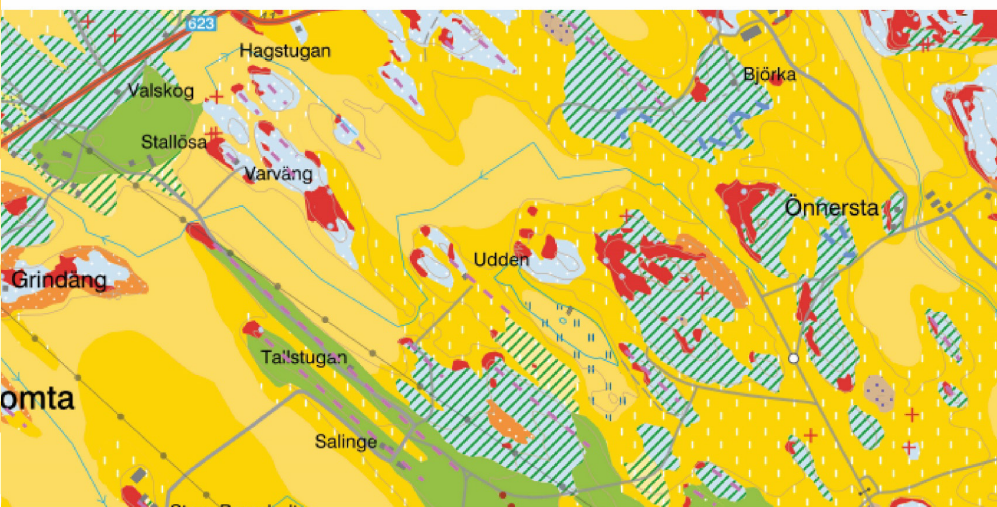


Förbättrade jord- och bergartskartor i Nyköpingsområdet

# Geologisk information för en hållbar samhällsplanering



Författare: Elin Norström, Henrik Mikko, Ulf Bergström,  
Gunnar Rauséus, Colby Smith och Eva Wendelin  
Granskad av: Gustav Sohlenius  
Ansvarig enhetschef: Anna Hedenström  
Redaktör: Johan Sporrang

Omslagsbild: Exempel på geologiska kartor, bild från ett  
infrastrukturprojekt och foto på porfyrisk granit från  
Jönåkerplutonen.

Fotografer: Elin Norström och Ulf Bergström

Februari 2025

**Sveriges geologiska undersökning**

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: [sgu@sgu.se](mailto:sgu@sgu.se)

[www.sgu.se](http://www.sgu.se)



# Innehåll

Sammanfattning.....	5
Inledning.....	5
Genomförande.....	7
Metodik vid uppgradering av jordartskartan.....	7
Jordartskartans uppbyggnad.....	8
Förändringar och osäkerheter i nya jordartskartan.....	10
Metodik vid undersökning av sura sulfatjordar.....	13
Analyser och provtagning i fält.....	14
Analyser i laboratoriet.....	14
Metodik vid uppdatering av berggrundskartan.....	14
Metodik vid analys och modellering av bergkvalitet.....	15
Teknisk bergkvalitetsundersökning.....	15
Mätning av naturligt radioaktiva ämnen.....	17
Modellering av bergkvalitetskartor.....	18
Förändringar och osäkerhet i berggrunds- och bergkvalitetskartan.....	18
Geologisk information för samhällsplanering.....	18
Kohesionsjordar – möjligheter och risker med finkorniga jordar.....	18
Förutsättningar för skred.....	19
Lera som byggmaterial.....	21
Naturgrus.....	21
Materialförsörjning.....	21
Sandhalt.....	23
Naturgrusavlagringarnas geovetenskapliga värde.....	24
Grundvattenmagasin.....	25
Kartlagda grundvattenmagasin.....	26
Grundvattentillgång i ett förändrat klimat.....	29
Jorddjup.....	29
Krossberg för ballast.....	30
Ballastproduktion i Södermanland.....	30
Faktorer som påverkar bergmaterialets kvalitet – mineralogi.....	31
Faktorer som påverkar bergmaterialets kvalitet – sulfidmineral.....	32
Bergkvalitetskartor.....	33

Naturlig strålning från berggrunden.....	38
Byggnadsgeologi .....	40
Deformationszoner.....	40
Sprickor .....	42
Miljögifter i mark.....	44
Sura sulfatjordar.....	44
Miljögrundämnen i berg .....	46
Mineralförekomster .....	47
Torvmarker – utsläppskälla eller klimatnytta? .....	48
Återvätning av utdikad torv .....	48
Torvtäkter .....	49
Geologisk beskrivning .....	49
Jordartsgeologi .....	50
Topografisk och jordartsgeologisk översikt.....	50
Kvartärgeologisk utveckling sedan senaste isavsmältningen.....	51
Jordarter.....	53
Berggrundsgeologi .....	67
Geologisk översikt .....	67
Bergartstyper .....	69
Referenser .....	85



# Sammanfattning

Kartor och andra geologiska data från SGU kan användas som stöd vid planering av ett hållbart nyttjande av mark och vatten. I denna rapport presenteras SGU:s geologiska data från Nyköpingsområdet och dess relevans ur ett samhällsplaneringsperspektiv. Fokus ligger på att beskriva och diskutera hur samhället kan dra nytta av de nya kartor och analysdata som har tagits fram under 2023 och 2024. Det nya materialet innefattar kartor över jordarter, geomorfologi, berggrund, bergkvalitet och bakgrundsstrålning i marken. I rapporten beskrivs metodiken bakom kartläggningen och analyserna, samt hur informationen kan användas inom samhällsplaneringen, fristående eller i kombination med annan information från SGU. Vidare ges en översiktlig bild av jordarnas och bergets utbredning, beskaffenhet, och bildningssätt i Nyköpingsområdet. Även risker och möjligheter kopplade till mark- och vattenanvändning i området tas upp.

Kartläggningen av bergarternas egenskaper ger de grundläggande förutsättningar som krävs för att utvinna bergmaterial för samhällets behov på ett hållbart sätt. Vi ser idag ett ökat behov av ballast vid byggande av infrastruktur. SGU:s kartläggning av bergkvalitet identifierar lämpliga bergartstyper för ballast som vägmateriell, järnvägsballast och betongråvara. Kartläggningen identifierar även de bergmaterial som är olämpliga som ballast, till exempel de med högt sulfidinnehåll. Analyserna av berggrunden har också använts för att kartlägga den naturliga bakgrundsstrålningen. Eventuella riskområden med förhöjd strålning beskrivs i rapporten. De uppdaterade kartorna samt analysresultaten kan även ha relevans för geovetenskaplig grundforskning, samt för prospektering efter nya råvaror, till exempel för den gröna omställningen.

Den nya kartläggningen av jordarter har möjliggjort en mer systematisk identifiering av jordarterna och deras utbredning än vad som var möjligt vid kartläggningen av den äldre kartan. Detta har varit möjligt tack vare digital kartläggning med hjälp av Lantmäteriets terrängmodell. Fler landskapsformer i det lösa jordtäcket har kunnat identifieras och kartlagts med högre geografisk precision. Förekomsten och utbredningen av till exempel moränryggar kan ge en ökad förståelse för de geologiska processer som skapat landskapet och dess koppling till förändringar i klimatet. Även gränsen mellan olika jordarter har förbättrats i den nya kartan. I vissa områden som tidigare kartlagts som morän, har genomsläppliga sediment bestående av sand och grus kunnat kartläggas under moränen. Förbättrad information om sand och grusavlagringars utbredning och mäktighet kan ha betydelse för områdets materialförsörjning såväl som vattenförsörjning.

På ett antal platser inom kartområdet har gyttjeleror analyserats för att undersöka om de uppvisar egenskaper som gör att de kan utvecklas till problemjordar vid ökad markanvändning. På ett fåtal platser påträffades så kallade sura sulfatjordar, som uppvisade ett högt pH i kombination med en kemisk sammansättning som kan leda till negativ miljöpåverkan på närliggande vattendrag.

## Inledning

Geologiska underlag i form av jordartskartor och berggrundskartor är centrala för samhällsplaneringen och utgör grunden för de modeller som används för olika typer av riskbedömning och resursplanering. Praktiska exempel på när geologiska underlag är centrala i planeringen är vid projektering inför bygg- och infrastrukturprojekt i samband med klimatanpassningsåtgärder, vid etablering av täkter samt vid kartläggning av grundvattenmagasin. Utöver tillämplade frågeställningar inom de areella näringarna används geologiska underlag även inom naturvetenskaplig grundforskning, till exempel vid studier av klimatutveckling eller geologi som behandlar inlandsisarnas påverkan på landskapet.

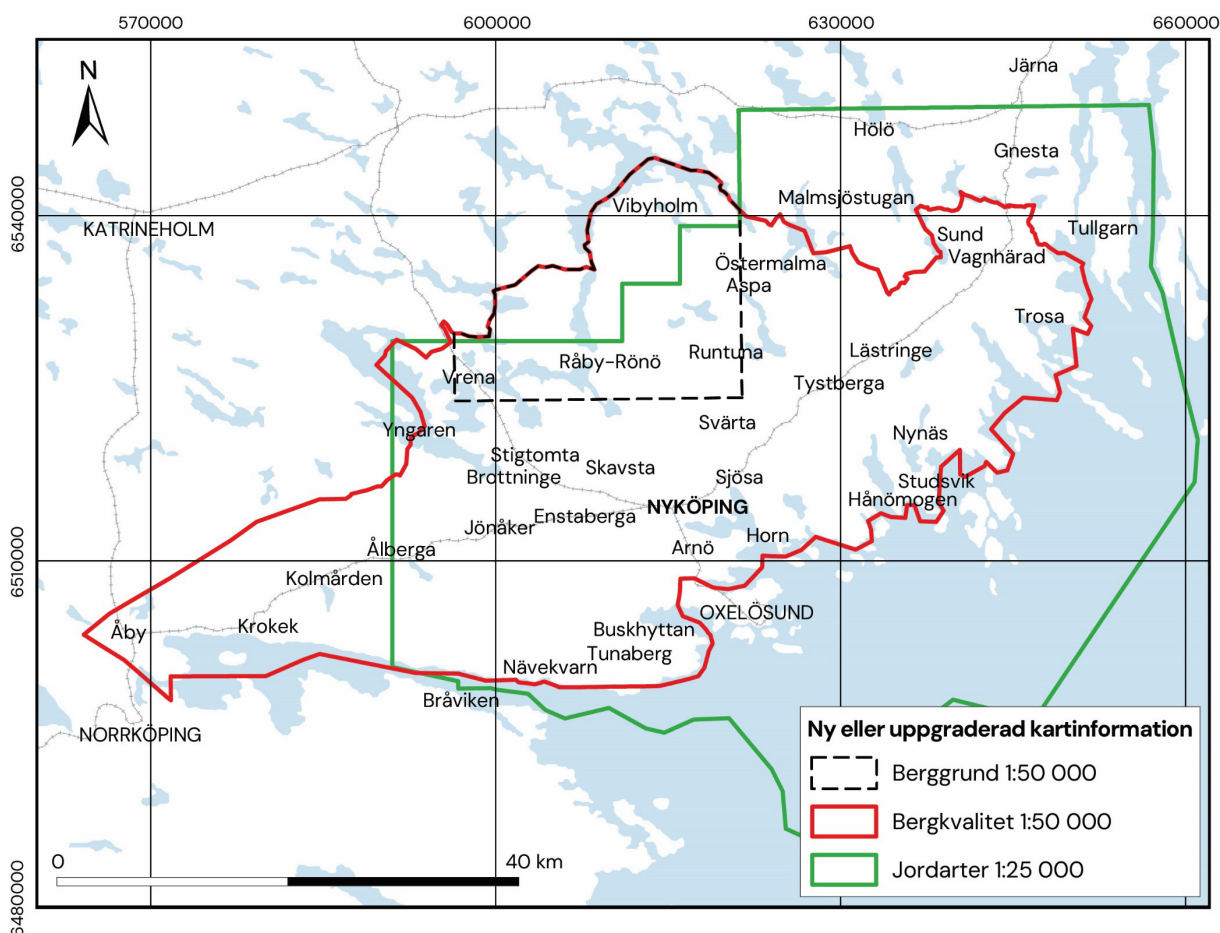
Denna rapport presenterar SGU:s nya geologiska kartor och andra geologiska data från Nyköpingsområdet, samt beskriver hur informationen kan användas inom samhällsplanering. Rapporten utgår från nya och förbättrade berggrund-, bergkvalitet- och jordartskartor över området som nyligen publicerats av SGU (fig. 1). Rapporten beskriver också geologins roll och betydelse för en hållbar samhällsplanering i ett förändrat klimat. Möjligheter och risker kopplade till geologiska förhållanden inom det aktuella kartområdet diskuteras, parallellt med att förslag på lämpliga och tillgängliga data och kunskapsunderlag presenteras. Utifrån de uppdaterade geologiska kartorna görs även en sammanfattning av jord- och bergarternas utbredning geografiskt, samt en övergripande beskrivning av de geologiska processerna som format landskapet.

Den förbättrade jordartskartan (fig. 1) bygger på en uppgradering av de äldre kartorna med hjälp av digital kartläggning. Vid den digitala kartläggningen används en detaljerad digital höjdmödel som bygger på lasermätningar av terrängen, så kallad *Light detection and ranging* (LiDAR) (Lantmäteriet 2022). Med hjälp av denna metod har jordartgränserna kunnat identifieras med högre precision än vad som var möjligt då de äldre kartorna och tillhörande kartbeskrivningar togs fram: Nyköping SV (Lundström & Persson 1972), Nyköping SO (Persson & Lundström 1973), Nyköping NO (Persson 1975) och Nyköping NV (Bergh 1982). I de uppgraderade kartorna är således jordarternas utbredning och avgränsningen mellan olika jordarter geografiskt säkrare. Dessutom har fler små ytor definierats. Den uppdaterade kartprodukten kan därmed användas upp till skala 1:25 000, till skillnad från tidigare 1:50 000. Dessutom har geomorfologiska karaktärsdrag kunnat kartläggas på ett mera systematiskt sätt i landskapet än vad som tidigare varit möjligt. Kompletterande fältundersökningar har gjorts för att validera den digitala kartläggningen. Sammantaget ger den nya jordartskartan ett betydligt bättre underlag för användning inom samhällsplanering.

Berggrundskartläggning i skala 1:50 000 har genomförts i ett mindre område i norra Nyköpings kommun, där detaljerad berggrundsinformation inte fanns tillgänglig (fig. 1). Beskrivningar av omgivande, tidigare kartlagda kartområden inom projektområdet inkluderar 9G Katrineholm SO (Wikström 1979), Nyköping SV (Lundström 1974), Nyköping SO (Lundström 1976) och Nyköping NO (Ståhlös 1975).

Bergkvalitetskartan är en tematisk produkt som kompletterar SGU:s berggrundskarta i skala 1:50 000. Kartorna framställs utifrån omfattande provtagning av olika bergmaterial med avseende på dess tekniska och kemiska egenskaper. Berggrundskartan används sedan för att kunna bedöma den rumsliga utbredningen av bergmaterialets olika egenskaper. Projektområdet för bergkvalitet (fig. 1) bestämdes utifrån behovet av en sammanhängande yta längs infrastrukturkorridoren Jönköping–Stockholm. Detta område infattar också ett antal, delvis äldre undersökningar som nu har kunnat sammanställas. Harmonisering och gränsdragning mot en äldre bergkvalitetskartläggning har varit en viktig del av projektet, belägen centralt i projektområdet, K 48 Bergkvalitetskartan Nyköpings kommun (Antal Lundin m.fl. 2006). I samband med bergkvalitetskartläggningen Nyköpings kommun genomfördes omfattande omtolkningar av den geologiska bilden på kartbladet 9H Nyköping SV. Dessa kartläggningar sammanfattas i K 437 (Claesson 2013), och omtolkningarna som gjordes då, kan bekräftas av den nya kartläggningen som beskrivs i denna rapport.





**Figur 1.** Översiktsskarta som visar områden där kartor uppdaterats med avseende på jordarter, berggrund samt bergkvalitet. De uppdaterade jordartskartorna finns tillgängliga i skala 1:25 000, medan berggrundskartorna finns tillgängliga i skala 1:50 000.

## Genomförande

Området som beskrivs i denna rapport avgränsas av de förbättrade kartor över jordarter, bergarter och bergkvalitet som SGU tagit fram under 2023 och 2024 (fig. 1). Området sträcker sig från Järna i nordost, snett ned mot Norrköping i sydväst och avgränsas i söder av Bråviken. Nyköping är den största orten i området.

Kartläggningen av jordarter, bergarter och bergkvalitet överlappar delvis geografiskt, men inte alltid (fig. 1). Jordartskartan har uppdaterats inom ett område som motsvarar cirka 3 000 km<sup>2</sup>. Berggrundskartan är uppdaterad i ett mindre område som delvis överlappar de nya jordartskartan och uppgår till cirka 360 km<sup>2</sup> (fig. 1). Bergkvalitetskartan täcker in en yta av 2 034 km<sup>2</sup> och sträcker sig västerut genom Kolmården och österut mot Vagnhärad. Hela kartområdet utgörs av cirka 1/3 berg i dagen och resterande 2/3 täcks av ett löst jordtäckte bestående av olika jordarter.

## Metodik vid uppgradering av jordartskartan

Den uppgraderade jordartskartan är avsedd att presenteras i skala 1:25 000 och har skapats genom förbättringar av SGU:s jordartskarta i skala 1:50 000. Den äldre kartan i sin tur digitaliserades från analoga kartor som togs fram av SGU med hjälp av omfattande fältinventeringar under 1970- och 80-talen (Lundström & Persson 1972, Persson and Lundström 1973, Persson 1975,

Bergh 1982). Samtliga äldre kartor (SGU 1972–1982) med tillhörande beskrivningar kan laddas ner i pdf-format från GeoLagret på SGU:s webbplats.

De äldre jordartskartorna framställdes utan tillgång till digitala hjälpmedel som finns tillgängliga idag, såsom GPS- och LiDAR-teknik (Lantmäteriet 2022). De anpassades och generaliserades vidare för att kunna åskådliggöras i tryckt form, vilket gör att vissa jordarters utbredning förstörades upp för att bli synliga i den analoga kartan. När dessa analoga kartor digitaliserades på 1990-talet gav detta upphov till ytterligare brister i precision och upplösning i den digitala versionen (Karlsson m.fl. 2021).

På SGU pågår sedan 2013 ett kontinuerligt arbete med att successivt uppgradera äldre kartor med hjälp av LiDAR för förbättrad geografisk noggrannhet. LiDAR-data är högupplöst topografisk information som bygger på flygbaserade lasermätningar av terrängens topografi (Lantmäteriet 2022). Eftersom LiDAR mäter variationer i topografi och ytstruktur i jordtäcket, kan det användas för att identifiera gränser mellan vissa jordarter. Vid arbetet med att uppgradera äldre kartor handlar det oftast om att revidera de jordartsgränser som sattes i den gamla kartan. På detta sätt korrigeras de jordartsgränser som i den gamla kartan inte sammanfaller med LiDAR-datat. Omtolkningar av jordartsgeologin kan förekomma om den tidigare jordartskartan inte anses rimlig. Det är exempelvis möjligt att med LiDAR identifiera hållar och mindre jordartsytor som missades vid den tidigare kartläggningen. Parallellt med LiDAR användes i detta projekt även en AI-genererad torvkarta (Ågren m.fl. 2022) för att identifiera torvytor som missats vid tidigare kartläggning.

Vid uppgraderingen av jordartskartan har kartläggning i fält gjorts som komplettering till den digitala kartläggningen, dock i begränsad utsträckning. Kartläggningen i fält har utförts både längs vägnätet och till fots i terräng. Innan fältkartläggning påbörjades sammanställdes all dokumentation från de fältinventeringar som gjordes under 1970- och 80-talen. För ny fältkartläggning har de områden prioriteras där den gamla jordartskartan omtolkats, samt områden med svårtolkad geologi. Dessutom har vägsträckningar som inte fanns då den tidigare kartläggningen utfördes prioriterats.

Uppgradering av en detaljerad jordartskarta (till exempel 1:25 000) kräver oftast ett mer omfattande fältarbete än uppgradering av en översiktlig jordartskarta (till exempel 1:100 000). Detta eftersom de detaljerade kartorna redovisar fler jordartsklasser och det finns därmed fler gränsdragningar som behöver kontrolleras i fält. Speciellt fokus lades här på att i fält kontrollera utbredningen av isälvsavlagringar och moräntäckta sediment. På vissa platser där skärningar finns exponerade studerades den stratigrafiska lagerföljden i fält. Vissa av dessa jordartsprofiler har dokumenterats i detalj och beskrivs nedan.

Utöver den uppdaterade kartan har SGU:s öppna databaser kompletterats med information om jordartslagerföljder samt jordartsanalyser i form av kornstorleksdata.

## Jordartskartans uppbyggnad

Jordarterna i den uppgraderade jordartskartan benämns dels utifrån den miljö där de avsatts, dels utifrån kornstorleksfördelning och innehåll av organiskt material. I SGU-rapporten *Handledning för jordartsgeologiska kartor och databaser över Sverige* (Karlsson m.fl. 2021) beskrivs utförligt hur jordarterna har klassificerats. Jordartskartan är uppbyggd av följande delar:

- *Grundlager*. Ett heltäckande grundlager som visar jordarternas fördelning på 0,5 m djup.
- *Tunt eller osammanhängande ytlager*. Tunna och/eller osammanhängande jordlager som ligger ovanpå grundlagret. I dessa fall finns det antingen en ytlig jordart som är tunnare än 0,5 m och/eller en ytlig jordart som har en osammanhängande utbredning som fläckvis är tjockare än 0,5 m. Inom det aktuella området förekommer ofta ett osammanhängande moränlager



som ligger på berg (fig. 2). På många platser finns även ett tunt torvlager på ett grundlager av glacial eller postglacial lera.

- *Jordart underliggande lager.* Jordarter belägna djupare än 0,5 m, det vill säga under grundlagret. I det aktuella kartområdet är isälvsavlagringar en vanligt förekommande underliggande jordart. Dessa täcks oftast av ett grundlager bestående av morän eller silt. I områden där grundlagret består av fyllnadsmassor (*Fyllning*), kartläggs ofta den ursprungliga jordarten som ett underliggande lager.
- *Punktobjekt:* Objekt som är för små för att utgöra en yta på kartan visas med en punktsymbol. Det vanligaste exemplet är berghällar.
- *Linjeobjekt:* Morfologiska företeelser i det lösa jordtäcket visas som linjer, till exempel strandvallar och moränryggar.
- *Blockighet i markytan.* Visar frekvensen av block i markytan, främst i moränmark.



**Figur 2.** Foto från Gisekvarn strax söder om Vagnhärad. I förgrunden syns lergyttja, som övergår i postglacial lera bortåt i bild. På bergknallen ligger ett tunt lager av morän (< 50 cm tjockt) som är kartlagt som *tunt osammanhängande jordlager på berg*. Gränsen mellan morän/berg och finkorniga jordar kan identifieras i LiDAR. Avgränsningen mellan olika finkorniga jordar är däremot svår att se i LiDAR. Foto: Elin Norström, SGU.

## Förändringar och osäkerheter i nya jordartskartan

I figur 3 visas ett exempel på jordartskartan före och efter uppgradering med hjälp av LiDAR i ett typområde norr om Nyköping. Vissa klasser i jordartskartan är ofta relativt lätta att identifiera i LiDAR, såsom morän, isälvssediment, berg samt finkorniga vattenavsatta jordar (lera, silt). Förbättringen i kartan efter uppgradering är därför främst kopplad till gränsdragningen mellan finkorniga sediment och andra avlagringar (främst morän), samt gränsen mellan jord och berg. Dessa jordartsgränser framträder mycket tydligt i LiDAR (fig. 3). Däremot är det svårare att särskilja olika finkorniga jordarter (lera, silt, finsand). I det aktuella kartområdet gäller detta främst gränsen mellan lera och silt. Vid uppgraderingen av kartan har gränsdragningen mellan dessa jordarter till stor del baserats på den äldre kartan, och betraktas som relativt osäker.

Gränsen mellan glacialt och postglacialt avsatta finsediment är också svår att identifiera i LiDAR. Denna gränsdragning har därför till stor del baserats på topografi. Glacial lera och silt draperar ofta den topografiskt högre liggande moränen, medan postglacial lera och silt oftast ligger lägre i topografien. På dessa ofta flacka ytor, överlagrar den postglaciala leran och silten de tidigare avsatta glaciala sedimenten (fig. 2, 3).

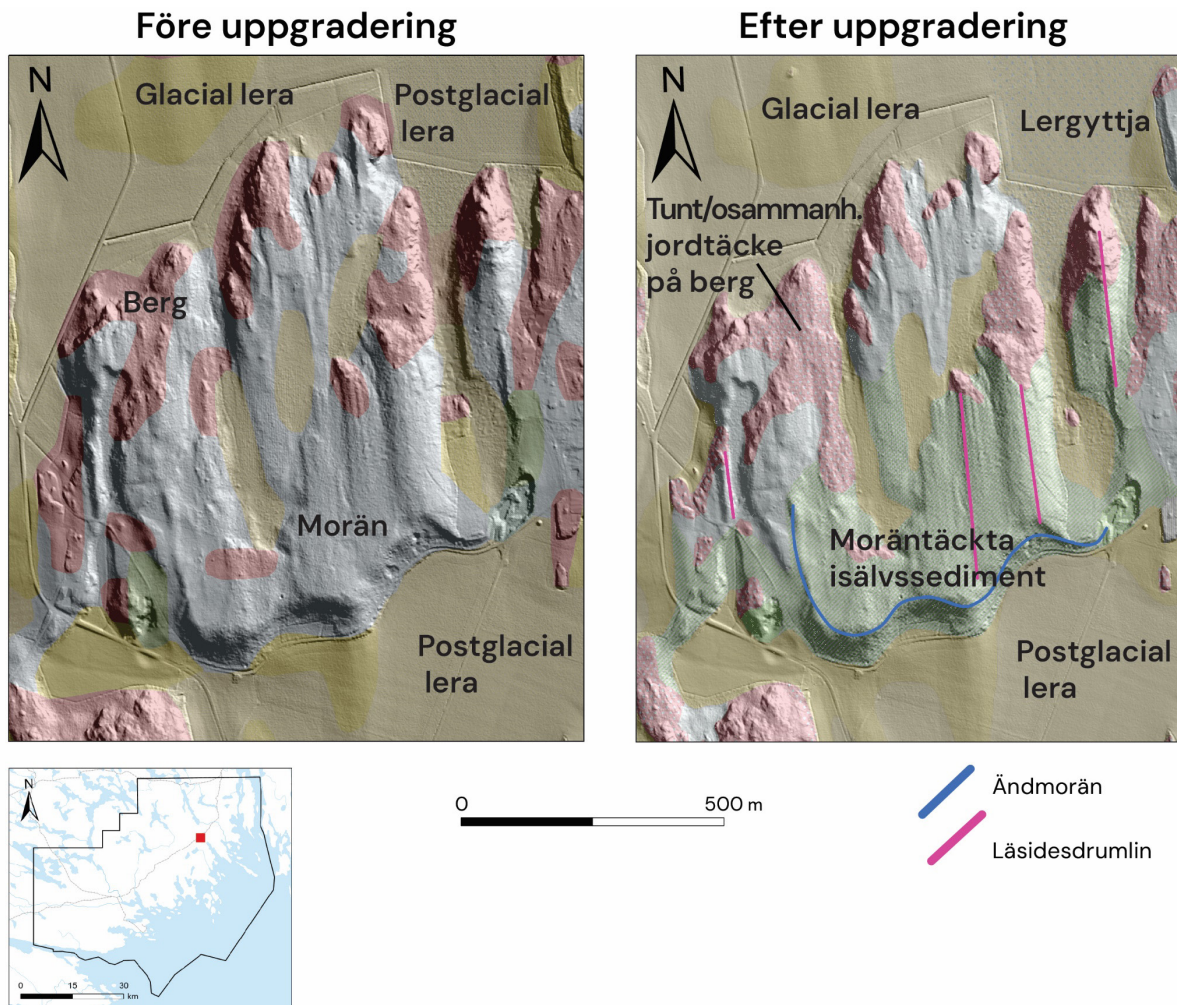
På vissa platser förekommer gyttjejordar i de lägst liggande delarna av lertäckta dalgångar (fig. 2). Även lergyttja/gyttjelera är i LiDAR-baserat data svår att särskilja från den postglaciala leran och silten (fig. 3). I dessa fall används huvudsakligen ortofoton (flygfoton) samt den avgränsning som gjorts i den äldre kartan, i kombination med eventuella fältanteckningar och lagerföljdsuppgifter från tidigare kartläggningstillfällen.

I den uppgraderade kartan har relativt många moränytor kompletterats med ett underliggande lager av isälvssediment (fig. 3, tabell 1a). I vissa fall har dessa moräntäckta isälvssediment kunnat bekräftas i fält (skärningar i grustäkter) och ibland via information från tidigare borrhningar (SGU:s databas *Jordlagerföljder*). I andra fall har utbredningen av moräntäckta isälvssediment uppskattats med hjälp av morfologin på typlokaler där stratigrafien är känd. Då utbredningen av isälvssediment under morän inte alltid är bekräftad i fält bör den ses som ungefärlig (tabell 1a).

Många små berghällar som inte upptäcktes vid den äldre kartläggningen har kunnat identifieras med hjälp av LiDAR. Vid fältkontrollerna framkom det dock att vissa små hållar även missades vid den digitala kartläggningen. Det finns därför sannolikt ett stort antal små hållar som inte redovisas på de uppgraderade kartorna.

Uppgraderingen har även resulterat i att fler glaciala former i det lösa jordtäcket har kunnat kartläggas tack vare LiDAR-tekniken (fig. 3, tabell 1b), till exempel De Geer-moräner, ändmoräner och läsidesdrumliner (Peterson & Smith 2013).





**Figur 3.** Jordartskartan före (vänster) och efter (höger) uppgradering, i ett område sydväst om Vagnhärad (Lästringe). Jordarterna illustreras med olika färger, ovanpå Lantmäteriets terrängdata (LiDAR). Uppgraderingen har inneburit att avgränsningen mellan till exempel lera, morän och berg har korrigerats på flera ställen. En annan stor förändring vid uppgraderingen i det aktuella området är kartläggningen av isälvsediment som underliggande lager, oftast under morän (tabell 1a). I exemplet ovan syns att hela avlagringen var kartlagd som morän (grå ytor) i den gamla kartan. I den nya kartan är stora delar av avlagringen kartlagd med morän som underlagras av isälvsediment (gröna ytor). På just denna lokal har isälvsediment kunnat påvisas i en exponerad skärning i en husbehovstäkt i det sydvästra hörnet av formationen. Den uppgraderade kartan visar även fler formationer i det lösa jordtäcket. I exemplet ovan syns ett antal läsidesdrumlinor (rosa linjer) på läsidan av berghällarna (röda ytor). Läsidesdrumlinerna övergår i en ändmoränrygg (blå linje) i södra delen av avlagringen. Läs mer om dessa landskapsformer i sista avsnittet, samt i en SGU-rapport av Peterson & Smith (2013).

**Tabell 1a.** Förändringar i kartläggningen av jordarternas utbredning och klassificering i samband med uppgraderingen av den gamla kartan. Läs mera om SGU:s kartläggning av jordarter i rapporten *Handledning för jordartsgeologiska kartor och databaser över Sverige* (Karlsson m.fl. 2021).

Jordart	Före uppgradering	Efter uppgradering	Kommentar
<b>Alla</b>	Jordartsgränser med begränsad precision. Gamla kartan kunde användas i skala 1:50 000.	Förbättrad avgränsning mellan jordarterna. Nya kartan kan användas för skalan 1:25 000.	Förbättringen gäller främst gränsdragningen mellan vattenavsatta sediment/torv och morän/berg.
<i>Isälvs sediment</i>	Främst i de mäktiga isälvsavlagringarna ( <i>malmar</i> *), samt i anslutning till exponerade skärningar i täkter.	Utbredningen i princip oförändrad.	På många platser har gamla kartans jordartsklasser <i>komplexa avlagringar</i> , <i>isälvs sediment</i> och <i>morän</i> ersatts eller kompletterats med ett grundlager av morän, och ett underliggande lager av isälvs sediment (moräntäckta isälvs sediment). Med hjälp av LiDAR har en mer systematisk kartering av moräntäckta isälvs sediment kunnat göras baserad på geomorfologi, samt studier av exponerade skärningar och borrh-data (SGU:s databas <i>Jordlagerföljder</i> ).
<i>Moräntäckta isälvs sediment</i>	Sparsamt, men ibland i anslutning till exponerade skärningar där moräntäckta isälvs sediment kunnat påvisas.	Nya ytor identifierade: 1) i anslutning till skärningar där moräntäckta sediment bekräftats 2) i anslutning till borrhningar där moräntäckta sediment bekräftats 3) systematiskt i anslutning till läsidan av mäktiga randmoränryggar och läsidesdrumlinor (fig. 3).	Gränsen mellan dessa klasser är dock diffus och bör ses som ungefärlig. Detsamma gäller avgränsningen mot block på isälvs sediment.
<i>Komplexa avlagringar</i>	Denna jordartsklass användes främst i samband med moräntäckta isälvsavlagringar i den äldre kartan.	Benämningen används ej i nya kartan. Ytorna har istället främst kartlagts som moräntäckta isälvs sediment.	
<i>Berghällar</i>	Ytor.	Små hällar (< cirka 20 m i diameter) är nu kartlagda som punktbodyekt. Nya hällar/punkter är också kartlagda.	Storleken på hällens yta överdrevs ofta i gamla kartan för att synliggöra den på tryckta kartor.
<i>Små områden med glacial lera eller torv i skogsområden</i>	Vissa av dessa små ytor i skogsområden var svåra att upptäcka vid den tidigare fältbaserade kartläggningen. De blev därför ofta kartlagda som morän.	Nya mindre ytor med lera och torv identifierade.	De ny-kartlagda ytorna har identifierats i LiDAR och/eller med hjälp av AI-genererad torvkarta (Ågren m.fl. 2022).
<i>Tunt eller osammanhängande jordlager</i>	Klassen representerar berg och mindre hällar som sticker upp ur ett tunt eller osammanhängande jordtäckte (oftast morän). I gamla kartan är dessa områden ofta klassade som stora bergytter. Storleken på hällarna är ofta överdimensionerad, för att synas på tryckt karta.	Nya ytor har avgränsats, där berg och mindre hällar sticker upp ur ett tunt jordtäckte, främst i moränmark.	Denna klass hittas ofta i skogsmarker, vilka var svåra att kartlägga i detalj vid den tidigare fältbaserade kartläggningen. Jordarten är däremot relativt lätt att identifiera i LiDAR.
<i>Svallad morän</i>	Sandig morän.	Nya ytor identifierade, ofta i anslutning till områden med svallsand/grus. Visas ej i kartvisaren men finns tillgängligt i det digitala kartbladet.	Med hjälp av LiDAR har strandlinjer och därmed svallprocesser kunnat identifieras i större utsträckning än tidigare.

\* De stora isälvsavlagringarna i Nyköpingsområdet hänvisas i vardagsspråk ofta till som "malmar", till exempel Stigtomt-malmen och Larslundsmalmen. Då begreppet "malm" används i dessa sammanhang i rapporten syftar det på mäktiga isälvsavlagringar.

**Tabell 1b.** Förändringar i kartläggningen av geomorfologiska landformer och linjeobjekt i samband med uppgraderingen av jordartskartan. Vissa landformer beskrivs översiktligt i sista avsnittet. Läs mer om dessa landskapsformer i SGU-rapporten av Peterson & Smith (2013).

Geomorfologisk landform (linje-objekt)	Före uppgradering	Efter uppgradering	Kommentar
<b>Ändmoräner/randmoräner</b> I jordartskartan ingår dessa i klasserna <i>Moränrygg, bredd 30–125 m</i> ; <i>Moränrygg, bredd &gt; 125 m</i> .	Ej utritade i gamla kartan.	Ett stort antal ny-kartlagda ryggar.	Tydliga i LiDAR (fig. 3). I kartområdet innehåller dessa formationer ofta isälvsmaterial under moränen.
<b>De Geer-moräner</b> I jordartskartan ingår dessa i klassen <i>Moränrygg, bredd &lt; 30 m</i> .	Få identifierade i gamla kartan.	Ett stort antal ny-kartlagda ryggar.	Förekommer i svärmar som syns tydligt i LiDAR. Ryggarna består av jordarten morän.
<b>Läsidesdrumliner</b> I jordartskartan ingår dessa i klassen <i>Drumlin eller liknande</i> .	Få identifierade i gamla kartan.	Ett stort antal ny-kartlagda ryggar.	Tydliga i LiDAR (fig. 3). I kartområdet innehåller dessa formationer ofta isälvsmaterial under moränen.
<b>Strandvallar</b>	Få identifierade i gamla kartan.	Ett stort antal ny-kartlagda linjer.	Tydliga i LiDAR.
<b>Krön på isälvsavlagring</b>	Användes i vissa fall för att markera "krön" på läsidesmoräner, randmoräner och i ryggar i anslutning till de stora isälvs-avlagringarna.	Används i nya kartan endast för att markera krön på rullstensåsar.	Begränsad förekomst av rullstensåsar men ett fåtal finns i kartområdets norra och östra delar.

