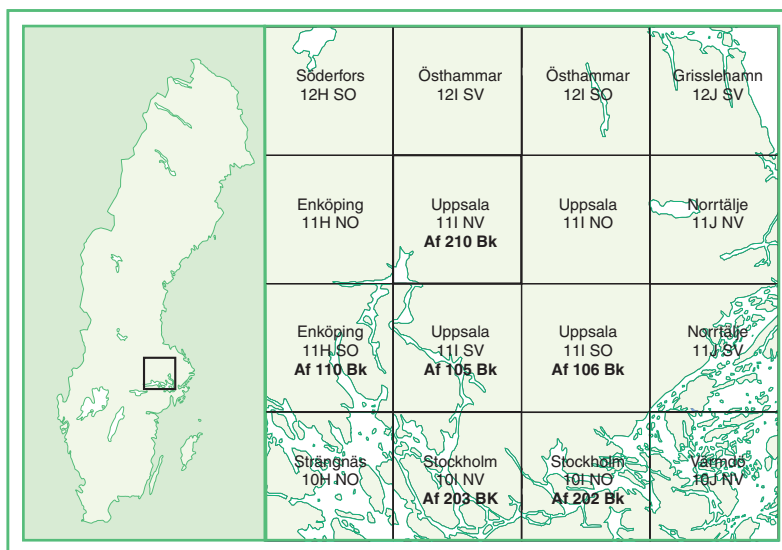


Beskrivning till
Bergkvalitetskartan
11 I Uppsala NV

Skala 1:50 000



Lars Persson, Ildikó Antal, Mattias Göransson,
Sven Lundqvist och Malin Pannert



Bergkvalitetskartan 11I Uppsala NV

INLEDNING OCH METODIK

En tematisk karta, bergkvalitetskartan, kompletterar berggrundskartorna i skala 1:50 000 som framställs av SGU. Det huvudsakliga ändamålet är att underlätta en utvärdering av det bästa användningsområdet för olika bergarter såsom t.ex. till ballast för väg, järnväg och betong. Preliminärt kommer dessa kartor i en nära framtid att täcka Stockholms- och Göteborgsregionerna, men andra tätbefolkade områden planeras att senare undersökas på ett liknande sätt. Bergkvalitetskartorna 11I Uppsala SV, 11H Enköping SO och SV, 10I Stockholm NO och NV samt 11G Västerås SO (Persson 1998a, b, c, Persson m.fl. 1998 a, b, c) har tidigare utkommit i denna serie.

Kartområdet 11I Uppsala NV omfattar samhällen och platser såsom centrala Uppsala, norra Knivsta, Uppsala-Näs, Ärentuna, södra Storvreta, Rasbo, Länna och Husby-Långhundra. Bergtäkter förekommer i folierad tonalit vid Olunda (5c), i folierad granit vid Hovgården (9c). En numera övergiven bergtäkt, kallad X100, finns vid Gränhammar (7e) samt stenbrott vid Hamra (9a), Skäve (8b) och i Stadsskogen, Uppsala (7a).

Berggrundskartan i skalan 1:50 000 11I Uppsala NV med kortfattad beskrivning är under arbete (Arnbom 2000). En preliminär variant av denna användes vid fältarbetet. Dessutom studerades äldre geologiska kartor (Paijkull 1864, Gumaelius & Paijkull 1865, Sidenbladh 1868, Lundegårdh & Lundqvist 1956, jfr Lundegårdh 1956). Insamlingen av information för bergkvalitetskartan skedde under 1998. Framställandet av bergkvalitetskartan grundar sig på fältkontroll av de huvudsakliga bergartsenheterna. Dessutom har mätningar av sprickor skett samt spricktätheten bedömts. Vid ett flertal av dessa lokaler har ca 70 kg bergmaterial provtagits för teknisk analys. Tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats och petrografisk analys har utförts. I de fall berggrunden varit heterogen (flera bergartsled i samma håll), vilket är speciellt vanligt i ådergnejsområden, har två eller flera prover tagits benämnda A, B, C osv. Totalt har 57 prover tagits från 51 lokaler. Gammastrålningsmätningar har utförts på 57 lokaler inom kartområdet. Uppgifter från en inventering av krossberg i Uppsala län har inkorporerats (Arnbom 1997).

Symboler för bergartsstrukturer såsom skiffriighet är ihopdragna till s.k. strukturella formlinjer. Dessa visar bergartens interna struktur efter vilken riktning uppsprickning lätt sker, t.ex. i samband med sprängning. Stereogrammen i kartmarginalen redovisar sprickriktningar vid varje undersökt lokal. En tolkning av morfologiska lineament (långsträckta sänkor i naturen) har gjorts på underlag i skala 1:50 000 utgående från LMVs höjddatabas. Det är viktigt att notera att dessa lineament inte alltid nödvändigtvis motsvarar verkliga sprickor, sprickzoner eller förkastningar. Det är dock sannolikt att de utgör svaghetszoner i berggrunden som består av sprickor i flera riktningar.

Den magnetiska anomalikartan samt den elektromagnetiska (VLF-) kartan har använts för tolkning av deformationszoner. Lågmagnetiska lineament på den magnetiska anomalikartan indikerar sprickzoner i berggrunden.

VLF-kartan visar variationer i den elektriska ledningsförmågan i marken. Framst erhålls information från brantstående strukturer, t.ex. vattenfyllda sprickzoner i berggrunden som har en bättre ledningsförmåga än omgivande berggrund. VLF-kartan utgör därför ett utmärkt underlag för uppföljning av spröd tektonik (vatten- och lerfyllda svaghetszoner eller sprickor i berget). VLF-kartan kan även användas som underlag för uppföljning av grafit- och magnetkisförande bergartsled. Information från VLF-data är därför mycket värdefull i hydrogeologiska och byggnadsgeologiska sammanhang.

Information från den radiometriska kartan och berggrundskartan har utgjort underlag för gammastrålningsmätningar på berghällar.

Jorddjup (avståndet mellan mark- och berggrundsytan) har erhållits från SGUs brunnsarkiv och redovisas i tre klasser, nämligen <2, 2–5 och >5 meter.

ALLMÄN GEOLOGI

Berggrunden inom kartområdet utgörs till största delen av massformiga eller folierade granitoider. Granodioriter och tonaliter dominerar särskilt i de södra och östra delarna av kartområdet. Folierade eller massformiga graniter finns i de centrala delarna av kartområdet. Ställvis förekommer fältspatströkorn såsom OSO om Länna (8e), SV om Gränhammar (6e) samt nära Funbo och Gälla (7c–8b). Gabbro och diorit (grönstenar) förekommer i några mindre massiv, exempelvis vid Valloxen (5d), Husby-Långhundra (5e). Vulkaniska bergarter, mestadels i form av välbevarade porfyryr, finns i sex områden. Det största har VNV-lig utsträckning och ligger vid Luthagen-Ärna (8a) och spetsar ut mot norr om Danmark (7b). Andra vulkanitområden ligger vid Gränhammar (7e), OSO om Länna (7–8e), i södra Storvreta (9b) och vid Hammarby (9c). Vulkaniterna i dessa områden är oftast svarta, gråsvarta eller bruna till röda, mikro- till kryptokristallina och innehåller ställvis strökorn. (Enskilda mineral kan urskiljas med hjälp av mikroskop i en mikrokristallin bergart medan detta inte är möjligt i en kryptokristallin bergart.) En sekvens av mera bandade vulkaniter förekommer i sydöstra hörnet av kartbladet (5e). Här förekommer även omvandlade bergarter av sedimentärt ursprung, dvs. de kan föra högre halter av glimmer. Metasedimentära bergarter förekommer NV om Sävja (6–7b) samt sedimentådergnejs vid Alsike (5a–b). I dessa förekommer både glimmerrika och mera kvarts-fältspatrika partier. Amfiboliter ingår. Massiv av yngre granit saknas inom kartområdet, däremot förekommer den i form av smalare gångar. Ett smalt stråk av kalksten förekommer vid Hammarby (9c).

