

Beskrivning till

Bergkvalitetskartan över södra delarna av Södermanland



Ulf Bergström, Thomas Eliasson, Mattias Göransson,
Cecilia Jelinek, Sven Lundqvist, Christina Nysten,
Gunnar Rauséus & Stefan Persson

www.sgu.se

K 756

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-89421-69-1

Författare: Ulf Bergström, Thomas Eliasson, Mattias Göransson,
Cecilia Jelinek, Sven Lundqvist, Christina Nysten, Gunnar Rauséus
och Stefan Persson

Granskad av: Mattias Göransson

Ansvarig enhetschef: Lena Yotis

Redaktör: Johan Sporrang

Omslagsbild: Hällobobservation vid Hillestalund. Bergarten är en
migmatitisk paragnejs. Omfattande nybildning av fältspat följer mer
glimmerrika lager i paragnejsen. 66535062/639031 Sweref 99 TM.
Fotograf: Ulf Bergström, SGU

Utgivningsår: 2025

Sveriges geologiska undersökning

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

Innehåll

Inledning	4
Äldre kartläggning och bakgrundslitteratur	4
Bergkvalitetskartor	6
Metodik	7
Geologi	9
Geologisk översikt	9
Beskrivning av bergartstyper	11
Nomenklatur	26
Deformationszoner, sprickor och övriga strukturer	28
Tekniska analyser	30
Provtagning	30
Kulkvarnsanalys (A_N)	31
Micro-Devalanalys (M_{DE})	31
Los Angelesanalys (LA)	32
Resultat	33
Berggrundens strålningsegenskaper	33
Mineralogisk och petrografisk analys	37
Glimmer (olika typer av skiktasilikater med mera)	38
Opaka mineral	38
Texturer	40
Alkalisilikareaktivitet (ASR)	42
Miljöelement	43
Sammanställning och klassning	44
Klassning av ballast för väg	45
Klassning av ballast för järnväg	47
Klassning av ballast för betong	48
Bergkvalitetskartor	49
Referenser	50
Bilaga 1. Tekniska analyser	53
Bilaga 2. Resultat av spektrometermätningar på provtagningsplatser	59
Bilaga 3. Modalanalyser. Innehållet av olika minerafaser på provtagningsplatserna	64
Bilaga 4. Innehållet av ett utvalt antal spårelement i de olika bergarterna på provtagningsplatserna	70
Bilaga 5. Analys av relativ förekomst av olika opaka mineral	76
Bilaga 6. Petrografisk information	82

Inledning

Bergkvalitetskartan är en tematisk produkt som kompletterar Sveriges geologiska undersöknings (SGU) berggrundskarta och har bedrivits med avseende på kartprodukter i skala 1:50 000.

Bergkvalitets- och berggrundsundersökningarna i projektområdet Södermanland startade 2020 och slutfördes under 2023. Projektområdet bestämdes utifrån behovet av en sammanhängande yta längs infrastrukturkorridoren Jönköping–Stockholm, och omfattar också ett antal, delvis äldre undersökningar som nu kan sammanställas inom projektramen. En naturlig sydgräns för projektområdet är Bråviken och en ungefärlig nordlig begränsning är den norra kommungränsen för Nyköpings kommun. Undersökningarna omfattar bland annat projekt Ostlänken (Ostlänken, en ny dubbelspårig järnväg, läs mer på www.trafikverket.se), som är ett samverkansprojekt med Trafikverket, och som avser att undersöka materialkvaliteter längs spårlinjen för den nya järnvägssträckningen Järna–Linköping. Utöver detaljkartläggning och provtagning i två omgångar omfattar Ostlänkenprojektet också detaljundersökningar i ett antal tänkta tunnellägen och undersökningar av sulfidförande berggrund i Trosaområdet. Ny reguljär berggrundskartläggning i lokal skala (1:50 000) har genomförts i de norra delarna av Nyköpings kommun. Harmonisering och gränsdragning mot en äldre bergkvalitetskartläggning, som är belägen centralt i projektområdet, K 48 Bergkvalitetskartan Nyköpings kommun (Antal Lundin m.fl. 2006) har varit en viktig del av projektet. Projektet har också inkluderat prover från en äldre bergkvalitetsprovtagning av mer rekognoserande karaktär från 2015 och 2018 inom projektområdet. Med allt äldre material inräknat omfattar databasen för prover med tekniska analyser 151 objekt.

Äldre kartläggning och bakgrundslitteratur

Eftersom en bergkvalitetsundersökning utgår från att berggrunden är väl känd och kartlagd enligt den för SGU reguljära skalan 1:50 000, genomfördes en kartläggning på de södra delarna av kartbladet 9H Nyköping NV för att ligga till grund för den parallellt genomförda bergkvalitetsprovtagningen. Detta kartblad saknar äldre kartläggning med lämplig detaljeringsgrad. Beskrivningar av omgivande, tidigare kartlagda kartområden inom projektområdet inkluderar 9G Katrineholm SO (Wikström 1979), Nyköping SV (Lundström 1974), Nyköping SO (Lundström 1976), Nyköping NO (Ståhlös 1975). I samband med bergkvalitetskartläggningen Nyköpings kommun (Antal Lundin m.fl. 2006) genomfördes omfattande omtolkningar av den geologiska bilden på kartbladet 9H Nyköping SV. Dessa kartläggningar sammanfattas i K 437 (Claeson 2013). Den geologiska bilden av området har också genomgått begränsad harmonisering och uppgradering under 2000-talet, framför allt genom arbetet med Bergslagenprojektet (Stephens m.fl. 2009). Hela det aktuella kartlagda projektområdet, inklusive det tidigare kartlagda området i K 48 omfattar cirka 2 034 km². Angränsande bergkvalitetskartläggning omfattar delar av Norrköpings kommun (Claeson m.fl. 2006) samt Södertälje och Nykvarns kommuner (Thelander m.fl. 2008). Allt äldre material är tillgängligt genom SGU:s webbtjänster, kartvisaren *Ballast* (sgu.se) och kartvisaren *Berggrund* (sgu.se).

Inom det undersökta området för bergkvalitet fanns sex aktiva bergtäkter med varierande storlek 2018 (fig. 1), enligt SGU:s statistik. Stora uttag för användning som ballast kan också förekomma i samband med markberedning eller större infrastrukturprojekt och som inte räknas in här. I området finns också ett stenbrott för uttag av natursten, Kolmårdenmarmor (fig. 2).

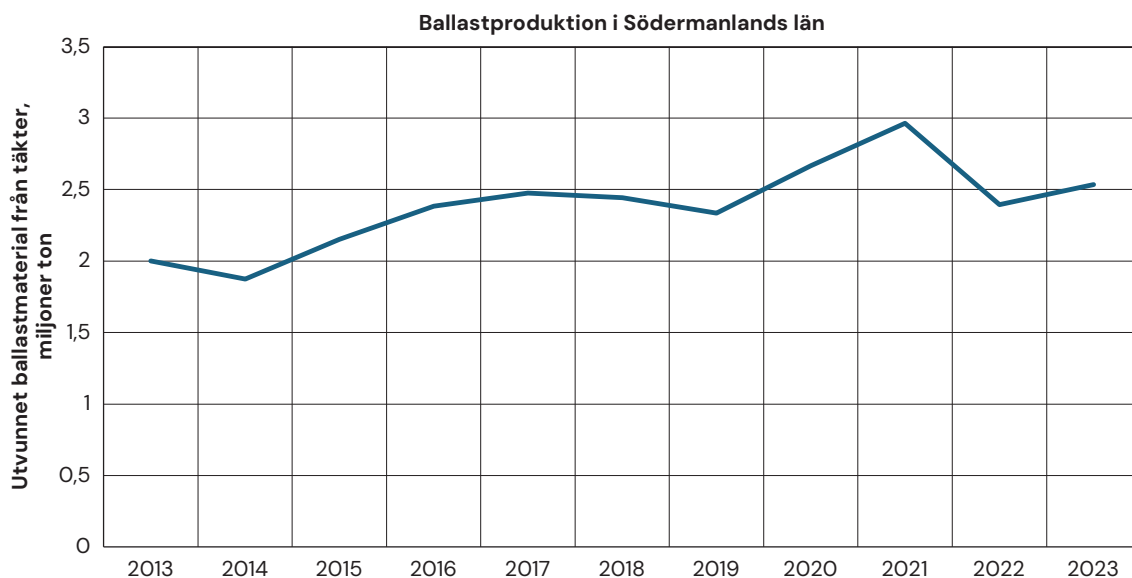
I hela Södermanlands län producerades under 2022 cirka 2 200 000 ton ballast från bergtäkter (Göransson 2023), se figur 3, vilket ligger inom normalt historiskt förekommande utvinningsvolym. I hela Södermanlands län producerar i dag 21 täkter ballast för byggandet.



Figur 1. Översiktskarta med projektområdet bergkvalitet Södermanland. Projektområdet för ny berggrundskartläggning 2021–2023 är markerat med rödbrun ram och området för bergkvalitetskartan K 48 Nyköping (Antal Lundin m.fl. 2006) har lila ram. Den nya spårlinjen för järnväg Ostlänken är tänkt att huvudsakligen följa E4:ans sträckning. Bergtakter som producerat ballast inom projektområdet är markerade med rosa trekanter. Alla dessa är dock inte aktiva i nuläget.



Figur 2. Marmorbrottet i Kolmården.
Foto: Ulf Bergström, SGU.



Figur 3. Utvinningen av ballastmaterial från Södermanlands samtliga tåktter, såväl naturgrus, morän som krossat bergmaterial. Data från Göransson (2023).

I tätorter likt Eskilstuna och Strångnäs samt Nyköping börjar tåktetablering bli allt svårare eftersom motstående intressen till ordinär tåktverksamhet ofta förekommer där människor vistas kontinuerligt, exempelvis i större tätortsområden. I sådana områden blir med andra ord kringområdena allt mer betydelsefulla. I kringområdena kan en ny tåktverksamhet starta i de fall berggrundens kvalitet är tillräckligt bra. Detta är en anledning till att kartläggningen av Södermanlands inre markområden, de mellanliggande områdena till de medelstora städerna, är viktig för att underlätta samhällets tillgång på råmaterial för byggandet.

Bergkvalitetskartor

Ballastmaterial som används för byggnation och anläggningsverksamhet är en samhällsstrategiskt viktig produktvara 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 (Göransson 2023), vilket är en minskning med cirka 5 miljoner ton jämfört med de tre senaste åren. Indirekt beror den minskade utvinningen av ballastmaterial i Sverige på grund av ett minskat dagsaktuellt byggande vilket är kopplat till den lågkonjunktur som Sverige befinner sig i för närvarande.

SGU:s bergkvalitetskartor är att betrakta som ett översiktligt underlag, eller en modell, för prospektering av bergmaterial och för planering av materialförsörjningen i en region. Med utgångspunkt från den geologiska kartan genomförs provtagning för att kunna klassa det geologiska materialet med avseende på dess tekniska kvalitet, naturlig bakgrundsstrålning, samt mineralogiska och geokemiska egenskaper. Bergkvalitetsinformationen ska underlätta en utvärdering av berggrundens bästa användningsområde för väg-, järnvägs- och betongballast. Med hjälp av den geologiska kartan kan bergmaterialets sammansättning och dess egenskaper extrapoleras ut från provtagningsplatserna till ett större område. Berget delas i in i fyra olika bergkvalitetsklassningar med avseende på användningsområde; 1) mycket god, 2) god, 3) mindre god och 4) dålig.

Syftet med SGU:s bergkvalitetskartor och -information är förutom att stärka kunskapsunderlaget för prospekteringsverksamhet av ballast, också att den ska fungera som ett

geologiskt underlag för den kommunala och regionala översiktsplaneringen. Syftet med detta är att optimera och effektivisera den framtida användningen av bergmaterial i regionen, till exempel genom 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. Naturgrus betraktas i dag som en ändlig resurs, och naturgrusavlagringarna utgör samtidigt en viktig källa för vår dricksvattenförsörjning i dag och i framtiden. Av den anledningen strävar samhället mot en minskning av grusanvändningen (MB 9 kap. 6 §).

Eftersom kraven mellan de olika användningsområdena skiljer sig åt innebär det 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, till skillnad från ballast för betongändamål där främst bergmaterialets strålning och kemiska reaktivitet kravsätts. Grad av naturliga föroreningar, till exempel tungmetaller, är en annan viktig parameter.

Bergkvalitetskartan ger även punktvisa uppgifter om berggrundens tekniska egenskaper och dess naturliga gammastrålning i form av radiumhalt (radiumindex) och aktivitetsindex. Alla uppgifter om bergkvalitet och analysvärden lagras i SGU:s bergkvalitetsdatabas. För information om bergarter, strukturer och deformationszoner hänvisas till SGU:s berggrunds-databas. Informationen är tillgänglig som databaser, samt visas i SGU:s kartvisare *Berggrund 1:50 000–1:250 000* (www.sgu.se).

GeoLagret (sgu.se)

Här kan du söka efter, beställa och i vissa fall ladda ned SGU:s produkter. Här finns våra kartor, rapporter, broschyrer med mera. Du hittar även information om våra databaser och länkar till våra karttjänster.

SGU:s kartvisare (sgu.se)

I tjänsten Kartvisaren kan du bland annat se vilka områden vi kartlagt, vilken typ av information vi har samlat in och få fram översiktliga bilder över berg, jord och grundvatten. Du kan också skriva ut egna kartor i pdf-format.

Metodik

Bergkvalitetskartan i projektet Berg och bergkvalitet Södermanland omfattar i huvudsak området norr om Bråviken längs infrastrukturkorridoren mellan Norrköping och Vagnhärad med E4:an och den tänkta nya järnvägssträckningen Ostlänken mellan Järna och Linköping. Nyköping är den enda större orten inom området. (fig. 1).

Arbetet med bergkvalitetskartan över projektområdet Södermanland 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.

Den tekniska bergkvalitetsundersökningen innebär att representativa bergarter har provtagits och analyserats med avseende på bergteknisk kvalitet, litogeokemi och mineralogi samt att strålningsmätningar 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 av ALS. Koordinater har mätts med GPS och anges i beskrivningen enligt SWEREF99 TM.

De olika bergartsleden är grupperade utifrån bergartens stratigrafiska läge och sammansättning (tabell 1). I de fall där berggrunden är heterogen med avseende på mineralogi och

kornstorlek, vilket är speciellt vanligt i områden som domineras av ådergnejser och migmatiter, kan mer än ett prov ha tagits på någon provtagningsplats.

SGU:s geofysiska kartor, som bland annat visar jordens magnetfält samt berggrundens elektriska ledningsförmåga (VLF), används tillsammans med Lantmäteriets nationella höjddatamodell (LiDAR) för att identifiera och tolka berggrundens strukturer och svaghetszoner i berget. Detta ger det geologiska kartunderlag som behövs för att uppskatta berggrundens kvalitet som ballast.

Med utgångspunkt i berggrundsgeologiska fältobservationer, analyser (tekniska och petrografiska) 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. I samband med kartläggning av berggrunden under perioden 2020 till 2023 har 86 bergprover tagits för teknisk analys (bilaga 1) och som kompletterar den tidigare rekognoserande provtagningen 2015 och 2018 (22 prover) och de 38 prover som provtogs under den tidigare bergkvalitetskartläggningen redovisad i K 48 (Antal Lundin m.fl. 2006). Proverna representerar ett statistiskt underlag av de dominerande bergarterna.

Ett antal representativa bergarter från de dominerande bergartsleden undersöks vidare med avseende på tekniska egenskaper, som motstånd mot nötning och tendens till sprickighet. Se vidare i avsnittet *Tekniska analyser*.

Polerade tunnslip har framställts från provmaterialet från varje provplats. Petrografisk analys och modalanalys av mineralfördelningen, samt mikrofotografering har sedan utförts för varje tunnslip. Studier görs av kornstorlek, kornstorleksvariation, korngränser och mikrosprickor. Specifik opakmikroskopiering har utförts för att dokumentera förekomsten av olika malmmineral; 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). Se vidare i avsnittet *Petrografisk analys*.

För ballast som ska användas till husbyggnadsbetong gäller att bergets innehåll av naturligt radioaktiva ämnen behöver 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, har strålningen mindre betydelse. För att identifiera områden med förhöjda halter av naturligt radioaktiva ämnen utförs gammastrålningsmätningar på berghällar, inklusive på provlokalerna. Resultaten ges i form av halterna av kalium, uran och torium, samt aktivitetsindex och radiumindex, och samtliga dessa finns lagrade i SGU:s databaser. Se vidare i avsnittet *Berggrundens strålningsegenskaper*.

Prover har även tagits för att bestämma bergarternas densitet och deras magnetiska egenskaper. Densitetsvärden i denna rapport är redovisade i SI-enheten kg/m^3 . Magnetiska suceptibilitetsvärden är enhetslösa.

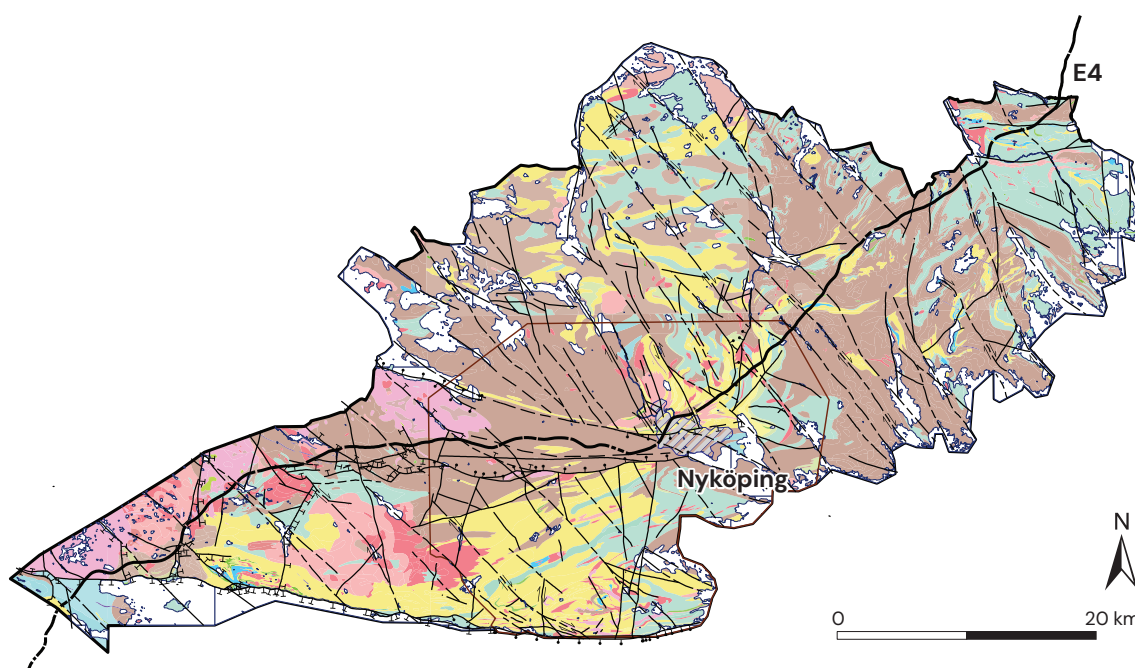
Alla rådata från projektet finns i bilaga 1–6: tekniska analysvärden redovisas i bilaga 1, strålningsdata i bilaga 2, mineralogiska och petrografiska data finns i bilaga 3, 5–6 och litogeo-kemiska data i bilaga 4. Övriga resultat finns i SGU:s databaser.

Geologi

Geologisk översikt

Berggrunden inom projektområdet ligger i sin helhet inom den svekofenniska orogenen i den sydöstliga delen av Fennoskandiska skölden (fig. 4). 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 Södermanland motsvarar ungefär de sydöstligaste delarna av den del som brukar betecknas som Bergslagen och innehåller de geologiska komponenter som är typiska kännetecken för det området, inklusive vulkaniska bergarter, kalkstenar och järnmalmer.

Projektområdet Södermanland 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).



Figur 4. Utdrag ur SGU:s berggrundsdatabas för projektområdet Södermanland. För fullständig karta och teckenförklaring, se SGU:s kartvisare *Berggrund 1:50 000–1:250 000* (www.sgu.se).

Under senare del av berggrundens utveckling utsattes de nyligen utbildade bergarterna för olika tektoniska processer, till exempel kontinentkollisioner och de olika berggrundsblocken deformades, förflyttades och omvandlades metamorft för att få den konfiguration som de har i dag. Den metamorfa överpräglings 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, 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 överpräglings 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.

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 porfyrisk och 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 strykriktning. Dessa har en ålder på 1 520–1 600 miljoner år.

Figur 4 visar den geologiska kartan över berggrunden, som ett utdrag ur SGU:s kartdatabas. Den utgör en sammanläggning av kartläggning genomförd på 1960- och 1970-talen, med om-

Tabell 1. Bergartstyper i projektområdet. Bergarterna är grupperade i olika grupper med unika bergartskoder som baseras på bergartens stratigrafiska läge och bergartstyp.

Tektonisk position, ålder i miljarder år (Ga)	Bergartskod (i projektet)	Bergartstyp	Höghetamorf analog	Antal prov bergkvalitet
Plattformsbergarter	900	Diabas		1
Postorogena bergarter	2070	Porfyrisk granit		9
	2021	Tunabergintrusioner		13
Serorogena bergarter, cirka 1,87 eller 1,82 Ga	2120	Granit (GP)		11
	2110	Pegmatit-granit		1
Intrusivbergarter 1,9 Ga	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
Ytbergarter, cirka 1,9 Ga	2305	Kalksten Skarn		1
	2310	Vulkanisk gnejs, dacit-ryolit		17
		Vulkanisk gnejs, ryolit		3
	2320	Vulkanisk gnejs, intermediär		6
	2311	K-anrikad vulkanisk gnejs		9
			Migmatit (2315)	9
	2330	Amfibolit (basalt-andesit)		4
	2360	Paragnejs (2355 pelitisk paragnejs)		15
			Migmatit (2365)	14

fattande 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 ortogneiser (som visas med brunt på kartbilden) sannolikt har blivit överrepresenterad på kartan jämfört med paragneiser och vulkaniska gnejser (blått och gult på kartan).

Beskrivning av bergartstyper

En indelning av bergartsgrupperna som förekommer i projektområdet Södermanland redovisas i tabell 1. 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 dom rätt nomenklatur (se diskrimineringsdiagram i figurerna 20 och 21 nedan). Bergarternas egenskaper styrs också av de senare geologiska händelserna 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 (den svekofenniska orogenen) sedan 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 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 tolkas höra 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. 5) 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 TiO_2 , P_2O_5 , och Zr.

I diabaserna förekommer i allmänhet inga anomala radiometrisk förhållanden utan strålningsnivåerna är låga, med ett medelvärde för aktivitetsindex på cirka 0,22. Mätningar på diabasernas densitet visar genomgående värden runt 3 000 kg/m³. På grund av det generellt höga innehållet av titanomagnetit så är diabaserna kraftigt magnetiska med susceptibilitetsvärden mellan 20 och 100 x 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 att en inbyggd remanent magnetisering med annan riktning på magnetfältet i bergartens magnetit innehåll föreligger vilket ger avvikande värden på totalfältet.



Figur 5. Diabas. Cirka halvmeter bred gång, finkornig med små pyroxenströckorn. Del i en större svärm. Sidoberget är migmatitisk vulkanisk gnejs. Hällobservaion UJB230020. SWEREF TM 6 537 283 N / 611 204 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

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 mikroklin-megakrister i storleksordningen 1–3 cm. Stavsjöplutonen och Jönåkerplutonen längre åt öster har övervägande rektangulära, listformade, centimeterstora ströckorn (fig. 6). 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



Figur 6. Postorogen porfyrisk granit från Jönåkerplutonen tillhörande den yngre Graversforssvitens bergarter. Bergarten är massformig, rödgrå med en medelkornig grundmassa. Listformade ströckorn av mikroklin är cirka 1 cm i kornstorlek. SWEREF TM. Observation UJB200107, SWEREF TM 6 515 681 N / 600 626 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

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 , P_2O_5 , och REE (*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 mycket sällsynt att anomala värden av aktivitetsindex med värden över 2 kan noteras. Densiteten för graniterna är oftast runt $2\,700\text{ kg/m}^3$ och medelvärdet på den magnetiska susceptibiliteten är cirka $6 \times 10^{-3}\text{ SI}$.

Granit-pegmatit (GP)

Bergartsgruppen *Granit-pegmatit* (GP) är magmatiska intrusioner med granitisk sammansättning, och som inom projektområdet bildar mindre massiv, gångar och ådror. De övertvårar äldre bergarter, och de har i varierande utsträckning blivit påverkade av den regionala gnejsig-

heten och metamorfosen. De har en komplex åldersställning, men är äldre än Graversfors-svitens graniter (Wikström 1979). Detta beror på att de har bildats genom hög metamorfos och anatektisk uppsmältning av äldre bergarter under vissa faser av migmatitiseringen. 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. 7). 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



Figur 7. Yngre så kallad GP-granit med pegmatitiska blåsor (ljusare fält). Bergarten är ganska ljus röd-grå, fint medelkornig och jämnkornig. Hällobervation UJB220074. SWEREF TM 6 526 436 N / 614 434 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

som dominerar omgivande migmatiter till rena GP-granitkroppar, vilka har separerats från allt restmaterial i de smältor som bildar granitmagman.

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

Rena granitintrusioner utan förekomst av restmaterial 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_2 och Th. Andra typiska geokemiska egenskaper är det låga $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ -förhållandet och den höga Rb/Sr-kvoten, vilket är typiskt för graniter som bildats genom uppsmältning av krustalt material.

Graniterna som är rena och saknar restmaterial 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 restmaterial. Högre halter av uran 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 cirka $4,7 \times 10^{-3}$ SI. Densiteten varierar mellan 2 610 och 2 640 kg/m^3 .

Ortognejser

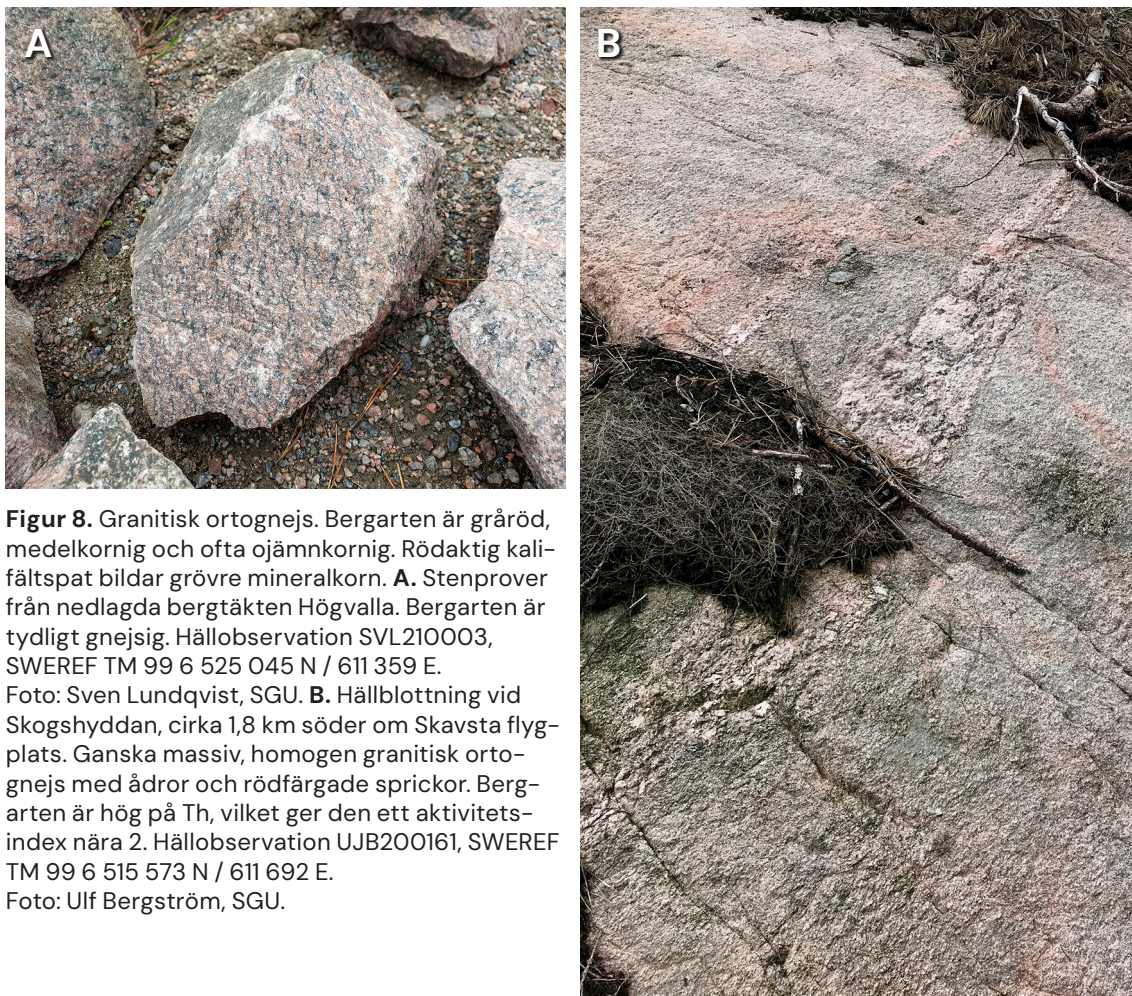
Ortognejserna är en dominant bergartsgrupp av djupbergarter med stor utbredning. De är bildade för cirka 1,9 miljarder år sedan (Stephens m.fl. 2009) och är därmed jämnåldriga med de vulkaniska bergarterna, för vilka de sannolikt fungerat som djupt liggande magmakammare. Ortognejserna förekommer oftast 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 är i projektområdet Södermanland omvandlade av deformation och metamorfos. De granitiska ortognejserna visar oftast inte så mycket mer än en diskret gnejsighet (fig. 8), medan granodioritiska-granitiska ortognejser i stället uppvisar en kraftig ådergnejs-omvandling (fig. 9). Omvandlingen är så hög i vissa områden att man särskilt i de norra delarna av området når en kraftig uppsmältning av berggrunden, en migmatisering. Migmatiterna domineras av ett ljusfärgat grovkornigt, granitiskt neosom med paleosom av mörkare grå, mer finkornigt och kraftigt gnejsigt granodiorit.