## Metodik vid undersökning av sura sulfatjordar

Vissa finkorniga jordar innehåller sulfidmineral som kan oxidera och utvecklas till miljöfarliga problemjordar, så kallade sura sulfatjordar (Becher m.fl. 2019). Dessa jordar förekommer främst i kust- och strandområden som täcks av postglaciala leror, gytta eller torv. Orsaken till att de kan utvecklas till problemjordar, är att de innehåller organiskt material från den tid då marken var en havsbotten där döda djur och växtdelar kunde sedimentera. I denna syrefria miljö bildades sulfidmineral, som förblir stabila så länge jordarna inte exponeras för luft. Denna typ av jord kallas för potentiell sur sulfatjord. Eftersom dessa jordar ligger i terrängens lågpartier skulle de i naturligt tillstånd ofta utgöra våtmarker och därmed inte påverka miljön. Men om potentiell sur sulfatjord kommer i kontakt med syre och oxiderar bildas sulfat, som gör att pH i jorden kan sjunka drastiskt. Jorden kallas då för aktiv sur sulfatjord. Oxidation kan ske till exempel när grundvattenytan sänks i samband med utdikning eller pågående byggprojekt. Den aktivt sura sulfatjorden kan då påverka vattenkvaliteten i anslutande vattendrag genom att förorsaka låga pH-värden och höga koncentrationer av vissa metaller. I dessa fall kan jordarna förorsaka fiskdöd och leda till att miljöfarliga metaller (till exempel kadmium) sprids till omgivande sjöar och hav.

Tidigare har en omfattande kartläggning gjorts av dessa problemjordar längs Norrlands kustområden (SGU:s databas *Sur sulfatjord*). I dessa områden förkommer stora ytor med utdikad mark bestående av postglaciala finsediment där aktiv sur sulfatjord har kunnat utvecklas på många platser. Sur sulfatjord förekommer även i Södra Sverige men det är oklart i vilken omfattning (Åström m.fl. 2024). SGU genomför därför kartläggning av dessa jordar bland annat i Mälardalen och Nyköpingsområdet, för att undersöka omfattningen av dessa jordars förekomst i de södra delarna av landet. Dessa data tillgängliggörs i SGU:s databas *Sur sulfatjord*.



## Analyser och provtagning i fält

Ett antal platser valdes ut för att undersöka den eventuella förekomsten av sura sulfatjordar i det aktuella kartområdet. De utvalda platserna ligger på lergyttja/gyttjelera eller torv, i trakterna kring Oxelösund, Buskhyttan, Tystberga och Trosa. Totalt undersöktes 14 provpunkter. På varje provpunkt togs jordprofiler upp för hand med hjälp av spadborr. Jordens pH-värde mättes på olika nivåer i profilen med ett mellanrum på cirka 10 cm mellan varje mätning. På de platser där pH-värdet var lägre än 4 på minst en nivå, klassificerades marken som aktiv sur sulfatjord. Minst ett jordprov från varje lokal sparades och togs med för ytterligare mätningar i SGU:s laboratorium. Denna provtagning gjordes längst ner i jordprofilen, under grundvattenytan, samt för de jordar som uppmätt ett pH-värde i fält på över 6.

## Analyser i laboratoriet

Jordproverna fick oxidera i laboratoriet under nio veckor, varefter pH mättes på nytt med samma instrument. Syftet var att undersöka om den provtagna jorden utgör så kallad potentiellt sur sulfatjord, det vill säga jord som skulle kunna utvecklas till sur sulfatjord vid ökad kontakt med syre, till exempel vid markanvändning. Jorden klassades som potentiellt sur sulfatjord i de fall pH sjunkit till under 4 efter nio veckor i syrerik miljö i laboratoriet. I vissa fall hade pH sjunkit markant efter 9 veckor, men inte till pH 4. I dessa fall förlängdes tiden för oxidation tills pH stabiliserats.

Läs mera om hur man identifierar och analyserar sura sulfatjordar i SGU-rapporten *Sur sulfatjord – egenskaper och utbredning* (Becher m.fl. 2019), eller i SGU:s webbaserade handledning *Hur man undersöker en sur sulfatjord* som hittas på SGU:s webbplats.

## Metodik vid uppdatering av berggrundskartan

Uppdatering av befintliga berggrundskartor har genomförts med hjälp av nya observationer, uppdaterad undersökningsmetodik och tolkning av geologin jämfört med när den förra kartläggningen genomfördes på 1970- och 80-talet. Ett antal lokaler på de äldre kartorna besöktes för att notera samstämmighet med den äldre kartläggningen. Vid varje hällokal bestämdes bergart, och mätning genomfördes av strukturer och magnetisk signatur. Lokalens lämplighet för provtagning av bergkvalitet värderades.

I projektområdets norra delar fanns ett cirka 360 km<sup>2</sup> stort område där äldre, detaljerad kartinformation saknades. Här genomfördes grundläggande ny-kartläggning av cirka 700 lokaler för att framställa en ny geologisk karta (fig. 1). Observationer i fält tillsammans med information från flygmätningar av jordens magnetfält och jordens naturliga strålning användes för att geometriskt bestämma utbredningen av de olika bergarterna. Områdets geologi harmoniserades mot det äldre kartmaterialet. De olika bergartstyperna är grupperade utifrån bergartens stratigrafiska läge och sammansättning (tabell 2).

**Tabell 2.** Bergartstyper i projektområdet. Bergarterna är indelade i olika grupper med unika bergartskoder som baseras på bergartens stratigrafiska läge och bergartstyp.

Tektonisk position, ålder i miljarder år (Ga)	Bergartskod (i tabeller nedan)	Bergartstyp	Höghömetamorf analog	Antal prov bergkvalitet	
<b>Plattformsbergarter</b>	900	Diabas		1	
<b>Postorogena bergarter</b>	2070	Porfyrisk granit		9	
	2021	Tunabergintrusioner		3	
<b>Serorogena bergarter, cirka 1,87 eller 1,82 Ga</b>	2120	Granit (GP)		11	
	2110	Pegmatit-granit		1	
<b>Intrusivbergarter 1,9 Ga</b>	2220	Ortognejs, granitisk		14	
	2250	Ortognejs, granodioritisk-granitisk		27	
			Migmatit (2255)	6	
	2260	Ortognejs, tonalitisk-granodioritisk		3	
			Migmatit (2265)	2	
	2290	Amfibolit (gabbro-diorit)		3	
	<b>Ytbergarter, cirka 1,9 Ga</b>	2305	Kalksten Skarn		1
		2310	Vulkanisk gnejs, dacit-ryolit		17
		2320	Vulkanisk gnejs, ryolit		3
		2311	Vulkanisk gnejs, intermediär K-anrikad vulkanisk gnejs		6
Migmatit (2315)				9	
2330		Amfibolit (basalt-andesit)		4	
2360		Paragnejs (2355 pelitisk paragnejs)		15	
	Migmatit (2365)		14		

## Metodik vid analys och modellering av bergkvalitet

Bergkvalitetskartan är en tematisk produkt som kompletterar SGU:s berggrundskarta och framställs med avseende på kartprodukter i skala 1:50 000. Kartorna modelleras fram utifrån en omfattande provtagning och analys av egenskaper i olika bergmaterial. Den grundläggande berggrundskartan används som underlag för provtagning, geologisk förklaring samt rumslig utbredning av de olika egenskaperna kopplade till kvalitet.

Bergkvalitetskartan omfattar området norr om Bråviken längs infrastrukturkorridoren mellan Norrköping och Vagnhärad med E4:an och den tänkta nya järnvägssträckningen Ostlänken mellan Järna och Linköping (fig. 1). Arbetet med bergkvalitetskartan över projektområdet har föregåtts av en generell läges- och behovsanalys av översiktlig bergkvalitetsinformation. Speciellt kan nämnas samverkan med Trafikverket i samband med den planerade nya järnvägssträckningen Ostlänken, mellan Järna och Linköping.

SGU:s geofysiska kartor, som bland annat visar jordens magnetfält samt berggrundens elektriska ledningsförmåga (VLF), användes tillsammans med Lantmäteriets nationella höjddatamodell (LiDAR) för att identifiera och tolka berggrundens strukturer och svaghetszoner i berget.

### Teknisk bergkvalitetsundersökning

Den tekniska bergkvalitetsundersökningen innebär att representativa bergarter har provtagits och analyserats med avseende på bergteknisk kvalitet, litogeokemi och mineralogi samt att strålnings-

mätningar utförts vid samtliga provlokaler. De bergtekniska analyserna har genomförts på Skanskas laboratorium i Bålsta och SGU:s laboratorium i Uppsala, och de litogeokemiska analyserna har utförts vid ett externt laboratorium (ALS). I de fall där berggrunden är heterogen med avseende på mineralogi och kornstorlek har ibland fler prover analyserats.

Ett antal representativa bergarter från de dominerande bergartsleden undersöks med avseende på tekniska egenskaper, som motstånd mot nötning och tendens till sprickighet, se tabell 3. Kulkvarnsvärdet (Kk) och micro-Deval-värdet (MDe) är olika mått på bergets nötningsmotstånd (ju högre värde desto sämre kvalitet). Obundna lager i vägkonstruktion är kravsatta med micro-Deval-metoden och inom de närmsta åren kan denna helt komma att ersätta kulkvarnsmetoden, varför en korrelation mellan de två metoderna anses vara nödvändig att undersöka. Los Angelesvärde (LA-värdet) är ett mått på bergartens motstånd mot fragmentering, det vill säga dess sprödhet. Ju högre värde desto sprödare är materialet. De viktigaste parametrarna som styr bergmaterialets sprödhet är mineralsammansättning och sedan följer kornstorleksfördelning, kornfogning, och strökorn.

Petrografisk analys och modalanalys av mineralfördelningen, samt fotografering i mikroskop har sedan utförts för varje tunnslip. Studier görs av kornstorlek, kornstorleksvariation, korngränser och mikrosprickor. Specifik opakmikroskopiering har utförts för att dokumentera förekomsten av olika malmineral; oxider eller sulfider. För att undersöka ballastens lämplighet för betong görs också utifrån de petrografiska undersökningarna en översiktlig uppskattning av potentiell risk för alkalisilikareaktivitet (ASR), som anger förekomsten av finkornig, potentiellt reaktiv kvarts.

**Tabell 3.** Omfattning samt medelvärden av kulkvarnsvärde, Los Angelesvärde och micro-Deval-värde för de analyserade bergartsenheter. Bergartskoden är baserad på bergartens ålder och sammansättning, se tabell 2.

Bergarts-kod	Antal	Korndensitet	Kulkvarns-värde (AN)		Los Angeles-värde (LA)	micro-Devalvärde (MDe)			
900	1	2,90		11,3		16,4	8,7		
2070	6	2,66–2,70	2,68	10,8–19,2	15,1	23,4–33,0	29,3	4,4–16,7	9,3
2110	1	2,66		16,9		30,1		11,8	
2120	12	2,62–2,68	2,64	5,7–13,7	9,5	14,9–30,0	21,6	3,5–9,4	6,2
2220	12	2,62–2,69	2,65	7,8–16,7	10,4	16,0–31,4	23,1	4,5–11,6	6,7
2250	22	2,64–2,71	2,67	9,1–17,3	11,5	18,9–30,7	23,9	5,5–12,1	8,0
2255	5	2,64–2,70	2,68	7,7–11,6	10,2	17,3–27,6	21,8	4,6–8,0	6,4
2260+2265	4	2,70–2,76	2,72	10,3–15,7	12,8	17,0–27,3	22,5	6,8–10,9	8,6
2290	3	2,91–3,03	2,99	11,9–16,2	13,9	13–17,8	15,5	9,4–10,5	9,9
2305	1	2,72		42,7		48,0		37,4	
2310	16	2,73–2,79	2,68	6,2–21,2	13,1	15,6–35,3	23,4	3,7–11,6	9,2
2311	5	2,62–2,67	2,65	8,1–13	10,4	16,6–25,8	21,5	4,9–10,5	7,2
2315	6	2,62–2,78	2,68	12,3–16,7	14,0	21,2–33,0	25,0	6,5–12,3	8,9
2330	1	3,00		9,3		14,7		7,1	
2355	1	2,73		26,9		26,6		24,4	
2360	10	2,65–2,79	2,71	10,1–18,0	13,7	17,7–29,7	22,4	6,7–14,2	9,7
2365	14	2,65–2,74	2,69	10,3–24,5	14,4	20,6–30,5	24,6	7,9–16,5	9,7

## Mätning av naturligt radioaktiva ämnen

För ballast som ska användas till husbyggnadsbetong behöver bergets innehåll av naturligt radioaktiva ämnen kontrolleras. Detta innebär att strålning är av betydelse vid klassning av bergmaterial för betong. Ska betongen inte användas till husbyggnad eller andra betongändamål som kan utsätta personer för exponering så har strålningen mindre betydelse. För att identifiera områden med förhöjda halter av naturligt radioaktiva ämnen utförs gammastrålningsmätningar på berg-hällar, inklusive på provlokalerna. Resultaten ges i form av halterna av kalium, uran och torium, samt aktivitetsindex och radiumindex (tabell 4). Resultaten finns lagrade i SGU:s databaser.

Prover har även tagits för att bestämma bergarternas densitet och deras magnetiska egenskaper. Densitetsvärden redovisade i denna rapport är konsekvent i enheten kg/dm<sup>3</sup> för att kunna ge en så lättläst form för siffrorna som möjligt. SI-enheten är annars kg/m<sup>3</sup>. Magnetiska susceptibilitetsvärden är enhetslösa.

### Omvandling mellan halt och aktivitetskoncentration

När man anger halten av kalium avser man totalhalten av alla kaliumisotoper. Det är dock bara en kaliumisotop som är radioaktiv, kalium-40. Kalium-40 utgör 0,012 % av totala mängden kalium.

- 1 % kalium motsvarar 313 Bq/kg kalium-40
- 1 ppm (1 g/ton) uran motsvarar 12,35 Bq/kg uran-238 och 12,35 Bq/kg radium-226
- 1 ppm (1 g/ton) torium motsvarar 4,06 Ba/kg torium-232

**Tabell 4.** Resultat från mätningar med gammaspektrometer på håll inom projektområdet Södermanland. Databasen omfattar mätningar från olika provtagningsplatser för bergkvalitet, mätningar längs den tänkta spårinjen Ostlänken och uppföljningar av flygstrålningskartan samt äldre data från bergkvalitetskartan Nyköping K 48. Hela databasen omfattar cirka 800 mätningar. För att strålningsanomala punkter inte ska påverka det statistiska utfallet för de olika bergartstyperna har 35 höganomala mätpunkter (främst pegmatit och GP-granit), som visar ett aktivitetsindex över 2,5, uteslutits från denna sammanställning. Bergartskoden är baserad på bergartens ålder och sammansättning, se tabell 2.

Bergartskod	Antal	K (%)		U (ppm)		Th (ppm)		AI (index)	
		min-max	medel	min-max	medel	min-max	medel	min-max	medel
900	12	0,79–2,07	1,06	0,29–1,69	0,88	2,26–7,20	3,61	0,15–0,38	0,22
2070	51	3,30–5,76	4,36	1,00–18,3	4,15	4,20–61,5	22,3	0,62–1,96	1,08
2090	10	1,60–3,60	2,99	1,00–3,68	2,04	10,77–26,5	16,9	0,57–0,87	0,74
2110	40	0,85–11,73	5,16	1,10–29,6	7,27	0,90–74,5	16,1	0,62–2,23	1,16
2120	89	1,20–7,90	4,47	1,0–51,1	7,81	1,63–73,0	25,8	0,56–2,3	1,31
2220	55	2,20–5,82	3,92	1,07–20,8	5,94	10,50–77,5	28,8	0,55–2,23	1,24
2250	89	1,50–4,80	3,26	0,70–24,6	5,73	6,68–66,7	21,7	0,45–2,09	1,01
2255	37	1,30–4,73	3,48	0,95–23,3	6,95	3,20–68,0	22,3	0,50–1,99	1,10
2260	54	0,73–3,55	2,04	0,93–17,1	5,06	4,43–38,4	18,5	0,24–1,47	0,80
2290	27	0,55–2,30	1,45	0,67–10,1	2,62	1,65–26,8	6,31	0,11–1,09	0,39
2305	5	0,13–0,63	0,44	0,83–1,40	1,06	1,30–3,70	2,25	0,09–0,18	0,13
2310	80	0,83–5,77	3,46	0,35–11,8	4,12	2,25–35,5	14,4	0,33–1,47	0,82
2311	26	5,98–9,25	6,88	1,0–10,1	3,67	0,5–22,9	13,2	0,77–1,44	1,14
2315	27	1,50–9,50	4,18	0,71–6,50	3,13	1,02–47,4	16,2	0,51–1,74	0,89
2320	17	0,40–4,50	2,05	0,20–9,50	3,71	1,65–22,1	8,51	0,12–0,84	0,54
2330	9	0,90–5,40	1,90	0,27–3,30	1,25	1,40–8,95	3,02	0,17–0,62	0,31
2360	95	1,40–5,60	3,25	1,57–15,3	4,35	2,17–175	18,3	0,44–4,37	0,89
2365	42	1,60–5,07	3,40	0,75–15,0	4,34	2,20–35,8	18,1	0,37–1,56	0,90

## Modellering av bergkvalitetskarter

Med utgångspunkt i berggrundsgeologiska fältobservationer, analyser och strålningsmätningar görs en ytmässig generalisering av bergkvaliteten. Inom projektet görs en ytmässig tolkning av användningsområdena väg, järnväg och betong utifrån olika kriterier som kan ställas på bergarternas egenskaper. Med hjälp av den geologiska kartan kan bergmaterialets sammansättning och dess egenskaper extrapoleras ut från provtagningsplatserna till ett större område. Berget delas in i fyra olika kvalitetsklasser med avseende på användningsområde: 1) mycket god, 2) god, 3) mindre god och 4) dålig (Mortensen & Göransson 2018). Bergkvaliteten presenteras i nästa avsnitt.

## Förändringar och osäkerhet i berggrunds- och bergkvalitetskartan

En stor förändring i kartbilden över berggrunden med den nya kartläggningen jämfört de äldre Af-kartorna är att större ytor nu kartlagts som vulkaniska bergarter. Detta arbete initierades med kartläggningen för K 48 Bergkvalitetskartan Nyköpings kommun (Antal Lundin m.fl. 2006). I samband med bergkvalitetskartläggningen Nyköpings kommun genomfördes omfattande omtolkningar av de tidigare kartlagda paragnejserna till vulkaniska gnejser på kartbladet 9H Nyköping SV. Dessa kartläggningar sammanfattas i K 437 (Claesson 2013). Omtolkningarna bekräftas av den nya kartläggningen 2024.

Ett karakteristiskt drag för berggrunden i Södermanland är den höga metamorfosgraden som till stora delar omformat de äldre vulkaniska-, orto- och paragnejserna till migmatiter och många av de olika särdragen har suddats ut. Det finns också en tendens att de olika egenskaperna konvergerar oavsett bergartstyp med den höga metamorfosen. En konsekvens av detta är svårigheten att identifiera bergartstypen efter bildningssätt. Den nya kartläggningen har i ökad utsträckning identifierat vulkaniska gnejser och paragnejser jämfört med den äldre kartläggningen som tolkade större delar av berggrunden som ortognejser. De olika bergartstyperna är beskrivna längre fram i rapporten.

# Geologisk information för samhällsplanering

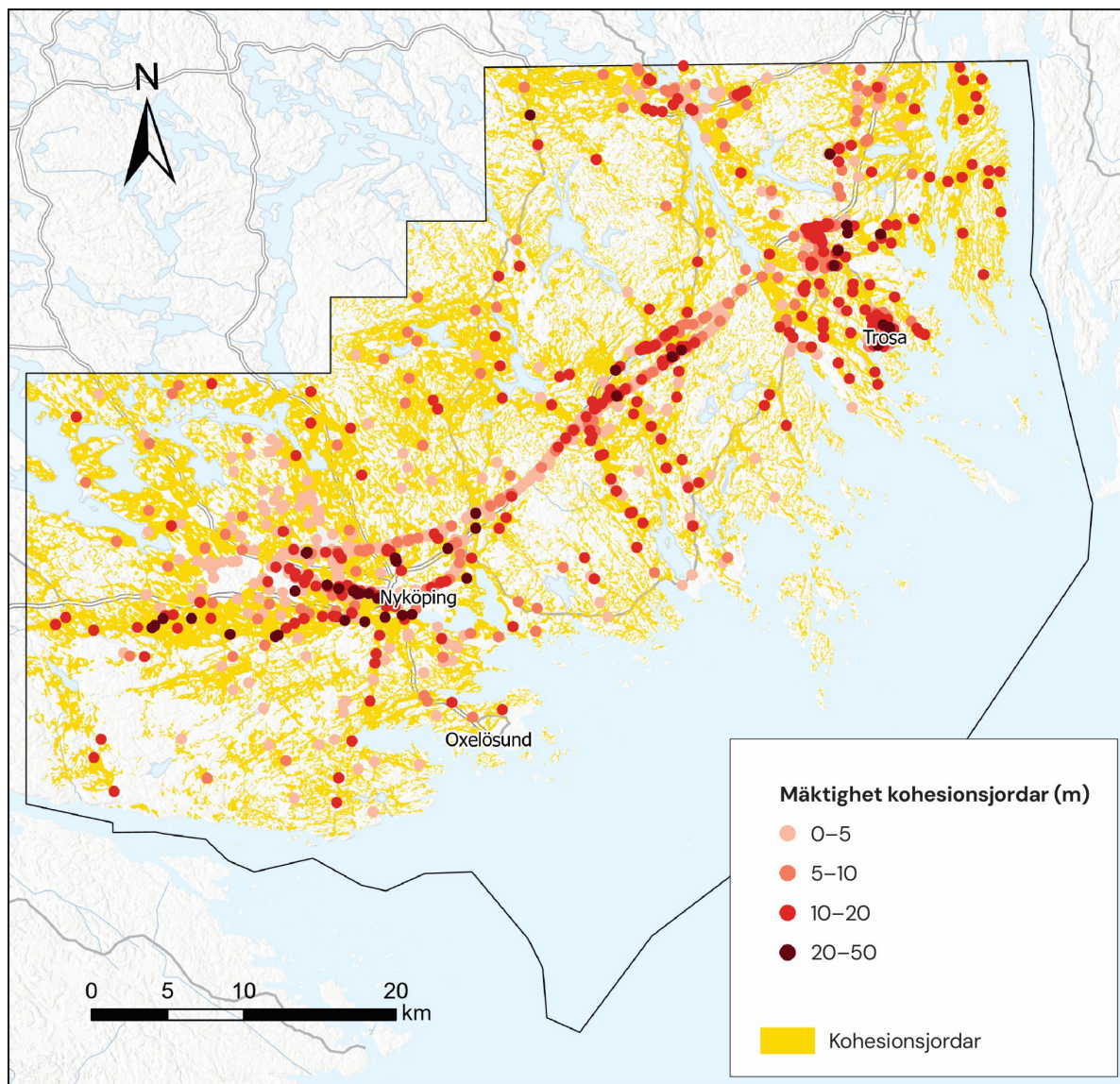
Nyköpingsområdet är en expansiv region med många planerade infrastrukturomvandlingar som kräver geologiska underlag för modellering av risker och klimatanpassningsåtgärder. I detta avsnitt beskriver vi hur tillgängliga geologiska data från SGU kan stötta samhällsplaneringen mot ett hållbart nyttjande av mark och vatten. Vi diskuterar även risker och möjligheter kopplade till områdets mark- och vattenresurser i ett framtida klimat.

## Kohesionsjordar – möjligheter och risker med finkorniga jordar

I Nyköpingsområdet är finkorniga jordar vanligt förekommande. Dessa så kallade kohesionsjordar består främst av lera och silt. I en kohesionsjord verkar inte bara friktionskrafter mellan jordpartiklarna utan även den fysikaliska kraften kohesion. Kohesionen utgörs av molekyllära attraktionskrafter mellan de mycket små partiklarna i finjorden och medför att jordpartiklarna häftar samman. Lera är den vanligaste kohesionsjorden, men även silt kan ibland uppvisa dessa egenskaper. Finkornig morän, som innehåller en hög andel ler- och silt, kan också uppträda som en kohesionsjord.

Kohesionsjordarnas mäktighet varierar kraftigt inom kartområdet, men uppgår ibland till över 20 m (fig. 4). De mäktigaste lagren av kohesionsjordar hittas i dalgångarna väster om Nyköping,





**Figur 4.** Minsta mäktigheten på kohesionsjordar (lera och silt) baserat på tillgängliga stratigrafiska data (SGU, Trafikverket). Kartan visar endast resultat från borrhningar där kohesionsjordar identifierats i markytan. Observera att borrhningar på olika platser har gjorts med olika metoder och i olika syften. Till exempel är sträckningen för planerade Ostlänken studerad av Trafikverket med omfattande djupborrningar, vilket syns i kartan som en sträng av relativt mäktiga lager.

norr om Trosa och i trakterna runt Tystberga. Detta område sammanfaller delvis med infrastrukturkorridoren som löper genom det aktuella området, bland annat dragningen av Ostlänken. Denna kommer att innebära att en ny dubbelspårig järnväg dras från Järna via Vagnhärad, Nyköping och Skavsta, och vidare söderut mot Linköping. Med detta följer även en rad andra infrastrukturprojekt som kräver geologiska underlag för en hållbar och säker markanvändning.

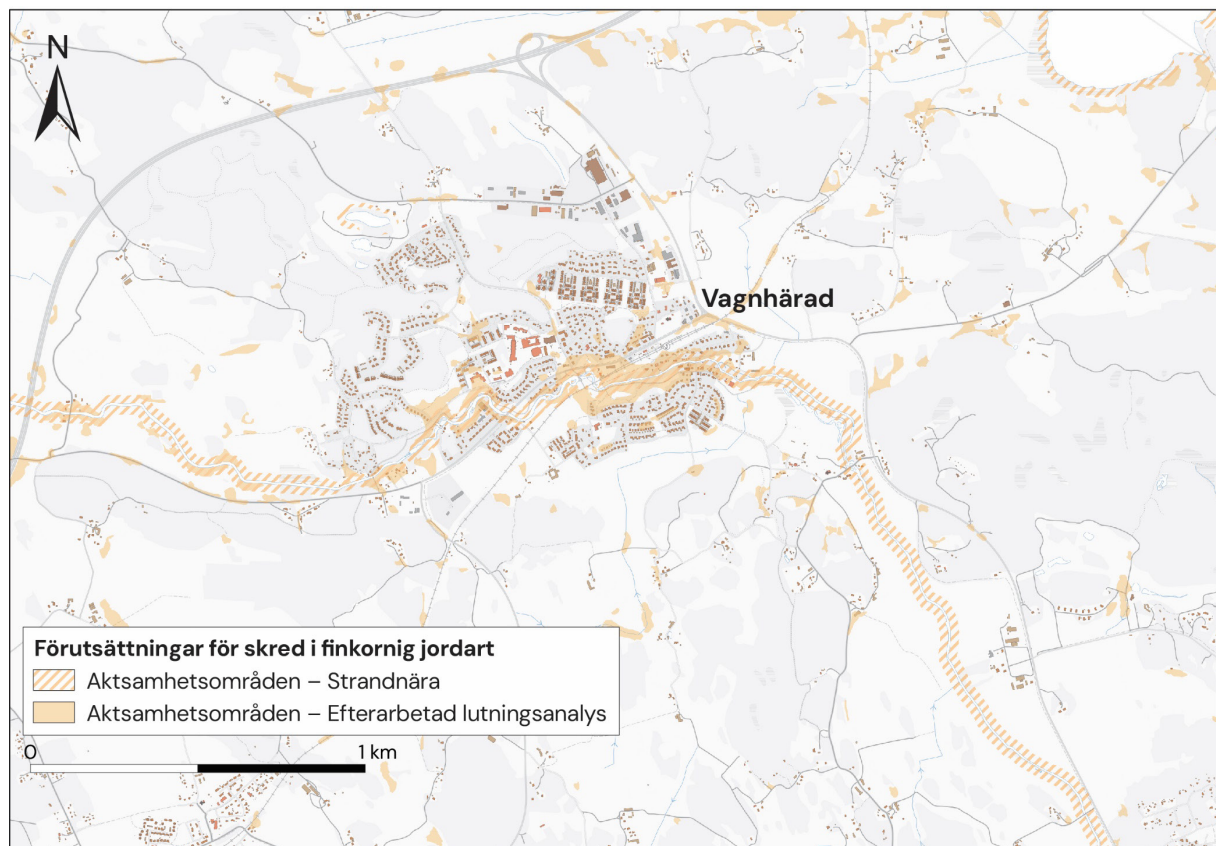
### Förutsättningar för skred

Att bygga och anlägga på kohesionsjordar kräver resurser för att undvika framtida problem med sättningar i marken och i värsta fall skred. Finkorniga glaciala sediment överlagras och draperas i princip alltid morän och grövre isälvsediment. I dalgångar med finkorniga jordarter i anslutning till mer genomsläppligt material kan det därför uppstå ett uppåtriktat vattentryck på dalgångens sidor. Detta beror på att de finkorniga sedimenten har en sämre genomsläpplighet för vatten jämfört med morän och isälvsediment. Detta uppåtriktade vattentryck kan leda till ökad känslighet

om marken blir mättad på vatten. Yttre påverkan från till exempel vibrationer, erosion eller schaktning kan under dessa förutsättningar öka risken för skred och ras. Detta scenario har legat bakom ett antal kända skred i området till exempel vid Vagnhärad 1997 (SGI rapport nr 56, 1998) och vid Svärtagård norr om Sjösa 1938 (Kungl. Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen Ärende nr 500).

SGU har gjort en nationell analys som visar områden där marken geologiskt sett har förutsättningar för skred. Kartlagret *Förutsättningar för skred i finkornig jordart* är tänkt att användas i tidigt planeringsstadium för att identifiera områden där det kan finnas skredfara och där ytterligare utredningar behöver göras. Inom det aktuella kartområdet är områden i anslutning till vissa vattendrag utpekade som platser där det finns geologiska förutsättningar för att skred skulle kunna inträffa, till exempel i anslutning till Nyköpingsån, Trosaån, Svärtaån, och Kilaån (fig. 5). Även en del strandnära områden är markerade som aktsamhetsområden med avseende på skred, till exempel kusten utanför Nyköping, samt utmed Sjösafjärden och Mellanfjärden.

SGU har även tagit fram ett kartlager som heter *Fastmark*. Detta skiljer ut områden som normalt kan betraktas som fastmark från annan mark. Fastmark definieras här som mark med berg, morän, isälvssediment, grus, sten, eller blockjord. *Ej fastmark* definieras här av mark som består av lera, silt, organisk jord, postglacial sand eller liknande. Informationen kan användas i samhällsbyggnadsprocessen som ett mycket översiktligt underlag vid exempelvis byggnadsprojekt och vägplanering.



**Figur 5.** Exempel på utdrag ur SGU:s kartvisare *Förutsättningar för skred i finkornig jordart*. I Vagnhärad syns en ökad förutsättning för skred i anslutning till ån, baserat på att detta område karakteriseras av branta sluttningar i lerig mark. Kartlagret kan användas i ett tidigt planeringsstadium för att identifiera områden där det finns skredfara och där ytterligare utredningar behöver göras. För att kunna tolka informationen krävs grundläggande geoteknisk och geologisk kompetens. Informationen bygger på en beräkningsalgoritm (Tryggvason m.fl. 2014) som definierar markområden med finkornig jordart som har förutsättningar för jordskred utifrån jordartstyp (enligt SGU:s produkt *Jordarter 1:25 000–1:100 000*), terrängmodell (Lantmäteriet 2022) och kritisk lutning (1:10).



Vattenmättade jordar innebär en riskfaktor för skred. Det är därför viktigt att klimatanpassningar baseras på hur området förväntas påverkas av kommande förändringar i nederbörd. SMHI:s regionala klimatmodeller för Södermanlands län visar hur och när nederbördsmönstren kommer att förändras samt hur vattendragen förväntas påverkas (SMHI 2024). I ett framtidsscenario där utsläppen av växthusgaser börjar minska efter 2040 (RPC 4,5) (IPCC 2014) förväntas nederbörden i länet att öka med cirka 5–10 mm per månad från 2071. Antalet dygn med kraftig eller extrem nederbörd kommer att öka med cirka 5 dygn enligt modellerna (SMHI 2024). Den maximala vattenföringen förväntas stiga med 10–20 % i vissa vattendrag i länet, till exempel i Svärtaån och Kilaån. Den genomsnittliga vattenföringen kan dock komma att sjunka med cirka 5–10 % i de flesta vattendrag i området, till exempel i Nyköpingsån, Husbyån, Svärtaån och Trosaån (SMHI 2024). Om utsläppen inte minskar utan i stället fortsätter att öka kraftigt (RPC 8,5) (IPCC, 2014) visar SMHI:s modeller på än större påverkan på hydrologin i området. Med den jordartssammansättning som återfinns i Nyköpingsområdet är således stabilitetsaspekten extra viktig att ha i åtanke i samband med långsiktig planering och klimatanpassningsåtgärder.

## Lera som byggmaterial

Lerorna i Mälarenregionen är väl lämpade för framställning av tegel. I början av 1900-talet fanns det flera tegelbruk inom det aktuella kartområdet. En orsak till att tegelbruken lagts ner är att teglet blivit utkonkurrerat av billigare byggnadsmaterial. Den rikliga förekomsten av lera i området gör dock att det finns goda förutsättningar att i framtiden återuppta tillverkningen av tegel eller att använda lera som byggmaterial i annan form.

## Naturgrus

Naturgrus är en sammanhållen term som innefattar både sand och grus som är väl sorterad kornstorleksmässigt. Naturgrusavlagringarna är viktiga för samhället på många sätt, samtidigt som de är en ändlig resurs som samhället behöver hushålla med. Naturgrusavlagringarna har till exempel en avgörande roll för infiltration och lagring av grundvatten för vattenförsörjning, samtidigt som de är viktiga för samhällets behov av materialförsörjning. Naturgruset hittas ofta i miljöer med höga natur- och kulturvärden, till exempel rullstensåsar, och är därmed även viktiga ur bevarandesynpunkt.

## Materialförsörjning

Området mellan Södertälje och Nyköping är en del av Mälardalen där efterfrågan på naturgrus är stor och förväntas öka i framtiden (Lång m.fl. 2023). Naturgrus är en viktig beståndsdel i betong och som ballastmaterial och är därför en central råvara för såväl industrin som byggsektorn (Schoning 2017). En ökad efterfrågan på naturgrus för bygg- och infrastrukturprojekt måste dock vägas mot andra viktiga funktioner som dessa avlagringar bistår med, till exempel grundvattenmagasinering (Lång m.fl. 2023). Ett minskat uttag av naturgrus är därför en av punkterna som man vill uppnå inom arbetet med Miljömålet *Grundvatten av god kvalitet* ([www.sverigesmiljomal.se](http://www.sverigesmiljomal.se)). Enligt svensk lag ska användningen av naturgrus begränsas till de användningsområden där det inte går att ersätta med alternativa material, som till exempel krossat berg (Miljöbalken 9 kap 6f§). För vissa specialprodukter är naturgruset i nuläget inte möjligt att ersätta med andra material (Göransson 2015, Mortensen m.fl. 2023). För att gynna ett hållbart uttag av naturgrus rekommenderar SGU att brytning av natursand begränsas till avlagringar där sandfraktionen uppgår till minst 70 %. Detta för att hushålla med avlagringarna så att naturlig sand finns tillgänglig i framtiden för de ändamål där den inte går att ersätta.

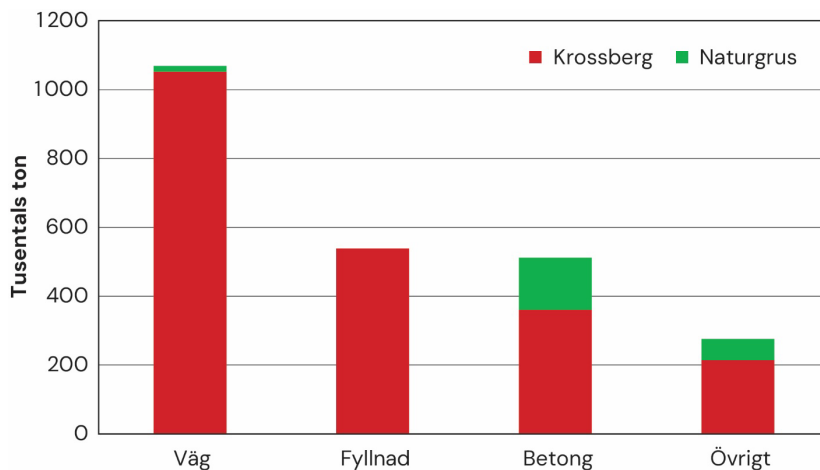
Ballast kan bestå av olika material och används främst vid vägbyggen, som fyllnadsmassor samt vid betongframställning. Av de ballastleveranser som togs från materialtäkter i Södermanland under 2022 var cirka 10 % naturgrus, vilket motsvarar cirka 230 000 ton (fig. 6). Resterande 90 % av ballastleveranserna från länet kom från krossberg (SGU 2023). Fördelningen mellan olika

ballastmaterial och användningsområden i länet ligger i linje med hur det ser ut i landet i stort (Lång m.fl. 2023, SGU 2023).