Punkträkning i tunnslip har givit följande mineralfördelning:

Bergartstyp	Antal prover	Kvarts, %	Kalifältspat, %	Plagioklas, %	Glimmer, %	Hornblände, %
Sedimentådergnejs	2	46-50	9	14-26	15-25	-
Amfibolit	1	3	-	38	4	42
Gabbro-diorit	3	0-9	0-1	38-44	9-11	31-42
/Kvarts/monzodiorit	3	0-6	5-15	34-56	0-33	2-25
Tonalit	6	20-36	0-4	36-51	7-19	0-15
Granodiorit	2	30-34	10	42	0-11	0-1
Granit	7	23-37	28-36	21-34	0-8	0-2
Yngre granit	1	30	38	27	2	-

Yngre granit motsvarar s.k. Stockholmsgranit och är ca 1 800 miljoner år gammal.

RESULTAT

Berggrundens strukturer och sprickor

De interna (plastiskt bildade) strukturerna i bergarterna (skiffrihet) är orienterade främst i NV till VNV samt NO till ONO. Det är naturligt att en uppsprickning av bergarterna företrädesvis följer dessa riktningar men i vilken omfattning är oklart. Den tolkning av lineament och svaghetszoner som är gjord med hjälp av höjd- och geofysiska data visar på riktningar i främst NNV, NV, VNV, NNO och NO. Särskilt ytbergarterna uppvisar varierande strykning i skiffriheten i några områden. Kartområdet domineras av djupbergarter vilka ställvis har en foliation men de är mycket ofta massformiga.

Sprickorna i stereogrammen visar följande huvudsakliga trender (strykning och stupning):

O–V: vertikalt, brant N och S, medelbrant och flackt S och N

ONO: vertikalt, brant SSO och NNV, medelbrant SSO, flackt NNV och SSO

NO: vertikalt, brant NV och SO

VNV: vertikalt, brant NNO och SSV, medelbrant SSV, flackt SSV och NNO

NV: vertikalt, medelbrant NO och SV, brant NO och SV, flackt NO och SV

NNV: vertikalt, medelbrant VSV och ONO, brant ONO och VSV

N-S: vertikalt, brant och flackt V och O

NO: vertikalt, medelbrant NV och SO

NNO: vertikalt, brant OSO, medelbrant och flackt VNV

En metod att definiera sprickigheten i fält (Deere 1968) är enligt följande:

Mycket gles, "very wide"	>3 m	"Solid"
Gles, "wide"	1–3 m	"Massive"
Måttlig, "moderately close"	0,3–1 m	"Blocky"
Tät, "close"	50–300 mm	"Fractured"
Mycket tät, "very close"	<50 mm	"Crushed"

Denna indelningsgrund visade sig dock inte vara helt tillfredsställande, eftersom de flesta bergartstyperna föll i intervallet måttlig till tät. Försök har också gjorts att framräkna Q-värdet (jfr Barton m.fl. 1974, Hoek & Brown 1994) i varje blottning, en metod som ej heller visat sig framgångsrik. I denna undersökning anges därför uppskattat antal sprickor per meter. Resultaten ges i tabell 2.

Tekniska analyser

Bergartsmaterialet för analyserna har vanligen tagits på platser där tillräckligt med lossprängd sten eller friska blottningar funnits. Provtagning har skett med slägga och spett. Nedkrossning har utförts i en rotationskross Svedala Arbrå R 5026-64 med 30 mm utloppsspalt och i laboratoriekäftkross Morgårdshammar A23 med utloppsspalt inställd på 16 mm. Grovsiktning har skett i en maskinskak Gilson TS-1FX och finsiktning i en Pascall Inclyno enligt FAS-metod 221-98 (Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige). Resultaten presenteras i tabell 2.

Kulkvarnsanalys (K_k)

Kulkvarnsanalyserna har utförts vid SGU enligt FAS Metod 259-98 (Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige). Analyserad fraktion är 11,2–16 mm. Harpsiktning har skett med spaltvidden 6,3 mm för att avlägsna de flisigaste kornen och erhålla ett flisighetstal (jfr FAS-metod 209-98, Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige) som motsvarar storproduktionsdrift, då materialet nöts under längre tid. Analys har gjorts på enkelprov. Tidigare analyserades slipvärdet vilket visar tämligen god korrelation med kulkvarnsvärdet. Slipvärden finns redovisade från ett antal bergarter inom kartområdet (Arnbom 1997). Granodioriter har slipvärden på 1,50 och 1,80–1,85, medan en tonalit har så varierande värden som 1,96, 2,31, 2,36 och 2,85. Slipvärden från en vulkanit ligger på 1,55, 1,62–1,63 samt 1,76–1,78. Omräkning av slipvärde (S) till kulkvarnsvärde (K_k) kan göras enligt ekvationen: $K = 7,7S - 4,5$ (Persson & Schouenborg 1995). Vulkaniten har då kulkvarnsvärden från 7,4 till 9,2, granodioriterna från 7,1 till 9,7 samt tonaliten från 10,6 till 17,4. Samtliga bergartstyper inom kartområdet visar generellt mycket bra (låga) kulkvarnsvärden. Kulkvarnsvärden på producerat ballastmaterial kan vara bättre än de på enskilda bergartsprov beroende på kubisering. Som väntat har vulkaniterna lägst värden medan tonaliterna visar högre tal. En gång av yngre granit förekommer i Olunda (5c) och ger ett kulkvarnsvärde på 8,6 %.

Bergart	Kulkvarnsvärde, %	Medelvärde, %	Antal prover
Sedimentådergnejs	13,1		1
Vulkanit	3,5–10,3	5,6	14
Amfibolit	7,6		1
Diorit och gabbro	9,1–12,2	10,8	3
Granit	5,9–12,1	8,3	13
Granodiorit	6,2–9,6	8,0	7
Tonalit	10,4–13,7	12,4	9
Yngre granit	8,6		1

Los Angeles-tal (LA-tal)

Analys av LA-tal utfördes vid Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut i Borås (SP). Efter krossning i SGUs Svedala-Arbråkkross sändes materialet till SP, där materialet åter krossades i en käftkross av typen Morgårdshammar med påföljande harpsiktning med 6,3 mm spaltvidd. Detta har givit ett flisighetstal (samtliga bergartsmaterial) på 1,30–1,40, vilket gör analysresultaten jämförbara. Los Angeles-talet har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt EN 1097-2 (European Committee for Standardization). Samtliga bergartstyper uppvisar bra (låga) LA-tal. Värdena är sammanställda nedan i tabellform. Liksom då det gäller kulkvarnsvärden har vulkaniterna de lägsta talen. De mer eller mindre deformerade graniterna, granodioriterna och tonaliterna uppvisar högre värden, dvs. medeltal kring 16 till 18 %. De på grund av högre mörkmineralinnehåll mera sega gabbro- och dioritbergarterna har bättre värden, runt 13 %.

