från begreppet geodiversitet och definieras i kapitel 3:

- geovetenskapliga egenvärden, samt

  geologins och geomorfologins relationer till
- ekologiska värden
- kulturvärden och
- värden för friluftslivet.

Analysen avslutas med en allmänt hållen rådgivande del.

2.3.5 Steg 4

Visualiseringar i kartform har utförts med GIS (ArcGIS 9) i samband med analysen liksom fotagrafiska avbildning. Då inget egentligt infrastrukturprojekt föreligger har inga fotomontage använts.

Som ett förslag till implementering av metodens resultat och som en hjälp i arbetet med MKB har vi gett några exempel på konflikter och/eller mervärden som kan uppstå mellan infrastruktur och geovärden och hur dessa kan appliceras i en matris avseende vilka processer som påverkar och vilka värden som påverkas.

3 Geodiversitet

Geodiversitet är ett begrepp som i Norden introducerats i och med rapporten ”Geodiversitet i nordisk naturvård” (Nordiska ministerrådet, 2000) och som kan definieras som ”variationen i berggrunden, jordarterna och landformerna samt de processer som påverkat och påverkar jordytan”. I rapporten beskrivs utförligt grunderna för begreppet och förklaras dess betydelse och dess implementeringsmöjligheter i naturvården. Geodiversiteten kan, enligt rapporten, konkretiseras som mångfalden av geologiska och morfologiska fenomen i ett avgränsat område, vilket kan vara en lokal, en kommun eller en region. Man definierar även några användbara termer:

- Geoelement – geologiska/geomorfologiska beståndsdelar av olika storlek, exempelvis mineral, bergarter, fossil, jordarter och landformer
- Geoprocesser – processer som påverkar Jorden, exempelvis plattrörelser, landhöjning, vittring och erosion
- Geotoper – avgränsade områden med definierade fenomen eller processer uppbyggda av geoelement och geoprocesser.

Geodiversitet är ett värde i sig och är samtidigt en av de faktorer/kriterier som bestämmer naturvärdet av en lokal eller ett område. Geodiversiteten kan anges både kvantitativt och kvalitativt. Antalet geoelement i ett visst område ger en kvantitativ uppskattning av geodiversiteten medan formernas och processernas tydlighet i området ger en kvalitativ uppskattning. Generella kriterier för geodiversitet är enligt rapporten:

- hur tydligt områdets geoelement framträder
- hur väl deras inbördes samband och dess regionala relation framstår
- hur väl området visar geologisk utveckling, geoprocesser och landformer och
- hur väl det representerar den region som området tillhör.

En sökning på Internet över svenskspråkiga sidor tyder på att begreppet geodiversitet i Sverige i huvudsak introducerats vid universitet och högskolor, som del i landskapsanalytiska kurser (247 träffar på svenska sidor på Google, 2013-03-27). Geodiversiteten är en betydelsefull grund för biodiversiteten, naturmångfalden och markanvändningen, och är även användbart som en parallell till det ytterst väletablerade begreppet biodiversitet.

Föreliggande rapport har ambitionen att använda och inspireras av begreppet geodiversitet, samt dess definition och kriterier för att beskriva geovärden i studieområdet. I Nordiska ministerrådets rapport ligger en mycket stor vikt vid just de geologiska/geomorfologiska värdena och aspekterna, men man lägger också vikt vid geodiversitetens betydelse för naturvärden och i viss mån kulturvärden.

En definition i engelskspråkig litteratur är “the natural range (diversity) of geological (rocks, minerals, fossils), geomorphological (landform, processes) and soil features. It includes their assemblages, relationships, properties, interpretations and systems” (Gray, 2004).

Gray delar upp geodiversitetens värden i:

- Kulturella värden – t.ex. geomytologi, dvs. att geologiska formationer tillskrivs mytologiska bildningssätt. Goda exempel är Visingsö, som enligt sägnen bildades då jätten Vist kastade en stor torva jord från Vista kulle så att hans

hustru skulle kunna gå torrskodd över Vättern efter att de varit på besök hos en jätte på andra sidan vattnet. Många geologiskt och geomorfologiskt särpräglade platser har liknande historier om sina bildningssätt. Till de kulturella värdena hänför Gray även arkeologiska och historiska värden, som innefattar t.ex. historiska inskriptioner i sten (hällristningar, runor) och stenar som rests i formationer som gravar, religiösa helgedomar etc. I vissa religioner finns även geologiska och geomorfologiska formationer som anses heliga, vilket också är en typ av kulturellt värde. Vidare kan begreppet ”platskänsla” (sense of place) hänföras hit (Meinig, 1979, Cresswell, 2004, Stewart & Strathern, 2003). Detta kan definieras som människors benägenhet att känna tillhörighet med vissa landskap. Uttryck som ”Höga kusten”, ”the white cliffs of Dover” och ”on American soil” är uttryck för denna typ av värde. Om detta har även geografen Yi-Fu Tuan skrivit. Han använder härvid begreppet ”topophilia” (sv. topofili) (Tuan 1974).

- Estetiska värden – kan beskrivas som den visuella dragningskraften hos den fysiska omgivningen. Detta värde kan vara mycket påtagligt ifråga om t.ex. kuster, berg, floder, sjöar, glaciärer och vattenfall. Landformerna är utgör en viktig del av det visuella intresset och skönheten (Gray, 2004). Geoturism och fritidsaktiviteter är tydligt förknippade med estetiska värden. Geoturism kan hänföras till mycket särpräglade geologiska formationer, exempelvis raukar på Gotland, Lapporten, Kebnekaise, eller i USA Monument valley och Grand Canyon. Bad, fjällvandring, klättring och båtsport är alla exempel på fritidsaktiviteter där landformerna utgör hela eller en central del av värdet.
- Ekonomiska värden – handlar helt enkelt om alla de resurser som kan utvinnas ur jordskorpan. Mineraler, metaller, ädelstenar, olja, bergarter, jordarter, etc. Området är mycket omfattande och ligger i huvudsak utanför detta projekts ramar. Intäkter till följd av geoturism ingår inte här.
- Funktionella värden – innefattar värdet av att landområden med olika beskaffenhet används för olika syften. Flygplatser kräver plan mark, skidåkning backar. Jordbruk koncentreras till bördiga och stenfria jordar, medan bostäder och vägar koncentreras till väldränerad mer högländ mark. Detta ger marken ett funktionellt och ekonomiskt värde. Vidare fungerar marken som lagringsplats och täkt för kol (våtmarker t.ex.), färskvatten (akvifärer, sjöar och vattendrag), olja och gas (i oljeförande porösa bergarter t.ex.) eller för mineraler. Geologin fyller även en funktion för begravningsändamål, både som begravningsplats och som källa till gravstenar. Även avfall av olika slag deponeras på och i marken; allt från sopor till kärnavfall. En annan funktion fyller geologin som renare av förorenat vatten. Vattnets kemi påverkas av geologin och kan ha stor betydelse för de ändamål det används för. Ett exempel är whiskysorterna på den skotska ön Islay. De tre rökiga whiskeysorterna Laphroaig, Lagavulin och Ardbeg destilleras på regnvatten som silar över graniter och grönstenar genom tunna torvlager och därmed blir både surt och mineralfattigt. Till de mildare, rena whiskeysorterna Caol Ila och Bunnahabhain på andra sidan ön används källvatten från tillit och sandsten. Olika mineralvattens kemi och smak härrör på samma sätt från geologin där de hämtas. Geologins grundläggande betydelse för jordbrukets och skogsbrukets funktion kan knappast överskattas. Till de funktionella värdena räknar Gray även ekosystemstjänster. Den fysiska miljön spelar en mycket central roll genom att tillhandahålla olika miljöer, habitat och substrat som tillsammans skapar biodiversitet.

Vetenskapliga och pedagogiska värden – genom att studera och lära sig förstå pågående och historiska processer i landskapet kan man förstå hur landskapet formats och förutspå hur processerna kommer att påverka landskapet i framtiden. På så sätt finns möjlighet att förutse t.ex. om områden är riskabla ur någon aspekt. Exempel på detta kan vara risk för jordbävningar, skred, ras och översvämningar. Genom studier av geologi och geomorfologi har jordens historia kunnat beskrivas. Nya upptäckter som ytterligare ökar vår kunskap görs kontinuerligt. Även om all geologi och geomorfologi på sätt och vis bidrar till denna kunskap, finns lokaler som varit nycklar till förståelsen av jordens utveckling och vilka därmed kan betraktas som särskilt skyddsvärda. Sediment i t.ex. sjöar, mossar och iskärnor berättar även om den ekologiska utvecklingen, klimatets variationer och människans påverkan på artsammansättning och föroreningars förekomst. Slutligen har lokaler för geologi, geomorfologi och de processer som formar landskapet ett stort utbildningsvärde. Lärare och elever vid skolor och universitet kan därmed få möjlighet att se och förstå processerna i fält. Att kunna åskådliggöra landskapsformer och geologi för allmänheten på ett lättillgängligt sätt ökar förståelsen för dess betydelse och värde. I Storbritannien finns så kallade ”local geodiversity action plans (LGAP)”, där geodiversitet oftast begränsas till att behandla geologiska egenvärden. Geomorfologi, bergarter, mineraler och bildningsprocesser lyfts fram för att visa på den abiotiska naturens värden. Oftast omnämns geodiversitet i samband med ”geoconservation”, alltså bevarande av abiotisk natur, som är målet med LGAP.

De värden denna rapport fokuserar på, geovetenskapliga egenvärden (pedagogiska/vetenskapliga), georelaterade ekologiska och kulturella värden samt georelaterade friluftsvärden, är att betrakta som delmängder av de olika värden som beskrivs i Gray (2004). De pedagogiska/vetenskapliga värdena har sin direkta motsvarighet, medan de ekologiska är en del av de funktionella värdena. De kulturella värdena har en bredare betydelse i Grays (2004) arbete än vad vi förmår innefatta i denna idéstudie medan det som vi definierar som friluftsvärden kan sägas inkorporeras i Grays estetiska värden. I det följande definierar och exemplifierar vi dessa värdetyper ur vårt perspektiv som grund för hur vi hanterar värdena i det faktiska undersökningsområdet.

3.1 Geovetenskapliga egenvärden

Geologi och geomorfologi utgör grunden för landskapets ekologiska och kulturella utveckling. Landskapet kan definieras på många sätt. Landskapsforskningen av idag fokuserar oftast på *formerna* i landskapet, på landskapets *funktion*, de *processer* som skapat landskapet och landskapets *kontext*, dvs. det samhälleliga sammanhang i vilket funktionen och processen bildats eller fortfarande existerar (Widgren, 1997; 2002). Former och funktioner kan betraktas både ur ett postmodernistiskt perspektiv där man läser landskapet och betraktar det som en scen eller kuliss vilken representerar olika sociala hierarkier, eller ur ett mer resursorienterat perspektiv där fokus ligger på markanvändning, kapital och produktion (Antonson, 2009; 2011).

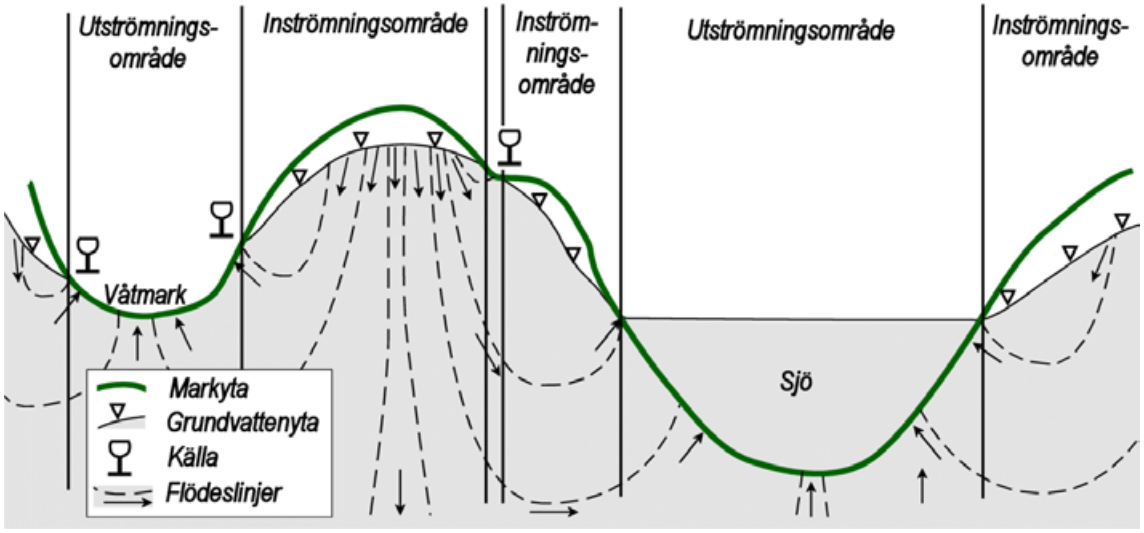
Det fysiska landskap vi idag ser är resultatet av berggrundens beskaffenhet och de lösa jordlagrens ytformer. Berggrundens överyta är avhängig bergarternas motståndkraft mot erosion och vittring samt bergarternas tektoniska historia som påverkat sprickbildningen. Dessa faktorer har tillsammans skapat den berggrundsyta som sedan draperats med lösa avlagringar som i olika grad modifierat landskapets morfologi.

I Sverige är det den senaste istidens ytformer och sediment, i kombination med nu pågående processer som landhöjning, erosion, vittring och gravitation, som dominerar de lösa avlagringarnas ytformer. Istidens avlagringar avspeglar i sina former och materialegenskaper olika processer och skeenden under istiden. Till exempel vittnar drumliner (avlånga ”limpformade” moränryggar) och rundhällar om en aktiv framryckande is, under vilken de avsattes och formades, medan rullstensåsar, isälvsdeltan och dödislandskap vittnar om isens smältande och isfrontens tillbakadragande eller stillaliggande faser. Likaså vittnar klapperstensfält om historiska kustlinjer där havet svallade ur finare material (kornstorlekar) och transporterade dem längre ut till havs, till områden som idag ofta är flacka lerslätter. Över dessa fina sediment kan i sin tur vattendrag meandra, vilket till skillnad från istidsavlagringarnas former är en pågående process som formar sina delar av landskapet genom vattnets erosion. Processer påverkar ständigt landskapsformerna genom långsam nerbrytning varvid även nya former som rasbranter och rasmaterialssluttningar skapas. Längs våra kuster och sjöar påverkar vattenståndsförändringar, vågor, is och frostvittring kustlinjernas morfologi. Förutom att dessa former, skapade av historiska och pågående processer, utgör landskapets grundelement, berättar de landskapets historia för den som kan tolka dem. På så vis fyller de dels en vetenskaplig funktion för att vi ska kunna förstå vårt landskaps historia och dels en pedagogisk funktion för att kunna lära ut denna historia.

Figur 5. En rullstensås i Småland avgrävd för vägdragning och använd som grustag. (Foto: Mats Gustafsson, 2000)

Vattnets kretslopp utgör en process som ständigt påverkar landskapet genom dess inverkan på till exempel vittring, korrosion, stabilitetsförhållanden och erosionsföreteelser (Knutsson och Morfeldt, 1993). På så vis formas också förutsättningarna för mänskliga aktiviteter som odling och bosättning. Vattnets rörelser i marken utgår från att regn- och smältvatten tränger ner i markens inströmningsområden. I det svenska klimatet är det ofta bara ca en tredjedel av nederbörden som bildar grundvatten då resten avdunstar från mark- och vattenytor samt från växter. Växterna avger dessutom vattenånga från vatten som tagits upp genom rötterna. Det vatten som ändå når ner till grundvattnet kommer att strömma i alltifrån små, ytliga system till stora

djupa regionala system (Figur 6). Så småningom strömmar grundvattnet ut i utströmningsområden till exempel i nederkanten av sluttningar, i svackor och dalar eller till följd av geologiska strukturer. Det uppstår där källor, bäckar, våtmarker och sjöar (Knutsson, 2006:d) och de fluvialmorfologiska morfer som förknippas med dessa, t.ex. raviner och meandrande bäcklopp.



Figur 6. Ett tvärsnitt genom landskapet illustrerar hur marken kan delas in i in- respektive utströmningsområden efter hur vattnet rör sig, beroende på topografin.

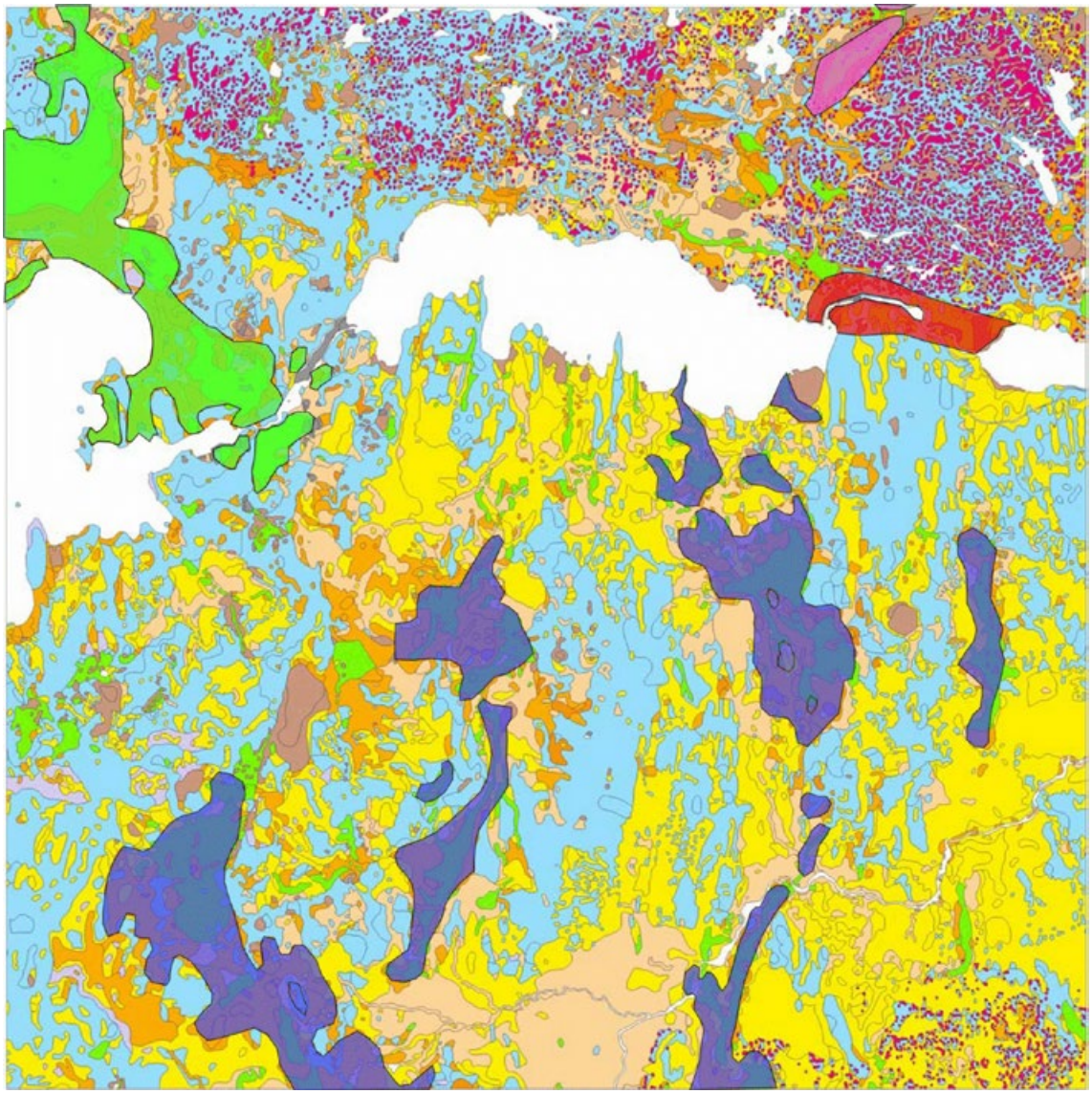
Källor har under alla tider varit av betydelse för vattenförsörjningen. En del källor har till och med haft så stor betydelse för byars vattenförsörjning att de i skifteskartorna från 1700- och 1800-talen blivit utmätta som samfälligheter (Knutsson, 2006:a).

En källa (kallkälla) definieras som ”ett distinkt utflöde av grundvatten ur jord eller berg och den vattensamling med avrinning, som ofta förekommer vid ett sådant utflöde” (Damberg m.fl., 2006:a). Den mest framträdande delen hos en källa är ofta en liten vattensamling i en grop i marken, som kan vara skapad av det utflödande vattnets erosion. I källor som utnyttjats som vattentäkter har gropen ofta fördjupats till en brunn eller byggts ut till en damm. Samtliga källor i Sverige är så kallade kallkällor med vattentemperaturer som i stort överensstämmer med luftens årsmedeltemperatur på orten i fråga (Knutsson, 2006:b).

Källor har även ett viktigt vetenskapligt värde på grund av att de är lämpade för miljöövervakning av grundvattenkvaliteten. Vattnet i en källa representerar nämligen vattnet i hela tillrinningsområdet (Knutsson, 2006:c).

Grundvatten av god kvalitet utgör en betydelsefull naturresurs för samhället och tillgången till dessa resurser är av stort regionalt och lokalt intresse, i vissa fall även ett nationellt intresse, för vattenförsörjningen (Åsman och Ojala, 2004). I den fysiska planeringen kan det vara angeläget att peka ut och klassificera olika grundvattenresursers värde. Det saknas dock idag allmänt vedertagna principer för hur grundvatten ska värderas (Johansson, m.fl., 2002). Sveriges geologiska undersökning (SGU) har genomfört ett första steg mot att identifiera geologiska formationer av betydelse för vattenförsörjningen, nutida och framtida, så att dessa ska kunna skyddas (Åsman och Ojala, 2004). De olika grundvattenresurserna har klassats med avseende på uttagsmöjlighet, befolkningstryck, närheten till andra grundvattenområden och

förekomst av kommunala vattentäkter. Inom studieområdet förekommer fyra olika klasser av grundvattenområden (Figur 7).



Figur 7. Geologiska formationer av nationell betydelse för vattenförsörjningen. Röd = potentiellt uttag > 25 l/s, få andra grundvattenområden i närheten och högt befolkningstryck, grön = potentiellt uttag > 25 l/s och högt befolkningstryck, blå = potentiellt uttag < 25 l/s, få andra grundvattenområden i närheten och högt befolkningstryck, och lila = potentiellt uttag < 25 l/s och högt befolkningstryck (efter Åsman och Ojala, 2004).

Värdering av grundvatten utgår från de egenskaper hos en grundvattenresurs som direkt eller indirekt ger upphov till nytta hos individer (se Tabell 1) (Johansson m.fl., 2002). De egenskaper (tjänsteflöden) som ger upphov till nytta hos individer kan indelas enligt två principer, dels efter utvinningsvärden (där grundvattnet används) och *in situ*-värden (där värdet är att grundvattnet finns på plats och inte pumpas upp), dels efter användar- och icke användarvärden. Grundvattenresursens totala värde definieras därför som summan av utvinningsvärden och *in situ*-värden, alternativt summan av användar- och icke användarvärden (Johansson m.fl., 2002).

Tabell 1. Värdering av grundvatten (Johansson m.fl., 2002).

Tjänsteflöde/grundvattenfunktion		
Utvinnings-värden	Hushåll Industri Jordbruk	Användar-värden
In situ-värden	Ekologiska värden Bidrag till ytvattenflöde Kulturmiljö Forskning/vetenskap Rekreation Buffert/reserv Skydd mot sättningar Skydd mot saltvatteninträngning Recipientvärden	Användar-värden
	Optionsvärden Arvsvärden Existensvärden	Icke användar-värden

3.2 Georelaterade ekologiska värden

Ur geodiversitetssynpunkt är ekologin ett funktionellt värde. Vilka ekologiska värden som finns i ett landskap beror till stor del på de geologiska förutsättningarna i landskapet, inte minst:

- topografi
- geomorfologi
- substrat
- mineralogi

Med topografi avses jordytans terrängformer. Geomorfologi handlar om jordytans landformer, deras ursprung och utveckling. Med substrat menas i detta sammanhang det material som växter eller djur finns i eller på. Topografiska förutsättningar som exempelvis höjd över havet och landformernas relief påverkar klimatförhållanden och tillväxtfaktorer såsom vattentillgång och instrålning. Sol- och vindexponering skiljer sig exempelvis avsevärt mellan en fjälltopp och en ådal. Likaså kan vattentillgången variera kraftigt mellan intilliggande delar av ett starkt kuperat område, medan grundvattenförhållandena kan vara mycket likartade inom stora delar av en moränplatå. Ett känt förhållande är att s.k. sydväxtberg i nordliga delar av landet erbjuder gynnsamma växtebetingelser för värmeälskande växter och djur som annars bara

förekommer längre söderut. Ett annat exempel på topografins betydelse är att vissa typer av moss- och lavvegetation bara förekommer i klippskrevor eller på andra ställen med sluttande och skuggiga klippor. Exponerade klippor vid bergsstup är också favorittillhåll för till exempel pilgrimsfalken. Vidare kan havtorn nämnas som exempel på en konkurrenskänslig växt som är karaktäristisk för strandområden som nyligen kommit i dagen genom landhöjningen i Norrland.

Geomorfologiska förhållanden och ytformer har också stor betydelse för vilka klimatförhållanden som råder på en plats samt vilken tillgång på vatten och näring växtligheten har. De torra växtförhållandena på en rullstensås skiljer sig t.ex. markant från förhållandena på den lerslätt eller den våtmark som omger åsen. Torrbackar är idealiska biotoper för huggorm, medan det bland groddjur och salamandrar är vanligt att både torra marker och vattendrag eller dammar behövs för fortlevnaden. Likaså är tillgången på vatten och näring mycket olika på den kalkrika alvarmarken jämfört med en isälvsavlagring.

Substratets fysiska beskaffenhet är också en faktor som styr vilka växter och djur som kan leva på en viss plats. Förutsättningarna är exempelvis mycket olika beroende på om substratet är urberg, sand eller torv. Sileshår är ett exempel på växter som är bundna till torvmarker, våtmarker och stränder, medan fetknoppsarter kräver kala klippor eller torra sandmarker. Martorn är strikt bunden till sand på havsstränder. Myrlejonsländornas larver är beroende av solöppen sandmark i närheten av havet.

Mineralogin är avgörande för hur lättvittrad berggrunden är och hur mycket näringsämnen som finns i marken. Skiffer är exempelvis lättvittrad och innehåller mycket näringsämnen, medan granit och gnejs är svårvittrade och näringsfattiga. Likaså styrs näringsstatus i sjöar och vattendrag i hög grad av mineralogin hos berggrunden och de lösa jordarterna på platsen och i tillrinningsområdet. Förekomst av kalk i berggrunden ger sig till känna genom förekomsten av kalkälskande arter som saknas i urbergsområden. Vissa mineral, exempelvis serpentin, innehåller tungmetaller som är giftiga för många växtarter. Serpentinförekomst kan däremot ge upphov till massförekomst av tungmetalltoleranta växter som i övrigt är sällsynta.

Topografi, geomorfologi, substrat och mineralogi är alltså, tillsammans med klimat- och bördighetsförhållanden, faktorer som i hög grad styr vilken markanvändning vi har i ett landskap eller på en plats. Markanvändningen modifierar i sin tur de naturgivna förutsättningarna för vilka biotoper, livsmiljöer, som utbildas på olika platser.

Olika biotoper erbjuder livsrum för olika växt- och djurgrupper. Vilka växt- och djurarter som finns i biotopen är emellertid också beroende på vilka möjligheter arterna har att fortleva där och utbyta gener med individer från andra områden. Djurs och växters spridningsmöjligheter i landskapet påverkas bl. a. av de geologiska förhållandena. Exempelvis kan en rullstensås utgöra en kommunikationsled för vissa växter och djur som trivs på torra marker, medan åsen kan utgöra en barriär för våtmarksarter att sprida sig från den ena sidan av åsen till den andra. På motsvarande sätt kan en sjö eller en älv erbjuda vattenlevande organismer en effektiv spridningsväg, medan vattnet utgör ett effektivt vandringshinder för vissa landorganismer. Å andra sidan kan exempelvis frön eller larver från många arter effektivt spridas längs vattendragen.

