

Beskrivning till bergkvalitetskartan Kungsörs kommun

Lars Persson, Mattias Göransson,
Lutz Kübler & Malin Sträng



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-785-5

Närmare upplysningar erhålls genom

Sveriges geologiska undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: kundservice@sgu.se
Webbplats: www.sgu.se

Omslagsbild: Glimmerrik vulkanit. Kungsör. LEP000101, Kungsör, 6589300/1516235.
Foto Lars Persson.
Mica-rich volcanic rock.

© Sveriges geologiska undersökning, 2007

INLEDNING OCH METODIK

Arbetet med geologiska undersökningar av Kungsörs kommun ingick i SGUs kartering i skala 1:50 000 inom befolkningstäta områden (jfr Persson & Sträng 2000). Inom detta projekt gjordes sammanställningar av berggrund, bergkvalitet, jordarter, grundvatten, geokemi, maringeologi (främst Mälarens bottnförhållanden) och geofysik. I den mån modern information i skala 1:50 000 fanns (t.ex. berggrunds- och jordartsinformation), gjordes endast sammanställning av denna. Sammanställning av geofysisk information gjordes utifrån de databaser som fanns tillgängliga.

Kommunen är en av Sveriges mindre med ca 8 200 invånare. Huvudort är Kungsör som är ett industrisamhälle med högt läge och bebyggelse som sträcker sig ner mot Arbogaån och Mälaren. I kommunen finns ytterligare en tätort, Valskog, och de båda kyrkbyarna Torpa och Kungs Barkarö.

Större delen av Kungsörs kommun täcks av det berggrundsgeologiska kartbladet 10G Eskilstuna NV (Lundegårdh 1974) samt en liten del av kartbladet 10G Eskilstuna NO. Nykartering har utförts inom det senare området i samband med kartläggningen av Eskilstuna kommun. De områden som tillhör Kungsörs kommun färdigkarterades under år 2000. En sammanställning av berggrunden inom kommunen utfördes liksom provtagning för bergkvalitetskartan under år 2001. Detta har resulterat i en digital berggrundskarta i skala 1:50 000 och en digital bergkvalitetskarta i samma skala. Berggrunden i denna del av Sverige är mycket komplicerad på grund av en mycket kraftig omvandling med nybildning av granit, s.k. migmatitisering. Detta gör att en mycket översiktlig revision gjorts av det berggrundsgeologiska kartområdet 10G Eskilstuna NV, som förberedelse inför och i samband med provtagningen för bergkvalitetsanalys.

Bergkvalitetskartan kompletterar den berggrundsinformation som produceras av SGU för presentation i skala 1:50 000. Samtliga uppgifter om bergarter, mineral och tekniska analysvärden för alla undersökta bergarter samt en användbarhetsklassificering finns lagrade i SGUs databaser. Det huvudsakliga ändamålet med bergkvalitetskartan är att underlätta en utvärdering av det bästa användningsområdet för olika bergarter såsom t.ex. till ballast för väg, järnväg och betong samt att ge förutsättningar för infrastrukturens satsningar både ovan och under jord.

Framställandet av bergkvalitetskartan grundar sig på fältkontroll av de olika bergartsenheter. Några lokaler där provtagning av större kvantiteter berg varit möjlig har undersökts närmare. Totalt har 8 kulkvarns- och 8 Los Angeles-analyser utförts på prov från 6 lokaler. Genom landskapets karaktär med liten blottningsgrad har det varit svårt att ta fler prover.

Bergartsstrukturer som skiffrihet 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 på huvudkartan redovisar sprickriktningar vid de flesta av de speciellt undersökta lokalerna. En tolkning av morfologiska lineament (långsträckta sänkor i naturen) har gjorts på underlag i skala 1:50 000 utgående från Lantmäteriverkets höjddatabas. Det är viktigt att notera att dessa lineament inte nödvändigtvis motsvarar verkliga sprickor, sprickzoner eller förkastningar som följer lineamentens riktning. Det är dock sannolikt att de utgör svaghetszoner som består av sprickor i flera riktningar i berggrunden.

Mätningar av sprickor har gjorts och spricktätheten har 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 häll), vilket är speciellt vanligt i ådergnejsområden, har två eller flera prover benämnda A, B, C osv. tagits. Gammastrålningsmätningar har utförts på de flesta av de ovannämnda lokalerna. Den flygradiometriska kartan och berggrundskartan har legat till grund för val av lokaler för gammastrålningsmätningar på berghällar.