Bergart	Los Angeles-tal, %	Medelvärde, %	Antal prover
Sedimentådergnejs	15,2		1
Vulkanit	9,0–17,2	11,8	11
Amfibolit	8,2		1
Diorit och gabbro	11,2–14,9	12,8	3
Granit	12,9–20,2	17,3	8
Granodiorit	12,9–20,6	16,0	5
Tonalit	16,6–19,4	17,7	8

Alkalikiselreaktivitet (ASR)

Bergartsmaterialen har granskats vid SP, där potentiell ASR-risk konstaterats i några prover. Tunnslip av dessa prover har sedan studerats närmare. En fyrgradig indelning har gjorts:

1. ingen risk, 2. sannolikt ingen risk (enstaka deformerade kvartskorn), 3. liten risk (tydlig deformation) och 4. klar risk (de flesta kvartskornen är kraftigt deformerade). Klar risk föreligger i vulkaniska bergarter, t.ex. (JOA960056 och MGO980009). Här bör förprovning ske innan materialet används som betongballast. Liten risk (3) förekommer i graniter, granodiorit och basit. Accelererade expansionsförsök på betongprismor med vulkaniska bergarter från Uppsalaområdet har utförts. Expansionens storlek med enbart vulkaniska bergarter som ballast är 2,5 mm/m efter ungefär 150 dygn. Stenfraktionen 8–16 mm står för en god del av expansionen (Lagerblad & Trägårdh 1992 s. 44). Det finns anledning att observera riskerna med alkalikiselreaktioner vid användning av vulkaniska bergarter från Uppsalaområdet som betongballast. De har generellt nedklassats till klass 2-material för betongändamål av denna anledning i denna utredning.

Övriga analyser

Petrografisk analys

Bergarternas mineralsammansättning och de ingående mineralens mängdförhållanden har bestämts. Resultaten ges i tabellform. Speciellt kvarts- och glimmerinnehållet är av betydelse för bergartens egenskaper. Innehållet av sulfider och exempelvis grafit anges också. Om sulfidinnehållet är högt, bör kemisk analys av totalhalten göras, innan materialet används till betong. Spår av sulfider finns i både ytbergarter och äldre graniter. I speciellt vulkaniterna bör försiktighet iakttas. I vulkaniten vid Gränhammar (7e) förekommer stråk med relativt höga sulfidhalter. Dock har generellt alltför höga halter inte kunnat konstateras.

Gammastrålningsmätningar

Vid gammastrålningsmätningar på berghällar har tre typer av handburna instrument använts, nämligen en scintillometer av typen EXPLORANIUM GR110 samt gammaskpektrometrar av typerna EXPLORANIUM GR256 och GR320. Härvid har den totala gammastrålningen samt halten av ^{40}K , ^{238}U och ^{232}Th bestämts. Radiumindex som är ett mått på radiuminnehållet i ett material skall för byggnadsmaterial vara mindre än 1,0 (Åkerblom m.fl. 1990, jfr BFS 1990). Det beräknas genom bestämning av urankoncentrationen i materialet. Radiumindex 1,0 motsvarar 200 Bq/kg ^{226}Ra , vilket i sin tur motsvarar en uranhalt på 16,2 ppm.

De flesta bergarter inom kartområdet uppvisar låg gammastrålning och ett radiumindex mindre än 1,0. I den norra delen av området finns en granit till granodiorit med något förhöjd uranhalt. Denna förhöjning framträder på kartan över markens uranhalt. Mätningar på hällar inom detta område visar en strålning som varierar mellan 75 och 200 Bq/kg ^{226}Ra . Vid Hovgården (9c) har en strålning på 204 Bq/kg ^{226}Ra uppmätts vilket motsvarar ett radiumindex på 1,0. Denna lokal har markerats på bergkvalitetskartan.

Gammaindex beräknades för samtliga mätpunkter. Värdena överstiger ej 1,0, vilket motsvaras av ett material som inomhus ger upphov till en gammastrålning mindre än 50 $\mu\text{R}/\text{h}$.

KVALITETSKLASSNING AV PROVER

En bedömning har gjorts av användbarheten av analyserade prover till betong, järnväg (spårballast) och väg (jfr Persson och Schouenborg 1995, 1996). Diskussioner har fortlöpande hållits med SP. Erhållna tekniska analyser har även jämförts med det stora antal som redovisats av Stenlid (1996).

Kvalitetsklassningen för betong är främst erfarenhetsbaserad. Egenskaper som mineralsammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, kornstorlek, strålning, förekomst av alkalireaktivt material och sulfider, struktur, kornfogning och kornstorlek har legat till grund för klassningen (se vidare BBK 94, Durable concrete structures (Concrete Report No. 1), Svensk Standard, SS 13 21 25). Tre klasser har använts (1–3). Klass 1 omfattar bergarter med normalt goda egenskaper för betongberedning, klass 2 omfattar bergarter som är av tämligen god kvalitet men som ej bör användas i betongaggressiv miljö utan förprovning, samt klass 3 som omfattar bergarter som är av generellt låg kvalitet vilka bör undvikas eller eventuellt förprovas.

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial som spårballast grundar sig på utredningar av Statens Järnvägar (SJ 1988) och Banverket (1996). Glimmerhalten bör vara låg, då denna ofta sänker hållfastheten, minskar bergartens förmåga att motstå vittring samt ger olämplig kornform vid alltför höga koncentrationer. Kvartriska bergarter ska undvikas på grund av arbetsmiljöskäl. Kvarthalten bör ej överstiga 35 %. Sprödhetstalet (11,2–16 mm) får vara högst 50 %. Vattenabsorptionen (SS 13 21 25) får inte överstiga 1 %. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index (3) ska vara lägst 90 % (FAS-metod 244-98, Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige). Klass 1 uppfyller alla nämnda krav, medan klass 2 har dåliga tekniska egenskaper eller hög glimmerhalt vilket bl.a. påverkar frostbeständigheten. Det har inte befunnits tillämpligt att ha en tredje klass.

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial i väg grundar sig på av Vägverket (1994) fastställda krav i VÄG 94. Följande generella indelning har använts som utgångspunkt för klassindelningen:

Klass	Sprödhet, %	Kulkvarnsvärde, %
1	<50	<10
2	50–60	10–18
3	>60	>18

En tämligen god korrelation finns mellan sprödhetstal (FAS-metod 210-98, Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige) och LA-tal (10–14 mm) av vilken anledning sprödhetstalet kan uppskattas

med hjälp av det senare. Flisighetstalet ingår inte i klassningsgrunden. Det har mer fungerat som en styrparameter för att få jämförbara analysprov. Ett uniformt flisighetstal fås genom krossning i flera steg.