Artsammansättningen på en viss plats eller i ett visst område kan alltså ses som ett resultat av samspelet mellan en uppsättning komplicerade faktorer, där de geologiska förutsättningarna är bland de viktigaste. Man kan alltså säga att de ekologiska värdena i ett landskap är intimt beroende av landskapets geovetenskapliga förutsättningar.

Artsammansättning är en del av den biologiska mångfalden, eller biodiversiteten, ett begrepp som har tydliga samband med geodiversitetsbegreppet (Nordiska ministerrådet 2000). I begreppet biodiversitet ingår vanligen den biologiska variationen på flera olika nivåer inom ett givet geografiskt område. Den översta nivån representeras av variationen av naturtyper, ekosystem eller biotoper inom området. Variationen mellan arter kan sägas representera en mellannivå. Artdiversiteten är den kanske mest allmänt kända delen av biodiversitetsbegreppet. Artdiversiteten innefattar inte endast antalet arter som förekommer inom det givna området utan även fördelningen mellan dem. Där exempelvis en stor andel av växtindividerna är fördelade på ett stort antal arter, är artdiversiteten större än om ett fåtal arter dominerar, även om individantalet är det samma. Under artnivån påverkas biodiversiteten av variationen inom arten, exempelvis underarter och varianter av en art. Vidare finns det variation på genetisk nivå. Biodiversiteten inbegriper alla dessa typer av variation.

3.3 Georelaterade kulturvärden

Spåren av all mänsklig aktivitet är att betrakta som kulturvärden. Samtliga spår värderas dock inte så högt av samhället att de anses bevarandevärda av myndigheter och organisationer. Ibland finns det istället en påtaglig diskrepans mellan vad myndighetsföreträdarna uppfattar som ett värde och vad allmänheten eller delar av allmänheten (exempelvis inom en viss bygd) uppfattar som värde. Även forskarens syn kan skilja sig från myndigheternas. I följande avsnitt ges ett försök att blanda både forskarens och bevarandemyndigheternas syn på vad ett kulturvärde med koppling till geodiversitet är.

Landskapets naturgivna förutsättningar kan liknas vid det golv där människan verkat och fortfarande verkar. Högsta kustlinjen (HK, Figur 8) är avgörande för hur människan har utnyttjat landskapet. HK är den gräns dit havet någon gång under historien nådde som högst. Ovanför HK är moränen osorterad, dvs. jorden innehåller alla storlekar från lerpartiklar till flyttblock. Under HK har havet sakta sköljt ur de finare partiklarna som fördes långt ut från vattenbrynet och sedimenterade som lera på havsbottnen, vilken idag utgör dalgångar och slättbygder till följd av landhöjningen. Slättbygderna, exempelvis Östgötaslätten, är således stenfria, består ofta av lera och har bergkrön som är helt kalspolade från morän. Skogsbygderna ovanför HK, exempelvis småländska höglandet, är däremot blockrika, kuperade och steniga, vilket inte minst syns i många odlingsrösen och stenmurar intill åkermarkerna. Man kan säga att förhållandet mellan geodiversitet och kultur och dess koppling till väginfrastruktur är såväl visuellt (dvs. det är något som går att uppleva från vägen) som materiellt. Materiellt utgör stenmurarna former med en funktion vilka har tillkommit genom en process och kan förstås i ett visst samhälleligt sammanhang (kontext).

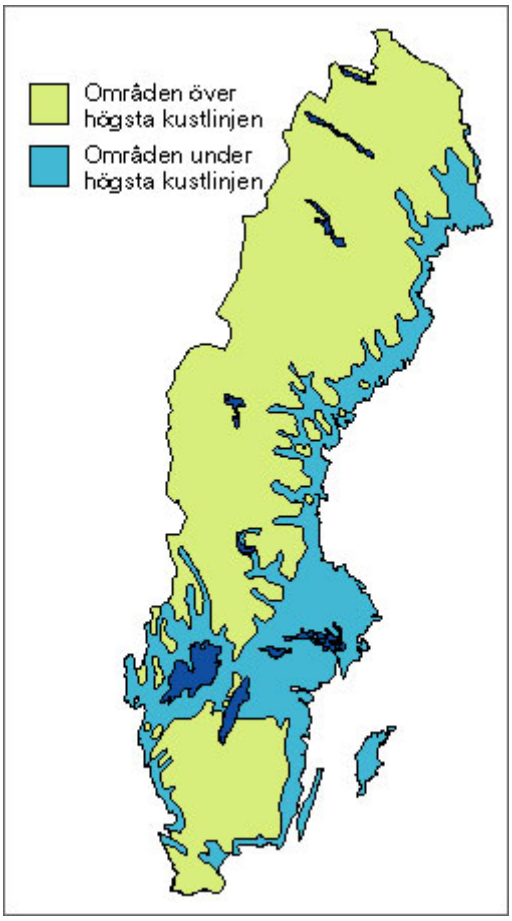
Landskapets olikheter och likheter är karaktärsgivande vilket gör att människor känner igen sig och känner en tillhörighet med en viss företeelse, en viss geografisk region eller en plats. Vi talar här om landskapets karaktärsdrag som är identitetsskapande. Karaktären består lika mycket av de naturgivna förutsättningarna som av det människopräglade landskapet. HK är en viktig del, liksom olika morän- och isälvsavlagringar samt tektoniska former (t.ex. sprickbildningar). Dessa förutsättningar har styrt bebyggelsens placering, gett åkermarken sitt utseende och påverkat lokaliseringen av infrastrukturen. Bergarter har samma karaktärsgivande egenskaper och 1989 uppmärksammade Sveriges geologiska undersökningar (SGU) detta genom att

ge varje svenskt landskap en landskapssten såsom flinta i Skåne, kolmårdsmarmor i Östergötland, platådiabas i Västergötland, täljsten i Jämtland osv.

Länge har människan strävat efter bebyggelselägen vilka dels ligger nära naturresurserna, dels ligger torrt. Det är därför vanligt att bosättningar, generellt sett, ligger på krönet av små flacka kullar eller uppdragna i en sänt. Särskilt tydligt är detta i slättbygder och dalar under HK.

Det kan tyckas vara en självklarhet att mängden sten i marken och mängden kala hällar styr lokaliseringen av odling, men det tål ändå att uppmärksammas. Det är dock inte endast dessa två viktiga förutsättningar som har varit avgörande. Grundvatten är en annan viktig aspekt. Där grundvatten tränger upp i marken är marken fuktig och svårbrukbar som åkermark. Detta var vanligt i stora delar av slättbygderna och i dalgångar. Men genom utdikning vid 1800-talets mitt dränerades vattnet bort och marker med tunga leror kunde odlas upp med hjälp av plog. Åkermarken flyttade därför sakta från de väldränerade områdena, ofta i anslutning till bebyggelsen på små krön eller slänter, till de tidigare så fuktiga markerna.

Ett intressant georelaterat kulturvärde med koppling till grundvatten utgör källor. Vid många gårdar före 1800-talets utdikningar fanns ofta en naturlig källa. Källor är vanligen föremål för geomytologiska traditioner. Enligt den fornnordiska mytologin var källorna en förutsättning för världen. Asken Yggdrasil fick nämligen sitt vatten ur tre källor och spådomen var att när källorna sinade skulle världsträdet gå under. Även enskilda källors bildning och uppkomst kan ibland bäras av geomytologiska traditioner. Det kan till exempel enligt folktron vara en pilgrim som satt ner sin vandringsstav i marken varvid en källa sprungit upp. Pilgrimskällan i Pilgrimstad, Jämtland, är en s.k. S:t Olavskälla. Annars var det en vanlig tro att källans uppkomst har med en oskyldig persons onda bråda död att göra. Vattnet från vissa källor har ofta i folktron haft hälsobringande egenskaper. Vattnet i trefaldighetskällorna, som alltid flödar mot norr, trodde man var särskilt kraftfullt i trefaldighetsaftonens fullmånesken. Tanken var att det mot norr rinnande vattnet skulle ta med sig sjukdomarna dit varifrån det onda kommit (Aneblom m.fl., 1997; Hult, 2006). Ett annat vanligt namn på källa är midsommarkälla och vattnet i dessa ansågs vara som mest ”stärkande” natten mot midsommar. Ett exempel på midsommarkälla inom studieområdet ger Broocman (1760) som skriver ”*På Lagmansberga Bys Utmark är en Källa, tit mycket Folk Midsommars-afton reser och dricker af thes watn, efter gammal plägsed; hwilken dock nu warande Landshöfdinge billigt sökt förekomma”.* De gamla traditionerna kring källor som har hedniska rötter motarbetades av statsmakten. Redan 1544 förbjöds svenskarna att dricka hälsa från trefaldighets- och midsommarkällorna eftersom Sverige skulle bli protestantiskt och källdrickandet anklagades för att vara ”katolsk vidskepelse” (Hult, 2006).

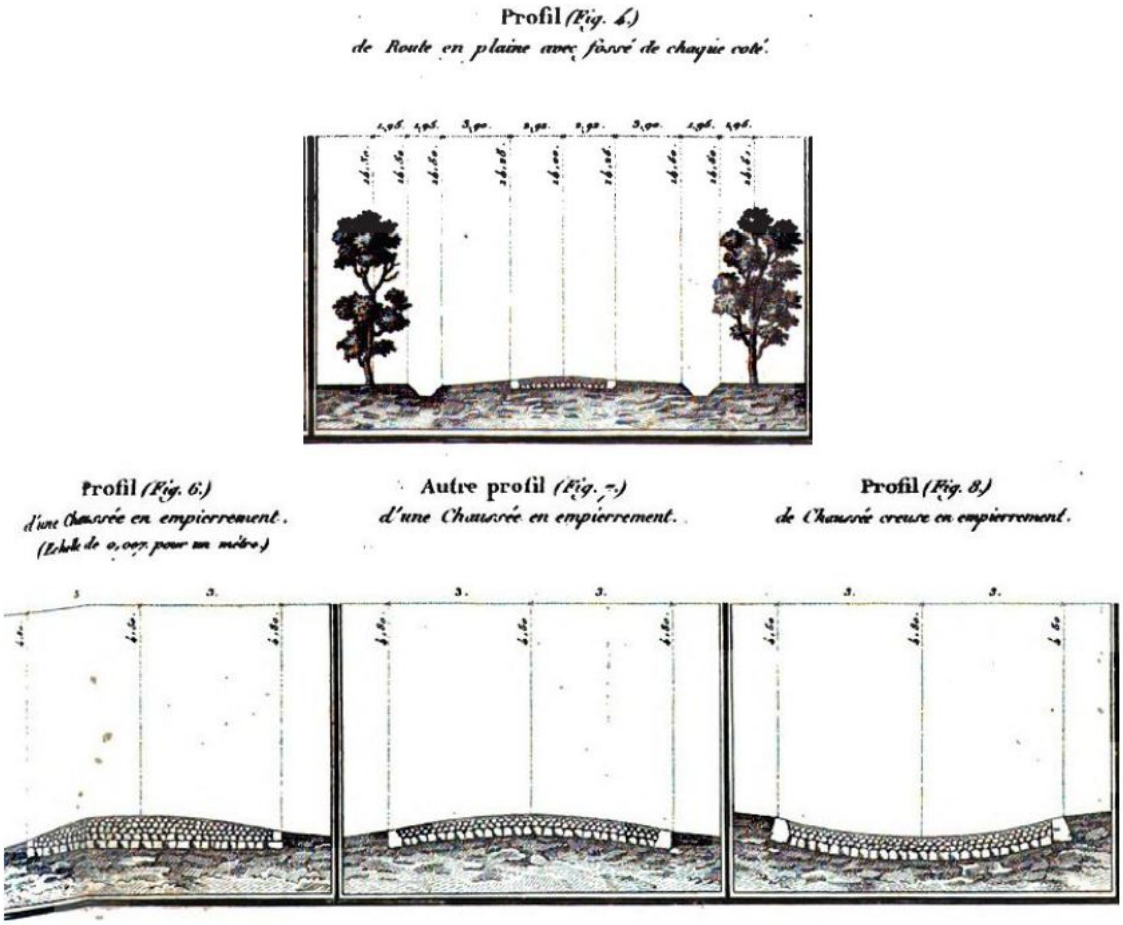


Figur 8. Sverigekarta över högsta kustlinjen (HK). Större delen av Norrland liksom sydsvenska höglandet ligger ovanför HK medan Östkusten, Västkusten, Svealand och norra Götaland ligger under HK. Över HK är moränerna osorterade med allt från fin lera till grova block, medan den är ursvallad och sorterad i olika kornstorlekar under HK. Källa: www.msb.se*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.*

Andra typer av kulturvärden med koppling till geodiversitet som är relevanta för väginfrastruktursektorn är vägens och vägkroppens placering i landskapet. Med detta avses till exempel de äldre vägar som sökte sig till den mest framkomliga och torraste terrängen i landskapet. Många gånger har dagens vägsträckningar en hög ålder vilket kan identifieras genom de äldsta historiska kartorna från 1600-talets början och framöver eller genom att de kantas av fornlämningar från förhistorisk tid. Det är åldern, sträckningen i sig och närmiljön som utgör kulturvärdet. Olika typer av isälvsavlagringar från inlandsisens tid har ofta dragit till sig vägar. Det tydligaste är rullstensåsar till vars krön vägen är lokaliserad med utsikt över båda sidorna och bra förutsättningar att ta sig fram i förhållandevis torr terräng. I delar av Sverige löper stora delar av vägnätet uppe på åsryggar, exempelvis Uppland och Västmanland. Detta var ett tydligt drag i landskapet, före den stora igenväxningen som började på 1940-talet. Idag går det sällan att uppleva att en färd sker på krönet av en ås då utsikten har gått förlorad genom att en barriär av träd numera har vuxit upp som skymmer sikten.

Det finns även ett flertal kulturobjekt av sten knutna till väg. Några är skyddade enligt lag, andra inte. Gemensamt är att de har haft en teknisk funktion och omfattar broar, räcken, information och bankar. Ett kulturobjekt med koppling till väg är uppmurade äldre vägbankar. I sänkor och slänter har man gjort utfyllnader på ena eller båda sidorna

för vägen. Sidorna är ofta kallmurade av lokal sten. Det finns få dylika spår kvar idag eftersom vägarna kontinuerligt har förändrats mot en allt högre kvalitet.



Figur 9. Principskiss på chaussering av Trèsaguet från 1775.

Vägens beläggning har förr, liksom idag, en direkt koppling till geodiversitet. Materialet är alltjämt sten, även om bindemedel i form av bitumen idag är tillsatta. De äldsta formerna av beläggning är fältstensbeläggningen med rundade s.k. fältstenar från våra rullstensåsar. I vardagligt tal används den felaktiga termen kullersten, som emellertid avser kullrade stenar, dvs. stenar med avslagna hörn. Fältstenen lades på en bädd av sand och stöttes därefter ned med ett särskilt redskap, handdockan. Den upphöjda vägbanken uppfanns i Frankrike, troligen på 1600-talet, för att bli mer allmän under 1700-talet. Den kallas chaussé (Figur 9). Då en väg chausserades fick den inte enbart en upphöjd profil utan också en stenbeläggning och en uppmurad yttre stenkant av högställda stenar (Antonson 2013, Olsson 2012). Chausseringen förbättrades på 1820-talet av skotten McAdam genom makadamisering, som är en vägbeläggning av krossad sten (skärvor) i ett 20–30 cm tjockt lager. Denna teknik introducerades då flera europeiska länder började satsa på bättre vägar, exempelvis England och Österrike. I Sverige anlade många gods och herresäten raka infartsvägar som chausserades och planterades med alléer. Dessa finns i hög utsträckning kvar, ibland med synliga kantstenar. En välkänd chausserad väg är den gamla landsvägen mellan Lund och Malmö (Olsson 2012). Huggna såväl som fasade stenar avlöste fältstenen och under

1920–1950-talen användes framförallt fasad sten (kubiska med ca 10 cm sida). Hela rikstvåan (namnet på E6 före 1962) var exempelvis belagd med fasad sten 1953.

Broar har tidigt anlagts i Sverige och är mycket vanliga intill platser där nu broar finns. Flera stensatta, så kallade runstensbroar är kända, där stenkistor byggdes som fundament till en träbro, eller där sten lades ut som ett vadställe och där vägen på ömse sidor om bron kantades av några runstenar med inskriptioner över dem som lät bygga bron. Runstensbroarna i Aspa och i Edeby, båda belägna i Aspa socken norr om Nyköping i Södermanland, är exempel på sådana. Idag finns det olika typer av stenbrokonstruktioner, såväl stenvalvbroar som stenbroar med hällar. Stenvalvsbroar byggdes av lokalt stenmaterial och är oftast kallmurade med en eller flera rundvalvsbroar. De har hög hållfasthet genom sin teknik. Hällbroarna består av kallmurade fundament som ofta sammanbinds av stora tjocka och breda stenhällar.

Figur 10. Stenvalvsbro och stenbro med hällar utanför Ödeshög. Stenvalvsbron är breddad på ömse sidor med en hällkonstruktion på uppmurade pelare. (Foto Hans Antonson 2006-05-11).

Broarna har ofta räcken vilka består av resta stenstolpar, ofta håltagna för fastsättning av träräcket. Det finns även mer påkostade med gjutna räcken. Men även på allmänna vägar finns rester av äldre räcken vid branter och slänter. Det kan vara naturliga stenar vilka rests som stolpar för träräcke eller grovt huggna stolpar för räcke av järnbalkar.

Figur 11. Äldre typ av vägräcke, nära Ådala lanthandel vid väg 134 i Småland, med huggna stenstolpar sammanlänkade av en järnbalk (Foto: Hans Antonson 2003).

Intill de äldre landsvägarna finns idag olika typer av informationsstenar. Milstolparna är de vanligaste och visar hur långt det är till nästa gästgiveri med en stolpe placerad vid varje kvarts gammalsvensk mil. Milstolparna var oftast gjorda av sten. Enkla uthuggningar i lokala stenmaterial är vanliga liksom mer påkostade stenar med kungliga monogram i kalksten och med namnet på landshövdingen. Stenarna står resta i ett postament, kallmurat av lokalt stenmaterial. Postamenten är fyrkantiga och ser nästan alltid ut på samma sätt över hela Sverige.

Figur 12. Milstolpe från 1779 under Gustav III:s regeringstid (med inhugget monogram) av kalksten på väg 128 i Småland. Postamentet är kvadratiskt och kallmurat av lokal sten (Foto: Hans Antonson 2003).

En annan typ av vägsten är de s.k. väghållningsstenarna vilka visade var väghållningsplikten startade för en hemmansägare. Stenarna kan se ut på de mest skilda sätt och behöver inte ens vara gjorda av sten utan lika gärna av trä. Men det finns stenar som antingen är huggna eller naturliga, med påmålad eller inhuggen text. Texten utgörs ofta av namnet på väghållaren, längden på den vägsträcka underhållsskyldigheten gäller, mantalet och en pil åt det håll man kan finna nästa väghållningssten.

Utöver dessa båda kategorier finns en stor mängd vägvisningsstenar och gränsstenar. Det kan vara stenar som i vägskäl eller korsningar visar vägen till en kyrka eller ort och avståndet dit eller stenar som visar gränsen mellan två län eller härader. Ofta är dessa typer av stenar större än milstolparna och vackert planhuggna med inhuggen text. Bergarten är ofta någon typ av granit, men kalksten förekommer. De kan stå i ett fundament av kall- eller varmmurad sten.

Figur 13. Gränsmärke utförd i gjutjärn i ett kvadratiskt postament av kallmurade kubiska stenar (Foto: Hans Antonson 2006-03-02). Intill står den moderna motsvarigheten till gränsmärket.

Byggmaterial till väg, grus och sten, hämtades i äldre tid vanligen i direkt anslutning till vägen. Fortfarande idag kan man se igenväxta gropar intill vägen som spår av täkt för byggnadsmaterial. Inte sällan ligger de större stenarna kvar i groparna medan det finare materialet såsom sand och grus forslats bort till vägkroppen. Många gånger fick emellertid stenmaterial såsom till broar och bankar hämtas från stenbrott på längre avstånd från byggplatsen. Stenbrott, exempelvis i Bohuslän och Halland, som minner om den stenindustri som i slutet av 1800- och början av 1900-talet försåg den omfattande väg- och särskilt järnvägsbyggnationen med byggmaterial, kan sägas utgöra bestående minnen av en industrigren som haft stor betydelse för vägväsendet. På många platser kan broar, fundament, skoningar och liknande konstruktionselement i kvaderhuggen sten vittna om den höga yrkesskickligheten hos stenarbetarna.

Ett annat georelaterat kulturvärde med koppling till väg är svenska ortnamn. Många gånger speglar ortnamnen de naturgivna förutsättningarna såsom ör (grus), hatt (bergskrön), klev (bergskant) osv. Det finns också en rad namn med koppling till bergshantering, såsom hytta, hammare, lav, gruva, skärpning, damm, brott, koppar etc.

3.4 Georelaterade friluftsvärden

Landskapets naturgivna förutsättningar står sällan i fokus vid friluftsliv, rekreation och turism, trots att dessa förutsättningar många gånger utgör grunden för ett objekts dragningskraft och utgör en väsentlig del av landskapets värde. Människor som reser utmed en väg eller vistas på ett resmål reflekterar sannolikt sällan över geologi,

geomorfologi, geohydrologi och andra georelaterade värden, eftersom dessa värden sällan eller aldrig uppmärksammas. Självklara företeelser som att badstranden är full av sand eller består av vackert slipade hällar; att man från stenvalvsbron kan fiska i ån; att vägen slingrar sig uppe på en grusås; att trottoaren och gatan utanför konditoriet består av sten från trakten; att vägen skär genom ett berg eller att utsiktsplatsen invid vägen ligger på en förkastningsbrant, ägnas sällan någon uppmärksamhet. Anledningen torde främst vara en obalans i information vilken resulterat i att naturvärden blivit synonymt med ekologiska värden vilket resulterar i en kunskaps- och informationsbrist hos allmänheten.

Georelaterade friluftsvärden är sannolikt att betrakta i första hand som något visuellt man kan uppleva eller en naturgiven förutsättning för en viss typ av friluftsliv. Vid drift och underhåll av väg, men kanske särskilt i samband med att en väg byggs, finns stora möjligheter att lyfta fram de visuella geovetenskapliga värdena.

Den bilburne turisten upplever naturligtvis landskapet såväl från bilen under färd, som vid sidan av vägen vid ett stopp. För den som väljer bort skogsbacken finns iordningställda rastplatser i Trafikverkets regi, ofta naturskönt lokaliserade. Det finns dock vissa mer organiserade rutter för denna bilburna turistkategori, de s.k. turistvägarna, med både rastplatser och stopplatser vid utsikter. Dessa vägar är brunskyltade med en egen symbol (margerit). För den bilburne turisten är rastplatserna den naturliga plats där kunskap om landskapets georelaterade värden enkelt skulle kunna inhämtas och det torde även vara den naturliga platsen för ansvarig organisation att förmedla kunskap om georelaterade värden i landskapet.

Vid byggnation av en ny väg kan rastplatser lokaliseras dit det finns ett intressant geologiskt värde, exempelvis en utsiktsplast eller en skärning. Med moderna tekniker går det att åskådliggöra bergskärningens bergart genom att såga stenen plant istället för att visa upp den oregelbundna yta som kommer utav sprängning. Optimalt kan detta kombineras med informationstavlor. Andra möjligheter att åskådliggöra den lokala geologin är att bygga bord och bänkar av landskapsstenen (se Appendix 1) liksom att använda lokal sten vid stensättningsarbeten, såsom kantstenar, gångvägar osv. Andra möjligheter är att på en rastplats ställa upp några stora stenblock av kalksten ur vilken turisten på egen risk kan hacka loss ett fossil. Skärningar i lösa material kan också exponeras för att tydliggöra en moränkulles eller rullstensås' inre uppbyggnad. Detta kan dock vara svårare på grund av den erosion en öppen skärning utsätts för.

Figur 14 Lokal kalksten i stenmurar vid rastplats utanför Vara utmed väg 49 och samma bergart inmurad i en refug vid övergångsställe i Skövde, Västergötland (Foto: Hans Antonson 2005).

4 Syntes av geovetenskapliga värden i studieområdet

4.1 Egenvärden, pedagogiska/vetenskapliga värden

Dessa typer av värden motsvaras av Murreys (2004) pedagogiska/vetenskapliga värden beskrivna ovan i avsnitt 3 om geodiversitet, geologi och geomorfologi. Genom sina egenskaper bidrar de till förståelse av geologiska och geomorfologiska skeenden och processer i landskapet.

För en bättre förståelse av de olika värdenas betydelse beskrivs i berggrunds- respektive jordartsdelen kortfattat den geologiska utvecklingen inom området.

Större delen av kartbladet Linköping NV ligger inom Motala kommun, utom den allra sydligaste som tillhör Mjölby kommun och en del i sydväst som hör till Linköpings kommun. Motala kommun har i sitt naturvårdsprogram inventerat och definierat 60 geologiska värden, varav 1/3 består av isälvsmaterialsformer, 1/3 av moränryggar och resten olika typer av berggrundsrelaterade och vattenrelaterade geovärden (vattendrag, våtmarker). Grunden för utpekande av många av dessa lokaler är att de är tydliga exempel på former som vittnar om istidens bildningsprocesser.

4.1.1 Berggrundens betydelse för landskapets karaktär och nyttjande

Att sätta ett värde – geovärde – på ett objekt eller formation förutsätter fysisk och/eller visuell tillgänglighet för betraktaren. Tillgänglighet kan vara en begränsande faktor för berggrundsgeologiska geovärden då hällexponeringar och skärningar ofta är små och få till antalet. Morfologiskt utgör en drumlin oftast ett lättillgängligt särdrag i landskapsbilden, men att ur samma landskapsbild uppskatta förekomsten av berghällar och därefter tolka berggrunden kan vara en nog så svår, och abstrakt, övning. Upplevelsen av den *rumsliga* berggrundsgeologiska utbredningen och dess särdrag måste oftast tolkas med hjälp av kartbilder och schematiska profiler, tolkningar vilka i sin tur bygger på en begränsad geologisk information.

Berggrundskartan (Berggrundskartan Linköping NV, Serie Af nr 119, SGU) med tillhörande kartbladsbeskrivning (Beskrivning till berggrundskartan Linköping NV, Serie Af nr 119, SGU) är något som måste finnas tillhands för att kunna tolka berggrunden, och därmed värdera de särdrag som berggrunden har inom studieområdet. Anledningen är att det finns områden inom kartbladet med få eller inga berghällar tillgängliga vilka annars kunde ha hjälpt betraktaren att förstå de bergrundsgeologiska särdragen. Den låga förekomsten av berghällar är särskilt påtaglig för de yngsta bergarterna som ligger i studieområdets södra del.

En ögonblicksbild över studieområdet visar på en kontrastrik berggrund vilken blivit påverkad av betydande rörelser i berggrunden. Berggrunden är uppbyggd utav urberg (i vid mening den berggrund som bildades under prekambrium för mer än 570 miljoner år sedan). Urbergsområdena förekommer i norr och söder inom studieområdet och bildades för mellan 1,2 och 1,9 miljarder år sedan. Inom studieområdets centrala och sydvästra delar täcks urberget av yngre fossilförande sedimentära bergarter (främst kalksten), bildade under kambrium - silur (570–409 (430) miljoner år). Morfologiskt beskrivs området som flackt (Figur 15).