Geofysiska flygmätningar i området omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning samt det elektromagnetiska fältet i VLF-området. Mätningarna inom området är utförda från flygplan på ca 30 m höjd, längs linjer med 200 m avstånd och med ca 40 m mellan mätpunkterna. Magnetanomalikartan och gammastrålningskartan visas i marginalen på huvudkartan.

Den flygmagnetiska anomalikartan samt den elektromagnetiska (VLF-) kartan har använts för tolkning av deformationszoner. Elektromagnetiska (VLF-) data utgör ett utmärkt underlag för uppföljning av elektriska ledare i berggrunden. Dessa kan vara vatten- och lerfyllda svaghetszoner orsakade av sprödtektonik eller grafit- och magnetikisförande bergartsled. VLF-information är mycket värdefull i byggnadsgeologiska och samhällsplanerande arbeten. Det bör noteras att styrkan i den elektromagnetiska anomalin är beroende av, förutom den elektriska ledningsförmågan, även riktningen hos objektet som orsakar anomalin i relation till sändaren. VLF-data som uppmäts med två sändare innebär en riktningsoberoende respons, men dessa täcker dock endast kartområdena 11G Västerås SO och 10G Eskilstuna NO.

Kommunens enda bergtäkt ligger ca 4 km söder om Kungsör vid Nytorp, där det även förekommer flera större grustäkter. Malmbrytning, främst av järnmalm, har skett vid Svarthäll, västsydväst om Kungsör. Husbehovsbrytning av sten (gnejsig granit, yngre granit och pegmatit) har förekommit vid Lockmora skans, Stegrind och Hovgården, Kungs-Barkarö samt av kalksten vid Svarthäll.

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

I geologiskt språkbruk sätts ofta termen meta- framför bergartsnamnet om bergarten är generellt omvandlad, t.ex. metabasit, metavulkanit, metagranit etc. Denna omvandling har i stort sett drabbat alla bergarter förutom de yngre graniterna och pegmatiterna samt diabaserna. Termen meta har dock undvikits i detta sammanhang eftersom omvandlingen inte är bergmekaniskt entydig utan kan innebära både kvalitetshöjning och kvalitetsförsämring.

REGIONAL BERGGRUNDSGEOLOGISK ÖVERSIKT

Berggrunden inom kartområdet utgör en liten del av den vidsträckta, nu kraftigt nedvittrade svekokarelska bergskedjezonen, som omfattar delar av hela östra Sverige och västra Finland (jfr Lundqvist 1979). Leriga och sandiga sediment har omvandlats genom förhöjd temperatur och tryck. De har därvid omvandlats till ådergnejser, vilket innebär att granitiska och pegmatitiska ådror, sliror och partier tillkommit i bergarten. Ungefär samtida vulkaniska bildningar, ca 1 900 miljoner år gamla, har omvandlats på liknande sätt och ligger i nära anslutning till de metasedimentära bergarterna (ådergnejserna). Granitoider med associerade metabasiter är också av tidigorogen svekokarelsk ålder. Dessa har bildats ur framträngande silikatsmältor, s. k. magmor som intruderar i ovannämnda ytbergarter. Deras ålder är omkring 1 900–1 850 miljoner år. Något underlag till ytbergarterna har inte kunnat påvisas. Såväl under vulkanismen som efter graniternas stelning har basaltisk magma i samband med sprickbildning trängt in i berggrunden och stelnat som gångar, s.k. metabasiter. Dessa är i östra Sverige vanligen decimeter- till meterbreda, deformerade, avslitna och amfibolitomvandlade. Deformation och omvandling har drabbat ovannämnda yt- och djupbergarter.

I östra Sverige förekommer rikligt med yngre graniter med tillhörande pegmatit- och aplitgångar. Dessa graniter är vanligen grå, fin- till medelkorniga och oftast helt massformiga. Ställvis kan de ha en skär eller till och med röd färgnyans och benämns i Mälardalen ofta Stockholmsgranit. De har en ålder av ca 1 800 miljoner år. Av ungefär samma ålder (1 770–1 780 Ma; Patchett m.fl. 1987, Öhlander & Romer 1996) är den s.k. Fellingsbrograniten av en vanligen grövre, massformig och strökornsförande intrusion som ligger vid Surahammar och strax norr om Hallstahammar, den s.k. Fellingsbrograniten, dock utanför kommunens gränser.