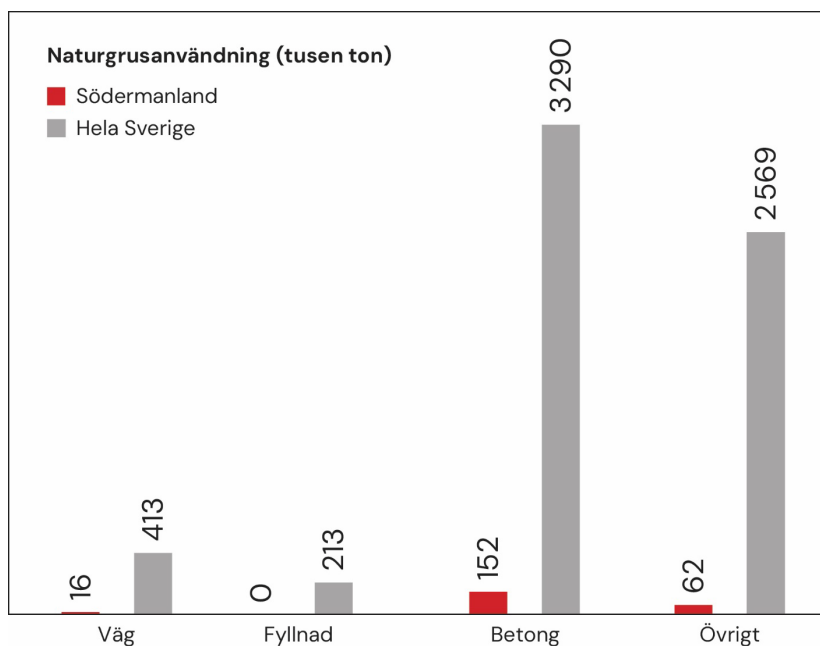
I Södermanlands län, liksom i resten av landet, används naturgruset framför allt för framställning av betong (fig. 7). Naturgrus är väl lämpat för betongframställning eftersom det ofta är väl sorterat och innehåller en hög andel sand, vars naturligt rundade former gör att betongen får en bra hållfasthet (Göransson 2015). Den för nuvarande enda aktiva grustäkten inom kartområdet är Stigtomta-Eneby i Haresta (SGU:s kartvisare *Ballast*).

Ett sätt att minska uttaget av natursand är att använda bergkross som alternativt ballastmaterial vid tillverkning av fabriksbetong. För att bergkross ska kunna ersätta naturgrus vid betongtillverkning måste flera specifika egenskaper hos bergmaterialet uppfyllas. Läs mer om bergkvalitet längre ned i detta avsnitt.

På SGU:s webbplats finns en handledning om *Materialförsörjning*. Här ingår bland annat stöd till aktörer som söker tillstånd för en ny grus- eller bergtäkt.



**Figur 6.** Leveranser av ballast i tusentals ton i Södermanlands län under 2022, fördelat per materialtyp och användningsområden (SGU, 2023). För motsvarande nationella data se Lång m.fl. (2023).



**Figur 7.** Mängden naturgrus (uttryckt i tusentals ton) som användes för vägbyggen, fyllnad, betong och övriga användningsområden under 2022, i hela Sverige (grå staplar), varav Södermanland (röda staplar) (SGU, 2023).

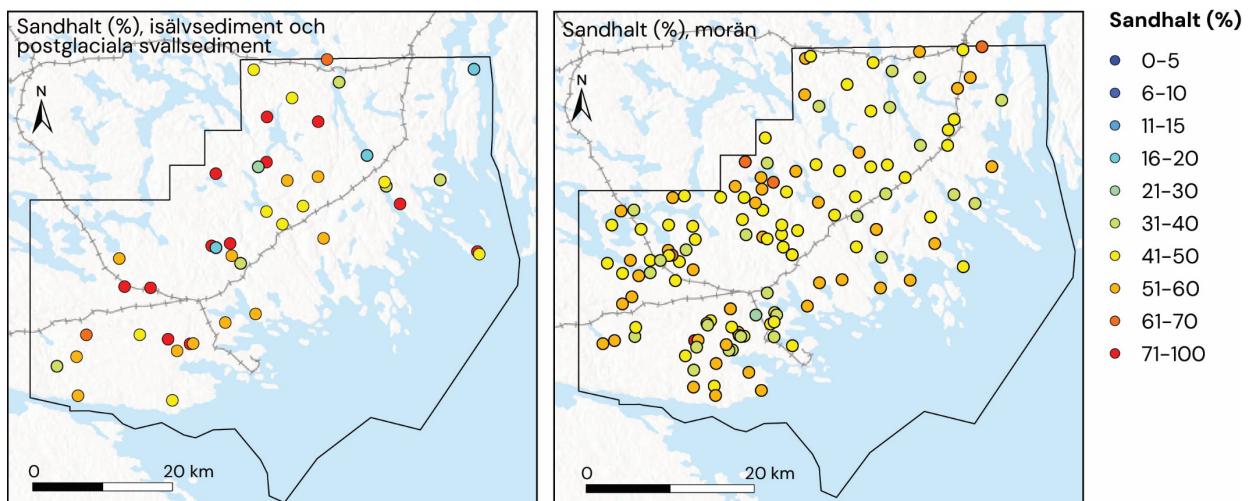
## Sandhalt

Inom ramen för den tidigare kartläggningen vid SGU gjordes ett stort antal analyser med avseende på kornstorlek i det aktuella området. Dessa data har nu digitaliserats och tillgängliggjorts som öppna data (SGU:s databas *Jordartsanalyser*). Majoriteten av proverna är analyserade i morän, men även vissa isälvsavlagringar och postglaciala avlagringar har analyserats.

Sammantaget visar tillgängliga kornstorleksdata att sandhalten (fig. 8) i de stora isälvsavlagringarna (Stigtomtalmalen, Larslundsmalmen) har en materialsammansättning som lämpar sig väl för brytning av natursand. Sandinnehållet varierar mellan cirka 100 och 70 % i de flesta isälvsavlagringarna belägna nordväst om Nyköping. Längre norrut i det aktuella området är sandhalten i isälvsavlagringarna lägre, mellan cirka 25 och 75 %. I de södra och sydöstra delarna av området är sandhalten som mest 60 % i de isälvsavlagringar som analyserats. I Vagnhärad och i Tullgarnsområdet finns dock vissa avlagringar med sandhalter som uppgår till cirka 75 %.

Postglaciala svallsediment kan i likhet med isälvsediment uppvisa höga sandhalter. Den postglaciala sanden uppvisar dock andra egenskaper än den glaciälvialt avsatta sanden, och kan därför oftast inte användas till samma ändamål. Ofta har postglaciala sanden avsatts ovanpå leror vilket kan påverka markstabiliteten så väl som genomsläppligheten. Svårigheten att skilja dessa jordar vid kartläggningen kan därför innebära en osäkerhet vid till exempel avgränsning av grundvattenmagasin.

Moränen inom kartområdet innehåller relativt höga sandhalter, generellt mellan cirka 40 och 60 % (fig. 8). På ett fåtal platser i norr och öster uppvisar moränen sandhalter som överstiger 60 %. En översiktlig bedömning av kornstorlekssammansättningen i de moräntäckta isälvsedimenten visar på relativt dåligt sorterade sediment, ofta med inslag av morän. De stickprov som gjordes i fält inom ramen för detta projekt visar att sandhalten är betydligt lägre än 70 % i dessa avlagringar.



**Figur 8.** Sandhalt (%) i isälvsavlagringar och postglaciala sediment (vänster) och i morän (höger). Datat bygger på kornstorleksanalyser genomförda av SGU. I samband med uppgraderingen av jordartkartan har data från nya och tidigare genomförda analyser digitaliserats och tillgängliggjorts som öppna data (SGU:s databas *Jordanalyser*).



## Vad säger miljöbalken om brytning av naturgrus?

En täkt för naturgrus får inte komma till stånd om:

1. det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt att använda ett annat material,
2. naturgrusförekomsten är betydelsefull för nuvarande eller framtida dricksvattenförsörjning och täkten kan medföra en försämrade vattenförsörjning, eller
3. naturgrusförekomsten utgör en värdefull natur- eller kulturmiljö.  
(Miljöbalken 9 kap 6f§ samt Lag 2012:907).

I kartlagret Ballast och industrimaterial (SGU:s kartvisare *Ballast*) finns information om kornstorlekssammansättning i några av de största grusavlagringarna. Denna information baseras på äldre analyser (SGU 1991, Länsstyrelsen 1995), där fokus var att studera de avlagringar som hade potential för täktverksamhet.

## Naturgrusavlagringarnas geovetenskapliga värde

I slutet på 1900-talet utreddes och inventerades de största isälvsavlagringarnas naturvärde och geovetenskapliga värde i Sverige (SGU 1991, Länsstyrelsen 1995). Högt geovetenskapligt värde innebär att avlagringen kan innehålla utforskad information om geovetenskapliga frågeställningar kopplade till kvartärgeologi, samt klimat- och miljöutveckling. Enligt inventeringen (SGU 1991, Länsstyrelsen 1995) är Hånömogen den enda lokal i det aktuella kartområdet som klassats med både högsta naturvärde och högsta geovetenskapliga värde (tabell 5). Klassningen enligt grusinventeringen ger en indikation på hur värdefulla avlagringarna är, men förutsättningarna kan ha förändrats sedan inventeringen gjordes. Till exempel kan både det geovetenskapliga värdet och naturvärdet ha sjunkit på grund av täktverksamhet. Stigtomtamalmen klassades till exempel med högt geovetenskapligt värde, men är i dag kraftigt exploaterad. I vissa fall kan dock naturvärdet ha ökat i samband med att en gammal täkt återställts och anpassats för att gynna en viss typ av ekosystem.

Åsar och andra landskapsmiljöer som domineras av isälvs sediment har traditionellt varit kulturellt viktiga platser för människan. Idag kan många av dessa platser kopplas till rekreation, naturupplevelser och friluftsliv. Ofta återfinns även fornminnen i dessa miljöer (Schoning m.fl. 2019). De isälvsavlagringar som anses vara viktiga för natur- och kulturlandskapet är skyddade genom miljöbalken (9 kap 6f§). Även miljömålet *Grundvatten av god kvalitet* syftar till att skydda isälvsavlagringarna för att säkra framtida vattenförsörjning.

**Tabell 5.** Geovetenskapligt värde och naturvärdesklassning för några av de största isälvsavlagringarna inom kartområdet, hämtat från Grusinventeringen som genomfördes under 1990-talet (SGU 1991, Länsstyrelsen 1995). Geovetenskapligt värde 1 motsvarar högsta värdet, och 3 lägsta geovetenskapliga värdet. Naturvärdesklass I motsvarar högsta naturvärdet, och klass III lägsta naturvärdet. Man bör vara medveten om att förhållandena på många platser har förändrats sedan inventeringen genomfördes, och att klassningen i vissa fall troligen inte är aktuell.

	Isälvsavlagring	Geovetenskapligt värde	Naturvärdesklass
<b>Västra området, Nyköping</b>	Stigtomtamalmen	1	III
	Larslundsmalmen	2	II
	Skavsta flygplats	3	III
	Stigtomta - Källstugan	2	II

	Stigtomta – Oslund,	3	III
	Stigtomta – Valskog	3	III
	Stigtomta – Viksberg	3	III
	Stigtomta – Askungnen	3	III
	Råby-Rönö – Högvalla	3	III
	Råby-Rönö – Stene	2	II
	Råby-Rönö – Furåsen	3	II
	Råby-Rönö – Granliden	2	I
<b>Sydöstra området, Nyköping</b>	Horn (norra)	3	I
	Horn (södra)	3	II
	Studsvik – Hånömogen	1	I
	Arnö – Näslandet	3	I
<b>Norra och nordöstra området, Gnesta-Vagnhärad-Trosa</b>	Gnesta – Hedvigslund	2	II
	Gnesta – Vårdinge/Nibble	3	II
	Vagnhärad – Nystugan	3	III
	Vagnhärad – Nytorp	2	II
	Tullgarn – Övre Malmen	3	I
	Hållsviken – Trosaby/Åshorn	3	II
	Öster-Malma	2	I

## Grundvattenmagasin

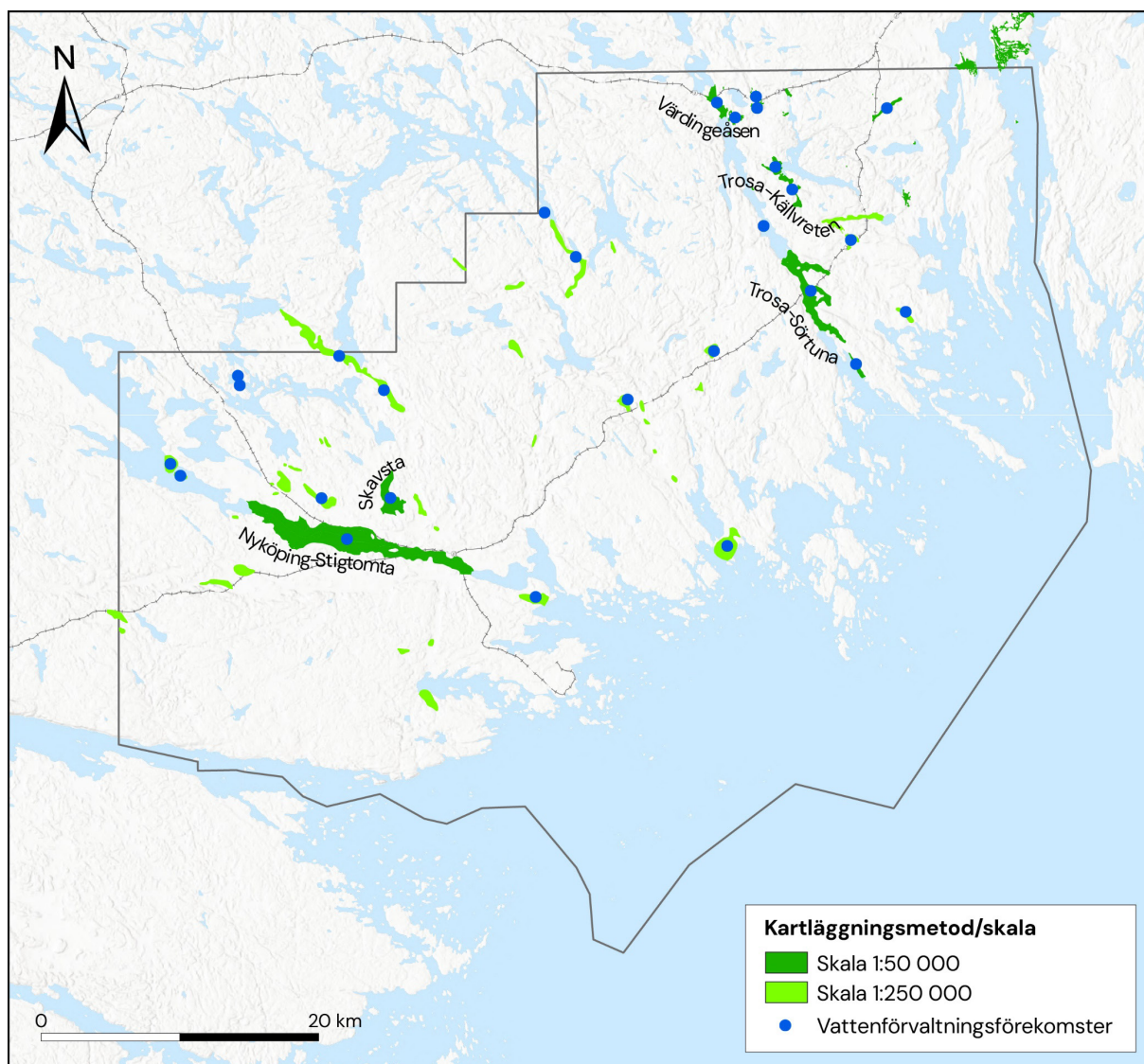
SGU genomför riktade kartläggningar av viktiga grundvattenmagasin och grundvattenförekomster. Ett grundvattenmagasin definieras oftast som en avgränsad del av marken varifrån det är möjligt att ta ut grundvatten. I det aktuella kartområdet finns flera grundvattenmagasin och de flesta är lokaliserade i anslutning till de stora isälvsavlagringarna (fig. 9). Det är oklart om det förekommer ytterligare grundvattenmagasin inom de områden där det i och med uppgraderingen av jordartskartan har kartlagts isälvsediment under morän.

I samband med att grundvattenmagasinen kartläggs och avgränsas, görs borrhningar i marken för att undersöka underliggande jordars genomsläpplighet och vattentillgång. Grundvattenmagasinen innefattar genomsläppliga jordar som syns vid markytan, samt i djupare jordlager och i berg. Grundvattenmagasinet omfattar därför ofta även områden där jordartskartan visar en icke genomsläpplig jordart (till exempel lera). Detta beror på att de genomsläppliga, vattenförande jordarna (främst isälvsmaterial) ofta ligger under de finkorniga lerorna och de postglaciala jordarna (till exempel lera).

Allt grundvatten omfattas av miljöbalkens bestämmelser. För avgränsade grundvattenförekomster finns det särskilda regler och krav som ska uppfyllas för att en verksamhet ska kunna tillåtas. En grundvattenförekomst är en *avgränsad volym grundvatten* i en eller flera akviferer inom ett grundvattenmagasin. I dagsläget är majoriteten av magasinen i området klassade som grundvattenförekomster inom vattenförvaltningen (fig. 9).

## Grundvattenförekomster

För att klassas som grundvattenförekomst måste den ge minst tio kubikmeter vatten per dygn, eller kunna förse minst 50 personer med dricksvatten. Begreppet grundvattenförekomst används i samband med vattenförvaltning och omfattas av de EU-gemensamma reglerna i Vattendirektivet (EU Direktiv 2000/60/EG). Arbetet med vattenförvaltning löper i sexåriga cykler och innefattar kartläggning, riskbedömning och statusklassificering (Läs mer på [www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se)).



**Figur 9.** Översiktskarta som visar de av SGU kartlagda grundvattenmagasinen inom kartområdet. Vissa magasin är beskrivna i detalj av SGU och nämns med namn i kartan (Aneblom & Pousette 2009, Thorsbrink & Mikko 2021, Rurling 2014, Rurling 2015). Punkter visar magasin som finns upptagna inom ramen för vattenförvaltningen (Vatteninformationssystem Sverige, VISS).

## Kartlagda grundvattenmagasin

Nedan sammanfattas de grundvattenmagasin inom kartområdet som kartlagts och beskrivits i detalj av SGU. De kompletta beskrivningarna finns att hitta i rapportform på SGU:s webbplats.

### Grundvattenmagasinet Nyköping–Stigtomta

Grundvattenmagasinet Nyköping–Stigtomta (Aneblom & Pousette 2009) är beläget mellan Yngaren och Nyköping och består av två delar med en grundvattendelarzon i södra delen av

Stigtomtamalmen. Ett grundvattenflöde sker mot nordväst och Yngaren, ett annat till en början mot nordost, sedan mot öster och slutligen mot ost-sydost där det så småningom når Stadsfjärden i Nyköping. Magasinets geologiska uppbyggnad är mycket komplex med omväxlande täta jordlager och genomsläppliga skikt med god vattenföring. Lagrens kontinuitet är likaledes varierande. Det är därför svårt att mäta eller beräkna magasinets egenskaper i detalj. Vid malmarna har magasinet en fri grundvattenyta medan magasinet i övriga delar är slutet. Trots magasinets storlek är uttagsmöjligheterna relativt begränsade. Den naturliga grundvattenbildningen beräknas vara 50–60 l/s. För den kommunala vattenförsörjningen tillgrips därför konstgjord grundvattenbildning med ytvatten från Yngaren, som infiltreras vid Larslundsmalmen. Totalt produceras cirka 180 l/s vid vattenverket, varav cirka 80 % härrör från ytvatteninfiltrationen. Bristen på stora grundvattenmagasin i denna del av landet gör att Nyköping–Stigtomtamagasinet är av betydande regionalt intresse, dels på grund av det naturligt bildade grundvatten som trots allt kan utnyttjas, dels genom att möjligheterna att förstärka denna resurs genom konstgjord grundvattenbildning är goda.

### **Grundvattenmagasinet Vårdingeåsen Visbohammar i Gnesta**

Grundvattenmagasinet Vårdingeåsen Visbohammar (Thorsbrink & Mikko 2021) finns i en isälvsavlagring som avsatts under högsta kustlinjen strax öster om Gnesta samhälle. Magasinet sträcker sig cirka 1,5 km från Frösjön i norr till Sillen i söder. Inom magasinet finns minst två områden där inlandsisen vid dess avsmältning stannat upp och avsatt en större mängd isälvsmaterial. Eftersom avlagringen är avsatt inom ett randläge finns det, förutom sand och grus, även finkorniga, osorterade jordlager inbäddade i avlagringen. Detta leder till att delar av magasinet har en betydligt sämre genomsläpplighet, och därmed lägre uttagsmöjlighet. Magasinet utgör grunden för Gnesta samhälles vattenförsörjning och har därför en stor betydelse för vattenförsörjningen. Uttagsmöjligheten i magasinet är bedömd till mellan 15 och 20 l/s.

### **Grundvattenmagasinet Trosa-Sörtuna**

Grundvattenmagasinet Trosa–Sörtuna (Rurling 2014) är till största delen uppbyggt av sand och grus och har god genomsläpplighet. Magasinet är beläget under högsta kustlinjen i ett stråk med isälvs sediment längs dalgången mellan Hällsviken (Östersjön) och sjön Sillen. Dalgången är till stora delar täckt av leror och andra finkorniga sediment. Förutsättningarna för större uttag av grundvatten varierar inom magasinet men bedöms i de mest gynnsamma delarna uppgå till drygt 50 l/s enligt vattendom från 1979. Sammantaget bör uttagsmöjligheterna ur hela magasinet, inklusive strandbotteninfiltrationen från sjön Sillen, vara i storleksordningen 50–75 l/s.

### **Grundvattenmagasinet Trosa-Källvreten**

Grundvattenmagasinet Trosa–Källvreten (Rurling 2015) finns i ett stråk av isälvs sediment som är beläget cirka 5 km nordväst om Vagnhärad, mellan Källvreten i söder och sjön Långviken i norr. Magasinet är cirka 3 km långt och har en yta på knappt 1 km<sup>2</sup>. Trosa kommun har en kommunal vattentäkt i detta magasin där i första hand Vagnhärad tar sitt vatten. Området ligger mellan 20 och 50 m ö.h. samt i sin helhet under högsta kustlinjen. De hydrauliska egenskaperna i de grovkorniga isälvs sedimenten bedöms vara goda i magasinets södra och norra delar. I det avsmalnande, mellersta partiet av grundvattenmagasinet, i höjd med grustaget på Överåda 3:10, dominerar finkorniga sediment. Sammantaget bör uttagsmöjligheterna i hela magasinet vara 9–12 l/s.

### **Grundvattenmagasinet Skavsta**

Grundvattenmagasinet Skavsta (SGU, opublicerat) ligger i en större sandavlagring under Skavsta flygplats, nordväst om Nyköping. Magasinet är cirka 3 km långt i nord-sydlig riktning cirka 2 km i ost-västlig riktning. Tidigare fanns en mindre vattentäkt som försörjde flygplatsen med vatten,

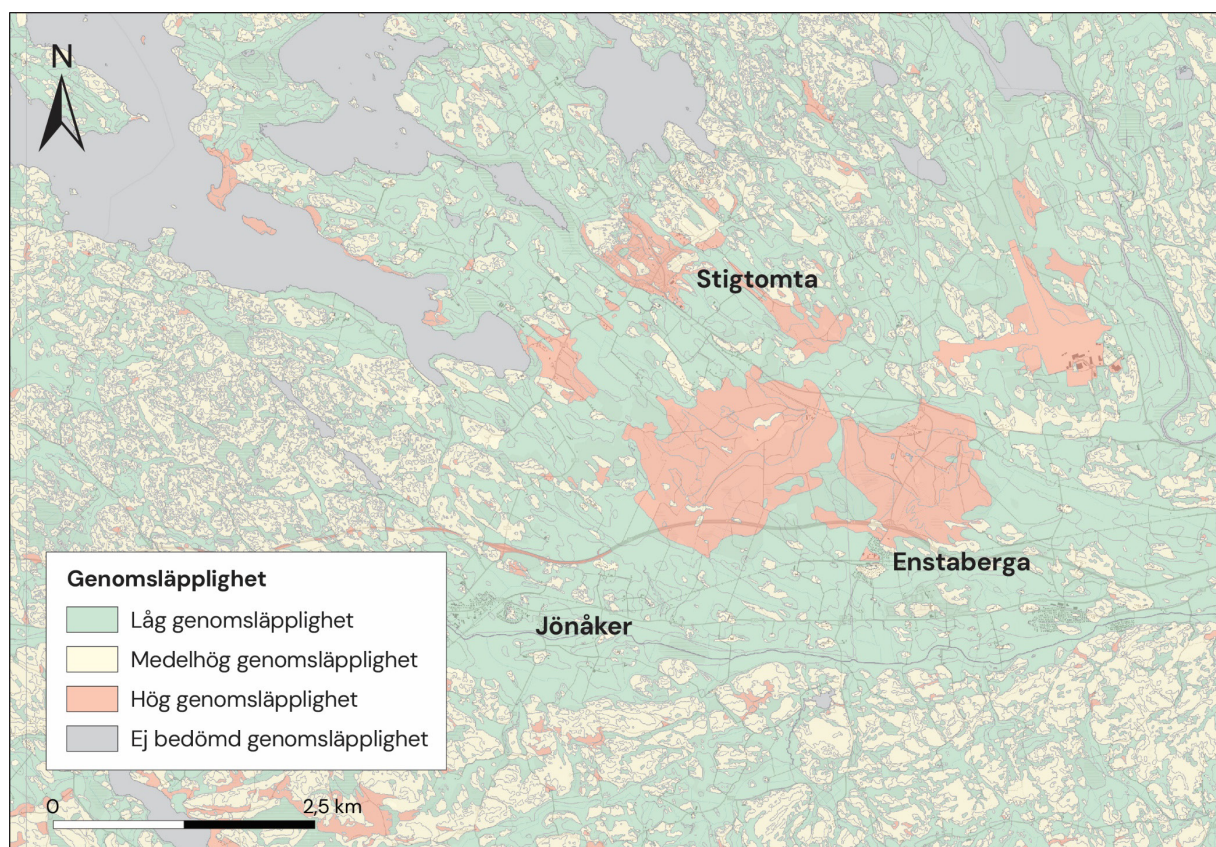


men på grund av föroreningsrisken används den inte längre. Området ligger förhållandevis högt till omgivningen på cirka 40 m ö.h. Sedimenten i avlagringen består till största delen av sand och uttagsmöjligheterna bedöms ligga mellan 5 och 25 l/s, dock troligen i den lägre delen av intervallet.

SGU:s datamängd *Grundvattenförekomster* redovisar grundvatten i jord eller berg som omfattas av vattendirektivet. Mer detaljerad information om respektive grundvattenförekomst finns i VISS (Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsen). Mer om vattenförvaltning finns att läsa i SGU:s webbaserade användarstöd *Vattenförvaltning av grundvatten* som hittas på SGU:s webbplats.

Kartlagret *Genomsläpplighet* baseras på kornstorlek och porositet hos jordarten i grundlagret, och ger en starkt förenklad bild över markens genomsläpplighet. Produkten är en ren omklassning av jordartskartan utifrån vattens infiltrationshastighet i jordarten (fig. 10).

Kartskiktet *Sårbarhet grundvatten* har tagits fram av MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) i samarbete med SGU och SGI (Statens geotekniska institut). Syftet är att stötta räddningstjänsternas behov av snabba insatser vid utsläpp av miljöstörande ämnen som kan hota grundvattnet. Detta kartskikt finns tillgängligt som ett beslutsunderlag i samband med olyckor men ska också kunna användas i ett förebyggande skede. Kartskiktet tar hänsyn både till jordartens genomsläpplighet, in- och utströmningsområden samt förekomst av eventuella grundvattenmagasin. *Sårbarhet grundvatten* finns åtkomlig via login på SGI:s webbplats.



**Figur 10.** Exempel på utsnitt från SGU:s kartlager och kartvisare *Genomsläpplighet* strax väster om Nyköping. Jordarter med störst genomsläpplighet är de med grovt sorterat material såsom isälvsmaterial och svallgrus. Områden med högsta genomsläpplighet (röd) motsvarar i detta fall sand- och grusavlagringarna mellan Stigtomta och Enstaberga. Områden med låg genomsläpplighet (grönt) motsvarar bland annat mark där lera och silt dominerar i ytan. Jordar med låg genomsläpplighet kan i vissa fall fungera som ett tätande skydd för eventuella grundvattenförekomster belägna på djupet, det vill säga då det finns sand och grus under de finkorniga sedimenten.

## Grundvattentillgång i ett förändrat klimat

SGU har under 2024 genomfört en klimatmodellering som uppskattar hur grundvattnet i små magasin i Sverige kan komma att påverkas i ett framtida klimat (Hjerne m.fl. 2024). Modellen beräknas utifrån SMHI:s klimatmodeller (SMHI 2024) och omfattar klimatscenerierna RCP 2,6, RCP 4,5 och RCP 8,5 (IPCC 2014). De indikatorer som modellerats är potentiell grundvattenbildning, grundvattentorka (längden på perioder med begränsad grundvattenbildning) och fyllnadsgrad (grundvattennivåer).

Tillgängliga mätdata sedan 1990 visar att den längsta grundvattentorkan främst har drabbat de östra delarna av Svealand och Götaland samt Skåne, och att den är mest uttalad nära kusten och de större sjöarna. För klimatmodellerna (fram till 2100) syns likande resultat. Modellen föreslår att den framtida grundvattentillgången i Svealand kommer att påverkas av längre grundvattentorka än i dag, med störst förändringarna nära kusten. Under sommarhalvåret skulle då grundvattentillgången minska, medan den skulle öka under vinterhalvåret. Den potentiella grundvattenbildningen och fyllnadsgraden förväntas vara oförändrad eller minska. Förändringarna är mer påtagliga ju högre RCP och ju längre fram i tiden man modellerar (Hjerne m.fl. 2024).

Östkusten, och Nyköpingsområdet i synnerhet, är klassat som bristområde med avseende på grundvatten (Hjerne m.fl. 2021). I den uppgraderade kartan har nya områden med isälvs sediment under morän kartlagts (tabell 1). Det har inte undersökts inom ramen för denna kartläggning om dessa isälvsavlagringar utgör grundvattenmagasin som inte tidigare beaktats. En begränsande faktor kan vara den komplexa geologin i området som gör att man kan förvänta sig varierande kornstorlekar inom varje avlagring, och därmed varierande uttagsmöjligheter för grundvatten.

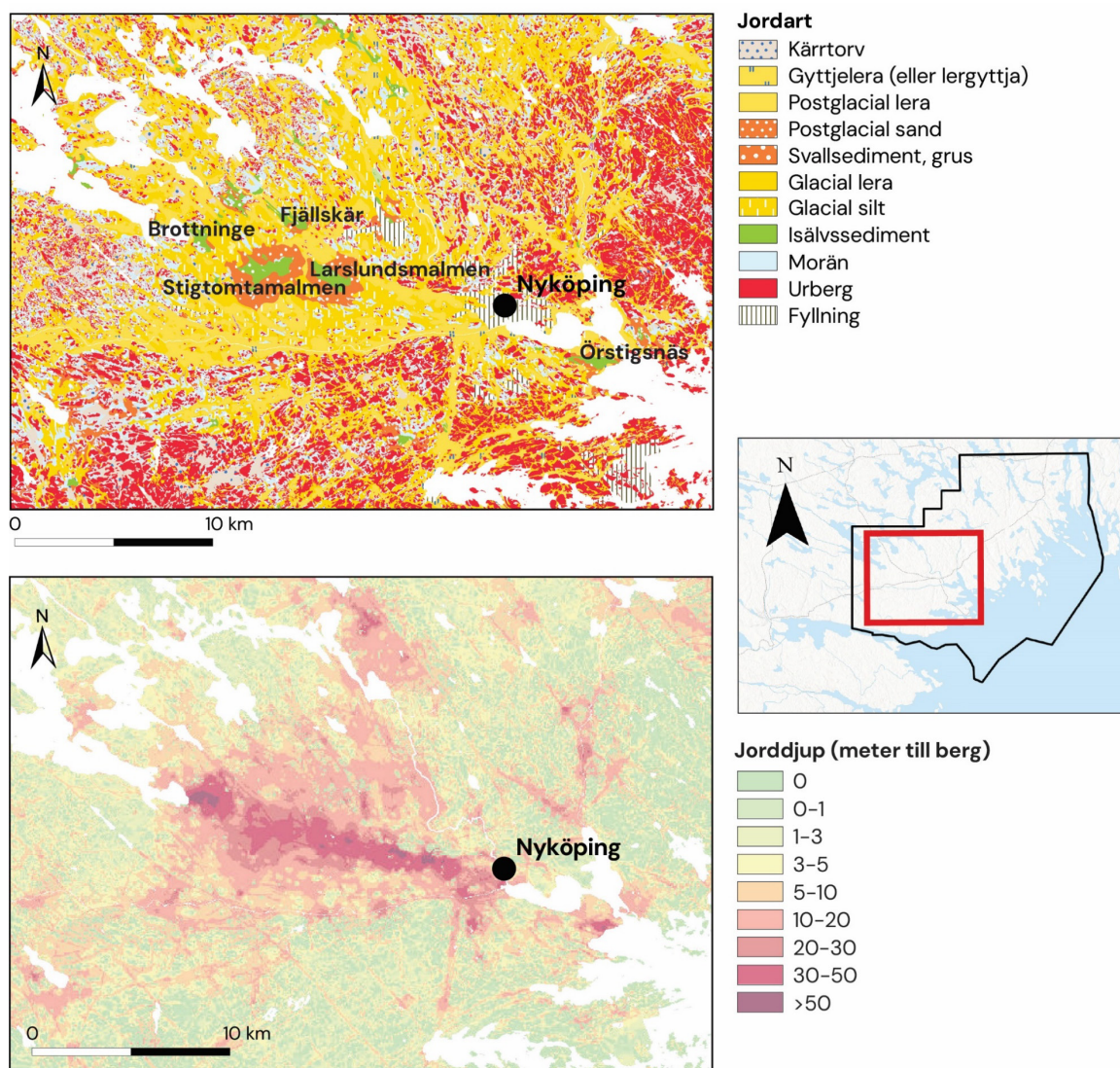
## Jorrdjup

SGU har under lång tid dokumenterat jordlagerföljder som visar jordarternas mäktighet och variation under mark (databasen *Jordlagerföljder*). Informationen bygger på observationer som har samlats in i samband med SGU:s jordarts- och grundvattenkartläggningar, brunnborrningar, samt vid geotekniska undersökningar utförda av andra aktörer.

Genom interpolering av kända jorrdjupsdata har SGU tagit fram en modellerad karta över jorrdjupet (Daniels & Thunholm 2014). Modellen presenteras i form av en jorrdjupskarta i SGU:s kartvisare *Jorrdjup*. I vissa områden är mätningarna av jorrdjupet mycket få vilket innebär att modellen på vissa platser kan vara mycket osäker.

I det aktuella kartområdet finns relativt tätt med borrdatabas och jorrdjupsobservationer, särskilt i området väster om Nyköping och i anslutning till de stora isälvsavlagringarna. I dalgången väster om Nyköping, mot Stigtomta, är jorrdjupet uppmätt och modellerat till mellan 30 och 50 m, ibland ännu djupare (fig. 11) (Persson 1972, Persson 1975, Persson 1983). Enligt jorrdjupsmodellen finns även mäktiga jordlager i området runt Studsvik, samt i dalgången vid Västerlångsöder om sjön Sillen sydväst om Vagnhärad, samt öster om Gnesta. På vissa av dessa platser har jorrdjup uppemot 80 m uppmätts. De stratigrafiska borringar som har gjorts i dessa områden tyder på att de finkorniga jordarterna (ler, silt) som hittas i ytan (fig. 4), underlagras av mer eller mindre mäktiga isälvs sediment (Persson 1975, Persson 1983). Så är fallet till exempel i området väster om Nyköping och i anslutning till de stora isälvsavlagringarna i Stigtomtalmalen, Larslundsmalmen och Brottninge (fig. 11). Just i detta område finns det en stor mängd borrdatabas som bekräftar att mäktiga jorrdjup ofta sammanfaller med förekomst av isälvsavlagringar. Det totala jorrdjupet kan således ge en uppfattning om den ungefärliga mäktigheten på isälvsavlagringarna i området.





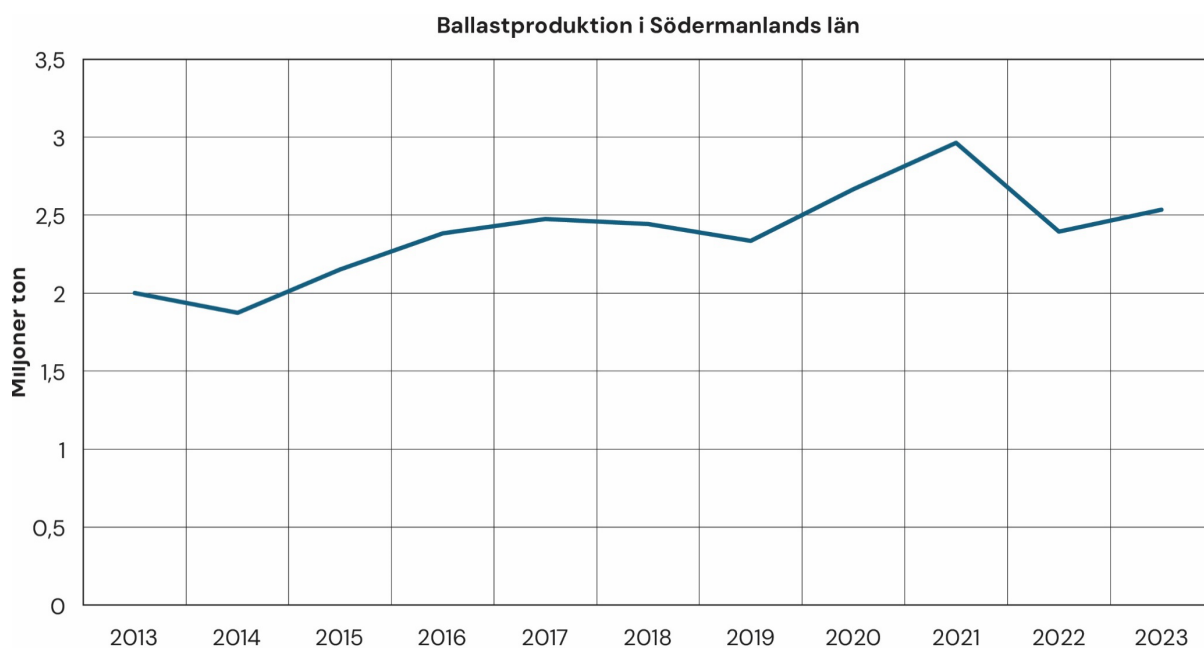
**Figur 11.** Jordartskarta (överst) och jorddjupsmodell (underst) över området runt Nyköping. Stigtomta och Larslundsmalmerna syns tydligt som gröna ytor i jordartskartan. Isälvssediment har främst avsatts i dalgångar som fylls upp med material under isavsmältningen. Man kan troligen i många fall förvänta sig förekomst av isälvsmaterial under de finkorniga jordarna (lera och silt) i områden där jorddjupet är mäktigt. Det bör nämnas att jorddjupsmodellen är osäker i områden där det förekommer begränsat med uppgifter om totala jorddjupet (Daniels & Thunholm 2014).