Figur 15. Den flacka slätten bestående av glacialleror och postglaciala sediment ovanpå de sedimentära bergarterna. (Foto: Mats Gustafsson, 2005)

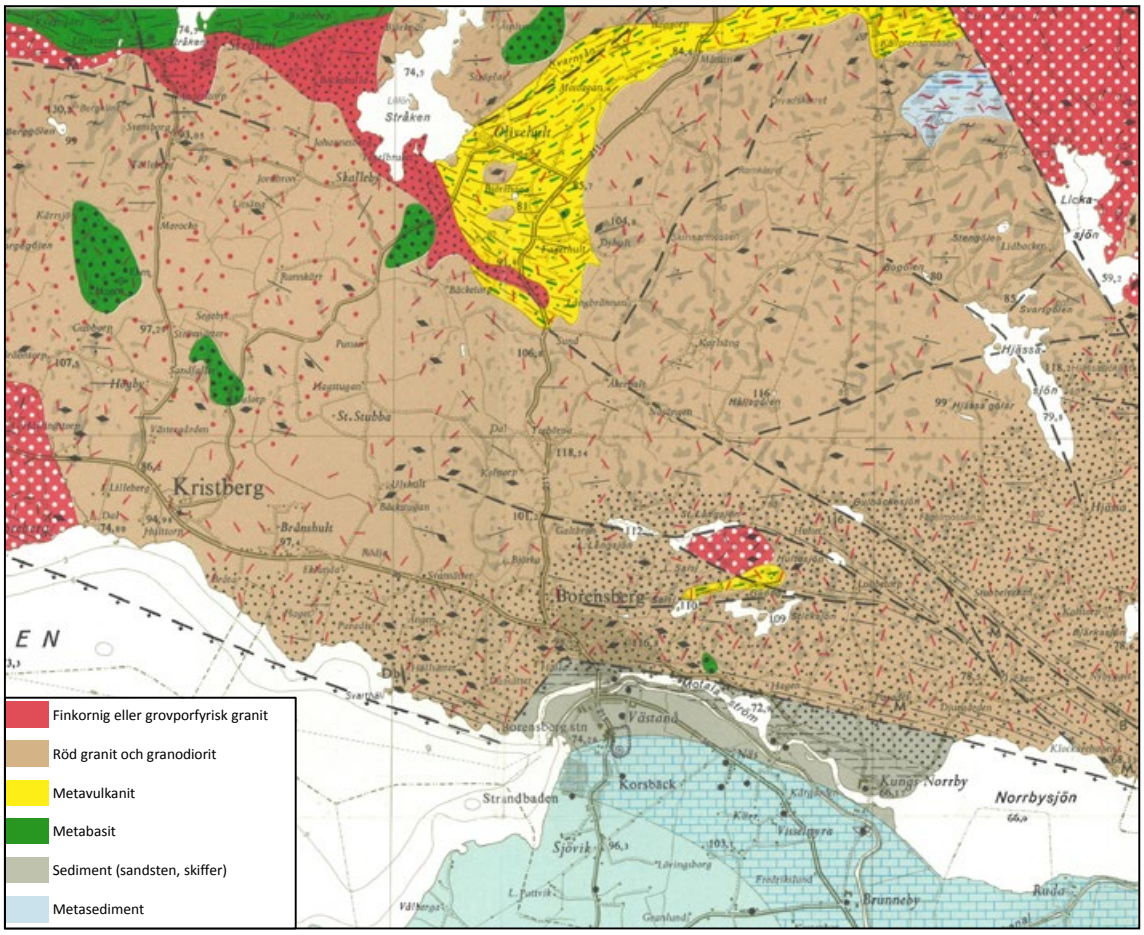
Norr om slätten följer ett helt annorlunda, delvis skogklätt område med en bruten topografi där berggrunden utgörs av urberg (Figur 16 och Figur 17). Gränsen mellan de båda områdena utgörs av en markant, mer eller mindre vertikal, förkastningszon (uppkommen genom rörelser i berggrunden) i ungefär öst-västlig riktning. I landskapet sammanfaller denna i stort med sjöarna Borens och Norrbysjöns norra stränder (Figur 18).

Antonson och Blomqvist (2004, s. 46–48) har beskrivit områdets landskapskaraktär i en beskrivning riktad till infrastruktursektorns planerare. I denna beskrivs slätten (region 7) och det norra området (region 4) norr om förkastningen som:

”Slätten, region 7
En centralbygd som helt ligger under högsta kustlinjen. Regionen utgörs av en stor slättbygd från öster till väster. Den avgränsas av en kraftig förkastning i norr, bergkullar i söder och av horsten Omberg i väster. Stora sammanhängande åkerområden för spannmålsproduktion dominerar helt landskapsbilden. Gårdarnas åkerarealer är stora, ägogränserna är raka och diken saknas i princip helt. […] I de västra delarna är fullåkerbygden mer utbredd och där ligger gårdarna utspridda en och en på åkermarken [Orsaken är att laga skifte splittrade byarna genom utglesning och utflyttning.]. Det är framförallt vid bebyggelsen det finns träd och buskar. Genom området går Motala ström och Göta kanal som förbinder flera av de stora sjöarna. Utmed kusten vid Bråviken och Göta kanal ligger flera mycket stora gods med parker, alléer och slott. Runt dessa ligger många små torp som används för både permanent- och fritidsboende. Regionen har två större städer (Norrköping och Linköping), flera mindre städer (exempelvis Motala och Mjölby) och många samhällen som utgör sovstäder till storstäderna. I de västra delarna finns många historiska spår med koppling till kyrka och stat, Sverkerskapellet, Alvastra kloster, Vadstena kloster, Bjälboättens palats, Vadstena slott m.fl.”

”Bergslagen, region 4
Ett område vars agrara bebyggelselägen etablerades under framförallt medeltid. Regionen ligger helt under högsta kustlinjen. Landskapet är bergkulligt och landskapet domineras av skog och många sjöar. Glesbygd med få jordbruksföretag som i huvudsak är baserande på skogsförädling. Enstaka platser med livaktigt jordbruk finns exempelvis i Tjällmo. Bebyggelsen är huvudsakligen gles och består av små ensamgårdar. På vissa håll finns äldre bruksorter, idag utan gruvbrytning, vilka har utvecklats till mindre samhällen. Denna näringsgren syns tydligt i ortnamn som exempelvis innehåller hytta eller hammar som för- eller efterled.”

Figur 16. Typiskt landskap norr om förkastningen. (Foto: Mats Gustafsson, 2005).



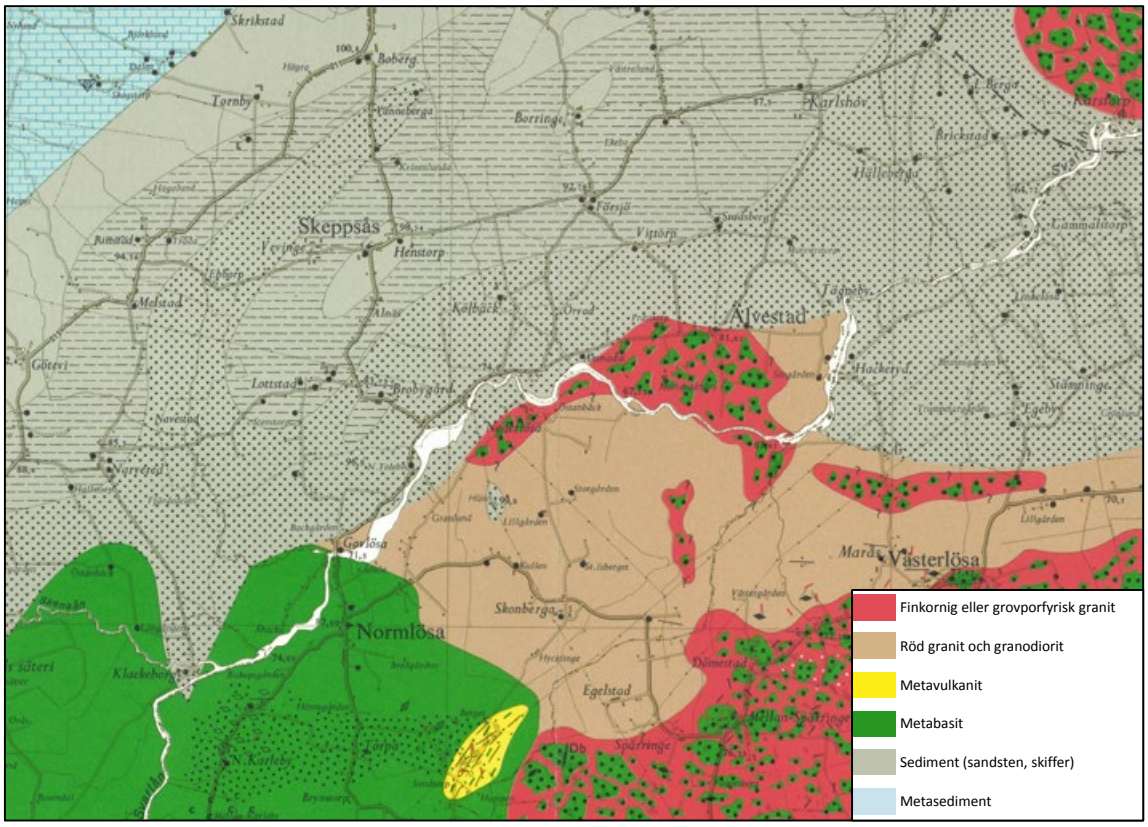
Figur 17. Bergarter norr om förkastningen. Serie Af nr 119, SGU.

Figur 18. Förkastningsbranten sedd från slätten. (Foto: Mats Gustafsson, 2005).

Även inom kartområdets sydöstra del består berggrunden av urberg, men övergången mellan slätt och urbergsterräng är där inte särskilt markerad. Morfologiskt är området svagt kuperat. Andelen blottade berghällar är relativt hög och landskapet kännetecknas av att urbergshällarna är låga och rundslipade (Figur 19 och Figur 20).

I ett regionalgeologiskt eller storskaligt perspektiv återfinns tre geologiska särdrag: urberg, fossilförande bergarter och rörelser i berggrunden. Geologiska särdrag är ett resultat av studieområdets geologiska utveckling (Tabell 2). Det mest lättillgängliga uttrycken för dessa särdrag är den stora förkastningszonen norr om Boren och Norrbysjön på grund av dess tydlighet i landskapsbilden. Men förkastningszonen utgör mer än en topografisk höjdskillnad. Den ger även en förklaring till varför yngre sedimentära bergarter blivit bevarade inom området (Figur 23 och Figur 24). En beskrivning som inte hade varit möjlig att göra utan en tolkning av *annan* geologisk information som till exempel geofysik och borrkärnor.

Figur 19. Landskapet söder om slätten (kullar är berg i dagen) med en gradvis övergång från kambrosilur till urberg (Foto: Mats Gustafsson).



Figur 20. Bergarterna söder om slätten. Serie Af nr 119, SGU.

För att beakta särdrag relaterade till bergarter inom studieområdet förutsätts en förståelse av deras indelning och bildning, vid sidan om andra aspekter som till exempel estetiska, för att på så sätt känna igen geovärden.

Tabell 2. Den geologiska utvecklingen (efter Serie Af nr 119, SGU)

Ungefärlig ålder i milj. År	Geologiskt förlopp
10 000 år	Den senaste istiden drar sig tillbaka. De kvartära nedisningarna börjar. Erosion av den paleozoiska berggrunden. Förkastningar och blockrörelser.
400 – 600	Paleozoisk sedimentation med bildning av sandsten, skiffer och kalksten. Erosion och avplaning av den prekambriska berggrunden (det subkambriska peneplanet).
1 200	Upprepad intrusion av diabasmagma under subjotnium och jotnium. Sprickbildning. Erosion av de svekokarelska och dem närstående postorogena bergarterna. Sprickbildning.
1 700 – 1 750	Intrusion av postorogena graniter med åtföljande svag deformation. Förkastningar.
1 800 – 1 850	Intrusion av svekokarelska serorogena graniter. Migmatitomvandling. Metamorfos och veckning.
1 850 – 1 900	Intrusion av basiska gångbergarter. Sprickbildning.
1 900	Intrusion av den svekokarelska synorogena bergartssviten med åtföljande deformation. Veckning av de svekokarelska ytbergarterna.
1 900 – 2 000	Konsolidering och begynnande nedsänkning av de svekokarelska ytbergarterna.
2 000	Avsättning i grundhav av vittringsmaterial samt vulkaniska utbrottsprodukter.

I det följande beskrivs studieområdets berggrundsgeologiska indelning och bildning efter Beskrivning till berggrundskartan Linköping NV Serie Af Nr 119.

Den äldsta delen, så kallat urberg, utgörs av prekambriska kristallina bergarter och kan delas in i två huvudgrupper. Den äldre gruppen omfattar bergarter bildade före och i samband med en stor bergskedjebildande process (orogenes) som benämns den svekofenniska orogenesen. Denna orogenes har påverkat berggrunden i östra och norra Sverige, större delen av Finland, mindre delar av nordvästra Ryssland samt nordligaste Norge. Den hade sin största intensitet för ca 1 850–1 800 miljoner år sedan.

Figur 21. Urbergsserien. Övre raden: Metabasit, Metavulkanit. Undre raden: Granodiorit, Granit (Foto: Karl-Johan Loorents).

Figur 22. Kambrosilur (sedimentära bergarter). Kalksten vid Kalkberget på Borens norra strand och vid Marmorbrottet väster om Fornåsa (Foto: Karl-Johans Loorents).

De äldsta bergarterna (mellan 1,9 och 2 miljarder år) inom den äldre gruppen omfattar gnejser av olika slag. Gnejserna är en produkt av omvandlade (metamorfa) sedimentära och vulkanisk avlagringar. Dessa avlagringar avsattes i en stor sänka på jordytan under orogenesens inledningsskeende för att senare packas samman och genom sin egentyngd sänkas till djupare nivåer i jordskorpan där de veckades och omvandlades till gnejs. Bergarterna förkommer sparsamt inom kartbladsområdet, främst inom *Normlösaområdet* i söder och några områden kring sjön *Stråken*. De vulkaniska ytbergarterna dominerar, medan rena vittringssediment är mer ovanliga (Figur 21 metavulkanit).

Samtidigt med orogenesen (1,9 miljarder år sedan) bildades och inträngde en serie djupbergarter, kvartsrika gnejsgraniter, diorit och gabbro. Av dessa bergarter dominerar gnejsgraniter inom kartbladsområdet och då särskilt norr om kambrosilurområdet. Diorit och gabbro uppträder underordnat inom gnejsgranitområdet i form av små välavgränsade massiv, med de största massiven söder om slätten (Figur 21, granodiorit).

Denna fas följdes av en lugn period som kännetecknas av sprickbildning i berggrunden och inträngning av basisk magma som stelnade till gångbergarter, så kallad diabas (1,85 till 1,9 miljarder år). Diabasen har senare blivit omvandlad till amfibolit (Figur 21, metabasit).

Härefter följde en ny nedsänkning och sammanveckning av berggrunden som på större djup bildade magmatiska smältor (1,8 till 1,85 miljarder år). Dessa magmor trängde uppåt i berggrunden och stelnade vanligen till jämnkorniga graniter, tidsmässigt knutna till den avslutande fasen i den svekofenniska orogenesen. Denna fas åtföljdes av gångar och småmassiv av finkorniga (aplitgranit) eller grovkorniga bergarter (pegmatit). Mycket av den äldre berggrunden drabbades inte så mycket av denna omvandling att de helt och hållet smälte. I stället bildades olika övergångsstadier till granit i form av blandbergarter (migmatit) mellan det äldre bergartsmaterialet och det nybildade granitmaterialet.

Den yngre huvudgruppen (1,7 till 1,75 miljarder år) domineras av granitbergarter och vulkaniska, sura ytbergarter (porfyrer). De fältmässiga relationerna anger att dessa yngre bergarter aldrig deltagit i någon genomgripande bergskedjeveckning, samt att graniterna alltid är intrusiva i den svekokarelska berggrunden. Dessa bergarter brukar benämnas efter sin regionala utbredning i Småland och Värmland, exempelvis Smålandsgranit (Gorbatschev 1975).

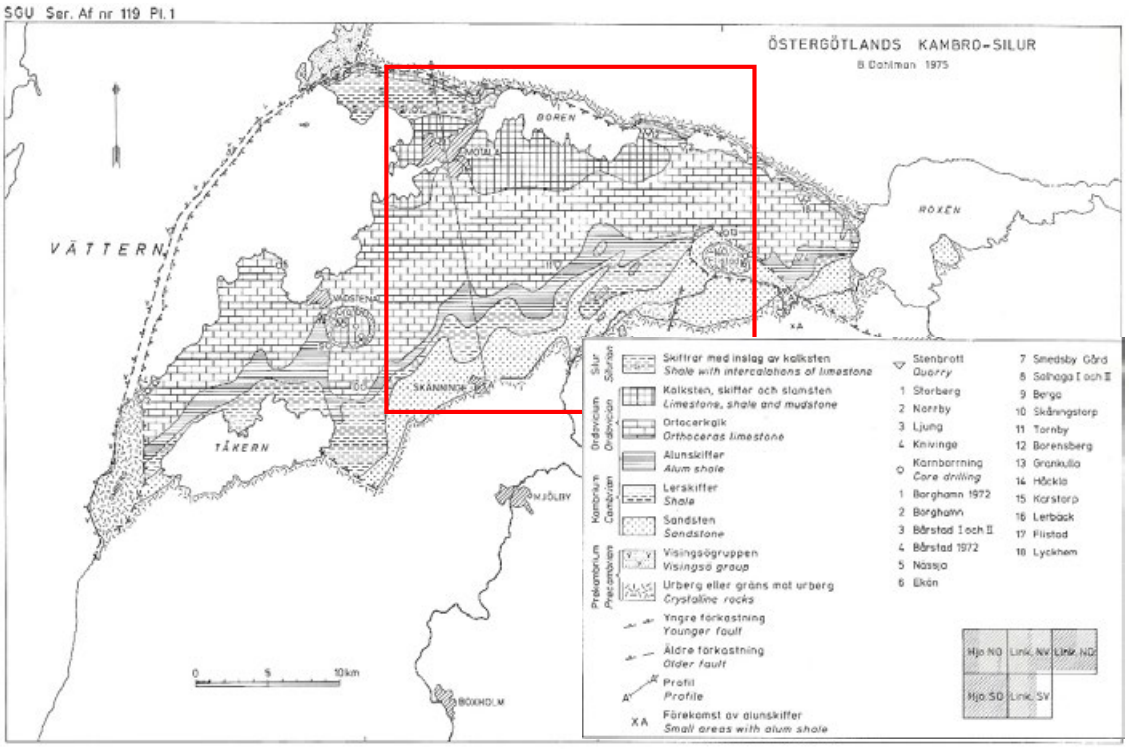
Smålandsgraniter uppträder rikligt både norr och söder om slätten (Figur 21, granit). Inom det norra urbergsområdet dominerar grovporfyriska ögongraniter, medan jämnkorniga s.k. Växjögraniter i huvudsak uppträder inom det södra urbergsområdet. Porfyrer saknas inom kartbladet.

Efter detta s.k. postorogena skede har, under tiden fram till paleozoikum, vid flera tillfällen basisk magma trängt upp längs sprickor i berggrunden och där stelnat till gångar av diabas. Dessa bergarter, som är sparsamt förekommande inom studieområdet, utgör de yngsta komponenterna i områdets urberg. De anses ha tillkommit under tidsperioderna jotnium och perioden före jotnium, subjotnium. Av dessa relativa tidsperioder brukar jotnium förläggas till tiden för omkring 1 200 miljoner år sedan.

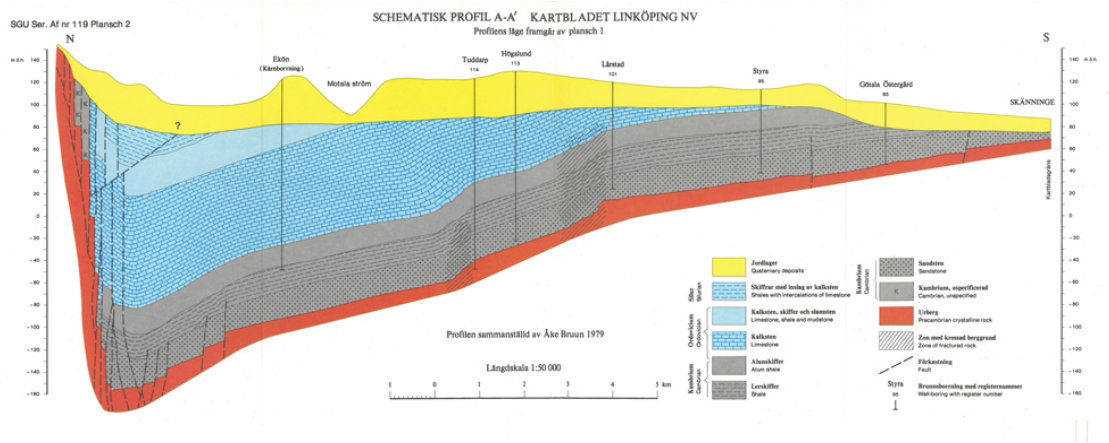
De paleozoiska bergarterna, som utgör den andra huvuddelen av berggrunden, består av sedimentära avlagringar, som började avsättas för omkring 600 miljoner år sedan. Då hade stora delar av urbergets bergskedjor blivit nederoderade och avlagrade i grunda havsvatten på en mer eller mindre jämn yta (peneplan). Den paleozoiska lagerföljden

inom kartområdet börjar med sandsten som i grova drag överlagras av lerskiffer, alunskiffer och kalksten.

Efter avsättningen av dessa yngsta fossilförande bergarter utgörs de enda, mer genomgripande geologiska förlopp som kan spåras inom området av de blockrörelser som lett till kambro-silurbäckenets insjunkning och bevarande, samt av de kvartära nedisningarna och de spår dessa lämnat efter sig i landskapet.



Figur 23. De kambrosiluriska bergarterna. Linjen visar läget för profilen i Figur 24. Röd kvadrat visar studieområdet. Serie Af nr 119, SGU.

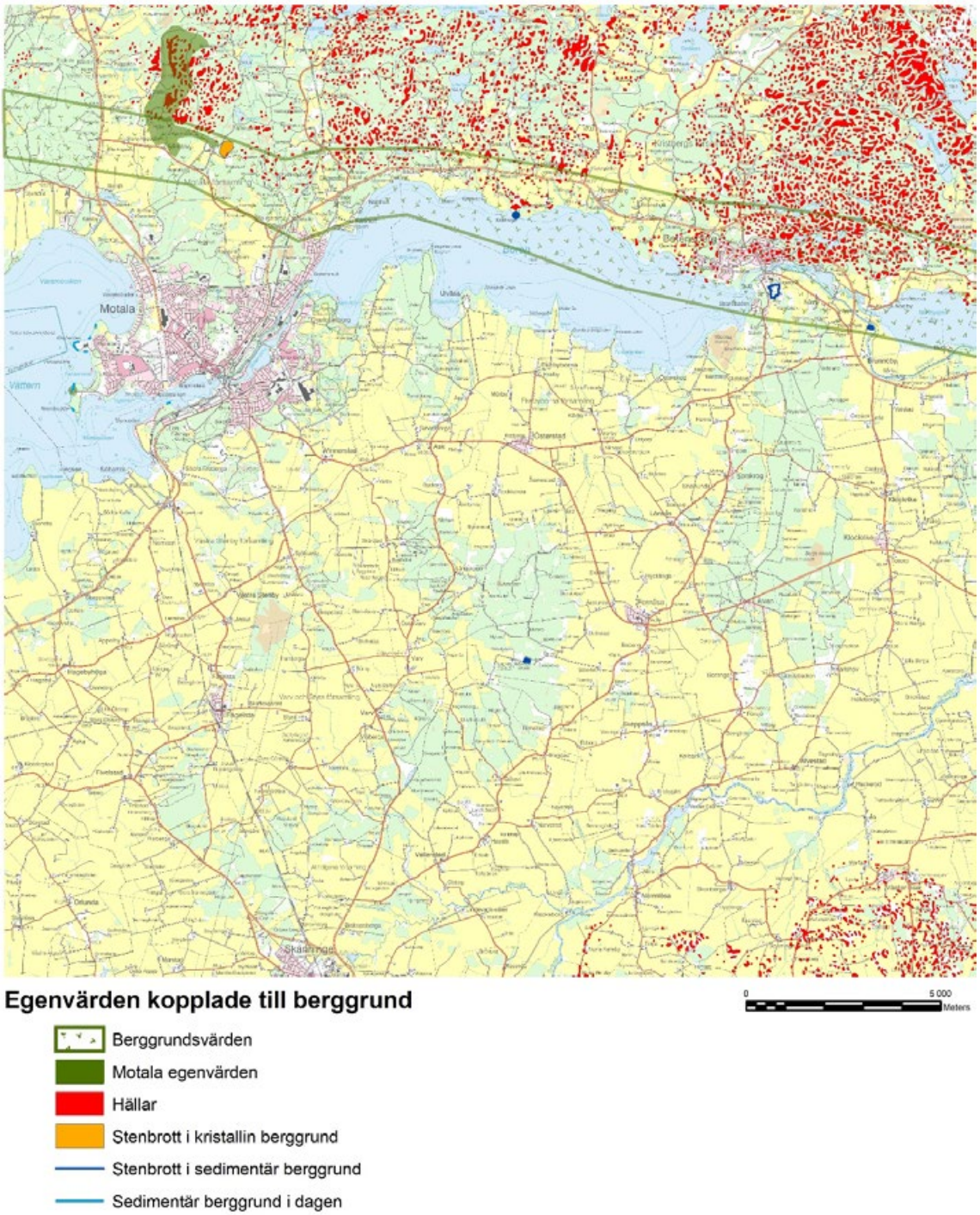


Figur 24. Tvärprofil genom de kambrosiluriska bergarterna. Serie Af nr 119, SGU

Norr om sjön Boren är berghällar alltså vanliga och den kristallina berggrunden går att studera på många platser. Endast i de nordvästra delarna täcks berggrunden av

avlagringarna i *Djurkällafältet*. Områdets mest iögonfallande storskaliga formation är förkastningsbranten som avgränsar urbergsområdet mot de sedimentära bergarterna i söder. Förkastningen löper längs de stora sjöarnas norra stränder och utgör en markant skiljelinje mellan de olika landskapstyperna. Från utsiktspunkter på förkastningens höjdlägen kan den sedimentära berggrundens slättlandskap observeras. På samma sätt kan förkastningens linje tydligt ses från delar av slättlandskapet där utsikten mot norr är god (Figur 18). I nordväst finns *Håleberget* med sin branta västsida, som utgör en visuellt och fysiskt tydlig del av förkastningen.

I den södra delen där de sedimentära bergarterna dominerar är hällar obefintliga och de få platser där berggrunden kan studeras finns i Vätterns strandlinje eller är förknippade med täktverksamhet. Dess få lokaler utgör pedagogiska och vetenskapliga värden, som enda lokaler i området där grundförutsättningen till den bördiga jordbruksslätten kan studeras.



Figur 25. Berggrundsrelaterade värden i studieområdet.

4.1.2 Berggrunds- och jordartsskärningar.

Inom studieområdet finns flera nedlagda och några aktiva bergtäkter såväl i de kristallina bergarterna i norr som i de sedimentära i söder. Kalksten och sandsten har använts i byggnationer av olika slag och återfinns ofta i t.ex. murar runt traktens kyrkor (se avsnitt 4.3). Även marmor har brutits och bryts fortfarande i liten skala på några platser. Dessa bergtäkter ger, i den mån de är tillgängliga, möjlighet att studera de bergarter som utgör grunden för landskapets karaktär. I norr är det förvisso ingen brist på nakna berghällar, där bergarterna kan studeras, eftersom moräntäcket är tunt, men i den södra delen finns nästan inga hällar blottade vilket gör de få platser där berggrunden kan studeras än mer värdefulla. Oftast är detta utefter Borens och Vätterns stränder, men även i några bergtäkter.