Granitiska ortognejser är normalt gråroda, medelkorniga och jämnkorniga till ojämnkorniga (fig. 8). De är ofta homogena och saknar i stort sett mafiska enklaver eller xenoliter. De kan vara genomsatta 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 2 640 kg/m^3 . Susceptibiliteten har ett medelvärde på cirka $1,6 \times 10^{-3}$ SI.



Figur 8. Granitisk ortognejs. Bergarten är gråröd, medelkornig och ofta ojämnkornig. Rödaktig kalifältspat bildar grövre mineral Korn. **A.** Stenprover från nedlagda bergtäkten Högvala. Bergarten är tydligt gnejsig. Hällobervation SVL210003, SWEREF TM 99 6 525 045 N / 611 359 E. Foto: Sven Lundqvist, SGU. **B.** Hällblottning vid Skogshyddan, cirka 1,8 km söder om Skavsta flygplats. Ganska massiv, homogen granitisk ortognejs med ådror och rödfärgade sprickor. Bergarten är hög på Th, vilket ger den ett aktivitetsindex nära 2. Hällobervation UJB200161, SWEREF TM 99 6 515 573 N / 611 692 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

Granodioritiska-granitiska ortognejs är grå, jämnkorniga-ojämnkorniga, fint medelkorniga till grovt medelkorniga bergarter (fig. 9) och inom projektområdet är de ofta kraftigt gnejsiga och ådrade (fig. 10). 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 fältspaternas 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. Glimmerhalten är ofta under 10 %. Särskilt i vissa delar av projektområdet uppträder förhållandevis glimmerfattiga varianter. Mineralen 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 $2\,660\text{ kg/m}^3$. 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 $2 \times 10^{-3}\text{ SI}$.



Figur 9. Välbevarad granodioritisk-granitisk ortognejs. Bergarten är grå, fint medelkornig och relativt jämnkornig. Gångar och inneslutningar av amfibolit är relativt vanliga. Hällobservaion UJB220136, SWEREF TM 6 531 281 N / 608 334 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

Tonalitiska-granodioritiska ortognejser 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. 11B).

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. 11A), liksom apatit och zirkon.



Figur 10. Ådergnejsomvandlad granodioritisk-granitisk ortognejs. Ådror av kvarts-fältspatmaterial parallellt med gnejsigheten och bergarten har påbörjat en uppsmältning. Hällob-servation UJB220111, SWEREF TM 99 6 530 643 N / 609 875 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.



Figur 11. A. Tonalitisk-granodioritisk ortognejs. Granatuppslutningar förekommer ibland i de migmatitiska ortognejserna, troligtvis beroende på att sammansättningen drar mot tonalit. Hällob-servation UJB220140, SWEREF TM 99 6 533 879 N / 608 418 E. **B.** Magmablandningsstrukturer där mafiska inneslutningar (amfibolit) omges av finkornigt (uppsmält) material i ortognejserna. I anslutning till dessa bergarter kan intermediära hybridsammansättningar förekomma. Hällob-servation UJB220062, SWEREF TM 99 6 528 654 N / 611 236 E. Foton: Ulf Bergström, SGU.



Figur 12. Hällobobservation 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 6 531 457 N / 600 582 E. Foto: Sven Lundqvist, SGU.

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 $2\,720\text{ kg/m}^3$.

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 magmablandningsstrukturer (fig. 11B), men den höga deformations- och metamorfosgraden döljer oftast de genetiska sammanhangen. Bergarts-typen är oftast mörkt gröngrå, fint medelkornig och jämnkornig.

Mineralogiskt består amfiboliterna av främst 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. 12).

Vulkaniska gnejser

Vulkaniska bergarter är en viktig bergartsgrupp som är ett karaktärsdrag för Bergslagen. I projektområdet Södermanland är de vulkaniska bergarterna vanligen kraftigt deformerade och metamorfoserade och en stor del av primära texturer och strukturer som kan ge ledtrådar till vulkaniternas bildningshistoria saknas. Den term som historiskt gavs till dessa kraftigt om-

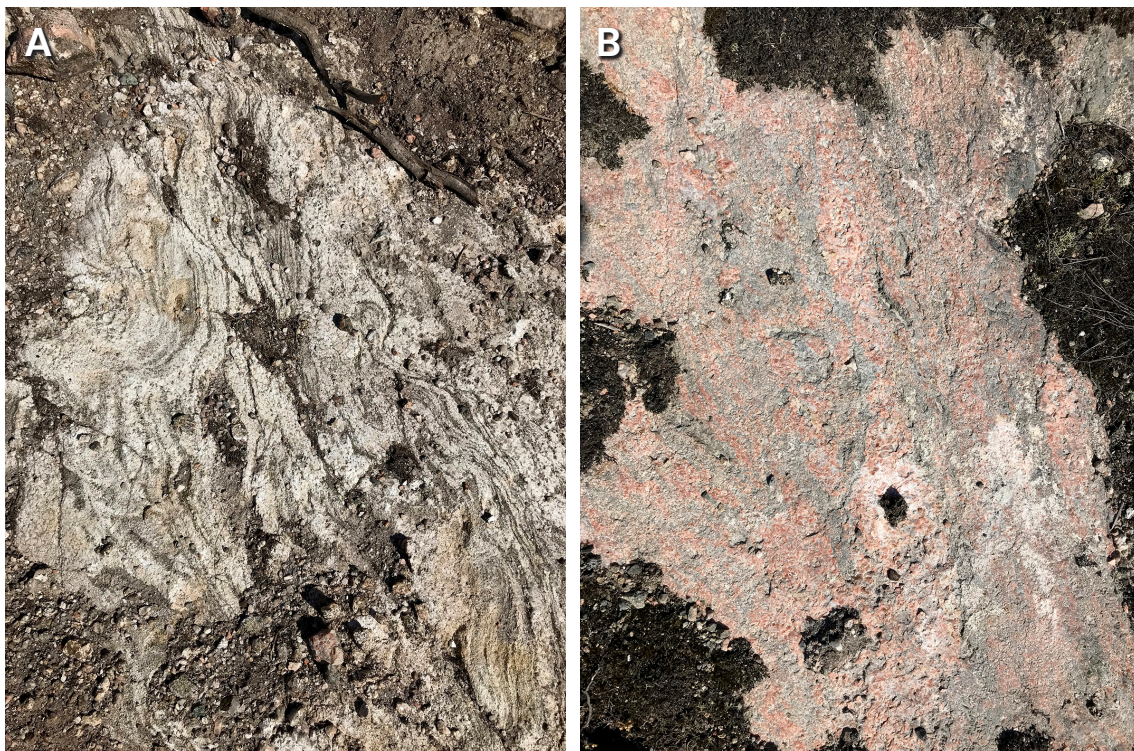


Figur 13. Vulkanisk gnejs, karakteristiskt bandad med både felsiskt och mafiskt vulkaniskt material. Det ljusa, felsiska vulkanitmaterial har normalt en dacitisk-ryolitisk sammansättning. De mörkare bergarterna är vulkaniska gnejser eller amfiboliter som kan ha bildats som askrika lager med basaltisk-andesitisk sammansättning, men också som yngre lagergångar. Hällobservaion CJN200017, SWEREF TM 99 6 534 295 N / 647 486 E. Foto: Christina Nysten, SGU.

vandlade 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 14A). Den vulkaniska utvecklingen följdes av en regional hydrotermal 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. Porfyrisk textur, som är vanligt i textuellt välbevarade vulkaniska bergarter med lägre metamorfosgrad, är i Södermanland mycket ovanligt, utan de flesta vulkaniska gnejser är jämnkorniga. Vissa typer är röda och uppvisar kraftig omkristal-



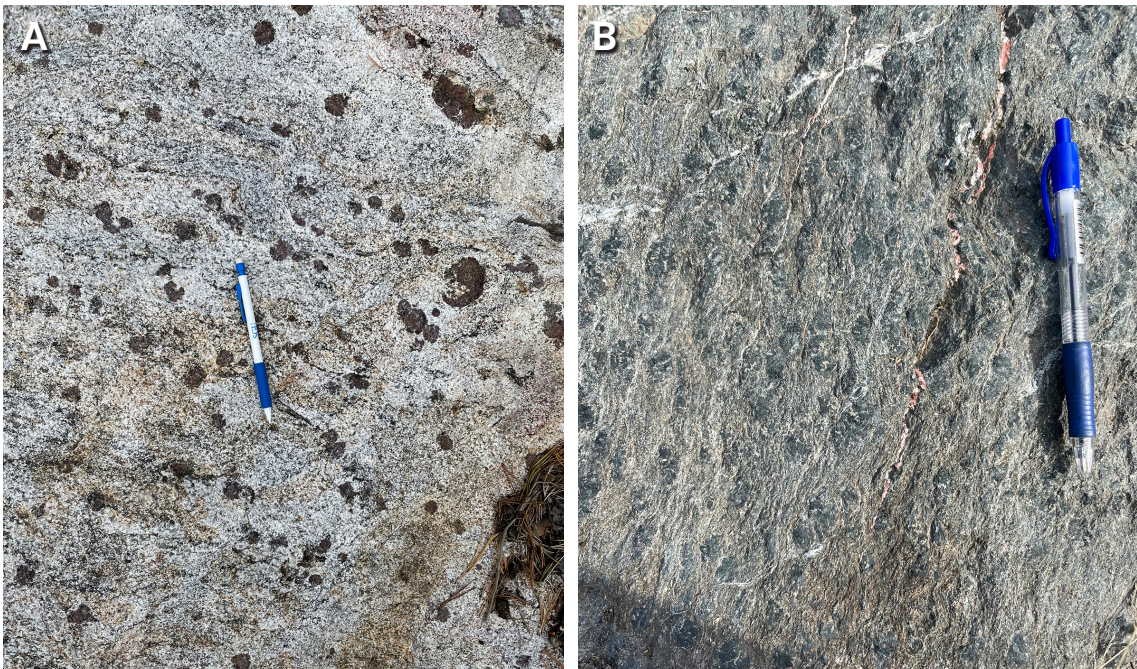
Figur 14. Vulkanisk gnejs. **A.** Vittrad yta med tydliga bandade lager av ryolitisk sammansättning. Begynnande migmatitisering med uppsmältning och rekristallisation syns i de ljusa banden. **B.** Samma bergart i en färsk yta som bättre visar migmatitiseringen (uppsmältningen). Bergarten är röd och kalifältspatdominerad, omkristalliserad och migmatitiserad och liknar en granitisk bergart. Tallmossens bergtäkt. Observation SVL210001, SWEREF TM 6 519 756 N / 616 371 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

lisation och ådring (fig. 14B). 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. 15), 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. 16A).



Figur 15. 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 6 524 576 N / 607 437 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.



Figur 16. A. Vulkanisk gnejs, massiv, kvarts-fältspatdominerad med porfyroblaster av granat. Detta är sannolikt en hydrotermal omvandling i de vulkaniska bergarterna tidigt i den geologiska utvecklingen, som under ett senare skede av hög metamorfos granater bildats granater. Hällobervation UJB230067. SWEREF TM 6 538 090 N / 609 694 E. **B.** Vulkanisk amfibolit med porfyroblaster av hornblände. Hällobervation UJB230067. SWEREF TM 6 526 063 N / 608 226 E. Foton: Ulf Bergström, SGU.

Som tidigare nämnts har de vulkaniska gnejserna varierande magnetiska egenskaper där vissa delar av den vulkaniska stratigrafien är magnetisk, med susceptibilitetsvärden på $> 10 \times 10^{-3}$ SI. Denna del kan innehålla lager av järnmalm. Andra vulkaniska gnejser är lågmagnetiska och saknar uttryck på den flygmagnetiska kartan (fig. 22). De dacitiska och ryolitiska vulkaniska gnejserna har en densitet mellan 2 600 och 2 800 kg/m³ med ett medelvärde på cirka 2 715 kg/m³. Nivån på de radiometriska komponenterna är vanligtvis låga och ett medelvärde på aktivitetsindex är 0,84. Den K-anrikade typen har delvis annorlunda egenskaper med ett större inslag av högmagnetiska bergarter, ett lägre medelvärde för densitet och ett medelvärde för aktivitetsindex > 1 .

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-porfyrobaster har noterats på några ställen (fig. 16B). De vulkaniska amfiboliterna är oftast omvandlade och K-anrikade med förekomst av kalifältspat eller glimmer. Dessutom kan de förekomma tillsammans med kalkstenar och skarn och uppvisa anrikning av kalk.

Vulkaniska amfiboliter är låga på strålningsnivåer, har en densitet på cirka 2 960 kg/m³ och varierar i magnetisering på ett sätt som liknar de dacitiska och ryolitiska vulkaniska gnejserna i en lågmagnetisk och högmagnetisk typ.

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 nästan 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. 17). 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 sulfidmineral (fig. 19). Normalt består paragnejserna av cirka 40 % kvarts och 30 % plagioklas inklusive ett varierande innehåll av kalifältspat och glimmer. Glimmerhalterna minskar med en ökande kvartshalt.

I paragnejserna förekommer inlagringar av amfiboliter (fig. 18). 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. 18).

Vid högre metamorfosgrad ökar kornstorleken (fig. 18) och bergarten kan få ett utseende som påminner om en fint medelkornig till medelkornig intrusivbergart. Generellt skiljer paragnejserna ut sig från vulkaniska gnejser och ortognejser genom att de innehåller mer



Figur 17. 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-ljust grå ådror och körtlar. Observation UJB210116, SWEREF TM 99 6 531 638 N / 608 473 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

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 paragnejser och de mer migmatitiska delarna genom att de genomgått mineralreaktioner som transformerar K-rik glimmer till kalifältspat.

Paragnejser 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 mer mindre förhöjningar i samband med lokala uppsmältningar relaterat till högre metamorfosgrad och



Figur 18. Paragnejs, migmatitisk med en kraftigt granatförande amfibolit. 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. Hällobervation UJB220130, SWEREF TM 6 530 824 N / 609 427 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

till förekomst av granit- eller pegmatitådring. Någon större skillnad är det inte annars mellan de paragnejser som har en lägre metamorfosgrad jämfört med de som förekommer som migmatiter. Paragnejserna har en medeldensitet på $2\,720\text{ kg/m}^3$ och en medelsusceptibilitet på $3,1 \times 10^{-3}\text{ SI}$, men de migmatitiska varianterna är oftast väldigt låga i magnetiseringsgrad.

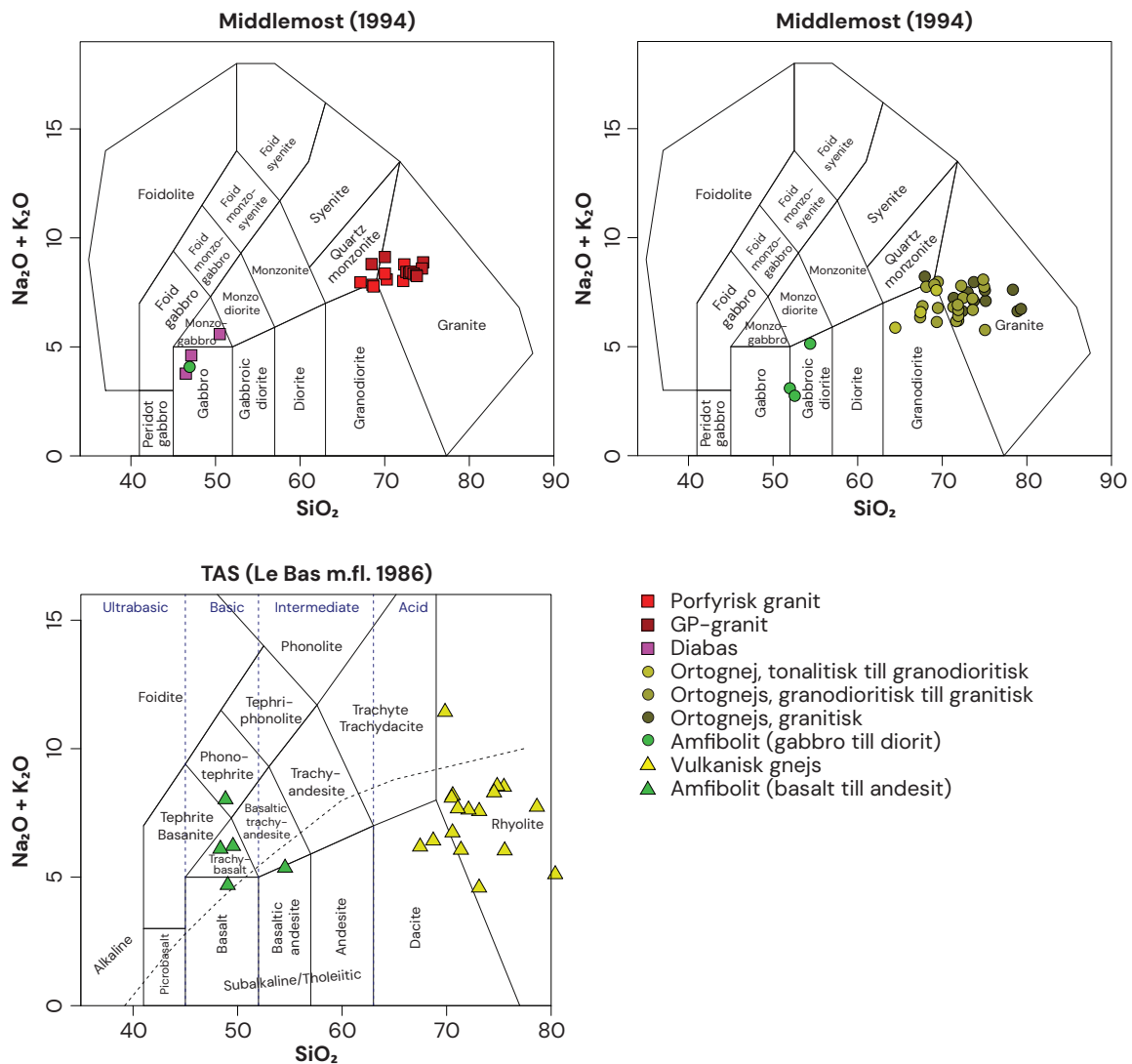


Figur 19. Paragnejs, rostfärgad. Bergarten var ursprungligen ett mer lerhaltigt sediment, vilket ger en hög halt av glimmermineral. I dessa glimmerrika, pelitiska paragnejser förekommer sulfidmineral, vilket ger den rostiga hälletan. UJB210008, SWEREF TM 6532586 N / 645021 E. Foto: Ulf Bergström, SGU.

Nomenklatur

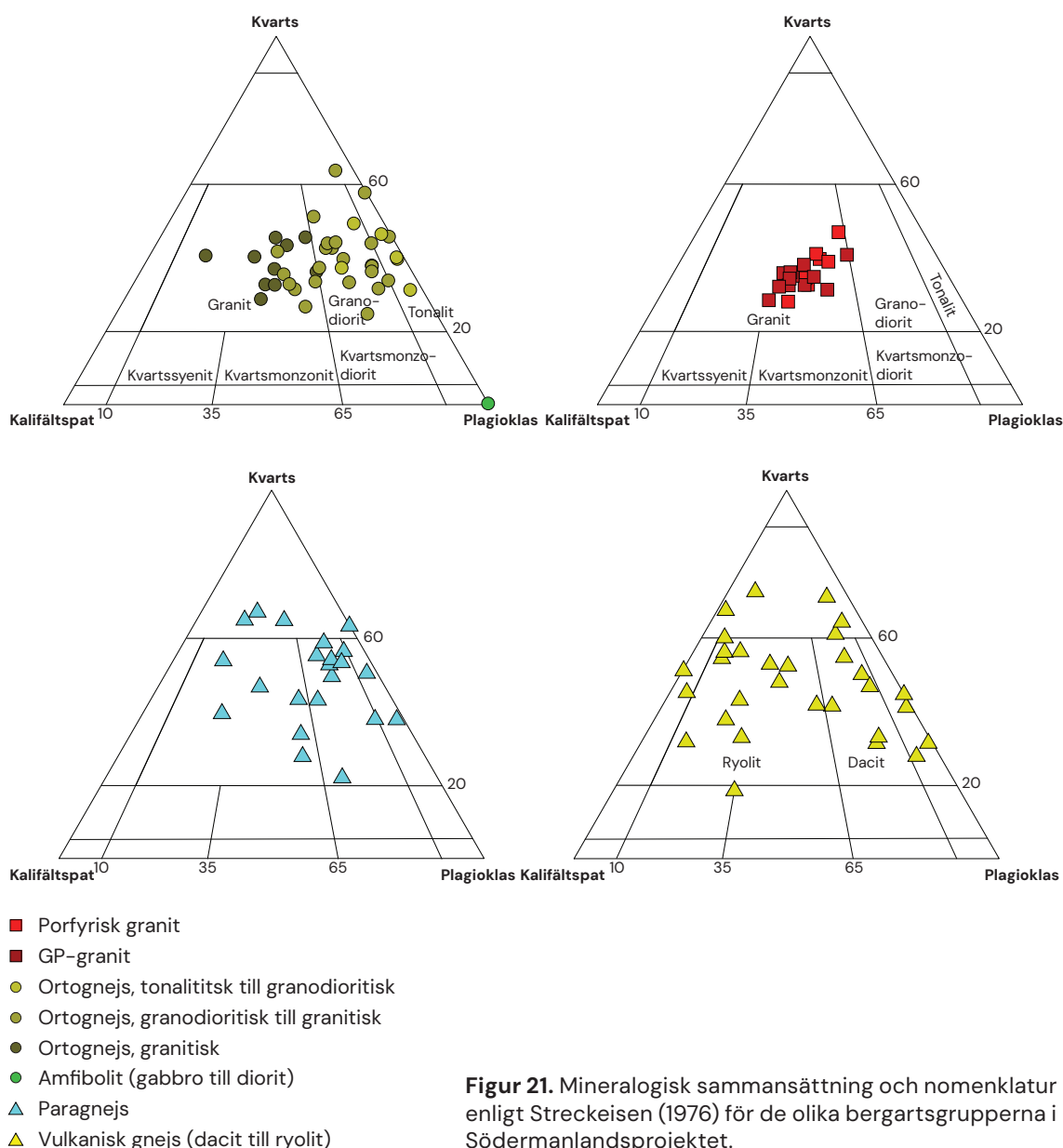
Bergarternas sammansättning och därmed nomenklatur bestäms med hjälp av litogeokemi och mineralogi.

I TAS-diagram för intrusivbergarter (Middlemost 1994) eller motsvarande för vulkaniska bergarter (Le Bas m.fl. 1986) visas den litogeokemiska sammansättningen för de cirka 80 prov som definierar de olika bergartsgrupperna i Södermanlandsprojektet (fig. 20). De litogeokemiska egenskaperna följer väl den preliminära bedömningen om bergarternas sammansättning och inga större avvikelser har noterats. Den K-anrikning som finns i de vulkaniska amfiboliterna är ganska tydlig.



Figur 20. Nomenklatur enligt TAS-diagram (Middlemost 1994, Le Bas 1986) för de bergartsgrupper som i Södermanlandsprojektet är definierade med magmatiskt ursprung.

Den mineralogiska indelningen följer ett diagram som bygger på förekomsten av kvarts och fältspater i bergarten (Streckeisen 1976). Diagrammet visar tydligt den stora spridningen i de vulkaniska gnejserna som åtminstone delvis beror på de hydrotermala omvandlingsprocesser som dessa bergarter genomgått (fig. 21). Bergartsgruppen visar dock generellt på en ryolitisk-dacitisk sammansättning. Även paragnejserna visar på stor mineralogisk spridning vilken till stor del är överlappande området för de vulkaniska gnejserna. Både de äldre ortognejserna och de yngre graniterna visar däremot ganska enhetliga mineralsignaturer.

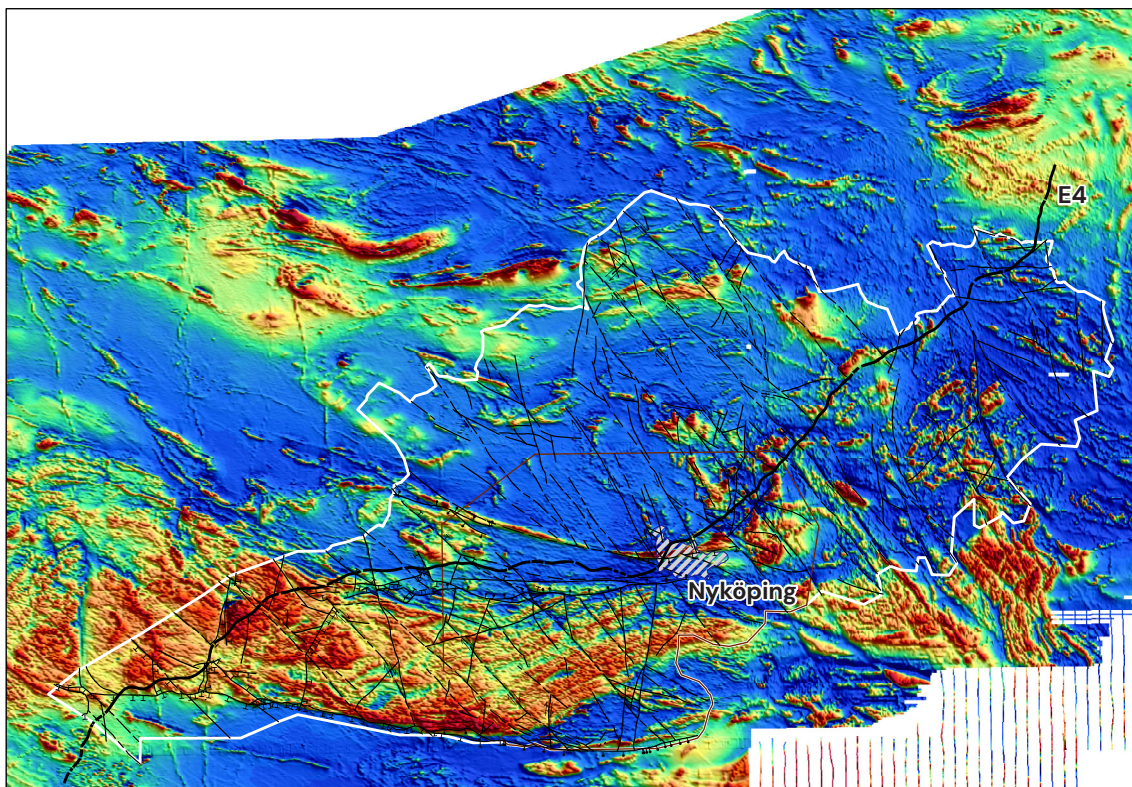


Figur 21. Mineralogisk sammansättning och nomenklatur enligt Streckeisen (1976) för de olika bergartsgrupperna i Södermanlandsprojektet.

Deformationszoner, sprickor och övriga strukturer

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. Vid geologisk kartläggning mäts olika typer av strukturer på hälltytor och informationen lagras i hälldatabas och kartdatabas. Strukturinformationen från fältmätningar kombineras med tolkning av information från flygmagnetiska mätningar (fig. 22) och höjddata, så kallad LiDAR för att ge en regional bild av deformationen i det aktuella området.

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 (fig. 22) syns denna som långdragna anomalier huvud-



Figur 22. Flygmagnetiska kartan. Röda och gula färgnyanser visar på berggrund med hög magnetisering medan blå färg visar låg magnetisering. Tolkade deformationszoner har adderats till kartbilden. Deformationszoner kan normalt observeras som lågmagnetiska brott i de magnetiska mönstren, som annars följer den regionala foliationen i berggrunden. Data från SGU, se kartvisaren *Magnetfält*, www.sgu.se.