## Krossberg för ballast

### Ballastproduktion i Södermanland

Ballastmaterial som används för byggnation och anläggningsverksamhet är en samhällsstrategiskt viktig produktråvara och utgör i dag den råvara vi använder mest av i Sverige näst efter vatten. Produktionen av ballastmaterial i Sverige uppgick under 2022 till cirka 96 miljoner ton (SGU 2023). Detta är en minskning med cirka 5 miljoner ton jämfört med de tre senaste åren. Indirekt beror den minskade utvinningen av ballastmaterial i Sverige på ett minskat dagsaktuellt byggande vilket är kopplat till lågkonjunktur.

Inom det undersökta området för bergkvalitet (fig. 1) fanns 6 aktiva bergtäkter med varierande storlek 2018, enligt SGU:s statistik. Stora uttag av ballast kan också förekomma i samband med markberedning eller större infrastrukturprojekt, men dessa räknas inte in i SGU:s statistik. I området finns också ett stenbrott för uttag av Kolmårdenmarmor.



**Figur 12.** Utvinningen av ballastmaterial från Södermanlands samtliga täkter, såväl naturgrus, morän som krossat bergmaterial (SGU 2023).

I hela Södermanlands län producerades under 2022 cirka 2,2 miljoner ton ballast från bergtäkter (SGU 2023), vilket ligger inom normalt historiskt förekommande utvinningsvolymer (fig. 12). I hela Södermanlands län återfinns i dag 21 bergtäkter som producerar ballast för byggandet. I tätorter likt Eskilstuna och Strängnäs samt Nyköping börjar täktetablering bli allt svårare eftersom motstående intressen till ordinär täktverksamhet ofta förekommer där människor vistas kontinuerligt, exempelvis i större tätortsområden. I sådana områden blir med andra ord kringområdena alltmer betydelsefulla för nyetablering av täkter, i de fall berggrundens kvalitet är tillräckligt bra. Kartläggningen av bergkvalitet är därför viktig i stora delar av Södermanlands län – inte bara kring storstäderna – för att tillgodose samhällets tillgång på råmaterial för byggandet.

### Faktorer som påverkar bergmaterialets kvalitet – mineralogi

Bergarternas egenskaper som ballast beror till stor del på bergartens mineralsammansättning, kornstorlek, kornfogar och texturer. Mineralmässigt karaktäriseras bergmaterialet av en kombination av primära texturer och sekundära överpräglingar i form av deformation, metamorfos och nybildning av mineral i olika utsträckning. Omkristallisering av berggrunden under statisk, termal påverkan och retrograd omvandling är vanligt förekommande. Plastisk deformation av mineralen som drar ut mineralen längs minimum tryckpåverkan finns också utvecklad i proverna. Alla dessa förändringar av mineralkornen och bergarten påverkar de tekniska egenskaperna.

Andelen glimmermineral har en stor betydelse för bergmaterialets kvalitet som ballast. Detta beror inte bara på mineralet utan också att dess flakiga uppträdande ofta ger negativa konsekvenser för många ballaständamål. Inom gruppen glimmer återfinns mineralen biotit, muskovit och klorit, varav biotit är ett viktigt bergartsbildande mineral och det vanligaste förekommande glimmermineralet. Andelen fri glimmer (bestämd enligt VVMB 613, Trafikverket 2001, för material 0,125–0,25 mm) får ej överstiga 50 viktprocent för obundna vägmateriäl. Om andelen är mellan 30 och 50 viktprocent, får inte bärlagret trafikeras av tung trafik (Vägverket 2005a, b). Mineralogiskt visar det sig att glimmermängden ofta når sådana halter att den överskuggar effekterna av parametrar som annars förbättrar egenskaperna. Avgörande för bergarternas styrkeegenskaper är dock inte glimmertyp utan totalhalten av glimmer (Göransson 2018).



Finkorniga bergarter är generellt ett bättre material för användning som ballast, medan grövre kornstorlek normalt påverkar kvaliteten till det sämre. Framför allt ökar sprödheten i bergarter som har en större kornstorlek. Finkornigare material har en större förmåga att dämpa, förhindra spricktillväxten och därmed erhålla en högre hållfasthet (Göransson 2018). Men ojämn kornighet kan i sin tur vara en positiv faktor för hållfastheten (Lundqvist & Göransson 2001).

Kornfogning mellan olika mineralkorn är till stor del avgörande för en bergarts hållfasthet och dess lämplighet som ballastmaterial. En korngräns med högre grad av sammanväxning ger bättre egenskaper, till exempel en bergart med kaotisk kristalltillväxt skapar en bättre sammanfogning mellan mineralkornen och därigenom en bättre ballastkvalitet. För de flesta bergarter är det tydligt att raka kornfogar försämrar de tekniska egenskaperna. Om bergarten utsätts för hög metamorfos, högre tryck och temperatur, gynnas en statisk omkristallisation, en kristallväxt där raka korngränser som sammanstrålar i så kallade trippelpunkter med 120-gradersvinklar är vanligt förekommande. En sådan kristalltextur ger en generellt sämre hållfasthet.

Alkalisilikareaktivitet (ASR) är ett mått på benägenheten, risken för ett bergmaterial att bilda en alkalisilikagel. Gelen bildas som ett resultat av att kvarts (kiseldioxid) från ballasten löses upp av starkt alkalin porlösning i betongen (Lagerblad & Trädgårdh 1992). Gelen kan i vissa fall expandera och därmed innebära risk för att betongen senare ska spricka. Exempel på reaktiva varianter av kvarts och ogynnsamma texturer är i fallande skala: flinta, deformerad kvarts (eng. *ribbon quartz*), suturerade kornfogar och mikrokristallin kvarts. Problem med ASR uppstår endast när ballastmaterialet används för betong och främst då en betongkonstruktion placeras i en fuktutsatt miljö.

### **Faktorer som påverkar bergmaterialets kvalitet – sulfidmineral**

Sulfidmineral förekommer i många bergarter, oftast i små mängder. Det vanligast förekommande sulfidmineralet är pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) följt av magnetkis ( $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$ ). De påträffas i flera olika magmatiska bergarter men förekommer företrädesvis i mörka bergarter såsom till exempel gabbro och diabas och i dessa bergarters mer högmetamorfa motsvarighet, amfibolit. Vissa sedimentära bergarter som paragnejs och framför allt mer glimmerrika, pelitiska paragnejser kan lokalt innehålla kraftigt förhöjda halter av pyrit och magnetkis. Sulfidmineral kan också förekomma i vulkaniska bergarter och återfinns som källa till koppar-, bly-, zink-, guld- och silvermalmer, där sulfidmineralen kan förekomma i mycket höga koncentrationer. Sulfidmineral i lägre halter är vanliga i områden med mineraliseringar och till dem kopplade omvandlingszoner.

I bergmaterial som ska användas kan ett högt innehåll av sulfidmineral orsaka problem; dels vid användning av bergmaterialet som obunden ballast i väg- och järnvägsanläggningar, dels vid användning av bergmaterialet som betongballast. I samband med byggnation av vägar och järnvägar utnyttjas i så hög grad som möjligt bergmaterial som förekommer i anläggningens produktionslinje. Bergmassorna som loss hålls och krossas från bergskärningar lagras vanligen i tillfälliga upplag för senare användning. Om ballasten innehåller sulfider kan dessa komma i kontakt med vatten och syre och därefter oxideras varvid pH-värdet i lakvattnet sänks. Lakvatten med lågt pH-värde och höga metallkoncentrationer kan orsaka skador på miljön. Även vid gjutning och härdning av betong kan bergballast som innehåller sulfidmineral orsaka problem.

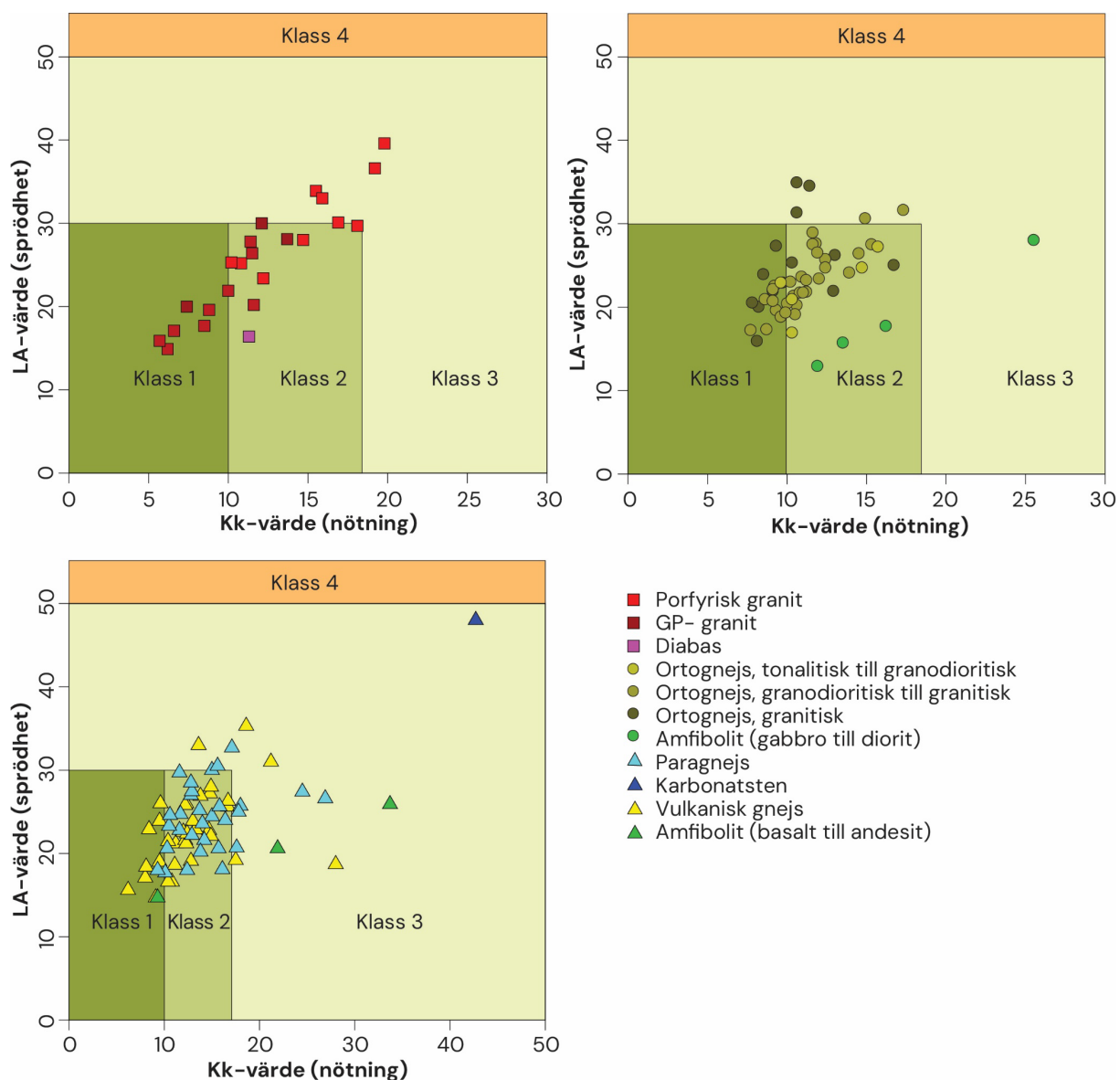
## Bergkvalitetskartor

SGU:s bergkvalitetskartor kan användas som kunskapsunderlag vid kommunal och regional översiktsplanering och vid prospekteringsverksamhet av ballast. Förhoppningen är att kartorna ska underlätta arbetet med att optimera och effektivisera framtida användning av bergmaterial i regionen, till exempel vid utvärderingar av berggrundens bästa användningsområde för väg-, järnvägs- och betongballast. Målet är att hitta rätt material till rätt ändamål, vilket kan förlänga livslängden på producerad ballast. Bergkvalitetskartorna är även tänkta som hjälp för att underlätta övergången från traditionell naturgrusproduktion till en ersättande krossbergsproduktion.

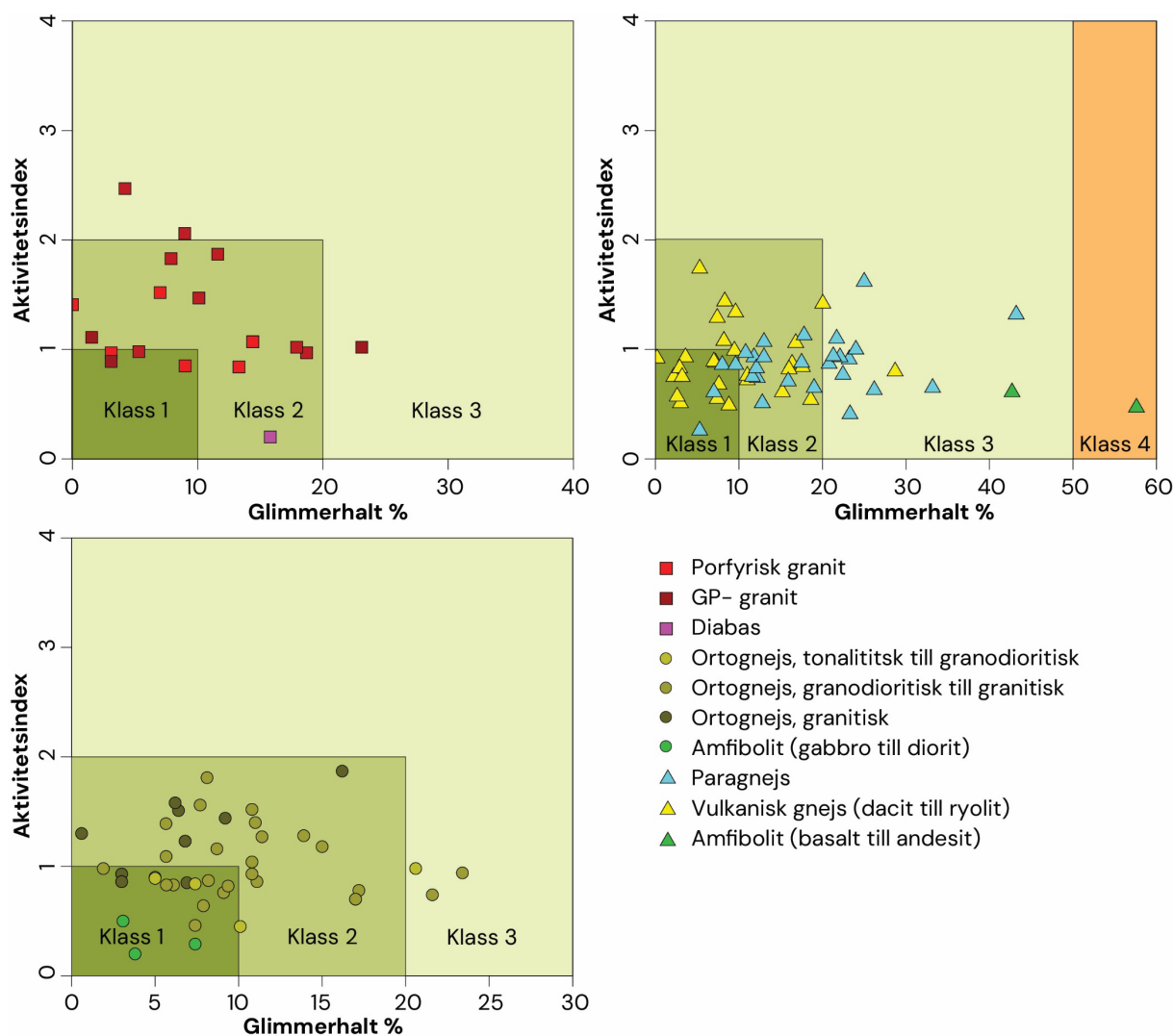
Kraven på bergmaterialet skiljer sig åt mellan de olika användningsområdena för ballast, vilket innebär att alla bergarter inte nödvändigtvis är optimala för samtliga användningsområden. För ballast till vägändamål är det i första hand krav på bergets hållfasthetsegenskaper som är avgörande (fig. 13), till skillnad från ballast för betongändamål där det främst ställs krav på bergmaterialets strålningsegenskaper och kemiska reaktivitet (fig. 14). Graden av föroreningar, till exempel tungmetaller, är en annan viktig parameter.

SGU har arbetat fram en fyrgradig skala för ballastkvaliteter. Klass 1 representerar bergmaterial av mycket bra kvalitet som kan användas för mer krävande ballastanvändning, till exempel som slitlager för väg. Klass 4 är mycket dåligt material som i princip är oanvändbart som ballast (fig. 13, 14). Eftersom efterfrågade egenskaper är olika för olika ballastanvändning så kan, till exempel, ett dåligt vägmateriale komma till en betydligt bättre användning som ballast till betong.

Bergkvalitetsinformationen och tillhörande kartor finns tillgänglig i SGU:s kartvisare *Ballast*.



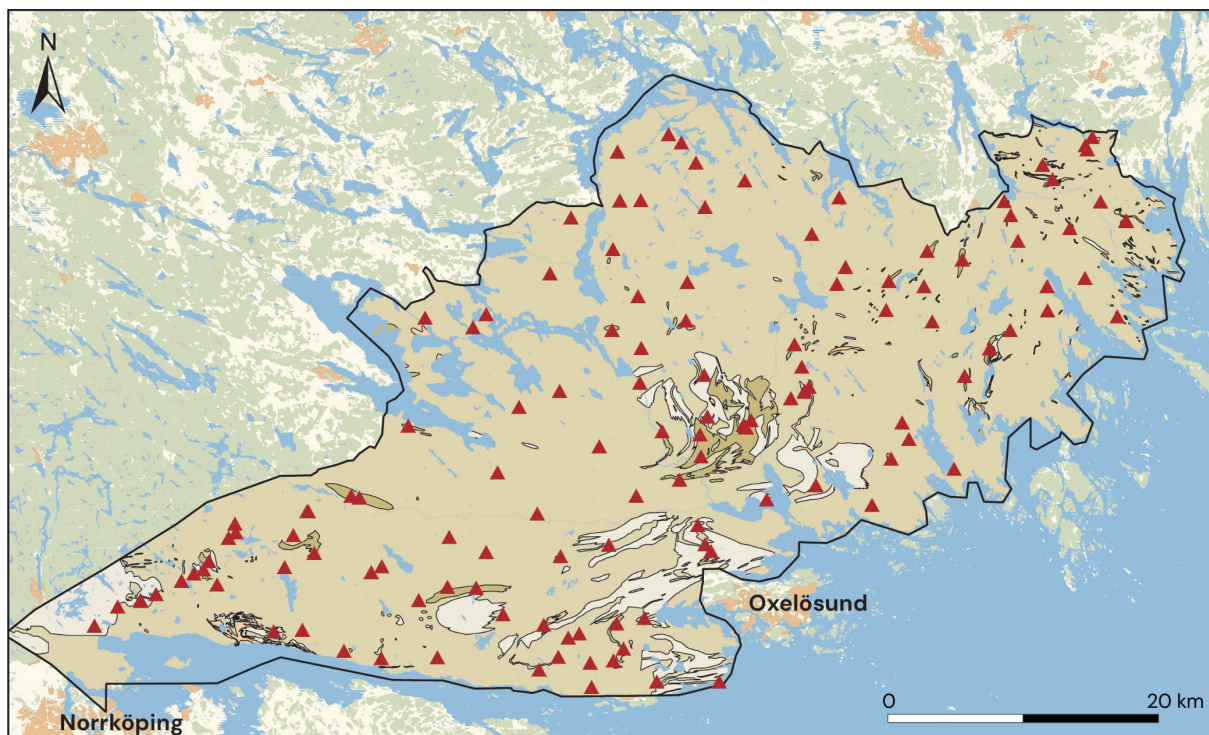
**Figur 13.** Diagram för de olika bergartsgruppernas egenskaper för sprödhet och motstånd mot nötning uttryckta som LA- och kulkvarnsvärden. Diagrammet bygger på SGU:s kriterier på ballast för väg (för de olika bergarterna i tabell 2). Beroende på hur de olika proven plottar i diagrammet kan man klassa provens (och de olika bergartsgruppernas) kvalitet på en skala mellan 1 och 4, där klass 1 innebär bästa kvalitet, och klass 4 sämst kvalitet. Proverna är de som presenteras i tabell 2.



**Figur 14.** Diagram för de olika bergartsgruppernas klassning som betongballast beroende på radiometriska egenskaper och glimmerinnehåll. Diagrammet bygger på SGU:s kriterier för kvalitetsklassning för betongballast på en skala mellan 1 och 4, där klass 1 innebär bästa kvalitet, och klass 4 sämst kvalitet.

### Bergets lämplighet som vägballast

Bergkvalitetskartan för berggrundens lämplighet för vägballast visar en kraftig dominans av material av klass 2, det vill säga en medelnivå för ballastkvaliteter (fig. 15). Till den gruppen sorteras de viktigaste bergartsgrupperna ortognejser, paragnejser och vulkaniska gnejser. Små områden främst i den östra delen av området är kategoriserade som klass 1-material vilket utgörs av motsvarande små GP-granitintrusioner (se tabell 2 och avsnittet *Bergartstyper*). Liknande mindre områden som är klassade som klass 3-områden är pegmatit och pegmatitiskt neosommaterial. Längst i väster finns den stora Graversforsplutonen som är en grovkornig och grovporfyrisk granit och utgör ett tydligt klass 3-material beroende på sin höga sprödhet, sannolikt beroende på bergartens grovkorniga karaktär. De få klass 4-material som finns i området är genomgående kalkstenskroppar.



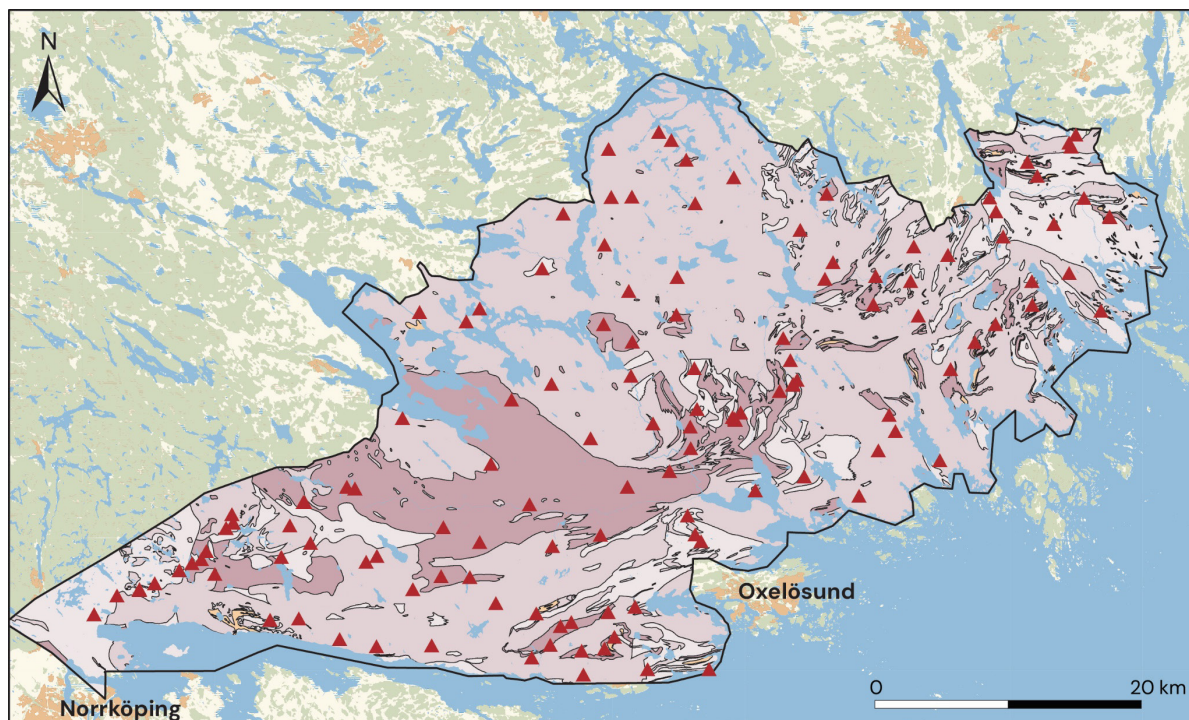
- Bergkvalitetsklass 1, väg
- Bergkvalitetsklass 2, väg
- Bergkvalitetsklass 3, väg
- Bergkvalitetsklass 4, väg
- Vattenytter
- Provpunkter för teknisk analys

**Figur 15.** Bergkvalitetskarta för berggrundens lämplighet som vägballast. Bergkvaliteten redovisas på en skala mellan hög lämplighet (klass 1), och låg lämplighet (klass 4). Proverna redovisas i tabell 2.

### Bergets lämplighet som järnvägsballast

Bergkvalitetskartan för berggrundens lämplighet för järnvägsballast visar, likt vägballastkartan, en viss dominans för klass 2-material (fig. 16). Det finns dock områden som består av ett klass 1-material i de västra centrala delarna av projektområdet. I detta område förekommer en mer kvartsrik och glimmerfattig ortognejs som har bättre sprödhetsegenskaper än vad som är det normala för ortognejserna. För järnvägsballast fungerar också olika typer av amfiboliter, med låga LA-tal, bättre än vad de gör som vägballast. Klass 3-material motsvaras i området dels av glimmerrika paragnejsar framför allt i de östra delarna av området eller av den spröda Graverforsgraniten i väster. Även som järnvägsballast tolkas de spröda kalkstenarna vara ett klass 4-material som järnvägsmaterial.



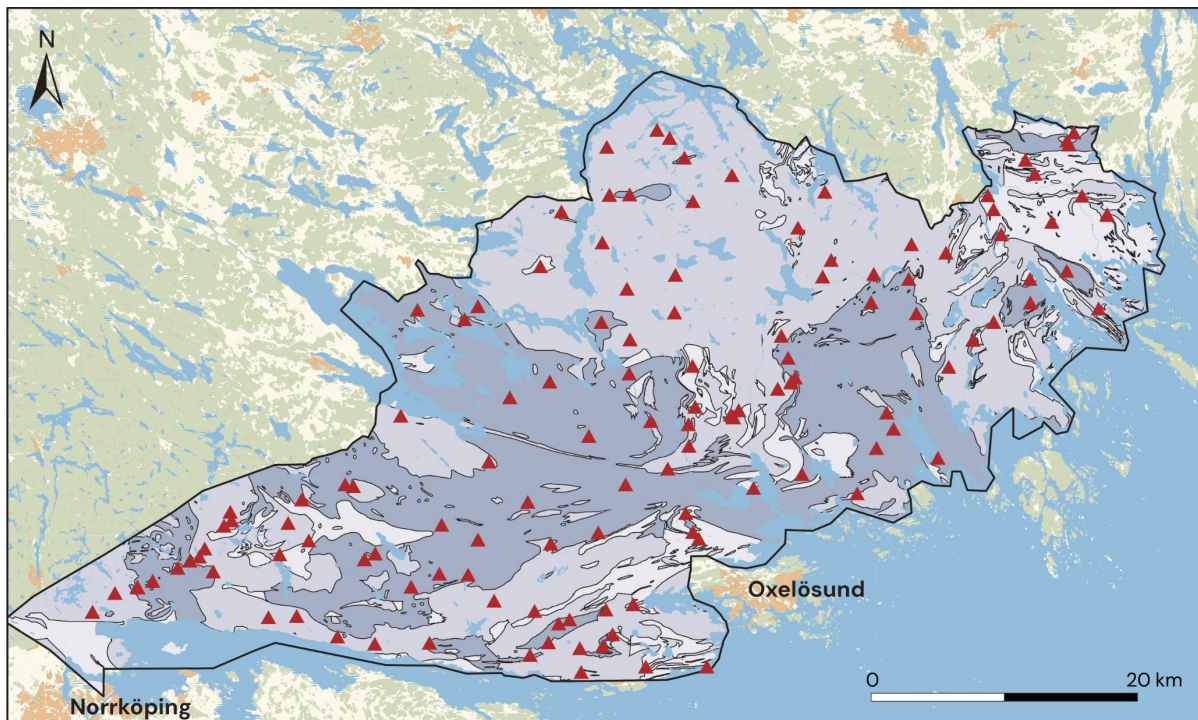


- Bergkvalitetsklass 1, järnväg
- Bergkvalitetsklass 2, järnväg
- Bergkvalitetsklass 3, järnväg
- Bergkvalitetsklass 4, järnväg
- Vattenytor
- Provpunkter för teknisk analys

**Figur 16.** Bergkvalitetskarta för berggrundens lämplighet som järnvägsballast. Bergkvaliteten redovisas på en skala mellan hög lämplighet (klass 1), och låg lämplighet (klass 4).

### Bergets lämplighet som betongballast

Bergkvalitetskartan för berggrundens lämplighet för betongballast (fig. 17) har vissa likheter med väg- och järnvägsballastkartorna ovan. Den glimmerfattiga ortognejsen i de västra till centrala delarna fungerar bra som råvara till betongballast. Däremot fungerar de mer glimmerrika paragnejser som främst återfinns i öster sämre som betongballast. De kategoriseras således som klass 3. Kalksten fungerar allmänt bättre för betongballast än som annan ballast. Den är dock sällsynt inom projektområdet.



- Bergkvalitetsklass 1, betong
- Bergkvalitetsklass 2, betong
- Bergkvalitetsklass 3, betong
- Vattenytor
- Provpunkter för teknisk analys

**Figur 17.** Bergkvalitetskarta för berggrundens lämplighet som betongballast. Bergkvaliteten redovisas på en skala mellan hög lämplighet (klass 1), och låg lämplighet (klass 4).

## Naturlig strålning från berggrunden

Allt bergmaterial innehåller små mängder av de naturligt radioaktiva ämnena kalium, uran (radium) och torium. Kalium finns i viktiga bergartsbildande mineral såsom kalifältspat, biotit och muskovit. Uran och torium förekommer i betydligt lägre halter som varierar i olika typer av bergarter på grund av deras olika bildningssätt och kemiska och mineralogiska sammansättning. Generellt förekommer inte uran och torium i egna mineraluppbyggnader utan som lågradiga föroreningar i andra mineral.

Förhöjda halter av radioaktiva ämnen i ett bergmaterial kan orsaka problem, dels på grund av för hög gammastrålning, dels genom en ökad radonavgång. Detta medför att det finns vissa restriktioner vid användning av bergmaterial med förhöjd strålningsnivå eller hög radonavgång till husbyggnadsändamål.

Innehållet av radioaktiva ämnen i ett bergmaterial kan anges med aktivitetsindex (AI), som också används som ett mått för ett byggnadsmaterials stråldos. Enligt Strålskyddsförordningen (2018:506) är referensnivån för stråldos från byggnadsmaterial 1 mSv (millisievert) per år. Ett byggnadsmaterial med aktivitetsindex = 1 beräknas ge upphov till en stråldos på högst 1 mSv/år, förutsatt att samma material används i både golv, väggar och tak (European Commission 1999). Aktivitetsindex beräknas utifrån halterna av kalium, uran (radium) och torium.



## Beräkning av aktivitetsindex och radiumindex

Aktivitetsindex beräknas enligt

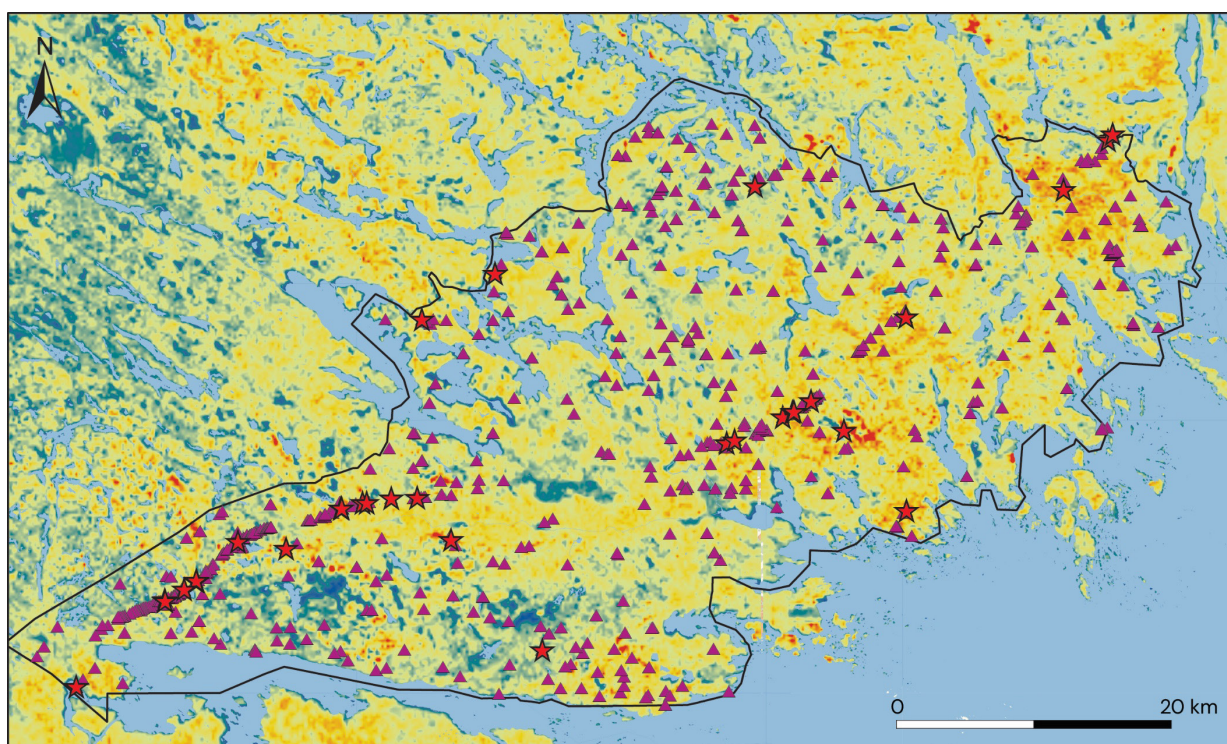
$AI = C_{K-40}/3000 + C_{Ra-226}/300 + C_{Th-232}/200$ , där  $C_{K-40}$ ,  $C_{Ra-226}$ , och  $C_{Th-232}$  är aktivitetskoncentrationen i Bq/kg för de motsvarande radionukliderna i byggnadsmaterialet.

Om man i stället utgår från halter av kalium, uran och torium i % och g/ton blir beräkningen:

$$AI = K (\%) * 313 / 3000 + U (\text{g/ton}) * 12,35 / 300 + Th (\text{g/ton}) * 4,06 / 200$$

Radiumindex är ett äldre index som används sparsamt. För de mesta anges aktivitetskoncentrationen av radium.

Radiumindex =  $C_{Ra-226} / 200$  där  $C_{Ra-226}$  är aktivitetskoncentrationen i Bq/kg för Ra-226.



★ Anomali med aktivitetsindex > 2

▲ Spektrometermätningar

■ Vattenytor

**Figur 18.** Karta över markens aktivitetsindex i Nyköpingsområdet, beräknat från flygmätningar av gammastrålning. Intensiteten i gammastrålningen i flygstrålningskartan visar höga nivåer med rött och medelnivåer visas i gult. De höga nivåerna bildar små, närmast punktvisa ytor, som är delvis verifierade med markmätt spektrometermätning. Grönt är låga nivåer och blått är vattenytor eller sankmark som inte strålar. Befintliga markmätta spektrometermätningar visas med små lila trianglar.

Mätningar av berggrundens naturliga bakgrundsstrålning för det aktuella kartområdet (fig. 18) redovisas i SGU:s kartlager *Gammastrålning – kalium*, *Gammastrålning – torium* och *Gammastrålning – uran*. Informationen är viktig för att kunna identifiera områden med högre strålningsrisk. Vid byggnation på platser med högre strålningsrisk (till exempel i tunnlar och bergrum) krävs beredskap för förbättrad ventilation. Bakgrundsstrålningen har även betydelse för ballastproduktionen.

I Södermanland är högre nivåer av uran och torium generellt kopplade till förekomsten av pegmatit och granit av GP-typ (se tabell 2 och avsnittet *Bergartstyper*). Dessa bägge bergartstyper är också länkade till varandra åldersmässigt och rumsligt, genom att de bildats av processer i spåren av den höga metamorfosen. Det är därför möjligt att anrikningar av uran och torium kan förekomma utan att de är kopplade till någon specifik bergart, utan snarare till sprickor. De allra flesta mätningarna på högmetamorfa migmatiter och på neosombildning visar dock inte på några höga halter av uran och torium, utan indikerar snarare en urlakning av dessa grundämnen. Har man högre nivå av strålning i andra bergartstyper så kan det bero på att bergarten har sprickfyllnader, gångar och ådror av GP-typ granit och pegmatit.