Åtskilliga uttag av grus och sand i områdets isälvsavlagringar har gjorts och görs i viss mån fortfarande. Många av täkterna omnämnda i det geologiska kartbladet är idag igenväxta och/eller utsläntade och har förlorat det pedagogiska och vetenskapligt värde de en gång haft (Figur 26). Andra formationer är helt bortgrävda. Exempel på just detta finns i studieområdet, t.ex. norr om *Åby* och norr om *Kohagen*. Där återstår endast sandgropar av tidigare kullar. Likaså har morfologin av en tidigare ansenlig isälvsmaterialhöjd vid *Valltorp* utplånats genom sand- och grustäkt.

Figur 26. Skärning i isälvsmaterial (Foto: Mats Gustafsson, 2005).

Isälvsavlagringar kan uppvisa t.ex. skiktningar i olika fraktioner, t.ex. sand, grus och mo, vilket visar på olika vattenflöden under materialets avsättning. I deltan kan dessa vara särskilt tydliga och avsatta i olika lutande plan beroende på var i deltat skärningen finns. Likaså kan det finnas veckningar, ”ripples” och andra former som visar på isens och dess smältvattens processer bevarade i sedimenten. Dock är det långt ifrån säkert att

en isälvsavlagring uppvisar några tydligt sorterade lager. Många formationer inom studieområdet har mycket dåligt sorterat material som lätt kan misstas för en morän. T.ex. anges att många av ryggarna som bildats i tvärgående sprickor i isfronten, uppvisar mycket dålig sortering. Inom detta projekt har vi inte haft möjlighet att kartera vilka skärningar som har pedagogiska värden idag men ett antal av de täkter som omnämns som intressanta kan fortfarande upplevas. Nämnas kan t.ex. täkterna i det stora plana isälvsmaterialsfältet vid *Lönsås*, liksom sandtaget nordost om *Vinberga*, med tydliga frilagda skärningar.

Skärningar i morän görs i infrastrukturkorridorer men är ovanliga som uttag av material för annan användning, p.g.a. att materialet sällan lämpar sig för användning på samma sätt som det sorterade isälvsmaterialet. Icke desto mindre kan en skärning i morän vara av intresse för att visa på materialets osorterade karaktär och de stora skillnaderna mellan olika typer av moräner. Till exempel består moräner av olika bergarter, vilka kan jämföras med de underliggande bergarterna för att få en uppfattning om huruvida materialet har bildats på plats eller om det har transporterats och i så fall varifrån. Det är inte ovanligt att moräner och isälvsmaterial ligger lagrade intill varandra. En skärning i en sådan gränszon kan vara särskilt pedagogisk. Detta gäller generellt för kontakter mellan olika jord- och bergarter och även för kontaktzoner mellan jord och berg.

4.1.3 Kvartär geomorfologi

De kvartära (kvartärtiden är perioden mellan 1,4 miljoner år sedan och nutid) avlagringarna i området har bildats och formats av främst den senaste inlandsisen. En stor del av kartbladet täcks av morän, som är av isen nedmalt bergmaterial som avsatts direkt ovanpå ursprungsberget. Moränen är ursprungligen osorterad och kantig, men de finare fraktionerna har oftast svallats ut under perioder då vattennivån varit högre än idag. Moränformerna är dels bildade under isens framryckning, t.ex. drumliner och ändmoräner, men också under avsmältningen då morän som transporterats i och på isen har avsatts i randbildningar längs isfronten.

Under isavsmältningen som började för ca 13 500 år sedan bildades isälvsmaterialformerna, t.ex. rullstensåsar, av smältvattenströmmar under, i och ibland även på isen. Isen hade en oregelbunden tillbakadragning från området. Under en längre period för ca 11 000 år sedan hindrades tillbakadragandet av en kallare period, som fick isen att till och med avancera igen. Isfrontens läge under denna period kallas den mellansvenska randbildningszonen och utefter denna finns åtskilliga omfattande israndsbildningar av såväl moränåsar som isälvsmaterial i olika formationer. Havsnivån var under avsmältningen betydligt högre än idag vilket också har påverkat formerna. Rullstensåsar som avsattes ovanför havsnivån har bibehållit ett skarpare krön och brantare sidor, medan de som avsatts under havsnivån svallats och jämnats ut till flackare, mer rundade åsar. Dödisområden bildades där isblock blev friliggande på marken och smälte stillaliggande. Materialet i isen smälte fram och avsattes runtom. Där isen hade legat formades en grop. Dessa områden är oftast småkuperade med oregelbundna små moränryggar. Dödisgropar finns på många håll inom området, t.ex. vid *Varv*, *Skeppstasjön* och *Fågelsta*. Några finns i mer isälvsmaterialspräglade områden (beskrivs nedan).

Då inlandsisen så småningom drog sig tillbaka höjdes landet eftersom trycket av ismassan lättade vilket ledde till att ny mark kom i dagen och kusten s.a.s. avlägsnade sig. Detta skedde oregelbundet. Under vissa perioder stod havsnivån förhållandevis stilla, vilket resulterat i strandlinjer, som kan observeras i terrängen. Till exempel är

klapperstensfält utbildade under långvarig utsvallning av finare material. Strandhak (en eroderad planare yta på en sluttning) är ett annat resultat av havets vågors verkan. Under en tid bildades den så kallade Baltiska issjön, som ett innanhav mellan isfronten i norr och topografin i söder. Då isen smälte undan tappades sjön och ytan sjönk med ca 25 meter på några år. Strandmärken från dessa olika havsytenivåer kan ses vid *Håleberget*. En period där Östersjön hade kontakt med Atlanten följde och kallas Yoldiahavet. Efterhand som landhöjningen fortsatte avsnördes Yoldiahavet igen och blev en insjö – Ancylussjön. Världshavens yta steg dock snabbare än landhöjningen och för ca 10 000 år sedan fick Ancylussjön åter kontakt med Atlanten. Detta skede kallas Littorinahavet. Landhöjningen fortsatte medan havsnivån upphörde att stiga då isarna smält undan.

Moränformer

Moränen i detta område bildar normalt sett ytformer av olika slag. Här finns såväl strömlinjeformade drumliner som mer oregelbundna former. Drumlinerna finns i flera olika varianter. En typisk spolformad drumlin, som också omnämns i Motala kommuns naturprogram, finns vid *Sandby*. Drumlinen är stor och flackt rundad (Figur 27).

Figur 27. Drumlinen vid Sandby, sedd i sin längsriktning från söder (Foto: Mats Gustafsson, 2005).

Moränformerna vid *Ekebyborna* utmärker sig genom sin påfallande växling med isälvsavlagringar (se exempel i avsnittet om isälvsmaterial). Moränformerna är även speciella genom att de är långa och förhållandevis smala. En vanlig typ är drumlinformer uppbyggda runt sedimentära berggrundsskållor, som bröts loss av inlandsisen. Flera exempel finns, t.ex. *Högrabacken, Ulvåsa slott, Hamra, Skeppsås* och *Tornby*.

Figur 28. Ulvåsa slotts moränhöjd (ovan) och Högrabacken (nedan), båda moränkullar som troligen bildats runt lossbrutna sedimentära berggrundsskållor. Röd streckad linje följer kullens krön (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Så kallade crag-and-tail-drumliner, som är moränformer avsatta i lä av uppstickande hällar finns på några få platser vid t.ex. *Dammbacken*, *Storkelsby* och *Hållingtorp*. De Geer-moräner är små ryggar som avsätts i vinkelrätt mot isriktningen utmed en isfront. Denna moräntyp är ovanlig inom kartbladet, men goda exempel finns sydöst om *Ruda* i mellersta, västra delen.

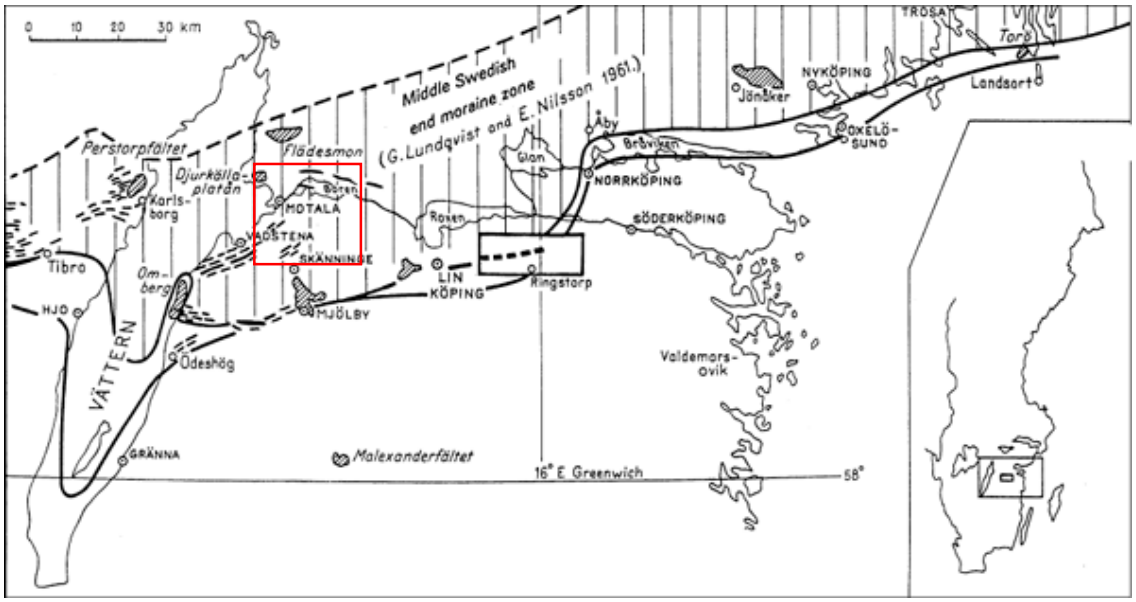
Söder om Boren finns i åkerlandskapet ett flertal markerade moränformationer. *Lunds backe* (Figur 29) är en bågformad moränrygg, som troligen avsatts i en stor spricka i isen under en längre stagnation. Kullen är markant i landskapet och har, liksom många av ryggarna och kullarna, ekologiska och kulturella värden (se nedan).

Figur 29. Lunds backe. nordväst om Hassla, sedd från öst (över). Gravfältet på kullens krön kan ses i Figur 74. Röd streckad linje följer kullens krön (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

I områdets norra del finns särskilt fina exempel på moränryggar. Mellan *Evastreby* och *Björka* (Figur 30) finns t.ex. en ås med ett skarpt krön och branta sluttningar. I området runt *Lilla Vänstern* (Figur 31) finns en samling riksintressanta moränryggar, som tillsammans med de flesta moränåsarna norr om Boren ingår i det mellansvenska randbildningdsstråket (Figur 32).

Figur 30. Moränrygg vid Björka. Vit streckad linje följer ryggens krön. (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Figur 31. Moränrygg vid Lilla Vänstern. Ryggen i detta område ingår en den mellansvenska randbildningszonen (se Figur 32). Röd streckad linje följer ryggens krön. (Foto: Mats Gustafsson, 2006).



Figur 32. Mellansvenska randbildningszonen, som är en zon där inlandsisen blev stående under en period under avsmältningen och även gjorde mindre framryckningar. Studieområdet i röd fyrkant. Serie Af nr 119, SGU

Isälvsavlagringar

I studieområdet är isälvsavlagringarna sällan uppbyggda som åsar, vilket annars är vanligt i Östergötland. Istället utgör de ofta stråk i nord-sydlig utbredning med utbuktningar i öst-västlig riktning. Dessa former visar att isen haft en tidsmässigt oregelbunden avsmältning över området. De öst-västliga utbuktningarna tillkom då isfronten stod still under en period och material kunde avsättas i sprickzoner parallella med isfronten. Bra exempel på sådana former finns vid *Klockrike*, nordväst om *Vallerstad* och vid *Stora Fossala (*Figur 34*)*.

I sydöstra delen av bladet finns en isälvsavlagring vars mest markanta delar finns nordväst om *Västerlösa* respektive från *Klockrike* och söderut. Den södra delen av denna form är förhållandevis orörd, medan det i den norra delvis gjorts stora uttag av sand och grus.

Från *Örvad* och söderut finns en väl utbildad rygg av isälvsmaterial och mellan *Broby gård* och *Vågforsen* finns en åsrygg som når en ansenlig höjd över omgivningarna. Vid *Lönsås* finns en mäktig, vidsträckt platå av isälvsmaterial (Figur 33).

Figur 33. Skärning i isälvsplatån vid Lönsås. (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Åsen nordost om *Vinberga* har speciella och karateristiska förgreningar som är smala och korta i öst-västlig riktning och vid *Skärstad* finns en klart framträdande åsrygg. Vid *Ask* och *Smedberga* framträder tydliga åsryggar i kontrast mot omgivande plana

områden, liksom den stora nord-sydliga delen av avlagringen vid *Ulvåsaviken*. Öster härom finns långsmala isälvsavlagringar, t.ex. åsen som utgör *Fossala udde (*Figur 34).

Figur 34. Fossala udde - en långsmal ås av isälvsmaterial som sträcker sig ut från Borens södra strand. (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Vid *Fivelstad* finns en stor utbredd avlagring som i sin helhet är flack och relativt otydlig. På det flacka planet finns dock dödisgropar, som ibland är torvfyllda, och små ändmoräner. Avlagringen är i jämförelse med många andra avlagringar i området dessutom relativt orörd.

Väster om *Högrabacken* finns ett mycket vackert exempel på åsnätlandskap, bestående av små men tydliga ryggar och dödisgropar om vartannat. Ett minst lika fint exempel på dödislandskap finns vid *Tuddarp* (Figur 35). I Tuddarp är åsarna getryggsformade, (branta med skarpa krön) vilket tyder på att de inte utsatts för nämnvärd svallning efter avsättningen. Båda områdena tolkas som randbildningar i en sprickrik smältande is.

Figur 35. Dödisområde vid Tuddarp. (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Vid *Djurkälla* har stora mänger material kunnat avsättas då iskanten stod stilla. Området höjer sig idag markant upp ur den omkringliggande terrängen och *Djurkällafältet* tillhör Östergötlands största och mest kända isälvsavlagringar och randbildningsområden.

Läget av HK och de nivåer materialet har avsatts på visar att fältet bildades både på land och under vatten. Fältet omfattar ett flertal morfologiskt skilda områden. I sydväst finns en platå med dödisgropar, som troligen är den nivå dit den Baltiska issjön nådde som högst (Figur 36). Andra delar i öst och norr är kraftigt kuperade dödisområden (Figur 37).

Figur 36. Djurkällafältets södra del är flack och höjden över omgivningen påtaglig. Vättern kan skymtas i fonden (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Figur 37. Dödisgropar och isälvmaterialsåsar i Djurkällafältets norra del. (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Särskilt i den östra delen är dödisgroparna särskilt djupa och åsarna höga. Här fanns en av södra Sveriges djupaste dödisgropar (40 m från åskrön till botten) vilken gick förlorad genom täktverksamhet. Särskilt utmed formationens sydsida finns flera tydliga strandlinjer från Baltiska issjön, av svallade sediment. Norrut från Djurkällafältet fortsätter isälvsavlagringarna i mäktiga åsar.

I urbergsområdet norr om Boren är isälvsmaterial mer sporadiskt förekommande. Vid *Kolmsjön* finns en bildning bestående av skarpa ryggar i ett oregelbundet mönster, vilket är typisk för isälvsmaterial ovanför högsta kustlinjezonen. Dalgången mellan *Ervasterby* och sjön *Björken* avgränsas naturligt av en väl utbildad ryggformad isälvsavlagring, som antingen ingår i randbildningsstråket eller är en randås bildad vid en glaciärtunga.

Då smältvattnet rann längs med iskanten, bildades en s.k. randås vid *Kristberg*. Denna ås löper alltså tvärs isfronten, som en ändmorän, men är i huvudsak uppbyggd av isälvsmaterial.

Flyttblock

Flyttblock är också ett påtagligt och lättförståeligt resultat av inlandsisens transportförmåga. Enorma block av en bergart, som ibland kan återfinnas på avsevärda avstånd från bergartens geografiska position, ger en möjlighet att tolka isrörelsen utifrån dessa förflyttningar. I vårt studieområde förekommer flyttblock relativt rikligt norr om Boren, men ett tiotal finns även i slättlandskapet söder om sjön. Utan att detta har

undersökts närmare är ett rimligt antagande att de senare består av urberg som har avsatts i området med sedimentära bergarter. De har ett uppenbart pedagogiskt och vetenskapligt värde. Huruvida blocken i norr är av annan bergart än bergarten i underlaget är oklart.

Figur 38. Litet flyttblock vid Offerby, nordöst om Motala. (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Glaciala finkorniga sediment

Förutom morän och isälvsmaterial upptar de glaciala lerorna mycket av landytan inom området. Då deras ytformer normalt är plana bedöms inte värdet av dessa material eller deras plana ytformer nämnvärt ha påverkats eller påverkas av infrastruktur. Deras huvudsakliga värde utgör en resurs för landskapets jordbruk och, historiskt, som material till tegel. Materialen kan dock skilja sig åt och eventuellt finns det skäl för att bedöma dem som egenvärden baserade på deras egenskaper.

Postglaciala sediment

Klapperstensfält, som visar på kraftig svallning från havet i grova sediment (morän eller isälvsmaterial), är ovanliga i området, men förekommer på några platser norr om de stora sjöarna i kartbladet. Då klapperstensfält kan betraktas som bland de mest påtagliga och tydliga spåren av tidigare havsnivåer och därmed landhöjningen, har de ett stort pedagogiskt och vetenskapligt värde.

Eoliska sediment

De dyner av flygsand som en gång fanns längs med *Varamons* strand är nu helt utplånade av fritidbebyggelse. En ganska ovanlig förekomst av eoliska sediment finns i *Djurkällafältets* förlängning mot *Äskebergahöjden*. Där har i grunda sänkor (över HK)

mellan kullar avsatts flygmo. Sedimenten härrör sannolikt från fältets glacifluviala sediment som eroderades av fallvindar från en närbelägen isfront.

Organogena jordar

I området finns kärr och mossar. Kärren kan indelas i två huvudtyper strikt bundna till vardera av de två regionerna. I urbergsområdet norr om de stora sjöarna finns kärr med hög vegetation av gran, björk samt med en undervegetation av gräs och örter alternerande med fattigkärr främst dominerade av starrarter. På de sedimentära bergarterna på slätten söder om sjöarna finns rikkärr och extremrikkärr med en mycket rik artsammansättning av gräs och starr samt kalkkrävande örter som t.ex. olika orkidéer. Bra exempel på rikkärr med orkidéförekomst finns vid *Knäppan* och *Hagebyhöga*. Den kalkrika berggrunden och de kalkrika jordarterna är grundförutsättningen för dessa våtmarkers uppkomst och egenskaper. Utströmmade kalkhaltigt vatten bildar här och var källmyrar och backmyrar och enstaka mindre utfällningar av kalk i så kallade tuffbildningar. Exempel på detta finns vid den framträdande backmyren vid *Hilltorp*.

Våtmarkerna har inventerats genom den så kallade Våtmarksinventeringen (ref xx). Värdena fokuserar på hur pass naturlig hydrologin är och hur värdefull flora våtmarken bär. Ur geovetenskaplig synvinkel är våtmarkerna mest värdefulla där deras hydrologi och morfologi är ostörd.

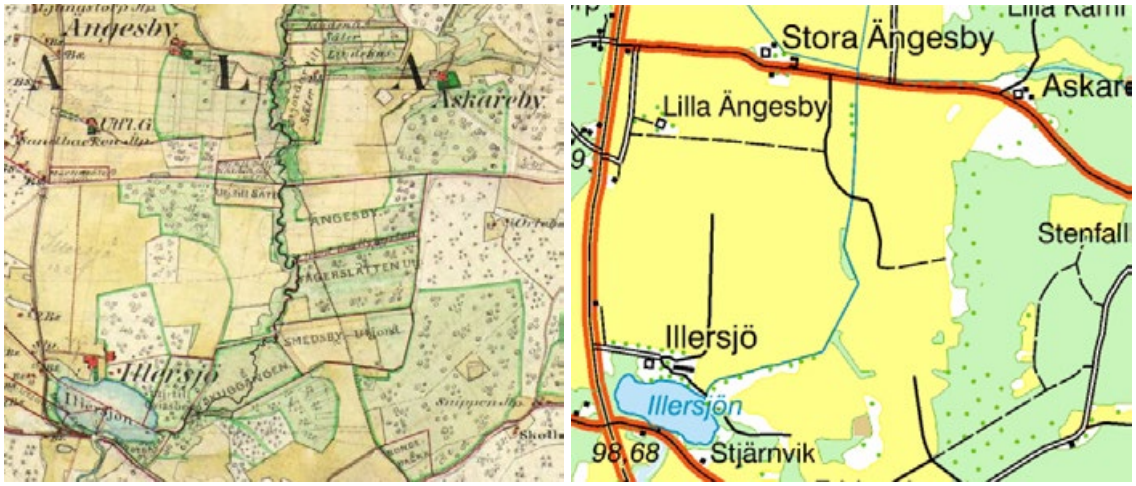
4.1.4 Fluvialmorfologi och hydrologi

Antalet fritt strömmande vattendrag har minskat drastiskt sedan dikning och uträtning av vattendrag för jord- och skogsbrukets behov av mark och avvattning inleddes vid 1800-talets mitt. Fritt flödande vattendrag har en mycket stor inverkan på landskapet genom sin förmåga att erodera sitt underlag och samtidigt avsätta sediment. Vattendragen bidrar således i högsta grad till att utforma landskapet. Genom sitt lopp och sina morfologiska element kan vattnets morfologiska processer studeras och förstås. Inte minst utgör de naturliga vattendragen ett högt estetiskt landskapsvärde. Ekologiskt utgör de naturliga vattendragen också ett högt värde, vilket även gäller öppna diken, som kan ha värden som livsrum för vissa arter och som spridningskorridor för såväl vatten- som landlevande växter och djur i landskapet.

Inom studieområdet finns en stor andel uträtade vattendrag. Utifrån kartskikt med vattendrag har de som har ett tydligt naturligt lopp markerats som värden. Genom att jämföra vattendragens utseende i dagens terrängkarta med utkastet till Häradskartan kan många tydliga exempel ses (Figur 41).

Figur 39. Meandrande å vid Örvad (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Figur 40. Ulvåsabäckens meandrande lopp (ovan) och dess uträtade (nedan) (Foto: Mats Gustafsson, 2006).



Figur 41. Exempel på tidigare meandrande vattendrag (tv, konceptet till Häradsekonomiska kartan från 1868–1877) som rätats ut (t.h., Gula kartan)

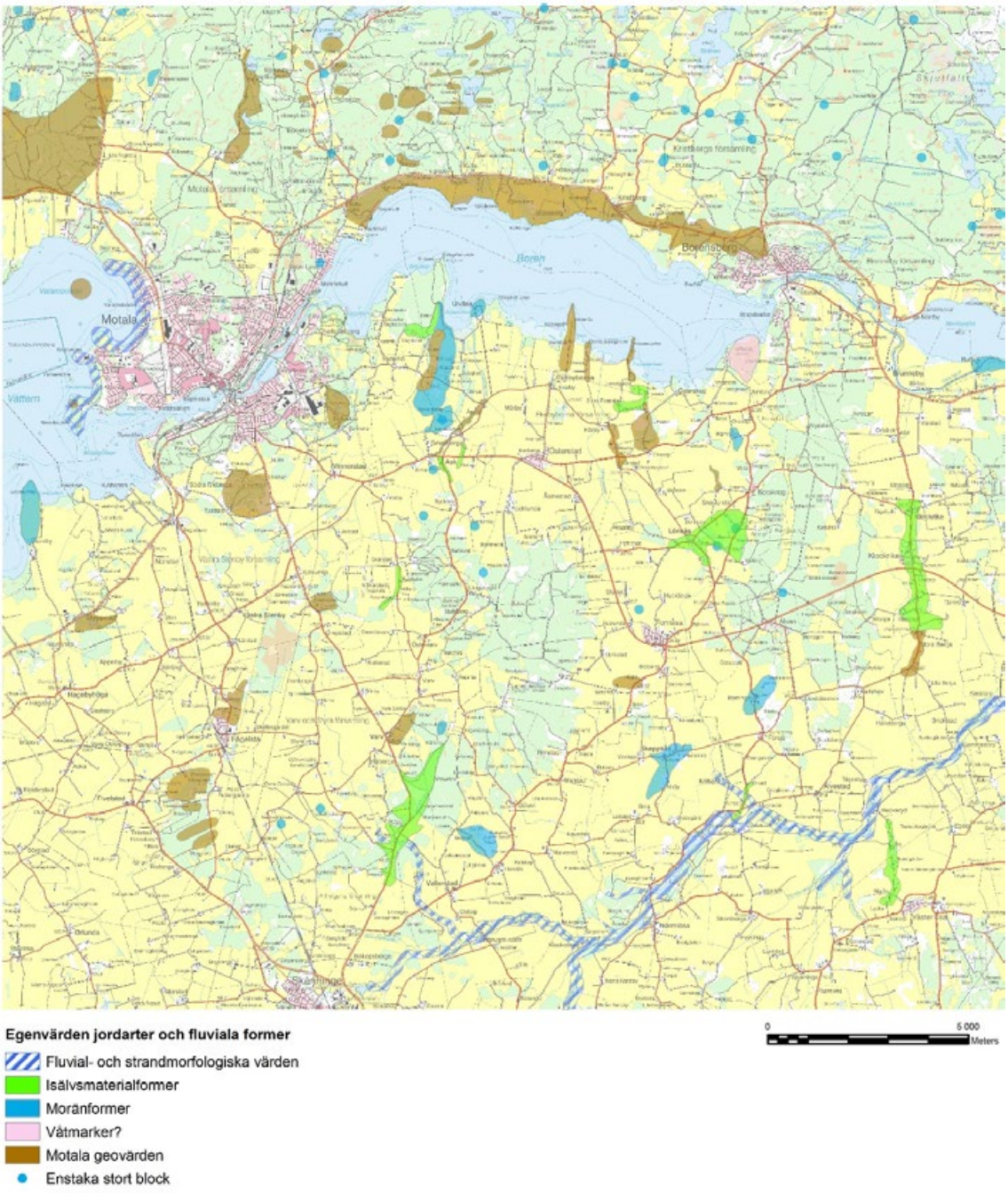
Figur 42. Vattendrag (blå) och de delar av dessa som har naturliga lopp (röda). I flera rutor i den sydöstra delen av bladet är vattendragen inte helt digitaliserade, vilket innebär att inga eller bara några få vattendrag i de delarna finns med.

Svartån med sina tillflöden är de södra delarnas dominerande vattendrag. Ån är reglerad, men dess lopp är naturligt där det slingrar fram och skär ner i sina avsatta sediment. Meandringar och åslänter med hagmarker är framträdande (Figur 43).

Figur 43. Svartån norr om Nederlösa sedd från norra stranden (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Norr om Boren finns meandrande vattendrag med raviner vid *Härseby* och *Storeberg*. Dessa är bildade i finmaterial som ansamlats i strandvallar vid Vättern, därefter eroderats av rinnande smältvatten från isen och sedan förts bort till lägre liggande områden. Även i skogsbygden har många vattendrag rätats ut och diken grävts för att torka upp markerna. Några mer betydande vattendrag med naturliga lopp är *Kvarnsån* och ån mellan sjöarna *Stråken* och *Stora Vänstern*.

Våtmarker åtnjuter, tack vare våtmarksinventeringen och de höga ekologiska värden som förknippas med dem, en förhållandevis hög status i planerares och allmänhetens medvetande. I studieområdet finns totalt 27 våtmarker som upptagits i våtmarksinventeringen. Fyra av dessa har naturvärdesklass 1, nio klass 2, elva klass 3 och tre klass 4. Naturvärdesklasserna grundar sig delvis på orördhet, definierat som ”området har inte påverkats av negativa mänskliga ingrepp som t.ex. dikningar, vägdragningar, och skogsavverkningar”. Detta mått kan betraktas som ett geovetenskapligt egenvärde, då våtmarkernas morfologi och hydrologiska processer är egenskaper som kan hänföras till denna värdekategori. Då det i våtmarksinventeringen inte utan djupare studier går att identifiera hur orördhet viktats i förhållande till andra naturvärden gör vi i detta arbete ingen ansats att identifiera de geovetenskapliga egenvärdena hos våtmarkerna. Flera av våtmarkerna med höga naturvärden tas dock upp i avsnittet om georelaterade ekologiska värden.