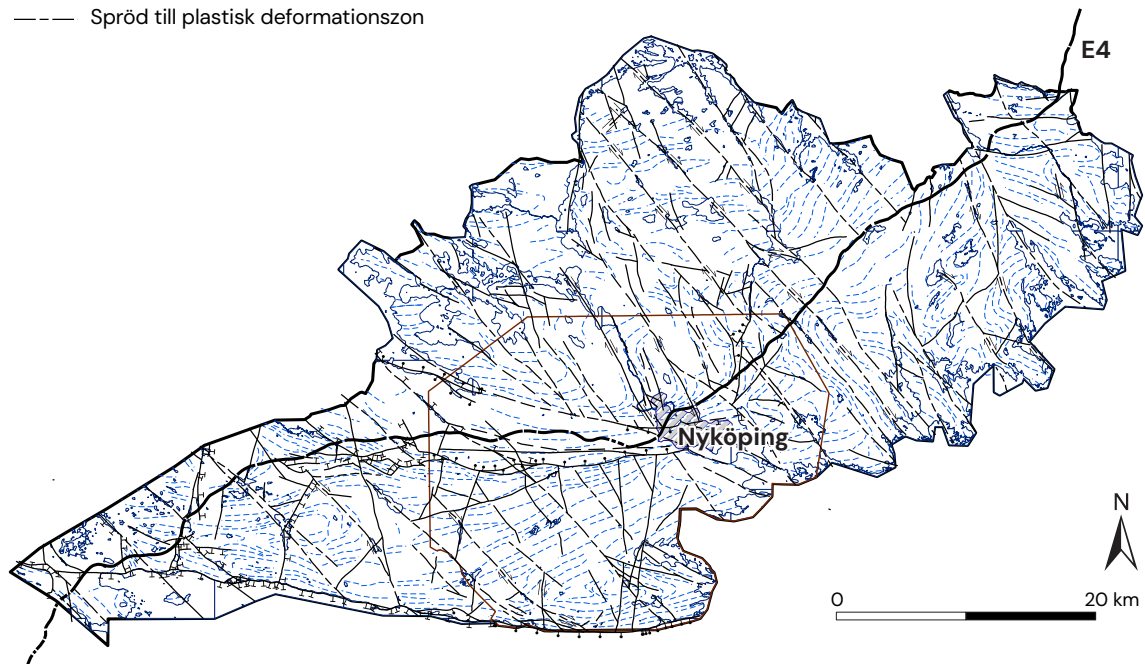
sakligen orienterade i öst–västliga riktningar. Denna flygmagnetiska tolkning kombineras med strukturmätning på hållar för att skapa så kallade formlinjer (fig. 23). I den geologiska miljön i Södermanland med dess höga metamorfosgrad, har berggrunden tydligt plastisk karaktär med böljande formlinjer.

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.

Berggrundens spröda strukturer, framför allt sprickor, visar bergartens interna svaghet. 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.

Strukturgeologisk karta

- Formlinje för tektonisk foliation
- Spröd deformationszon (förkastning, spricka, sprickzon)
- Spröd till plastisk deformationszon



Figur 23. Berggrundens deformationsmönster. Med hjälp av de magnetiska mönstren i den flyg-magnetiska kartan (fig. 22), kombinerat med strukturmätningar på håll kan man se den regionala foliationen som i denna karta visas som formlinjer (i rött). Olika deformationszoner övertvåras den regionala foliationen. Plastiska-spröda zoner, ofta i nordvästlig strykningsriktning, visas med streckade linjer medan ofta yngre, spröda deformationszoner, förkastningar och krosszoner, visas med hel-dragna linjer. Projektområdets södra begränsning sammanfaller väl med den större deformationszon som är belägen längs Bråvikens norra strand.

Tekniska analyser

Provtagning

De viktigaste parametrarna för en ballastproducent är både bergmaterialets kvalitet och en strategisk lokalisering av takten för att minska långa transporter. Vilka styrke- och beständighetsegenskaper som efterfrågas beror på vilket eller vilka användningsområden man avser använda ballasten till. Ett material som är lämpligt för betong är inte nödvändigtvis lämpligt för andra användningsområden. Nedan redogörs kort för de olika parametrarna som i varierande grad är viktiga för att bergmaterialet ska vara lämpligt som ballastmaterial inom användningsområdena väg, järnväg och betong (Mortensen m.fl. 2020).

Totalt omfattar det analyserade materialet från projektområdet Södermanland 151 prover. Av dessa är 38 prover från undersökningen Nyköping som ledde fram till bergkvalitetskartan för väg med beskrivning, K 48 (Antal Lundin m.fl. 2006). Data från det projektet har i första hand använts som referens och jämförelse. 22 prover kommer från en förstudie till Ostlänken från 2015 och 2018 och vidare genomfördes provtagning av 32 prover i samarbete med Trafikverket 2020 längs den tänkta spårlinjen Ostlänken. Bland dessa prov finns tolv lokaler där proven delades och sändes till två olika berglaboratorier (Skanska och SGU) för att få

en uppfattning om eventuella skillnader förelåg mellan de olika laboratorierna. Jämförelsen ledde inte till några åtgärder, då variationerna mellan laboratorierna var små. Vid Skanskas laboratorium genomfördes också tekniska analyser på ett mycket grövre bergmaterial. En uppföljning och komplettering av prov till insatserna 2020 runt Ostlänken genomfördes 2023 och omfattar 9 prover inom projektområdet Södermanland. Huvuddelen av provtagningen inom projekt Södermanland omfattar 50 prover från de delar av projektområdet där annan provtagning varit begränsad och den genomfördes 2020–2022. Provtagningen ska spegla de olika bergartsgruppernas egenskaper och utbredning samt förhoppningsvis, ge en geologisk till bergkvalitetsmässig bakgrund för att förstå eventuella avvikelser.

Vid provtagningslokalerna har cirka 60–100 kg berg provtagits för tekniska analyser omfattande korndensitet, kulkvarnsvärde (mått på bergets nötningsbeständighet: A_N), Los Angelesvärde (mått på bergets sprödhet: LA), micro-Devalvärdet (mått på bergets nötningsbeständighet: M_{DE}). I mesta möjliga mån har provtagning för mineralogisk undersökning och geokemi gjorts på samma material. Spektrometermätning har genomförts på alla lokaler.

Berget som provtagits är representativt för provlokalen och i mesta möjliga mån, ej vittrat, sprängskadat eller onormalt uppsprucket, om ingenting annat anges. Samtliga bergprover har tagits på platser där tillräckligt med lossprängd sten eller friska blottningar funnits, det vill säga i bergskärningar längs vägar eller vid byggplatser. Provtagning har skett med slägga och spett. Vid provtagning av större prov längs Ostlänkens spårlinje har en utrustning för hydraulisk uppspräckning använts. Vid provtagning i bergtäkter har specifika bergprover tagits ut, varför dessa provers egenskaper kan avvika från täkternas upplagsmaterial. En sammanställning av de tekniska analysresultatens medelvärden per respektive bergartsenhet återfinns i tabell 2.

Kulkvarnsanalys (A_N)

Kulkvarnsanalyserna har utförts enligt FAS-Metod 259–02 (Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 2002, vilket motsvarar SS-EN 1097–9, Svensk Standard 2004d, nordiska kulkvarnsmetoden). Standarden är numera uppdaterad (Svensk Standard 2014) Krossning har utförts i en rotationskross med 30 mm utloppsspalt och i en laboratoriekäftkross med utloppsspalt inställd på 16 mm. Grovsiktning har skett i maskinskak och finsiktning utfördes enligt FAS-metod 221–98 (Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1998). Analyserad fraktion är 11,2–16 mm.

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergets nötningsmotstånd. Det är framför allt bergmaterialets kornstorlek, kornstorleksfördelning, mineralsammansättning, kornfogarnas utseende och struktur som har inverkan på dess förmåga att motstå nötning, listat i ungefärlig ordning efter viktigaste parametrar. Om en liten andel av stenmaterialet har nötts bort efter analys, erhålls ett lågt kulkvarnsvärde som alltså anger gott motstånd mot skavande nötning. Ett kulkvarnsvärde under 10 % innebär mycket god motståndskraft.

Kulkvarnsvärdena (A_N -värdena) presenteras i bilaga 1.

Micro-Devalanalys (M_{DE})

Micro-Devalvärdet (M_{DE}) är liksom kulkvarnsvärdet också ett mått på bergets nötningsmotstånd och metoden är snarlik kulkvarnsmetoden. Obundna lager i vägkonstruktion är kravsatta med M_{DE} -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. Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. M_{DE} har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt

SS-EN 1097-1 (Svensk Standard 1997a). Om analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärdena (tabell 5–7) har dubbelprov utförts. Resultaten av micro-Devalanalyserna presenteras i bilaga 1. Korrelationen mellan kulkvarnsvärden och micro-Devalvärden är god för kulkvarnsvärden upp till omkring 20 %. Bergarter med höga glimmerhalter erhåller nästan alltid höga micro-Devalvärden, liksom höga kulkvarnsvärden.

Los Angelesanalys (LA)

Krossning och siktning för Los Angelesanalys har skett på samma sätt som för kulkvarnanalyserna. Los Angelesvärdet (LA-värdet) har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-2 (Svensk Standard 1997b).

LA-värdet är ett mått på bergartens motstånd mot fragmentering, det vill säga dess sprödhet. De viktigaste parametrarna som styr bergmaterialets sprödhet är mineralsammansättning och sedan följer kornstorleksfördelning, kornfogning, och strökorn. LA-apparaten utgörs av en stor trumma, med en inre diameter på 0,71 m, där provfraktionen för obundet vägmateriäl är 10/14 mm. Provfraktionen är kravsatt av Trafikverket (Trafikverket 2015c) men används även som Europaanorm. Motstånd mot fragmentering av ballast till järnväg ska redovisas för fraktion 31,5/50 mm (Trafikverket 2015b). I LA-trumman får provfraktionen rotera tillsammans med elva stålkulor under 500 varv. LA-värdet definieras som den andel material som krossats ner till mindre än 1,6 mm av det ursprungliga, invägda provet. Ett lågt LA-värde anger att bergarten har ett gott motstånd mot fragmentering.

Resultaten av LA-värdena presenteras i bilaga 1.

Tabell 2. Omfattning samt medelvärden av kulkvarnsvärde, Los Angelesvärde och micro-Devalvärde för de analyserade bergartsenheterna. Bergartskoden är baserad på bergartens ålder och sammansättning, se tabell 1.

Berg- artskod	Antal prover	Korn- densitet	Kulkvarns- värde (A _N)		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

Resultat

Resultaten av de tekniska analyserna samt korndensitet finns redovisade i bilaga 1. Medelvärden och spridning inom varje bergartsgrupp finns sammanfattad i tabell 2.

De tekniska analyserna visar att det finns en lagbundenhet, en skillnad mellan de olika identifierade bergartsgrupperna. Men det finns också en tydlig variation inom grupperna som definitivt är av samma magnitud och som mer beror på individuella texturer och strukturer hos bergartsprovet. Sammansättningsvariationer inom varje bergartsgrupp spelar också in. Genom att skilja ut vissa undertyper inom bergartsgrupperna fångas en del av de här sammansättningsvariationerna upp.

Genomgående är GP-graniterna (bergkod 2120) ett material med normalt låga tal på kulkvarns-, micro-Deval-, och LA-värden, vilket gör det lämpligt för vägballast. Men variationer inom gruppen som sannolikt komplicerar användbarheten för vissa prover beror på den bergartsbildande processen som diskuteras högre upp i texten, där kvaliteten beror på uppsmältningsprocessen och hur mycket restitmaterial som återstår i bergarten. De porfyriska graniterna (bergkod 2070) har ofta högre LA-värden, sannolikt beroende på att den porfyriska texturen och den grövre kornstorleken ger ett sprödare material. Inom ortognejserna har bergarterna med granitiska sammansättningar (2220) normalt lägre kulkvarnsvärden och högre LA-värden, medan de med tonalitiska-granodioritiska sammansättningar (2260) har ett motsatt förhållande. Olika mafiska bergarter (900, 2290 och 2330) visar ofta låga LA-värden, vilket gör dessa lämpliga för användning som järnvägsmakadam. Kalksten (2305) är ett sämre ballastmaterial och uppvisar mycket höga kulkvarns- och LA-värden. Vulkaniska gnejser visar stora variationer, troligtvis på grund av olika omvandlingsmönster. Typen med K-anrikning (bergkod 2311) kan skiljas ut och visar lägre kulkvarns- och LA-värden. Inom paragnejserna visar undertypen pelitisk paragnejs (bergkod 2355) kraftigt försämrade kulkvarnsvärden, sannolikt beroende på att de innehåller högre halter av glimmermineral. Bergarter som utsatts för en högre metamorfosgrad, det vill säga migmatiter av olika slag (bergkoderna 2255, 2315, 2265), ger marginella försämringar för vulkaniska gnejser och paragnejser, medan det är tvärtom för ortognejser. Variationer inom bergartsgrupperna kan dock vara stora och det statistiska underlaget är sannolikt lite för lågt för att man ska kunna slå fast betydelsen av hög metamorfosgrad för bergkvaliteten. Omkristallisation och kristalltillväxt i migmatiterna utgör sannolikt kritiska och styrande faktorer för vilken kvalitet materialet får.

Berggrundens strålningsegenskaper

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. Halter av uran i granitiska bergarter ligger vanligen mellan 1 och 10 ppm (gram per ton). Innehållet av torium är normalt högre med halter mellan 5 och 30 ppm (Jelinek & Eliasson 2015). Förhöjd strålning ses ofta i olika typer av yngre graniter.

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 radon-

avgång 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 (se faktarutorna nedan).

Detta gäller det färdiga byggmaterialet (till exempel betong) och inte enskilda komponenter (till exempel ballast). Om aktivitetsindex för ett färdigställt byggnadsmaterial är över 1 måste man räkna på vilken dos det kan ge i den färdiga byggnaden. Vid dosberäkningen tas bland annat hänsyn till i hur stor mängd materialet används, och vilken densitet och tjocklek det har. Ett europeiskt standardiseringsarbete pågår om hur aktivitetskoncentrationen av radium, uran och torium ska mätas i materialen och hur dosen ska beräknas. För att uppskattningar av dosnivå i färdig byggnad ska kunna göras ställer Strålskyddsförordningen krav på att den som säljer ett material som kan vara av betydelse ur strålskyddssynpunkt ska kunna uppge materialets aktivitetskoncentrationer av kalium, uran och torium.

SGU genomför flygmätningar för mätning av gammastrålning som visar halterna av kalium, uran och torium i den översta delen av jordtäcket eller berggrunden. Dessa mätningar

Halter av uran och radium

På grund av att uran-238 har så lång halveringstid, kommer aktivitetskoncentrationerna av övriga ämnen i sönderfallsskedjan 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 sönderfallsskedja 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 gammasppektrometri. Då mäts gamma-sönderfallet av vismut-214, som ligger efter radon i sönderfallsskedjan, och så antar man att alla andra grundämnen i sönderfallsskedjan har samma aktivitetskoncentration.

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 Bq/kg torium-232

Beräkning av aktivitetsindex och radiumindex

Aktivitetsindex beräknas enligt

$AI = C_{K-40}/3\,000 + C_{Ra-226}/300 + C_{Th-232}/200$, 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:

$$AI = K (\%) \times 313/3\,000 + U (g/ton) \times 12,35/300 + Th (g/ton) \times 4,06/200$$

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

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

tillsammans med berggrundsinformationen ligger till grund för planering av gammastrålningsmätningar på berghällar. Vid dessa mätningar bestäms den totala gammastrålningen samt halten av kalium, uran/radium och torium. Tabell 3 visar sammanställning av resultat från hållmätningar på provtagningsplatser för bergkvalitet. Aktivitetsindex och radiumindex (vilken ej redovisas i bilaga 2) beräknas för samtliga mätpunkter och finns tillgänglig i kartvisaren *Ballast* på SGU:s webbplats (www.sgu.se). Figur 24 visar flygmätningen tillsammans med samtliga markmätta mätningar. På lokaler som har ett uppmätt aktivitetsindex på håll över 2,5 så visas det med en röd symbol. I figur 25 visas samma punkts data tillsammans med små områden som har en förhöjd strålning (aktivitetsindex > 1,5).

Med utgångspunkt från äldre undersökningar (Antal Lundin m.fl. 2005) är de bergarter som normalt förväntas ha högre halter av uran och torium granitiska bergarter och pegmatiter, särskilt bergartsgruppen GP-granit (bergkod 2120) och associerade pegmatiter (bergkod 2110). Dessa bergarter har dessutom en högre kaliumhalt än andra bergarter. Detta är en generell egenskap hos bergarter där man kan se en sjunkande strålningsnivå från K-rika, granitiska bergarter via bergarter med intermediär sammansättning till K-fattiga mafiska bergarter och där U (uran) och Th (torium) följer K (kalium). Detta syns också i tabell 3, där den avtagande strålningen kan noteras inom bergartsgruppen ortognejs (bergkod 2220, 2250, 2255, 2260), inklusive amfibolit (gabbro-diorit, bergkod 2290). Mafiska bergarter som diabas och amfibolit har genomgående låga halter av alla naturligt radioaktiva grundämnen och kalkstenar har mycket låga nivåer.

Tabell 3. 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 (Antal Lundin m.fl. 2006). Detta ger en fördelning av mätpunkter som visar en statistisk övervikt för förhöjd strålning för vissa områden och avseende vissa bergartstyper. Vid ett antal av mätlokalerna har mätningar utförts på mer än en bergart. Hela databasen omfattar cirka 800 mätningar. En del av mätpunkterna är att betrakta som strålningsanomala, vilket är ett karaktärsdrag för vissa bergartstyper. För att strålningsanomala punkter inte ska påverka det statistiska utfallet för de olika bergartstyperna för mycket har 35 höganomala mätpunkter (främst pegmatit och GP-granit), som visar ett aktivitetsindex över 2,5 uteslutits från denna sammanställning. Dessa punkter visas i figur 25.

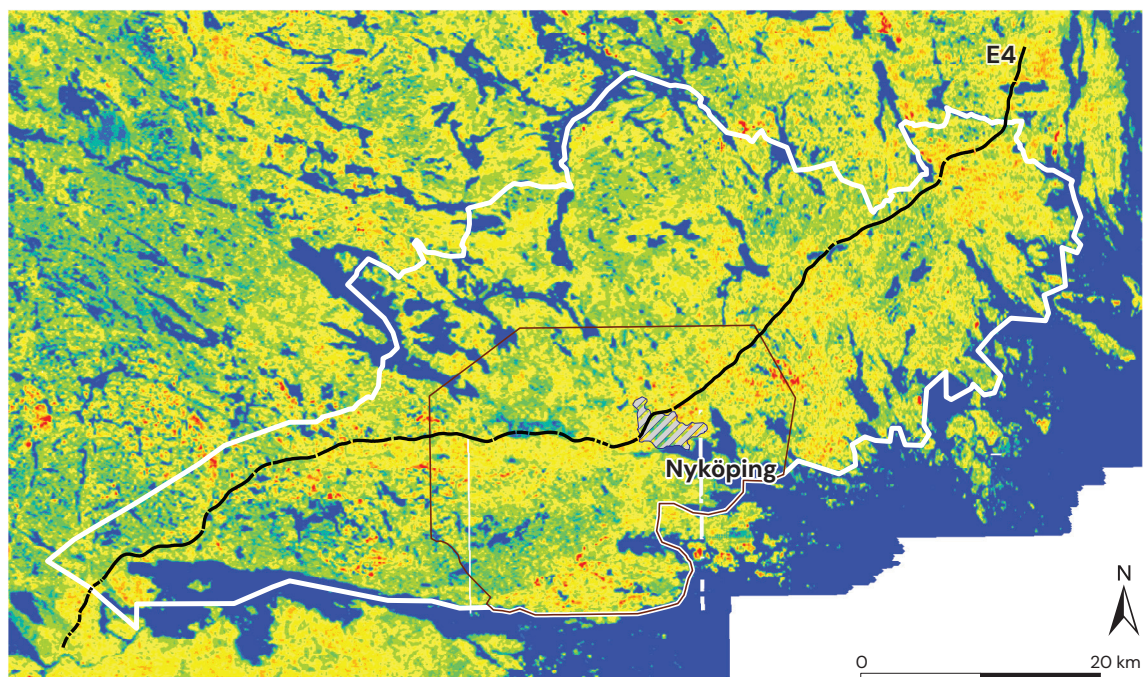
Berg- artskod	Antal	K (%)		U (ppm)		Th (ppm)		AI	
		min-max	medel	min-max	medel	min-max	medel	min-max	medel
900	12	0,79–2,07	1,06	0,29–1,69	0,88	2,26–7,20	3,61	0,15–0,38	0,22
2070	51	3,30–5,76	4,36	1,00–18,3	4,15	4,20–61,5	22,3	0,62–1,96	1,08
2090	10	1,60–3,60	2,99	1,00–3,68	2,04	10,77–26,5	16,9	0,57–0,87	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

De variationer som uppmäts för de radiometriska komponenterna inom en del av bergartsgrupperna är ganska stora. Inom vulkaniska bergartsområden kan en del variationer bero på att det har skett olika hydrotermala omvandlingar, där åtminstone en del kan vara kopplade till malmbildning. Detta verkar dock inte vara så vanligt inom det aktuella projektområdet, där mer omfattande malmbildning av basmetallerna Cu (koppär), Pb (bly) och Zn (zink) enbart skett i gruvområdet Tunaberg. För bergartsgruppen paragnejs kan dess variation förklaras med att denna typ av bergart ursprungligen är en blandning av sand och lermaterial. Höga halter av K indikerar ett högt glimmerinnehåll, och låga halter innebär ett större inslag av primär sand.

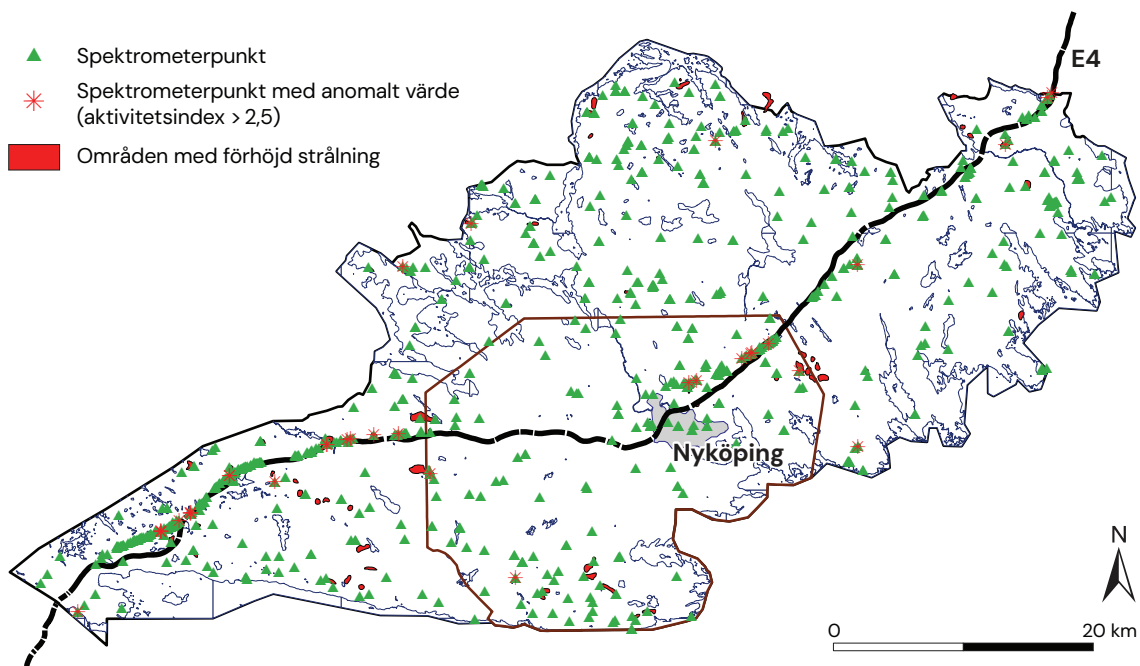
Den specifika enheten med vulkaniska gnejser med omfattande K-anrikning som utgör en ganska stor del inom bergartsgruppen är en väl känd, men inte så lättförklarad företeelse i Bergslagen (Lundström 1974). Även en förhöjning av U och Th följer med K-anrikningen.

Eftersom hög metamorfosgrad är en betydande del i karaktären för bergarterna inom projektområdet har ett försök gjorts att dela upp bergartsgrupperna granodioritisk-granitisk ortognejs, vulkanisk gnejs och paragnejs i två metamorfosgrupper, en normalt ådergnejs-omvandlad grupp och en migmatitisk grupp för att se om de radiometriska egenskaperna påverkats av den omfattande metamorfosen. Resultatet visar att det verkar vara en mycket liten påverkan.

Högre nivåer av uran och torium är generellt kopplade till förekomsten av pegmatit och granit av GP-typ. 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 möjligt att anrikningar av uran och torium kan förekomma, styrda av de här metamorfa processerna, utan att de är kopplade till någon specifik bergart utan snarare till sprickor. De allra flesta



Figur 24. Karta över markens aktivitetsindex, 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 delvis är verifierade med markmätt spektrometermätning. Grönt är låga nivåer och blått är vattenytor eller sankmark som inte strålar.



Figur 25. Karta med befintliga spektrometermätningar (gröna trianglar), anomala punktopbservationer (röda stjärnor) och små, diskreta områden i blått som visar förekomsten av områden med förhöjd strålning, tolkade från flygstrålningskartan i figur 24 (aktivitetsindex > 2).

mätningarna på högmetamorfa migmatiter och på neosombildning visar dock inte på några höga halter av uran och torium, utan indikerar snarare en urlakning av radiometrisk grundämnen.

Bergartsgruppen ortognejser omfattar som tidigare nämnts en trend av sjunkande halt av radiogena komponenter från de K-rika 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 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 K-halter har ett medelvärde på aktivitetsindex som överstiger 1,1.

Paragnejser har generellt också relativt lågt medelvärde för aktivitetsindex, cirka 0,9. Få lokaler i paragnejs har förhöjda värden.

Mineralogisk och petrografisk analys

Bergarternas egenskaper som ballast beror till stor del på bergartens mineralsammansättning, kornstorlek, kornfogar och texturer. Studierna görs med hjälp av transmissionsmikroskopi i ett tunnslip från ett representativt bergartsprov per provtagningslokal. De olika ingående mineralen identifieras och deras mängdförhållanden bestäms genom punkträkning av mineral Korn, så kallad modalanalys. Modalanalysen används för att beräkna ingående halt av glimmermineral, men också för att konstruera Streckeisendiagram (fig. 21), ett diagram som bestämmer bergartens namn utifrån den mineralogiska sammansättningen. Resultaten av modalanalysen visas i bilaga 3.

Bergarterna karakteriseras av en kombination av primära texturer och sekundära överpräglningar 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 verkar påverka de tekniska egenskaperna.

Glimmer (olika typer av skiktsilikater med mera)

Andelen glimmermineral har en stor betydelse för bergmaterialets kvalitet som ballast. Detta beror inte bara på mineralet utan också på 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 den vanligast förekommande glimmern. Muskovit förekommer tillsammans med biotit i många bergarter i Södermanland, som ett mineral bildad av de metamorfa processerna. Biotiten är ofta klorit-omvandlad. 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). Även omvandlingsmineral som serpentin och epidot kan påverka bergartens beständighet. 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).

Opaka mineral

De opaka mineralen utgörs främst av olika malmmineral som oxider och sulfider samt grafit. Bland oxiderna återfinns magnetit, hematit och ilmenit och rutil, bland sulfiderna finns till exempel pyrit, magnetkis och kopparkis. En majoritet av proverna från Södermanlandsprojektet innehåller några tiondels % opaka mineral, och i några fall betydligt högre halter än så.

Sulfidmineral

Sulfidmineral förekommer, oftast i mindre mängder, i många bergarter. Det vanligast förekommande sulfidmineralet är pyrit (FeS_2) följt av magnetkis (Fe_{1-x}S). De påträffas i flera olika magmatiska bergarter men förekommer företrädesvis i mörka bergarter såsom gabbro, och diabas och i dessa bergarters mer högmetamorfa motsvarighet, amfibolit. Vissa sedimentära bergarter som paragnejs och framför allt mer glimmerrika 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. Detta sker vanligen genom att det, i första skedet, bildas järnsulfater och svavelsyra. Vid oxidationen

kan även metaller frigöras och gå i lösning i lakvattnet. 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. Sulfidmineral som pyrit och magnetkis oxiderar förhållandevis lätt till järnsulfat eller vattenhaltiga järnhydroxider. Järnsulfater kan under ogynnsamma förhållanden störa betongblandningens härdning och ge en volymökning som på sikt kan spräcka upp betongen. Dessutom kan vittrande sulfidmineral missfärga en betongkonstruktion. I Ballast för betong (Svensk Standard 2008) anges att speciella försiktighetsåtgärder krävs om magnetkis förekommer i ballasten. Om förekomsten av detta mineral är känd, ska den totala svavelhalten i ballasten inte överstiga 0,1 %.