Bergartsgruppen ortognejser omfattar, som tidigare nämnts, en trend av sjunkande halt av radiogena komponenter från de kaliumrika granitiska ortognejserna som har ett medelvärde på aktivitetsindex på cirka 1,2 till ett motsvarande värde på aktivitetsindex för granodioritiska och tonalitiska ortognejser på cirka 0,8.

För vulkaniska gnejser så har de allra flesta markmätta lokaler gett låga värden på aktivitetsindex trots den stora variationen inom denna bergartsgrupp. Ett ungefärligt medelvärde på aktivitetsindex ligger på 0,8–0,9 för vulkaniska gnejser, men undergruppen med förhöjda kaliumhalter har ett medelvärde på aktivitetsindex som överstiger 1,1.

Paragnejser har generellt också relativt lågt medel-aktivitetsindex på cirka 0,9. Få lokaler i paragnejs har förhöjda värden.

### Halter av uran och radium

På grund av att uran-238 har så lång halveringstid, kommer aktivitetskoncentrationerna av övriga ämnen i sönderfallskedjan att kontrolleras av uranets aktivitetskoncentration. Man brukar tala om sekulär jämvikt eller sekulär radioaktiv jämvikt, där alla ämnen har samma aktivitetskoncentration.

Antagandet om radioaktiv jämvikt gäller framför allt i kristallint berg, medan det kan vara annorlunda i jord på grund av att kemiska processer kan skilja ämnen i urans sönderfallskedja med olika mobilitet och vattenlöslighet etc. Normalt sett antar man ändå radioaktiv jämvikt, när man till exempel mäter koncentrationer av uran och radium i jord och (berg) med hjälp av gammaspectrometri. Då mäts gammasönderfallet av vismut-214, som ligger efter radon i sönderfallskedjan, och så antar man att alla andra grundämnen i sönderfallskedjan har samma aktivitetskoncentration.

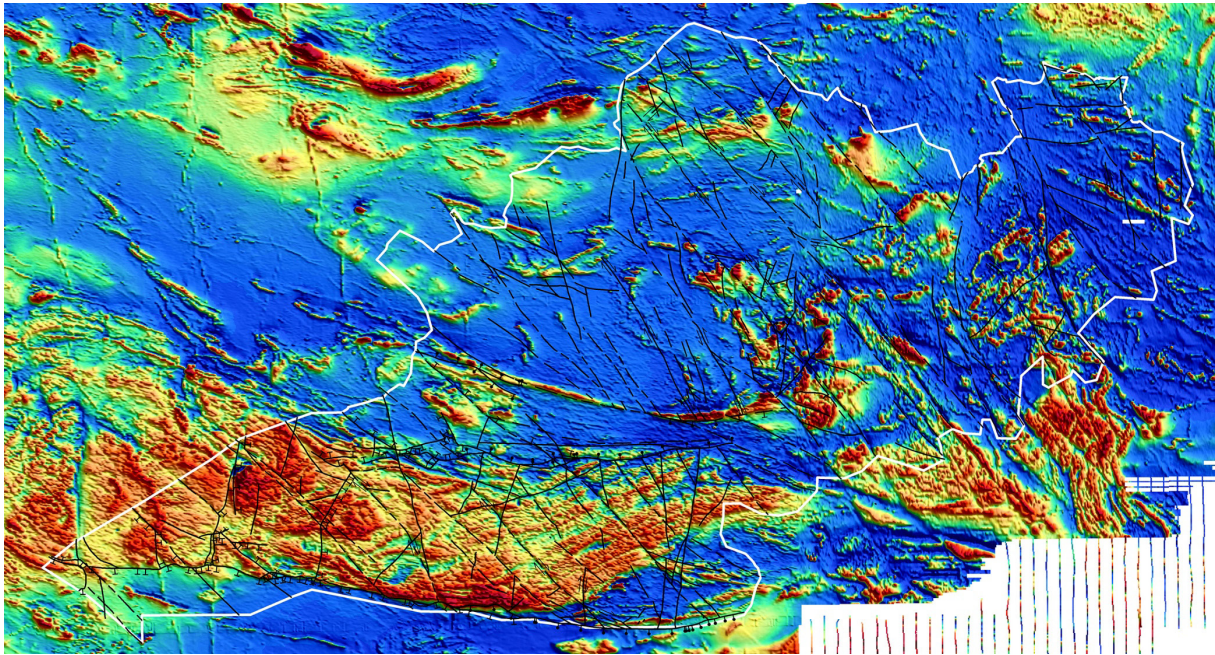
## Byggnadsgeologi

Vid all byggnation i berg är det viktigt att få kännedom om bergmassans hållfasthet där olika typer av deformation kan ge upphov till berg av sämre hållfasthet. Deformation i bergmassan ses dels regionalt som kilometerlånga plastiska eller spröda strukturer, och lokalt som enskilda sprickor i bergmassan. I SGU:s kartläggning av berggrunden finns en stor grupp deformationszoner där rörelser i berget har noterats eller kan misstänkas. Dessa zoner har olika egenskaper och medför olika riskfaktorer vid undermarksbyggnation.

### Deformationszoner

Vid geologisk kartläggning mäts olika typer av strukturer på hälltytor i fält. Strukturinformationen från fältmätningar kombineras med tolkning av flygmagnetiska mätningar (fig. 19) och höjddata (LiDAR) för att ge en regional bild av deformationen i det aktuella området (fig. 20).



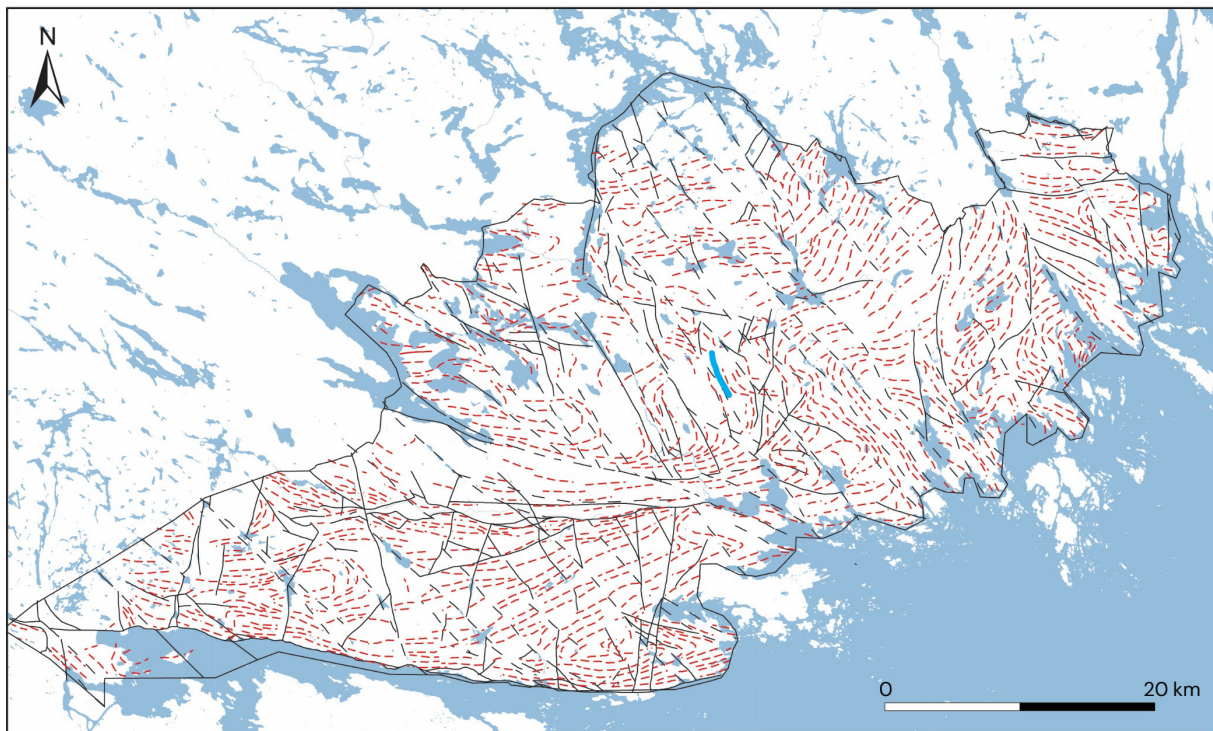


**Figur 19.** Flygmagnetisk karta över Nyköpingsområdet. Röda och gula färgnyanser visar på berggrund med hög magnetisering medan blå färg visar låg magnetisering. Det aktuella kartområdets gränser är indikerat med en vit linje. Tolkade deformationszoner har adderats till kartbilden som svarta linjer (se även figur 18). Deformationszoner kan normalt observeras som lågmagnetiska brott i de magnetiska mönstren, som annars följer den regionala foliationen i berggrunden.

Berggrunden har varit utsatt för deformation av två slag: 1) plastisk deformation som har resulterat i en överpräglade foliation eller gnejsighet (parallellställning och utdragning av mineral) eller i en veckning (böjning) av lagrade eller bandade bergarter, 2) spröd deformation som har gett upphov till sprickor och förkastningar.

En regional foliation som visar hur berggrunden i regionen har deformerats är den viktigaste plastiska strukturen skapad av tektoniska processer. Inom projektområdet, som kännetecknas av en stark deformation och hög metamorfosgrad, är foliationen utformad som en gnejsighet och/eller bandning åtföljt av ådring, allt längs med en gemensam strykningsriktning. I den flygmagnetiska kartan syns foliationen som långdragna anomalier huvudsakligen orienterade i ost-västliga riktningar (fig. 19). Denna flygmagnetiska tolkning kombineras med strukturmätning på hållar för att skapa så kallade formlinjer (fig. 20). I den geologiska miljön i Södermanland med dess höga metamorfosgrad har berggrunden tydligt plastisk karaktär med böljande formlinjer.

Den regionala foliationen övertväras av deformationszoner där berggrunden har förkastats och där deformationens intensitet är mycket högre. I projektområdet finns i huvudsak två typer av deformationszoner. En äldre generation med större och längre zoner vilka huvudsakligen är orienterade i en nordvästlig strykningsriktning. Dessa zoner visar både plastiska som spröda strukturer och kan uppvisa en betydande nybildning av mineral längs med zonens längdriktning, så kallade myloniter. Den andra typen av deformationszon, den yngre generationen, visar spröda egenskaper och förekommer ofta som krosszoner med liten förskjutning och berggrunden i dessa områden uppvisar dålig hållfasthet.



- Projektområde
- Formlinje för tektonisk foliation
- Spröd till plastisk deformation
- Plastisk deformation
- Vattenytor

**Figur 20.** Berggrundens deformationsmönster. Med hjälp av de magnetiska mönstren i den flygmagnetiska kartan (fig. 19), samt strukturmätningar på håll, kan man se den regionala foliationen som i denna karta visas som formlinjer (streckade röda linjer). Olika deformationszoner övertvåras den regionala foliationen. Plastiska-spröda zoner, ofta i nordvästlig strykningsriktning, visas med svarta streckade linjer medan ofta yngre, spröda deformationszoner, förkastningar och krosszoner, visas med heldragna linjer. Projektområdets södra gräns sammanfaller väl med den större deformationszon som är belägen längs Bråvikens norra strand.

## Sprickor

Berggrundens spröda strukturer, framför allt sprickor, visar bergartens interna svaghet (fig. 21). Sprickbildning kan ske längs med riktningen på planstrukturer eller med hög vinkel mot planstrukturen. I deformationszoner uppträder ofta en ökad frekvens av sprickor. Bland viktiga egenskaper att notera hos sprickor finns sprickans längd, dess bredd och om det finns sprickmineral som fyller upp tomrum i sprickan. Sprickor kan också induceras sekundärt, till exempel i samband med sprängning. En viktig egenskap hos sprickor är den lokala prägeln för sprickans egenskaper och att man sällan kan extrapolera sprickmönster över större områden, utan främst använda dem på detaljnivå. Däremot kan större deformationszoner inducera sprickmönster över större områden.

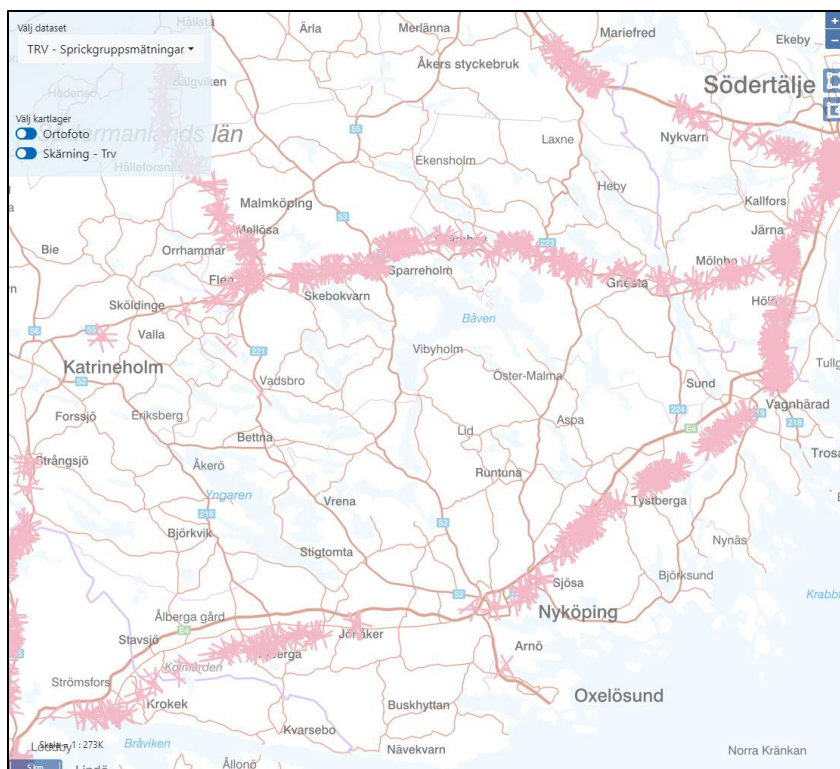




**Figur 21.** Spröd deformationszon. I fält kan en deformationszon visa sig som en ganska diskret förskjutning där i detta fall bergytan åt vänster har höjt sig en dryg meter jämfört den högra sidan. Foto: Ulf Bergström, SGU.

SGU samlar även in data från sprickmätningar från externa aktörer inom samhällsbyggnad. Insamlade data görs tillgänglig på SGU:s webbplats via Kartvisaren *Geologi i 3D* som innefattar information om berg, jord och grundvatten. Inom byggnadsgeologi återfinns främst information





**Figur 22.** Exempel på hur insamlad externa data från Trafikverket är tillgängliggjord via SGU:s kartvisare *Geologi i 3D*. Röda streck utgör resultat från mätningar av sprickgrupper längs med planerad sträckning av Ostlänken.

från större städer där mer detaljerade 3D-modeller för jord och berg tagits fram. I dag finns 3D-modeller över Stockholm, Göteborg och Malmö-Lund. Fler städer är aktuella för liknande modellering framöver. För Nyköpingsområdet finns data främst från Trafikverket som tagits fram vid projektering av Ostlänken. I figur 22 visas hur denna information kan se ut i SGU:s Kartvisare *Geologi i 3D*.

## Miljögifter i mark

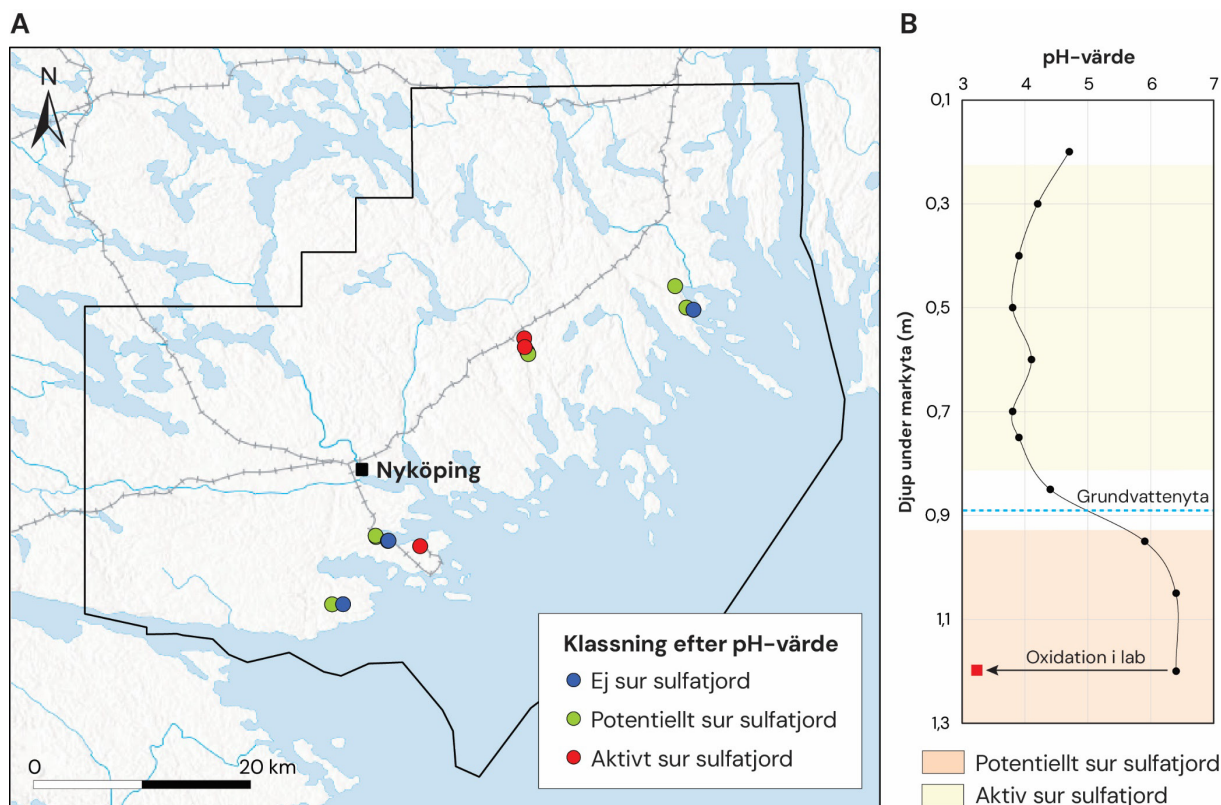
### Sura sulfatjordar

Gyttjeleror och i vissa fall postglaciala leror kan innebära en miljörisk om de odlas upp eller exponeras för luft vid markanvändning. Detta beror på att dessa jordar ibland är sulfidhaltiga, och därför kan bilda sura sulfatjordar om de oxiderar (Åström m.fl. 2024). Oxidation av jorden kan uppstå till exempel om grundvattenytan sänks genom dikning eller i samband med schaktarbeten. Sura sulfatjordar kan ha en negativ påverkan på vattenkvaliteten i avrinningsområdet. Till exempel kan de förorsaka höga koncentrationer av miljöskadliga grundämnen i vattnet, såsom tungmetaller, samt lågt pH-värde (surt vatten).

Sura sulfatjordar är vanligast längs Norrlandskusten där det förekommer mycket postglaciala leror och gyttjeleror som avsatts på stora vattendjup (Åström m.fl. 2024). SGU har därför tagit fram risk-kartor som visar var sannolikheten är störst att denna typ av jord kan förekomma (Kartlagret *Sur sulfatjord*).

Sura sulfatjordar förekommer även i södra Sverige, men troligen inte i samma utsträckning som i norr (Nyman m.fl. 2023). Under 2023 och 2024 kartlade SGU utvalda områden i Mälardalen (Örebro, Hallsberg, Enköping, Nyköping) med avseende på denna problemjord. Pilotprojektet i Nyköping innefattade analyser av jord på 14 platser med leryttja/gyttjeleror. Resultatet visade att 4 av platserna hade jordar som kan klassas som sura sulfatjordar (fig. 23). Dessa så kallade aktiva sura sulfatjordarna hittades strax utanför Tystberga och Oxelösund. På 6 av provpunkterna





**Figur 23.** Resultat från en pilotstudie där förekomsten av sura sulfatjordar studerades på ett antal provpunkter inom det aktuella kartområdet. Kartan (A) visar utfallet av analyserna, och grafen (B) visar hur pH varierar i en av de studerade jordprofilerna där sur sulfatjord identifierades. Jorden klassas som aktiv sur sulfatjord om pH i marken är lägre än 4. Potentiell sur sulfatjord är jord där pH i marken är högre än 6, men där provet efter inkubation i laboratoriet oxiderar till ett pH under 4 (Becher m.fl. 2019). Mellan dessa zoner finns en övergångszon där pH ligger mellan 4,5 och 6. De översta proverna i profilen uppvisar ett högre pH-värde, vilket troligen beror på att man kalkat jorden vid markanvändning. Den streckade blå horisontella linjen visar grundvattennivån på platsen.

identifierades potentiella sura sulfatjordar, vilket innebär att jordarna kan utvecklas till sura sulfatjordar om de utsätts för ytterligare oxidation vid markanvändning. Potentiellt sura jordar hittades i Stjärnholm mellan Nyköping och Oxelösund, i Tunaberg sydväst om Oxelösund samt i närheten av Vagnhärad och Trosa (fig. 23).

Läs mera om sur sulfatjord i SGU:s rapport *Sur sulfatjord – egenskaper och utbredning* (Becher m.fl. 2019) eller i SGU:s webbaserade handledning *Hur man känner igen och undersöker en sur sulfatjord*. För vidare läsning rekommenderas även Naturvårdsverkets rapport *Sura sulfatjordar i Sverige – Ny kunskap och underlag för åtgärder* (Åström m.fl. 2024) där forskare sammanfattar kunskapsläget om sura sulfatjordar i Sverige.

### Så bildas sur sulfatjord

I sediment som har bildats på botten av sjöar och hav bryts organiskt material ner av bakterier. När syret tar slut börjar bakterierna använda sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) och trevärt järn ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Dessa reduceras och kan reagera med varandra och bilda järnsulfider, till exempel pyrit ( $\text{FeS}_2$ ). När marken exponeras för luft, till exempel vid markanvändning, kan dessa sulfidmineral börja oxidera vilket gör att pH sjunker och marken blir sur.

## Miljögrundämnen i berg

SGU har inom ramen för detta projekt dokumenterat medelhalten för olika grundämnen med betydelse för miljön i de olika bergartsgrupperna utifrån en basnivå för den naturliga förekomsten av grundämnena (tabell 6). Att identifiera platser med risk- och gränsvärden har legat utanför projektets ramar.

Gränsvärden för olika kemiska ämnen när det geologiska materialet är mindre lämpligt för användning ur miljösynpunkt beräknas vanligen för grundvatten och för jord- och schaktmassor. Dessa geologiska former, vatten och jord, anses mer riskabla för farliga ämnen genom att det lättare sprider sig och att det finns större risker att skada biologiskt material. Farliga ämnen i bergmaterial är mindre mobilt och kan normalt sett bara bli en riskfaktor när det losshålles. Innehållet av de olika grundämnena varierar naturligt mycket från bergart till bergart. Huvuddelen av de olika ämnena är mycket hårt uppbundna i de olika mineralen i bergarten, främst silikatmineral, och kan inte bedömas som likvärdigt lakbara och därmed innebära en lika tydlig risk för miljön. Situationen är något annorlunda för de ämnen som ingår i olika sulfidmineral, vilket gör att det kan vara viktigt att korrelera kemiska analyser med opakmikroskopiering för att göra rättvisa riskbedömningar.

**Tabell 6.** Förekomst av grundämnen med koppling till miljön. Naturvårdsverkets rekommendationer för maxvärde för olika typer av markanvändning jämförs med medelvärde uppmätta i olika bergartstyper, dels från Vinnova/MinBas rapport (2018) och de olika dominerande bergartsgrupperna i Södermanland (tabell 2).

Grundämne	Cd	Hg	As	Pb	Cu	Zn	S	Cr	Ni	V	Co	Ba	Sb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Vikt-%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>Naturvårdsverket (2010):</b>													
Mindre än ringa risk	0,2	0,1	10	20	40	120		40	35				
Känslig markanvändning	0,5	0,25	10	50	80	250		80	40	100	15	200	12
Mindre känslig markanvändning	15	2,5	25	400	200	500		150	120	200	35	300	30
<b>MinBas (2018):</b>													
Sura bergarter		0,039	2,9	21,4	14,7	66,8	0,04	145	11,8	48,7	9,2	676	0,8
Basiska bergarter		0,047	0,7	5,9	29,1	125	0,07	239	78,3	191	40,9	485	0,5
<b>Södermanlandsprojektet:</b>													
Diabas	0,08	0	0,45	7,50	20,7	182	0,24	11	11,2	220	27,1	641	0,09
Porfyrisk granit	0,04	0,007	0,35	24,0	6,83	80,5	0,03	10,2	2,67	38,2	5,85	923	0,05
GP-granit	0,04	0,008	0,32	30,0	5,00	44,2	0,01	10,8	2,32	16	3,67	630	0
Ortognejs, granitisk	0,02	0,0055	0,22	14,3	4,23	29,4	0,01	12,7	2,22	22	3,03	743	0,05
Ortognejs, granodioritisk-granitisk	0,05	0,009	0,43	21,2	7,70	57	0,03	16,4	5,42	33	5,43	977	0,07
Ortognejs, tonalitisk-granodioritisk	0,02	0	1,70	16,7	6,35	65	0,06	43,2	17,4	61	9,45	315	0,06
Amfibolit (gabbro-diorit)	0,04	0,006	1,25	8,00	30,9	140	0,07	94,5	63,3	137	14,0	417	0
Vulkanisk gnejs	0,01	0,006	0,34	12,0	2,54	35,6	0,01	20,9	5,29	26	4,33	805	0,26
Paragnejs	0,04	0,0107	0,57	17,1	14,8	75,1	0,06	54,1	23,3	61	9,95	560	0,08

## Mineralförekomster

Nyköpingsområdet är en del av malmdistriktet Bergslagen och i historisk tid har det bedrivits gruvverksamhet, framför allt med avseende på järn. De allra flesta järnförekomsterna är dock mycket små och har sannolikt varit svåra att bryta på grund av den höga metamorfosgraden som har skapat gångar och ådror av granit och pegmatit vilka förorenat malmkropparna. Järnförekomsterna är kopplade till de vulkaniska bergarterna och relaterade kalkstenar.

Sulfidförekomster är mera sällsynt och mer storskalig brytning har nog enbart skett i Tunabergs bergslag, där koppar (Cu) var den främsta produkten. På senare tid har det konstaterats att kopparmalmerna också innehåller kobolt (Co), vilket har förnyat intresset för området (Lewerentz m.fl. 2020).

Den viktigaste mineralprodukten i området har sannolikt varit blocksten av marmor (fig. 24). Marmor är en högre metamorf grad av kalksten, där mineralet dolomit ((Ca, Mg) CO<sub>3</sub>) har ersatt kalcit (CaCO<sub>3</sub>). Många kalkbrott förekommer i området, till exempel vid Kolmården. Utöver blocksten har kalkbrotten använts även för uttag av andra kalkprodukter. Kalkstensförekomsterna har en nära relation till de vulkaniska bergarterna. Lagren med kalksten uppträder främst på högre nivåer i den vulkaniska stratigrafin, kännetecknad av lägre vulkanisk aktivitet.

Förekomsten av olika malmtyper och mineralfyndigheter finns presenterad i SGU:s kartvisare *Malm och mineral*.



**Figur 24.** Marmorbrott i Kolmården.  
Foto: Ulf Bergström, SGU.



## Torvmarker – utsläppskälla eller klimatnytta?

### Återvätning av utdikad torv

Cirka 40 % av all torv i Södermanland har dikats ut för att skapa mark lämplig för jord- och skogsbruk (Morin m.fl. 2023). I ett nationellt perspektiv är detta i linje med övriga södra Sverige som i medeltal har en utdikningsgrad på 42 %. I norra Sverige är cirka 25 % av torven utdikad (Morin m.fl. 2023).

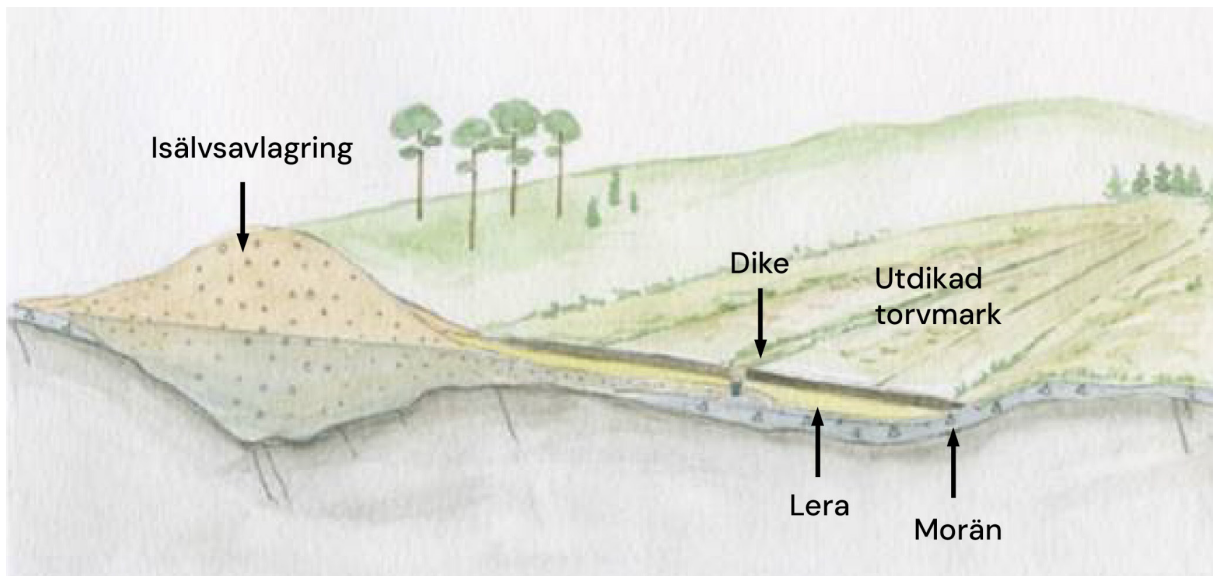
Eftersom torv är rikt på organiskt material läcker dessa jordar stora mängder koldioxid till atmosfären då de odlas upp och exponeras för luft. Genom att återväta torvmark finns möjlighet att hejda utsläppen av växthusgaser (Kasimir & Lindgren 2024). På lång sikt kan restaurering av torvmark även få marken att binda in koldioxid från atmosfären och fungera som kolsänka.

Under 2023 genomfördes restaurering av våtmarker på cirka 200 hektar mark i Södermanland (Jonstrup 2024). Majoriteten av dessa var hydrologisk restaurering i form av dikesproppning eller igenläggning av diken, främst i skyddade områden (Jonstrup 2024). Torvens egenskaper och lokalisering har betydelse för hur mycket nettoutsläppen av växthusgaser kan minskas genom återvätning (Kasimir & Lindgren 2024). Det är till exempel oftast mer effektivt att restaurera näringsrik kärrtorv i södra Sverige, jämfört med näringsfattig mossetorv och torvmarker i norra Sverige (Drott & Eriksson 2021, Kasimir & Lindgren 2024). Den relativt stora andelen kärrtorv i Södermanland, i kombination med den höga utdikningsgraden, tyder på att restaurering av torvmark kan vara värdefull ur klimatsynvinkel.

Utöver klimataspekten är målen med att genomföra våtmarksåtgärder oftast kopplade till en önskan om att uppnå ökad biologisk mångfald, förbättra våtmarkens förmåga att binda in och rena vattnet från näringsämnen, balansera vattenflöden för att förhindra översvämningar, skapa miljöer för rekreation, eller stärka tillgången yt- och grundvatten. Mer forskning behövs dock för att fullt förstå effekterna av återvätning. Till exempel finns väldigt få empiriska studier som undersöker om och hur återvätning påverkar grundvattennivåerna i omgivande mark (Bring m.fl. 2022). För att undersöka detta har SGU genomfört hydrauliska modelleringar som visar att det finns potential att stärka magasineringsförmågan i omgivande mark vid återvätning av torv som ligger i anslutning till genomsläppliga jordar, till exempel sand och grus (Forsgård m.fl. 2021). Återvätningen skulle på så sätt kunna stärka vattenförsörjningen under torra perioder. Sedan 2023 genomför SGU mätningar av grundvattennivåer vid ett antal torvmarker som ska återvätas. Våtmarkerna som studeras ligger i anslutning till genomsläppliga jordar. Figur 25 visar en schematisk bild av en torvmark i ett landskap där återvätning skulle kunna ge denna typ av effekt på grundvattnet.

Läs mera om våtmarksrestaureringar och deras potential att påverka grundvattnet i SGU-rapporten *Geologins betydelse vid våtmarksåtgärder – Sätt att stärka tillgången på grundvatten* (Thorsbrink m.fl. 2019), samt i SGU:s webbaserade handledning *Geologisk handledning för våtmarksåtgärder*.





**Figur 25.** Genomsnitt av utdikad torvmark som ligger i anslutning till en isälvsavlagring. Detta är ett exempel på geologisk miljö där en höjd grundvattennivå i torven kan ha potential att förbättra tillgången på grundvatten i omgivande mark (Thorsbrink m.fl. 2019, Forsgård m.fl. 2021). Illustration: Magdalena Thorsbrink.

## Torvtäkter

Vissa torvmarker i Sverige har exploaterats för torvbrytning. Torv från torvtäkter har historiskt sett varit en viktig energikälla, men i dag används torv främst som jordförbättringsmedium inom trädgårdsnäringen, så kallad odlingsrorv (SCB 2020). Under senare år har uttaget av torv för odlingsjord ökat parallellt med att produktionen av energitorv minskat. Det totala uttaget av torv har därför varit relativt konstant under de senaste 10 åren (SCB 2020, SGU 2023). I Södermanland finns inga betydande torvtäkter för dessa ändamål.

Vid etablering av en torvtäkt avverkas eventuell skog och torvmarken avvattnas med hjälp av diken. I och med att torvmarken torrsläpps blir det möjligt ta ut torven från torvmarken. Tillstånd för utvinning av torv regleras av miljöbalken, och ofta krävs dessutom dispens från förbudet för markavvattning.

SGU har tagit fram en rapport till stöd för verksamhetsutövare om geologiska faktorer att beakta vid ansökan om torvtäkt samt bedömning av påverkan av dikning: *Geologiska undersökningar och bedömning av hydrologisk påverkan vid ansökan om torvtäkt* (Schoning m.fl. 2017).

# Geologisk beskrivning

I detta avsnitt beskrivs jordarternas och bergarternas geografiska utbredning och karaktärsdrag inom det aktuella området. Även bildningssättet och den geologiska utvecklingen i området beskrivs översiktligt. Avsnittet består av två delar: en del om kvartärgeologi som fokuserar på det lösa jordtäcket, och en del om bergrundsgeologi som fokuserar på bergarter och mineral.

För mer utförlig beskrivning av Sveriges jordarter och hur de har bildats hänvisar vi till SGU-rapporten *Handledning för jordartsgeologiska kartor och databaser över Sverige* (Karlsson m.fl. 2021). Mer information om glaciala landformer och landskapstyper som formats i det lösa jordtäcket finns att hitta i SGU-rapporten *Description of units in the geomorphic database of Sweden* (Peterson & Smith 2013). För en utförlig beskrivning av bergrundsgeologin i området hänvisas till den kartbladsbeskrivning som kommer att publiceras under 2025 i SGU:s serie K (Bergström m.fl., in prep.).

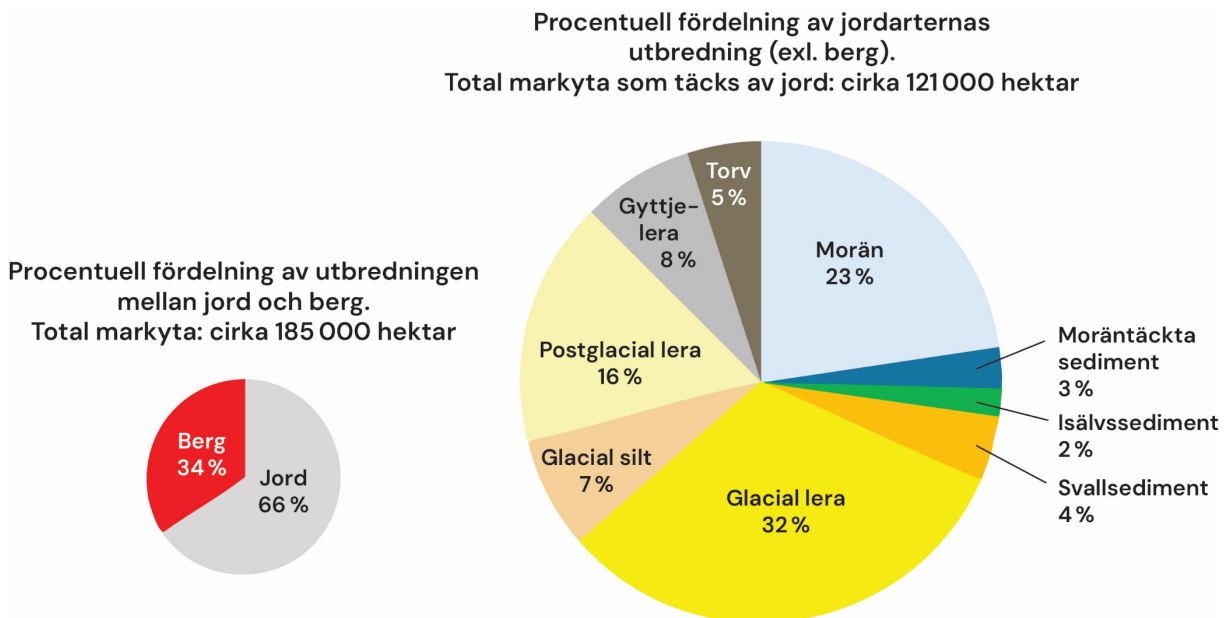
# Jordartsgeologi

## Topografisk och jordartsgeologisk översikt

Det aktuella kartområdet med avseende på jordarter sträcker sig från Södertörn i norr till Bråviken i söder, från Himmerfjärden i öster till sjön Yngaren i väster (fig. 1). Näst efter finkorniga jordar är morän den vanligast förekommande jordarten i kartområdet (fig. 26). Landskapet är topografiskt varierande, och sträcker sig från havsnivå upp till över 100 m över havet. De högst liggande områdena återfinns norr om Bråviken i det sydvästra hörnet av kartområdet som gränsar mot Kolmården, beläget mellan 70 och 100 m över havet. Området kännetecknas av berg i dagen och ett tunt jordtäckte, oftast bestående av morän. Liknande förhållanden återfinns öster om Sjösafjärden, samt öster om Nynäs och norr om Vagnhärad. Dessa områden är belägna på mellan 60 och 90 m över havet.