De krav som finns för skyddssten (i pirar och kajer) redovisas i tabellen nedan (CIRIA SP 83, jfr CUR 1995).

Test	Mycket god	God	Medel	Dålig
Densitet (g/cm ³)	>2,9	2,6–2,9	2,3–2,6	<2,3
Vattenabsorption (%)	<0,5	0,5–2,0	2,0–6,0	>6,0
Punktlastindex, I ₅₀ , MPa	>8,0	4,0–8,0	1,5–4,0	<1,5

Punktlasttester (jfr Broch & Franklin 1972, Brook 1993) har inte utförts på bergarter inom detta kartområde.

DEN YTMÄSSIGA TOLKNINGEN AV BERGKVALITETEN

Med utgångspunkt från de analyser som gjorts på olika platser och som ansetts väl representera bergmassan har försök utförts att göra en ytmässig tolkning av bergkvaliteten. Med tanke på berggrundens heterogenitet är detta självklart svårt, men tolkningen kan ändå anses vara en värdefull riktlinje för användaren. Områden med tre kvalitetsklasser har urskiljts, nämligen 1. god, 2. mindre god och 3. dålig kvalitet. Denna tolkning baseras främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i VÄG 94 (Vägverket 1994). En bedömning har parallellt gjorts av övriga analysresultat (jfr Persson & Schouenborg 1995) såsom Los Angeles-talen samt geofysisk information. Det är dock viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med detaljundersökning vid prospektering och planering för uttag av berg. Provtagningen har, om ej annat angives, omfattat enskilda bergartsled även i täkt. Dessa redovisade resultat överensstämmer följaktligen inte helt med de som erhålles i producerat material.

Bergarterna inom kartområdet har generellt mycket bra egenskaper. Vulkaniterna har de lägsta kulkvarns- och LA-talen. De utgör ett klass 1-material (till och med ställvis med kulkvarnsvärden < 6 %) men en varning ges för ASR-risk. De kan dessutom vara något heterogena med bl.a. tunna sulfidstråk, exempelvis i X100-täkten. De gnejsiga graniterna och granodioriterna är också klass 1-material, medan däremot tonaliterna till allra största delen liksom diorit och gabbro är av klass 2. I en mindre del av tonalitområdet söder om Uppsala är bergarten mera finkornig och är därmed av klass 1. Endast de små områdena med sedimentådergnejs och kalksten är av klass 3.

Många bergartsled är lokalt heterogena med avseende på mineralogi, kornstorlek, påverkan av deformation m.m. varför inslag av närliggande kvalitetsklasser kan förekomma i ett enhetligt klassat område, särskilt i fallet med sedimentådergnejserna.

REFERENSER

- Arnbom, J.-O., 1997: Inventering av krossberg i Uppsala län. *Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:19*. Miljö- och Fiskeenheten ISSN 0284-6594. Länsstyrelsen i Uppsala län, Uppsala.
- Arnbom, J.-O., 2000: Beskrivning till berggrundskartan Uppsala NV. *Sveriges geologiska undersökning Af210*.
- Banverket, 1996: BVF 585.52, *Makadamballast för järnväg*. Janne Malmtorp, 1996-03-01.
- Barton, N., Lien, R. & Lunde, J., 1974: Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics, Vol. 6, No. 4*, 189–236.
- BBK 94, Betongkonstruktioner: Boverkets handbok om betongkonstruktioner. Band 2 – Material, utförande, kontroll.
- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. *Boverkets författningssamling. BFS 1990:28, Nr 2*. Stockholm, ISBN 91-38-12510-2.
- Broch, E. & Franklin, J.A., 1972: The Point Load Strength Test. *International Journal Rock Mechanics Mining Science* 9, 669–697.
- Brook, N., 1993: The measurement and estimation of basic rock strength. IJ. Hudson (red.): *Comprehensive rock engineering, principles, practice & projects. Vol. 3, Rock testing and site characterization*, 41–81. Pergamon Press.
- CIRIA SP 83: Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering. Construction Industry Research and Information Association.
- CUR 1995: *Manual on the use of rock in hydraulic engineering*. Centre for Civil Engineering Research and Codes. CUR/RWS Report 169. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division, Directorate-General for Public Works and Water Management. Gouda. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Deere, O.U., 1968: Geological considerations. I Stagg, K.G. and Zienkiewicz, O.C. (red.): *Rock mechanics in engineering practice*, 1–20. John Wiley & Sons.
- Durable concrete structures, 1991: *Concrete Report No. 1*. Swedish Concrete Association.
- EN 1097-2, 1998: *Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2: Methods for the determination of the resistance to fragmentation*. European Committee for Standardization.
- Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 1998: Bestämning av flisighetstal. FAS-metod 209-98.
- Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 1998: Bestämning av sprödhetstal. FAS-metod 210-98.
- Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 1998: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys. FAS-metod 221-98.
- Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 1998: Bestämning av LT-index. FAS-metod 244-98.
- Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 1998: Bestämning av kulkvarnsvärde. FAS-metod 259-98.
- Gumaelius, O. & Paijkull, C.W., 1865: Några ord till upplysning om bladet ”Sigtuna”. *Sveriges geologiska undersökning Aa 16*.
- Hoek, E. & Brown, E.T., 1994: *Underground excavations in rock*. Institute of Mining and Metallurgy. E & FN Spon.
- International Society for Rock Mechanics 1985: *Point load test index $I_{S(50)}$* . ISRM.
- Lagerblad, B. & Trägårdh, J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. *CBI rapport 4:92*. Cement och Betonginstitutet, Stockholm.
- Lundegårdh, P.H., 1956: Petrology of the Uppsala region, eastern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 544*.
- Lundegårdh, P.H. & Lundqvist, G. 1956: Beskrivning till kartbladet Uppsala. *Sveriges geologiska undersökning Aa 199*.
- Möller, H., 1993: Beskrivning till jordartskartan Uppsala NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 113*.
- Paijkull, C.W., 1864: Några ord till upplysning om bladet ”Lindholm”. *Sveriges geologiska undersökning Aa 13*.
- Persson, L., 1998a: Bergkvalitetskartan 11 I Uppsala SV. *Sveriges geologiska undersökning Af105Bk*.
- Persson, L., 1998b: Bergkvalitetskartan 11 H Enköping SO. *Sveriges geologiska undersökning Af110Bk*.

- Persson, L., 1998c: Bergkvalitetskartan 11 H Enköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 118Bk*.
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist, S. & Pamnert, M. 1998a: Bergkvalitetskartan 10 I Stockholm NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 202Bk*.
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist, S. & Pamnert, M. 1998b: Bergkvalitetskartan 10 I Stockholm NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 203Bk*.
- Persson, L., Göransson, M., Lundqvist, S., Pamnert, M. & Sträng, T., 1998c: Bergkvalitetskartan 11 G Västerås SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 204 Bk*.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP, Sveriges Provings- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik, *SP RAPPORT 1995:49*.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1996: *Quality classification of rock in Sweden*. European Aggregates. Official Journal of UEPG, Union Européenne des Producteurs de Granulats. UEPG, 2-3/96.
- Sidenbladh, E., 1868: Några ord till upplysning om bladet "Rånäs". *Sveriges geologiska undersökning Aa 27*.
- Statens Järnvägar 1988: *Tekniska bestämmelser, makadam för spårballast*. PM 1988-04-25 (BBG 88/022), SJ, Banavdelningen.
- Stenlid, L., 1996: *Klassificering av bergarter med Los Angeles-trumma*. Slutrapport SBUF projekt nr 2135. Skanska Mellansverige AB, Väglaboratoriet Bålsta.
- Svensk Standard 1983: SS 13 21 25: *Betongprovning – Ballast – Korndensitet (hydrostatisk metod) och vattenabsorption*.
- Vägverket 1994: *VÄG 94, Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktioner*. Vägverket.
- Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988*, reviderad utgåva 1990, 160.