Trafikverket (2015d) beskriver hur man ska hantera sulfidförande bergarter i väg- och järnvägsprojekt för att minimera miljöpåverkan. Vid till exempel lagring och användning av ballast med höga sulfidhalter bör tillgången på syresatt vatten minskas genom exempelvis övertäckning eller deponering under grundvattenytan.

Normalt korrelerar svavelhalten i en geokemisk analys i ett bergmaterial mot mängden sulfidmineral. Vid en svavelhalt som är högre än 0,3 viktsprocent i bergmaterialet, vilket ungefär motsvarar 0,3 volymprocent pyrit, rekommenderas att speciella åtgärder vidtas innan man använder bergmaterialet för betong-, väg- och järnvägsändamål. Inom Södermanlandsprojektet görs bedömningen att bergarter med > 0,3 % S, normalt förekommer i vissa areellt begränsade enheter i glimmerrika paragnejser och i malmområdet Tunaberg samt i vissa diabasgångar.

Prover med höga halter av opaka mineral bör undersökas med mikroskop för att man ska kunna uppskatta halten och karaktären av sulfidmineral. Till exempel kan magnetkis förekomma i stället för pyrit i en del paragnejser med höga svavelhalter vilket innebär att bergarten får en annan magnetisk signatur.

Oxidmineral

Oxidmineral förekommer, oftast i mindre mängder, i de flesta bergarter. Det vanligast förekommande oxidmineralet i projektområdet är magnetit (Fe_3O_4), men det finns också mineral som hematit (Fe_2O_3), ilmenit (FeTiO_3), och rutil (TiO_2). Dessa mineral påträffas i flera olika magmatiska bergarter men företrädesvis i mörka bergarter såsom gabbro, och diabas. Förekomsten av magnetit styr bergartens magnetiska egenskaper och högre halter av magnetit gör bergarten magnetisk och mer synlig på magnetkartan.

Opak mineralogi i Södermanlandsprojektet

I samband med andra mineralogiska undersökningar genomfördes också mikroskopiering av opaka mineral. Resultat redovisas i bilaga 6. Halterna av de olika mineralen uppskattas i en ungefärlig relativ skala från 1–5, beroende på den totala mängden opakmineral det finns i provet. Populationerna kan i princip delas upp i oxiddominerade eller sulfiddominerade, där det första alternativet är vanligast.

Högst halter av opakmineral finns i provet UJB210113A som är en diabas. Opakmineral är främst oxiderna magnetit och ilmenit, men det är också vanligt med nålformad rutil. Sulfider förekommer främst i form av pyrit, men magnetkis kan förekomma i lite större mängd, framför allt i prov med bergarten diabas som har högre halt av sulfidmineral. Detta visar sig också om man tittar på en litogeokemisk analys av UJB210113A (bilaga 5) som visar 0,3 % S. Andra prov med högre halter av opakmineral (> 1 %) kan vara vulkaniska gnejser eller ortognejser som kan innehålla både oxidmineral och sulfidmineral.

Paragnejser har oftast lägre halter av opaka mineral och i de fall de förekommer domineras de av sulfider. I några av dessa prov dominerar magnetkis över pyrit, något som inte förekom-

mer i andra bergartsgrupper. Två prover av paragnejs har högre halt ($> 1\%$) av opaka mineral, främst sulfider och båda dessa prover har högre halter av glimmermineral, vilket skulle ge dem beteckningen pelitisk paragnejs. Ett prov med pelitisk paragnejs (TEN20158A) har lägre totalhalt av opaka mineral, men provet domineras kraftigt av pyrit. I några paragnejsprover förekommer också mineralet grafit. Även grafit finns främst i glimmerrika pelitiska paragnejs. I några prover förekommer oxidmineralet götit (FeOOH) som är ett omvandlingsmineral av pyrit. Andra sulfider som kopparkis och zinkblände kan förekomma i paragnejs och vulkaniska gnejser, men då i låga halter.

Texturer

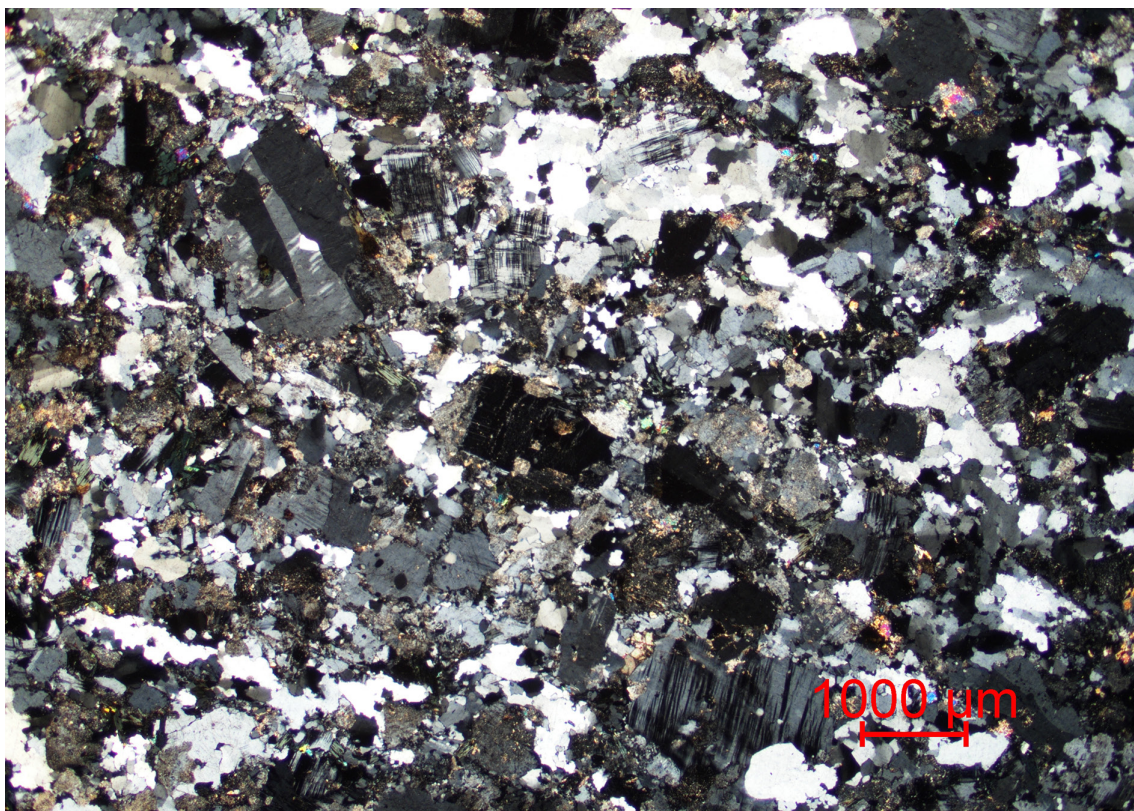
Den mineralogiska och petrografiska texturen har stor betydelse för bergartens kvalitet som ballast. Detta gäller egenskaper som kornfogar, kornstorlek samt halten av omvandlingsmineral. I vissa fall är det egenskaper som härstammar från bergartens bildning, i andra fall beror mikroskopiska texturer och strukturer som förekommer på senare förändringar kopplade till metamorfa händelser. I bilaga 6 finns olika typer av petrografisk information från Ostlänken delen av Södermanlandsprojektet.

Finkorniga bergarter är generellt ett bättre material för användning som ballast. Grövre kornstorlek påverkar normalt kvaliteten för materialet till det sämre. Framför allt ökar sprödheten i bergarter som har en större kornstorlek. Förenklat sett kan man beskriva det som att alla korngränser utgör hinder för en pågående spricktillväxt i en bergart. Finkornigare material har därför en större förmåga att dämpa, förhindra spricktillväxten och därmed erhålla en högre hållfasthet (Göransson 2018). Detta förhållande – finkorniga bergarter har en högre hållfasthet, syns tydligt vid en jämförelse mellan en finkornig aplit och en grovkornig pegmatit. Men ojämnikornighet 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. Detta är ofta en egenskap beroende på hur väl utbildade kristallerna är. En mer 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 omkristallation, en kristallväxt där raka korngränser som sammanstrålar i så kallade trippelpunkter med 120-gradersvinkler är vanligt förekommande. En sådan kristalltextur ger en generellt sämre hållfasthet. Vid en mer dynamisk omkristallisation som sker vid en mylonitisering av berggrunden längs med deformationszoner, kan komplexa korngränser uppkomma vilka skapar en högre hållfasthet hos berggrunden. Men det finns också delar i deformationszoner som har sämre materialegenskaper, inte minst i de partier som har högre halter av flakiga glimmermineral. Sporadiskt förekommer glimmermineral, Fe-hydroxider och opakmineral också i de för hållfastheten betydelsefulla kornfogarna vilket kan försämra materialegenskaperna. En större mängd omvandlingsmineral i kornfogarna försämrar normalt sprödhetsegenskaperna mer än nötningsegenskaperna. De vanligaste omvandlingstyperna i bergarterna är sericitisering, nybildning av finkornig muskovit i plagioklas och kloritisering av biotit.

Texturer i bergartsgrupperna i Södermanlandsprojektet

Utifrån de provtagna bergarternas uppvisade kulkvarnsvärden karakteriseras de bästa proverna av graniter och granitiska ortognejs med hög grad av subkorns- och nykornsbildning. Typiskt är också att mycket flikiga och oregelbundna kornfogar har utvecklats tillsammans med inslag av plastisk deformation i form av tunna, mylonitiska stråk som genom-



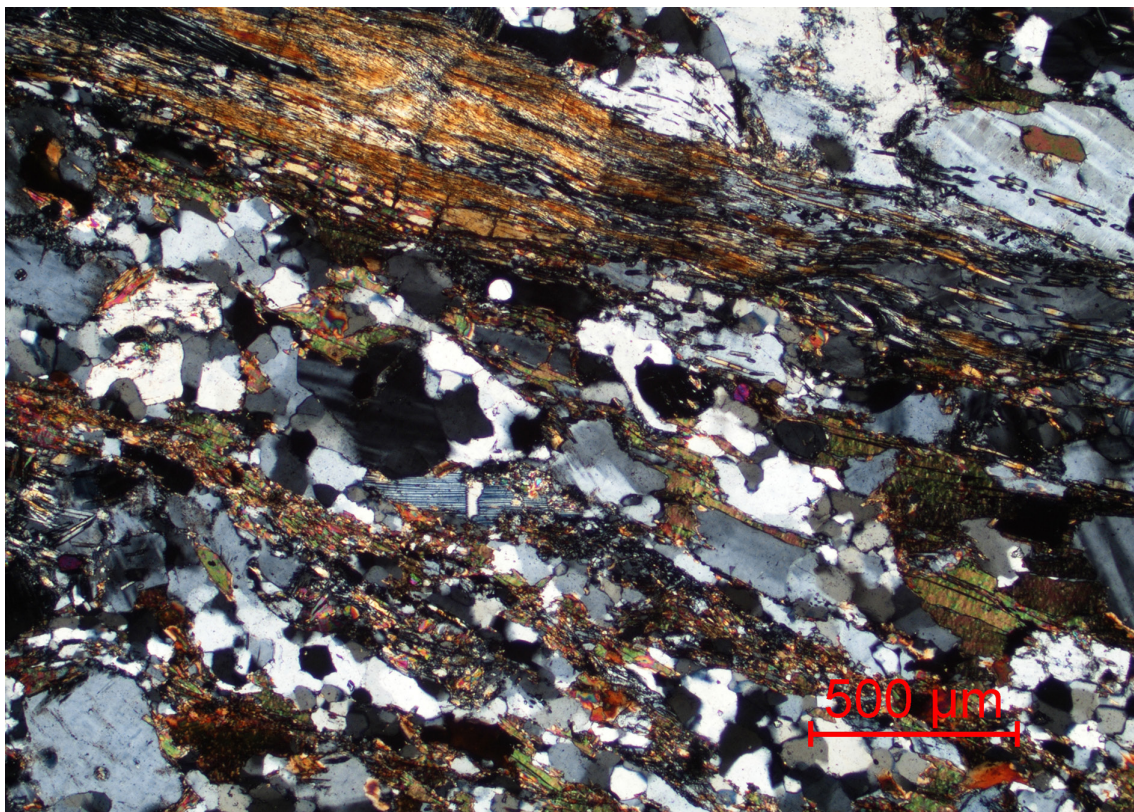
Figur 26. Mikrofoto, korsande polarisering. Prov CJN200011A. GP-granit (bergkod 2120). Grundmassan uppvisar dynamiskt omkristalliserade korn med finkornig matrix och komplexa sammanväxningar. Dessa texturer gör denna bergart till en av områdets starkaste och ger mycket goda både nötnings- och sprödhetsegenskaper.

sätter bergarterna (fig. 26). Grundmassans kornstorlek sjunker då tydligt med ökande mängd finkornig matrix. Det finns också inslag av mineralsammanväxningar som ökar den texturella komplexiteten och därmed hållfastheten i vissa prover.

Bergarterna med de högsta kulkvarnsvärdena uppvisar både höga glimmerhalter och normalt utvecklade kornfogar i kombination med jämnkornighet. Dessutom ses en hög grad av mikrosprickor i vissa prover, i några fall i kombination med hög grad av sekundära omvandlingar i kornfogarna. Det är i de flesta fall glimmeromvandlingar, men även järnhydroxider och opaka bildningar uppträder i fogarna.

De lägsta och därmed bästa Los Angelesvärdena erhålls från samtliga bergartsgrupper. Glimmerhalten varierar som förväntat stort mellan yngre granit, paragnejs, vulkanisk gnejs och ortognejs, men det som utmärker proverna i den bästa gruppen är att olika prägling av dynamisk omkristallisering definierar texturer, kornstorlek och strukturer. Det visar sig som mycket oregelbundna och flikiga kornfogar, hög intern stress i kvarts med stark subkorns- och nykornsbildning. Plastisk deformation i form av tunna skjuvytor och mylonitiska stråk finns också utvecklade. Mineralkornen i denna grupp uppvisar också komplexa sammanväxningar och omkristallisering. Värt att notera är att den höga glimmerhalten i proverna av paragnejs bidrar till en dämpande effekt av benägenheten till spröd sönderdelning (fig. 27).

De högsta och därmed sämsta Los Angelesvärdena fås av granitiska neosom i gnejser. De präglas av grövre kornstorlek och jämnkornighet i kombination med hög halt av mikrosprickor, hög grad av omvandling i mikrosprickor och kornfogar, samt enkelt utvecklade kornfogsmönster och låg grad av omkristallisering.



Figur 27. Mikrofoto, korsande polarisering. Prov UJB210111A, Paragnejs (bergkod 2360). Denna bergart är ett exempel på hur både försämrade och förbättrade texturer, strukturer och mineralogi sam-existerar. Typiskt för paragnejser är att en hög glimmerhalt ger dåliga slitagevärden, medan spröd-hetsegenskaperna inte försämras i motsvarande grad. I bilden kan också ses hur den plastiska deformationen har påverkat bergarten, med en sänkt kornstorleksfördelning, högre grad av om-kristallisering och komplexare kornfogar. Denna paragnejs rangordnas som klass 2 för väg och klass 3 för järnväg och betong.

I området för Södermanlandsprojektet med sin höga nivå av metamorfos, har man en omfattande nybildning och omkristallisation av de bergartsbildande mineralen. Detta innebär till exempel att finkornighet, som normalt är en positiv faktor för ballastkvaliteten, är mer ovanligt. Högmetamorfa bergarter tenderar också att vara mer jämnkorniga och ha rakare kornfogar.

En klar majoritet av proverna inom Södermanlandsprojektet har en mellanställning i klassningen mellan det bättre och det sämre. Texturellt kännetecknas den här gruppen av varierande egenskaper som både förbättrar och försämrar materialet, men som i de flesta fall tar ut varandra och producerar en intermediär ballastprodukt.

Alkalisilikareaktivitet (ASR)

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.

En tregradig indelning för förenklad okulär bedömning av risken för ASR utförd på tunnslip enligt RILEM AAR-1 (RILEM 2003) har gjorts av RISE (Research Institutes of Sweden). I den indelningen anger första graden att berget mycket osannolikt är alkalisilikareaktivt och den tredje graden innebär att berget mycket sannolikt är alkalisilikareaktivt. Andra graden anger osäkra och möjligen potentiella risker.

Proverna från Södermanlandsprojektet bedöms inte vara alkalireaktiva (ASR = 1). Bedömningen är gjord efter antagandet att de här högmetamorfa bergarterna med sin omfattande rekristallisation inte innehåller någon finkornig, reaktiv kvarts.

Miljöelement

En faktor att ta hänsyn till när man utvärderar de olika bergartsgruppernas lämplighet som ballast är deras litogeokemiska profil av olika huvud- och spårgrundelement med betydelse för miljön. I Södermanlandsprojektet har fokus varit att dokumentera medelhalten för olika grundämnen som kan ha betydelse för miljön i de olika bergartsgrupperna. Detta som en basnivå för den naturliga förekomsten av grundämnena i de olika bergartsgrupperna (tabell 4). 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

Tabell 4. 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 Södermanlandsprojektet.

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
Naturvårdsverket (2010):													
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
MinBas (2018):													
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
Södermanlandsprojektet:													
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

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 loss-hålles. 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 opak-mikroskopiering (se ovan) för att göra rättvisa riskbedömningar.

Sammanställning och klassning

Med utgångspunkt från tillgängliga analyser vilka anses väl representera berggrunden inom undersökningsområdet, kan kartor över fördelningen av de olika bergkvalitetsklasserna med avseende på vägmateriell, järnvägsballast och ballast för betongframställning framställas. Med tanke på berggrundens heterogenitet blir sammanställningen relativt översiktlig och vissa generaliseringar blir nödvändiga att genomföra. Vanligen urskiljs berggrunden i fyra kvalitetsklasser för ballastanvändning, 1) mycket god, 2) god, 3) mindre god och 4) dålig kvalitet.

Principen för att göra en ytmässig värdering av berggrundens kvalitet för framställning av ballast och byggmaterial för väg, järnväg och betong grundas på att de olika identifierbara bergarterna har specifika egenskaper som gäller för just den bergarten, och som skiljer ut den från andra bergarter. Därför utgör berggrundskartan en nödvändig bakgrundsinformation för att förutspå de olika egenskaperna, berggrundens möjligheter, för varje del inom projektområdet.

För varje användningsområde (väg, järnväg eller betong) finns ett antal parametrar som är avgörande för berggrundens lämplighet, se förenklade klassningsprinciper för väg, järnväg och betong i tabell 5–7 (Mortensen & Göransson 2018). Genom analysförfarandet beskriven i denna rapport och med de resultat som analyserna givit (bilaga 1–4) kan varje prov klassas. Genom avvägning kan också varje bergartsklass ges en klassning som sedan bygger upp bergkvalitetskartorna.

Tabell 5. SGU:s förenklade klassningsprinciper för väg (Mortensen & Göransson 2018).

Väg	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4
Kulkvarnsvärde, $A_{N11/16\text{ mm}}$	< 10 %	10–18 %	> 18 %	> 40 %
Los Angelesvärde, $LA_{10/14\text{ mm}}$	< 30 %	< 30 %	> 30 %	> 50 %
Micro-Devalvärde, $M_{DE10/14\text{ mm}}$	< 7 %	7–14 %	> 14 %	> 30 %

Tabell 6. SGU:s förenklade klassningsprinciper för järnväg (Mortensen & Göransson 2018).

Järnväg	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4
Glimmerhalt	< 10 %	10–25 %	25–50 %	> 50 %
Los Angelesvärde, $LA_{10/14\text{ mm}}$	< 25 %	25–30 %	30–50 %	> 50 %
Micro-Devalvärde, $M_{DE10/14\text{ mm}}$	< 17 %	< 17 %	17–24 %	> 24 %

Tabell 7. SGU:s förenklade klassningsprinciper för betong (Mortensen & Göransson 2018).

Betong	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4
Glimmerhalt	< 10 %	10–20 %	20–50 %	> 50 %
Aktivitetsindex	< 1	1–2	> 2	
Alkalisilikareaktivitet ¹ , ASR	1	2	3	

¹ Modifierad RILEM AAR-1 (RILEM 2003).

Som ett stöd till klassningen används diagram med analysutfallet för parametrarna kulkvarn, LA-värde, glimmerhalt och Aktivitetsindex (figurerna 28–30). Den samlade klassningen för varje prov och för varje område av ballast finns i bilaga 1.

Cirka 50 % av makadamproduktionen i Sverige går till vägbyggnation, varför berggrund som är lämplig för detta ändamål är mest intressant för täktverksamhet. Det är viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med detaljundersökningar vid prospektering och planering för uttag av berg.

Klassning av ballast för väg

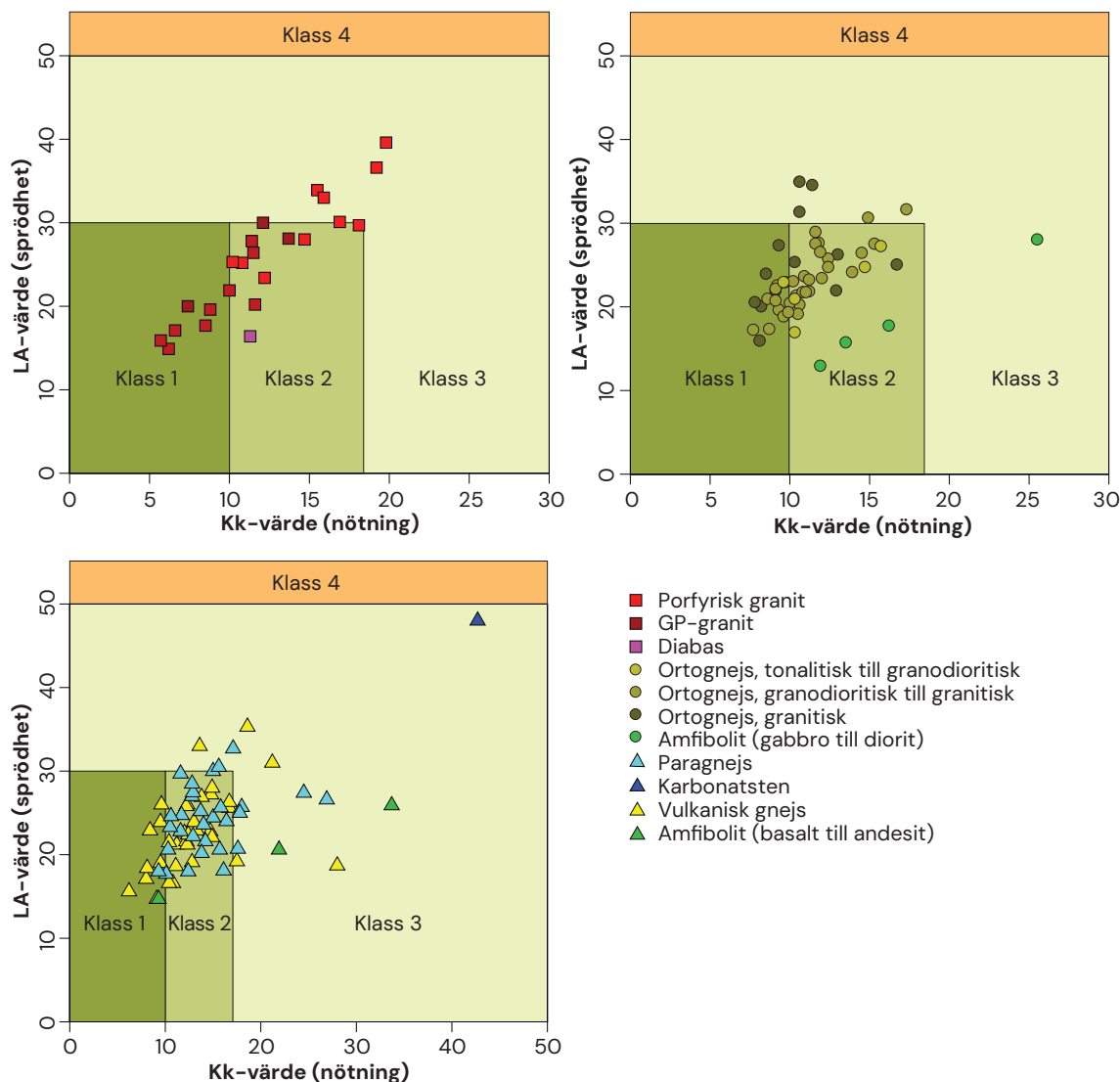
Inom projektet Södermanland berg och bergkvalitet, visas lokalt en stor spridning i bergkvalitet avseende de olika bergarternas lämplighet som ballast för vägbyggnation. Men det finns i Södermanlandområdets berggrund en klar majoritet av prover som bedöms vara ett klass 2-material för användning som vägmateriäl (fig. 28). Detta innebär att materialet med fördel kan användas som bärlager och förstärkningslager, samt även till vissa asfaltsbundna lager. Denna bedömning blir ännu mer tydlig när provklassningen överförs till areell bedömning. Material med sämre egenskaper är underordnade och kan sorteras ut relativt väl.

Paragnejser är vanligtvis finkorniga, relativt glimmerrika bergarter. Vanligtvis har de goda egenskaper för ballast, men vissa enheter, som bildar lager med höga glimmerhalter och/eller förhöjda halter av sulfider erhåller för höga kulkvarnsvärden och är därmed dåliga vägmateriäl. Högre metamorfosgrad som leder till bildning av migmatiter kan lokalt förbättra kvaliteten något.

Vulkaniska gnejser har en varierande sammansättning från felsiska, finkorniga, röda-ljust grå, kvartsrika led till mörkt gröngrå, finkorniga amfiboliter. De felsiska och intermediära leden har ofta bra egenskaper och kan i vissa fall värderas till klass 1-material. Amfiboliterna är normalt ett sämre material. En specifik egenskap är den anrikning av kalium som ofta finns i de vulkaniska enheterna och som leder till ökad glimmerhalt och sämre tekniska egenskaper för en sådan ballastråvara. Migmatitiska vulkaniter i en högre metamorfosgrad kompliceras av närvaron av ett granitiskt neosom som har ett högre LA-värde, och är ett generellt sämre material. Den bergart som visar sämst egenskaper som ballastmaterial för vägändamål i området är olika karbonatbergarter som marmor. Dessa uppträder som lager relaterade till de vulkaniska enheterna.

Ortognejserna varierar sammansättningsmässigt från granit till tonalit. Hela gruppen är generellt ett klass 2-material. Granitiska ortognejser har ofta bra egenskaper men de kan i några fall uppvisa alltför höga sprödhetsegenskaper med LA-värden som överstiger 30 %, vilket klassar ner materialet. Ortognejser med granodioritisk och tonalitisk sammansättning har bättre LA-värden, men sämre kulkvarnsvärden jämfört med de granitiska ortognejserna. Sannolikt beror detta på högre glimmerhalter hos ortognejserna med granodioritisk-tonalitisk sammansättning. Vid högre metamorfosgrad sker ingen märkbar kvalitetsförändring. Associerade med ortognejser finns ett antal amfibolitkroppar med likåldriga ursprung. Dessa har normalt goda tekniska egenskaper, ett klass 2-material med framför allt låga LA-värden.

Graniter av den så kallade GP-generationen har generellt den bästa kvaliteten när det gäller tekniska egenskaper för vägändamål, och de utgör genomgående ett klass 1-material. De återfinns i mindre granitiska massiv, framför allt i de östra delarna av projektområdet. Materialet kan dock försämrats något på grund av inblandning av mer grovkorniga, pegmatitiska delar och att den radiometrisk signaturen är något förhöjd, i några fall har SGU uppmätt ett aktivitetsindex > 2. Bergartskroppar dominerade av pegmatit har genomgående klassats som ett klass 3-material. GP-generationens graniter följs av stora mängder gångar, ådror och sliror av granit-pegmatit vilket lokalt kan försämma de tekniska egenskaperna i berggrundsmaterialet.



Figur 28. Diagram för de olika bergartsgruppernas egenskaper för sprödhet och motstånd mot nötning uttryckta som LA- och kulkvarnsvärden. Diagrammet bygger på kriterierna för ballast för väg i tabell 4. Beroende på hur de olika proven plottar i diagrammet kan man klassa provens (och de olika bergartsgrupperna) kvalitet i en skala 1–4.