Högsta kustlinjen (HK) är den högsta nivån i terrängen som varit täckt av Östersjöns vatten. I det aktuella kartområdet ligger nivån för HK cirka 154 m över nuvarande havsnivå (Persson & Svantesson 1972). Detta innebär att hela kartområdet ligger under HK.

Dalgångarna i kartområdet sträcker sig i riktningen nordväst–sydost och domineras av finkorniga jordar. Den största dalgången är belägen väster om Nyköping, och sträcker sig i riktning mot Katrineholm, via sjöarna Yngaren och Långhalsen. I denna dalgång ligger markytan cirka 30 m över havet, och är fylld med mäktiga jordlager. Även dalgångarna längre österut i kartområdet innehåller mäktiga sediment, till exempel dalgången mellan Öster-Malma och Tystberga, samt den mellan Gnesta–Vagnhärad–Trosa. I dalgångarnas förlängning mot norr och nordväst återfinns ett fåtal rullstensåsar. Anmärkningsvärt är att det inte förekommer rullstensåsar i övriga delar av kartområdet.



**Figur 26.** Procentuell fördelning av utbredningen mellan berg och jord, samt mellan olika jordarter i ytan inom det område där jordkartskartan uppgraderats (se fig. 1).

## Kvartärgeologisk utveckling sedan senaste isavsmältningen

Många av jordarna i kartområdet bildades vid inlandsisens södra kant för cirka 12 900 år sedan (Rasmussen m.fl. 2014, Hughes m.fl. 2015). Vid denna tid blev klimatet plötsligt kallare och isavsmältningen avtog under en tid. Kallperioden, som kallas *yngre dryas*, varade i cirka 1 000 år (Wohlfarth m.fl. 2007, Stroeven m.fl. 2016, Hughes m.fl. 2015). Under denna period var inlandsisens avsmältning så långsam att isfronten stannade upp och stora mängder sediment kunde avsättas i området längs iskanten. Ibland blev klimatet så kallt att isen till och med gjorde stötvisa framryckningar (Wohlfarth m.fl. 2007). Dessa tillfälliga framryckningar gjorde att de tidigare avsatta sedimenten omlagrades, och att morän från isens botten ibland avsattes ovanpå dessa sediment. Spåren efter detta visar sig i dag som mäktiga isälsavlagringar vilka ibland är täckta av morän, och som ofta har en komplex stratigrafi med omlagrade sediment som i vissa fall uppvisar strukturer som tyder på kraftigt tryck från isen (Strömberg 1969, Lundström & Persson 1972, Persson 1983, Lundqvist och Sarrnisto 1990).

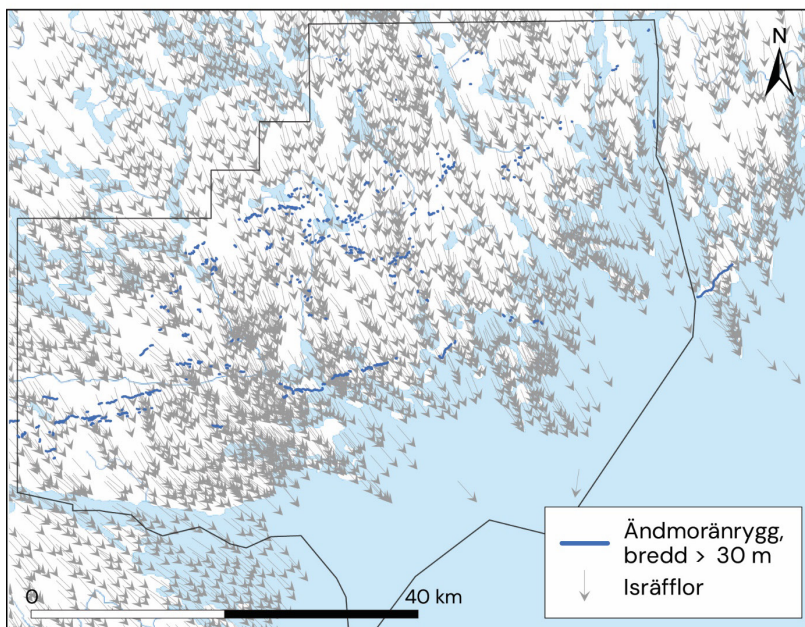
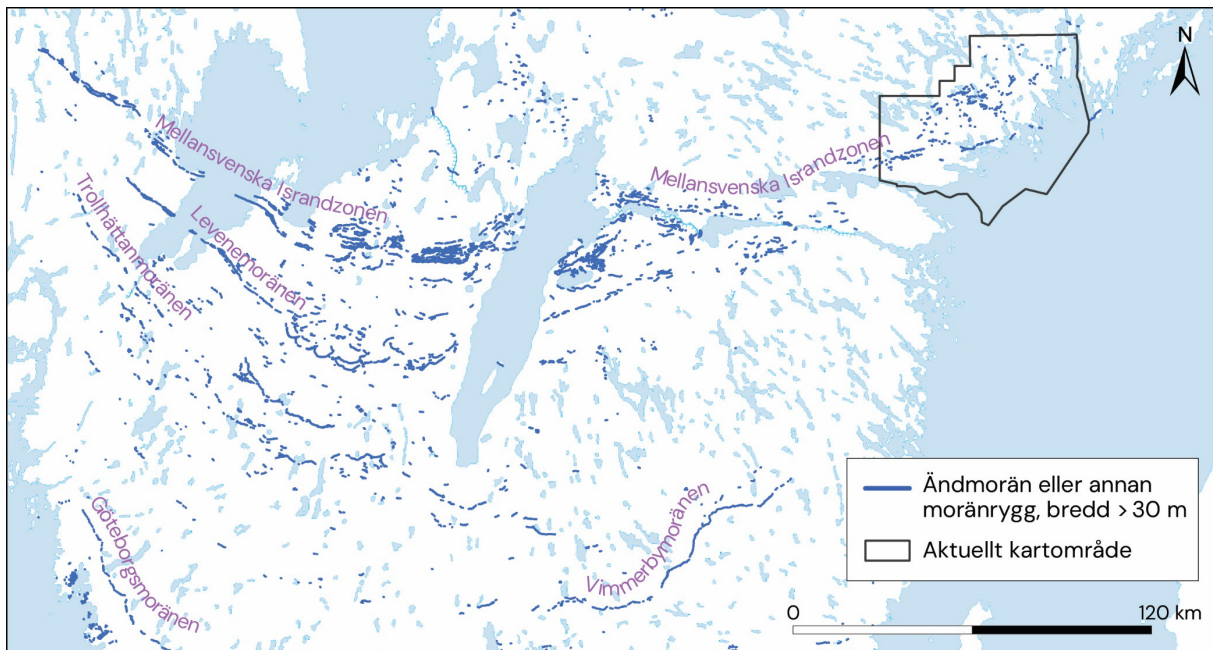
Områden där denna typ av sediment bildats under isavsmältningen brukar kallas för randlägen, eller israndlägen (Johnson m.fl. 2019). Det randläge som bildades under kallperioden yngre dryas benämns som den *mellansvenska israndzonen* och utgörs av flera parallella stråk med mäktiga sediment och moränryggar som sträcker sig från Oslotrakten i väster, genom södra Vänerne, norra Vättern och vidare nordost mot Nyköping, Nynäshamn och därefter över till Finland (fig. 27) (Hughes m.fl. 2015, Wohlfarth m.fl. 2007). Randlägena har bildats längs med isens kant, vinkelrätt mot isrörelseriktningen. Genom att studera isräfflor i berg har man kunnat se att isen vid senaste framstöten rörde sig i nordvästlig–sydöstlig riktning över Nyköpingsområdet (fig. 27). De flesta av isälsavlagringarna som återfinns inom det aktuella kartområdet ingår troligen i den mellansvenska israndzonen, men det går inte att utesluta att vissa avlagringar längst söderut i Nyköpingsområdet kan ha bildats under en tidigare avsmältningsfas (Persson 1983, Brunnberg 1995). En möjlighet är att dessa sediment är samtida med det randläge som brukar kallas Levenemoränen (fig. 27) som bildades för cirka 13 200 år sedan (Digerfeldt 1979 och Berglund 1979, i Persson 1983). Mer forskning behövs för att fullt förstå hur och när isälsavlagringarna inom kartområdet bildades.

När klimatet blev varmare lämnade isen Mellansverige och smälte snabbt norrut. Denna tid kännetecknas av ett bräckt Östersjöstadium, Yoldiahavet. För cirka 11 700 år sedan började salta havsströmmar skölja in i Östersjösänkan via de öppna sunden i Mellansverige (Andrén m.fl. 2011).

Hela det aktuella kartområdet som var nedpressat av landisen började nu resa sig ur havet. De första kobbarna som kom upp ur havet ligger i dag på drygt 100 m ö.h., nära dagens Kolmården. Dessa började synas över vattenytan för omkring 11 500 år sedan, i det som då var den yttre skärgården. Områdena närmre Nyköping blev torrlagda några hundra år senare, för runt 11 000 år sedan. Kustprocesserna från denna tid syns idag på de mycket kraftigt svallade sedimenten som förekommer främst i södra delarna av kartområdet.

På grund av landhöjningen stängdes så småningom sunden i väster, och för cirka 10 700 år sedan blev Östersjösänkan åter ett sött innanhav, Ancylussjön, med utlopp via de danska sunden (Andrén m.fl. 2011). På grund av landisarnas avsmältning höjdes världshavens yta och för cirka 9 800 år sedan strömmade återigen salt havsvatten in i Östersjösänkan och bildade Litorinahavet, som i och med fortsatt landhöjning tillslut övergick i dagens Östersjön (Andrén m.fl. 2011). Hela Sverige blev isfritt för cirka 9 500 år sedan (Karlén 1979, Regnéll m.fl. 2019).





**Figur 27.** Randslägen i södra och mellersta Sverige (överst), samt i det aktuella kartområdet (nederst), det senare illustrerat tillsammans med identifierade isräfflor som visar isrörelseriktningen, främst under senaste nedisningen. Isräfflor består av skåror i isrörelseriktningen, som bildats i hållar då isen eroderat underliggande berg. Randslägena i kartan definieras av områden där det förekommer ändmoränrygggar samt andra moränrygggar som bildats parallellt med isfronten. De flesta av moränryggarna har avsatts framför en långsamt smältande inlandsis som ibland gjorde framryckningar då klimatet periodvis blev kallare. Ju längre söderut ett randsläge är beläget, desto äldre är det. Randsläget i norra Småland (Vimmerbymoränen) avsattes till exempel för cirka 14 500 år sedan (Johnsen m.fl. 2019), medan mellansvenska israndzonen bildades för cirka 12 900 år sedan (Rasmussen m.fl. 2014, Hughes m.fl. 2015). Datat över moränryggarna är hämtat från SGU:s jordartskartor samt SGU:s kartvisare *Kvartär geomorfologi*. För sammanfattning av randmoränerna i södra Sverige se till exempel Stroeven m.fl. (2016).



## Jordarter

Här ges en översiktlig beskrivning av de vanligaste jordarterna inom kartområdet och hur de har bildats. För mer utförlig beskrivning hänvisar vi till SGU-rapporten: *Handledning för jordartsgeologiska kartor och databaser över Sverige* (Karlsson m.fl. 2021).

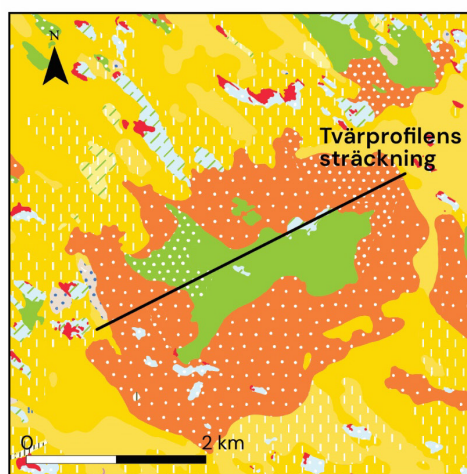
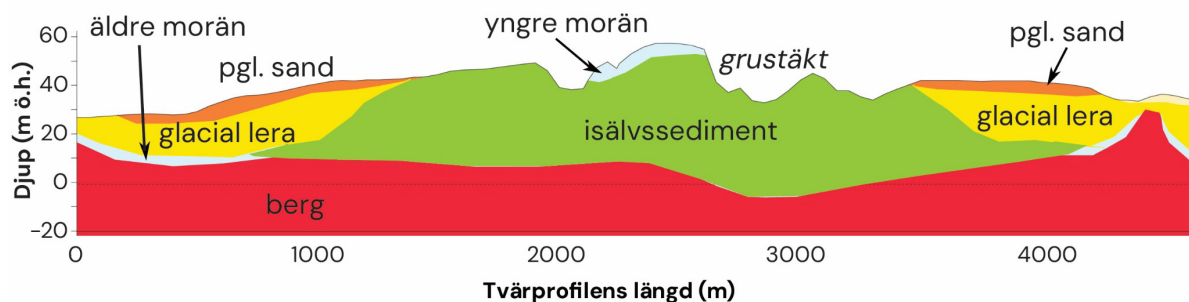
De flesta jordarterna i Sverige har bildats genom att material eroderat på en plats och transporterats av antingen vatten, vind eller is, för att sedan avsättas på en annan plats. Jordarternas egenskaper och fördelning i landskapet är starkt kopplade till bildningssättet. Till exempel är morän och berg-hällar vanliga i markytan i höjdområden, medan vattenavsatta finsediment är vanligare i dal-gångarna. I detta avsnitt delar vi in jordarna efter om de bildats glacialt eller postglacialt. Glaciala sediment har bildats direkt ur isen, eller via smältvatten från en inlandsis eller glaciär. I Sverige är de glaciala jordarterna i regel de som avsattes först och de hittas därför oftast underst i en jordartsprofil (morän, isälvsediment, glacial lera, se figur 28). De postglaciala jordarna har bildats i ett senare skede, efter att inlandsisen hade smält bort från området. Dessa består ofta av material från de glaciala avlagringarna, men som på olika sätt utsatts för påverkan och därmed omlagrats och ibland sorterats (till exempel svallsediment). Vissa postglaciala jordarter innehåller även organiskt material (lergyttja, torv). Postglaciala jordarter har avsatts eller ackumulerats ovanpå glaciala sediment och återfinns därför överst i en jordartsprofil (fig. 28).

En viktig parameter för jordarternas klassificering är sammansättningen av olika kornstorleksfraktioner. De jordarter som innehåller många olika kornstorleksfraktioner benämns som osorterade, medan de som består av ett fåtal fraktioner kallas för sorterade. Det finns även definitioner för hur stor andel av en viss fraktion som ska ingå i vissa jordarter. Till exempel kallas jordar som innehåller mer än 15 % av ler-fraktionen för lera.

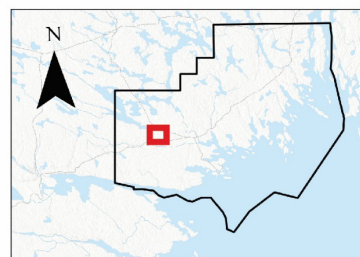
### Klassificering av kornstorlekar

SGU använder en indelning i storleksfraktioner som bygger på nomenklatur enligt Svenska Geotekniska Föreningen (1981):

Fraktion	Block	Sten		Grus			Sand			Silt			Ler
		grov	mellan	grov	mellan	fin	grov	mellan	fin	Grov	mellan	fin	
Kornstorlek (mm)	> 600	600–200	200–60	60–20	20–6	6–2	2–0,6	0,6–0,2	0,2–0,06	0,06–0,02	0,02–0,006	0,006–0,002	< 0,002



Jordart	
	Kärrtorv
	Postglacial lera
	Postglacial silt
	Silt
	Postglacial finsand
	Postglacial sand
	Glacial lera
	Glacial silt
	Isälvssediment
	Isälvssediment, sand
	Morän
	Isälvssed. under annan jordart
	Urberg



**Figur 28.** Jordartsprofil genom Stigtoamtalmen, från sydväst till nordost, vinkelrätt mot isrörelseriktningen, och parallellt med isfronten. Notera att täktverksamhet påverkat isälvsmaterialets mäktighet i stora delar av avlagringen. Profilen bygger på information från ett fåtal borrhälor (SGU:s databas *Jordlagerföljder*) och ger en ungefärlig uppskattning av lagerföljden. Den äldre moränen har avsatts direkt ur den smältande isen, och följer det underliggande bergets morfologi, förutom under själva isälvssavlagringen där den spolats bort av isälven. Ovanpå moränen har mäktiga lager med isälvsmaterial avsatts när isfronten stod strax nordost om denna plats och sköljde ut mängder av vattenslipade sediment. När isen fortsatte att smälta förflyttades isfronten allt längre bort från platsen. Vattenförhållandena blev lugnare och de minsta partiklarna kunde nu sedimentera. Dessa finkorniga jordar bildar i dag mäktiga lager av glacial lera eller silt. Plötsligt blev klimatet kallare (yngre dryas) och isen drog återigen fram över området, vilket påverkade de sediment som hade avsatts sedan tidigare. När temperaturerna steg och isen började smälta igen, avsattes återigen morän, denna gång ovanpå de tidigare bildade isälvsmaterialet. Denna yngre morän syns som en tunnare hätta ovanpå isälvssedimenten. I ett senare skede, när landhöjningen gjorde att området höjdes upp ur havet, påverkades dessa jordar av svallning, då de återigen omlagrades och sorterades.

## Glaciala sediment och landformer

### Morän

Morän består av material från berggrunden som brutits loss och krossats av isen. Moränen avsätts antingen direkt ur isen eller under avsmältningen. De bergarter och mineral som finns i området finns alltså representerade även i moränen. Morän täcker cirka 15 % av markytan i kartläggningsområdet vilket motsvarar cirka 23 % av markytan av det lösa jordtäcket.

Morän är oftast uppbyggd av kantiga partiklar som är dåligt sorterade. Detta betyder att den innehåller partiklar med mycket varierande kornstorlek, ofta allt från block till sten, grus, sand, silt och lera. Moränen inom kartläggningsområdet är i regel mellan 2 och 5 m mäktig och är i huvudsak av sandig och siltig karaktär, även om kornstorlekssammansättningen och sorteringsgraden skiljer sig åt från plats till plats (Persson 1983). Moränens sandhalt inom kartområdet presenteras i figur 8.



### **Morän – landform eller jordart?**

Morän (eng. *till*) är en **jordart** som innehåller osorterade sediment som ofta är kantiga i formen. Jordarten morän bildas antingen direkt ur isen eller vid isavsmältningen. På svenska används termen morän även för vissa **landformer** som bildats under isens avsmältningssfas (eng. *morain*), till exempel ändmorän. Vissa av dessa landformer kan ibland innehålla andra jordarter än morän. Ett exempel på detta i Nyköpingsområdet är de mäktiga ändmoräner som ofta innehåller både jordarterna morän och isälvsmaterial.



**Figur 29.** Typisk skogbevädd normalblockig morän strax öster om Tystberga. Foto: Elin Norström, SGU.

På många platser inom kartområdet är block, stenar och gruspartiklar i moränen rundade i formen, vilket tyder på att den till viss del består av omlagrat isälvsmaterial.

Beroende på markytans frekvens av block klassificeras moränen som blockfattig, normalblockig, blockrik eller storblockig. Inom kartläggningsområdet är moränen vanligen normalblockig (fig. 29) till blockfattig, men i en del exponerade lägen kan blockrika områden förekomma som ett resultat av omfattande svallning under landhöjningen. Storblockiga områden är mycket sparsamt förekommande.

Den morän som förekommer i Nyköpingsområdet har avsatts vid två olika tillfällen, och förekommer därför i två olika typer av geologiska miljöer. Mycket förenklat kan vi dela in moränen i en äldre och en yngre typ, där den äldsta moränen är avsatt direkt på berg (fig. 28). Den morän som avsatts direkt på berg följer i regel underliggande bergövertyta. På många ställen inom kartläggningsområdet har den morän som avsatts på berg kartlagts som ett tunt och/eller osammanhängande jordlager. Den yngre moränen däremot, hittas ställvis i markytan i anslutning till isälvsavlagringar längs randläget (fig. 28). Mäktigheten varierar kraftigt men kan ibland uppgå till cirka 10 m.



## Ändmoränryggar (randmoränrygg)

En ändmorän (även kallad randmorän) är en moränrygg som avsatts längs isfronten då avsmältningen stannat av eller då en inlandsis gör en framstöt (Peterson & Smith 2013). I Nyköpingsområdet förekommer ändmoränryggar längs hela randläget, i flera parallella stråk i sydväst–nordostlig sträckning (fig. 27, fig. 30). Ändmoräner består oftast av jordarten morän, men inom det aktuella kartområdet innehåller de ofta även isälvsediment. Detta beror på att sand och grus som avsatts parallellt med isfronten under avsmältningen överlagrats med morän då isen återigen ryckt fram över området. Under och i anslutning till ändmoräner i Nyköpingsområdet hittas därför ofta isälvsediment med en överlagrande moränkappa (fig. 31).

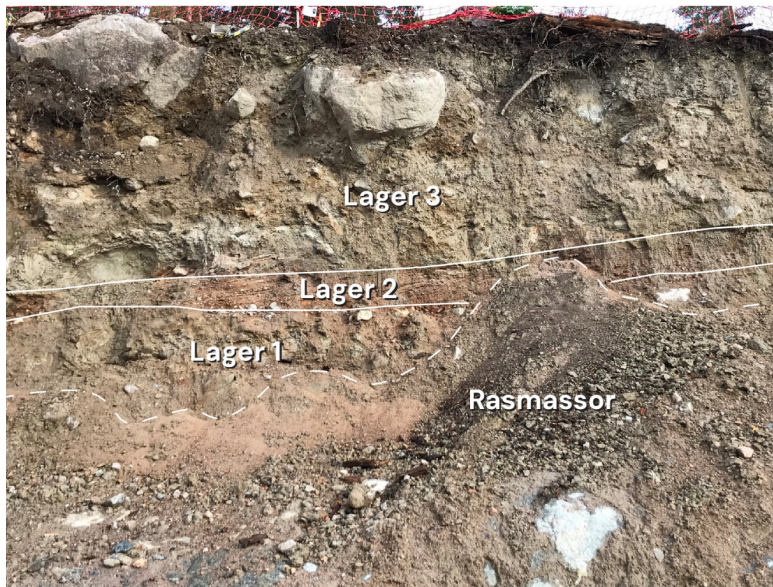
I det aktuella området är ändmoränryggar vanligt förekommande på läsidan om bergknallar i de lägre liggande partierna i landskapet. De återfinns oftast i den södra eller sydöstra änden av en randlägesformation och sträcker sig vanligen i sydväst–nordostlig riktning (fig. 3). Dessa ryggar kan vara svåra att urskilja i fält (fig. 30) men syns tydligt i LiDAR (fig. 3).

I det aktuella kartområdet är ändmoränryggarna särskilt frekventa i Tystbergatrakten, samt österut mot Runtuna. I området strax sydost om Larslundsmalmen förekommer de på lerslätten i dalgången som sträcker sig österut. De förekommer även i kartområdets södra delar, till exempel i dalgången från Tuna mot sydväst ned mot Norrtorp, samt längs randläget mellan Horn och Studsvik.



**Figur 30.** Ändmoränryggar i trakten av Ånga, sydost om Nyköping. Ryggarna kan vara svåra att identifiera i fält då de ofta återfinns i skogsmark. I LiDAR syns dessa ryggar dock tydligt, varför de kunnat kartläggas vid uppgraderingen av nya kartan. I den uppgraderade kartan är ändmoränryggarna kartlagda som blå linjeobjekt, se figur 3). Foto: Henrik Mikko, SGU.





#### Lager 3 – SANDIG MORÄN

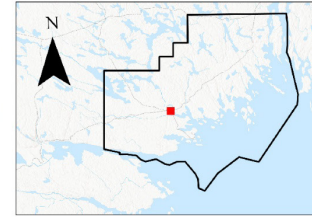
Osorterat, block-sand, avsaknad av ihållande skikt med silt och finsand. Mäktighet cirka 1,5 m.

#### Lager 2 – ISÄLVSEDIMENT, GRUS

Välsorterat rödaktigt grus. Mäktighet 0,2–1,0 m.

#### Lager 1 – SANDIG MORÄN

Osorterad diamikton, sandig dominans. Mäktighet cirka 0,5 m.



Cirka 1 meter

**Figur 31.** En genomskärning av en ändmoränrygg i Bergshammar, strax söder om Nyköping. Lagerföljden består av en äldre morän i botten, följt på isälvssediment som är täckta med ett yngre lager av morän. Ryggen sträcker sig i väst–östlig riktning. Fotot är taget mot norr. SWEREF99TM 6512950 N, 611980 O, höjd 8 m ö.h. Foto: Henrik Mikko, SGU.

### Läsidesdrumlinor (eller läsidesmoräner)

Läsidesdrumlinor är strömlinjeformade kullar avsatta i isrörelsens riktning, på läsidan av en bergknalle (fig. 32, 33). De kallas även för läsidesmoräner, eller *crag-and-tails* (Peterson & Smith 2013, Karlsson m.fl. 2021). I området runt Nyköping innehåller läsidesdrumlinerna ofta isälvsmaterial som formats av isframstöten under kallperioden yngre dryas. I LiDAR-bilder kan man ibland se att isframstöten lämnat efter sig en räfflad yta i de sediment som blivit överkörda av isen. På samma sätt som ändmoränryggarna består läsidesdrumlinerna längs randläget ofta av isälvsmaterial som överlagras av en moränkappa med varierande mäktighet (fig. 34).

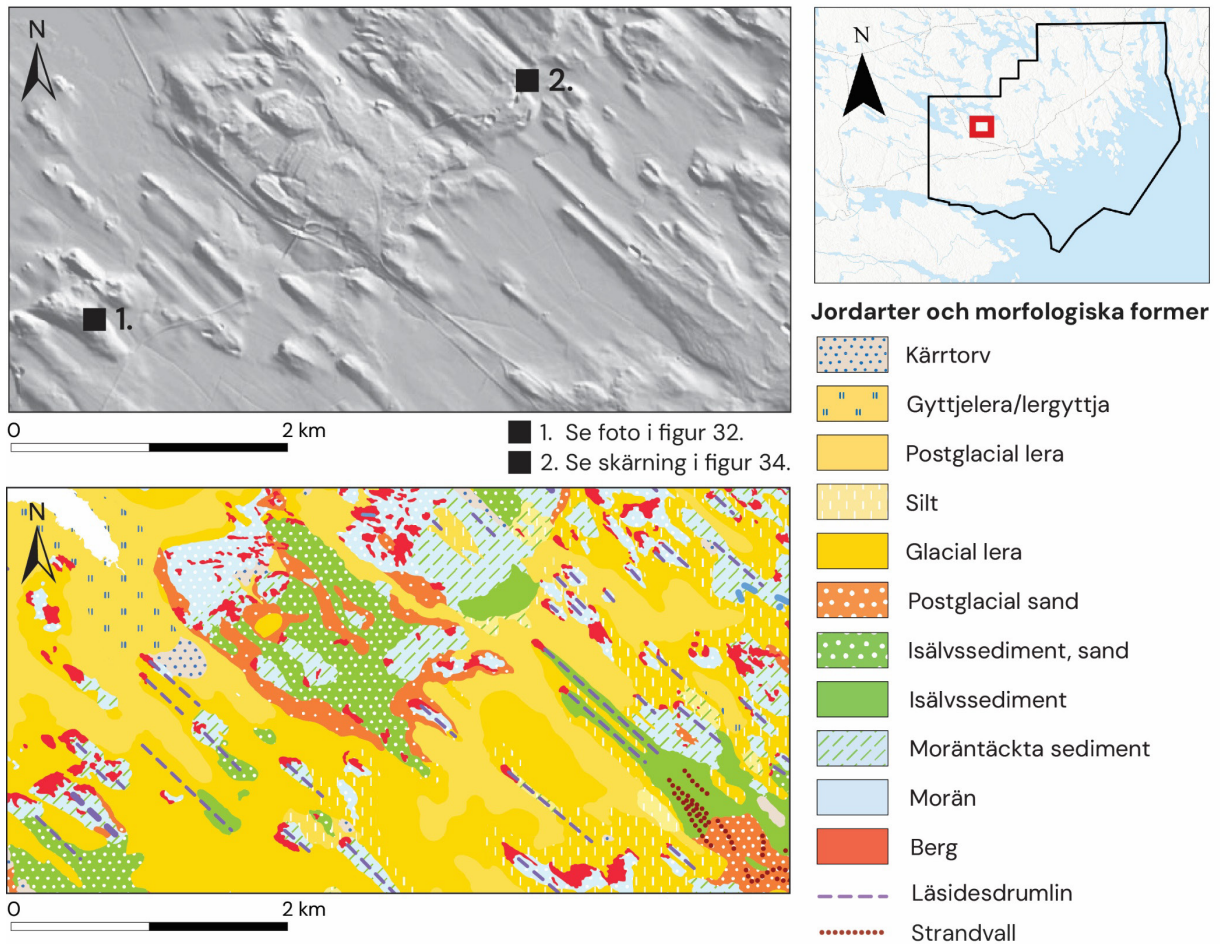
Mäktiga läsidesdrumlinor med moräntäckta isälvssediment hittas längs randläget mellan Horn, Hånömogen och Studsvik. De förekommer även frekvent i två parallella stråk nordväst om isälvsvagringarna vid Stigtomta och Fjällskär/Skavsta. Dessa stråk fortsätter mot nordost med läsidesformationer i området runt Runtuna. Även i Tystberga och i Tullgarns naturreservat förekommer moräntäckta isälvssediment i form av läsidesdrumlinor.

Läsidesdrumlinor med moräntäckta sediment har kartlagts i anslutning till randläget, samt där exponerade skärningar bekräftar sediment under moränen. Flera av läsidesdrumlinerna i kartområdet är dock kartlagda enbart med grundlagret morän. Det går dock inte att utesluta att isälvsmaterial finns även under dessa formationer.

Morän är svår att sondera eller borra i för hand, vilket gör att man måste gräva sig ned för att studera eventuella underliggande sediment. Vid uppdateringen av jordartskartan har det därför inte varit möjligt att i fält bestämma mäktigheten och utbredningen av den morän som överlagras isälvssediment, förutom då öppna skärningar funnits att tillgå, till exempel i anslutning till täkter.

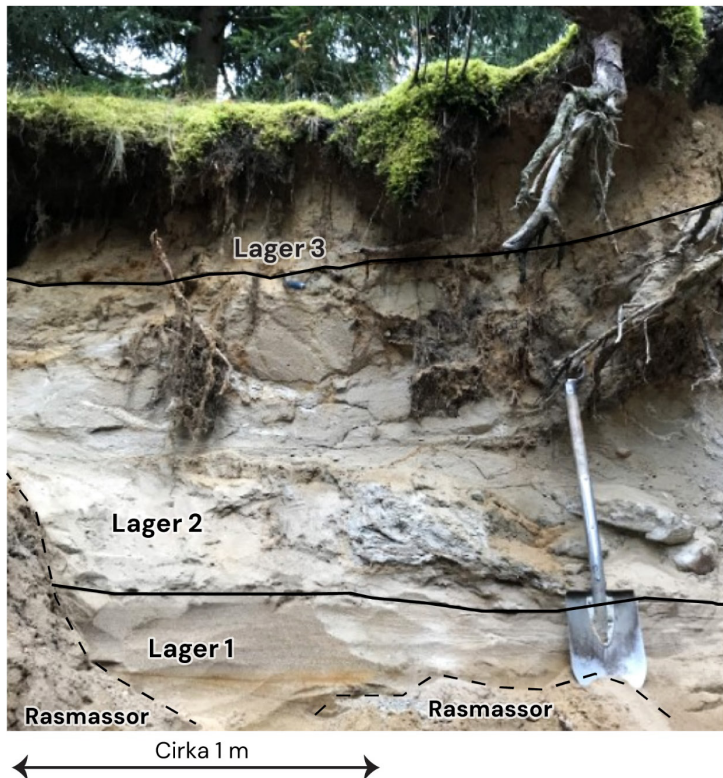


**Figur 32.** Läsesidesdrumlin (eng. *crag-and-tail*) som sträcker sig i nordvästlig–sydöstlig riktning vid Brottninge, strax sydväst om Stigtomta. Ryggen består av isälvssand som täcks av ett lager morän. Marken används för skogsbruk vilket är vanligt på moränmark. På åkermarken i förgrunden syns isälvssand som täcks av glacial lera längre bort i bild. Fotot är taget åt nordost. Koordinater enligt SWEREF99TM: N 6518211, O 601330. Foto: Elin Norström, SGU.



**Figur 33.** LiDAR-bild (övre) och jordartskarta (nedre) över ett område med en svärm av läsesidesdrumlinier (eng. *crag-and-tails*) vid Stigtomta, nordväst om Nyköping. Läsesidesdrumlinerna har bildats under isrörelse i nordvästlig–sydöstlig riktning. Vissa av dessa läsesidesdrumlinier innehåller sorterade isälvssediment som överlagrats av morän från den framryckande isen. Även de finkorniga jordarna, glacial silt och sand, påverkades av isens framryckning och formades som läsesidesdrumlinier. Den stora gröna ytan i bild är isälvsavlagringen vid Stigtomta som även den till viss del formats, "drumliniserats", av framryckande is.





**Lager 3 – POSTGLACIAL SAND (SVALLSAND)**

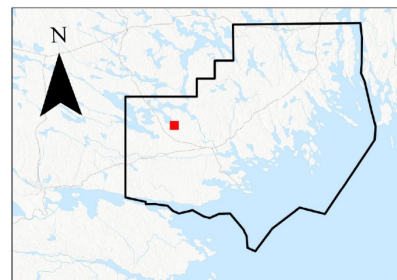
Grusig sand, sorterad.  
Mäktighet cirka 0,3 m.

**Lager 2 – SANDIG MORÄN**

Sandig diamikton, osorterad. Alla fraktioner sten-sand förekommer. Fina fraktionen domineras av finsand. Linser av dåligt sorterat material.  
Mäktighet cirka 1 m.

**Lager 1 – ISÄLVSEDIMENT, SAND**

Skiktad sand, välsorterad.  
Mäktighet cirka 4,0 m (de översta 40 cm syns i bilden).



**Figur 34.** Skärning genom en läsidesdrumlin i Valskog, Stigtomta. Isälvssand överlagras av morän, som har svallats i ytan. Skärningen visar avlagringen skuren längs med isrörelseriktningen (från nordväst till sydost). Fotot är taget mot söder, och isrörelseriktningen motsvarar alltså från höger till vänster i bilden. SWEREF99TM: 6520091 N, 604254 O, cirka 37 m ö.h. Foto: Colby Smith, SGU.

### De Geer-moräner

De Geer-moräner utgör distinkta ryggar, oftast mindre än 30 m breda, bildade parallellt med isfronten. Dessa ryggar är ofta rika på block och sten och framträder ofta tydligt i LiDAR som svärmar av flera ryggar inom ett begränsat område, särskilt i lerdominerade områden. Till skillnad från ändmoränerna förekommer De Geer-moränerna inte i anslutning till isälvavlagringar och de består uteslutande av osorterad morän (Peterson & Smith 2013).

De Geer-moräner förekommer i västra delarna av kartläggningsområdet i anslutning till Hallbo-sjön söder om Vrena. I norra delarna av kartläggningsområdet återfinns De Geer-moräner till exempel i trakterna av Mölnbo samt i Kallfors strax norr om Järna.

### Isälvssediment och isälvavlagringar

Isälvsmaterial karakteriseras av sorterade sediment bestående av sand, grus och sten som har avsatts i strömmande vatten i samband med isavsmältningen. De små jordartsfraktionerna silt och lera finns inte representerade eftersom de inte tillätts sedimentera i det strömmande vattnet. I det aktuella området utgör isälvssediment cirka 2 % av jordarnas utbredning i markytan.

De mäktigaste isälvavlagringarna i Nyköpingsområdet är Brottningemalmen, Stigtomtalmalen, Larslundsmalmen och Hånömogen/Studsvik. Dessa avlagringar varierar i storlek men täcker ungefär en yta vardera på mellan 1 och 2 km<sup>2</sup>. Ytformen är oftast avlång, där den längsta sidan uppgår till 1,5–2 km. Mindre stråk med isälvavlagringar förekommer vid Fjällskär/Skavsta, Horn och Örstignäs strax söder om Nyköping, längs Hållvikens östra strand i Trosaby, samt i tre mindre stråk i området mellan Vagnhärad, Gnesta och Mölnbo. Isälvavlagringarna utgör grundvattenmagasin och vissa av dem har beskrivits i detalj av SGU (Aneblom & Pousette 2009, Thorsbrink & Mikko 2021, Rurling 2014, Rurling 2015).