The Bedrock Quality Map 11I Uppsala NV

INTRODUCTION

A series of thematic maps, the Bedrock Quality Maps, is complementary to the regular Bedrock Maps on the scale of 1:50,000, produced by the Geological Survey of Sweden. The main purpose of these maps is to facilitate evaluation of the best use of different rocks, such as aggregates for the construction of roads and railways and the production of concrete. Preliminarily, these thematic maps will in the near future cover the Stockholm, Lake Mälaren and Göteborg regions because of ongoing extensive infrastructural works, but the intention is to investigate other densely populated areas in the same way.

The compilation of the Bedrock Quality Maps is based on field checks of the main rock units. 51 localities were studied and approximately 70 kg of rock material from each was collected for technical analyses. In addition, a representative rock boulder (approximately 50x40x40 cm) for point load testing was sampled. As some of the rocks are heterogeneous, e.g. within the veined gneisses, locally more than one sample was taken (denoted A, B), totalling 57 samples. Thin sections were produced from each locality and petrographic analyses undertaken. The orientation of joints and sets of joints was measured, and jointing was estimated (number of joints per metre).

An interpretation of lineaments was made. For this purpose the topographical database on the scale of 1:50,000 was used. Lineaments were also interpreted from anomalies on the magnetic anomaly and electromagnetic (VLF) maps. The VLF map shows electrically conductive horizons in the bedrock, e.g. water- or graphite-bearing zones. On the Bedrock Quality Map, structural trends of schistosity are shown. Stereograms with plotted representative joint orientations from most localities are presented. Ground spectrometric data were collected at each locality.

The geological map 11I Uppsala NV with description is nearing completion (Arnbom 2000). The bedrock consists of 1.9 to 1.7 Ga old crystalline Precambrian rocks. Gneissic or massive granitoids are common rocks that vary compositionally, from granite to granodiorite and tonalite, tonalites and granodiorites being predominant. Feldspar-porphyrific gneissic or massive granites occur, especially in the central part of the map-sheet. Greenstones (amphibolites and gabbros) exist in some small massifs. Meta-volcanic rocks occur in six different areas, the largest being in Uppsala. The rocks are usually quite well-preserved porphyries. Veined paragneisses (sedimentary) occur in some small areas, the largest is situated in the southwestern corner, near Alsike. The metasedimentary rocks vary in composition, especially regarding their mica content. Intercalations of amphibolites occur. There are two large quarries, for tonalite and gneissic granite. Another quarry, for porphyry, was abandoned owing to the heterogeneous nature of the rock material.

RESULTS

The main structural trends strike from NW to WNW, and NE to ENE. Lineaments interpreted from topographical and geophysical data, indicating weakness zones in bedrock, display NNW, NW, WNW, NNE and NE directions.

Technical analyses

With the help of a sledge-hammer, rock material was taken from quarries and blasted road-cuts. The material was first crushed in a gyratory crusher with 30 mm exit aperture and then in a laboratory jaw crusher with 16 mm exit aperture.

The Nordic test for studded tyres was performed at the Geological Survey of Sweden. The analysed fraction measured 11.2–16 mm. The main results are as follows:

Rock type	Studded tyre test value, %	Mean value, %	Number of samples
Veined gneiss	13.1		1
Volcanic rocks	3.5-10.3	5.6	14
Amphibolite	7.6		1
Diorite and gabbro	9.1-12.2	10.8	3
Granite	5.9-12.1	8.3	13
Granodiorite	6.2-9.6	8.0	7
Tonalite	10.4-13.7	12.4	9
Younger granite	8.6		1

The rocks within the map-sheet show generally good (low) studded tyre test values. As expected, the volcanic rocks give very low values but so too do the granites and granodiorites. The tonalites have somewhat higher values but are, like the gabbros and diorites, fairly good.

The Los Angeles Test Impact value was performed at the Swedish National Testing and Research Institute. The stone material was crushed and screened (using a flake-sorting sieve with 6.3 mm screen) in order to obtain flakiness indexes (Swedish) of about 1.30 to 1.40. Then the LA values were determined, using an analysed fraction of 10–14 mm according to the proposed European standard. The main results are as follows:

Rock type	LA value, %	Mean value, %	Number of samples
Veined gneiss	15.2		1
Volcanic rocks	9.0-17.2	11.8	11
Amphibolite	8.2		1
Diorite and gabbro	11.2-14.9	12.8	3
Granite	12.9-20.2	17.3	8
Granodiorite	12.9-20.6	16.0	5
Tonalite	16.6-19.4	17.7	8

The LA values are also generally good (low). The basic rocks – gabbro, diorite and amphibolite – are, by virtue of their high content of dark minerals, relatively tough. The coarse-grained quartz- and feldspar-rich rocks, granites, tend to be brittle. The volcanic rocks have, on the whole, the overall best values.

Alkali silica reactivity, ASR. Thin sections of all rock types were studied. The following division concerning ASR was made: 1, no risk; 2, probably no risk; 3, little risk; 4, evident risk (most quartz grains are severely deformed). Some volcanic rocks belong to class 4 and should be tested before use as aggregates in concrete. There is little risk with some granites, a granodiorite and a basic rock, whereas there is evident risk with many volcanic rocks.

Other analyses

Petrographic analysis. Thin sections of all rock types were studied under a polarizing microscope. Mineralogy and modal content were determined. In particular, quartz and mica contents and the presence of sulphides and graphite was noted. Attention should be given to sulphides, which are quite common in the volcanic rocks.

Gamma Ray Spectrometry. Ground spectrometric data were collected from different rock types. A scintillometer and a spectrometer were used to determine ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , and the total gamma radiation in the outcrops. From this information, the radium index was calculated. This index is recommended not to exceed a value of 1.0. In general, younger granites and pegmatites in this region usually have high U and Th values. There are no massifs of younger granite in this map-sheet area. The calculated radium index of the rocks within the map-sheet area is lower than 1.0, except in one locality marked on the Bedrock Quality Map (granite).

Quality classification

The rock samples have been classified for three purposes, viz. pavement construction (mainly wearing courses), railway trackbed construction, and concrete (cf. Persson and Schouenborg 1996). The classification of the rock materials for roads (pavement) is based on the requirements of the Swedish National Road Administration. Here the classification into three classes is based mainly on the studded tyre test, petrographic analysis, and brittleness (LA values). The use of aggregates for railway ballast is restricted to two classes, good and poor. Relevant parameters are petrographic composition, mainly the quartz and mica contents, water absorption and the LA value. The requirements are laid down by the Swedish National Railway Administration. The quality classification for concrete is in three classes and concerns radiation, petrographic analysis, mineral composition, grain size, grain boundaries, structure, porosity, the degree of weathering and the presence of sulphides and alkali-reactive material, here mainly severely deformed quartz.