De yngre, porfyriska graniterna delas i klassningen mellan den grovporfyriska Graversforsgraniten i västra delen av området som har höga LA-värden och klassas som ett klass 3-material samt de medelkorniga, listporfyriska graniterna i Stavsjö- och Jönåtermassiven som är ett klass 2-material. Stavsjögraniten präglas av flera centimeter stora fältspatskristaller och skulle kunna ge mycket dåliga värden likt Graversforsgraniten, men kornstorleksvariationen textuellt är den stärkande faktorn. Den har utsatts för en synlig mängd av plastisk deformation, vilket tydligt lett till kornstorleksförminskning i kvartsen och även i kanter och kluster av kalifältspat och plagioklas. Trots att bergarten alltså är massformig finns dynamiskt utvecklade texturer i form av komplexa kornfogar och fläckvis hög grad av omkristallisering.

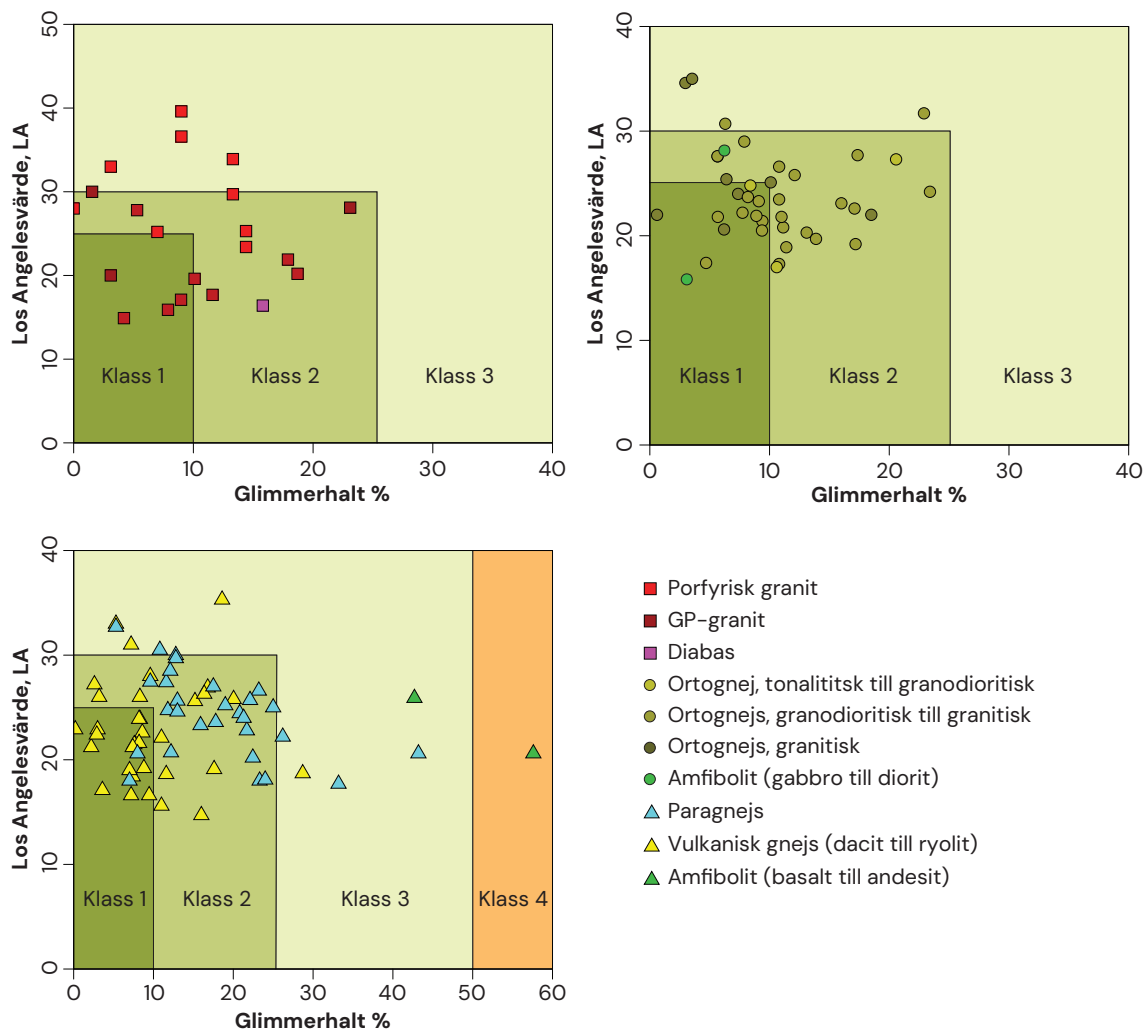
Mafiska gångbergarter förekommer i två generationer i projektområdet, en äldre som blivit amfibolitiserad och en yngre diabasgeneration vilken är den yngsta bergarten i området. De äldre amfiboliterna har generellt dåliga tekniska egenskaper och klassas som ett klass 3-material, medan de yngre diabaserna är ett klass 2-material. De yngre diabaserna innehåller generellt gott om oxidmineral och en högre sulfidhalt som närmar sig det övre riktvärdet på 0,3 % S.

Klassning av ballast för järnväg

Kriterierna och klassningen av de olika bergartsgrupperna med avseende på järnvägsballast följer ganska väl klassningen för vägballast.

Eftersom LA-värdet har en stor betydelse för klassning av järnvägsballast kan olika typer av bergarter med granitisk sammansättning klassas som ett sämre klass 3-material, till exempel de yngre porfyrisk graniterna och de granitiska ortognejserna. Olika bergarter med mer mafisk sammansättning som olika typer av amfiboliter, yngre diabaser och ortognejser med tonalitisk-granodioritisk sammansättning har lägre LA-värden och de kan vanligen användas som järnvägsballast. Glimmerhalten kan dock i vissa fall vara för hög, i många fall för hög för att materialet ska klassas som klass 1-material.

Vulkaniska gnejser har normalt bra egenskaper för järnvägsballast och är ofta ett klass 1-material. Detta gäller särskilt för ryolitiska och glimmerfattiga varianter. Paragnejser vilka har högre glimmerhalter är generellt ett klass 2-material. Dåligt material är glimmerrika, pelitiska paragnejser som då dessutom kan vara sulfidförande, samt kalksten.



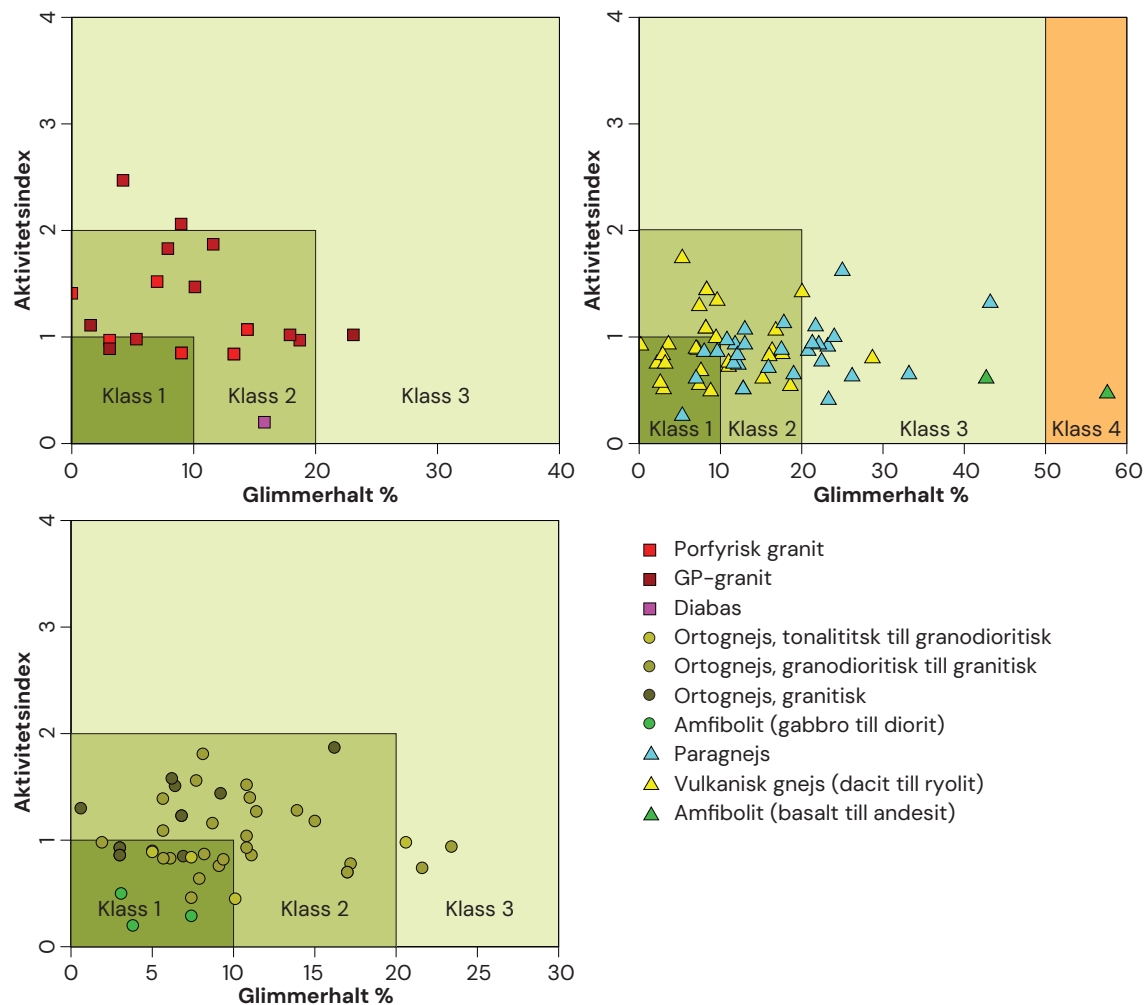
Figur 29. Diagram för de olika bergartsgruppernas klassning beroende på egenskaperna för sprödhet (LA-värde) och glimmerinnehåll. Diagrammet bygger på kriterierna för järnvägsballast i tabell 5. Beroende på hur de olika proven plottar i diagrammet kan man klassa provens (och de olika bergartsgrupperna) kvalitet i en skala 1–4.

Klassning av ballast för betong

Klassningen av ballastmaterial för betong beror i mindre utsträckning på materialets tekniska egenskaper utan väger också in bergmaterialets radiometrisk och petrografiska egenskaper (Lagerblad & Trägårdh 1995, Lagerblad m.fl. 2008). I den här beskrivningen används parametrarna aktivitetsindex, glimmerinnehåll och ASR (Mortensen & Göransson 2018).

För en mer komplett undersökning av materialets lämplighet som betongballast kan man undersöka dess reologiska egenskaper som flytbarhet och plastisk viskositet. Dessa kräver dock en mer omfattande laboratorieinsats än vad som har varit tillgänglig för den här studien. Kornfogar och bildandet av flakiga mineralkorn vid fragmentering av bergmaterial är viktig petrografisk information med betydelse för de här egenskaperna. Förekomsten av högre glimmerhalter (flakiga mineralkorn) i bergmaterialet anses generellt vara negativt för flytbarhet av den färdiga betongblandningen.

Vid en avvägning av de egenskaper som har betydelse för bergartsgruppernas klassning som betongballast är sannolikt glimmerfattiga graniter det lämpligaste materialet om bergartens aktivitetsindex håller sig på en låg nivå. Detta gör att de yngre porfyrisk och GP-graniterna



Figur 30. Diagram för de olika bergartsgruppernas klassning som betongballast beroende på radio-metriska egenskaper och glimmerinnehåll. Diagrammet bygger på kriterierna för betongballast i tabell 5. Beroende på hur de olika proven plottar i diagrammet kan man klassa provens (och de olika bergartsgrupperna) kvalitet i en skala 1–4.

sannolikt inte bildar några toppmaterial, eftersom aktivitetsindex för dessa granittyper vanligen överstiger 1. Sannolikt fungerar ortognejser med granitisk och granodioritisk-granitisk sammansättning något bättre för merparten av betongområdena.

Paragnejser är generellt för glimmerrika för att ge ett bättre material, medan ryolitiska vulkaniska gnejser, som både visar på lågt aktivitetsindex, låg glimmerhalt, högre grad av finkornighet och lämpliga kornfogar skulle kunna vara ett lämpligt ballastmaterial för betong.

Bergkvalitetskartor

Bergkvalitetskartorna byggs upp som en kombination av klassningsproceduren beskriven ovan och den grundläggande berggrundskartan. Olika bergartstyper klassificeras med olika värden och bergkvalitetskartan tolkas därefter och ges en areell utbredning genom den berggrundsgeologiska kartan. Om det lokalt finns avvikelser för den generella bedömningen av olika bergartsgruppers olika egenskaper ska det avspeglas i bergkvalitetskartan, om det har en geologisk förklaring.

Karta för vägballast

Bergkvalitetskartan för berggrundens lämplighet för vägballast visar en kraftig dominans för material av klass 2. 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 små GP-granitintrusioner. 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 kalkstenskröppar. Området vid och norr om Nyköping består till stor del av finkorniga vulkaniska gnejser och granitisk ortognejs och är ett generellt klass 1-material. I detta område finns också en del stråk av paragnejs som är klassade till ett klass 3-material.

Karta för järnvägsballast

Bergkvalitetskartan för berggrundens lämplighet för järnvägsballast visar, likt vägballastkartan, en viss dominans för klass 2-material. Det finns dock områden som består av ett klass 1-material i de västra centrala delarna av projektområdet. I detta område förekommer en mer kvartarik och glimmerfattig ortognejs som har bättre sprödhetsegenskaper än vad som är det normala för ortognejserna. Klass 3-material motsvaras i området dels av glimmerrika paragnejser 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.

Karta för betongballast

Bergkvalitetskartan för berggrundens lämplighet för betongballast har sina likheter med järnvägskartan. Den glimmerfattiga ortognejsen i de västra till centrala delarna fungerar bra som råvara till betongballast. Däremot fungerar mer glimmerrika paragnejser som främst återfinns i öster sämre som betongballast. De kategoriseras således som klass 3. Kalksten fungerar allmänt bättre för betong än som annan ballast och därför saknar kartan helt områden med klass 4-material.

Referenser

- Andersson, U.B., 1997: The late Svecofennian, high-grade contact and regional metamorphism in southwestern Bergslagen (central southern Sweden). *Slutrapport 970519, SGU-projekt 03–819/93*, 36 s.
- Antal Lundin, I., Claeson, D. & Sukotjo, S., 2006: Beskrivning till bergkvalitetskartan Nyköpings kommun. *Sveriges geologiska undersökning K 48*, 18 s.
- Claeson, D., Antal Lundin, I. & Sukotjo, S., 2013: Beskrivning till berggrundskartan del av Nyköpings kommun. *Sveriges geologiska undersökning K 437*, 16 s.
- European Commission, 1999: *Radiation protection 112*. Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1998: *FAS-metod 221–98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 7 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2002: *FAS-metod 259–02: Bestämning av kulkvarnsvärde*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Göransson, M. (rapportansvarig) 2018: Kritiska egenskaper hos bergmaterial och alternativa mineral. Vinnovaprojekt. *MinBas Innovation Rapport 2014–04347*.
- Göransson, M., 2023: Grus, sand och krossberg 2022. *Periodisk publikation 2023:3*. Sveriges geologiska undersökning, 46 s.
- Jelinek, C. & Eliasson, T., 2015: Strålning från bergmaterial. *SGU-rapport 2015:34*. Sveriges geologiska undersökning, 26 s.
- Lagerblad, B. & Trädgårdh, J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. *CBI rapport 4:92*. Cement och Betong Institutet, 74 s.
- Lagerblad, B. & Trädgårdh, J., 1995: Ballast för betong – egenskaper, karaktärisering, beständighet och provningsmetoder. *CBI-rapport 1995:4*. CBI Betonginstitutet, 78 s.
- Lagerblad, B., Westerholm, M. & Fjällberg, L., 2008: Bergkrossmaterial som ballast i betong. *CBI-rapport 2008:1*. CBI Betonginstitutet, 121 s.
- Leverentz, A., Bakker, E., Hedin, P. & Leopardi, D., 2020: Ore-proximal surveys in southern Bergslagen: Vena gruvfält and Tunaberg. *SGU-rapport 2020:16*. Sveriges geologiska undersökning, 100 s.
- Lundqvist, S. & Göransson, M., 2001: Evaluation and interpretation of microscopic parameter vs Mechanical properties of precambrian rocks from the Stockholm region, Sweden. In *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.
- Middlemost, E.A.K., 1994: Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth Science Reviews* 37, 215–224.
- 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.
- Mortensen G.M., Lindgren P., Göransson M. 2020: Beskrivning till bergkvalitetskartor. Bergkvalitet Mälardalen-kommunerna Strängnäs, Eskilstuna, Västerås, Hallstahammar, Kungsör, Köping och del av Sala. *Sveriges geologiska undersökning K 647*, 41 s.
- Naturvårdsverket, 2009: Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning. *Rapport 5976*, 270 s.

- Naturvårdsverket, 2010: *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten – Handbok 2010:1*, 149 s.
- RILEM, 2000a: A – TC 106-2 – Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – The ultra-accelerated mortar bar test. *Materials and Structures* 33, 283–289.
- RILEM, 2000b: AAR-3: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates-method for aggregate combinations using concrete prism. *Materials and Structures* 33, 290–293.
- RILEM, 2003: AAR-1 – Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method. *Materials and Structures* 36, 480–496.
- Stephens, M.B., Ripa, M., Lundström, I., Persson, L., Bergman, T., Ahl, M., Wahlgren, C.-H., Persson, P.-O. & Wickström, L., 2009: Synthesis of the bedrock geology in the Bergslagen region, Fennoscandian shield, south-central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 58, 1–259.
- Streckeisen, A., 1976: To each plutonic rock its proper name. *Earth-science reviews* 12:1, 1–33.
- Stålhös, G., 1975: Beskrivning till berggrundskartan Nyköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 115, 102 s.
- Svensk Standard, 1997a: SS-EN 1097–1: Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval). Swedish Standards Institute, 11 s.
- Svensk Standard, 1997b: SS-EN 1097–2: Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Bestämning av motstånd mot sönderdelning. Swedish Standards Institute, 29 s.
- Svensk Standard, 1997c: SS-EN 933–3: Ballast - Geometriska egenskaper – Del 3: Bestämning av kornform – Flisighetsindex. Swedish Standards Institute, 10 s.
- Svensk Standard, 2004a: SS 137003: Betong – Användning av EN 206–1 i Sverige. Swedish Standards Institute, 19 s.
- Svensk Standard, 2004b: SS-EN 933–4: Ballast – Geometriska egenskaper – Del 4: Bestämning av kornform – LT-index. Swedish Standards Institute, 11 s.
- Svensk Standard, 2004d: SS-EN 1097–9: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck (Nordiska kulkvarnsmetoden). Swedish Standards Institute, 12 s.
- Svensk Standard, 2008: SS-EN 12620/A1:2008 – Ballast för betong. Swedish Standards Institute, 64 s.
- Svensk Standard, 2011: SS-EN 1097–1:2011 – Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval). Swedish Standards Institute, 24 s.
- Svensk Standard, 2014: SS-EN 1097–9:2014 – Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck. Swedish Standards Institute, 24s.
- Söderlund, U., Isachsen, C.E., Bylund, G., Heaman, L.M., Jonathan Patchett, P., Vervoort, J.D. & Andersson, U.B., 2005: U–Pb baddeleyite ages and Hf, Nd isotope chemistry constraining repeated mafic magmatism in the Fennoscandian Shield from 1.6 to 0.9 Ga. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150, 174–194.
- The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000: Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations. ISBN 91-89230-00-0, 81 s.
- Trafikverket, 2001: VVMB 613 - Bestämning av glimmerhalt i materialets finfraktion. Vägverkets metodbeskrivningar till ATB Väg. *VV Publ. 2001:100*, 8 s.
- Trafikverket, 2015a: Krav – Bitumenbundna lager. *TDOK 2013:0529, Version 2.0*, 130 s.
- Trafikverket, 2015b: BVS 585.52 – Makadamballast för järnväg. *TDOK 2014:0759, Version 1.0*, 23 s.
- Trafikverket, 2015c: Krav – Obundna lager för vägkonstruktioner. *TDOK 2013:0530, Version 2.0*, 80 s.

- Trafikverket, 2015d: Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter. *Rapport 2015:057*, 51 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.
- Wikström, A., 1979: Beskrivning till berggrundskartan Katrineholm SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 123*, 102 s.

Bilaga 1. Tekniska analyser

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Korn- densitet	Kul- kvarn	LA-tal	Micro- Deval	Lab	Betong klass	Väg klass	Järnväg klass
FÖRSTUDIE TILL OSTLÄNKEN												
SPN152001A	Paragnejs, ojämnkornig, ljusgrå till mörkgrå	6532763	639455	2365	2,7	13,7	25,2	9,4	SGU 2015	2	2	2,5
SPN152002A	Granit, jämnkornig, finkornig till medelkornig, gråröd	6538384	641287	2120	2,64	6,2	14,9	3,9	SGU 2015	1	1	1
SPN152003A	Ortognejs, ojämnkornig, granodioritisk, rödgrå	6518093	631349	2265	2,72	10,3	21,0	6,8	SGU 2015	2	2	2
SPN152004A	Granit, ojämnkornig, folierad, fint medelkornig, gråröd	6509672	587205	2220	2,65	8,2	20,1	5,24	SGU 2015	2	1	1
SPN152005A	Ortognejs, ojämnkornig, granitisk, rödgrå-gråröd	6508692	592221	2220	2,66	10,3	25,4	6,85	SGU 2015	2	2	1,5
SPN152006A	Granit, småporfyrisk, massformig, medelkornig, rödgrå-gråröd	6511831	581283	2070	2,66	10,8	25,2	7,2	SGU 2015	2	2	1,5
SPN152025A	Paragnejs, ojämnkornig, finkornig till grovkornig, ådrad	6535723	638455	2365	2,74	12,9	22,2	8,8	SGU 2015	3	2	3
SPN152026A	Marmor, ojämnkornig, omkristalliserad, folierad	6529153	627293	2305	2,73		40,4	32,3	SGU 2015	2	4	4
SPN152028A	Amfibolit, ojämnkornig, granater, mörkgrå	6530001	644435	2290	3,03	16,2	17,8	10,5	SGU 2015	2	2	1
SPN180166A	Vulkanisk gnejs, dacitisk, jämnkornig, finkornig, grå till rödgrå	6526170	638893	2320	2,73	12,8	19,1	9,5	SGU 2018	2	2	2
SPN180169A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, bandad, finkornig, gråröd	6538549	615552	2310	2,65	10,4	21,48	7,6	SGU 2018	1	2	1
SPN180172A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, porfyrisk, bandad, röd	6524801	637339	2310	2,62	8,4	22,9	4,9	SGU 2018	1	1	1
SPN180173A	Paragnejs, glimmerrik, ådrad, grå	6529577	626004	2360	2,69	15	24,4	9,4	SGU 2018	3	2	2,5
SPN180176A	Paragnejs, migmatitisk, ådrad, grå, rost	6540049	614450	2360	2,67	11,7	24,734	6,7	SGU 2018	2	2	2
SPN180178A	Paragnejs, migmatitisk, granitisk till granodioritisk, finkornig till grovkornig, ljust grå till rödgrå	6530837	626641	2365	2,66	12,9	27,458	7,1	SGU 2018	1	2	2
SPN180179A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödbrun	6535959	626163	2310	2,66	11,1	18,626	7,1	SGU 2018	2	2	1,5

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Korn- densitet	Kul- kvarn	LA-tal	Micro- Deval	Lab	Betong klass	Väg klass	Järnväg klass
SPN180180A	Granit, jämnkornig med massformig, finkornig till fint medelkornig, rödgrå	6526875	614816	2120	2,68	8,5	17,682	5,3	SGU 2018	2	1	2
SPN180181A	Granit, porfyrisk, starkt deformerad, medelkornig, grå-röd	6529719	614891	2250	2,65	15,3	27,582	9,66	SGU 2018	2	2	2
SPN180182A	Vulkanisk gnejs, ojämnkornig, migmatitisk, ådrad, grå, rost	6522766	635502	2315	2,78	14,9	22,1	9,7	SGU 2018	2	2	2
SPN180186A	Paragnejs, ojämnkornig, migmatitisk, grå, rost	6532150	609384	2365	2,7	15,8	25,644	9,9	SGU 2018	2	2	2
SPN180187A	Granit, porfyroblastisk, gnejsig, fint medelkornig, rödgrå	6525099	622862	2250	2,67	12	23,472	7,3	SGU 2018	2	2	2
SPN180282A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödgrå	6532024	632716	2310	2,69	6,2	15,6	3,7	SGU 2018	1	1	1,5
SPN180283A	Ortognejs, granitisk, ojämnkornig, fint medelkornig rödgrå	6529793	629858	2250	2,67	7,7	17,3	4,6	SGU 2018	2	1	1,5
OSTLÄNKEN												
SPN200081A	Granitisk ortognejs, grå-röd, medelkornig, gnejsig	6513904	589955	2250	2,7	9,3	19,7	6,1	SGU 2020	2	1	2
SPN200173A	Sedimentgnejs	6521662	623609	2360	2,68	12,8	27	8,7	Skanska 2020	2	2	2
SPN200173A	Sedimentgnejs	6521662	623609	2360	2,71	14,2	21,6	10,7	SGU 2020	2	2	2
SPN200221A	Ortognejs	6531368	635307	2250	2,69	10,5	19,2	7,6	SGU 2020	2	1	2
SPN200221A	Ortognejs	6531368	635307	2250	2,69	8,6	21	5,5	Skanska 2020	2	1	2
SPN200226A	Marmor	6537315	642028	2305	2,72	42,7	48	37,4	SGU 2020	3	4	4
SPN200358A	Granitisk till grandioritisk ortognejs, rödgrå, fint medelkornig, måttligt gnejsig	6509074	579369	2250	2,64	9,1	22,2	5,5	SGU 2020	2	1	1
TEN200020	Ortognejs, leukogranitisk, grå-röd, ojämnkornig	6506634	575435	2220	2,64	11,4	34,6	7,6	Skanska 2020	1	3	3
TEN200020	Ortognejs, leukogranitisk, grå-röd, ojämnkornig	6506634	575435	2220	2,64	10,6	31,4	6,7	SGU 2020	1	3	3
TEN200077A	Porfyrisk granit, massformig, medelkornig, grå-röd	6511204	581383	2070	2,67	10,2	25,3	6,8	Skanska 2020	2	1,5	2
TEN200077A	Porfyrisk granit, massformig, medelkornig, grå-röd	6511204	581383	2070	2,68	12,2	23,4	8,6	SGU 2020	2	2	2

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Korn- densitet	Kul- kvarn	LA-tal	Micro- Deval	Lab	Betong klass	Väg klass	Järnväg klass
TEN200086A	Paragnejs med sliror av amfibolit	6510770	580831	2360	2,73	15,0	30,0	12,7	Skanska 2020	2	2	2,5
TEN200086A	Paragnejs med sliror av amfibolit	6510770	580831	2360	2,66	11,6	29,7	8,6	SGU 2020	2	2	2
TEN200136A	Ortognejs, granitisk	6518939	619249	2220	2,65	8,5	24	5,9	Skanska 2020	2	1	1
TEN200136A	Ortognejs, granitisk	6518939	619249	2220	2,64	9,7	23	5,9	SGU 2020	2	1	1
TEN200151A	Amfibolit, vulkanisk	6519139	619054	2290	2,91	33,7	25,9	24,8	SGU 2020	3	4	4
TEN200152A	Amfibolit, vulkanisk	6518927	619250	2290	2,93	21,9	20,6	21,4	SGU 2020	3	4	4
TEN200158	Paragnejs, rostiga partier	6540463	644970	2360	2,73	26,9	26,6	24,4	SGU 2020	3	4	3
TEN200159	Amfibolit	6539543	644592	2290	3,01	25,5	28,1	21,7	SGU 2020	3	3,5	2
TEN200160	Ortognejs, glest ådrad, granitisk	6539552	644587	2220	2,64	13,0	26,3	7,7	SGU 2020	2	2	2
TEN200200	Granit, grovporfyrisk, satellitpluton till Graversforsintrusionen	6506165	574297	2070	2,75	19,8	39,6	11,8	Skanska 2020	3	3	3
TEN200200	Granit, grovporfyrisk, satellitpluton till Graversforsintrusionen	6506165	574297	2070	2,69	19,2	36,6	11,7	SGU 2020	3	3	3
TEN200201	Ortognejs, granitisk, granit till pegmatit-ådror	6506100	574318	2220	2,62	10,6	35,0	5,9	Skanska 2020	1	3	3
TEN200201	Ortognejs, granitisk, granit till pegmatit-ådror	6506100	574318	2220	2,62	9,3	27,4	6,3	SGU 2020	1	3	2
TEN200204A	Tonalitisk ortognejs, glest ådrad, medelkornig, grå	6507580	577321	2250	2,68	11,8	27,7	7,9	Skanska 2020	2	2	2
TEN200204A	Tonalitisk ortognejs, glest ådrad, medelkornig, grå	6507580	577321	2250	2,68	12,4	24,8	8	SGU 2020	2	2	2
TEN200210	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	6521111	622599	2310	2,65	12,3	26	8,6	Skanska 2020	2	2	1,5
TEN200210	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	6521111	622599	2310	2,64	13	23,9	10,5	SGU 2020	2	2	1
TEN200211	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	6519468	619648	2310	2,67	9,5	23,9	7,4	Skanska 2020	2	2	1
TEN200211	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	6519468	619648	2310	2,67	12,2	21,6	7,9	SGU 2020	2	2	1
UJB200017	Granit, grovporfyrisk (Graversfors- granit)	6504268	570881	2070	2,71	15,5	33,9	10,1	Skanska 2020	3	3	3
UJB200017	Granit, grovporfyrisk (Graversfors- granit)	6504268	570881	2070	2,7	18,1	29,7	10,1	SGU 2020	3	3	3