Isälvsavlagringarna inom kartområdet är generellt formade som plåtliknande kullar med flack ovanyta (fig. 28, 35) och med ett brant sluttande avslut mot söder eller sydost (till exempel Horn, Brottninge, Fjällskär/Skavsta, Larslundsmalmen, Hånömogen/Studsvik). På vissa av isälvsavlagringarna återfinns flera ryggformationer av åskaraktär uppe på platån (till exempel på Stigtomtmalmen och Örstignäs). Dessa ryggformer har olika utformning och storlek och är orienterade antingen mot och/eller i isrörelseriktningen. I den nya kartläggningen har dessa ryggformationer inte kartlagts som åskrön, vilket gjordes i tidigare kartläggning (Lundström & Persson 1972). Detta eftersom tolkningen i LiDAR tyder på att dessa formationer inte är rullstensåsar.

I figur 28 syns en schematisk jordartsprofil som översiktligt visar mäktigheten på isälvsavlagringarna under mark i Stigtomtmalmen. Det är oklart exakt hur dessa isälvsavlagringar har bildats, men troligen har de mäktiga lagren av sand och grus avsatts vid isälvens mynning, nära isfronten. Genomgående för de mäktiga isälvsavlagringarna i Nyköpingsområdet är att de ofta innehåller linser eller ställvisa lager av osorterat material (diamikton), samt att de ibland, men inte alltid, överlagras av morän. På vissa platser syns presstrukturer i isälvsanden som indikerar att sedimenten utsatts för högt tryck. Sammantaget tyder detta på att avlagringarna bildats vid en oscillerande isfront, där det skett en omväxlande avsättning av sediment från isälvar och morän från isen. Moränen ovanpå isälvsavlagringarna kan ha avsatts både från isens bottenskikt och från taket i smältvattentunnlar (Maktari Fard & Ringberg 1998).

Isälvsmaterial fyller ofta upp dalgångar och sprickzoner i berget vilket gör att de ofta kan ha en betydande mäktighet. Borrningar i det aktuella kartområdet visar att det finns djupa lager med isälvsmaterial under yngre jordar (lera, silt), till exempel i dalgången väster om Nyköping (Persson 1972) (fig. 9), samt nordväst om Trosa (Persson 1975).

### **Moräntäckta isälvs sediment**

På många platser längs randläget överlagras isälvs materialet av ett moräntäcke med varierande mäktighet. I jordartskartan kartläggs detta som ett grundlager bestående av morän, med underliggande jordart bestående av isälvs sediment. De moräntäckta isälvs sedimenten utgör cirka 3 % av jordarnas totala utbredning i det aktuella området. I flertalet av de stora isälvsavlagringarna förekommer åtminstone delvis morän i ytan, till exempel i Stigtomtmalmen och Hånömogen (fig. 28, 35). Det är även vanligt förekommande med linser av morän i sedimenten. I det aktuella kartområdet förekommer moräntäckta isälvs sediment i stor utsträckning i anslutning till ändmoränryggar och läsidesdrumlinor.



**Figur 35.** Isälvsavlagring täckt av morän, Hånömogen. Typiskt för isälvsavlagringarna i området är den flacka ovanytan och förekomsten av relativt stora block. Den blockiga ytan indikerar att det finns morän i markytan. Moränen i ytan är svallad (fig. 36) vilket har gett upphov till strandlinjer som syns bra i LiDAR (fig. 37). Bara cirka 100 m från denna plats finns två husbehovstäckter där man har utvunnit sand och grus från de sorterade isälvsavlagringarna som ligger under moränen. Foto: Elin Norström, SGU.

### Rullstensåsar

Rullstensåsar är en typisk isälvsformation som till största delen är uppbyggda av grus och sand. De har avsatts i isrörelsens riktning då inlandsisen drog sig tillbaka. Rullstensåsar hittas ofta i dalgångar som utgör sprickzoner i berggrunden som fylls ut med isälvsmaterial. Norr och nordväst om kartområdet är rullstensåsar vanligt förekommande. I västra delarna av Mälardalen (till exempel i Katrineholm och Eskilstuna) sträcker sig åsarna i nordväst–sydostlig riktning, medan de får en allt mer nord–sydlig riktning i de östra delarna av Mälardalen (Södertörn, Stockholm). Vissa av dessa åsar når in i de norra delarna av kartområdet.

Husbymalmen i Husby-Oppunda är belägen precis utanför det aktuella kartområdet, men vid Råby-Rönö övergår denna formation till en rullstensås som sträcker sig ned mot sydväst där den övergår i drumliniserade ändmoräner. Man återfinner även en rullstensås i Öster-Malma som sträcker sig åt nordnordväst mot sjön Båven.

### Glacial lera och silt

Eftersom hela det uppdaterade kartområdet ligger under HK har det avsatts stora mängder finkorniga glaciala sediment i samband med inlandsisens avsmältning. När inlandsisen hade dragit sig tillbaka var hela området täckt av Östersjöns vatten. I terrängens lägsta partier började då silt och leror att avsättas. I närheten av de stora isälvsavlagringarna avsattes ofta de grövre finkorniga



sedimenten såsom finsand och grovsilt, medan glaciala varviga leror huvudsakligen avsattes mer perifert i förhållande till isälvsedimenten. Varvigheten i glaciala finsediment kan kopplas till säsongsvariationer i smältvattenflödet från isen. Ofta associeras till exempel tjockare siltiga varv med större flöden under sommaren medan tunnare och finkornigare leriga varv kan kopplas till mindre smältvattenflöden under vintern.

Inom kartområdet täcker glacial lera och silt totalt cirka 25 % av markytan vilket motsvarar cirka 40 % av jordarna. Glacial silt utgör cirka 20 % av dessa jordar inom kartområdet. De finkorniga glaciala sedimenten överlagras och draperar i princip alltid morän eller grövre isälvsediment.

I Nyköpingsområdet har de finkorniga jordarna ibland påverkats av den framryckande isen under kallperioden yngre dryas. De har i vissa fall formats om, som läsidesdrumlinor (fig. 33). De finkorniga sedimenten i läsidesdrumlinorna innehåller ofta flak av moränliknande material, samt presstrukturer som indikerar att de utsatts för högt tryck av isen. I vissa fall överlagras de finkorniga glaciala sedimenten av morän. I nya kartan har jordarten då kartlagts som ett grundlager med morän, och ett underliggande lager av isälvsediment eller glacial silt.



**Figur 36.** Skärning genom moräntäckta isälvsediment i en äldre grustäkt vid Horn, sydost om Nyköping. I ytan har moränen svallats och sorterats. Svallning har gett upphov till strandlinjer i området, vilka syns tydligt i LiDAR (fig. 37). Foto: Henrik Mikko, SGU.



## *Postglaciala jordarter*

### **Postglacial sand och grus (svallsediment)**

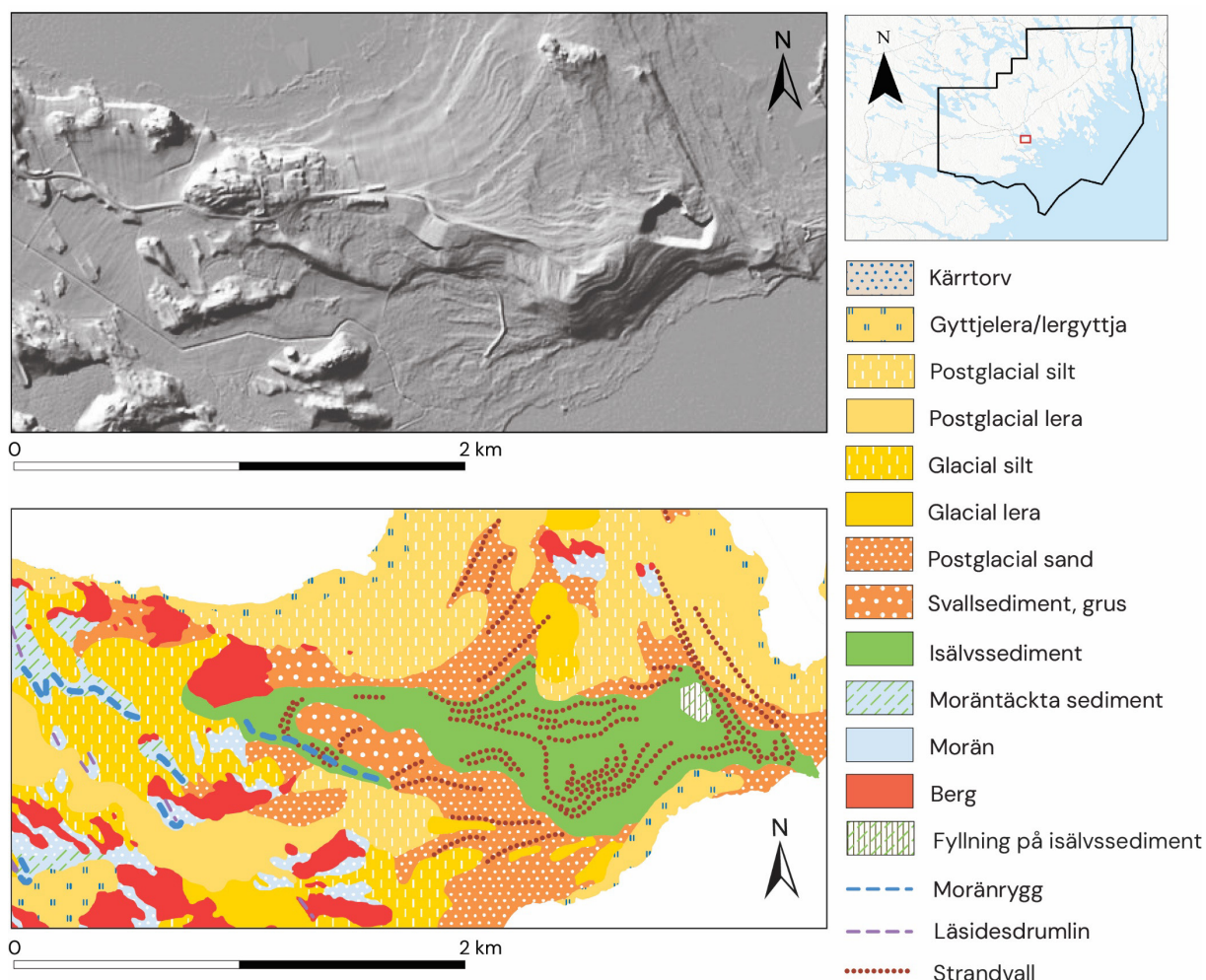
Eftersom postglacial sand och grus ofta omlagrats genom svallprocesser kallas de ofta för svallsand eller svallgrus. Detta gör att dessa jordar är mycket väl sorterade. Totalt utgör postglacial sand och grus 4 % av jordarna och 3 % av markytan inom kartområdet.

Då isen drog sig tillbaka och landet höjdes bildades strandvallar (eller strandlinjer) i svallsedimenten. Dessa kan vara svåra att urskilja i landskapet, men syns tydligt i digitala terrängdata (LiDAR) (fig. 37). I det aktuella området förekommer svallsediment särskilt i anslutning till de stora isälvsavlagringarna. På Stigtomtalmens södra sida samt i anslutning till Larslundsmalmen förekommer flera tydliga strandlinjer i den postglaciala sanden. Även söder och öster om Nyköping finns strandlinjer frekvent i anslutning till isälvsavlagringarna vid Horn och Örstignäs (fig. 37) samt vid Hånömogen. Även i norra delen av kartområdet förekommer stora ytor med svallsediment i anslutning till isälvsavlagringarna i Öster-Malma, i synnerhet i dalgångarna söder om den mäktiga isälvsavlagringen.

Mäktigheten på svallsedimenten är i regel större norr om avlagringarna än på södra sidan (Lundström & Persson 1972). Svallsedimentens mäktighet uppgår till mellan 0,5 och 4,5 m söder om Larslundsmalmen och uppemot 10 m norr om Larslundsmalmen. Motsvarande mäktigheter i anslutning till Stigtomtalmens är 0,5–5 m norr om, och 1–3 m söder om avlagringen (Lundström & Persson 1972).

Svallsedimenten i anslutning till morän är oftast inte lika väl sorterade som de svallsediment intill isälvsediment. I anslutning till morän är svallsedimenten dessutom oftast inte lika mäktiga (fig. 36), utan uppgår i regel till mellan 0,5 och 2 m (Lundström & Persson 1972).

På grund av den komplexa stratigrafien i området är det ibland svårt att avgöra var isälvsand och grus övergår i postglaciala svallsediment. Strandlinjer har därför ibland kartlagts i isälvsmaterial, till exempel i Örstignäs (fig. 37) och vid Hånömogen.



**Figur 37.** Strandlinjer, eller strandvallar som de också kallas, syns tydligt i LiDAR (överst). Nedre bilden visar jordartskartan över samma område; isälvsavlagringen vid Örstignäs, sydost om Nyköping. I jordartskartan är strandvallarna markerade som röda, punkterade linjeobjekt. Strandlinjerna indikerar att området har varit utsatt för kustprocesser och att sedimenten har svallats av vågor och på så sätt omlagrats och sorterats.

### Postglacial lera

Postglaciala leror återfinns under HK och har bildats genom omlagring (svallning) av äldre jordarter, främst morän och glaciallera. Både glacial och postglacial lera har avsatts i terrängens lägsta delar. Den glaciala leran har ofta en svagt undulerande överyta och avgränsas ofta i de högre delarna mot häll- och morändominerad mark. Den postglaciala leran återfinns däremot oftare i landskapets lägsta delar och har ofta en i det närmaste helt flack yta (fig. 2).

Inom kartområdet förekommer postglacial lera på 11 % av markytan vilket motsvarar 16 % av jordarnas utbredning. De största sammanhängande ytorna med postglaciala leror hittas i lågt liggande terräng främst i anslutning till de stora isälvsavlagringarna väster om Nyköping, samt i dalgångarna runt Tystberga och Vagnhärad.

Den kemiska sammansättningen i postglaciala leran har påverkats av den marina-brackvattenmiljön som rådde då de avsattes på havsbotten. Om dessa jordar innehåller organiskt material som exponeras för luftens syre sker ibland kemiska processer som kan leda till försurning av anslutande vattendrag.

## Gyttj jordar

Gyttja består av rester från organiska växter och djur som sjunker till botten i en sjö och ackumulerar över tid. I lergyttja/gyttjelera är den organiska komponenten (gyttjan) uppblandad med lera. I likhet med den postglaciala leran återfinns lergyttja/gyttjelera under HK i de lägst liggande partierna i landskapet (fig. 2) där jorden hålls fuktig och det organiska materialet bevaras.

I det aktuella kartområdet förekommer lergyttja eller gyttjelera på 5 % av markytan, och jordarten representerar 8 % av jordarna. Jordarten hittas främst i dalgångar och låglänta, strandnära områden i trakten runt Råby-Rönö, längs Kilsåns dalgång samt längs kusten söder om Nyköping. Lergyttja/gyttjelera är även vanligt förekommande i låglänt terräng runt Runtuna, och i dalgångarna som sträcker sig från Tystberga och söderut samt kustnära flacka områden runt Trosa.

Den kemiska sammansättningen i lergyttjan/gyttjeleran har på samma sätt som den postglaciala leran påverkats av den marina-brackvattenmiljön som rådde då den avsattes, vilket gör att exponering för luft i vissa fall kan leda till försurning av anslutande vattendrag.

### Gyttj jordar

Indelningen av gyttj jordar är baserad på hur mycket organiskt material jorden innehåller.

Organiska halten i olika gyttj jordar:

Gyttjelera: 2–6 %, Lergyttja: 6–20 %, Gyttja: > 20 %

## Torv (kärrtorv och mossetorv)

Torv är den jordart som har högst organiskt innehåll. Torven bildas då våtmarker ackumulerar organiskt material och bildar ett lager av döda växtrester som bevaras i marken. I kärr ackumuleras torv där vegetationen får näring som når våtmarken från grundvatten och/eller ytvatten som rör sig genom omgivande mineraljord (fig. 38). Med tiden kan torvlagren börja växa på höjden. Ibland kan det leda till att en mosse bildas ovanpå kärrtorven (fig. 39). Vegetationen är då beroende av näring som tillförs via nederbörden. Torvens egenskaper skiftar beroende på vilken vegetation som växer på platsen. Torvmossor domineras ofta av vitmossa och starr som klarar av näringsfattiga förhållanden, medan mer näringskrävande växter trivs i kärrmiljön. Torvens karaktär bestäms även av andra faktorer som klimat och förhållanden i omgivande mark.

Cirka 30 % av torven i det aktuella området är mossetorv, medan 70 % är kärrtorv. Jämfört med övriga landet förekommer relativt få torvmarker i det aktuella kartområdet och de är ofta små till ytan.

Eftersom det aktuella området ligger under HK har torvmarkerna bildats ovanpå de leror som avsattes i låglänta områden och sänkor då området låg under vatten under isavsmältningen. Detta kan jämföras med torvmarker över HK som oftast bildats direkt på morän eller på gyttja i igenväxta sjöar.

De största sammanhängande områdena med torv förekommer sydväst om Nyköping, i de högre liggande partierna i landskapet längs Bråviken, där Stora Bötet, Slätmosse och Västra Blacken utgör stora ytor med både mosse och kärrtorv. Vissa av dessa är klassade med mycket högt naturvärde, till exempel Stora Bötet (Gunnarsson & Löfroth 2009), där torvens mäktighet uppgår till cirka 3–4 m. Torven underlagras av mäktiga kohesionsjordar som utgör ett uppemot 10 m tjockt lager av lera och silt (SGU:s databaser *Jordlagerföljder* och *Torv*).





**Figur 38.** Kärrtorv i Kol-fjärdens dalgång (överst) samt vid utloppet till Skälsnäs-viken (nederst), båda strax norr om Hånömogen, Studsvik. Båda dessa ytor har klassats som kärrtorv i SGU:s jordarts-karta. Kärrtorv bildas där grundvatten och/eller ytvatten skapar förutsättningarna för vegetationen. Näringsämnen och mineral från omgivande mark påverkar vilken typ av kärr som utvecklas på platsen. Torvmossor får i stället sitt vatten uteslutande via nederbörden, vilket skapar en näringsfattig miljö för växterna. Foton: Elin Norström, SGU.

Även i området öster om Sjösa förekommer större orörda områden med torv, som till exempel Stora Haverö mossen. Längre österut återfinns Kålfjärden som utgör ett stort område med kärrtorv vid Hånö Säteri. Norr om Nynäs finns Frillingsmossen (fig. 39), även den med högt naturvärde enligt våtmarksinventeringen (Gunnarsson & Löfroth 2009). Där uppgår torven till cirka 3 m och underliggande kohesionsjordar sträcker sig minst ned till 9 m djup. I Hjortronmossen, nordost om Tystberga, uppvisar torven liknande mäktighet, cirka 4 m. I Åtorpsmossen i Tullgarns naturreservat återfinns 3 m mäktig torv, i detta fall ovanpå minst 7 m kohesionsjord.

I nordvästra delen av kartområdet utgör Fjällveden ett område där det förekommer mindre ytor med både kärrtorv och torvmossor relativt frekvent i högre liggande områden med berg och morän. I Fjällveden är torvmäktigheten runt 5 m i Örmossen och Långmossens naturreservat. En likande miljö återfinns längre österut, i Vargmossarnas naturreservat, väster om Torsås. Relativt stora torvmarker dominerade av kärrtorv finns även i trakterna öster och söder om Öster-Malma. Här är torven tunnare och uppgår till cirka 1–3 m i Spångmossen och Stocksömossen.





**Figur 39.** Frillingsmossen är en skyddad torvmosse belägen i Nynäs naturreservat några kilometer öster om Tystberga. I de centrala delarna av våtmarken är den klassad som mossetorv i SGU:s jordartskarta, medan den yttre torven är klassad som kärrtorv. På Frillingsmossen syns flera arter typiska för en torvmosse som till exempel pors (vänstra fotot) samt vitmossa och tranbär (högra bilden).

Foton: Elin Norström och Henrik Mikko, SGU.

I lägre liggande områden och längs dalgångar hittas ofta mindre ytor med torv, och då oftast näringsrik kärrtorv som ligger i anslutning till gyttjelera. Denna torv är ofta utdikad och används då främst för jordbruk. Ibland har dessa utdikade marker brukats så intensivt att mycket av torven oxiderat och tunnats ut. På vissa platser bildar torven bara tunna lager (< 50 cm) ovanpå andra jordarter. Oftast är det då lera eller silt som utgör det underliggande grundlaget.

På vissa av öarna i skärgården förekommer flera mindre torvmarker, främst med kärrtorv, till exempel på Långön och Ringsön.

## Berggrundsgeologi

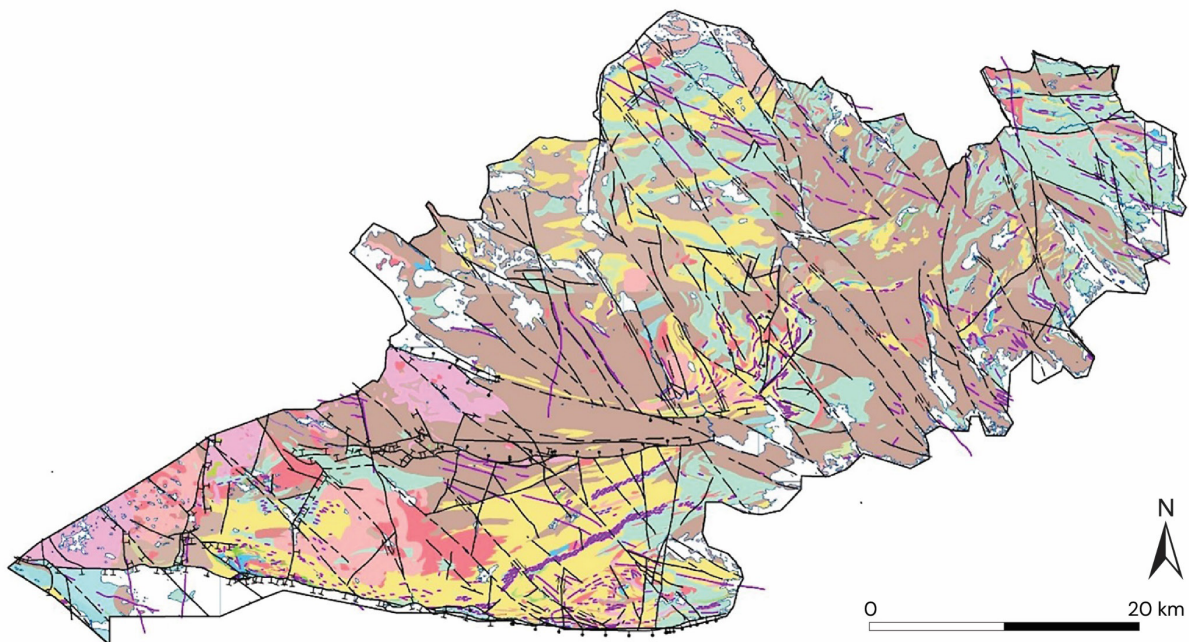
### Geologisk översikt

Berggrunden inom projektområdet ligger i sin helhet inom den svekofenniska orogenen i den sydostliga delen av Fennoskandiska skölden. Den svekofenniska orogenen betecknar de bergarter som bildades för cirka 1,9 miljarder år sedan i de östra och norra delarna av Sverige och de geologiska processer som verkade i detta område efteråt, fram till cirka 1,77 miljarder år sedan. Projektområdet motsvarar ungefär de sydostligaste delarna av den del som brukar betecknas som Bergslagen och innehåller de geologiska komponenter som är typiska kännetecknen för det området, inklusive vulkaniska bergarter, kalkstenar och järnmalmer.

Projektområdet ligger i de sydöstra delarna av Bergslagen, inom det område som historiskt kallats för Sörmlands gnejsområde. Detta beroende på att berggrunden, framför allt åt öster, domineras av gnejsiga och migmatiska, uppsmälta versioner av olika bergarter, främst marina sedimentbergarter. Delområden dominerade av vulkaniska gnejser och migmatiter finns norr om

Nyköping och vid Tunaberg på norra sidan av Bråviken. Vulkaniter och sedimentbergarter har lokalt en tendens att bilda gemensamma bälten omgivna av ortognejser, till exempel i den nordliga delen av projektområdet. Ortognejserna, som bildades från olika intrusioner och med en skiftande mineralsammansättning från granit till gabbro bildar mer eller mindre deformerade, ofta sammansatta plutoner, inne och mellan de vulkanisk-sedimentära bältena. I och nära den stratigrafiska övergången mellan de äldre vulkaniskt dominerade delarna och de yngre sedimentbergarterna förekommer kalkstenar och mineraliseringar, främst järnmalmer. Ortognejserna kan ses som djupare belägna magmakammare till vulkanismen vid ytan, vilket innebär att ortognejsernas och vulkaniternas sammansättning är liknande. Bägge bergartsgruppernas åldrar, cirka 1,9 miljarder år, är också samstämmiga (Stephens m.fl. 2009).

Under senare del av berggrundens utveckling utsattes de nyligen utbildade bergarterna för olika tektoniska processer, till exempel kontinentkollisioner och de olika berggrundsblocken deformerades, förflyttades och omvandlades metamorft för att erhålla den konfiguration som de har i dag. Den metamorfa överpräglingen hos berggrunden i projektområdet har varit mycket omfattande, framför allt i den norra delen, och bergarterna har här till stor del blivit omvandlade till migmatiter. Migmatiterna består till största delen av uppsmält material, neosom, och till mindre del av så kallat paleosom, det vill säga som är bevarade inneslutningar av ursprungsbergarten. Paleosominneslutningarna bestämmer hur migmatiterna ska tolkas i kartbilden. Det kan vara svårt att veta ursprunget på migmatiterna, särskilt som sammansättningen är liknande för de olika bergartsgrupperna ortognejser, vulkaniska gnejser och paragnejser. Neosommaterialet är närmast identiskt för de tre olika bergartstyperna, men paleosommaterialet uppvisar ofta karakteristiska särdrag. Under den metamorfa överpräglingen bildades också karakteristiska metamorfa mineral som cordierit, sillimanit och granat som kan observeras, framför allt i glimmerrika paragnejser. Den fortsatta utvecklingen i migmatiterna med uppsmältning och neosombildning når i några fall till en än mer avancerad nivå då graniter nybildas. Denna granittyp kallas GP (Granit-pegmatit), beroende på den nära kopplingen till pegmatitgångar.



**Figur 40.** Utdrag ur SGU:s berggrundsdatabas för projektområdet Södermanland. (För fullständig karta och teckenförklaring, se SGU:s kartvisare *Berggrund 1:1 miljon*).



Yngre bergarter är den så kallade Graverforsgranitsviten, som består av tre stora intrusioner i de nordvästra delarna av projektområdet. De kännetecknas av att de är porfyriska och att de har en ålder på cirka 1 830–1 850 miljoner år. Yngsta bergarten i området är diabas, som bildar omfattande gångsystem i väst–nordvästlig strykningsriktning. Dessa har en ålder på 1 520–1 600 miljoner år.

Figur 40 visar den geologiska kartan över berggrunden, som ett utdrag ur SGU:s kartdatabas. Den utgör en sammanläggning av kartläggning genomförd på 1960- och 70-talen, med omfattande uppdateringar från modernare datum. Den höga metamorfosgraden inom området gör att det kan vara svårt med gränsdragningen mellan olika bergartsgrupper, vilket leder till att gruppen ortognejser (som visas med brunt på kartbilden) sannolikt har blivit överrepresenterad på kartan jämfört med paragnejser och vulkaniska gnejser (blått och gult på kartan).

## Bergartstyper

En indelning av bergartsgrupperna som förekommer i projektområdet redovisas i tabell 2. Ett flertal relaterade bergartstyper har slagits samman till grupper i syfte att göra den geologiska indelningen och bergkvalitetskartan mer överskådlig. En stor del av bergets egenskaper kan förklaras med hjälp av dess sammansättning. Därför är det av betydelse att dela in bergarterna i mineralogisk och geokemisk mening och ge dem rätt nomenklatur (fig. 13, 14). Bergarternas egenskaper styrs också av de senare geologiska händelser som omvandlat berggrunden i området. Detta kan vara omvandlingsprocesser i vulkaniska och sedimentära bergarter, i nära anslutning till deras bildning. Det kan också vara en tektonisk händelse då en kollision mellan två kontinenter skapade en bergskedja för cirka 1 850 miljoner år sedan (den svekofenniska orogenen) och i vars spår vi ser i starkt förgnejsade bergarter och starkt deformerade zoner. Denna deformation följdes av en storregional metamorf händelse, som är typisk för området. Bergarterna utsattes för ökat tryck och framför allt mycket kraftig temperaturökning som delvis fick berggrunden att smälta.

## Diabas

Bergartsgruppen omfattar den yngsta bergartstypen i området och den övertvårar alla äldre bergarter och strukturer. Diabaserna omfattar ett mycket stort antal gångar med varierande bredd från några decimeter upp till 70 m. De har en tendens till att uppträda i svärmar med ett antal gångar tätt sittande tillsammans och mellan gångsvärmarna förekommer endast ett fåtal gångar. Huvudsaklig strykningsriktning är N 60 V, och gångarna stupar brant. I många fall uppvisar diabasgångarna kylda kontakter. Diabaserna i Södermanland hör troligen till de så kallade Brevengångarna med en ålder på cirka 1 595 miljoner år (Söderlund m.fl. 2005).

Bergarten är normalt mörkt grå till svart, finkornig till fint medelkornig och jämnkornig. Här och var uppträder strökorn, främst pyroxenkristaller (fig. 41) men de kan också utgöras av plagioklas. Mineralogiskt domineras bergartstypen av plagioklas och klinopyroxen med olivin och titanomagnetit. Accessoriska mineral är bland annat apatit och titanit.

Geokemiskt har diabaserna en typisk signatur för gångsvärmar i en kontinental tektonisk miljö med höga halter av  $\text{TiO}_2$  (titandioxid),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (fosforpentoxid) och Zr (zirkonium).





**Figur 41.** Diabas. Cirka halvmeter bred gång, finkornig med små pyroxenströkorn. Del i en större svärm. Sidoberget är migmatitisk vulkanisk gnejs. Hällobserveration UJB230020. SWEREF TM 6537283 N/611204 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

I diabaserna förekommer i allmänhet inga anomala radiometriska förhållanden utan strålningsnivåerna är låga, med ett medelvärde för aktivitetsindex på cirka 0,22. Mätningar på diabasernas densitet visar genomgående värden runt  $3\ 000\ \text{kg/m}^3$ . På grund av det generellt höga innehållet av titanomagnetit är diabaserna kraftigt magnetiska med susceptibilitetsvärden mellan 20 och  $100 \times 10^{-3}$  SI. På den flygmagnetiska kartan visar sig diabaserna ofta tydligt som raka positiva anomalier, men i några fall är responsen på den flygmagnetiska mätningen sämre, och diabasgångarna syns därför sämre. Den sämre responsen kan bero på en inbyggd remanent magnetisering med annan riktning på magnetfältet i bergartens magnetitinhåll, vilket ger avvikande värden på totalfältet.



## Porfyrisk granit

Denna bergartsgrupp består av en granitsvit, Graversforssviten, som består av tre separata granitplutoner med åtföljande satellitintrusioner i den västra delen av projektområdet. Denna yngre granitsvit är daterad till cirka 1 830 miljoner år (Andersson, 1997). Den lite större rundade Graversforsplutonen norr om Norrköping domineras av granit med rundade mikroklinmegakrister i storleksordningen 1–3 cm. Stavsjöplutonen och Jönåkerplutonen längre åt öster har övervägande rektangulära centimeterstora strökorn (fig. 42). Stavsjöplutonen innehåller också en komponent av en mer mafisk sammansättning, men annars är plutonerna strikt granitiska. Granitplutonerna omges av stora mängder av gångformade satellitintrusioner. De skär normalt över den regionala gnejsigheten i övriga, äldre bergarter.

Graniterna har en relativt ljus rödgrå färg, de är medelkorniga i grundmassan och är i princip massformiga. Mineralogiskt består de vanligtvis av lika delar kvarts, plagioklas och mikroklin och med en cirka 10 % hög biotitandel. Karakteristiska accessoriska mineral är hornblände, och apatit. Opaka mineral är magnetit och ilmenit.

Geokemiskt visar graniterna karaktär av kontinental tektonisk miljö med hög halt av  $K_2O$  (kaliumoxid),  $P_2O_5$  (fosforpentoxid), och REE (eng. *rare earth elements*, sällsynta jordartsmetaller).

Radiometriskt har dessa graniter ett aktivitetsindex på 1,0–1,5 med en uranhalt på cirka 5 ppm i genomsnitt. Även om dessa graniter har en ganska hög basnivå av de radiometriska komponenterna, så är det sällsynt att anomala värden av aktivitetsindex över 2 kan noteras. Densiteten för graniterna är oftast runt 2 700 kg/m<sup>3</sup> och medelvärdet på den magnetiska susceptibiliteten är cirka  $6 \times 10^{-3}$  SI.



**Figur 42.** Postorogen porfyrisk granit från Jönåkerplutonen tillhörande den yngre Graversforssvitens bergarter. Bergarten är massformig, rödgrå med en medelkornig grundmassa. Listformade strökorn av mikroklin är cirka 1 cm i kornstorlek. SWEREF TM. Observation UJB200107, SWEREF TM 6515681 N/600626 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.



## Granit-pegmatit (GP)

Bergartsgruppen *Granit-pegmatit* (GP) är magmatiska intrusioner med granitisk sammansättning, och som inom projektområdet bildar mindre massiv, gångar och ådror. De övertvåras äldre bergarter, och de har i varierande utsträckning blivit påverkade av den regionala gnejsigheten och metamorfosen. De har en komplex åldersställning, men är äldre än Graversforssvitens graniter (Wikström 1979). Detta beror på att de bildats genom hög metamorfos och anatektisk uppsmältning av äldre bergarter under vissa faser av migmatitseringen. I några fall bildar de större ansamlingar av komplicerade granit- och pegmatitkroppar med varierande utseenden och egenskaper. De varierar i färg från röd till grå. GP-bergarterna har en varierande kornstorlek och de innehåller ibland grovkorniga, mer pegmatitiska delar, även om mer fint medelkorniga varianter är vanligast förekommande. I många massiv är det enbart en texturvariation mellan delar som har en normal fint medelkornig granitisk textur och en grovkornig pegmatitisk textur (fig. 43). I några fall, till exempel intill Kolmårdens djurpark, dominerar pegmatit. Ofta innehåller massiven rester av de äldre bergarter som graniten bildats ifrån, och sannolikt finns en gradvis övergång från uppsmälta, delvis pegmatitiska neosom som dominerar omgivande migmatiter till rena GP-granitkroppar, vilka har separerats från allt restmaterial i smältorna.

Pegmatit som yngre gångbergarter förekommer över hela projektområdet som egna separata gångar med en varierande bredd och ofta med en begränsad längd.



**Figur 43.** Yngre så kallad GP-granit med pegmatitiska blåsor (ljusare fält). Bergarten är ganska ljus rödgrå, fint medelkornig och jämnkornig. Hällobervation UJB220074. SWEREF TM 6526436 N / 614434 E.

Foto: Ulf Bergström, SGU.

Rena granitintrusioner utan förekomst av restitmaterial och pegmatitiska inslag förekommer som många små, distinkta bergartskroppar i migmatitområdena. De utgörs av ungefär lika stora beståndsdelar av kvarts, mikroklin och plagioklas och med en glimmerhalt på mellan 5 och 10 %. Muskovit är ett karakteristiskt glimmermineral i dessa bergarter.

Geokemiskt är GP-graniter höga på SiO<sub>2</sub> (kiseldioxid) och Th (torium). Andra typiska geokemiska egenskaper är det låga Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O-förhållandet (natriumoxid/kaliumoxid) och den höga Rb/Sr-kvoten (rubidium/strontium), vilket är typiskt för graniter som bildats genom uppsmältning av krustalt material.

Graniterna som är rena och saknar restitmaterial är ofta högstrålande och visar generellt ett Th-innehåll på 40–80 ppm, vilket kan ge ett aktivitetsindex nära 2. Strålningsegenskaperna för denna typ av bergartsgrupp inklusive pegmatiter, är annars ganska varierande beroende på det komplexa förhållandet avseende uppsmältning, kristallisationsförhållanden och mängderna av restitmaterial. Högre halter av uran kombinerat med lägre nivåer av torium kan förekomma i just de pegmatitiska delarna och i de separata pegmatitgångarna.

Denna bergartsgrupp har generellt relativt låga halter av magnetit, men undantag finns och jämfört med omgivande migmatiter uppvisar graniterna ofta en högre magnetisering. Bergartsgruppen har ett medelvärde på susceptibiliteten på cirka  $4,7 \times 10^{-3}$ . Densiteten varierar mellan 2,61 och 2,64 kg/dm<sup>3</sup>.

## Ortognejser

Ortognejserna är en dominant bergartsgrupp av djupbergarter med stor utbredning. De är bildade för cirka 1,9 miljarder år sedan (Stephens m.fl. 2009) och är därmed jämnåldriga med de vulkaniska bergarterna, för vilka de sannolikt fungerat som djupt liggande magmakammare. Ortognejserna förekommer oftast i större sammanhängande massiv som kan bestå av ett flertal separata intrusioner, så kallade plutoner med olika texturer och sammansättningar. Sammantaget följer alla intrusioner en kontinuerlig sammansättningstrend från granit till gabbro.