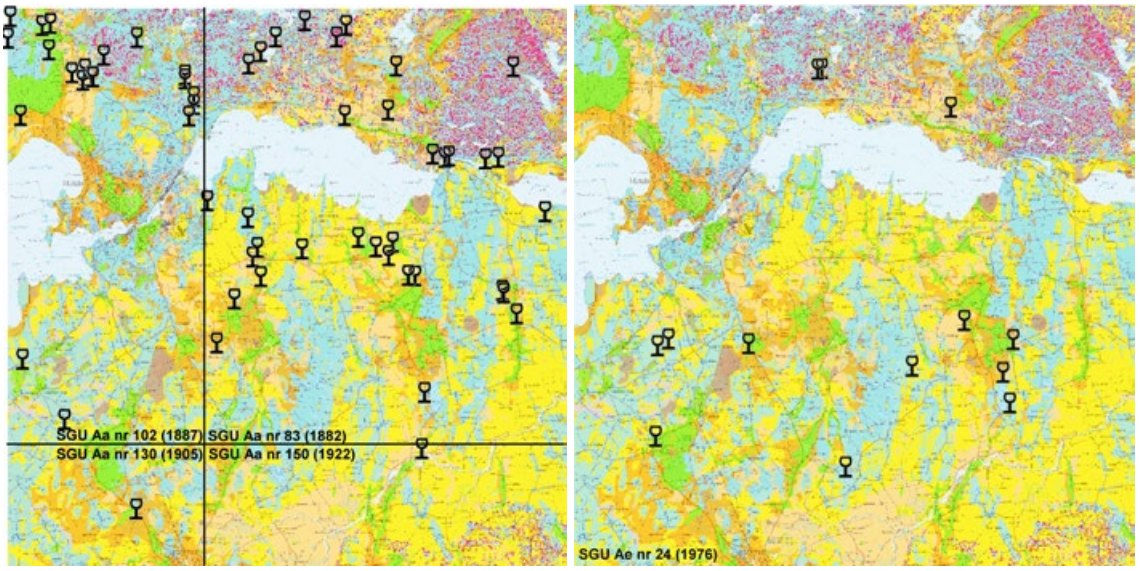


Figur 44. Geovetenskapliga egenvärden förknippade med jordarter och fluvial morfologi i studieområdet. De brunaktiga fälten är geovärden identifierade i Motala kommuns naturvårdsprogram.

4.1.5 Hydrogeologiska värden: källor

I kartbladet Jordartskartan Linköping NV beskrivs källsituationen (Figur 45, höger) som att ”*Källor med någon betydande avrinningskapacitet är ovanliga inom kartbladet. De flesta källorna som markerats på kartan är belägna på eller i nära anslutning till isälvsavlagringarna. I några fall är kapaciteten tillräcklig för att upprätthålla en fortsatt uppbyggnad av någon typ av torvmark*” (Johansson, 1976). Går man däremot tillbaka till de historiska geologiska kartbladen (SGU:s kombinerade jordarts- och bergrundskartor serie Aa) finner man ett betydande antal källor som saknas i de senare karteringarna (Figur 45, vänster).

Projektets studieområde sträcker sig över fyra historiska geologiska kartblad som publicerades mellan 1882 och 1922 (Linnarsson och Tullberg, 1882; Jönsson, 1887; Blomberg, 1905; Magnusson m.fl., 1922).



Figur 45. Till vänster: Källor enligt SGU:s geologiska kartblad serie Aa publicerade mellan 1882 och 1922. Till höger: Källor enligt SGU:s Jordartskarta serie Ae, publicerad 1976.

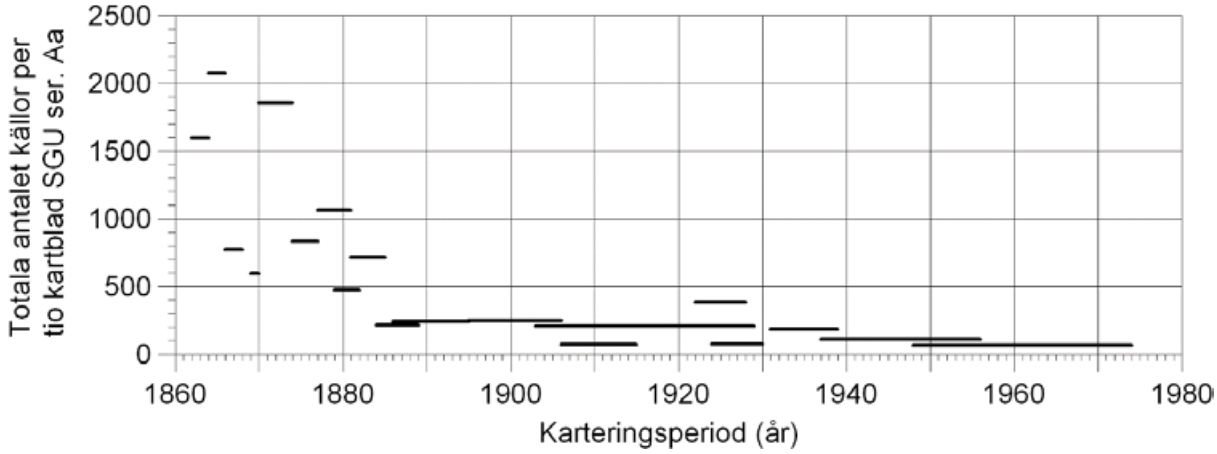
Att en förändrad markanvändning kan påverka källutflöden står helt klart. Detta ligger antagligen till viss del bakom det faktum att man får så olik bild när man jämför den geografiska spridningen av de källor som karterades runt förrförra sekelskiftet med dem som karterades på mitten av 1970-talet. Förutom mänskliga ingrepp och naturliga förändringar kan även intresset av att kartera källor ha minskat allteftersom möjligheterna att borra brunnar för lokal vattenförsörjning har ökat (Knutsson, 2006:c). Dikning av jordbruksmark och skogsmark kan ge upphov till att källor försvinner, men även en förändrad vegetationssammansättning kan medföra att grundvattenbildningen minskar. Ju mindre av nederbörden som når grundvattnet, desto mindre kommer källflödet att bli vid utströmningspunkten. Även andra mänskliga aktiviteter kan påverka förutsättningarna för källor. Vägar eller andra tekniska ingrepp påverkar grundvattenförhållanden framförallt genom att förändrade hydrogeologiska förhållanden kan leda till uppdämning eller dränering av vatten, alltså höjning respektive sänkning av grundvattenytan. Förutom sådana rent kvantitetsmässiga förändringar kan även

kvalitetsmässiga förändringar orsakas av till exempel föroreningar som når grundvattnet och därefter följer dess väg genom marken till utströmningsområden.

Många källor har försvunnit genom att de stensatts och på så vis omvandlats till en stensatt brunn (Figur 72). I andra fall har den kommunala eller industriella vattenförsörjningen medfört att grundvattenuttaget ökat och grundvattenytan därför sänkts varigenom näraliggande källor förlorat hela eller delar av flödet (Knutsson, 2006:c).

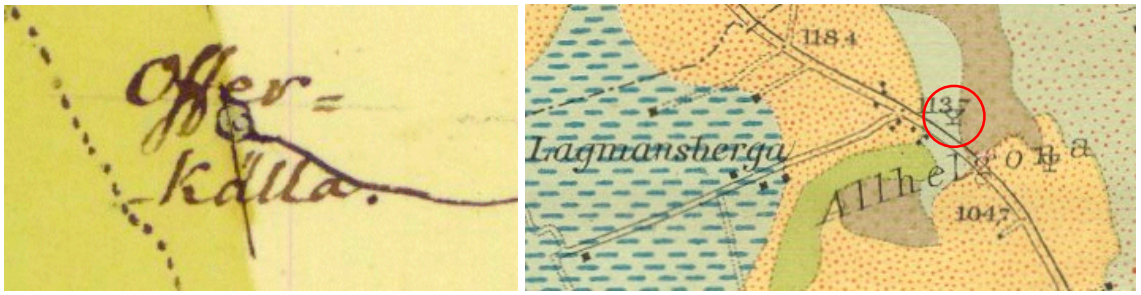
En anledning till att antalet källor minskat mellan de båda kartskikten i Figur 45 är, som nämnts, att utdikningen av jordbrukslandskapet kom igång på allvar under 1800-talet bland annat på grund av laga skiftesreformen, men även genom att staten ställde expertis och penningmedel till förfogande (Gadd, 2000). Kring 1870 satte också täckdikningen fart genom att tegelrörsframställningen ökade (Morell 2011). Omfattande statliga stöd utgick under stora delar av 1900-talet för täckdikning (Antonson och Larsson 2011). Det hela ledde till ett förändrat hydrogeologiskt landskap.

En sammanställning över alla källor som karterats i SGU:s kombinerade jordarts- och bergrundskartor mellan 1862 och 1974 visar att det totala antalet källor per tio kartblad stadigt minskat från karteringens början 1862 fram till omkring 1890, varefter antalet källor per tio kartblad ligger förhållandevis stabilt vid en låg nivå (Figur 46, De Geer, 1979). Värt att notera är att minskningen i föreliggande studie (Linköping NV) inte endast består i att vissa källor försvunnit, utan att fördelningen av källor i terrängen snarare är en helt annan. Källor på andra platser tycks alltså ha ersatt de som försvunnit. En bidragande orsak till skillnaden mellan den historiska och den moderna källkarteringens resultat är att karterarnas intresse och fokus har förändrats genom åren.



Figur 46 Totala antalet källor per tio kartblad i serien SGU:s kombinerade jordarts- och bergrundskartor ser. Aa, utgivna 1862–1974. Data från De Geer (1979). Figuren visar på en stadigt minskande trend i det totala antalet källor per tio kartblad från karteringens början 1862 fram till ca 1890 då den negativa trenden blir betydligt långsammare.

Lagmansro källmyr (Natura 2000-beteckning SE0230250) får sitt vatten från *Lagmansberga källa* (Midsommarkällan) 100 m nordöst om myren (se Figur 47 och Figur 48). Källan finns nämnd i Broocmans Beskrifning öfver Öster Götland från 1760 där författaren skriver om Skänninge *”åt Wadstena sidan ligger en Surbrunn, Lagmansberga Källa kallad som i Påvedömet warit Offerkälla och besökes än i dag av många”* (Damberg m.fl., 2006:b). Enligt Förstudien för riksväg 50 och 32 är både myren och dess närmaste omgivning hydrologiskt ostörda.



Figur 47. Till vänster: storskifteskartan Lagmansberga by 1767–69, Till höger: SGU Aa 130, 1905, källbeteckningen i den röda ringen.

Figur 48. Midsommarkällan i Lagmansberga. I det stora källkarets kristallklara vatten syns tydliga utströmningspunkter där kallt grundvatten strömmar upp genom bottnen, grumlar upp lite dy och utsätter vattenspegeln för en ständig lätt krusning. På storskifteskartan från 1760-talet kallas den offerkälla, men frågan är varför den inte ens finns med på jordartskartan från 1976? (Foto: Göran Blomqvist 2006).

Lagmansro källmyr är utsedd till ett Natura 2000-område enligt art- och habitatsdirektivet och är klassat som livsmiljön rikkärr (Naturvårdsprogram för Mjölby kommun, 2001, Bevarandeplan Natura 2000, 2006). Området är bland annat lokal för kalkkärrsgrynsnäcka, smalgrynsnäcka och otandad grynsnäcka. 1998 startade ett försök att återskapa en del av kalkkärret då det bara fanns kvar en liten rest. Det skedde genom att gräva bort det näringsrika matjordslagret på en yta av en dryg hektar ned till mineraljorden och ett skikt med kalktuff. Återkolonisationen av kärlväxter och mossor följs upp årligen. Under 1999 betades hagen av får, men på grund av det restaurerade

områdets känslighet för trampskador har under senare år i stället kalkkärret hävdats genom röjning. På sikt ska dock beteshävden återupptas. Föreslagna uppföljningsparametrar är grynsnäckornas populationsutveckling och utbredning, arealen av typen rikkärr, hävdstatus och gödslingspåverkan, igenväxning, abundans och diversitet hos hävdgynnade och för rikkärr typiska arter (Bevarandeplan Natura 2000, 2006).

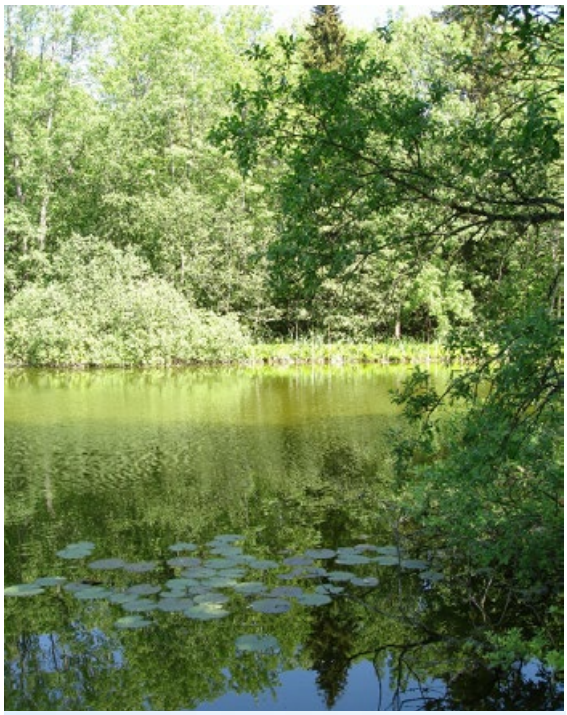
Bara fem kilometer norr om kartbladets slut ligger *Medevi brunn* med gamla anor. 1678 började Urban Hjärne bygga upp en hälsobrunn efter centraleuropeiskt mönster kring den gamla offerkällan. Medevi brunn kom att bli den första kurorten i Sverige och den har än idag en aktiv verksamhet med grötlunk, brunnsorkester och förstås brunnsdrickning.

4.2 Georelaterade ekologiska värden

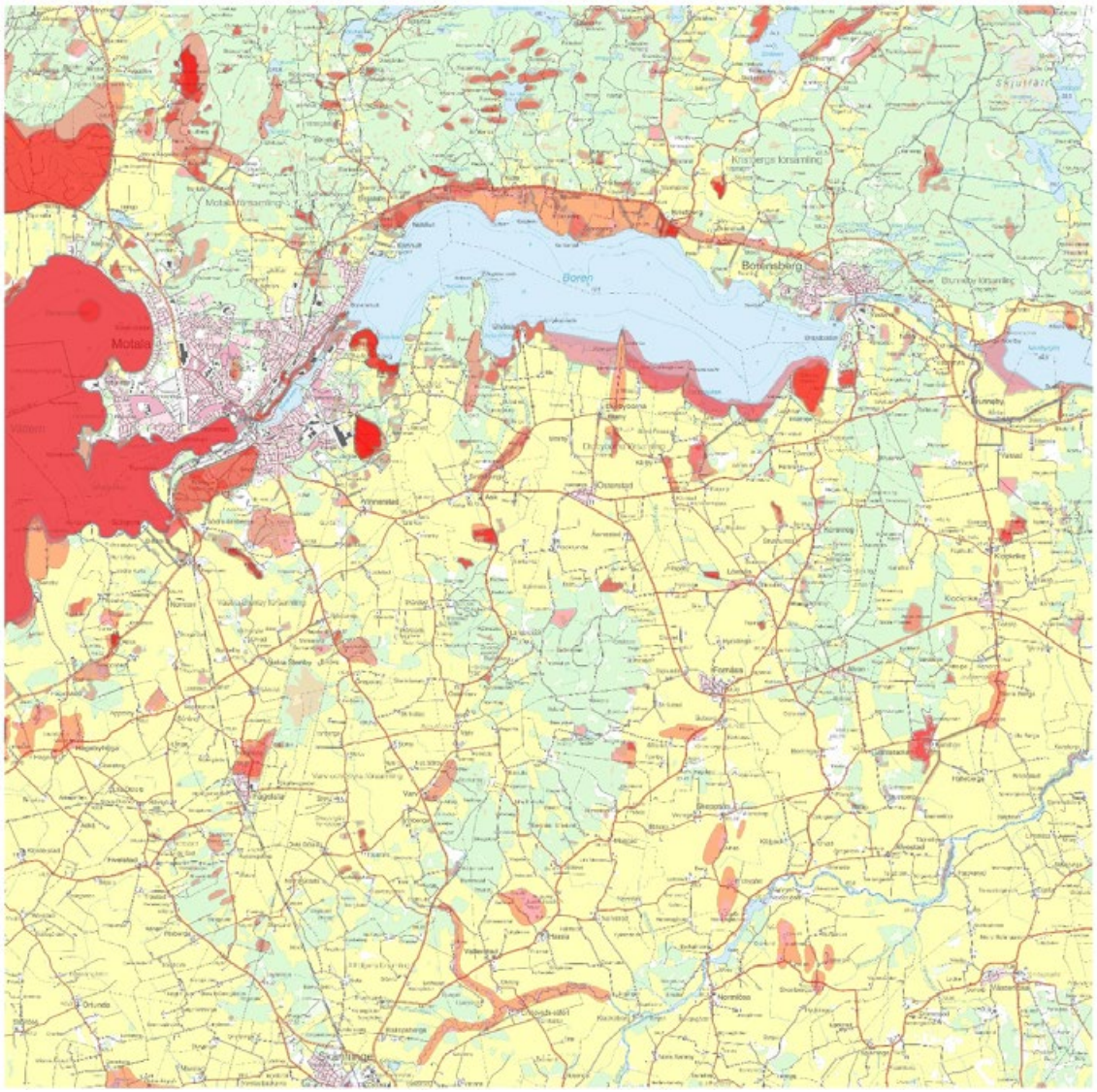
Inom studieområdet finns en mängd olika skyddsinstitut och utpekade ekologiska värden med olika dignitet från riksintresse till kommunalt naturprogram. Med tanke på de omfattande kopplingarna mellan ekologi och det fysiska landskapet finns naturligtvis en mängd sätt att närma sig geovetenskapens betydelse. I detta avsnitt har vi valt några exempel, som vi menar är användbara i sammanhanget.

I Figur 50 visas samtliga utpekade områden i studieområdet. Ju starkare röd nyans, desto fler bevarande- eller skyddsinstitut ligger över området. Som synes finns många områden som omfattas av enstaka skydd, vilket oftast utgörs av lokalt intresse i kommunens naturvårdsprogram medan t.ex. *Vättern* (Figur 49), *Djurkällafältet,* vassområdena längs *Borens* södra strand, våtmarkerna *Hålsgölen, Vålbergamossen, Hilltorp* samt det kalkrika dödisområdet vid *Staffanstorp* (Figur 49) och ett antal ryggar och kullar i de södra delarnas jordbrukslandskap omfattas av flera skyddsinstitut och/eller program.

I reservatsbeslutet till *Staffanstorps* naturreservat nämns såväl intressant geologi som vegetation och djurliv, samt att området är av intresse för friluftslivet i Motala.

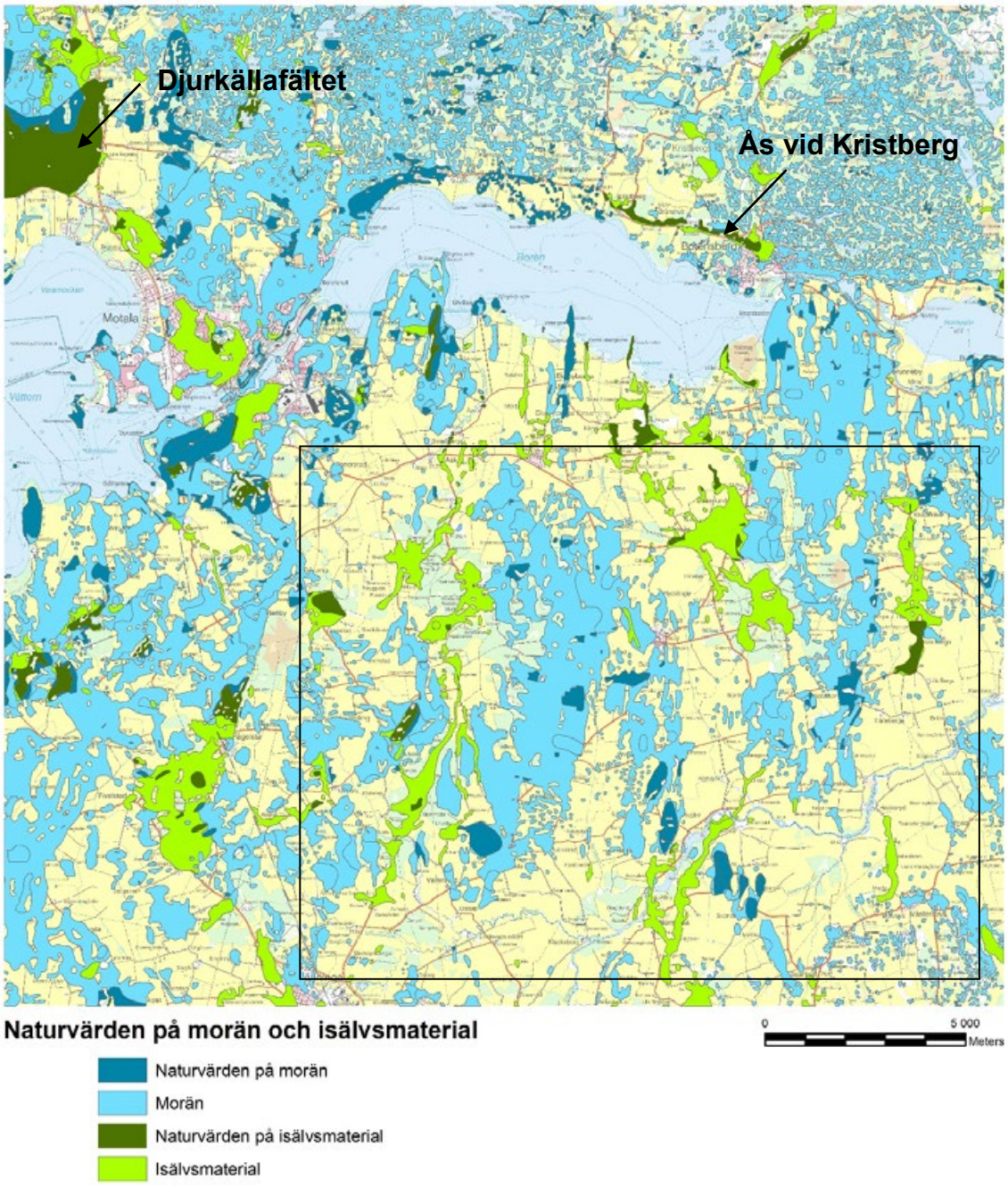


Figur 49. Exempel på georelaterade ekologiska värden i studieområdet. Liten sjö i dödisgrop i Staffanstorps naturreservat (ovan till vänster), Vättern (ovan till höger), Skenaån (mitten) och Hålebergets klippbranter (nedan) (Foto: Mats Gustafsson och Hans Antonson, 2006).

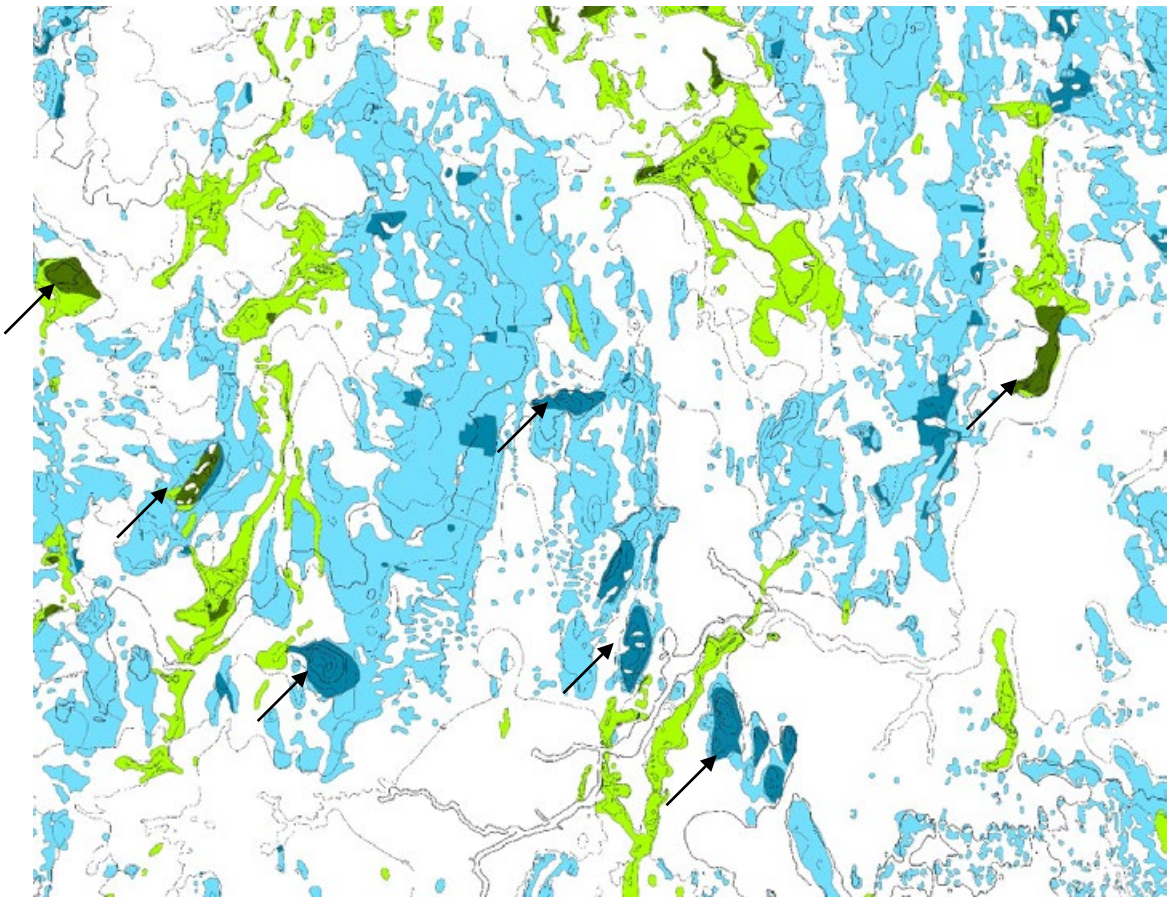


Figur 50. Alla utpekade naturvärden i studieområdet. Häri ingår allt från riksintressen till kommunala naturvårdsprogram. Ju mörakre röd nyans desto fler bevarande- eller skyddsinstitut inom området.

I Figur 51 visas ett exempel där de i Figur 50 utpekade områdena kombinerats med utbredningen av morän och isälvsmaterial. Vissa formationer är nästan helt ingående i de ekologiska värdena, exempelvis *Djurkällafältet* i kartans nordvästra del eller åsen vid *Kristberg*, medan andra formationer helt saknar utpekade ekologiska värden. Om man studerar höjddata är det även uppenbart att kullar, åsar och ryggar ofta sammanfaller med naturvärden. Flera exempel på detta kan ses i kartans mellersta södra del, där de tydliga kullarna i de ganska vidsträckta moränområdena sammanfaller med de ekologiska värdena (Figur 52). Här finns en koppling till de kulturella värdena, eftersom moränhöjderna, sedan odlingsmarkerna flyttats till de dränerade lerslätterna, använts som hagmarker. Dessa har hävdats vilket gett upphov till ängsflora, en flora som på grund av minskande hävd är hotad och därmed blir ett ekologiskt värde (se vidare i avsnitt 4.3).