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Korn- densitet	Kul- kvarn	LA-tal	Micro- Deval	Lab	Betong klass	Väg klass	Järnväg klass
SÖDERMANLAND												
CJN200001	Granit, grå, massformig	6533710	643308	2120	2,63	6,6	17,1	4,2	SGU 2021	2	1	1
CJN200007	Migmatitisk ortognejs	6516634	630047	2255	2,7	10,8	21,8	5,9	SGU 2021	1	1	1
CJN200008B	Amfibolit, gabbroid	6526799	633086	2290	2,91	13,5	15,8	9,8	SGU 2021	1	2	1
CJN200011	Granit, röd, massformig	6519323	630842	2120	2,62	5,7	15,9	3,5	SGU 2021	2	1	1
CJN200017	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad	6534295	647486	2310	2,67	10,4	16,6	7,4	SGU 2021	1	1,5	1
CJN200023	Paragnejs, grå	6535663	645578	2360	2,72	10,1	17,7	7,2	SGU 2021	1	2	3
CJN200026	Paragnejs, migmatitisk	6529413	641635	2360	2,71	13,8	20,2	10,9	SGU 2021	1	2	3
CJN200027	Ortognejs, granodioritisk-granitisk, ådrad/migmatitisk	6527631	641676	2255	2,67	10	20,5	6,2	SGU 2021	1	1	1
UJB200129A	Paragnejs på väg mot neosom	6517553	608346	2365	2,66	10,3	20,6	6,3	SGU 2021	2	2	2
UJB201001	Ortognejs, granodioritisk-granitisk, rödgrå,	6515905	634700	2250	2,66	9,9	-	-	SGU 2021	2	2	2
UJB201003	Granodioritisk ortognejs, medelkornig, jämnkornig, ådrad	6507165	597070	2250	2,71	10,9	23,7	6,6	SGU 2021	1	2	1
UJB201004	Pegmatit-granit, röd, ojämnkornig, gång i grå ortognejs	6506183	594945	2120	2,62	11,4	27,8	7,7	SGU 2021	2	2	2
UJB201008	Kvartsit/kvartsrikt gnejslager	6501920	596334	2360	2,65	17,1	32,7	11,3	SGU 2021	2	2,5	3
UJB201017	Vulkanisk gnejs, grå, finkornig, K-omvandlad	6503877	584170	2310	2,65	12,2	25,8	8,4	SGU 2021	2	2	2
UJB201022	Granitisk-granodioritisk ortognejs med granitiska ådror	6508239	591424	2250	2,64	11,6	27,6	7,4	SGU 2021	2	2	2
UJB201025	Paragnejs, grå	6527168	646825	2360	2,79	12,4	18	8,4	SGU 2021		2	2
UJB201026	Ortognejs, granodioritisk-tonalitisk	6513225	628599	2260	2,7	15,7	27,3	6,8	SGU 2021		2	2
UJB201027	Porfyrisk granitisk-granodioritisk ortognejs	6508460	578972	2250	2,69	9,1	20,8	5,9	SGU 2021	1	1	1,5
UJB201028	Granitisk-granodioritisk ortognejs	6507325	580000	2250	2,66	11,6	29	6,6	SGU 2021	1	2	2
UJB201030	Granit-pegmatit, röd, ojämnkornig, massformig	6510997	585649	2120	2,63	12,1	30	7,6	SGU 2021	2	2	2
UJB201031	Vulkanisk gnejs, omkristalliserad, ådrad	6501872	592173	2315	2,67	16,7	26,3	12,3	SGU 2021	2	2	2
SVL210001A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, grå, ådrad och bandad, fint medelkornig	6519756	616371	2310	2,68	14,9	28,0	10,3	SGU 2021	2	2	2

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Korn- densitet	Kul- kvarn	LA-tal	Micro- Deval	Lab	Betong klass	Väg klass	Järnväg klass
SVL210001B	Granitiskt-pegmatiskt, rött, medelkornigt vulkaniskt neosom	6519756	616371	2315	2,62	13,6	33,0	7,8	SGU 2021	2	3	3
SVL210002A	Paragnejs på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig,	6535271	616226	2360	2,70	18,0	25,7	14,2	SGU 2021	2	3	2
SVL210003A	Röd granitisk ortognejs	6524850	611484	2220	2,61	7,8	20,6	4,5	SGU 2021	2	1	1
SVL210004A	Paragnejs neosom	6530350	604701	2365	2,72	17,8	25,0	12,9	SGU 2021	2	3	2,5
SVL210005A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, svagt ögonförande	6526341	598958	2250	2,68	13,9	24,2	8,9	SGU 2021	2	2	2,5
SVL210006A	Granitisk-granodioritisk ortognejs	6527347	599978	2250	2,68	11,2	23,3	7,8	SGU 2021	2	2	1
UJB210101A	Vulkanisk gnejs neosom + amfibolit paleosom	6539377	609708	2315	2,65	12,4	22,4	6,5	SGU 2021	2	2	1
UJB210103A	Paragnejs neosom	6533261	624136	2365	2,66	10,5	23,3	7,2	SGU 2021	2	1,5	2
UJB210108A	Paragnejs, på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig + basiska gångar	6537213	619150	2360	2,69	11,6	22,8	8,1	SGU 2021	2	2	2,5
UJB210110A	Paragnejs neosom	6540678	613500	2365	2,69	12,8	28,5	8,2	SGU 2021	2	2	2
UJB210111A	Paragnejs, mörkt grå, ådrad, granater	6534228	647506	2360	2,75	16,1	18,1	11,6	SGU 2021	2	2	2,5
UJB210112A	Ortognejs, granodioritisk, grå, röda ådror	6513746	590557	2255	2,70	11,0	21,8	8,0	SGU 2021	2	2	2
UJB210112B	Granitisk-granodioritisk ortognejs, jämnkornig, grå-rödgrå,	6513746	590557	2250	2,64	9,6	18,9	5,9	SGU 2021	1	1	1,5
UJB210113A	Diabas, fmdk, m. grå, massformig	6503993	586319	900	2,90	11,3	16,4	8,7	SGU 2021	1	2	2
UJB210114A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, rödgrå, kraftigt ådrad	6502410	589404	2315	2,68	28,0	18,7	23,2	SGU 2021	3	3	3
UJB210124A	Paragnejs neosom	6535752	609894	2365	2,71	15,6	30,5	10,5	SGU 2021	2	2,5	2,5
UJB210124B	Paragnejs neosom	6535752	609894	2365	2,69	14,0	23,6	9,1	SGU 2021	2	2,5	2
UJB210125A	Paragnejs neosom	6534479	606269	2365	2,65	10,6	24,6	6,9	SGU 2021	2	2	2
UJB210142A	Vulkanisk gnejs, andesitisk-dacitisk, grå, finkornig	6519071	594155	2320	2,70	9,1	14,7	6,8	SGU 2021	1	1	2
UJB210147A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, grå, ojämnkornig	6527062	595415	2250	2,64	11,9	26,6	7,5	SGU 2021	1	2	2
CJN220049	Granitisk-granodioritisk ortognejs, ådrad, gnejsig och ögonförande.	6535780	611445	2255	2,67	9,9	19,4	6,7	SGU 2022	1	1	1
UJB220040	Andesitisk-basaltisk vulkanisk gnejs, mörkt gröngrå, magnetit och skarnig	6526182	609301	2320	3,00	9,3	14,7	7,1	SGU 2022	1	1	1
UJB220062	Granitisk-granodioritisk ortognejs, migmatitisk	6528654	611236	2255	2,68	14,5	26,5	9,9	SGU 2022	1	2	2

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Korn- densitet	Kul- kvarn	LA-tal	Micro- Deval	Lab	Betong klass	Väg klass	Järnväg klass
OSTLÄNKEN 2												
TEN230007A	Granit, grå-rödgrå, svagt gnejsig, finkorning till fint medelkornig	6539858	644451	2220	2,69	8,1	16	5,4	Skanska 2023	2	1	1
TEN230009A	Paragnejs, grå, ojämnkornig, fint medelkornig till grovkornig, ådrad, granat- och cordieritförande.	6534671	638899	2365	2,69	16,4	24	11,4	Skanska 2023	3	2	2
TEN230010A	Ådergnejs, grå till rödgrå, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig. Enstaka strökorn av kalifältspat.	6529400	632491	2365	2,69	9,3	18	7	Skanska 2023	1	1	1
TEN230011A	Ådergnejs, rödgrå till grå, ojämnkornig, fin- till grovkornig. Mikro-sprickor med impreganation av järnoxidhydroxid.	6527661	629668	2315	2,65	9,5	19	5,7	Skanska 2023	1	1	1
TEN230014A	Ådergnejs, rödgrå till gråröd, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig. Rödfärgad impreganation av järn(III) oxidhydroxid i mikrosprickor och korngränser.	6521953	623927	2315	2,64	9,6	26	5,6	Skanska 2023	1	1	2
TEN230018A	Tonalitisk ortognejs, grå, fin- till fint medelkornig. Gnejsighet något vindlande. Ställvis begynnande tunn ådring.	6512752	586749	2255	2,66	9,6	23	6,1	Skanska 2023	2	1	1
TEN230018B	Metagabbro, inneslutning med mingling, mörkt grå, fint medelkornig svagt gnejsig.	6512740	586657	2290	3,03	11,9	13	9,4	Skanska 2023	1	2	1
TEN230019A	Gnejsig granit, rödgrå till röd, fin- till fint medelkornig, svagt gnejsig.	6508137	578257	2120	2,64	7,4	20	4,4	Skanska 2023	1	1	1
TEN230020A	Granit, rödgrå, grovkornig till mycket grovkornig, massformig, grovporfyrisk.	6505717	572605	2070	2,68	15,9	33	8,1	Skanska 2023	1	3	3

Bilaga 2. Resultat av spektrometermätningar på provtagningsplatser

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Kalium %	Uran ppm	Torium ppm	Aktivitets- index	N	Densitet Kg/dm ³	Magnetisk succ. succ×10 ⁻⁶
FÖRSTUDIE TILL OSTLÄNKEN											
SPN152001A	Paragnejs, ojämnkornig, ljusgrå till mörkgrå	6532763	639455	2365	3,2	2,0	11,4	0,65	3	2,7	180
SPN152002A	Granit, jämnkornig, finkornig till medelkornig, gråröd	6538384	641287	2120						2,64	340
SPN152003A	Ortognejs, ojämnkornig, granodioritisk, rödgrå	6518093	631349	2265						2,72	3451
SPN152004A	Granit, ojämnkornig, folierad, fint medelkornig, gråröd	6509672	587205	2220	3,7	7,7	30,2	1,32	3	2,65	3561
SPN152005A	Ortognejs, ojämnkornig, granitisk, rödgrå-gråröd	6508692	592221	2220	4,4	9,6	32,8	1,51	3	2,66	12575
SPN152006A	Granit, småporfyrisk, massformig, medelkornig, rödgrå-gråröd	6511831	581283	2070	4,4	8,3	35,1	1,52	3	2,66	6119
SPN152025A	Paragnejs, ojämnkornig, finkornig till grovkornig, ådrad	6535723	638455	2365	4,0	1,9	6,5	0,63	3	2,74	282
SPN152028A	Amfibolit, ojämnkornig, granater, mörkgrå	6530001	644435	2290	3,1	2,7	13,3	0,71	3	3,03	432
SPN180166A	Vulkanisk gnejs, dacitisk, jämnkornig, finkornig, grå till rödgrå	6526170	638893	2320	2,5	3,2	22,1	0,84	3	2,73	20806
SPN180169A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, bandad, finkornig, gråröd	6538549	615552	2310	3,4	1,8	12,8	0,68	3	2,65	201
SPN180172A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, porfyrisk, bandad, röd	6524801	637339	2310	6,8	1,8	7,2	0,92	2	2,62	17240
SPN180173A	Paragnejs, glimmerrik, ådrad, grå	6529577	626004	2360	3,0	4,2	18,4	0,87	3	2,69	152
SPN180176A	Paragnejs, migmatitisk, ådrad, grå, rost	6540049	614450	2360	4,4	4,5	14,0	0,93	3	2,67	90
SPN180178A	Paragnejs, migmatitisk, granitisk till granodioritisk, finkornig till grovkornig, ljust grå till rödgrå	6530837	626641	2365	3,0	4,2	18,6	0,86	3	2,66	76,3
SPN180179A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödbrun	6535959	626163	2310	4,7	1,3	10,6	0,76	3	2,66	91,3

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Kalium %	Uran ppm	Torium ppm	Aktivitets- index	N	Densitet Kg/dm ³	Magnetisk succ. succ×10 ⁻⁶
SPN180180A	Granit, jämnkornig med massformig, finkornig till fint medelkornig, rödgrå	6526875	614816	2120	5,2	4,5	56,2	1,87	3	2,68	10944
SPN180181A	Granit, porfyrisk, starkt deformerad, medelkornig, gråröd	6529719	614891	2250	4,0	7,5	18,2	1,09	3	2,65	67,5
SPN180182A	Vulkanisk gnejs, ojämnkornig, migmatitisk, ådrad, grå, rost	6522766	635502	2315	2,5	1,9	20,3	0,76	3	2,78	1188
SPN180186A	Paragnejs, ojämnkornig, migmatitisk, grå, rost	6532150	609384	2365	4,1	5,0	21,2	1,07	3	2,7	114
SPN180187A	Granit, porfyroblastisk, gnejsig, fint medelkornig, rödgrå	6525099	622862	2250	4,5	2,1	23,6	1,04	3	2,67	6429
SPN180282A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödgrå	6532024	632716	2310	4,4	1,2	10,9	0,72	2	2,69	24587
SPN180283A	Ortognejs, granitisk, ojämnkornig, fint medelkornig rödgrå	6529793	629858	2250	3,2	3,7	50,8	1,52	3	2,67	1014
OSTLÄNKEN											
SPN200081A	Granitisk ortognejs, gråröd, medelkornig, gnejsig	6513904	589955	2250	3,6	7,7	29,2	1,28	2	2,7	8097
SPN200173A	Sedimentgnejs	6521662	623609	2360	2,6	4,0	21,7	0,88	3	2,68	175
SPN200221A	Ortognejs	6531368	635307	2250	2,7	1,9	20,5	0,78	3	2,69	187
SPN200226A	Marmor	6537315	642028	2305						2,72	2,5
SPN200358A	Granitisk till grandioritisk ortognejs, rödgrå, fint medelkornig, måttligt gnejsig	6509074	579369	2250	3,9	13,5	29,4	1,56	3	2,64	2263
TEN200020	Ortognejs, leukogranitisk, gråröd, ojämnkornig	6506634	575435	2220	3,63	7,43	11,87	0,93	3	2,64	73,9
TEN200077A	Porfyrisk granit, massformig, - medelkornig, gråröd	6511204	581383	2070	4,37	2,37	25,67	1,07	3	2,67	70,4
TEN200086A	Paragnejs med sliror av amfibolit	6510770	580831	2360	1,90	3,00	9,30	0,51	3	2,73	12,8
TEN200136A	Ortognejs, granitisk	6518939	619249	2220	4,10	5,97	27,47	1,23	3	2,65	8,88
TEN200151A	Amfibolit, vulkanisk	6519139	619054	2290						2,91	
TEN200152A	Amfibolit, vulkanisk	6518927	619250	2290						2,93	
TEN200158	Paragnejs, rostiga partier	6540463	644970	2360	3,47	3,30	20,13	0,91	3	2,73	
TEN200159	Amfibolit	6539543	644592	2290						3,01	
TEN200160	Ortognejs, glest ådrad, granitisk	6539552	644587	2220	5,33	3,80	24,10	1,20	3	2,64	

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Kalium %	Uran ppm	Torium ppm	Aktivitets- index	N	Densitet Kg/dm ³	Magnetisk succ. succ×10 ⁻⁶	
TEN200200	Granit, grovporfyrisk, satellitpluton till Graversforsintrusionen	6506165	574297	2070	4,9	1,6	13,5	0,85	3	2,75		
TEN200201	Ortognejs, granitisk, granit till pegmatit-ådror	6506100	574318	2220	3,2	4,7	16,6	0,86	2	2,62		
TEN200204A	Tonalitisk ortognejs, glest ådrad, medelkornig, grå	6507580	577321	2250	1,07	5,37	18,07	0,70	3	2,68		
TEN200210	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	6521111	622599	2310	7,53	5,87	20,43	1,44	3	2,65		
TEN200211	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	6519468	619648	2310	4,67	8,83	11,13	1,08	3	2,67		
UJB200017	Granit, grovporfyrisk (Graversfors-granit)	6504268	570881	2070	4,7	4,1	8,8	0,84	3	2691,4	11905,6	3810
SÖDERMANLAND												
CJN200001	Granit, grå, massformig	6533710	643308	2120	4,8	3,6	69,4	2,06	3	2,63	82,1	
CJN200007	Migmatitisk ortognejs	6516634	630047	2255	3,5	2,3	18,2	0,83	3	2,7	2854	
CJN200008A	Ortognejs, granitisk 6526799	633086	2220	4,0	1,7	17,6	0,85	3		3716		
CJN200008B	Amfibolit, gabbroid	6526799	633086	2290	2,0	2,6	9,6	0,50	2	2,91	490	
CJN200011	Granit, röd, massformig	6519323	630842	2120	4,8	5,6	54,1	1,83	3	2,62	1052	
CJN200017	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad	6534295	647486	2310	6,2	2,0	12,7	0,99	3	2,67	399	
CJN200023	Paragnejs, grå	6535663	645578	2360	2,2	3,2	14,1	0,65	3	2,72	140	
CJN200026	Paragnejs, migmatitisk	6529413	641635	2360	2,9	1,8	19,3	0,77	3	2,71	227	
CJN200027	Ortognejs, granodioritisk, ådrad/ migmatitisk	6527631	641676	2255	2,8	1,7	22,4	0,82	3	2,67	5234	
UJB200129A	Paragnejs på väg mot neosom	6517553	608346	2365	4,0	9,9	16,2	1,16	3	2,66	105	
UJB201001A	Ortognejs, granodioritisk-granitisk, rödgrå,	6515905	634700	2250	2,3	5,4	66,7	1,81	4	2,66	398	
UJB201003A	Granodioritisk ortognejs, medelkornig, jämnkornig, ådrad	6507165	597070	2250	2,1	5,9	20,5	0,87	3	2,71	16215	
UJB201003B	Pegmatit	6507165	597070	2110	6,9	2,2	2,9	0,87	1		3254	
UJB201004A	Pegmatit-granit, röd, ojämnkornig, gång i rödgrå ortognejs	6506183	594945	2110	3,9	5,5	16,7	0,98	3	2,62	45	
UJB201008	Kvartsit/kvartsrikt gnejslager	6501920	596334	2360	0,8	1,4	5,8	0,26	3	2,65	921,5	
UJB201017	Vulkanisk gnejs, grå, finkornig, K-omvandlad	6503877	584170	2310	7,8	5,2	19,7	1,42	3	2619,8	70,35	

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Kalium %	Uran ppm	Torium ppm	Aktivitets- index	N	Densitet Kg/dm ³	Magnetisk succ. succ×10 ⁻⁶
UJB201022	Granitisk-granodioritisk ortognejs med granitiska ådror	6508239	591424	2250	4,7	5,4	33,3	1,39	3	2,64	2530
UJB201025	Paragnejs, grå	6527168	646825	2360						2,79	3529
UJB201026	Ortognejs, granodioritisk-tonalitisk	6513225	628599	2260	4,1	2,8	21,8	0,98	3	2,7	208
UJB201027	Porfyrisk granitisk-granodioritisk ortognejs	6508460	578972	2250	2,9	7,0	13,5	0,86	1	2,69	15925
UJB201028	Granitisk-granodioritisk ortognejs	6507325	580000	2250	2,0	6,3	8,8	0,64	2	2,66	7104
UJB201029	Paragnejs	6508613	585001	2360	2,8	7,7	17,1	0,96	3	2768,9	44896,0
UJB201030	Granit-pegmatit, röd, ojämnkornig, massformig	6510997	585649	2120	4,6	4,4	21,9	1,11	3	2,63	10939
UJB201031	Vulkanisk gnejs, omkristalliserad, ådrad	6501872	592173	2315	2,9	4,6	18,6	0,87	3	2,67	928
SVL210001A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, grå, ådrad och bandad, fint medelkornig	6519756	616371	2310	5,8	4,9	26,1	1,34	3	2,68	190
SVL210001B	Granitiskt-pegmatitiskt, rött, medelkornigt vulkaniskt neosom	6519756	616371	2315	5,2	6,0	47,4	1,74	3	2,62	62,8
SVL210002A	Paragnejs på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig,	6535271	616226	2360	3,1	6,4	16,8	0,93	5	2,70	163
SVL210003A	Röd granitisk ortognejs	6524850	611484	2220	4,1	8,2	40,3	1,58	4	2,61	48,4
SVL210004A	Paragnejs neosom	6530350	604701	2365	4,9	14,0	26,7	1,62	1	2,72	232
SVL210005A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, svagt ögonförande	6526341	598958	2250	3,0	8,6	13,9	0,94	3	2,68	128
SVL210006A	Granitisk-granodioritisk ortognejs	6527347	599978	2250	4,2	1,8	12,6	0,76	3	2,68	8787
UJB210101A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, neosom	6539377	609708	2315	5,0	2,8	33,9	1,32	3	2,65	134
UJB210101B	Vulkanisk amfibolit paleosom	6539377	609708	2330	2,0	8,0	14,8	0,83	3		2861
UJB210103A	Paragnejs neosom	6533261	624136	2365	3,2	3,3	12,0	0,71	3	2,66	88,6
UJB210108A	Paragnejs, på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig + basiska gångar	6537213	619150	2360	4,3	4,4	21,1	1,1	3	2,69	107
UJB210110A	Paragnejs neosom	6540678	613500	2365	3,0	4,4	16,5	0,83	3	2,69	114
UJB210111A	Paragnejs, mörkt grå, ådrad, granater	6534228	647506	2360	4,1	4,1	18,4	1,0	3	2,75	214
UJB210112A	Ortognejs, granodioritisk, grå, röda ådror	6513746	590557	2255	3,6	7,6	32,8	1,4	3	2,70	3853

ID	Bergart	N koordinater SWEREF 99 TM	E koordinater SWEREF 99 TM	Bergarts- kod	Kalium %	Uran ppm	Torium ppm	Aktivitets- index	N	Densitet Kg/dm ³	Magnetisk succ. succ×10 ⁻⁶
UJB210113A	Diabas, fmdk, m. grå, massformig	6503993	586319	900	1,2	0,4	2,3	0,2	3	2,90	111262
UJB210114A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, rödgrå, kraftigt ådrad	6502410	589404	2315	3,4	2,8	15,1	0,8	3	2,68	20941
UJB210124A	Paragnejs neosom	6535752	609894	2365	3,0	6,2	20,2	0,97	3	2,71	170
UJB210125A	Paragnejs neosom	6534479	606269	2365	3,7	4,7	17,8	0,93	3	2,65	78
UJB210142A	Vulkanisk gnejs, andesitisk-dacitisk, grå, finkornig	6519071	594155	2320	2,9	5,6	14,5	0,82	2	2,70	11742
UJB210142B	Granit, gporfyrisk	6519071	594155	2070	4,0	3,7	37,1	1,32	3		3675
UJB210142C	Vulkanisk gnejs, ryolitisk	6519071	594155	2310	4,2	5,2	15,7	0,97	1		
UJB210147A	Granodioritisk ortognejs, grå, ojämnkornig	6527062	595415	2250	2,5	4,0	12,9	0,68	1	2,64	105
UJB220040	Andesitisk-basaltisk vulkanisk gnejs, mörkt gröngrå, magnetit och skarnig	6526182	609301	2330	4,6	1,5	7,0	0,68	3	3,00	12151
UJB220062	Granitisk-granodioritisk ortognejs, migmatitisk	6528654	611236	2255						2,68	66,3
CJN220049	Granitisk-granodioritisk ortognejs, ådrad, gnejsig och ögonförande.	6535780	611445	2255	3,2	3,9	13,2	0,76	3	2,67	147

Bilaga 3. Modalanalyser. Innehållet av olika mineralfaser på provtagningsplatserna

ID	Bergart	Kvarts	Mikro- klin	Plagio- klas	Biotit	Musk- ovit	Klorit	Horn- blände	Opak	Zirkon	Apatit	Titanit	Epidot	Granat	Silli- manit	Cordi- erit	Övriga
FÖRSTUDIE TILL OSTLÄNKEN																	
SPN152001A	Paragnejs, ojämnkornig, ljusgrå till mörkgrå	16,6	17	42,2	19	0,2								4			1,0
SPN152002A	Granit, jämnkornig, finkornig till medelkornig, grå-röd	32	32,6	24,4	4,2	3,8	1,6		0,4			1					-
SPN152003A	Ortognejs, ojämnkornig, granodioritisk, rödgrå																
SPN152004A	Granit, ojämnkornig, folierad, fint medelkornig, grå-röd																
SPN152005A	Ortognejs, ojämnkornig, granitisk, rödgrå-grå-röd	30,4	33,8	29	6,4				0,4								-
SPN152006A	Granit, småporfyrisk, massformig, medelkornig, rödgrå-grå-röd	37	25,4	28,0	7		0,8		1,4								0,4
SPN152025A	Paragnejs, ojämnkornig, finkornig till grovkornig, ådrad	18,2	19	28,6	26,2	0,2			0,8					6,6			0,4
SPN152028A	Amfibolit, ojämnkornig, granater, mörkgrå																
SPN180166A	Vulkanisk gnejs, dacitisk, jämnkornig, finkornig, grå till rödgrå	25,6	9,2	42,8	17,4		0,2		1,8						2	1	
SPN180169A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, bandad, finkornig, grå-röd	61,2	27,8	1,8	4		3,6		0,8						0,4	0,4	
SPN180172A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, porfyrisk, bandad, röd	24,1	66,5				0,2	4,62	1,4		0,2						3,0
SPN180173A	Paragnejs, glimmerrik, ådrad, grå	39	8,8	31,2	19,8	1											0,2
SPN180176A	Paragnejs, migmatitisk, ådrad, grå, rost	38	19,4	30,6	9,8	1,8	0,2							0,2			
SPN180178A	Paragnejs, migmatitisk, finkornig till grovkornig, ljust grå till rödgrå	35,4	37,8	16,8	6,6	2,8	0,2							0,4			

ID	Bergart	Kvarts	Mikro- klin	Plagio- klas	Biotit	Musk- ovit	Klorit	Horn- blände	Opak	Zirkon	Apatit	Titanit	Epidot	Granat	Silli- manit	Cordi- erit	Övriga
SPN180179A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödbrun	37	34	15	8,6	0,8	2,2		1,6	0,2	0						0,6
SPN180180A	Granit, jämnkornig med massformig, finkornig till fint medelkornig, rödgrå	27,2	32,6	24,2	7,6	3	1		1,6	0,4	1,6						0,8
SPN180181A	Granit, porfyrisk, starkt deformerad, medelkornig, gråröd	25,1	28,08	41,0	4,65		1,0			0,2							
SPN180182A	Vulkanisk gnejs, ojämnkornig, migmatitisk, ådrad, grå, rost	39,6	6	39,2	10,8	0,2				0,2				4			
SPN180186A	Paragnejs, ojämnkornig, migmatitisk, grå, rost	40,4	25,6	20,8	11,8	0,8	0,4							0,2			
SPN180187A	Granit, porfyroblastisk, gnejsig, fint medelkornig, rödgrå	27,7	26,5	34,3	10,4	0,4			0,4			0,4					
SPN180282A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödgrå	34,8	15,6	33,6	5,6	0,2	5,2		3,8	0,2	0,2	0,2					0,2
SPN180283A	Ortognejs, granitisk, ojämnkornig, fint medelkornig rödgrå	29,4	21,2	37,4	9,8	0,6	0,4		0,2	0,2	0,4	0,2					0,2
OSTLÄNKEN																	
SPN200081A	Granitisk ortognejs, gråröd, medelkornig, gnejsig	36,3	14,6	34,5	13,9				0,3	0,1		0,1	0,1				0,1
SPN200173A	Sedimentgnejs	40,7		38,3	16,6	0,8	0,7						0,2	0,7		0,7	1,3
SPN200221A	Ortognejs	32,8	1,4	47,8	17,2				0,1					0,7			-
SPN200226A	Marmor																
SPN200358A	Granitisk till grandioritisk ortognejs, rödgrå, fint medelkornig, måttligt gnejsig	29,7	31,1	30,5	4,9	2,8			0,4				0,5				0,1
TEN200020	Ortognejs, leukogranitisk, gråröd, ojämnkornig	41,5	24,8	29,6	3,0				1,0	0,1	0,1						-
TEN200077A	Porfyrisk granit, massformig, medelkornig, gråröd	31,9	21,6	28,7	14,4			0,1	0,7			1,8	0,3				0,5
TEN200086A	Paragnejs med sliror av amfibolit	49,0	4,3	33,9	12,8												-
TEN200136A	Ortognejs, granitisk	33,6	29,2	28,4	5,6	1,2	0,5		0,5				0,1	0,5			0,4