On the map, areas classified as class 1 (good), class 2 (average) and class 3 (less suitable) were distinguished. The classification is based mainly on the results of the studded tyre test according to the requirements of the Swedish National Road Administration. The results of the other technical analyses were evaluated and integrated, as also was geophysical information. It is important to emphasize that a detailed investigation (prospecting and planning) must be made before excavation of rock material is started. As various rock types in an outcrop were sampled, the published results do not coincide with those of industrially produced material.

The rocks within this map-sheet are generally of high quality. The volcanic rocks have the lowest studded tyre test and LA values. They belong to class 1 but attention must be paid to the ASR risk. Furthermore, they can be rather heterogeneous, also containing thin horizons with sulphides. The gneissic granites and granodiorites are also of class 1, whereas the tonalites, diorites and gabbros are of class 2. Two very small areas consisting of veined gneisses belong to class 3.

The bedrock is heterogeneous as regards mineralogy, grain size, deformation, etc., which means that rocks of class 1 and class 3 can be found in areas marked as class 2 material.

Tabell 1.

Prov	Bergart	Kornstorlek	Kvarts	Kalifältspat	Plagioklas	Biotit	Muskovit	Hornblände	Epidot	Kalcit	Klorit	Övrigt
JOA960053	Granit, röd, grovt medelkornig, jämnkornig, gnejsig	0,05–0,3 0,5–4,5	37	36	22	1	+		1	+	2	1
JOA960054	Granodiorit, grårdsvart, fint medelkornig, gnejsig	0,1–1,2,5	34	10	42	11	+	1	1		1	
JOA960055	Granit, grård, grovkornig, gnejsig, strökorn	1–4,7	28	35	21	8		+	2		2	4
JOA960056	Amfibolit, svart, finkornig	0,01–0,7 1–3	3		38	4	+	42	1		10	2
JOA960057	Vulkant, röd, mkt finkornig	0,01–0,1										
JOA960058	Vulkant, svart, mkt finkornig, omvandlad											
JOA960059	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	0,5–5	23	1	41	13	+	15	1		2	4
MIS960153	Vulkant, röd, finkornig, strökorn	<0,05 1–4										
LEP980001	Vulkant, gråsvart, mkt finkornig, strökorn	<0,1 0,1–0,5										
LEP980002A	Sedimentådergnejs, gråsvart, finkornig	0,1–1	46	9	26	8	7	+	+		2	2
LEP980002B	Sedimentådergnejs, gråsvart, finkornig	0,1–1	50	9	14	12	13	+	+		1	1
LEP980003	Tonalit, gråsvart, medelkornig, gnejsig	0,5–3,7	36	1	42	16	1	+	+		1	3
LEP980004	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	0,5–4,6	20	4	51	6	1	11	2		2	3
MG0980005	Vulkant, röd, finkornig	0,05–0,4										
MG0980006	Vulkant, röd, finkornig	<0,3 0,1 5–1,5										
MG0980007	Gabbro, gråsvart, fint medelkornig	0,5–2	9		44	9	+	31	+		2	5
MG0980008	Granit, gråsvart, medelkornig, gnejsig, strökorn	0,1–0,6 4,5	25	29	34	7	1	+	1		2	1
MG0980009A	Vulkant, gråsvart, mkt finkornig, strökorn	<0,1 0,5–3,2										
MG0980009B	Vulkant, grård, mkt finkornig, strökorn	<0,08 0,4–2,6										
MG0980010	Tonalit, gråsvart, medelkornig, gnejsig	0,1–1 0,5–3,6	24	1	36	15	1	13	2		2	6
MG0980011	Gabbro, svart, fint medelkornig	0,4–3,7	+	+	38	11	+	42	+		4	5
MG0980012	Monzodiorit, skår, medelkornig, gnejsig	<1,5 1–7	3	11	56	11	+	1	16		11	1
MG0980013A	Granit, grård, fint grovkornig, gnejsig, strökorn	1–4,9	37	33	18	3	+	1	4		3	1
MG0980013B	Granit, röd, fint grovkornig, gnejsig, strökorn	0,5–4,8	37	28	22	4	+	+	4		4	1
MG0980014A	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	0,1–3,5	35	38	19	1	+	4	1		1	2
MG0980014B	Yngre granit, rödgrå, fint medelkornig	0,1–2,8	30	38	27	1	1		1		1	1
MG0980015	Dionit, svart, finkornig	0,2–3	3	1	38	7	4	34	3		4	6
MG0980016	Granit, gråsvart, lätt rödaktigt, grovt medelkornig, gnejsig, strökorn	0,5–4,6	25	28	32	6		2	2		3	2
MG0980017	Vulkant, grård, mkt finkornig, bandad	<0,03										
MG0980018	Vulkant, röd, mkt finkornig	0,01–0,03										
MG0980019	Kvartsmonzodiorit, svart, ställvis rödaktigt, fint medelkornig	0,2–3	6	5	34		2	33	2		5	132
MG0980020	Granodiorit, gråvit, medelkornig, gnejsig, strökorn, omvandlad	0,5–4	30		571	+	+		10		2	1
MG0980021	Tonalit, gråsvart, medelkornig	1–4	32		40	10	1	12	1		2	2
MG0980022	Monzodiorit, röd, fint medelkornig, gnejsig, omvandlad	0,05–1,4	+	15	44				25		15	1
MG0980023	Granit, rödgrå, medelkornig, gnejsig	1–4 10	23		621	2	+	+	2		7	4
MG0980024	Vulkant, röd, finkornig, gnejsig, strökorn	<0,1 <2										
MG0990001	Granit, röd, fint grovkornig (äldre granit)	0,5 1–10	~25	~30	~30	~5	+	+	+		~8	~2
MG0990002	Granit, skår, medelkornig, gnejsig	0,2–0,5 1–7	~25	~30	~30	~5	+	+	+		~8	~2
MG0990003	Vulkant, svart, finkornig, gnejsig, strökorn	0,01–0,1 0,2–3	+	+	~50	~10	+	~25	1		~10	~5
MG0990005	Granit, röd, fint medelkornig, omvandlad (äldre granit)	0,02–0,2 0,5–3	25	20	35	1	2		1		11	5
MG0990006	Granodiorit, grå (svart), medelkornig, jämnkornig, gnejsig	0,2–0,3 1–6	29	12	32	11	1	10	3		1	1
MG0990007	Granit, röd, medelkornig, jämnkornig (äldre granit)	0,1–0,2 0,5–6	36	30	29	2	+	+	+		2	1
MG0990010	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	0,2–0,3 1–8	28	2	37	14	1	11	2		3	2
MG0990011	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	0,2–0,3 1–5	~25	~30	~40	~8	+	~20	+		~5	~2
MG0990012	Granit, röd, grovt medelkornig, jämnkornig, mätligt omvandlad (äldre granit)	0,2 0,5–5	~25	~30	~30	~6	+	+	+		~4	~5
MG0990013	Granit, röd, grovt medelkornig, jämnkornig, kraftigt omvandlad (äldre granit)	0,2 0,5–7	~25	~30	~30	~8	+	+	+		~2	~5~