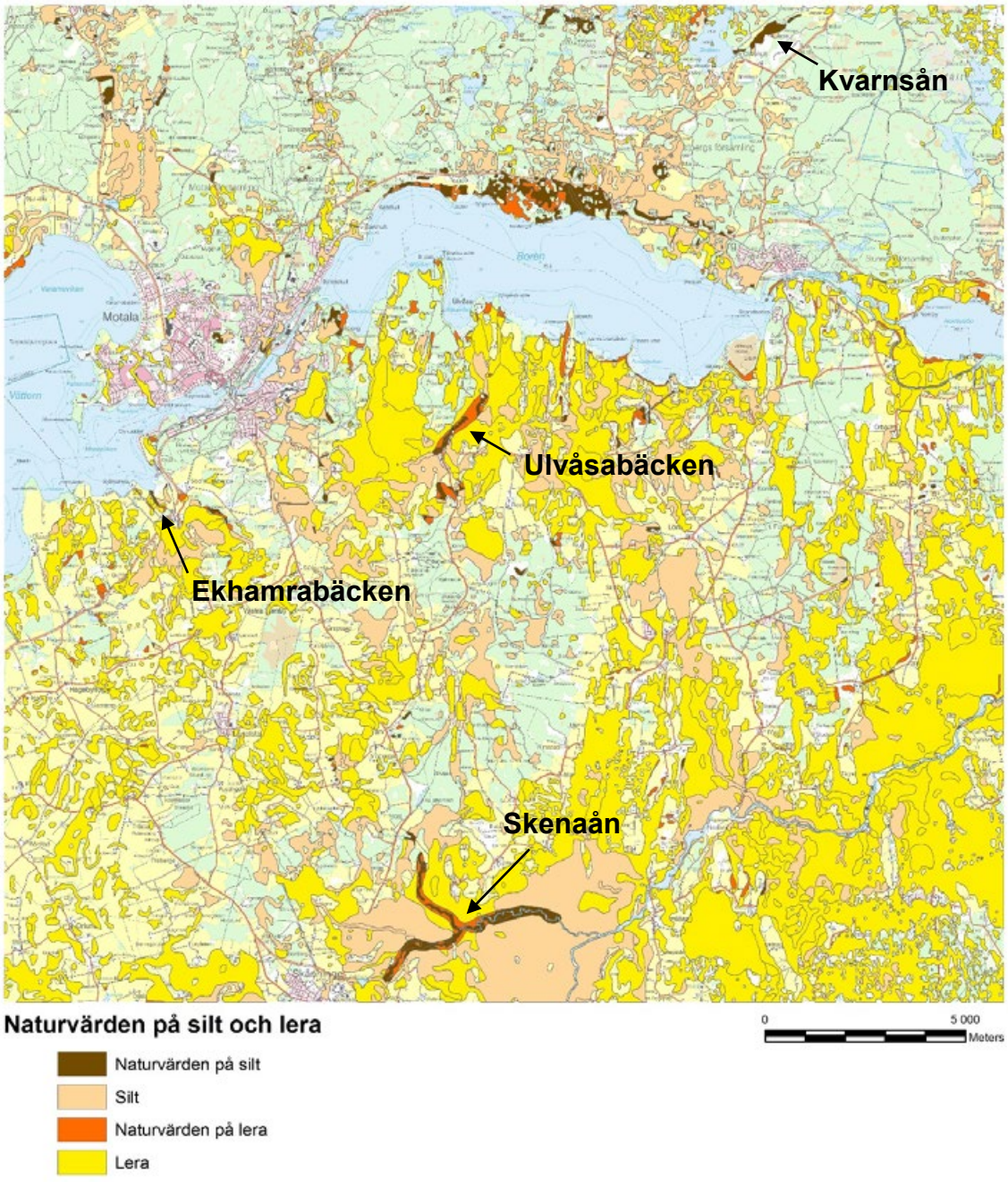
Figur 51. Morän (ljusblått) och isälvsmaterial (ljusgrönt) samt utpekade naturvärden på dessa i mörkare nyanser. Svart rektangel uppförstorad i Figur 52.



Figur 52. Detalj av Figur 51 som visar hur höga ekologiska värden ofta har samband med moränernas och isälvsmaterialens kullar och ryggar. Pilarna visar på kullar och åsar där ekologiska värden har pekats ut.

Om man istället väljer att studera naturvärdenas fördelning på silt och lera, visar det sig att de värdefullaste naturområdena i hög grad finns i anslutning till meandrande vattendrag (Figur 54), men även som gränsande till utpekade naturvärden på morän och isälvsmaterial. På Borens norra strand är de ekologiska värdena lokaliserade till silt och lera knutna till *Härseby-Karlbergområdet* som genomkorsas av tre meandrande vattendrag vilka utbildar raviner i de fina sedimenten. Området har värdefulla hagmarker och ett riksintressant ekbestånd.

Figur 53. Hagmarker vid Härseby, på Borens norra strand (Foto: Mats Gustafsson, 2005).

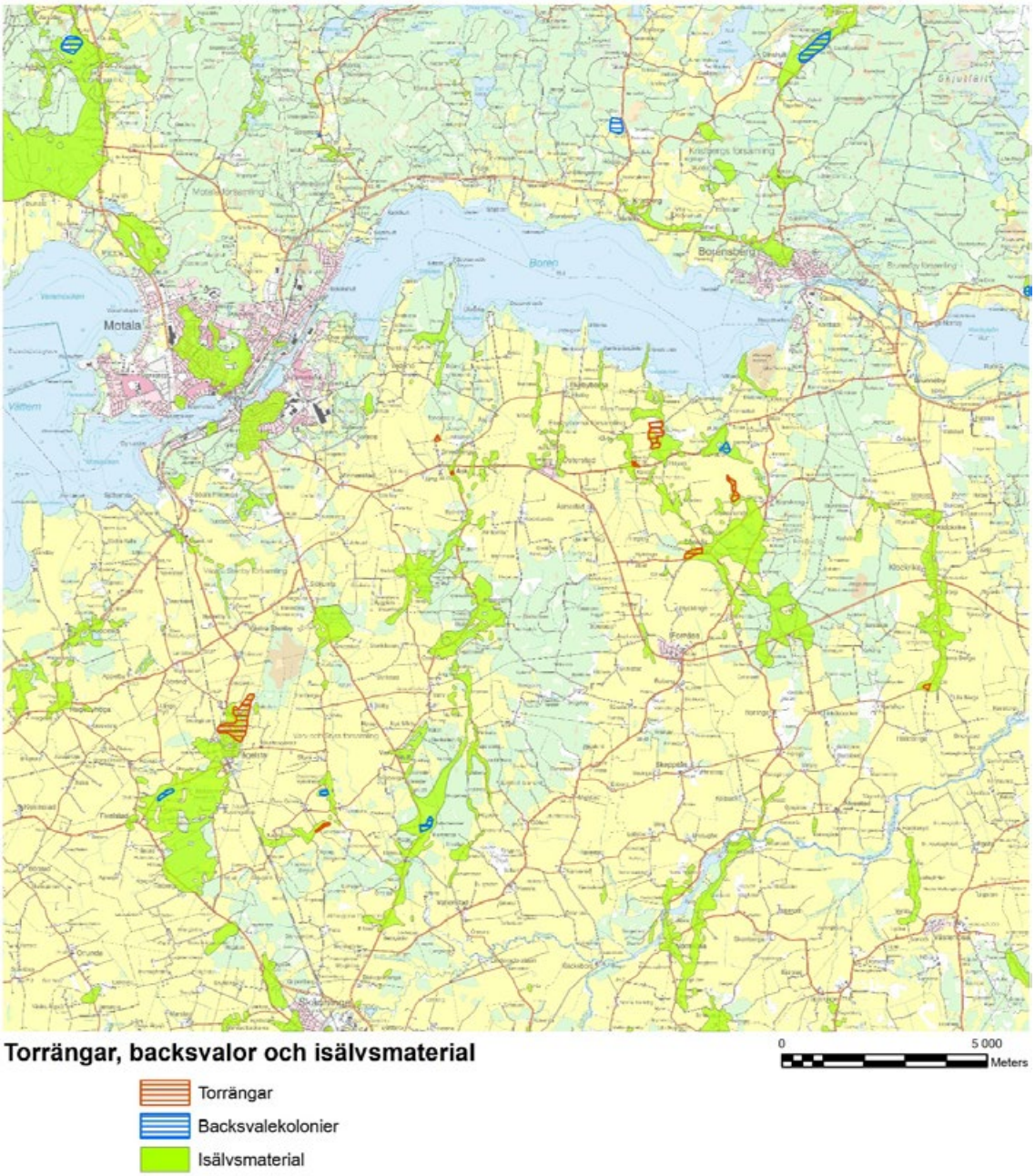


Figur 54. Silt och lera och utpekade naturvärden på dessa i studieområdet.

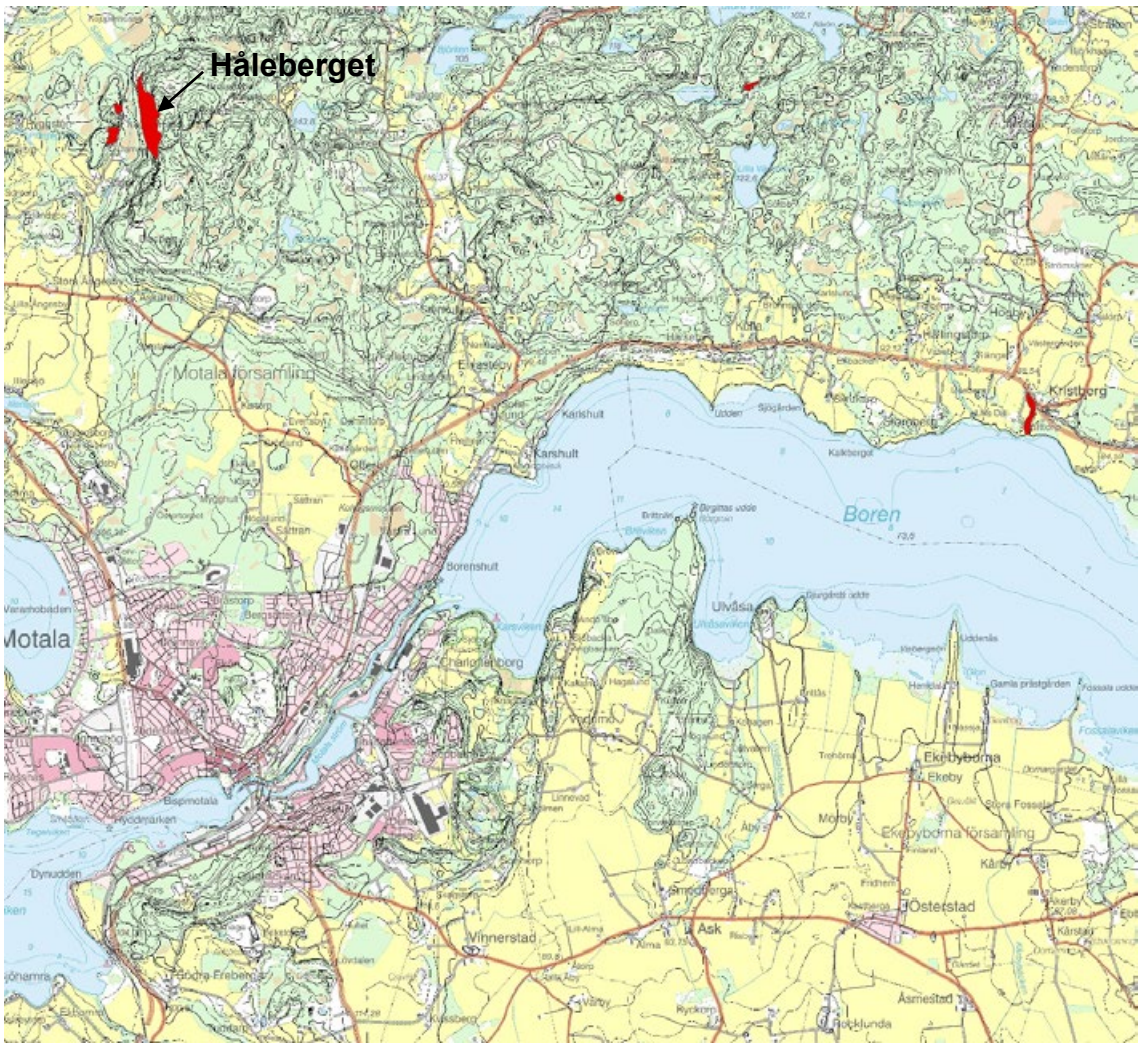
I Figur 56 visas ett exempel på en sådan utsökning, där så kallade torrängars och backsvalukoloniers ovanligt tydliga koppling till isälvsmaterial framgår. Torrängarna har en särskild flora, som är beroende av de sandiga och grusiga materialens stora dränerande förmåga men även ljusöppenhet. De förr vanligt förekommande östgötska torrängarnas vegetation har i mycket hög grad utarmats eller helt försvunnit till följd av upphörd hävd (främst bete) och därmed följande igenväxning (Natur kultur miljöer i Östergötland, 1983). Backsvalorna behöver skärningar av lagom packad mo eller finsand, som går att gräva gångar i utan att de rasar samman. Samtidigt som grustaget i sig kan vara ett hot mot avlagringens egenvärde kan det alltså erbjuda en gynnsam miljö för backsvalorna att bygga bo i (Figur 55).

Figur 55. Backsvalebon i sorterad bergkross, 0–4 mm vid bergtäkten i Kolmetorp, norr om Motala. (Foto: Göran Blomqvist, 2006).

Bergbranter och branta sluttningar i lösa avlagringar ger genom sina speciella egenskaper (sluttningsprocesser, solinstrålning, hydrologi etc) oftast särpräglade ekologiska förutsättningar. Åtminstone i de brantaste lägena är sådan mark svårbrukad, och biotoper kan utvecklas tämligen ostört. Sådana speciella biotoper med lång kontinuitet kan ha mycket höga ekologiska värden. I studieområdet finns några sådana miljöer i den norra delen (Figur 57), t.ex. *Håleberget* (Figur 49).



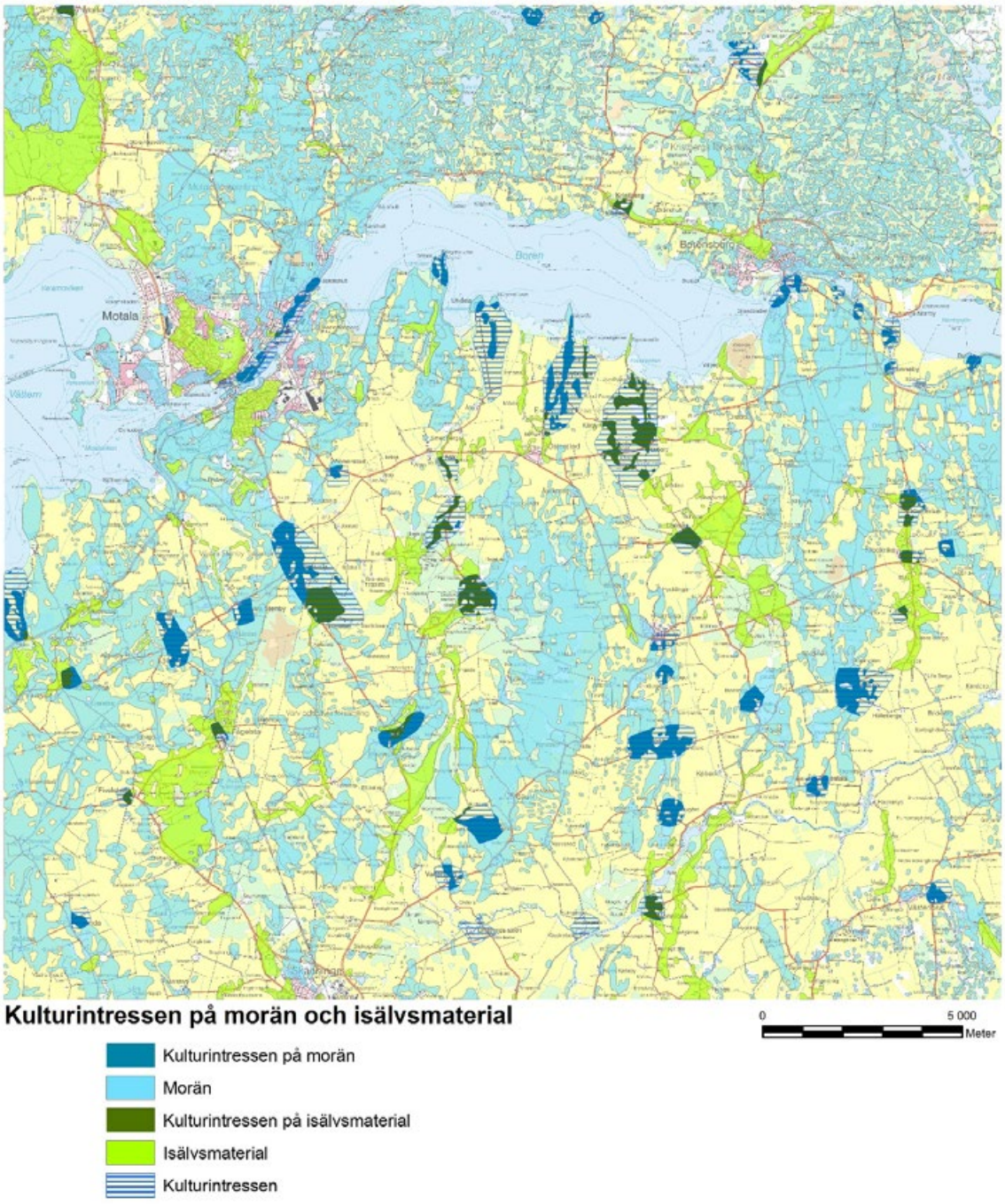
Figur 56. Torrängar och backsvalekolonier är nästan helt knutna till isälvsmaterial i studieområdet.



Figur 57. Utsnitt som visar bergbranter, rasbranter och starka sluttningar som har ett biotopskydd i kartbladet (röda fält). Håleberget kan även ses i Figur 49.

4.3 Georelaterade kulturvärden

När länsstyrelsens utpekade kulturintressen har lagts tillsammans med information om morän och isälvsmaterial framgår dessa jordarters dominans som underlag för kulturhistoriskt intressanta miljöer. Återigen är kopplingen uppenbar till de södra delarnas rika kulturlandskap där människor verkat under lång tid på bördiga marker (Figur 58). Kulturmiljöerna längs Göta kanal kan däremot inte sägas ha någon direkt koppling till underlaget. I södra delen finns kulturintressen vid Skenaån som utgörs av *Lindevads säteri* och *Klackeborg*, båda herrgårdar belägna på åns svämsediment.



Figur 58. Av Länsstyrelsen utpekade kulturintressen och kulturintressen på morän och isälvsmaterial i studieområdet. Endast ett par utpekade områden har inte morän- eller isälvsmaterialformationer som kärnområden.

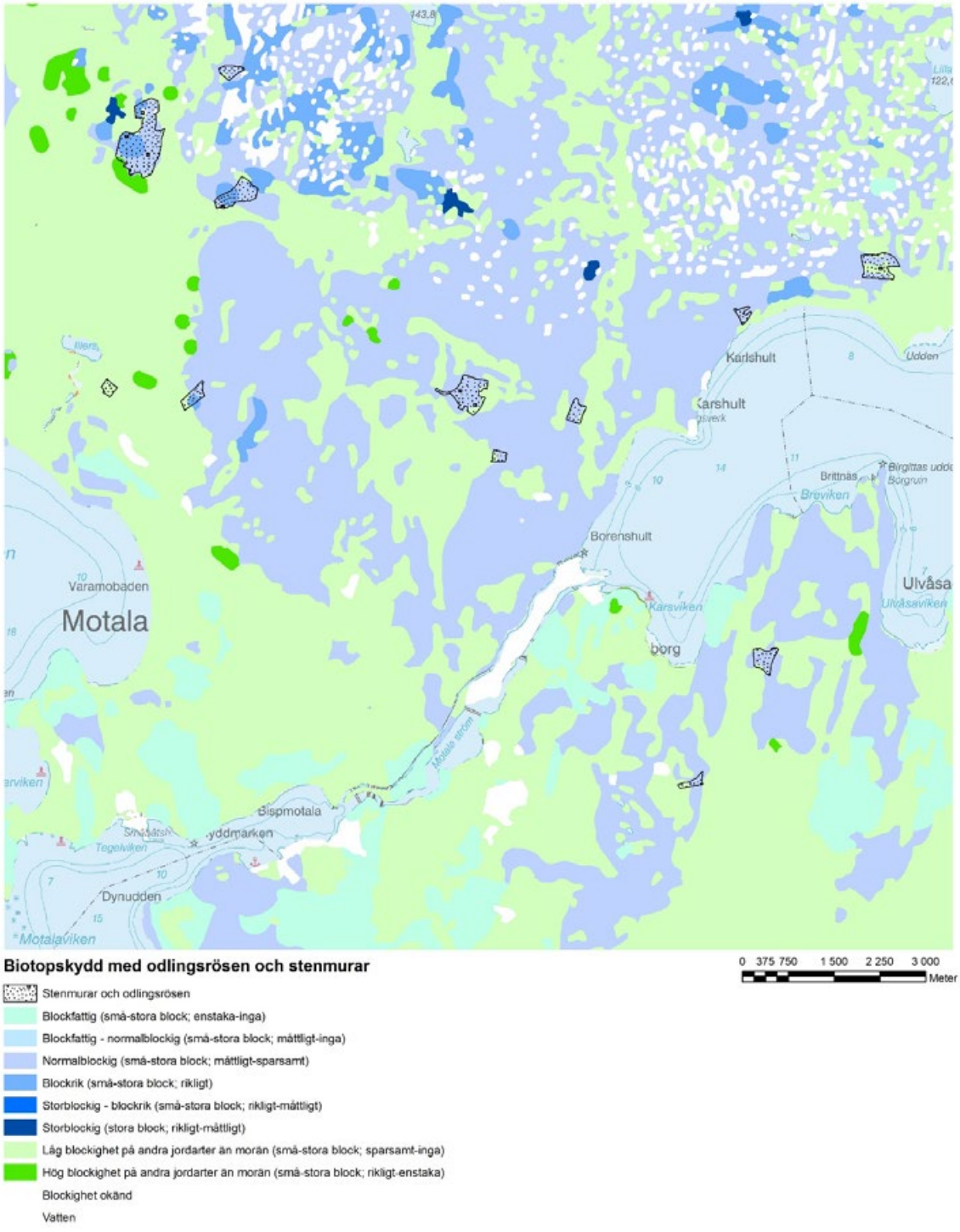
Tegel var ett mycket dyrt och exklusivt byggnadsmaterial under medeltiden. Sveriges äldsta profana tegelbyggnad anses vara *Bjälboättens palats* (Figur 59), idag en del av Vadstena kloster. Förvisso ligger det strax utanför studieområdet, men är värt att nämnas i kraft av sin ålder. Det byggdes av Birger Jarl vid 1200-talets mitt och skänktes av Magnus Eriksson år 1346 till den heliga Birgittas klosterbygge i Vadstena. Leran i området har således tidigt utnyttjats för tegeltillverkning. Det största tegelbruket låg i *Klockrike*, men spår finns även av mindre tillverkning i form av ruiner, t.ex. vid *Tegelbruket* vid sjön *Stråkerns* södra strand i studieområdets nordöstra del (Figur 60). Söder om *Ulvåsaviken* och vid *Karsviken* finns lergravar, som utgör spår av mindre omfattande tegeltillverkning.

Figur 59. Bjälboättens palats från mitten av 1200-talet inom Vadstena klosterområde (Foto: Hans Antonson).

Figur 60 Ruin av tegelbruket vid sjön Stråkern. Här brändes traktens lera till tegel. (Foto: Hans Antonson, 2006).

Andra tydliga geologiskt karaktärsgivande drag i landskapet är stora stentippar, odlingsrösen och stenmurar invid åkermarken som innehåller en stor mängd kalksten med fossil såsom trilobiter och ortoceratiter. Stenmurar är också vanliga runt kyrkogårdar.

I Skogsstyrelsens data över biotopskydd finns information om skyddade biotoper kopplade till stenmurar och odlingsrösen. Även om detta är ett skydd av de ekologiska värdena i landskapet kan de också ge information om var kulturhistoriskt intressanta stenmurar är belägna och om de är knutna till särskilda geovetenskapliga förhållanden. I Figur 61 har nämnda biotopskydd i Motala-trakten kombinerats med information om markens blockighet. Här visar det sig att stenmurar och odlingsrösen skyddade genom biotopskydd i huvudsak är knutna till normalblockig mark med måttlig till sparsam förekomst av små till stora block och till blockrik mark med riklig förekomst av små till stora block. Dessa moränmarker har historiskt använts för odling innan den huvudsakliga odlingen förlades till de utdikade lermarkerna. Blockigheten var tillräckligt låg och blocken tillräckligt hanterbara för att motivera arbetsinsatsen att odla marken och stenarna samlades i murar och rösen. Storblockig mark var svår att odla och i den mån det gick var blocken för stora att flytta och bygga murar av. I blockfattig mark fanns dåligt med material för stenmurar och hägnader varför avgränsningar fick göras på andra sätt. I föreliggande arbete har ingen inventering av stenmurar och odlingsrösen kunnat göras, men klart är att dessa är vanligt förekommande norr om Boren och i de delar av slätten i söder där moräner odlats upp, t.ex. i området runt *Hagebyhöga.*

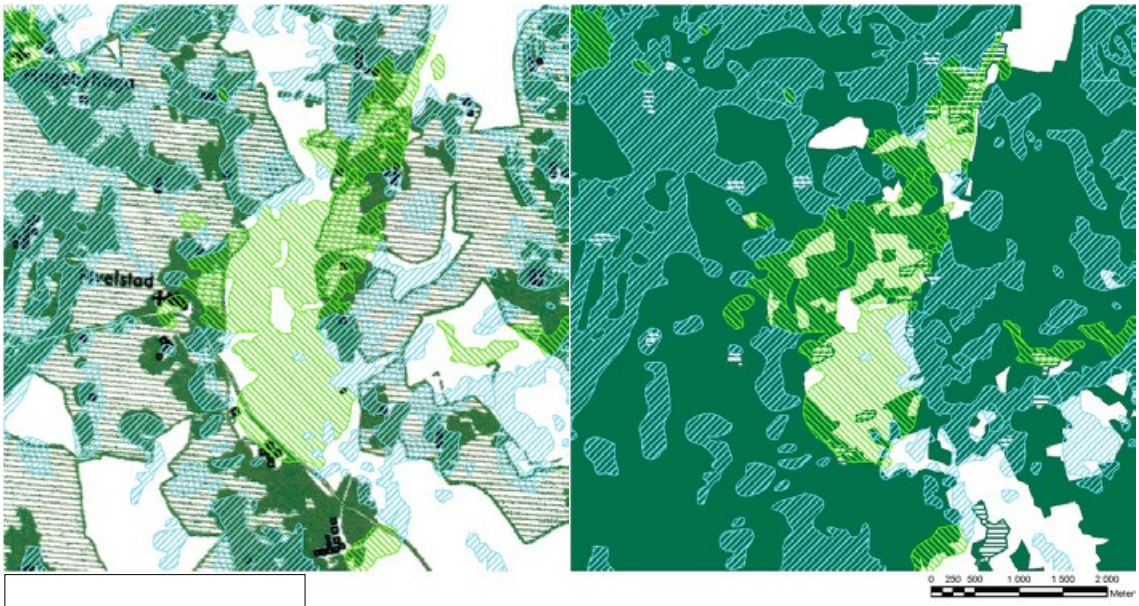


Figur 61. Markens blockighet och områden där odlingsrösen och stenmurar utgör grund för biotopskydd i Motalatrakten. Stenmurar och odlingsrösen är främst knutna till normalblockig (och ibland blockrik) moränmark med små-stora block. Blockrika och storblockiga marker är generellt olämpliga för odling och i blockfattiga områden saknas materialet till murar och rösen.