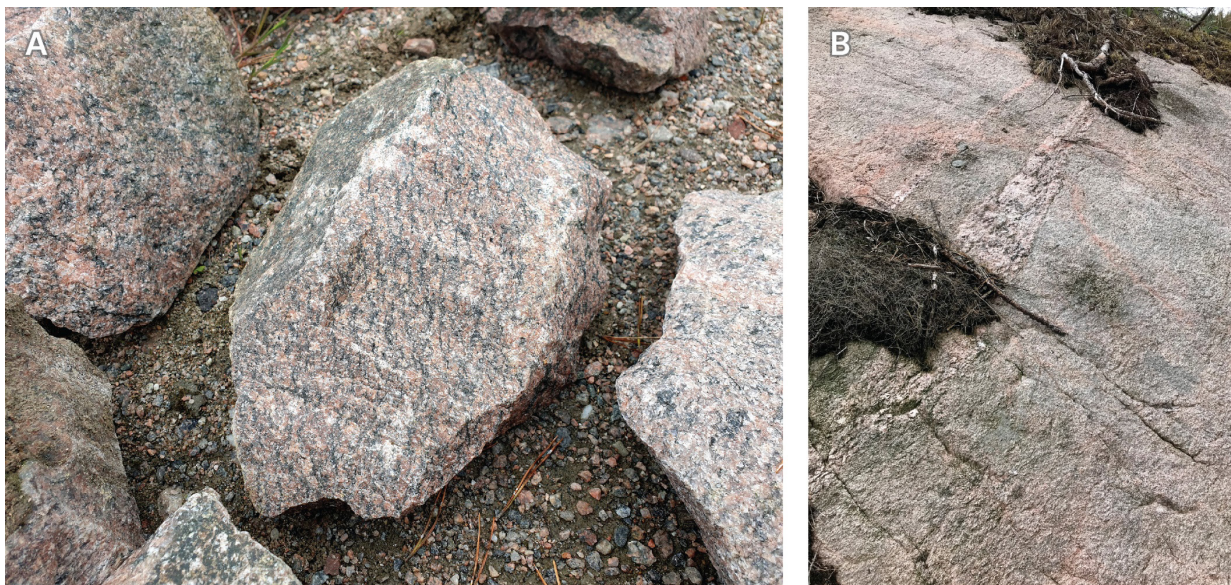
Ortognejserna i projektområdet är omvandlade av deformation och metamorfos. De granitiska ortognejserna visar oftast inte så mycket mer än en diskret gnejsighet (fig. 44), medan granodioritiska-granitiska ortognejsers i stället uppvisar en kraftig ådergnejsomvandling (fig. 45). Omvandlingen är så hög i vissa områden att man särskilt i de norra delarna av området når en kraftig uppsmältning av berggrunden, en migmatitisering. Migmatiterna domineras av ett ljusfärgat grovkornigt, granitiskt neosom med paleosom av mörkare grå, mer finkornig och kraftigt gnejsig granodiorit.

*Granitiska ortognejsers* är normalt gråröda, medelkorniga och jämnkorniga till ojämnkorniga (fig. 44). De är ofta homogena och saknar i stort sett mafiska enklaver eller xenoliter. De kan vara genom-satta av ådror och gångar av pegmatit och de uppvisar ofta en sprickighet. Vid högre metamorfosgrad kan bergarten genomgå en kraftig rekristallisation och uppvisa ett mer massformigt utseende.

Mineralsammansättningen visar normalt ett mineralinnehåll av kvarts, plagioklas och mikroklin i ungefär samma storleksordning, runt 30 %, kompletterat med en halt av 5–10 % glimmermineral. Vanliga accessoriska mineral är apatit, zirkon och epidot. Mängden opaka mineral är oftast under en halv procent och de domineras av oxidmineral.

De granitiska ortognejserna har normalt ett aktivitetsindex runt 1,2 beroende på Th-halter som ligger på relativt höga nivåer, mellan 20 och 30 ppm. Medelvärdet för densitet är 2,64 kg/dm<sup>3</sup>. Susceptibiliteten har ett medelvärde på cirka  $1,6 \times 10^{-3}$ .





**Figur 44. A.** Granitisk ortognejs. Bergarten är gråröd, medelkornig och ofta ojämnkornig. Rödaktig kalifältspat bildar grövre mineralkorn. Stenprover från nedlagda bergtäkten Högvalla. Bergarten är tydligt gnejsig. Hällobservation SVL210003, SWEREF TM 99 6525045 N / 611359 E. Foto: Sven Lundqvist, SGU. **B.** Hällblotning vid Skogshyddan, cirka 1,8 km söder om Skavsta flygplats. Ganska massiv, homogen granitisk ortognejs med ådror och rödfärgade sprickor. Bergarten är hög på torium, vilket ger den ett aktivitetsindex nära 2. Hällobservation UJB200161, SWEREF TM 99 6515573 N / 611692 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

*Granodioritiska-granitiska ortognejser* är grå, jämnkorniga till ojämnkorniga, fint medelkorniga till grovt medelkorniga bergarter (fig. 45). Inom projektområdet är de ofta kraftigt gnejsiga och ådrade (fig. 46). I några fall kan man observera deformerade och omkristalliserade mikroklin-kristaller. Dessa innebär sannolikt att en del av bergarten varit primärt porfyrisk. I andra fall visas en kristalltillväxt och en ögonbildning i bergarten som troligen inte varit porfyrisk från början. Här och var uppträder amfibolitenneslutningar, som antyder att magmablandning varit en del av bergarternas bildning. De granodioritiska-granitiska ortognejserna uppvisar ofta kraftig migmatitbildning med kvarts-fältspatrika, granitiska neosom innehållande rester av mer granodioritiska paleosom.

Mineralogiskt består granodioritisk-granitisk ortognejs av kvarts, ofta mer än 30 %, och fältspater. Bland fältspaterna dominerar plagioklas med ett innehåll på 30–50 % och mängden kalifältspat överstiger sällan 10–15 %, med undantag för de ovan nämnda porfyrisk varianterna där halten kalifältspat är högre. Glimmerhalterna är ofta under 10 %. Särskilt i vissa delar av projektområdet uppträder förhållandevis glimmerfattiga varianter. Mineraliet hornblände kan förekomma och bland de accessoriska mineralen finns apatit, zirkon och titanit. Mängden opaka mineral är oftast under 1 %.

De granodioritiska-granitiska ortognejserna har normalt ett aktivitetsindex runt 1,0 men detta kan variera en del. Medeldensiteten i denna stora grupp är  $2,66 \text{ kg/dm}^3$ . Den magnetiska susceptibiliteten är normalt väldigt låg i de migmatitiska ortognejserna medan den ökar i mer välbevarade delar och här har den ett medelvärde på cirka  $2 \times 10^{-3}$ .





**Figur 45.** Välbevarad granodioritisk–granitisk ortognejs. Bergarten är grå, fint medelkornig och relativt jämnkornig. Gångar och inneslutningar av amfibolit är relativt vanliga. Hällobserveration UJB220136, SWEREF TM 6531281 N / 608334 E. Foto: Ulf Bergström/SGU.

*Tonalitiska-granodioritiska ortognejs* är mörkt grå, fint medelkorniga, jämnkorniga bergarter, med kraftig gnejsighet och varierande grad av ådring (fig. 11a). Dessa bergarter omvandlas sällan till migmatiter med neosombildning men är dock ådergnejsomvandlade. I de tonalitiska-granodioritiska ortognejserna förekommer ofta inneslutningar av amfiboliter vilka indikerar på att en magmablandning ägt rum (fig. 47).





**Figur 46.** Ådergnejsomvandlad granodioritisk-granitisk ortognejs. Ådror av kvarts-fältspatmaterial parallellt med gnejsigheten och bergarten har påbörjat en uppsmältning. Hällobservation UJB220111, SWEREF TM 99 6530643 N / 609875 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.



**Figur 47.** Tonalitisk-granodioritisk-granitisk ortognejs. **A.** Granatupplösnings förekommer ibland i de migmatitiska ortognejserna, troligtvis beroende på att sammansättningen drar mot tonalit. Hällobservation UJB220140, SWEREF TM 99 6533879 N / 608418 E. **B.** Magmablandningsstrukturer där mafiska inneslutningar (amfibolit) omges av finkornigt (uppsmält) material i ortognejserna. I anslutning till dessa bergarter kan intermediära hybridsammansättningar förekomma. Hällobservation UJB220062, SWEREF TM 99 6528654 N / 611236 E. Foton: Ulf Bergström, SGU.



Mineralinnehållet i de tonalitiska-granodioritiska ortognejserna domineras av plagioklas med cirka 30 % kvarts och en kalifältspathhalt på några få procent. Glimmerhalterna är ofta över 10 %, och hornbländen är mycket ovanliga. Magnetit dominerar bland de opaka mineralen men överstiger sällan en halt på 1 %. Granat förekommer som ett accessoriskt mineral (fig. 47), liksom apatit och zirkon.

De tonalitiska-granodioritiska ortognejserna följer den nedåtgående trenden för strålning i ortognejserna och har ett ungefärligt aktivitetsindex på ungefär 0,8. Medelvärde för densitet är  $2,72 \text{ kg/dm}^3$ .

*Amfibolit* förekommer som gångar, inneslutningar av olika typ och ibland som lite större linser. De härstammar från basiska magmor (gabbro-diorit) som har samexisterat med de olika ortognejserna. Ibland visar de magmablandningstrukturer (fig. 47), men den höga deformations- och metamorfosgraden döljer oftast de genetiska sammanhangen. Bergartstypen är oftast mörkt gröngrå, fint medelkornig och jämnkornig.

Mineralogiskt består amfiboliterna främst av hornblände och plagioklas med en mindre kvartshalt som kan uppgå till några procent. Halten av opakmineral varierar men är ofta under 1 % och den fluktuerande magnetithalten ligger till grund för den varierande magnetiska signatur som amfiboliterna visar på den flygmagnetiska kartan. Epidot är ett vanligt förekommande accessoriskt mineral i den här bergarten, och granat kan förekomma (fig. 48).



**Figur 48.** Hällobservasjon SVL220125 uppvisar en magnifik uppblomning av granat som utgör nästan 50 % av bergarten. Granaterna är sannolikt en produkt av att en viss sorts bergart med lämplig sammansättning, exempelvis en monzodioritisk ortognejs som genomgått en kraftig omvandling och hög metamorfos. SWEREF TM 99 6531457 N / 600582 E. Foto: Sven Lundqvist, SGU.



## Vulkaniska gnejser

Vulkaniska bergarter är en viktig bergartsgrupp som är ett karaktärsdrag för Bergslagen. I projektområdet är de vulkaniska bergarterna vanligen kraftigt deformerade och metamorfoserade. Därför saknas en stor del av primära texturer och strukturer som kan ge ledtrådar till vulkaniternas bildningshistoria. Den term som historiskt gavs till dessa kraftigt omvandlade bergarter var leptiter och leptitgnejser, men här används i stället termen vulkaniska gnejser. De vulkaniska gnejserna bildades vid vulkanutbrott för cirka 1,9 miljarder år sedan. Vulkaniterna genomgick redan från början omfattande omlagringar av de ingående vulkaniska produkterna. Detta innebar att gamla och nya vulkaniska avsättningar blandades, och bildade för området dessa karakteristiskt bandade bergartsenheter (fig. 13 och 14). Den vulkaniska utvecklingen följdes av en regional omvandling med malmbildning samt en avsättning av kalkstenar.

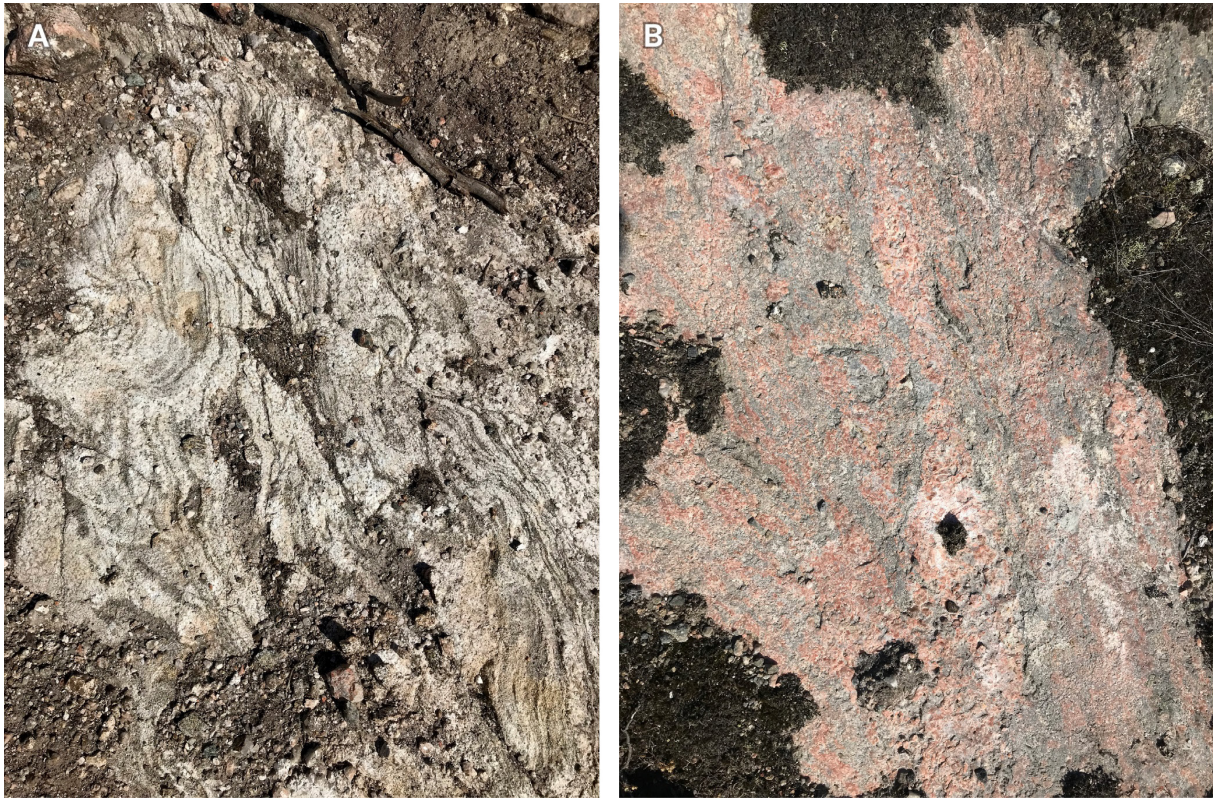
De vulkaniska enheterna bildar bälten, ofta tillsammans med de något yngre sedimentära bergarter som i dag har omvandlats till paragnejser. I bältena kan det ibland gå att urskilja en viktig stratigrafisk enhet som separerar de två bergartsgrupperna. I den enheten uppträder kalkstenar och skarn tillsammans med mafiska vulkaniska bergarter. Här finns också omlagrat vulkaniskt material som har ärvt utseende och egenskaper från både vulkaniska gnejser och paragnejser.

Den vanligaste typen av *vulkanisk gnejs* har en varierande dacitisk-ryolitisk sammansättning, och är finkornig till fint medelkornig samt rödgrå till färgen. Dessa vulkaniska gnejser uppvisar ofta någon form av bandning (fig. 49). Porfyrisk textur, som är vanligt i textuellt välbevarade vulkaniska



**Figur 49.** Vulkanisk gnejs, karakteristiskt bandad med både felsiskt och mafiskt vulkaniskt material. Det ljusa, felsiska vulkanitmaterialet har normalt en dacitisk-ryolitisk sammansättning. Hällobservering CJN200017, SWEREF TM 99 6534295 N / 647486 E. Foto: Christina Nysten, SGU.





**Figur 50.** Vulkanisk gnejs. **A.** Vittrad yta med tydliga bandade lager av ryolitisk sammansättning. Begynnande migmatitisering med uppsmältning och rekristallisation syns i de ljusa banden. **B.** Samma bergart i en färsk yta som bättre visar migmatiteringen (uppsmältningen). Bergarten är röd och kalifältspatdominerad, omkristalliserad och migmatitiserad och liknar en granitisk bergart. Tallmossens bergtäkt. Observation SVL210001, SWEREF TM 6519756 N / 616371 E. Foton: Ulf Bergström, SGU.

bergarter med lägre metamorfosgrad är mycket ovanligt i Södermanland, och de flesta vulkaniska gnejserna är jämnkorniga. Vissa typer är röda och uppvisar kraftig omkristallisation och ådring (fig. 50). Dessa har sannolikt en rent ryolitisk sammansättning. Vulkaniska gnejser med dacitisk sammansättning är vanligtvis gråa. Det finns också vulkaniska gnejser med en mer intermediär sammansättning vilka betecknas som biotit-hornbländegnejser i kartbladsbeskrivningen Af 109 Nyköping SV (Lundström 1974). En specifik typ är *vulkaniska gnejser med anomala K-halter*, en bergartstyp som sedan länge har identifierats i Bergslagen, så kallade kalileptiter. K-anrikningen utgör sannolikt en regional omvandlingstyp i nära anslutning till bildning och avsättning.

Mineralogiskt är de vulkaniska gnejserna ofta kvartsrika och fältspatinnehållet varierar kraftigt från röda kalifältspatdominanta varianter med ryolitisk sammansättning, inklusive K-leptiter till grå, mer plagioklasdominanta varianter med en mer dacitisk sammansättning. Glimmerinnehållet varierar också, mellan 0 och 20 %, där de glimmerfattiga typerna normalt också är kvartsrika. Även innehållet av opaka mineralfaser är varierande och bergarterna kan innehålla både oxid- och sulfidmineral. På den flygmagnetiska kartan är ofta enheterna med vulkanisk gnejs urskiljbara som positiva anomalier, vilket indikerar att det finns lager i dessa bergarter med högre magnetithalt. Det finns också lager med kalksilikater inbäddade i de vulkaniska gnejserna (fig. 51), särskilt i de stratigrafiskt högre nivåerna. På ett flertal lokaler i de norra delarna av projektområdet förekommer massiva, kvarts-fältspatdominanta vulkaniska gnejser med tydliga granatporfyroblaster (fig. 52a).





**Figur 51.** Vulkanisk gnejs med kalksilikater. Här syns framför allt gröna klumpar av epidot och aggregat av hornbländen. Röda granitiska ådror visar på en begynnande migmatitisering och bildning av neosom. Observation UJB220032, SWEREF TM 6524576 N / 607437 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.



**Figur 52. A.** Vulkanisk gnejs, massiv, kvarts-fältspatdominerad med porfyroblaster av granat. Detta är sannolikt en omvandling i de vulkaniska bergarterna tidigt i den geologiska utvecklingen. Under ett senare skede har granater bildats under hög metamorfos. Hällobserveration UJB230067. SWEREF TM 6538090 N / 609694 E. **B.** Vulkanisk amfibolit med porfyroblaster av hornblände. Hällobserveration UJB230067. SWEREF TM 6526063 N / 608226 E. Foton: Ulf Bergström, SGU.



*Amfiboliter med vulkaniskt ursprung* är vanligt förekommande på en stratigrafiskt hög nivå i de vulkaniska bältena. De har en basaltisk-andesitisk sammansättning och förekommer ofta med kalkstenar och kalksilikater. De uppvisar sällan några ursprungliga vulkaniska texturer utan bildar ofta ganska massiva, mörkt gröngrå, finkorniga-fint medelkorniga, ofta, jämnkorniga bergarter. Hornblände-porfyroblaster har noterats på några ställen (fig. 52b). De vulkaniska amfiboliterna är oftast omvandlade och K-anrikade med förekomst av kalifältspat eller glimmer.

## **Paragnejser**

Bergartsgruppen *Paragnejser* omfattar bergarter som bildats från havsbottensediment av sand och lera vid ungefär samma tid som när ortognejser och vulkaniska gnejser bildades. Naturligt nog bildas större mängder sediment när den vulkaniska aktiviteten avtar eller upphör och det vulkaniska materialet som finns tillgängligt på havsbotten blandas genom olika processer med lera och sand.

Det kan vara svårt att urskilja de olika ursprungliga sedimenten i den miljön och närmast omöjligt efter den höga metamorfos bergarten genomgått fram till i dag. Genom bergartsbildande processer transformerades detta bottenslam till bergarten gråvacka, för att sedan genom metamorfa processer bilda paragnejser. Vid en hög metamorf påverkan löses paragnejserna upp i migmatiter där finkorniga, glimmerhaltiga paleosom ligger och simmar i en grå medelkornig granodioritisk-granitisk bergart som motsvarar neosom.

Paragnejserna är normalt mörkt grå, finkorniga bergarter uppbyggda av kvarts, plagioklas, kalifältspat och glimmer (fig. 53, 54). Det finns mer kvarts-plagioklasrika paragnejser, vilka bestod av sand från början. Samtidigt finns det mer glimmerrika typer som sammansättningsmässigt bestod av lera ursprungligen. Dessa glimmerrika, pelitiska paragnejser kan innehålla höga halter av sulfid-mineral (fig. 55). Normalt består paragnejserna av cirka 40 % kvarts och 30 % plagioklas inklusive ett varierande innehåll av kalifältspat och glimmer. Glimmerhalterna minskar med en ökande kvartshalt.





**Figur 53.** Paragnejs, ådergnejsomvandlad. Det finns fortfarande spår av den primära lagringen kvar, som i dag är isoklinalveckad. Bergarten har ett högt glimmerinnehåll, vilket ger den en mörkare grå färg. Neosom som vita–ljusgrå ådror och körtlar. UJB210116, SWEREF TM 99 6531638 N / 608473 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

I paragnejserna förekommer inlagringar av amfiboliter (fig. 54). Dessa kan utgöras av mafiska vulkaniter men oftast är det mafiska gångbergarter, äldre diabaser. Ofta är dessa bergarter kraftigt deformerade och geometriskt sönderslitna på grund av den höga deformationen och metamorfosen, vilket försvårar den geologiska tolkningen. Ibland uppvisar de dock ett tydligt gånguppträdande och de är ofta granatförande (fig. 54).





**Figur 54.** Paragnejs, migmatitisk med en kraftigt granatförande amfiboliten. Amfiboliten är sannolikt en äldre diabasgång och har samma metamorfa omvandlingshistoria som de omgivande paragnejserna. Den migmatitiska paragnejsen har omfattande neosombildning men också spår av bevarade glimmerrika band. Hällobservation UJB220130, SWEREF TM 6530824 N / 609427 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

Vid högre metamorfosgrad ökar kornstorleken (fig. 55) och bergarten kan få ett utseende som påminner om en fint medelkornig till medelkornig intrusivbergart. Generellt skiljer paragnejserna ut sig från vulkaniska gnejser och ortognejsers genom att de innehåller mer glimmermineral. De mer glimmerrika paragnejserna innehåller ofta metamorfa mineral som granat, sillimant och cordierit. Mineralen mikroklin som normalt förekommer i låga halter i föregångaren gråvacka blir mycket mer vanligt förekommande i paragnejsers och de mer migmatitiska delarna genom att de genomgått mineralreaktioner som transformerar K-rik glimmer till kalifältspat.

Paragnejsers har generellt låga strålningsnivåer och ett aktivitetsindex som i normala fall är lägre än 1,0. De gånger man kan notera högre värden är det oftast kopplat till mindre förhöjningar i samband med lokala uppsmältningar relaterat till högre metamorfosgrad och till förekomst av granit- eller pegmatitådring. Någon större skillnad är det inte annars mellan de paragnejsers som har en lägre metamorfosgrad jämfört med de som förekommer som migmatiter. Paragnejserna har en medeldensitet på  $2,72 \text{ kg/dm}^3$  och en medelsusceptibilitet på  $3,1 \times 10^{-3}$ , men de migmatitiska varianterna är oftast väldigt låga i magnetiseringsgrad.





**Figur 55.** Paragnejs, rostfärgad. Bergarten var ursprungligen ett mer lerhaltigt sediment, vilket ger en hög halt av glimmermineral. I dessa glimmerrika, pelitiska paragnejser förekommer sulfidmineral, vilket ger den rostiga hällytan. UJB210008, SWEREF TM 6532586 N / 645021 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.



# Referenser

- Andrén, T., Björck, S., Andrén, E., Conley, D., Zillén, L. & Anjar, J., 2011: The Development of the Baltic Sea Basin During the Last 130 ka. I: Harff, J., Björck, S., Hoth, P. (eds) *The Baltic Sea Basin. Central and Eastern European Development Studies (CEEDES)*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-17220-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-17220-5_4)
- Aneblom, T. & Pousette, J., 2009: Grundvattenmagasinet Nyköping–Stigtomta. *Sveriges geologiska undersökning K 220*.
- Antal Lundin, I., Claeson, D. & Sukotjo, S., 2006: Beskrivning till bergkvalitetskartan Nyköpings kommun. *Sveriges geologiska undersökning K 48*, 18 s.
- Becher, M., Sohlenius, G. & Öhrling, C., 2019: Sur sulfatjord – egenskaper och utbredning. *SGU-rapport 2019:13*. Sveriges geologiska undersökning.
- Bergh, G., 1982: Beskrivning till jordartskartan Nyköping NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 52*.
- Bergström, U., Eliasson, T., Göransson, M., Jelinek, C., Lundqvist, S., Nysten, C., Rauséus & Persson, S. *Beskrivning till bergkvalitetskartan över södra delarna av Södermanland*. Sveriges geologiska undersökning. Opublicerad, kommer under 2025.
- Brunnberg, L., 1995: Clay-varve chronology and deglaciation during the Younger Dryas and Preboreal in the easternmost part of the Middle Swedish Ice Marginal Zone. *Quaternaria. Ser. A. Doktorsavhandling*, Stockholms universitet.
- Claeson, D., Antal Lundin, I. & Sukotjo, S., 2013: Beskrivning till berggrundskartan del av Nyköpings kommun. *Sveriges geologiska undersökning K 437*, 16 s.
- Daniels, J. & Thunholm, B., 2014: Rikstäckande jorddjupsmodell. *SGU-rapport 2014:14*. Sveriges geologiska undersökning.
- Drott, A. & Eriksson, H., 2021: Klimatpåverkan från dikad torvtäckt skogsmark – effekter av dikesunderhåll och återvätning. Kunskapssammanställning och analys. *Rapport 2021/7*. Skogsstyrelsen.
- European Commission, 1999: Radiation protection 112. Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials.
- Gunnarsson, U. & Löfroth, M., 2009: Våtmarksinventeringen – resultat från 25 års inventeringar Nationell slutrapport för våtmarksinventeringen (VMI) i Sverige. *Naturvårdsverket Rapport 5925*.
- Göransson, M., 2015: Ersättningsmaterial för naturgrus – kunskapssammanställning och rekommendationer för användningen av naturgrus. *SGU-rapport 2015:35*. Sveriges geologiska undersökning.
- Göransson, M. (rapportansvarig), 2018: Kritiska egenskaper hos bergmaterial och alternativa mineral. Vinnovaprojekt. *MinBas Innovation Rapport 2014–04347*.
- Hjerne, C., Retzner, A., Hellstrand, E. & Thunholm, B., 2024: Klimatmodellering av grundvatten – grundläggande analys. *SGU-rapport 2024:04*. Sveriges geologiska undersökning.
- Hjerne, C., Thorsbrink, M., Thunholm, B., Gustafsson, M., Lång, L-O., Mikko, H. & Ising, J., 2021: Grundvattentillgång i små magasin. *SGU-rapport 2021:08*. Sveriges geologiska undersökning.
- Hughes, A. L. C., Gyllencreutz, R., Lohne, Ø. S., Mangerud, J. & Svendsen, J. I., 2015: The last Eurasian ice sheets - a chronological database and time-slice reconstruction, DATED-1. *Boreas 45*, 1–45. doi: 10.1111/bor.12142
- IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 s.



- Johnson, MD., Wedel, PO., Benediktsson, Í. & Lenninger, A., 2019: Younger Dryas glaciomarine sedimentation, push-moraine formation and ice-margin behavior in the Middle Swedish end-moraine zone west of Billingen, central Sweden. *Quaternary Science Reviews*. 224:105913.
- Jonstrup, A., 2024: Länsstyrelsernas våtmarksarbete – Redovisning av uppdrag A7. Våtmarker i länsstyrelsernas regleringsbrev 2023. Länsstyrelsen i Gotlands län (*Diarienummer: 500-109-2024*).
- Karlén, W., 1979: Deglaciation Dates from Northern Swedish Lappland. *Geografiska Annaler, Serie A, Physical Geography* 61(3/4), 203–210. doi: 10.2307/520913.
- Karlsson, C., Sohlenius, G. & Peterson Becher G., 2021:Handledning för jordartsgeologiska kartor och databaser över Sverige. SGU-rapport 2021:17. *Sveriges geologiska undersökning*.
- Kasimir, Å. & Lindgren, A., 2024: *Torvmarker, klimat och återvätning. Att minska utsläpp och främja koldioxidinlagring*. Vulkan Media. 153 s.
- Lagerblad, B. & Trädgårdh, J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. Cement och Betong Institutet. *CBI rapport 4:92*, 74 s.
- Lantmäteriet 2022: Produktbeskrivning: Laserdata Nedladdning, NH dokumentversion 2.11. Laserdata NH ([www.lantmateriet.se](http://www.lantmateriet.se)). Åtkommen 3 februari 2025.
- Lundqvist, S. & Göransson, M., 2001: Evaluation and interpretation of microscopic parameter vs Mechanical properties of precambrian rocks from the Stockholm region, Sweden. I: Proceedings of the 8th Euroseminar on microscopy applied to building materials, s. 13–20.
- Lundström, I., 1974: Beskrivning till berggrundskartan Nyköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 109*, 123 s.
- Lundström, I., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Nyköping SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 114*, 82 s.
- Lundström I. & Persson C, 1972. Beskrivning till geologiska kartbladet Nyköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 11*.
- Lundqvist & Sarnisto 1990. Termination of the Pleistocene. Abstract, Field conference Norway-Sweden-Finland May 1990. *Geological survey of Finland Guide 31*. Espoo, 163 s.
- Lång, L-O., Norström, E., Maxe, L. & Lindeberg, C., 2023: Fördjupad utvärdering av Grundvatten av god kvalitet 2023. *SGU-rapport 2022:13*. Sveriges geologiska undersökning.
- Länsstyrelsen, 1995: Grusinventering i Stockholms län, *Länsstyrelsen 1995:3*.
- Maktari Fard, A. & Ringberg, B., 1998: Sedimentology of a till exposure at Horn (east-central Sweden) and its regional implications. I (Ed. J Kristiansson): Rapid deglaciation and ice sheet retreat in the Stockholm area, Sweden – a sedimentological perspective. *Quaternaria, Series A, Theses and research papers no 4*. Department of Quaternary research, Stockholm University.
- Morin, C, Norström, E., Sohlenius, G. & Wendelin, E., 2023: Torrvolymer och kolförråd i Sveriges torvmarker En beräkning baserad på SGU:s data. *SGU-rapport 2023:08*. Sveriges geologiska undersökning.
- Mortensen, G.M. & Göransson, M., 2018: Bergkvalitet Skåne – beskrivning till bergkvalitetskartor över delar av Söderåsen, Kristianstadsområdet, Linderödsåsen och Romeleåsen. *Sveriges geologiska undersökning K 623*, 49 s.
- Møl Mortensen, G., Tarras, H., Göransson, M., Taromi Sandström, O., Malaga, K., Helsing, E., Utgenannt P. & Sundlin, E., 2023: Rapportering av regeringsuppdrag. Alternativa bindemedel till betong – En sammanfattning av kunskapsläget, i ett hållbarhetsperspektiv. *RR 2023:02*. Sveriges geologiska undersökning.

- Nyman, A., Johnson, A., Yu, C., Sohlenius, G., Becher, M., Dopson, M. & Åström, M., 2023: A nationwide acid sulfate soil study — A rapid and cost-efficient approach for characterizing large-scale features. *Science of the Total Environment* 869. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161845>
- Persson, C. & Lundström, I., 1973: Beskrivning till geologiska kartbladet Nyköping SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 12*.
- Persson, C., 1972: Larslundsmalmen. *Sveriges geologiska undersökning C 674*, 23 s.
- Persson, C., 1975: Beskrivning till geologiska kartbladet Nyköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 21*.
- Persson, C., 1983: Glacial deposits and the central Swedish end morain zone in eastern Sweden. I: Ehlers, J. 1983 (Ed.): Glacial deposits in North-west Europe. 480 s., CRC Press. s 131–139.
- Peterson, G. & Smith C A., 2013: Description of units in the geomorphic database of Sweden. *SGU-rapport 2013:4*. Geological Survey of Sweden.
- Persson, C. & Svantesson S. I., 1972: The Highest Shore-Line on Jakobsdalsberget in Kolmården, Sweden. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar 94 (2): 4*.
- Strömberg, B., 1969: Den mellansvenska israndzonen. Översiktlig naturvårdsinventering med hänsyn till kvartärgeologisk-naturgeografiska värden. *Forskningsrapport 6*. Stockholms universitet, Naturgeografiska institutionen 1968.
- Rasmussen, S. O., Bigler, M., Blockley, S. P., Blunier, T., Buchardt, S. L., Clausen, H. B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S. J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W. Z., Lowe, J. J., Pedro, J. B., Popp, T., Seierstad, I. K., Steffensen, J. P., Svensson, A. M., Vallelonga, P., Vinther, B. M., Walker, M. J.C., Wheatley, J. J. & Winstrup, M., 2014: A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 106, 14–28. doi: 10.1016/j.quascirev.2014.09.007.
- Regnéll, C., Mangerud, J. & Svendsen, J. I., 2019: Tracing the last remnants of the Scandinavian Ice Sheet: Ice-dammed lakes and a catastrophic outburst flood in northern Sweden, *Quaternary Science Reviews* 221, 105862. doi: 10.1016/j.quascirev.2019.105862.
- Rurling, S., 2015: Grundvattenmagasinet Trosa–Källvreten. *Sveriges geologiska undersökning K 491*.
- Rurling, S., 2014: Grundvattenmagasinet Trosa–Sörtuna. *Sveriges geologiska undersökning K 463*.
- SCB, 2020: Torv 2019. Produktion, användning och miljöeffekter m.m. Sveriges officiella statistik. *Statistiska Meddelanden, MI 25 SM 2001*. Statistikmyndigheten SCB.
- Schoning, K., 2017: Rapportering av regeringsuppdrag. Metodutveckling för regional materialförsörjningsplanering. Diarie-nr: N2013/4066/FIN. SGU:s diarie-nr: 317-1572/2013. RR 2017:02. Sveriges geologiska undersökning.
- Schoning, K., Sohlenius, G. & Thorsbrink, M., 2017: Geologiska undersökningar och bedömning av hydrologisk påverkan vid ansökan om torvtäkt. *SGU-rapport 2017:10*. Sveriges geologiska undersökning.
- Schoning, K., Hildebrand, L. & Norström, E., 2019: Rapportering av regeringsuppdrag. Kulturell geologi – ett sätt att utveckla kulturmiljöarbetet. SGUs diarie-nr: 31-1556/2019. Kulturdepartementets diarie-nr: Ku2017/01563/KL. RR 2019:03. Sveriges geologiska undersökning.
- SGU, 1972–1982: Geologiska kartbladen, Nyköping SV, NO, SV, NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 11, 12, 21 samt 52*.
- SGU, 1991: Grusinventering i Södermanlands län. Sveriges geologiska undersökning. Reg. Inv. 1991:4.



- SGU, 2023: Grus, sand och krossberg 2022. *Periodisk publikation 2023:3*. Sveriges geologiska undersökning.
- SMHI, 2024: Fördjupad klimatscenariotjänst. Fördjupad klimatscenariotjänst | SMHI. <<https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarier/met/sverige/medeltemperatur/rcp45/2071-2100/year/anom>> Åtkommen 3 februari 2025.
- Stroeven, AP., Hättstrand, C., Kleman, J., Heyman, J., Fabel, D., Fredin, O., Goodfellow, BW., Harbor, JM., Jansen, JD, Olsen, L., Caffee, MW., Fink, D., Lundqvist, J., Rosqvist, GC., Strömberg, B. & Jansson, KN., 2016: Deglaciation of Fennoscandia. *Quaternary Science Reviews*. 147:91–121. doi:10.1016/j.quascirev.2015.09.016
- Stålhös, G., 1975: Beskrivning till berggrundskartan Nyköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 115*, 102 s.
- Thorsbrink, M. & Mikko, H., 2021: Grundvattenmagasinet Vårdingeåsen Visbohammar. *Sveriges geologiska undersökning K 687*.
- Thorsbrink, M., Sohlenius, G., Becher, M., Bastviken, P., Nolin Nyström, L. & Eveborn, D., 2019: Geologins betydelse vid våtmarksåtgärder – Sätt att stärka tillgången på grundvatten. *SGU-rapport 2019:15*. Sveriges geologiska undersökning.
- Tryggvason, A., Melchiorre, C., Johansson, K., 2014: A fast and efficient algorithm to map prerequisites of landslides in sensitive clays based on detailed soil and topographical information. *Computers & Geosciences* 75, 88–95.
- Wikström, A., 1979: Beskrivning till berggrundskartan Katrineholm SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 123*, 102 s.
- Vägverket, 2005a: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel E. Obundna material. *ATB VÄG 2005 Publ 2005:112*, 105 s.
- Vägverket, 2005b: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel F. Bitumenbundna material. *ATB VÄG 2005 Publ 2005:112*, 90 s.
- Wohlfarth, B., Björck, S., Funder, S., Houmark-Nielsen, M., Ingólfsson, Ó., Lunkka, J.-P., Mangerud, J., Saarnisto, M. & Vorren, T., 2007: Quaternary of Norden. *Episodes* 31(1), 73–81.
- Ågren, A A., Maher Hasselquist, E., Stendahl, J., Nilsson, M B., Paul, S S., 2022: Delineating the distribution of mineral and peat soils at the landscape scale in northern boreal regions. *Soil* 8, 733–749. <https://doi.org/10.5194/soil-8-733-2022>
- Åström, M., Sohlenius, G., Nyman, A., Johnson, A., Ghahfarokhi, S.S., Yu, C. & Dopson, M., 2024: Sura sulfatjordar i Sverige – Ny kunskap och underlag för åtgärder. Naturvårdsverket Forskning, *Rapport 7150*.