Prov	Bergart	Kornstorlek	Kvarts	Kalifältspat	Plagioklas	Biotit	Muskovit	Hornblände	Epidot	Kalcit	Klorit	Övrigt
MGO990014	Granit, skär, grovt medelkornig, strökorn (äldre granit)	0,1–0,3 0,5–6	38	19	33	3	2		2		2	1
MGO990015	Granodiorit, gråbröd, medelkornig, jämnkornig, gnejsig	0,1–0,2 0,5–4	28	13	37	2	1	3	2		11	3
MGO990016	Tonalit, (grå)svart, grovt medelkornig, gnejsig	0,2–0,5 1–5	15	+	27	12	1	39	1	+	2	3
MGO990017	Vulkanit, rödbrun, mkt finkornig, tät, strökorn	<0,02 0,2–0,3 0,5–1,5	Mkt tät grundmassa. Måttlig omvandling. Ca 15% strökorn av kvarts, kalifältspat och plagioklas. Grön biotit samt klorit. Strökornen har oregelbundna ytterkonturer. Rvolutisk sammansättning.									
MGO990018	Vulkanit, röd, mkt finkornig, tät, strökorn	<0,02 0,1–0,2 0,5–2	Mkt tät grundmassa. Fragment/partier med varierande kornstorlek. Mycket kraftig omvandling och pigmentering. Rikligt med mikrosprickor. Fåtal små strökorn. Epidot- och kalcitådror. Klorit.									
MGO990019	Granodiorit, gråbröd, medelkornig, jämnkornig, omvandlad	0,1–0,3 0,5–7	29	14	38	3	3	3	3	+	5	2
MGO990020	Granodiorit, gråsvart, fint medelkornig, jämnkornig, gnejsig	0,1–0,2 0,5–5	27	5	34	13	1	8	4	+	6	2
B 421	Granodiorit, gråbröd, grovt medelkornig											
B 422	Vulkanit, mörkgrå-rödgrå, mkt finkornig, strökorn											
B 423	Tonalit, gråsvart, rovt medelkornig, gnejsig											

+ = <0,5%, ~ = uppskattat värde

B 421–B 423 efter Arnbom (1997).

1) Total fältspat

2) Bl.a. pyroxen

Uppsala NV 55 prover + 2 ballastprover från 51 lokaler

Tabell 2.

Prov	Bergart	X-koor- dinat	Y-koor- dinat	Pm	ρ _s g/cm ³	K _k %	LA-tal %	N cm ³	s %	f	RA	ASR	spm	Bergkvalitetsklassning	
														Betong (B)	Järnväg (J)
JOA960053	Granit, röd, grovt medelkornig, ojämnkornig, gnejsig	162390	664186	1	2,62	6,8	12,9				0,2	2	5	1	1
JOA960054	Granodiorit, grårdövsvart, fint medelkornig, gnejsig	161074	663821	1	2,80	9,2	20,6					1	5	1	(1)
JOA960055	Granit, grårdöv, grovkornig, gnejsig, strökorn	160920	664257	1	2,66	6,8	18,4				0,3	3	3	1	1
JOA960056	Amfibolit, svart, finkornig	160920	664257	1	2,95	7,6	8,2					1	1	1	1
JOA960057	Vulkanit, brunröd, mkt finkornig, tät, strökorn	162415	663966	1	2,66	3,5	12,1					4	8	2	1
JOA960058	Vulkanit, brunsvart, mkt finkornig, tät, strökorn, omvandlad	160095	664435	1	2,68	4,5	10					1	10	2	1
MIS960153	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	160521	663290	1	2,85	11,5	10,7				0,1	1	3	1	2
LEP980001	Vulkanit, grårdöv, finkornig, strökorn	162053	663316	1	2,70	5,9	10,7					4	8	1	1
LEP980002	Vulkanit, gråsvart, mkt finkornig, strökorn	160043	664042	1	2,79	7,4	9				0,2	3	3	2	1
LEP980003	Sedimentådergnejs, gråsvart, finkornig	160585	662531	1	2,74	13,1	15,2				0,3	1	7	1	2
LEP980004	Tonalit, gråsvart, medelkornig, gnejsig	160470	662600	1	2,75	13,7	19,4				0,4	1	5	1	2
MG0980005	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	160069	663267	1	2,82	12,5	17				0,2	1	3	1	2
MG0980006	Vulkanit, röd, finkornig	162454	662556	1	2,65	10,3	17,2					1	10	2	2
MG0980007	Vulkanit, röd, finkornig	162456	662614	1	2,68	7,3	13,3					2	10	2	1
MG0980008	Gabbro, gråsvart, fint medelkornig	162241	662903	1	2,92	9,1	12,3					1	3	1	(1)
MG0980009	Granit, gråsvart, medelkornig, gnejsig, strökorn	162300	663086	1	2,68	8,2	16,6				0,2	1	3	1	1
MG0980010	Vulkanit, gråsvart, mkt finkornig, strökorn	162148	663560	1	2,73	5,4	10,8				0,3	4	7	2	1
MG0980011	Vulkanit, grårdöv, mkt finkornig, strökorn	162113	663560	1	2,72	4,8	11,3				0,3	4	7	2	1
MG0980012	Tonalit, gråsvart, medelkornig, gnejsig	162113	664500	1	2,84	12,1	16,6				0,1	1	4	1	2
MG0980013	Gabbro, svart, fint medelkornig	162077	664560	1	2,95	11,1	11,2				0,0	1	3	1	2
MG0980014	Monzodiorit, skår, medelkornig, gnejsig	161995	664962	1	2,84	7,3					0,3	2	3	(1)	(1)
MG0980015	Granit, grårdöv, fint grovkornig, gnejsig, strökorn	161087	664575	1	2,67	8,6	19,8				0,6	2	3	1	1
MG0980016	Granit, röd, fint grovkornig, gnejsig, strökorn	161087	664575	1	2,65	8,7	20,2				0,6	2	3	1	1
MG0980017	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	161430	662854	1	2,81	10,4	16,6					1	2	1	2
MG0980018	Yngre granit, rödgrå, fint medelkornig	161430	662854	1	2,61	8,6						1	2	1	1
MG0980019	Ballast	161665	662596	1	2,77	8,5	15								
MG0980020	Diorit, svart, finkornig	160273	664745	1	2,85	12,2	14,9					1	4	1	2
MG0980021	Granit, gråsvart, lätt rödaktig, grovt medelkornig, gnejsig, strökorn	160626	664930	1	2,66	5,6					0,3	3	3	1	(1)
MG0980022	Vulkanit, grårdöv, mkt finkornig, bandad	161283	664896	1	2,66	13,0	17,8				0,2	2	7	2	1
MG0980023	Vulkanit, röd, mkt finkornig	161358	664128	1	2,91	12,4	4,1					0,4	3	10	2
MG0980024	Kvarsmonzodiorit, svart, ställvis rödaktig, fint medelkornig	161260	663943	1	2,68	6,2	16,3					1	3	1	2
MG0980025	Granodiorit, gråsvart, medelkornig	161045	662953	1	2,83	13,0	17,8				0,2	1		1	2
MG0990001	Monzodiorit, röd, fint medelkornig, gnejsig, omvandlad	161660	663205	1	2,79	11,3	18,6					1		(1)	(1)
MG0990002	Granit, rödgrå, medelkornig, gnejsig	161950	663050	1	2,68	7,3	17,1				0,4	1	3	1	1
MG0990003	Vulkanit, röd, finkornig, gnejsig, strökorn	160468	663873	1	2,64	4,2	13				0,4	1	4	2	1
MG0990004	Granodiorit, grå, medelkornig	160890	663525	1	2,69	6,3						1	1	1	1
MG0990005	Granit, röd, fint grovkornig (äldre granit)			1	2,66	7,6	16,3					1	1	1	1
MG0990006	Vulkanit, svart, finkornig, gnejsig, strökorn			1	2,82	6,4	9,8					3	3	1	1
MG0990007	Granit, röd, fint medelkornig, omvandlad (äldre granit)			1	2,67	5,9					0,3	3	1	1	1
MG0990008	Granodiorit, (grå)svart, medelkornig, jämnkornig, gnejsig			1	2,78	9,6	15,8					1		1	(1)
MG0990009	Granit, röd, medelkornig, jämnkornig (äldre granit)			1	2,64	7,4						2		1	1
MG0990010	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig			1	2,78	11,8	17,3					1		1	2
MG0990011	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig			1	2,84	13,5	19,4					1		1	2
MG0990012	Granit, röd, grovt medelkornig, jämnkornig, mätligt omvandlad (äldre granit)			1	2,66	11,3						1		1	2
MG0990013	Granit, röd, grovt medelkornig, jämnkornig, kraftigt omvandlad (äldre granit)			1	2,65	12,1						2-3		1	2
MG0990014	Granit, skår, grovt medelkornig, strökorn (äldre granit)			1	2,65	7,2						2		1	1
MG0990015	Granodiorit, grårdöv, medelkornig, jämnkornig, gnejsig			1	2,69	9,1							1		1(1)