Figur 62. Stentipp/odlingsröse mellan Boberg och Skeppsås i Östergötlands län. På slätten dit stora delar av studieområdet hör är odlingsrösen och stentippar ovanliga. Det finns endast enstaka här och var i landskapet, men de är stora eftersom maskinparken i dagens jordbruk är betydligt kraftigare än tidigare. Steninnehållet är varierande och består av både kalksten med fossil och graniter och gnejser. (Foto: Hans Antonson och Mats Gustafsson 2006).

Figur 63. Överst en stenmur söder om Hagebyhöga och underst ett avlångt odlingsröse i form av en avgränsning mellan två åkrar. Block och stenar är inte uppmurade utan har lagts i en rad nära landsvägen söder om Försjö i Östergötlands län. Kyrkan i Hagebyhöga är omgiven av en stenmur av kalksten (nere till höger). Man har alltså inte använt moränmarkens sten utan kostat på att hämta stenen från stenbrott i närheten. (Foto: Mats Gustafsson 2006).

Landskapet inom studieområdet visar tydligt på hur tekniska förändringar ändrat på förutsättningarna för jordbruk. Genom att lägga historiska kartor ovanpå dagens kartor ser man tydligt att bebyggelsen låg på torrare jordarter i krönlägen, och i direkt anknytning låg åkermarken också på torrare jordar. I de fuktigare, lågt liggande, områdena låg på 1600-talet ängsmarkerna. Idag är situationen den omvända (Figur 64). Genom introduktionen av dikesgrävning och plog under 1800-talet började ängsmarkerna odlas upp till åker. De gamla åkermarkerna övergick efterhand till att bli betesmarker, något de fortfarande ofta är. Bebyggelsen ligger kvar i de äldre lägena (Figur 65).



Figur 64. Utsnitt i studieområdets sydvästra del, norr om Skänninge. Morän (blåskrafferat) och isälvsmaterial (ljusgrönskrafferat) och en rekonstruerad karta från 1600-talet till vänster,(före jordreformerna (Helmfrid 1962). I mörkgröna områden är inägor (åkrar) runt byar, mörkgrönskrafferade områden utägor (hagar) och vita utmarker (i huvudsak skog). Lägg märke till hur bytomter och inägor på 1600-talet i huvudsak var belägna på moränmark, medan isälvsmaterial genomgående är utmark. I högra bilden visas dagens markanvändning, där det mesta av de tidigare utägorna på morän (hagarna) har dikats ut och odlats upp.

Placeringen av kyrkor skedde också ofta i krönlägen och här fanns, förutom god mark att bygga på, också möjligheten för kyrkan att ses och dess klockor att höras vida omkring (Figur 65). På samma sätt utnyttjades särskilt tydliga höjdlägen även för anläggande av slott och herresäten (t.ex. *Ulvåsa slott,* Figur 28) för att visa på sin maktposition. Exempel på utnyttjande av ett sjönära höjdläge är *Birgittas udde*, varpå en ruin av *Ulvåsa borg* finns belägen (Figur 66). Borgen byggdes sannolikt av Birger Jarls föräldrar. Heliga Birgitta bosatte sig där på 1300-talet.

Figur 65 Såväl vanlig bebyggelse, som kyrkor har genom tiderna ofta placerats på morän- och isälvsmaterialshöjder. Överst boningshus på isälvsmaterial vid Nässja, nordöst om Ekebyborna. Nedan Kristbergs kyrka. Notera stenmurens båge som förstärker isälvsåsens form. (Foto: Mats Gustafsson, 2006)

Figur 66 Birgittas udde eller ”Saneta Britas näs” (© Bengt Wadbring).

Det finns ett 20-tal väghållningsstenar inom studieområdet. De flesta består av kalksten med inhuggen text, men det finns också väghållningsstenar av trä. Flera är flyttade från sitt ursprungliga läge. En av dessa står i Borensberg, är av kalksten och har inskriptionen "N: 125/1 1/2 MTL. HÄLLA 457.4 M". En annan, utförd i kalksten står söder om Klockrike med texten "No 269 CARLSHOF 1138,6 FOT".

Figur 67. Till vänster en väghållningssten vid Hanorps gård söder om Klockrike samhälle. Den står i allén indragen några meter från landsvägen. Dess ursprungliga läge var vid Gisstorp norr om Klockrike kyrka. Texten lyder ” No. 70/20 HANORP 59 1/5 M.” (Foto: Hans Antonson 2006-06-15). I mitten en runsten vid Örvad (Foto: Göran Blomqvist, 2005) och till höger en sten vid infartsvägen till Olivehults säteri.

Gränsstenar finns några stycken inom studieområdet. Samtliga är kvadratiska stenstolpar (se Figur 68). De är råhuggna med ett släthugget parti där texten finns inhuggen. Textsidorna riktas åt respektive sida av gränsen.

Figur 68. Gräns- eller häradssten vid norra Tolebro i Normlösa socken, Östergötlands län. Texten lyder ”Bobergs härad” respektive ”Vifolka härad”. Stenen är kvadratisk och råhuggen i ljusröd granit med finhuggna släta ytor med inhuggen text som idag är imålad med svart färg (Foto: Hans Antonson 2006).

Ca femton milstolpar av sten finns fortfarande kvar inom studieområdet och klassas som fasta fornlämningar. Ytterligare några rester finns, exempelvis i form av postament.

Framförallt är det utmed väg 211 som de flesta finns kvar. De är utförda i såväl sandsten som kalksten (röd och grå) och några är daterade 1751, 1756.

Figur 69. Milstolpar i ursprungliga lägen. Till vänster en stolpe i huggen röd kalksten på väg 36 vid Ekelund öster om Brunneby herrgård, med texten "1 MiL 1756". Postamentet är kvadratiskt av kallmurad granit. Den andra, påkörd av ett fordon, ligger omkullvält intill väg 211 vid Sund. Den är huggen i röd kalksten med texten "1 MIL 1759". Postamentet är kvadratiskt av kallmurad granit (Foto: Hans Antonson 2006).

I *Ljungs* socken, strax öster om kartbladet fanns enligt Broocman (1760) "*...ett Berg som har marmor af Lefwerbrun färg, hwaraf the wid Landswägarna här i Öster-Götland uprättade Nya Milstenar äro uthuggna…*".

Stenvalvsbroar finns norr om *Normlösa*, inne i *Skänninge*, vid *Smedberga* norr om *Asks kyrka*, söder om *Illersjö* (norr om Motala), inne i *Borensberg* och inne i *Motala* (Figur 70). Den i Borensberg har sex och den i Motala har nio valv.

Figur 70. Varmmurad stenvalvsbro över Motala Ström inne i Borensbergs samhälle. Bron har sex valv och är byggd av huggen granit samt räcken av järn. I förgrunden under vattenytan syns en isbrytarnos (Foto: Hans Antonson 2006).

Figur 71. En chausserad vägbank med stensatta kanter. Banken är en dryg halvmeter hög och ca 3 meter bred. Stenarna i kanten är kallmurade där några har ramlat ner från ursprungligt läge. Vägbanken börjar vid rastplatsen invid Härseby gård vid väg 36 och fortsätter in i en betad ekhage. Foto: Hans Antonson 2006-06-15.

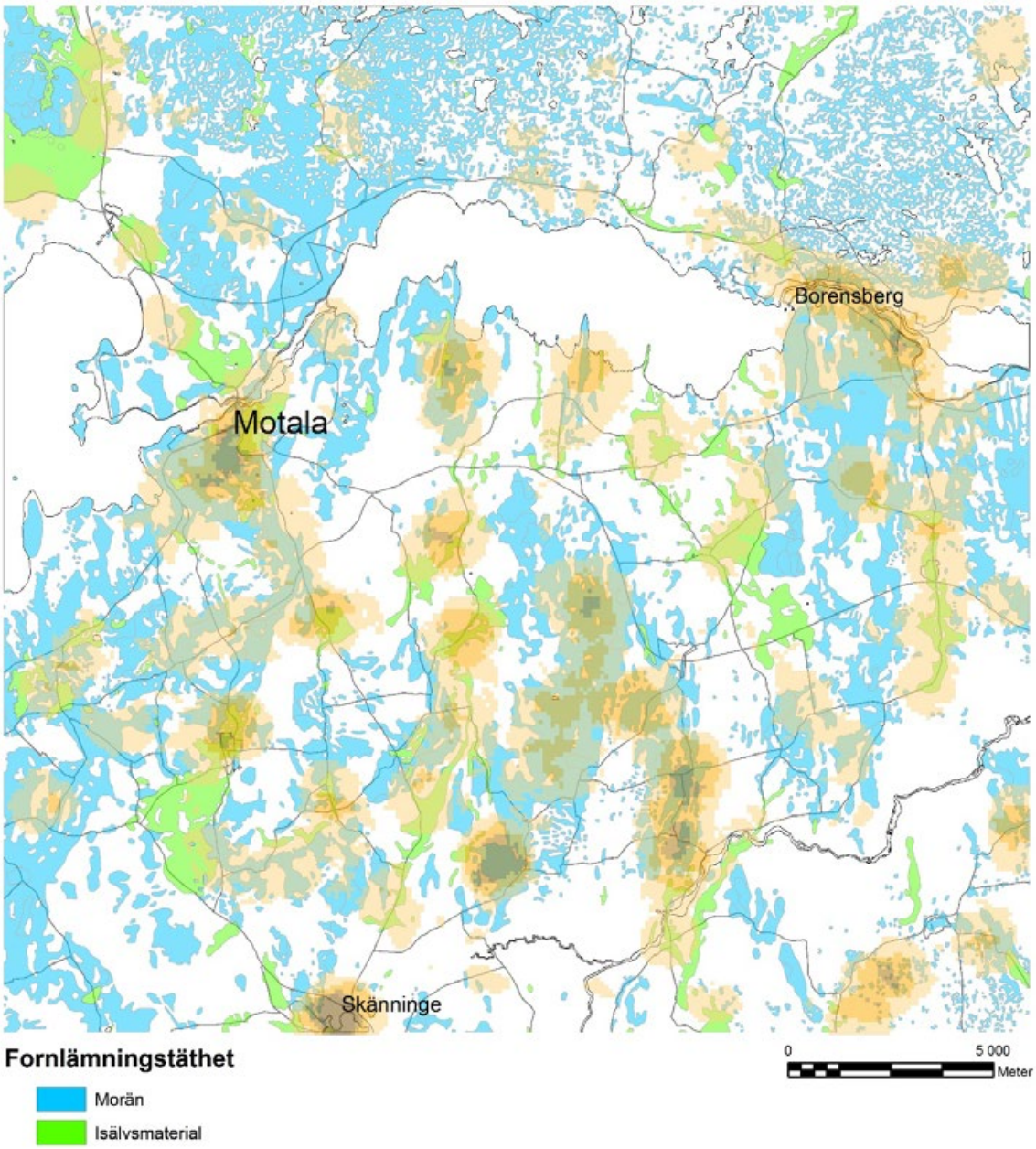
Norr om Boren tar Bergslagen vid. Ortnamnen är karaktäristiska för detta område, det är namn som innehåller torp, nybygge, hult, vilka indikerar senare bosättningar, i viss mån medeltida, men framförallt 1700-tal. Andra mer industribetonade namn finns också såsom fallet (kommer av fälla skog), damm, kol, tjär, koppar där framförallt fall, kol och koppar torde höra samman med bergshantering och damm med hyttor.

Enligt fornminnesregistret finns inom studieområdet spår av 5 offerkällor. Dels i *Västra Stenby* socken söder om *Storgården* respektive söder om *Sandkullen*. Den senare är en midsommarkälla/trefaldighetskälla och består idag av ett cementrör och håller ett järnhaltigt vatten som inte sinar. Vid rengöring påträffades förr flera kopparmynt. Nordöst om Fornåsa, vid *Borg* låg en annan midsommarkälla där folk från trakten samlades och offrade vid midsommar. Norr om *Klockrike* finns ytterligare en vars vatten ansågs vara bra mot allehanda krankhet. Öster om *Storkelsby* (norr om Motala) fanns en hälsokälla med rostfärgat vatten. Den försvann efter 1948 i samband med att landsvägen rätades ut. En annan ligger sydöst om *Uttersby* och är idag klädd med ett betongrör. Där lär ha funnits ett snedtak samt fyra stolpar nedslagna runt källan där botade kunde hänga sina kryckor. Ytterligare en offerkälla finns norr om Skänninge, lite söder om *Lagmansro*, men den är idag utvidgad till en bevattningsdamm.

Figur 72. *Helige Björns Offerkälla (även kallad Helge Björns holk). En stensatt källa i Klockrike. Källan finns angiven på det historiska geologiska kartbladet från 1882, men inte på det moderna jordartskartbladet från 1976. Däremot ingår källan som objekt i Riksantikvarieämbetets digitala fornminnesregister (FMIS) som bl.a. registrerar kulturhistoriskt intressanta källor ”med tradition”. Broocman (1760) skrev följande om källan: ”…ther uti i Påwetiden af widskepelse mycket offrande skedt”. Vid fältbesöket 2006-07-06 tycktes källan vara sinad. Foto: Göran Blomqvist 2006.*

Utmed landsvägen mellan Lönsås och Klockrike intill Erstorp finns ett offerkast. Det är skadat av vägdragningen och rikligt med småstenar 5–15 cm stora, syns i skärningen. Av 1948 års fornminnesinventering framgår att ”Här har sten, ris och pengar kastats, därför att en piga stångats ihjäl av en tjur på platsen”.

Hela området är tämligen rikt på fornminnen. Även vad gäller förekomsten och lokaliseringen av fornminnena är det påtagligt att i jordbrukslandskapet söder om Boren är fornminnena knutna till främst isälvsmaterial och morän, särskilt höjder. Detta är föga förvånande med tanke på vad som tidigare nämnts angående områdenas fördelar ur bosättnings- och odlingssynpunkt under historisk tid. I Figur 73 har en typ av geostatistisk analys använts för att tydliggöra fornlämningarnas georelation.



Figur 73. En geostatistisk analys genomförd med fornlämningar i studieområdet som underlag visar att de flesta fornlämningar är belägna på morän och isälvsmaterial (gula fält, ju mörkare desto fler fornlämningar).

Figur 74. Fornlämningar på Lunds backe i form av gravfält (överst och nedan till vänster) och stensträngar (nedan till höger) (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Det finns även möjlighet att undersöka fornlämningarnas olika karaktär i studieområdet. I *Kristbergs socken* i områdets norra del är 30 procent av fornlämningarna torp och endast 7 procent stensättningar, medan stensättningar utgör 35 procent av fornlämningarna i *Varv socken* och torp helt saknas. Stensättningarna är förstås avsevärt äldre än torplämningarna och skillnaderna avspeglar den historiska markanvändningen. Förhållandena har varit knappare i de norra delarna med mycket och magert urberg i dagen, medan mäktiga, bördiga, kalkrika moräner har dominerat de södra delarna på den sedimentära berggrunden. Några enstaka stensättningar finns i norr i de bergigare små jordbruksområdena.

Vägarna i sig själva är också historiskt en del av landskapet, som inte sällan har tydliga kopplingar till dess geologi och geomorfologi. Förr styrdes transportstråken i större

utsträckning av landskapets naturliga förutsättningar genom att följa åskrön och annan torr mark, som lämpade sig för transporter. Många av dagens landsvägar har lång historia som transportled och kan ses som georelaterade kulturvärden i sig själva (Figur 75).

Figur 75. Gamla transportstråk följer oftast isälvsmaterialsåsar (grönt i kartan) där de finns. De röda vägarna kan ses i karta som visar markanvändningen på 1600-talet. Vägarna på isälvsåsarna i den östra och västra delen av kartan har troligen också lång historia som transportled.

Många exempel på historiska transportleder, där funktionen numera har gått förlorad finns också i studieområdet. Dessa förekommer oftast i form av hålvägar, och återfinns bland annat på höjder av isälvsmaterial eller morän. Hålvägarna ser ut som fördjupade, ganska breda, stigar med varierande datering från förhistorisk tid och framåt (Figur 76).

Figur 76. Hålväg på Djurkällafältets södra sluttning norr om Motala (ytterkanterna markerade med en rödstreckad linje). Rester av hålvägar återfinns oftast på isälvsmaterial (ljusgrönt på kartan). (Foto: Mats Gustafsson, 2006)

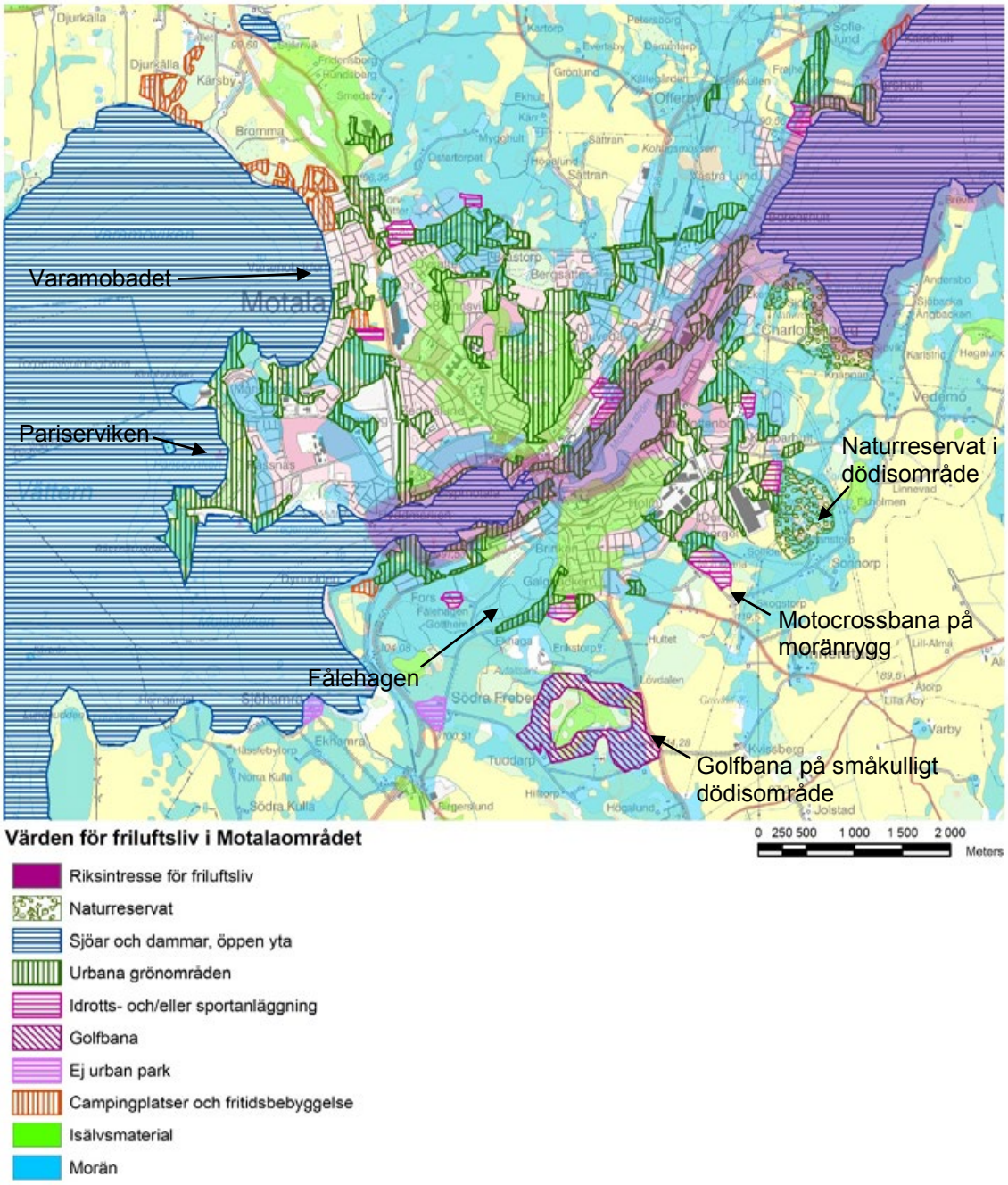
4.4 Georelaterade friluftsvärden

I marktäckedatabasen Corine finns ett antal markanvändningstyper som har mer eller mindre anknytning till friluftslivet. I Figur 77 visas ett exempel på hur dessa fördelar sig i Motala och dess närmaste omgivning. Kategorin ”sjöar och dammar, öppen yta” har en uppenbar potential för friluftsliv, t.ex. bad, fiske och båtsport. Vättern är ett självklart värde i detta fall. Ett exempel som inte fångas in av markanvändningsdata är strändernas användning som t.ex. badplats. Längs *Varamobadets* och *Pariservikens* bågformade stränder finns mindre områden av ”campingplats och fritidsbebyggelse” samt urbana grönområden, som har påtagliga friluftsvärden, men stränderna i sig själva missas. Från *Motalavikens* inre delar och vidare österut klassas vattnen som riksintressen för friluftsliv, vilket hänger ihop med *Göta kanal*. Kanalen i sig är inte att betrakta som ett geovärde eftersom den är grävd, till skillnad från parallellt löpande *Motala ström*. Intressant är att riksintresset innefattar ca 200 meter av strandområdena.

Även några av de icke sjönära friluftskopplade markanvändningsområdena har tydliga geovetenskapliga kopplingar. Naturreservatet *Staffanstorp* är ett småkuperat dödisområde med flera små sjöar i dödisgroparna. Naturreservatet *Sjöbo-Knäppan* har inget geomorfologiskt utpekat värde, utan naturvärdena är istället kopplade till extremrikkärr med många orkidéarter och sumpskog, båda hotade biotoper. Extremrikkärren skulle inte vara extremrikkärr utan den kalkrika berggrunden i området, så indirekt finns ett påtagligt geovärde även i detta naturreservat. På *Duntebergets* sydvästsida används topografin och de utmärkta underlagen av morän och isälvsmaterial som motorbana, medan det andra dödislandskapet vid *Tupparp* delvis utnyttjas till en variationsrik golfbana. Övriga idrotts- och sportanläggningar i kartutsnittet har inga uppenbara kopplingar till geovärden. De urbana parkerna ligger ofta på isälvsmaterial eller morän.

I övriga delar av kartbladet begränsar sig urvalet till icke urbana parker, några idrotts- och sportanläggningar, fritidsbebyggelse vid *Borensberg* samt sjöar, främst i norra delen av kartbladet. Parkerna utanför tätorter finns normalt i anslutning till slott och herresäten och är därmed oftast knutna till höjdlägen av morän och isälvsmaterial.

Markanvändningsdatan fångar naturligtvis inte in alla friluftsvärden. Till exempel missas många anlagda vandrings- och löpspår i attraktiva naturområden. Ett exempel på detta är *Fålehagen*, ett uppskattat ströv- och motionsområde med varierande topografi och vackra löv- och blandskogar, som i första hand klassas som skogsmark.



Figur 77. Exempel på värden för friluftsliv i Motalaområdet.

Figur 78. Varamobadet, en stor och välutbildad s.k. "pocket beach" - ett stort värde för friluftslivet (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Figur 79. Dunteberget i Motalas sydöstra utkanter används bland annat som motorbana. Spännande topografi och naturligt bra underlag för motocross (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Figur 80. Golfbana i Tuddarps dödisområde (Foto: Mats Gustafsson, 2006)

Den definition av georelaterat friluftsvärde som används ovan är tämligen handfast – geologiska egenskaper eller geomorfologiska former med förutsättningar för olika friluftsaktiviteter. Men många av de värden som behandlats i tidigare avsnitt under rubriker som egenvärden och georelaterade natur- och kulturvärden kan betraktas som friluftsvärden i bemärkelsen att de utgör upplevelsevärden för allmänhet och turister som vistas eller färdas i landskapet. Sett till egenvärdena kan mycket geologi och geomorfologi, förutsatt att skalan inte är för liten, upplevas från vägen under färd, men även vid t.ex. rastplatser.

4.5 Vägen som resurs för geovärden

Vägen ska inte enbart ses som ett hot mot landskapets värden. Vägen är även en förutsättning för att allmänheten skall kunna transportera sig till och uppleva såväl geovärden som landskap. För geovärden kan vägen även bidra till skapandet av värdet i sig genom till exempel skärningar, som blottlägger intressant geologi.

Ett problem med många geovärden är att det krävs kunskap för att uppleva värdet som just ett geovärde. Särskilt spektakulära och ovanliga former kan väcka intresset för bildningssätt och processer, men mer vardagliga, tämligen odramatiska, former som utgör en självklar del i ett landskap reflekterar få över. Om resande utan specialkunskap ska kunna uppleva intressanta geovärden under en färd på väg 36 från urbergsområdet i norr nerför förkastningen vid Borensberg och ut på den sedimentära slätten, krävs information (Figur 81). Vägar är idag en förutsättning för att människor enkelt ska kunna besöka ett landskap, och bilen eller bussen kan sägas vara en form av skolbänk, såvida lättillgänglig information finns.

Figur 81. På väg från urbergsområdet norr om Boren ned mot de sedimentära bergarterna på slätten (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Figur 82. Från rastplatsen norr om Göta kanals akvedukt över väg 36 kan flera geovärden upplevas genom att lättillgänglig information på svenska och engelska finns på platsen. Att dessutom ta fram en skärning i de sedimentära bergarter som vid vägens anläggning på 1990-talet täcktes över med jord skulle kunna vara ett exempel på en miljöförbättrande åtgärd till förmodat ringa kostnad men med mycket stort turistiskt och pedagogiskt värde (Foto: Mats Gustafsson, 2006).

Trafikverkets möjligheter att informera om och tydliggöra värden inom detta område, men även i allmänhet, kan t.ex. bestå i att:

- vid befintliga eller nybyggda rastplatser informera om geovärden och vägarnas roll i att tillgängliggöra och åskådliggöra dessa. Ett handfast exempel är den befintliga rastplatsen norr om Göta kanals akvedukt över väg 36. Vid rastplatsen

har man god överblick över förkastningszonen mellan den sedimentära slätten i söder och urberget i norr. Dessutom kan lös skiffer ses i slänterna i vägskärningen vid akvedukten. Förslagsvis kan en skärning i själva de sedimentära bergarterna blottläggas i slänten. Den närbelägna Motala ström kan enkelt nås och upplevas som ett friluftsvärde (se Figur 82)

- förse skärningar i berggrund eller lösa avlagringar med informationstavlor, som beskriver bildningsprocesser och formernas betydelse för landskapets natur- och kulturvärden
- förse geologiskt och geomorfologiskt intressanta företeelser med vägskyltar på samma sätt som för vattendrag (Figur 83). Till exempel skulle en skylt kunna informera om att vägen korsar en rullstensås (som vanligtvis har ett namn) eller att en ravin eller drumlin kan ses intill vägen
- röja för god utsikt från vägen. Utsikt är ofta en viktig förutsättning för upplevelsen av landskapet. En väg som dragits genom tät skog ger få möjligheter till att uppleva landskapets former och egenskaper och upplevs ofta som enformig och tröttande. Längs de befintliga vägar som inte är lokaliserade till skog kan det ibland räcka med viss röjning för att utsikten på vissa vägpartier skall kunna upplevas. Siktröjning är också en trafiksäkerhetshöjande åtgärd. Siktröjning utanför vägområdet kräver naturligtvis samverkan med markägaren

Figur 83. En vägskylt som visar på ett geovetenskapligt värde? Inte i detta fall - Sten är en by sydväst om Motala (Foto: Mats Gustafsson, 2005).

I såväl planering och anläggande som underhåll och drift av vägar kan denna typ av aspekter vägas in för att förhöja upplevelsen av landskapet från vägen och av vägen som del av landskapet.