ID	Bergart	Kvarts	Mikro- klin	Plagio- klas	Biotit	Musk- ovit	Klorit	Horn- blände	Opak	Zirkon	Apatit	Titanit	Epidot	Granat	Silli- manit	Cordi- erit	Övriga
TEN200151A	Amfibolit, vulkanisk	12,4	0,3	0,1	23,8	18,9	10,8	26,2	1,2				5,1				1,2
TEN200152A	Amfibolit, vulkanisk	3,2		34,9	57,6		0,1		3,0		0,8		0,4				-
TEN200158	Paragnejs, rostiga partier	38,1	8,2	22,9	22,7	0,5	0,1		0,6				0,5	0,4	3,1		2,9
TEN200159	Amfibolit	0,1	0,0	31,7	3,8		2,5	61,5			0,1		0,3				-
TEN200160	Ortognejs, glest ådrad, granitisk																
TEN200200	Granit, grovporfyrisk, satellitpluton till Graversfors- intrusionen	39,8	16,9	28,3	9,0			4,1	0,8	0,4	0,5		0,1				
TEN200201	Ortognejs, granitisk, granit till pegmatit-ådror	43,4	19,5	32,6	2,7	0,3	0,6						0,8				
TEN200204A	Tonalitisk ortognejs, glest ådrad, medelkornig, grå	25,7	2,4	54,4	15,0	2,0	0,4			0,1							
TEN200210	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad, K-omvandlad	40,9	46,2	3,6	7,2	1,1	0,5				0,1						
TEN200211	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad, K-omvandlad	26,8	48,8	8,9	8,0	0,2	0,1					0,1	5,7				
UJB200017	Granit, grovporfyrisk (Graversforsgranit)	26,3	25,9	24,3	13,3			6,9	0,5		1,2	0,5					
SÖDERMANLAND																	
CJN200001	Granit, grå, massformig	28,4	30,68	28,43	7,69	3,01			0,75	0,08	0,25						0,68
CJN200007	Migmatitisk ortognejs	34,0	8,88	51,1	5,3	0,38				0,09	0,09						0,23
CJN200008B	Gabbro, amfibolitisk	2,81		46,9		0,36	2,72	43,9	0,45	0,09			2,81				-
CJN200011	Granit, röd, massformig	31,4	32,9	25,6		2,52	5,36		1,47		0,21		0,21				0,33
CJN200017	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad	47,8	33,5	6,68	6,04	3,15	0,27		0,37		0,18		1,95				0,06
CJN200023	Paragnejs, grå	41,2	0,09	24,0	11,0	21,9	0,27		0,71		0,09	0,09		0,62	0,88		
CJN200026	Paragnejs, migmatitisk	28,0	5,05	41,2	22,4				0,37		0,19			2,62			0,17
CJN200027	Ortognejs, granodioritisk- granitisk, ådrad/migmatitisk	35,5	12,9	41,3	9,1	0,17		0,42	0,1	0,1	0,31						0,10
UJB200129A	Paragnejs på väg mot neosom	26,5	1,3	24,9	19,2	8,9	15,1		1,7			1,9					0,5
UJB201001	Ortognejs, granodioritisk- granitisk, rödgrå,	28,7	9,28	53,0	7,59	0,21	0,31	0,42	0,1	0,1	0,31						-
UJB201003	Granodioritisk ortognejs, medelkornig, jämnkornig, ådrad	33,5	7,63	47,4	8,19				2,73	0,09	0,09	0,47					-

ID	Bergart	Kvarts	Mikro- klin	Plagio- klas	Biotit	Musk- ovit	Klorit	Horn- blände	Opak	Zirkon	Apatit	Titanit	Epidot	Granat	Silli- manit	Cordi- erit	Övriga
UJB201004	Pegmatit-granit, röd, ojämn- kornig, gång i grå ortognejs	38,4	19,8	36,2	4,4	0,8			0,19	0,1		0,1					-
UJB201008	Kvartsit/kvartsrikt gnejslager	88,2		1,57	3,38	1,91										4,5	0,44
UJB201017	Vulkanisk gnejs, grå, finkornig, K-omvandlad	46,2	26,6	4,25	10,7	9,7			0,29		0,1						2,16
UJB201022	Granitisk-granodioritisk ortognejs med granitiska ådror	39,0	27,1	27,6	5,09	0,47	0,09		0,56	0,09	0,09						
UJB201025	Paragnejs, grå	30,6		37,0	23,2	0,085			0,26		0,17			8,48			0,2
UJB201026	Ortognejs, granodioritisk- tonalitisk	29,3	12,7	37,0	20,4	0,18			0,27	0,09	0,09						-
UJB201027	Porfyrisk granitisk- granodioritisk ortognejs	32,8	7,61	46,9	9,47	1,67			1,39		0,18						-
UJB201028	Granitisk-granodioritisk ortognejs	30,9	6,21	54,5	5,36	2,44	0,09		0,37		0,09						-
UJB201030	Granit-pegmatit, röd, ojämn- kornig, massformig	27,7	44,4	25,5	0,48	0,48	0,58		0,48			0,29					0,09
UJB201031	Vulkanisk gnejs, omkristalliserad, ådrad	33,9	1,1	47,6	15,5	0,9			0,9	0,1	0,1						-
SVL210001A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk- dacitisk, grå, ådrad och bandad, fint medelkornig	34	41	15,2	9,6				0,1								0,1
SVL210001B	Granitiskt-pegmatitiskt, rött, medelkornigt vulkaniskt neosom	29,4	12,4	52,2	1,5	1,9	1,9		0,6								0,1
SVL210002A	Paragnejs på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig,	46,9	10,7	15	21	1,1			0,7						4	0,6	-
SVL210003A	Röd granitisk ortognejs	37,8	43,3	12,3	1,7	1,3	3,2		0,4								-
SVL210004A	Paragnejs neosom	29,8	4,3	16,8	19,1	5,9			2,1	0,1					4,9	16,3	
SVL210005A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, svagt ögonförande	43,4	0,3	31,7	9,6	10,2	3,6		0,9								0,3
SVL210006A	Granitisk-granodioritisk ortognejs	21,9	14,4	52,5	8,4	0,1	0,6		0,7		0,1	0,9	0,1				0,3
UJB210101A	Vulkanisk gnejs neosom, grå-röd, medelkornig	40,4	21,4	35,1	1,6	0,4	0,9						0,1				0,1
UJB210103A	Paragnejs neosom	44,6	7,4	30,6	15,8		0,1		1	0,1							0,4
UJB210108A	Paragnejs, på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig + basiska gångar	41	7,9	29,1	20,4	1	0,3		0,3								-

ID	Bergart	Kvarts	Mikro- klin	Plagio- klas	Biotit	Musk- ovit	Klorit	Horn- blände	Opak	Zirkon	Apatit	Titanit	Epidot	Granat	Silli- manit	Cordi- erit	Övriga
UJB210110A	Paragnejs neosom	32,6	1,5	52,5	10,7	0,9	0,5		0,2	0,3			0,3	0,5			-
UJB210111A	Paragnejs, mörkt grå, ådrad, granater	35,9	23,1	7,9	21,7	1,3	1		0,5		0,1			0,9	5,9	1,6	0,1
UJB210112A	Ortognejs, granodioritisk, grå, röda ådror	38,8	12,3	36,9	10,6		0,4		0,3		0,1	0,3					0,3
UJB210112B	Granitisk-granodioritisk ortognejs, jämnkornig, grå-rödgrå,	32,5	18,6	36,3	10,4	0,6	0,4		0,7								0,5
UJB210113A	Diabas, fmdk, m. grå, massformig	7,5		53,8	10,3	2,5	3	8,6	8,2		1	1					4,1
UJB210114A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, rödgrå, kraftigt ådrad	42,1	3	14,2	25,2	1,5	2		0,5						1,6	1,1	8,8
UJB210124A	Paragnejs neosom	38	15,6	34,8	9,5	0,5	0,8		0,4					0,1			0,3
UJB210124B	Paragnejs neosom	42	5,5	31,5	17		0,8		0,7	0,3				2,2			-
UJB210125A	Paragnejs neosom	29,1	22,7	34,6	10,5	0,8	1,7			0,1	0,1						0,4
UJB210142A	Vulkanisk gnejs, andesitisk-dacitisk, grå, finkornig	36,8	0,1	45,7	15,2	0,4	0,4		0,8	0,5	0,1						-
UJB210147A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, grå, ojämnkornig	38,5	14,1	35,3	7,5	2,2	1,1		0,7		0,1	0,3					-
UJB220040	Andesitisk-basaltisk vulkanisk gnejs, mörkt gröngrå, magnetit och skarnig	3,2	35,4	7,2				11,8	6			0,6	16				17,6
UJB220062	Granitisk-granodioritisk ortognejs, migmatitisk	29,6	27,6	33,2	8,8	0,8											
CJN220049	Granitisk-granodioritisk ortognejs, ådrad, gnejsig och ögonförande.	29,1	14,2	44,3	7,2	0,4	4,6			0,2							
OSTLÄNKEN 2																	
TEN230007A	Granit, grå-rödgrå, svagt gnejsig, finkorning till fint medelkornig	28,84	28,12	30,74	4,07		5,15		0,27		0,09	0,72	1,36				
TEN230009A	Paragnejs, grå, ojämnkornig, fint medelkornig till grovkornig, ådrad, granat- och cordierit-förande.	32,27	18,06	25,40	16,75	0,85	3,67		0,19				0,66	1,32		0,75	

ID	Bergart	Kvarts	Mikro- klin	Plagio- klas	Biotit	Musk- ovit	Klorit	Horn- blände	Opak	Zirkon	Apatit	Titanit	Epidot	Granat	Silli- manit	Cordi- erit	Övriga
TEN230010A	Ådergnejs, grå till rödgrå, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig.	36,89	33,98	20,15	0,36	0,73	5,95						1,70				
TEN230011A	Ådergnejs, rödgrå till grå, ojämnkornig, fin- till grov- kornig.	32,13	16,36	36,03	11,30	0,68	2,82						0,10				
TEN230014A	Ådergnejs, rödgrå till gråröd, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig.	58,55	31,21	7,05	2,13	0,77	0,29										
TEN230018A	Tonalitisk ortognejs, grå, fin- till fint medelkornig.	43,49	0,00	48,92	7,16	0,11	0,11			0,11	0,11						
TEN230018B	Metagabbro, inneslutning med mingling, mörkt grå, fint medelkornig svagt gnejsig.	8,81	0,10	26,52	0,30	0,30	0,30	57,59	2,53		0,20		3,34				
TEN230019A	Gnejsig granit, rödgrå till röd, fin- till fint medelkornig, svagt gnejsig.	32,2	27,3	37,3	2,9		0,2				0,1						
TEN230020A	Granit, rödgrå, grovkornig till mycket grovkornig, mass- formig, grovporfyrisk.	22,1	47,3	23,0	5,5	0,0	0,1	1,0	0,2		0,5						

Bilaga 4. Innehållet av ett utvalt antal spårelement i de olika bergarterna på provtagningsplatserna

ID	Bergart	C	S	MnO	As	Sb	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Sn	Zn
Analysmetod		C-IR07	S-IR08	ME-ICP06	ME-MS42	ME-MS42	ME-4ACD81	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS42	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS81	ME-4ACD81
		wt-%	wt-%	wt-%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
SPN152001A	Paragnejs, ojämnkornig, ljusgrå till mörkgrå	0,08	0,05	0,04	0,2	<0,05	12	<0,5	10	14	60	0,01	<1	12	1	59
SPN152002A	Granit, jämnkornig, finkornig till medelkornig, gråröd	0,02	0,01	0,03	0,2	<0,05	33	<0,5	3	4	20	0,008	1	1	2	56
SPN152003A	Ortognejs, ojämnkornig, granodioritisk, rödgrå	0,03	0,01	0,06	6,4	0,06	14	<0,5	15	2	90	<0,005	<1	37	6	73
SPN152004A	Granit, ojämnkornig, folierad, fint medelkornig, gråröd	0,01	0,01	0,02	0,2	<0,05	25	<0,5	3	<1	20	<0,005	<1	<1	2	27
SPN152005A	Ortognejs, ojämnkornig, granitisk, rödgrå-gråröd	0,01	0,01	0,02	0,1	<0,05	15	<0,5	4	2	30	0,005	<1	3	4	16
SPN152006A	Granit, småporfyrisk, massformig, medelkornig, rödgrå-gråröd	0,04	<0,01	0,05	0,2	<0,05	38	<0,5	4	4	20	0,007	<1	2	3	63
SPN152025A	Paragnejs, ojämnkornig, finkornig till grovkornig, ådrad	0,05	0,09	0,08	0,1	<0,05	24	<0,5	10	9	100	0,005	<1	28	1	86
SPN152026A	Marmor, ojämnkornig, omkristalliserad, folierad	9,79	<0,01	0,07	0,4	0,05	4	<0,5	1	<1	10	0,009	<1	3	1	45
SPN152028A	Amfibolit, ojämnkornig, granater, mörkgrå	0,02	0,02	0,02	2,2	<0,05	12	<0,5	11	2	120	0,006	<1	35	1	180
SPN180166A	Vulkanisk gnejs, dacitisk, jämnkornig, finkornig, grå till rödgrå	0,03	0,14	0,07	0,2	<0,05	20	0,04	13,9	52,8	76	<0,005	0,45	31,4	4,9	89
SPN180169A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, bandad, finkornig, gråröd	0,01	<0,01	0,01	<0,1	<0,05	7	<0,01	1,3	0,4	17	0,006	0,76	2,6	0,6	7
SPN180172A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, porfyrisk, bandad, röd	0,28	<0,01	0,03	0,9	0,26	3	0,01	1,1	5	9	<0,005	0,61	1,4	0,8	12
SPN180173A	Paragnejs, glimmerrik, ådrad, grå	0,08	0,01	0,02	0,1	<0,05	12	0,05	10,1	2,6	96	<0,005	1,42	17,4	0,9	97

ID	Bergart	C	S	MnO	As	Sb	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Sn	Zn
Analysmetod		C-IR07	S-IR08	ME-ICP06	ME-MS42	ME-MS42	ME-4ACD81	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS42	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS81	ME-4ACD81
		wt-%	wt-%	wt-%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
SPN180176A	Paragnejs, migmatitisk, ådrad, grå, rost	0,09	0,02	0,03	0,3	<0,05	24	0,09	2,8	2,6	14	<0,005	0,91	3,7	0,5	45
SPN180178A	Paragnejs, migmatitisk, granitisk till granodioritisk, finkornig till grovkornig, ljus grå till rödgrå	0,03	0,01	0,05	0,3	0,05	27	0,02	2,3	3	13	0,008	3,39	2,1	0,5	28
SPN180179A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödbrun	0,07	<0,01	0,02	0,2	<0,05	14	<0,01	6,2	0,5	45	<0,005	0,6	8,6	0,6	23
SPN180180A	Granit, jämnkornig med massformig, finkornig till fint medelkornig, rödgrå	0,07	0,02	0,04	0,1	<0,05	22	0,02	5,8	11,4	9	<0,005	0,73	3,5	0,7	53
SPN180181A	Granit, porfyrisk, starkt deformerad, medelkornig, gråröd	<0,01	0,06	0,01	0,2	<0,05	19	0,01	3,3	2,6	18	<0,005	0,55	6,6	1,1	42
SPN180182A	Vulkanisk gnejs, ojämnkornig, migmatitisk, ådrad, grå, rost	0,14	0,05	0,12	0,1	<0,05	12	0,02	11,3	14,1	58	<0,005	1,36	19,4	3	74
SPN180186A	Paragnejs, ojämnkornig, migmatitisk, grå, rost	0,17	0,18	0,23	0,7	<0,05	11	0,07	27,7	35,7	19	<0,005	1,29	21,6	0,6	197
SPN180187A	Granit, porfyroblastisk, gnejsig, fint medelkornig, rödgrå	0,04	0,09	0,03	0,5	<0,05	27	0,04	4,8	9,3	25	<0,005	1,35	9,5	0,7	83
SPN180282A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödgrå	0,01	0,08	0,04	0,4	<0,05	23	0,02	6,7	7,9	16	<0,005	0,61	5,7	1,3	59
SPN180283A	Ortognejs, granitisk, ojämnkornig, fint medelkornig rödgrå	0,01	0,05	0,03	0,2	<0,05	19	0,01	5,6	2,6	13	<0,005	0,78	3,8	1	50
OSTLÄNKEN																
SPN200081A	Granitisk ortognejs, gråröd, medelkornig, gnejsig	0,03	0,03	0,07	0,6	0,05	10	0,01	5,5	14,7	12	0,006	16,9	4,5	4,2	67
SPN200173A	Sedimentgnejs	0,12	0,1	0,07	0,7	0,06	19	0,04	9,8	29,5	60	0,015	1,49	25,1	0,8	87
SPN200221A	Ortognejs	0,05	0,02	0,05	0,2	0,05	14	0,09	7,6	29,6	28	0,013	1,58	7,7	0,6	70
SPN200226A	Marmor	10,95	0,01	0,02	0,1	3,11	150	0,73	0,4	0,9	<1	0,057	<0,05	<0,2	<0,2	145
SPN200358A	Granitisk till grandioritisk ortognejs, rödgrå, fint medelkornig, måttligt gnejsig	0,04	0,01	0,03	<0,1	0,05	28	0,02	2,4	2,2	8	0,005	0,54	2,1	1,9	24

ID	Bergart	C	S	MnO	As	Sb	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Sn	Zn
Analysmetod		C-IR07	S-IR08	ME-ICP06	ME-MS42	ME-MS42	ME-4ACD81	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS42	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS81	ME-4ACD81
		wt-%	wt-%	wt-%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
TEN200020A	Ortognejs, leukogranitisk, gråröd, ojämnkornig	0,01	0,01	0,02	0,1	<0,05	2	<0,01	1	<0,2	7	0,006	0,77	0,8	2,7	10
TEN200077A	Porfyrisk granit, massformig, medelkornig, gråröd	0,15	0,04	0,06	0,3	0,05	16	0,02	7,6	10,7	9	0,009	1,37	3,9	1,2	77
TEN200086A	Paragnejs med sliror av amfibolit	0,05	0,01	0,05	0,2	<0,05	6	<0,01	5,8	5,2	20	<0,005	0,66	9	1,2	29
TEN200136A	Ortognejs, granitisk	0,08	0,01	0,05	0,3	0,05	28	0,03	3,7	5,1	12	0,005	1,16	3,2	2,2	46
TEN200151A	Amfibolit, vulkanisk	0,1	0,01	0,19	0,2	0,07	<2	0,02	32,7	<0,2	462	0,006	0,2	162,5	1,8	161
TEN200152A	Amfibolit, vulkanisk	0,14	0,04	0,18	0,3	0,08	2	0,06	30,6	44,3	178	0,006	0,39	101	0,9	138
TEN200158	Paragnejs, rostiga partier	0,46	0,43	0,04	2,4	0,05	14	0,05	12,3	62,8	76	0,013	2,43	40,2	0,6	74
TEN200159	Amfibolit	0,13	0,05	0,21	0,2	<0,05	<2	0,12	23,7	41,8	52	0,01	2,2	28,1	2,3	152
TEN200160	Ortognejs, glest ådrad, granitisk	0,07	0,01	0,04	0,1	0,05	11	0,02	3,2	0,5	6	0,005	0,96	1,3	1	41
TEN200200	Granit, grovporfyrisk, satellitpluton till Graversfors-intrusionen	0,12	0,02	0,08	0,2	0,05	20	0,05	5,7	6,3	6	0,005	1,49	2,4	0,9	91
TEN200201	Ortognejs, granitisk, granit till pegmatit-ådror	0,02	0,01	0,02	0,3	<0,05	14	0,02	0,9	3,7	6	0,006	0,79	0,9	0,7	12
TEN200204A	Tonalitisk ortognejs, glest ådrad, medelkornig, grå	0,1	<0,01	0,04	0,1	<0,05	19	<0,01	4,1	0,7	10	<0,005	0,35	4,9	8,4	34
TEN200210	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	0,05	<0,01	0,02	0,2	0,09	2	<0,01	1,9	13	4	0,005	1,12	0,9	3,9	11
TEN200211	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad	0,5	0,01	0,09	0,7	0,08	47	0,38	1	3,3	4	0,006	1,18	0,5	2,7	213
UJB200017	Granit, grovporfyrisk (Graversforsgranit)	0,09	0,03	0,09	0,7	<0,05	22	0,06	6,1	6,3	6	0,008	2,7	2,4	1,1	91
SÖDERMANLAND																
CJN2000001	Granit, grå, massformig	0,08	0,01	0,02	0,3	<0,05	32	0,07	3,2	5	11	<0,005	3,2	3,3	1	62
CJN2000007	Migmatitisk ortognejs	0,02	0,04	0,04	0,6	0,58	16	0,02	7,5	8,6	20	0,006	0,85	7,9	2	49
CJN200008B	Amfibolit, gabbroid	0,08	0,11	0,15	0,3	<0,05	4	0,04	17,1	59,8	69	<0,005	0,45	91,7	1	100
CJN200011	Granit, röd, massformig	0,09	0,01	0,03	0,4	<0,05	22	0,01	3	2,5	10	<0,005	1,74	2,4	2	26
CJN200017	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad	0,01	0,01	0,04	0,2	<0,05	4	0,01	4,8	1,1	15	<0,005	0,92	5,3	3	45

ID	Bergart	C	S	MnO	As	Sb	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Sn	Zn
Analysmetod		C-IR07	S-IR08	ME-ICP06	ME-MS42	ME-MS42	ME-4ACD81	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS42	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS81	ME-4ACD81
		wt-%	wt-%	wt-%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CJN200023	Paragnejs, grå	0,12	0,04	0,06	0,4	<0,05	18	0,05	11,6	6,4	77	<0,005	0,87	43,3	<1	101
CJN200026	Paragnejs, migmatitisk	0,08	0,07	0,07	0,2	<0,05	18	0,03	13	20,4	79	<0,005	1,91	32,8	1	76
CJN200027	Ortognejs, granodioritisk-granitisk, ådrad/migmatitisk	0,02	0,02	0,03	0,1	<0,05	26	0,01	4,8	7,3	16	<0,005	0,99	7	1	35
UJB200129A	Paragnejs på väg mot neosom	0,01	0,03	0,03	0,6	0,09	20	0,05	4,3	10	22	<0,005	1,53	8,6	2	75
UJB201001	Ortognejs, granodioritisk-granitisk, rödgrå,	0,01	0,01	0,03	0,1	<0,05	22	0,02	3,4	1,4	16	<0,005	2,36	5,1	1	38
UJB201003	Granodioritisk ortognejs, medelkornig, jämnkornig, ådrad	<0,01	0,01	0,06	0,2	<0,05	11	0,01	5,1	2,3	14	<0,005	1,16	4,6	4	54
UJB201004	Pegmatit-granit, röd, ojämnkornig, gång i grå ortognejs	0,03	<0,01	0,01	0,2	<0,05	29	0,01	1,5	3,2	8	<0,005	0,82	1,4	1	12
UJB201008	Kvartsit/kvartsrikt gnejslager	0,01	<0,01	0,02	0,1	<0,05	3	<0,01	1	10	19	<0,005	1,41	4,7	<1	4
UJB201017	Vulkanisk gnejs, grå, finkornig, K-omvandlad	0,14	<0,01	0,04	0,6	0,12	10	<0,01	1,1	6,7	5	<0,005	1,52	1,4	3	11
UJB201022	Granitisk-granodioritisk ortognejs med granitiska ådror	<0,01	<0,01	0,03	0,2	<0,05	17	<0,01	3,5	1,8	15	<0,005	0,98	4,1	2	29
UJB201025	Paragnejs, grå	0,02	0,12	0,1	2,3	<0,05	15	0,05	11,3	17,4	45	<0,005	1,37	15,8	1	112
UJB201026	Ortognejs, granodioritisk-tonalitisk	<0,01	0,03	0,04	0,2	0,05	22	0,02	7,4	8,6	15	<0,005	1,4	8,5	1	79
UJB201027	Porfyrisk granitisk-granodioritisk ortognejs	0,01	0,02	0,05	0,2	<0,05	19	<0,01	6,4	14,7	17	<0,005	1,1	6,3	9	47
UJB201028	Granitisk-granodioritisk ortognejs	0,01	<0,01	0,03	0,2	<0,05	11	0,01	3	0,7	12	<0,005	0,95	2,9	4	26
UJB201030	Granit-pegmatit, röd, ojämnkornig, massformig	0,02	<0,01	0,02	0,1	<0,05	43	<0,01	1,9	1,4	7	<0,005	0,93	1,1	3	28
UJB201031	Vulkanisk gnejs, omkristalliserad, ådrad	<0,01	<0,01	0,02	0,1	<0,05	9	<0,01	5,3	1	49	<0,005	0,63	16,7	2	15
SVL210001A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, grå, ådrad och bandad, fint medelkornig	0,07	0,01	0,03	0,2	<0,05	21	<0,01	5,1	5	29	<0,005	0,55	12	8	65
SVL210001B	Granitiskt-pegmatitiskt, rött, medelkornigt vulkaniskt neosom	0,03	<0,01	0,01	0,2	<0,05	31	0,01	2,1	0,4	9	<0,005	0,68	2,4	3	23

ID	Bergart	C	S	MnO	As	Sb	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Sn	Zn
Analysmetod		C-IR07	S-IR08	ME-ICP06	ME-MS42	ME-MS42	ME-4ACD81	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS42	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS81	ME-4ACD81
		wt-%	wt-%	wt-%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
SVL210002A	Paragnejs på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig,	0,15	0,07	0,05	0,4	<0,05	22	0,03	10,1	15,5	72	<0,005	0,89	26,9	1	89
SVL210003A	Röd granitisk ortognejs	0,02	<0,01	0,01	0,2	<0,05	9	0,01	1,5	2,3	8	<0,005	0,87	0,8	3	7
SVL210004A	Paragnejs neosom	0,09	0,15	0,06	0,9	<0,05	14	0,04	15,2	24,2	64	<0,005	1,06	30,1	2	102
SVL210005A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, svagt ögonförande	0,04	0,02	0,04	0,9	<0,05	24	0,05	6,6	5,8	21	<0,005	1,31	9	3	79
SVL210006A	Granitisk-granodioritisk ortognejs	0,04	0,11	0,05	0,5	<0,05	26	<0,01	7,3	10,1	19	<0,005	0,66	6,3	5	66
UJB210101A	Vulkanisk gnejs neosom, gråröd, fint medelkornig	0,03	0,01	0,01	0,3	0,08	29	0,02	1,5	7,3	9	0,006	0,97	1,9	1	14
UJB210103A	Paragnejs neosom, grå, medelkornig	0,03	0,04	0,03	0,5	0,09	18	0,03	6,1	11,2	32	0,006	1,46	9,7	1	62
UJB210108A	Paragnejs, på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig	0,04	0,08	0,05	0,5	0,1	32	0,09	7,1	15,2	36	0,012	2,21	12	1	76
UJB210110A	Paragnejs neosom, grå medelkornig	0,03	0,01	0,06	0,4	0,09	27	0,06	5,5	5,3	18	0,007	1,27	6,1	1	79
UJB210111A	Paragnejs, mörkt grå, ådrad, granater	0,02	0,01	0,04	0,2	0,09	11	0,05	6,5	0,6	23	0,005	1,44	9,7	2	38
UJB210112A	Ortognejs, granodioritisk, grå, röda ådror	0,02	0,02	0,07	0,3	0,08	14	0,01	6	6	14	0,007	2,03	4,9	3	67
UJB210112B	Granitisk-granodioritisk ortognejs, jämnkornig, grå-rödgrå,	0,05	<0,01	0,04	0,2	0,08	14	0,02	4,1	0,6	10	<0,005	1,83	1,9	2	46
UJB210113A	Diabas, fmdk, m. grå, massformig	0,51	0,3	0,19	0,2	0,09	4	0,09	26,5	5,8	3	<0,005	1,94	0,8	4	168
UJB210114A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, rödgrå, kraftigt ådrad	<0,01	<0,01	0,03	0,1	0,08	5	<0,01	9,2	<0,2	25	0,005	0,32	18	2	22
UJB210124A	Paragnejs neosom, grå medelkornigt	0,03	0,04	0,03	1,7	0,1	18	0,04	6	8,7	29	0,008	1,65	12	1	74
UJB210124B	Paragnejs neosom, grå, medelkornig	0,03	0,11	0,05	0,8	0,1	20	0,04	8	17,5	33	<0,005	1,67	16,1	1	93
UJB210125A	Paragnejs neosom, grå, medelkornig	0,04	0,02	0,04	1,3	0,09	22	0,07	3,7	3,1	38	<0,005	2,08	8,3	2	73
UJB210142A	Vulkanisk gnejs, andesitisk-dacitisk, grå, finkornig	0,04	<0,01	0,07	0,2	0,08	11	0,01	12,4	2,7	63	<0,005	0,55	27,2	3	41
UJB210147A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, grå, ojämnkornig	0,02	0,02	0,03	1,7	0,09	26	0,14	5,6	11,9	28	0,009	1,26	10	4	70