Prov	Bergart	X-koordinat	Y-koordinat	Pm	ρ_s g/cm ³	K _k %	LA-tal %	N cm ³	s %	f	RA	ASR	spm	Betong (B)	Järnväg (J)	Väg (V)
MG090016	Tonalit, (grå)svart, grovt medelkornig, gnejsig			1	2,85	13,2	17,2					1		1		2
MG090017	Vulkanit, rödbrun, mkt finkornig, tät, strökor			1	2,68	4,4						4		2		1
MG090018	Vulkanit, röd, mkt finkornig, tät, strökor			1	2,66	4,3						4		2		1
MG090019	Granodiorit, röd, medelkornig, jämnkornig, omvandlad			1	2,72	7,3	14,5					2		1		1
MG090020	Granodiorit, gråsvart, fint medelkornig, jämnkornig, gnejsig			1	2,82	8,4	12,9					1		1		1
B 421	Granodiorit, grå-röd, grovt medelkornig	161208	664675		2,76			1,50	51	1,40		1		1		1
B 422	Vulkanit, mörkgrå-rödgrå, mkt finkornig, strökor	162101	663548		2,69			1,36	38	1,42				2		1
B 423	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, gnejsig	161382	662887		2,83			2,37	51	1,42	0,2	3		1		2

Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av proverna för betong, jämväg och väg (se texten).
 * = kvarts-fältspatiska led, * = glimmerrika led, () indikerar tveksam klassificering (Pm) 1–3, se texten "Tekniska analyser".



Fig. 1. Gråsvart välbevarad vulkanit (porfyr). Husbyborg, LEP980001, 8a, 664043/160041.

Greyish black, well preserved volcanic rock (porphyry).



Fig. 2. Gråsvart välbevarad vulkanit (porfyr). Gränhammar, X100, MGO980009, 6e, 663555/162145.

Greyish black, well preserved volcanic rock (porphyry).



Fig. 3. Täkten X100 i vulkanit (porfyr). Gränhammar, X100, MGO980009, 6e, 663555/162145.

Quarry (X100) in volcanic rock (porphyry).



Fig. 4. Sedimentådergnejs. Alsike, LEP980002, 5a, 662530/160482.

Veined paragneiss (sedimentary).



Fig. 5. Gabbro med ljusa pegmatitådror/gångar. 4 km norr om Länna, MGO980011, 9e, 664561/162077.

Gabbro with light pegmatitic veins and dykes.

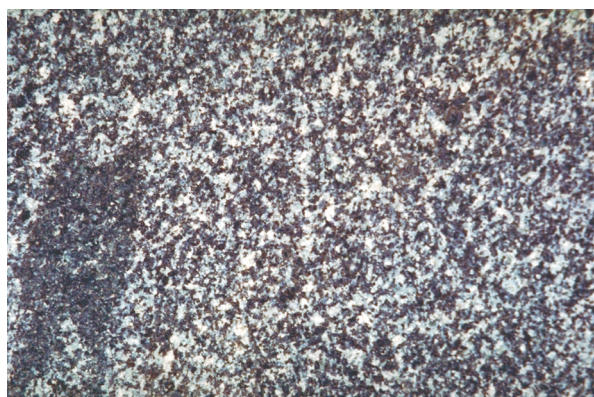


Fig. 6. Tonalit. Olunda, MGO980014, 5c, 662850/161432.

Tonalite.



Fig. 7. Täkt i tonalit. Olunda, MGO980014, 5c, 2850/161432.
Quarry in tonalite.

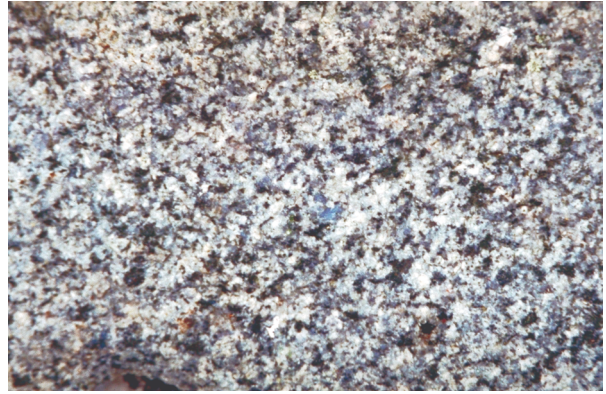


Fig. 8. Granodiorit. Bärby, MGO980020, 7c, 663940/161260.
Granodiorite.



Fig. 9. Folierad granit med strökorn. Hovgården, MGO980013, 9c, 664580/161086.
Foliated granite with megacrysts.



Fig. 10. Täkt i folierad granit. Hovgården, MGO980013, 9c, 664580/161086.
Quarry in foliated granite.



Fig. 11. Folierad röd granit. Ca 3,5 km ONO om Länna, JOA960053, 8e, 664185/162389.
Foliated, red granite.



Fig. 12. Kvartsmonzodiorit. Ca 2,4 km NNO om Bärby, MGO980019, 8c, 664125/161356.
Quartz monzodiorite.