4.6 Övergripande råd för beaktande av geovetenskapliga värden i området

Vid planering av väg i det undersökta studieområdet bör, ur geovetenskaplig synvinkel, beaktas att:

- de berggrundsgeologiska förhållandena i områdets två huvudregioner, skilda åt av en tydlig förkastningszon, bör uppmärksammas genom information på t.ex. rastplatser eller genom vägskyltar. De få platser där den sedimentära berggrunden är synlig bör skyddas eller, om möjligt, exponeras ytterligare och tillgängliggöras. I urbergsområdena i norr och sydöst kan några särskilt intressanta eller lättillgängliga (från t.ex. rastplatser) bergskärningar plansågas för att visa bergets inre struktur. Vägar som korsar förkastningszonen (t.ex. väg 36 norr om Borensberg) kan till exempel förses med enkla informationsskyltar i övergångszonen.
- den kalkrika berggrunden söder om de stora sjöarna är förutsättningen för den bördiga jordbruksslätten men också för många höga naturvärden, som kalkkärr och sumpskogar med artrik och speciell flora.
- många kullar och åsar av isälvsmaterial och morän i området har pedagogiska och vetenskapliga värden och oftast också höga natur- och kulturvärden. Isälvsmaterialen utgör normalt grundvattenmagasin av olika betydelse och kalkrika källor springer fram på några platser vilket ofta medför höga naturvärden i form av kalkkrävande vegetation och ibland är historiskt intressanta som t.ex. offerkällor. Många av formerna har även friluftsvärden, som strövområden eller underlag för motorbana och golfbana. Om skärningar är oundvikliga i dessa former bör möjligheten till och värdet av att synliggöra och informera om formens inre uppbyggnad undersökas.
- vattendrag med naturliga lopp har höga pedagogiska, vetenskapliga värden och även höga naturvärden. I området är dessa relativt ovanliga på grund av dikning och kulvertering för jord- och skogsbruk. Då vissa av vattendragen tidigare utgjort kraftkälla för kvarnar och mindre industrier finns på flera platser kulturhistoriska lämningar intill vattendragen. Flera av herrgårdarna och säterierna i studieområdet ligger också i direkt anslutning till naturliga vattendrag. Former, funktioner, processer hos de få naturliga vattendrag som finns kvar bör värnas och informeras om vid passager över eller i närheten av dessa.
- använda svensk sten i byggnationer av estetisk natur (fasader, kanter, beläggningar osv.) och att där så är möjligt, använda lokal sten som byggmaterial om den är karaktäristisk för trakten eller regionen. Om lokal sten inte är lämplig kan landskapssten användas som byggmaterial. Om särskilt lokal prägel avseende stensättnings- eller stenbyggnadstekniker finns bör dessa användas.

I ett infrastrukturprojekt, där korridorer föreslagits bör denna allmänna del följas av en speciell del, där råd ges kring hanteringen av de geovärden som direkt berörs av projektet.

4.7 Exempel på tillämpning av resultat i underlag för MKB, gestalningsplaner och landskapsanalys

I den speciella delen finns anledning att anknyta till ett tidigare framtaget verktyg för MKB. I Vägverkets MKB-handbok, del 3 (2002), finns en matris, som utgör en tankehjälp för sambandet mellan påverkan och intressen. Denna matris kan utvecklas och förfinas för geovetenskapliga värden i infrastrukturplaneringen, såväl vid byggande som vid drift och underhåll av väg.

Matrisen är uppbyggd på så sätt att det som påverkas av en planerad verksamhet finns representerat som kolumner. I detta fall är det geodiversiteten som i enlighet med föreliggande publikation är indelad i georelaterade egenvärden, georelaterade ekologiska värden, georelaterade kulturvärden samt georelaterade friluftsvärden. Några av dessa är indelade i undergrupper. På raderna finns istället det som påverkar, vilket är indelat i byggande, trafik, väg/bana samt drift och underhåll. Genom att se var de båda axlarnas rader respektive kolumner möter varandra i en enskild cell bör frågan ställas om det kan finnas ett värde som är relevant att ta med i MKB:n för ett visst projekt. Genom att studera matrisens olika celler systematiseras arbetet med att finna potentiella värden att argumentera kring i en MKB, snarare än ett mer ad hoc-mässigt angreppsätt.

Nedan ges några exempel på hur matrisen kan användas, det gäller både värden som redan har lyfts fram i föreliggande publikation, och några nya:

1. En ny bro byggs för att tillfredsställa det ökade transportbehovet vilket leder till att den **gamla stenbrons** funktion ändras från biltrafik till cykel- och gångtrafik
2. Snöröjning av den gamla landsvägen riskerar att köra sönder **milstolpar**
3. Intervägsaltning leder till att vattnet i en **trefaldighetskälla** får saltsmak och förlorar sin funktion som dricksvatten
4. Ett **stentorg (klapperstensfält)** riskerar att skadas av tunga fordon vid byggandet
5. Ombyggnation av en **gammal väg på en isälvsås**, medför ingrepp i slänter och skärningar
6. Vägen **ökar tillgängligheten till en hyttruin** som kan förses med information om tidigare gruvdrift
7. En väg medför en liten sänkning av grundvattennivån i ett inte helt närliggande **rikkärr** nedströms vägen, vilket riskerar utarma kärrets flora och insektsfauna
8. Intill en befintlig bro anläggs en ny bro som skymmer det gamla **vadstället**
9. **Lokalt stenmaterial** används för estetiska detaljer på en rastplats, vilket ger uppmärksamhet åt den tidigare stenindustrin i trakten
10. Uppgradering till motorvägsstandard medför ökad vibrationsbelastning på en närliggande **stenvalvbro** (med cykeltrafik)
11. Uppgradering till motorvägsstandard medför ökad trafik som stör upplevelsen av **vyn mot en bergravin**
12. Väg i tidigare väglöst land påverkar **upplevelsen av ett vattenfall**
13. Ett expertisunderbyggt program för slåtter och dikesrensning vidmakthåller och förstärker de biologiska värdena av **vägkantens kalkgynnade torrängsflora och -fauna i ett kambrosilurområde**

14. Dammbindning minskar nedsmutsningen av en **milstolpe**
15. Pålningsarbete ger vibrationer som hotar en närbelägen **ruin av en tegelfabrik**
16. Ett **naturligt meandrande bäcklopp** påverkas av en ny vägdragning.
17. En vägbyggnation exponerar **bergskärning i urberg eller i sedimentär skålla**.
18. En ny rastplats byggs eller en gammal renoveras och **omgivningens synliga geovärden** beskrivs på en ny eller uppdaterad informationstavla.

    Etc…

Tabell 3. Förslag till matris för användning vid systematisk identifiering av hur olika geovärden påverkas av väg i olika skeden.

		Det som påverkas						
		Geodiversitet						
		Geovetenskapliga egenvärden	Ekologiska värden med grund i…			Kulturella värden		Värden för friluftslivet
			hydrologi	geologi	geomorfologi	Form	Funktion	
Det som påverkar	**Byggande**							
	Markåtgång	**4; 5; 16**	**5; 16**	**5; 16**	**5; 16**		**5**	**4; 16**
	Materialanvändning						**9**	**9**
	Bulleremission							**12**
	Vibrationer					**15**		**15**
	Trafik							
	Fordonsmängd					**10**	**1; 10**	**10; 12**
	Bulleremission							**12**
	Vibrationer					**10**	**1; 10**	**10**
	Visuella							**11; 12**
	Väg/bana							
	Markåtgång	**5**	**5**	**5**	**5**		**5**	
	Vägkonstruktion	**5, 16, 17**	**7, 16**	**7, 16**	**7, 16**	**8**	**1; 8**	**1; 7; 8; 12**
	Vägutrustning	**18**						
	Drift och underhåll							
	Halkbekämpning	**3**	**3**				**3**	**3**
	Dammbindning					**14**		**14**
	Slåtter, siktröjning, dikesrensning		**13**	**13**				**13**
	Snöröjning					**2**		
	Vägens funktion							**1, 6**

5 Diskussion

5.1 Geovärden och geodiversitet

Geodiversitet i den vida mening som definieras i Gray (2004) är ett mycket intressant begrepp, som med all önskvärd tydlighet visar på geologins och geomorfologins betydelse för allt från ekonomiskt viktiga naturresurser till geomytologi. Geodiversiteten är helt enkelt fundamental för vår tillvaro. Samtidigt är den så självklar att den hittills har fått stå tillbaka för tydligare värden. Ekologin har den stora fördelen för oss människor att vara enklare att förstå värdet av och bry oss om. Ekologi är liv och grönskande natur där konsekvenserna av mänskliga ingrepp uppträder snabbt och är väl synliga. Geovetenskapliga grundförutsättningar och egenvärden saknar liv, präglas av historiska eller genomgående långsamma pågående processer och göms dessutom ofta under ett lager av ekologi.

I detta arbete har vi valt att koncentrera oss på de värdetyper som oftast används i MKB-sammanhang och komplettera dessa med geovetenskapliga egenvärden. Trots att dessa värden endast utgör en delmängd av alla de värdetyper som kan hänföras till geodiversiteten kan vi inte påstå oss ha täckt in dessa fullkomligt. Detta beror främst på valet av skala. I föreliggande rapport har det naturligtvis varit lämpligt att använda väganläggningen som referensskala. Ett geovärde bestående av en mycket stor form kommer inte att påverkas nämnvärt av en väg, medan en liten kulle av isälvmaterial helt kan grävas bort vid anläggning av en väg.

Som framgår av genomgången av värden finns många värdetyper som hänger intimt samman. Det kanske tydligaste exemplet i studieområdet är moränernas och isälvsavlagringarnas höga status i snart sagt alla beskrivna värdekategorier. De utgör ofta tydliga och begripliga former i landskapet vilket ger dem höga egenvärden. De erbjuder också höjdlägen med förhållandevis torr mark och håller ofta vatten som springer fram i källor, vilket gjort dem till de platser där människor först bosatt sig och nyttjat marken och därmed försett dem med kulturvärden; med kulturvärden följer ofta naturvärden i form av hävdade marker med en flora vi gärna värnar. I vissa fall är även markerna lämpliga för friluftsaktiviteter.

Geovetenskapliga värden i infrastrukturen är ett relativt omfattande intresseområde. Många gånger kan det tyckas vara svårtillgängligt och abstrakt. Det är därför inte konstigt att geodiversitet ofta reduceras till att handla om det som går att uppleva, dvs. olika estetiska aspekter. Det är dock viktigt att förstå att geodiversitet också är något som inte omedelbart kan upplevas av gemene man, utan kanske bara uppmärksammas av planeraren vid byggande eller drift och underhåll av väg. För allmänheten är den geodiversitet som visuellt kan upplevas av störst intresse. I och med detta finns stora pedagogiska möjligheter för planeraren att beakta. Det som kan ses kan också lättare förstås.

5.2 Metod

Omfattningen av arbetet med metodiken som beskrivs i denna rapport är starkt beroende av det undersökta områdets storlek. Det är förvisso ett alltför omfattande arbete att heltäckande beskriva hur vägar kan komma att påverka geovetenskapliga egenvärden samt georelaterade kultur-, natur- och friluftsvärden och även innefatta hur vägar kan exponera, tillgängliggöra och lyfta fram dessa olika värden i ett område av denna omfattning. På denna skala kan endast en allmän bild ges, vilket är användbart i den

tidiga fasen av vägplanering. Metoden bör dock kunna vara mer preciserad och rådgivande i senare skeden, då vägkorridorer är föreslagna och MKB ska utföras för dessa.

Som nämnts ovan begränsar sig metoden till de värdetyper som används vid traditionell MKB, kompletterad med geovetenskapliga egenvärden men andra värdetyper kan naturligtvis ingå, mycket beroende på det geografiska område som metoden appliceras på och det grundmaterial som används. Om en utförlig avhandling om geomytologi med tillhörande GIS-skikt fanns för vårt studieområde, skulle den självklart ha kunnat användas för att peka på geovärden viktiga för folktro och traditioner. På så vis kommer utfallet av metoden att vara avhängigt geografiska särdrag och underlagets omfattning i just det område där den tillämpas.

Kompetens inom geologi/geomorfologi, ekologi och kulturgeografi/arkeologi eller liknande behövs för att täcka in de värdekategorier som här behandlats vilket, tillsammans med GIS-kompetens, får betraktas som en grundnivå. Ytterligare akademiska kompetenser berikar naturligtvis utfallet. För visualiseringar av hur t.ex. värden kan komma att påverkas behövs även kompetens inom datorgrafik.

Metodens begränsningar ligger dels i ett ganska omfattande behov av kompetens, något som naturligtvis inte kan tillgodoses hos alla MKB-firmor, men naturligtvis även i ekonomi och arbetsinsats. Omfattande fältinventeringar ryms inte i denna metod utan de fakta som finns i befintligt material tillsammans med tillbörlig kompetens och några fältbesök bedöms tillräckligt för genomförandet.

6 Fortsatta forskningsbehov

Det finns förstås ett flertal frågeställningar som kvarstår att besvara avseende såväl metodens utformning och användning som dess innehåll och avgränsning. Nedan listas några av dessa.

- Primärt behöver metoden anpassas till den nu gällande planläggningsprocessen för väg- och järnvägsinfrastruktur, vilken inte var sjösatt då detta arbete påbörjades.
- Metodens eventuella roll i och koppling till modern MKB är av centralt intresse då den i nuvarande form avses vara ett verktyg som ska kunna användas inom MKB. Man kan här även tänka sig behov av att utreda olika detaljnivåer av metoden för olika planeringsskeden och för olika geografiska områden.
- Anpassningen till MKB-arbetet gäller även i fråga om dels infrastrukturåtgärder som bedömts medföra ”betydande miljöpåverkan”, dels infrastrukturåtgärder som inte bedömts medföra sådan miljöpåverkan.
- Metoden är i behov av flera typer av kartmaterial, såväl aktuella som historiska, som kan variera i tillgänglighet över landet. Likaså kommer tillgången av särskilda inventeringar och studier avseende värdetyper att variera geografiskt vilket påverkar möjlig detaljeringsgrad i metoden. Även tillgången till digitaliserat material, vilket underlättar metoden och kan behövas för analyser i GIS, varierar.
- Metoden är i denna idéskrift testad i ett geografisk avgränsat område. Även om inget specifikt vägobjekt involverats, har utgångpunkten varit att metoden används för denna planeringsnivå. Det kan dock vara av vikt att utreda om delar av metoden även fungerar generellt på regional och nationell skala.
- Här bygger metoden på expertbedömningar, men det bör utredas hur allmänhetens engagemang och synpunkter inkluderas.
- Metoden avgränsar sig till egenvärden, värden för ekologi, kulturmiljövård och friluftsliv. För metodens framtida användande är det viktigt att att ta ställning till om det finns andra värdetyper som bör beaktas och hur kopplingen till ekonomiska värden ser ut.

7 Referenser

Aneblom, T., Pousette, J., Müllern, C-F. och Engqvist, P. (1997) Beskrivning till kartan över grundvattnet i Östergötlands län, SGU Serie Ah nr 14, Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.

Antonson, H (2002). Kulturmiljöns visuella dimension. VTI Meddelande 925. Linköping. VTI, Linköping.Berglund, U., Eriksson, M., Nord, J., Butler, A., Antonson, H., Hammarlund, K., Hedfors, P. and Åkerskog, A. (2011). Om landskap och landskapsanalys för väg och järnväg: ett kunskapsunderlag med fokus på begrepp och exempel. Rapporter Institutionen för stad och land nr 1/2011. Uppsala: Institutionen för stad och land, Sveriges lantbruksuniversitet.

Antonson, H. (2004). Landskap och ödesbölen: Jämtland före, under och efter den medeltida agrarkrisen. Stockholm, Stockholm universitet.

Antonson, H. & Blomqvist, G. (2004). Landskapsbildens historiska dimension. Metod för identifiering av det historiska innehållet i dagens landskapsbild. Vägverkets publikation 2004:39. Vägverket, Borlänge.

Antonson, H. (2006). Landskapets karaktärsdrag. En beskrivning för infrastruktursektorn. Vägverkets publikation 2006:33. Vägverket, Borlänge.

Antonson H. (2008). Landskap i infrastrukturplaneringen - styrdokumentens påverkan. In: M. Brusman, T. Friberg and J. Summerton (Eds.). Resande, planering och makt, pp. 105–120. Arkiv förlag, Lund.

Antonson H. (2009). Bridging the gap between research and planning practice concerning landscape in Swedish infrastructural planning. Land Use Policy, 26 (2), pp. 169–177.

Antonson H. (2009). Landscapes with history: Addressing shortcomings in Swedish EIAs. Land Use Policy, 26 (3), pp. 704–714.

Antonson H., Gustafsson M. & Angelstam P. (2010). Cultural Heritage Connectivity in the Landscape. A Tool for EIA in Infrastructure Planning. Transportation Research D 15, pp. 463–472.

Antonson, H. (2011). The Treatment of Landscape in a Swedish EIA Process. Environmental Impact Assessment Review, 31 (3), pp. 195–205.

Antonson, H. & Larsson, A. (2011). Bidrag, stöd och ersättningar. Försörjningsskapande, produktionshöjande och miljöförbättrande åtgärder inom jord- och skogsbruket? In: H. Antonson & U. Jansson (Eds) Jordbruk och skogsbruk i Sverige sedan år 1900- studier av de areella näringarnas geografi och historia, SOLMED 53, pp. 133–150. Kung. Skogs- och Lantbruksakademien.

Antonson, H. (2011). Bilder av ett landskap. Förändring speglad genom fotografier, kartor och målningar. In: H. Antonson & U. Jansson (Eds) Jordbruk och skogsbruk i Sverige sedan år 1900- studier av de areella näringarnas geografi och historia, SOLMED 53, pp. 288–307. Kung. Skogs- och Lantbruksakademien, Stockholm.

Antonson, H. (2013). Recension i Bebyggelsehistorisk tidskrift nr. 64/2012, pp. 96–100. Ömse sidor om vägen: allén och landskapet i Skåne 1700-1900 (Both Sides of the Road: Avenues and the Landscape in Scania 1700–1900), av Patrik Olsson. Diss.

Lund: Lund University. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden; 59. 307 s.

Bevarandeplan Natura 2000, Lagmansro källmyr, Mjölby kommun, Östergötlands län. (2006) (Elektronisk) Länsstyrelsen Östergötland, Linköping PDF format. Tillgänglig: < http://www.e.lst.se/NR/rdonlyres/FE651F22-37CB-4BDE-B7DB-92BDF708FD01/0/Bevplan_LagmansroSE0230250_060706klar.pdf >

Bergkvist , Johan, Sjölund, Anders & Lundin, Ulrika (2012). Samlat planeringsunderlag miljö [Elektronisk resurs] : delunderlag landskap. Borlänge: Trafikverket

Berglund, U., Nord, J., Eriksson, M., Antonson, H., Butler, A., Hammarlund, K., Hedfors, P. & Åkerskog, A. (2013). Landskapsanalys för transportinfrastruktur - en kunskaps- och metodredovisning för utveckling av väg- och järnvägsprojekt i enlighet med den Europeiska Landskapskonventionen. Rapporter Institutionen för stad och land nr 1/2013. Uppsala: Institutionen för stad och land, Sveriges lantbruksuniversitet.

Blomberg, A. (1905) Beskrifning till kartbladet Vadstena, Serie Aa nr 130, Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm.

Broocman, C.F. (1993[1760]). Beskrivning över de i Östergötland befintliga städer, slott, sockenkyrkor, socknar, säterier, överofficersboställen, järnbruk och prästgårdar mm. Linköping: Ekström.

COE, Council of Europe (2011). Parties to the convention. http://conventions.coe.int/Treaty/Commun/ChercheSig.asp?NT=176ochCM=8och DF=ochCL=ENG (åtkomst 2011-01-18).

Cresswell, T. (2004). Place, a short introduction. Blackwell publishers, Oxford, UK.

Damberg, A., Eriksson, A., Wiklander, G. och Knutsson, G. (2006:a) Vad är en källa? I Svensson, H.(red.) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Damberg, A., Eriksson, A., Wiklander, G. och Knutsson, G. (2006:b) Hundra källor. I Svensson, H.(red.) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

De Geer, J. (1979) Några anmärkningar rörande källor i Sverige, I: Hydrologi vid SGU, Rapporter och meddelanden nr 14, Särutgåva av Vannet i Norden nr 1, 1979, Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala. s. 107–114.

Europeisk landskapskonvention (2002) European Treaty Series nr 176, antagen i Florens 20 oktober 2000, svensk offentlig version 29 april 2002.

Gadd, C-J. (2000) Den agrara revolutionen, Natur och Kultur/LTs förlag, (Det svenska jordbrukets historia, Band 3).

Gorbatschev, R. (1975). Beskrivning till berggrundskartan Linköping SO, Sveriges Geologiska Undersökning.

Gray, M. (2004) Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature, Wiley, ISBN: 0-470-09081-2

Helmfrid, Staffan (1962). Östergötland "Västanstång": Studien über die ältere Agrarlandschaft und ihre Genese. Diss. Stockholm : Univ.

Hult, A. (2006) Tro och kult. I Svensson, H.(red.) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Johansson, H.G. (1976) Beskrivning till jordartskartan Linköping NV, SGU Serie Ae nr 24, Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.

Johansson, P-O., Djurberg, H., Gunnemyr, L., Söderqvist, T. och Collentine, D. (2002) Värdering av grundvattenresurser. Metoder och tillvägagångssätt. Rapport 5142, Naturvårdsverket, Stockholm.

Jönsson, J. (1887) Beskrifning till kartbladet Motala, Serie Aa nr 102, Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm.

Karlsson,L. (2012). Samlat planeringsunderlag : miljö. Kappa, version 1.0 – September 2012. Publikationsnummer: 2012:169. Borlänge: Trafikverket

Knutsson, G. (2006:a) Landsbygd . I Svensson, H.(red.) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Knutsson, G. (2006:b) Olika typer av källor. I Svensson, H.(red.) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Knutsson, G. (2006:c) Förändringar i och kring källor. I Svensson, H.(red.) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Knutsson, G. (2006:d) Bildning. I Svensson, H.(red.) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Knutsson, G. och Morfeldt, C-O. (1993) Grundvatten, teori och tillämpning, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Lesage, Pierre-Charles, 1810. Recueil de divers mémoires extraits de la Bibliothèque impériale des ponts et chaussées, Paris, Firmin Didot

Linnarsson, G. och Tullberg, S.A. (1882) Beskrifning till kartbladet Vreta kloster, Serie Aa nr 83, Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm.

Länsstyrelsen Östergötland (2006). Bevarandeplan Natura 2000, Lagmansro källmyr, Mjölby kommun, Östergötlands län.

Magnusson, N.H., Munthe, H. och Rosén, S. (1922) Beskrifning till kartbladet Mjölby, Serie Aa nr 150, Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm.

Meinig, D. W. (1979). The beholding eye: Ten versions of the same scene. In D. W. Meinig (Ed.), The interpretation of ordinary landscapes. Geographical essays (s.33–48). Oxford University Press.

Mikusinski, G., Blicharska, M., Antonson, H., Henningsson, M., Göransson, G., Angelstam, P. & Seiler, A. (2013). Integrating ecological, social and cultural Dimensions in the implementation of the Landscape Convention. *Landscape Research*, 38 (3), pp. 384–393.

Morell, Mats, 2011, ”Teknikutvecklingen i jordbruket”, i Ulf Jansson (red.), Jordbruk och skogsbruk i Sverige sedan 1900-talets början. En kartografisk beskrivning, Sveriges Nationalatlas, Norstedts, Stockholm, s. 46–55.

Natur kultur miljöer i Östergötland. Naturvårdsplan och kulturminnesprogram. 1983. Länsstyrelsen i Östergötlands län. Linköping.

Naturvårdsprogram för Mjölby kommun, Mjölby kommun, 2001.

Naturvårdsverkets förteckning över naturområden som avses i 7 kap. 27 § miljöbalken (2004) Naturvårdsverkets författningssamling NFS 2004:8, Naturvårdsverket, Stockholm.

Nordiska ministerrådet (2000). "Geodiversitet i nordisk naturvård."

Olsson, Patrik (2012). Ömse sidor om vägen: allén och landskapet i Skåne 1700-1900. Diss. Lund: Lunds universitet. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden; 59. 307 s.

Schmidtbauer Crona, Jan (red.) (2011). Miljökonsekvensbeskrivning för vägar och järnvägar: handbok metodik. Borlänge: Trafikverket.

SFS 1998. Miljöbalk. Svensk författningssamling 1998:808.

Stewart P. J. & Strathern A. (2003). Introduction. In P. J. Stewart & A. Strathern (Eds.), Landscape memory and history. Anthropological perspectives (s. 1–15). Pluto Press, London.

Svensson, H. (red.) (2006) Källor i Sverige, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Trafikverket (2011). Miljökonsekvensbeskrivning för vägar och järnvägar. Handbok. Metodik. Trafikverket Publikation 2011:090. Borlänge.

Trafikverket 2011. Landskap i långsiktig planering: pilotstudie Västra Götaland. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket (2012). Landskap i långsiktig planering. Pilotstudie i Västra Götaland. Trafikverket Publikation 2011:122. Borlänge.

Trafikverket (2012). Samlat planeringsunderlag Miljö Kappa. Version 1.0, september 2012. Trafikverket Publikation 2012:169. Borlänge.

Trèsaguet, M.J. 1775. Mémoire de Pierre Marie Jérôme Trésaguet (1775), reproduit dans l'ouvrage de Pierre-Charles Lesage, Recueil de divers mémoires extraits de la Bibliothèque impériale des ponts et chaussées (1810).

Tuan, Y.-F. (1974). Topophilia: a study of environmental perception, attitudes, and values, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Vägverket (2002). Handbok konsekvensbeskrivning inom vägsektorn, del 3 Analys och bedömning, Publikation 2002:43.

Vägverket (2009). Justerad version av Strategisk plan 2008–2017. Vägverkets publikation 2009:56. Vägverket, Borlänge. http://publikationswebbutik.vv.se/upload/4864/2009_56_justerad_version_av_strategisk_plan_2008_2017.pdf [åtkomst 2011-04-15]

Widgren, Mats (1997). Landskap eller objekt: Kring kulturminnesvårdens problem att hantera landskapets historia. Publicerad i: Landskapet som historie, NIKU Temahefte nr. 4, s. 5-16 (red. J. Brendalsmo & M. Widgren). Oslo, NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning.

Widgren, Mats (2002). Can landscapes be read? Abstract. Publicerad i: Cultural heritage on the urban fringe: Nannestad workshop report March 2002 (NIKU publikasjoner nr. 126), s. 28 (red. G. Swensen). Oslo, NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning.

Åsman, M. och Ojala, L. (2004) Identifiering av geologiska formationer av nationell betydelse för vattenförsörjning, Rapporter och meddelanden 115, Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.

Appendix 1: Landskapsstenar

SKÅNE	FLINTA
BLEKINGE	KUSTGNEJS
HALLAND	CHARNOCKIT
SMÅLAND	RÖD VÄXSJÖGRANIT
ÖLAND	ORTOCERKALKSTEN
GOTLAND	HOBURGSKALKSTEN
BOHUSLÄN	BOHUSGRANIT
DALSLAND	KVARTSIT
VÄSTERGÖTLAND	PLATÅDIABAS
ÖSTERGÖTLAND	KOLMÅRDSMARMOR
VÄRMLAND	KYANITKVARTSIT
NÄRKE	DOLOMITMARMOR
SÖDERMANLAND	GRANATÅDERGNEJS
UPPLAND	HÄLLEFLINTA (randig)
VÄSTMANLAND	KVARTSBANDAD BLODSTENSMALM
DALARNA	PORFYR
GÄSTRIKLAND	GÄVLESANDSTEN
HÄLSINGLAND	DELLENIT
HÄRJEDALEN	TÄNNÄSÖGONGNEJS
JÄMTLAND	TÄLJSTEN
MEDELPAD	ALNÖIT
ÅNGERMANLAND	NORDINGRÅGRANIT
VÄSTERBOTTEN	KOPPARKISMALM
NORRBOTTEN	GABBRO
LAPPLAND	APATITJÄRNMALM

Källa: goenord.org och SGU

TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se

TRAFIKVERKET. PUBLIKATION: 2014:168. ISBN: 978-91-7467-678-5. MARS 2016. PRODUKTION: GRAFISK FORM. TRYCKERI: INEKO. FOTO: TRAFIKVERKET.