ID	Bergart	C	S	MnO	As	Sb	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Sn	Zn
Analysmetod		C-IR07	S-IR08	ME-ICP06	ME-MS42	ME-MS42	ME-4ACD81	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS42	ME-MS41	ME-MS41	ME-MS81	ME-4ACD81
		wt-%	wt-%	wt-%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
UJB220040	Andesitisk-basaltisk vulkanisk gnejs, mörkt gröngrå, magnetit och skarn	0,36	0,01	0,23	1,3	0,29	<2	0,03	12	5,7	257	<0,005	0,37	37,7	0,6	28
UJB220062	Granitisk-granodioritisk ortognejs, migmatitisk	<0,01	0,01	0,04	0,3	0,05	35	0,02	6,3	2,3	21	<0,005	0,43	9,1	4,4	77
CJN220049	Granitisk-granodioritisk ortognejs, ådrad och ögonförande.	<0,01	0,04	0,06	0,2	<0,05	21	0,11	6,3	7,9	26	<0,005	1,18	6,7	0,8	63
OSTLÄNKEN 2																
TEN230007A	Granit, grå-rödgrå, svagt gnejsig, finkorning till fint medelkornig	0,1	0,02	0,05	<0,1	<0,05	20	0,04	7	12,4	20	<0,005	1	9	1,4	75
TEN230009A	Paragnejs, grå, ojämnkornig, fint medelkornig till grovkornig, ådrad, granat- och cordieritförande.	0,04	0,15	0,05	0,3	<0,05	27	0,03	12	24,2	76	0,007	1	48	0,6	66
TEN230010A	Ådergnejs, grå till rödgrå, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig.	0,1	0,01	0,14	0,7	0,07	9	0,04	4	0,4	32	0,007	1	7	2,3	29
TEN230011A	Ådergnejs, rödgrå till grå, ojämnkornig, fin- till grovkornig.	0,05	0,01	0,03	<0,1	<0,05	30	0,01	7	1,8	56	0,009	<1	17	2,8	37
TEN230014A	Ådergnejs, rödgrå till grå, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig.	0,04	0,01	0,02	0,1	<0,05	16	0,01	5	4,6	40	0,005	<1	13	4	19
TEN230018A	Tonalitisk ortognejs, grå, fin- till fint medelkornig.	0,06	0,03	0,03	0,1	<0,05	15	0,04	5	23,9	30	0,011	5	10	3,1	24
TEN230018B	Metagabbro, inneslutning med mingling, mörkt grå, fint medelkornig svagt gnejsig.	0,08	0,13	0,22	0,2	<0,05	6	0,02	47	119	68	0,005	1	43	3	105
TEN230019A	Gnejsig granit, rödgrå till röd, fin- till fint medelkornig, svagt gnejsig.	0,02	0,01	0,02	<0,1	<0,05	18	0,01	3	2,9	18	0,009	1	5	2,8	15
TEN230020A	Granit, rödgrå, grovkornig till mycket grovkornig, massformig, grovporfyrisk.	0,04	0,01	0,06	<0,1	<0,05	20	0,04	4	4,6	14	0,014	1	4	3,8	64

Bilaga 5. Analys av relativ förekomst av olika opaka mineral

ID	Bergart	Glimmer	Opaka mineral	Svavel	Grafit	Magnetit	Hematit	Götit	Ilmenit	Rutil	Pyrit	Magnet- kis	Koppar- kis	Zink- blände
		volym %	volym %	vikt %	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt
FÖRSTUDIE TILL OSTLÄNKEN														
SPN152001A	Paragnejs, ojämnkornig, ljusgrå till mörkgrå	19	0	0,05	I				I	I	III	I	I	
SPN152002A	Granit, jämnkornig, finkornig till medelkornig, gråröd	4,2	0,4	0,01					III	III	I			
SPN152003A	Ortognejs, ojämnkornig, granodioritisk, rödgrå			0,01			III	I						
SPN152004A	Granit, ojämnkornig, folierad, fint medelkornig, gråröd			0,01		III	III	I	I	I				
SPN152005A	Ortognejs, ojämnkornig, granitisk, rödgrå-gråröd	6,4	0,4	0,01		III			III	II	I		I	
SPN152006A	Granit, småporfyrisk, massformig, medelkornig, rödgrå-gråröd	7	1,4	<0.01		III			III	III	I			
SPN152025A	Paragnejs, ojämnkornig, finkornig till grovkornig, ådrad	26,2	0,8	0,09	III					I	I	I	I	I
SPN152028A	Amfibolit, ojämnkornig, granater, mörkgrå			0,02					III	II	II	I		
SPN180166A	Vulkanisk gnejs, dacitisk, jämnkornig, finkornig, grå till rödgrå	17,6	1,8	0,14		III			I		III	I	II	
SPN180169A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, bandad, finkornig, gråröd	7,6	0,8	<0.01			III		I	II				
SPN180172A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, ojämnkornig, porfyrisk, bandad, röd	0,2	1,4	<0.01		III	III		I	I				
SPN180173A	Paragnejs, glimmerrik, ådrad, grå	20,8		0,01				I		III	II		I	
SPN180176A	Paragnejs, migmatitisk, ådrad, grå, rost	11,8		0,02					II	III	II			

ID	Bergart	Glimmer	Opaka mineral	Svavel	Grafit	Magnetit	Hematit	Götit	Ilmenit	Rutil	Pyrit	Magnet- kis	Koppar- kis	Zink- blände
		volym %	volym %	vikt %	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt
SPN180178A	Paragnejs, migmatitisk, finkornig till grovkornig, ljusgrå till rödgrå	9,6		0,01	I			I		II	III			
SPN180179A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödbrun	11,6	1,6	<0.01			III		I	II				
SPN180180A	Granit, jämnkornig med massformig, finkornig till fint medelkornig, rödgrå	4,2	0,4	0,01		III	I		III	I	II			
SPN180181A	Granit, porfyrisk, starkt deformerad, medelkornig, gråröd	5,66		<0.01					III	I				
SPN180182A	Vulkanisk gnejs, ojämnkornig, migmatitisk, ådrad, grå, rost	11		0,14		I		I			III	I		
SPN180186A	Paragnejs, ojämnkornig, migmatitisk, grå, rost	13		0,04	I				I	II	III			
SPN180187A	Granit, porfyroblastisk, gnejsig, fint medelkornig, rödgrå	10,8	0,4	0,01		III	I	I	II	I	I			
SPN180282A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, jämnkornig, bandad, ådrad, finkornig, grå till rödgrå	11	3,8	0,01		III			III	I	I			
SPN180283A	Ortognejs, granitisk, ojämnkornig, fint medelkornig rödgrå	10,8	0,2	<0.01		I	I	I	III	I	II		I	
OSTLÄNKEN														
SPN200081A	Granitisk ortognejs, gråröd, medelkornig, gnejsig	13,9	0,3	0,03		IIII			II	I	I		S	
SPN200173A	Sedimentgnejs	17,5		0,1	IIII						IIII			
SPN200221A	Ortognejs	17,2	0,1	0,02					I		IIII			
SPN200226A	Marmor			0,01		IIII			I	I				
SPN200358A	Granitisk till grandioritisk ortognejs, rödgrå, fint medelkornig, måttligt gnejsig	7,7	0,4	0,01		IIII			II					
TEN200020	Ortognejs, leukogranitisk, gråröd, ojämnkornig	3,0	1,0	0,01		IIII			II		I			
TEN200077A	Porfyrisk granit, massformig, medelkornig, gråröd	14,4	0,7	0,04		IIII				I				

ID	Bergart	Glimmer	Opaka mineral	Svavel	Grafit	Magnetit	Hematit	Götit	Ilmenit	Rutil	Pyrit	Magnet- kis	Koppar- kis	Zink- blände
		volym %	volym %	vikt %	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt
TEN200086A	Paragnejs med sliror av amfibolit	12,8		0,01						I	I			
TEN200136A	Ortognejs, granitisk	6,8	0,5	0,01										
TEN200151A	Amfibolit, vulkanisk	42,7	1,2	0,01			I							
TEN200152A	Amfibolit, vulkanisk	57,6	3,0	0,04										
TEN200158	Paragnejs, rostiga partier	23,2	0,6	0,43					II	I				
TEN200159	Amfibolit	3,8		0,05										
TEN200160	Ortognejs, glest ådrad, granitisk			0,01										
TEN200200	Granit, grovporfyrisk, satellit-pluton till Graversfors-intrusionen	9,0	0,8	0,02							II			
TEN200201	Ortognejs, granitisk, granit till pegmatit-ådror	3,0		0,01										
TEN200204A	Tonalitisk ortognejs, glest ådrad, medelkornig, grå	17,0		<0.01										
TEN200210	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad, K-omvandlad	8,3		<0.01										
TEN200211	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad, K-omvandlad	8,2		0,01										
UJB200017	Granit, grovporfyrisk (Graversforsgranit)	13,3	0,5	0,03							I			
SÖDERMANLAND														
CJN2000001	Granit, grå, massformig	8,97	1,75	0,01					I	III	I			
CJN2000007	Migmatitisk ortognejs	5,68		0,04		III			III	I	i			
CJN200008B	Gabbro, amfibolitisk	3,08	0,45	0,11					III	II		I		
CJN2000011	Granit, röd, massformig	7,88	1,47	0,01		II	I		III		I			
CJN2000017	Vulkanisk gnejs, ryolitisk, bandad	9,46	0,37	0,01		III	III			I				
CJN2000023	Paragnejs, grå	33,19	0,71	0,04					I		I			
CJN2000026	Paragnejs, migmatitisk	22,45	0,37	0,07								I	I	
CJN2000027	Ortognejs, granodioritisk-granitisk, ådrad/migmatitisk	9,37	0,1	0,02		III			III		II		I	

ID	Bergart	Glimmer	Opaka mineral	Svavel	Grafit	Magnetit	Hematit	Götit	Ilmenit	Rutil	Pyrit	Magnet- kis	Koppar- kis	Zink- blände
		volym %	volym %	vikt %	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt
UJB200129A	Paragnejs på väg mot neosom	43,2	1,7	0,03					I	IIII	I			
UJB201001	Ortognejs, granodioritisk-granitisk, rödgrå,	8,11	0,1	0,01		IIII					I			
UJB201003	Granodioritisk ortognejs, medelkornig, jämnkornig, ådrad	8,19	2,73	0,01		IIII	I		IIII		I			
UJB201004	Pegmatit-granit, röd, ojämn-kornig, gång i grå ortognejs	5,3	0,19	<0.01			IIII			IIII				
UJB201008	Kvartsit/kvartsrikt gnejslager	5,3		<0.01						IIII			I	
UJB201017	Vulkanisk gnejs, grå, finkornig, K-omvandlad	20,04	0,27	<0.01						IIII	I		II	
UJB201022	Granitisk-granodioritisk ortognejs med granitiska ådror	5,65	0,56	<0.01		IIII	II		II	IIII				
UJB201025	Paragnejs, grå	23,3	0,26	0,12					II	II	IIII			
UJB201026	Ortognejs, granodioritisk-tonalitisk	20,6	0,27	0,03						I	IIII		I	
UJB201027	Porfyrisk granitisk-granodioritisk ortognejs	11,1	1,39	0,02		IIII	IIII		III	II			I	
UJB201028	Granitisk-granodioritisk ortognejs	7,89	0,37	<0.01		IIII	II			II				
UJB201030	Granit-pegmatit, röd, ojämn-kornig, massformig	1,54	0,48	<0.01		IIII	II	I	I	I	I			
UJB201031	Vulkanisk gnejs, omkristalliserad, ådrad	16,36	0,9	<0.01		I	IIII			II				
SVL210001A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, grå, ådrad och bandad, fint medelkornig	9,6	0,1	0,01						III	IIII			
SVL210001B	Granitiskt-pegmatiskt, rött, medelkornigt vulkaniskt neosom	5,3	0,6	<0.01			I	II	I	IIII	III	I		
SVL210002A	Paragnejs på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig,	22,1	0,7	0,07	IIII				III	I	I	IIII	I	
SVL210003A	Röd granitisk ortognejs	6,2	0,4	<0.01				II		IIII	I			
SVL210004A	Paragnejs neosom	25	2,1	0,15	II				III	I		IIII	I	

ID	Bergart	Glimmer	Opaka mineral	Svavel	Grafit	Magnetit	Hematit	Götit	Ilmenit	Rutil	Pyrit	Magnet- kis	Koppar- kis	Zink- blände
		volym %	volym %	vikt %	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt
SVL210005A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, svagt ögonförande	23,4	0,9	0,02	II				II	IIII	III	I	I	
SVL210006A	Granitisk-granodioritisk ortognejs	9,1	0,7	0,11		IIII	II		IIII	II	IIII			
UJB210101A	Vulkanisk gnejs neosom, gråröd, medelkornig	2,9		0,01		I		I	I		III		I	
UJB210103A	Paragnejs neosom	38,1	1	0,09					IIII	II	III	IIII	I	
UJB210108A	Paragnejs, på väg till neosom, grå, finkornig till medelkornig + basiska gångar	15,9	1	0,04					I	II	IIII		I	
UJB210110A	Paragnejs neosom	21,7	0,3	0,08	II			IIII	I	I	IIII			
UJB210111A	Paragnejs, mörkt grå, ådrad, granater	12,1	0,2	0,01					IIII	I				
UJB210112A	Ortognejs, granodioritisk, grå, röda ådror	24	0,5	0,01		IIII			III		IIII		I	I
UJB210112B	Granitisk-granodioritisk ortognejs, jämnkornig, grå-rödgrå,	11	0,3	0,02		I			IIII		I			
UJB210113A	Diabas, fmdk, m. grå, massformig	11,4	0,7	<0.01		IIII	I		III	II	II			
UJB210114A	Vulkanisk gnejs, ryolitisk-dacitisk, rödgrå, kraftigt ådrad	15,8	8,2	0,3		IIII	IIII			i	I			
UJB210124A	Paragnejs neosom	10,8	0,4	0,04					IIII	III	II	IIII	I	I
UJB210124B	Paragnejs neosom	17,8	0,7	0,11				I	I	II	IIII	IIII	II	
UJB210125A	Paragnejs neosom	13		0,02					IIII	II	IIII	I	I	
UJB210142A	Vulkanisk gnejs, andesitisk-dacitisk, grå, finkornig	16	0,8	<0.01		III	IIII		II	II	III			
UJB210147A	Granitisk-granodioritisk ortognejs, grå, ojämnkornig	10,8	0,7	0,02				IIII			II			
UJB220040	Andesitisk-basaltisk vulkanisk gnejs, mörkt gröngrå, magnetit och skarnig		6	0,01		IIII		I			I		I	
UJB220062	Granitisk-granodioritisk ortognejs, migmatitisk	9,6		0,01						IIII	I			
CJN220049	Granitisk-granodioritisk ortognejs, ådrad, gnejsig och ögonförande.	12,2		0,04					IIII	III	II		I	

ID	Bergart	Glimmer	Opaka mineral	Svavel	Grafit	Magnetit	Hematit	Götit	Ilmenit	Rutil	Pyrit	Magnet- kis	Koppar- kis	Zink- blände
		volym %	volym %	vikt %	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt	relativt
OSTLÄNKEN 2														
TEN230007A	Granit, grå-rödgrå, svagt gnejsig, finkorning till fint medelkornig	9,2	0,27	0,02										
TEN230009A	Paragnejs, grå, ojämnkornig, fint medelkornig till grovkornig, ådrad, granat- och cordierit-förande.	21,3	0,19	0,15										
TEN230010A	Ådergnejs, grå till rödgrå, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig.	7,0		0,01										
TEN230011A	Ådergnejs, rödgrå till grå, ojämnkornig, fin- till grov-kornig.	7,0		0,01										
TEN230014A	Ådergnejs, rödgrå till gråröd, fin- till grovt medelkornig, ojämnkornig.	3,2		0,01										
TEN230018A	Tonalitisk ortognejs, grå, fin- till fint medelkornig.	7,4		0,03										
TEN230018B	Metagabbro, inneslutning med mingling, mörkt grå, fint medelkornig svagt gnejsig.	7,4	2,53	0,13										
TEN230019A	Gnejsig granit, rödgrå till röd, svagt gnejsig. fin- till fint medelkornig	3,1		0,01										
TEN230020A	Granit, rödgrå, grovkornig till mycket grovkornig, mass-formig, grovporfyrisk.	3,1	0,2	0,01										

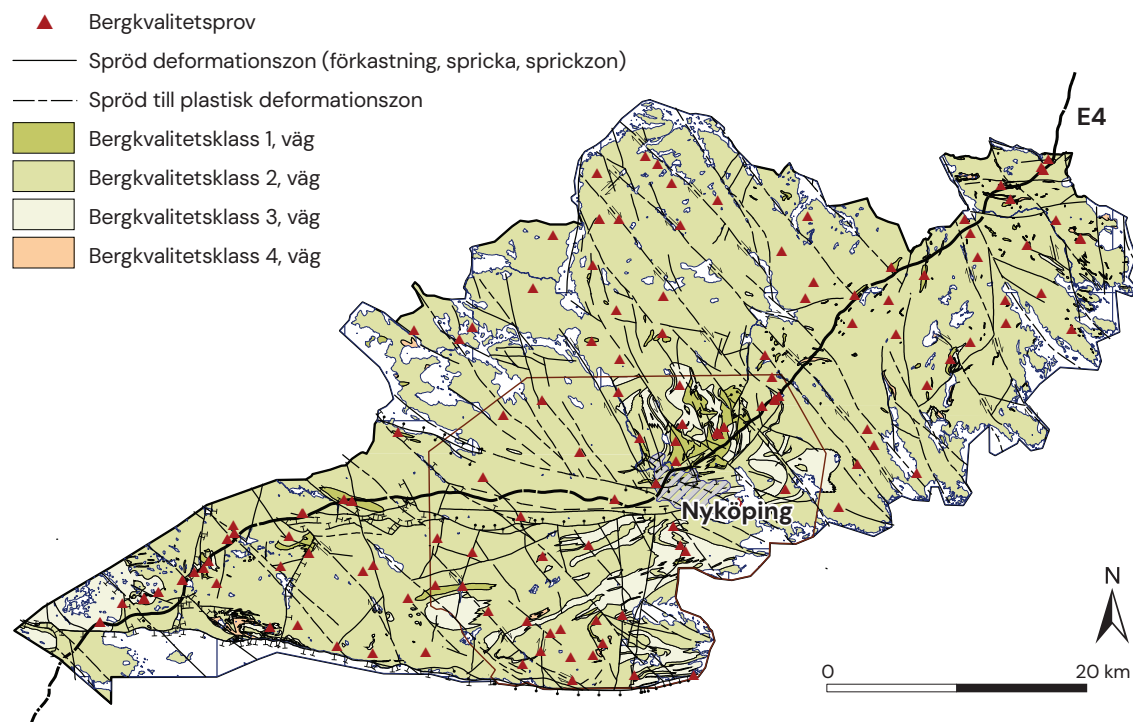
Bilaga 6. Petrografisk information.

Grad av sammanväxning och omvandling i en relativ skala 1–5, där 1 är mycket begränsad och 5 är mycket

			Kornstorlek			Textur	Deformation kvarts		Foliation		Omvandling		Sprickor	
BKV_ID	Bergarts-kod	Bergart	Grundmassan dominerande kornstorlek (mm)	Strökorn (kornstorlek, mm)	Strökorn (typ)	Textur	Kvarts-kornfogar, grad av samman-växning	Kvarts intern stress	Foliation grad	Foliation element	Biotit grad om-vand-ling-främst kloriti-sering	Plagio-klas (grad om-vandling, saussurit eller sericit)	Typ av sprick-och korn-fogsom-vandling	Grad av sprick-och korn-fogsom-vandling
OSTLÄNKEN														
SPN200081A	2250	Granodioritisk gnejs	0,1–3				3		3		1	2–3		1,5
SPN200173A	2360	Sediment-ådergnejs	0,1–2	2,5–5			2–3		4		2	2		1–2
SPN200173A	2360	Fe-oxidmine-ralisering												
SPN200221A	2250	Granitisk ortognejs	0,2–3				3		3 (bio)		1	2		2
SPN200221A	2250	Finkornig domän sulfid-förande												
SPN200226A	2305	Gråvit marmor												
SPN200358A	2250	Granitisk ortognejs	0,2–2	2,5–6			2–3		2		1	2–3		1
TEN200020	2220	Leukogranit gnejsig	0,2–3,6				2–3		1–2		1	2		1–2
TEN200077A	2070	Listporfyrisk granit (Stavsjö-granit)	0,4–2,5	3–8			2,5–3		1,5–2		1	3		1–2

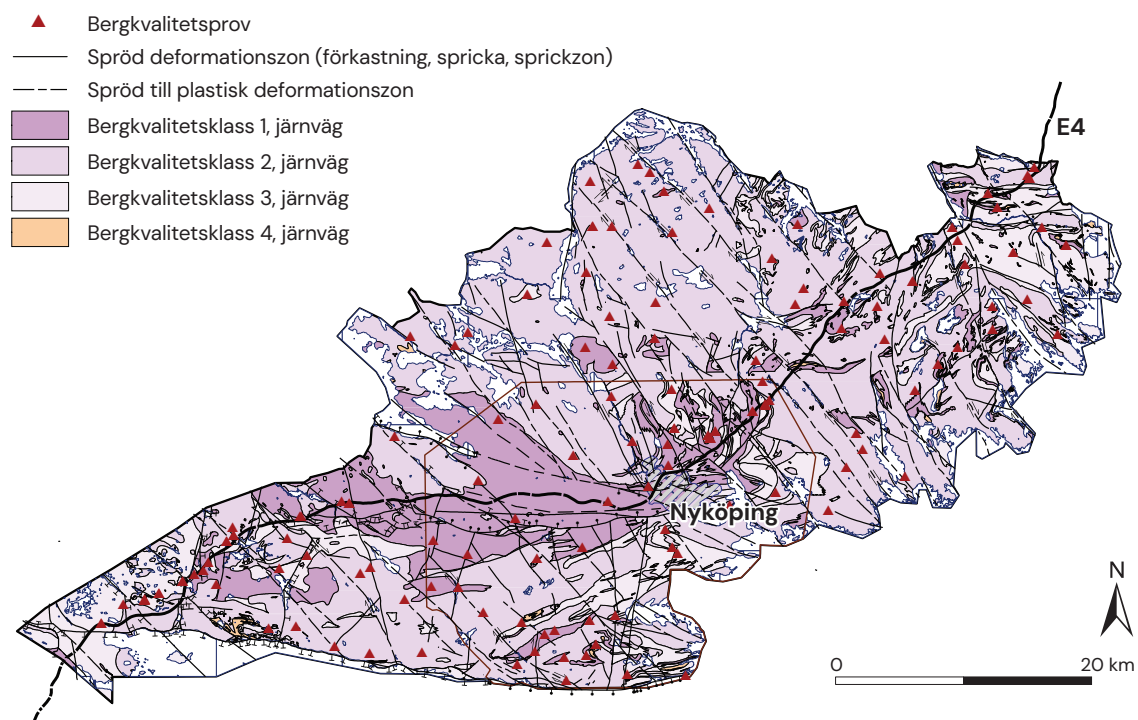
			Kornstorlek			Textur	Deformation kvarts		Foliation		Omvandling		Sprickor	
BKV_ID	Bergarts- kod	Bergart	Grundmassan dominerande kornstorlek (mm)	Strökorn (kornstorlek, mm)	Strökorn (typ)	Textur	Kvarts- kornfogar, grad av samman- växning	Kvarts intern stress	Foliation grad	Foliation element	Biotit grad om- vand- ling- främst kloriti- sering	Plagio- klas (grad om- vandling, saussurit eller sericit)	Typ av sprick- och korn- fogsom- vandling	Grad av sprick- och korn- fogsom- vandling
TEN200086A	2360	Paragnejs, plagioklas- och kvartsrik	0,1–1,2				2,5		3		1	1,5		1,5
TEN200136A	2220	Granitisk ortognejs	0,1–2,2	3–10			2–3		1–2		3	3		2–3
TEN200151A	2290	Amfibolit, omvandlad	0,4–2,8				2–3		2–3		2	5		2
TEN200152A	2290	Amfibolit	0,4–2,8				2		3–4		1–2	1–4		1
TEN200158	2355	Paragnejs, glimmerrik	0,2–1,8	5–9			2–3		3		1–3	2–3		1–2
TEN200159	2290	Amfibolit	0,6–5				1–2		3		1–4	1–4		1
TEN200160	2220	Ortognejs granitisk	0,4–2,5				3		2–3		1–2	1–4		1–2

Bergkvalitetskarta för väg



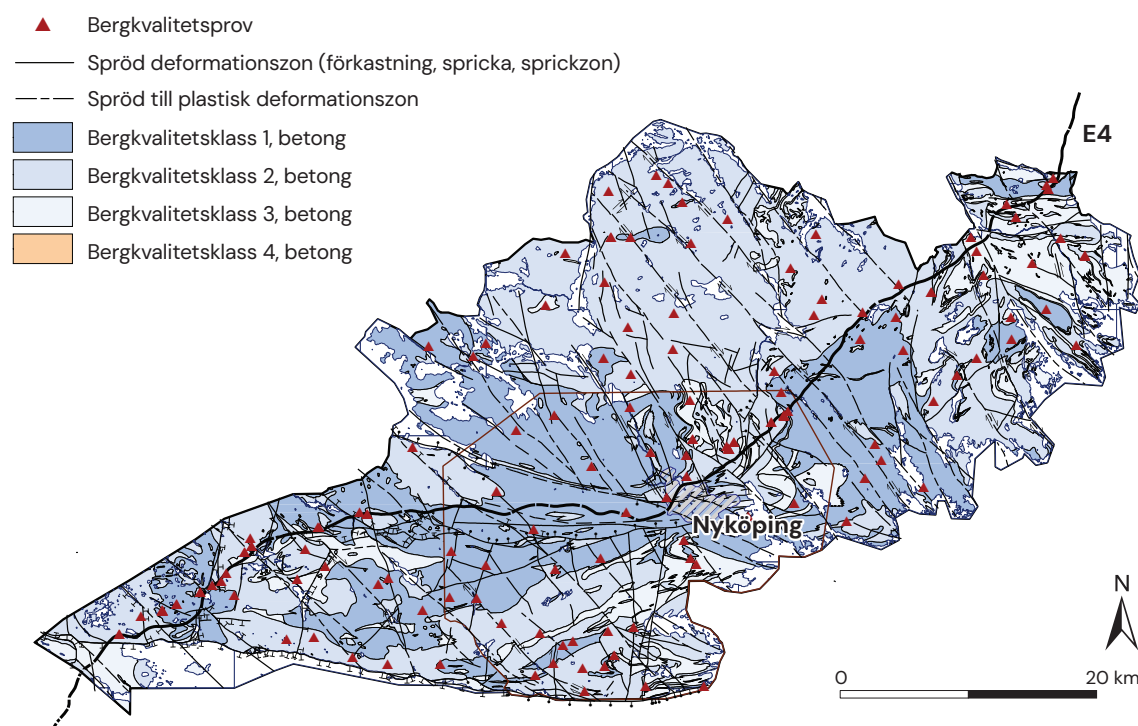
Karta för bergmaterialets lämplighet som vägballast.

Bergkvalitetskarta för järnväg



Karta för bergmaterialets lämplighet som järnvägsballast.

Bergkvalitetskarta för betong



Karta för bergmaterialets lämplighet som betongballast.