BERGGRUNDEN I KUNGSÖRS KOMMUN

I Kungsörs samhälle, med utsträckning mot Arbogaån i västsydväst samt mot Valskog och Björskog i västnordväst, ligger ett flera kilometer brett stråk med omvandlade vulkaniter och bergarter som av Lundegårdh (1974) tolkats som omvandlade sedimentära bergarter, dvs. ursprungligen leriga och sandiga sediment, som senare omvandlats (vanligen används prefixet meta för bergartens namn) till s.k. ådergnej-

ser. Det flera kilometer breda stråket går sedan i nordvästlig riktning mot Himmata i Köpings kommun. Stråket har en bredd av mellan 1,5 och 4,5 km. Vid Svarthäll förekommer ett större område med kristallin karbonatsten (marmor), där det dessutom finns nedlagda gruvor med både järn- och sulfidmalmer. De av Lundegårdh (1974) tolkade omvandlade sedimentära bergarterna är framför allt belägna i den norra delen av ytbergartsstråket. Bland dessa ingår enligt Lundegårdh (1974) både kvartsiter och konglomerat. Öster om Kungsör finns på det berggrundsgeologiska kartbladet 10G Eskilstuna NV markerat ett flertal stråk med kraftigt omvandlade (migmatitiserade) vulkaniter. Sådana områden förekommer vid Sköldbo, Höghäll, Öster Säby, Vallby, Malmberga och Ulvhäll. Till stor del har dessa områden markerats som migmatitgraniter eftersom dessa normalt dominerar. I södra delen av kommunen vid Hägerhäll och Lövås förekommer ett stråk med omvandlade sedimentära bergarter. Gnejsiga graniter som i sammansättning varierar från tonalit över granodiorit till granit intar en mycket stor del av kommunens yta. I anslutning till dessa bergarter förekommer gabbro och diorit eller s.k. metabasiter. Dessa har en mycket begränsad utbredning. Yngre, massformiga graniter med pegmatit (grovkornig granit) föreligger i ett flertal mindre förekomster, t.ex. vid Stensborg, Höksta, Kungs-Barkarö och Granö. Ett flertal diabasgångar genomsätter kommunområdet i ost-västliga till västnordvästliga riktningar, främst i områdena söder om Kungsör samt i Sköldbytrakten. Berggrunden är störd av ett antal större rörelsezoner framför allt i södra delen av Mälaren (Galten). Ost-västliga och ostnordostliga riktningar förekommer. För vidare information om berggrunden hänvisas till den digitala berggrundsinformationen i SGUs databaser.

ALLMÄN GEOFYSIK

Över kommunområdet har flygburen geofysisk mätning av jordmagnetfältets totalintensitet och av markens naturliga gammastrålning genomförts i SGUs regi 1971. Elektromagnetiska mätningar saknas än så länge över området.

Variationer i jordmagnetfältet orsakas huvudsakligen av skillnader i bergarternas magnetiska egenskaper. Kartan över jordmagnetfältets avvikelse från dess medelvärde, den s.k. magnetfältsanomalikartan, kan ge information om bergarternas utbredning samt om strukturella drag i berggrunden.

Mycket viktig information om regionala strukturella drag också i den tredje dimensionen mot djupet fås av tyngdkraftsmätningar. Av rent mättekniska skäl utförs dessa huvudsakligen med markbundna instrument. Sammanlagt har 110 tyngdkraftsmätningar gjorts inom kommunen varav över hälften tillkom 1999 med syftet att öka punkttätheten till ca 0,5 punkter per kvadratkilometer.

Länken mellan geofysiska data från mätningar av de s.k. potentialfälten, dvs. jordmagnetfältet och tyngdkraftsfältet, och geologiska observationsdata får man fram genom att mäta bergarternas petrofysiska egenskaper såsom magnetisk susceptibilitet, remanent magnetism och densitet. Provtagning för ändamålet har skett i begränsad omfattning (19 prover från 13 lokaler). Kartor som visar gammastrålningens variation ger en bild av hur de naturligt radioaktiva isotoperna av uran, torium och kalium är fördelade i det översta, cirka 3 dm tunna skiktet av jordtäcket eller bergytan. Dessa uppgifter användes i berggrundskarteringen som hjälpmedel för att ställvis skilja mellan olika bergartstyper eller bergartsled men framför allt för att identifiera områden med risk för förhöjd strålning.

Utöver tolkning av traditionella geofysiska data vid bearbetningen av föreliggande karta har också topografiska höjddata i digital form använts för att analysera uppsprickning av berggrunden och eventuella strukturella drag. Data erhållna från flygmätningar verifieras genom uppföljning på marken med handburna instrument.

Mätningar med gammaspektrometer och scintillometer har utförts på hållar, och parameterprov har tagits för bestämning av bergarternas petrofysiska egenskaper. Dessa mätdata lagras digitalt i olika databaser vid SGU.

BERGGRUNDENS STRUKTURER OCH SPRICKOR

De interna (plastiska) strukturerna i bergarterna (skiffriighet) har främst västnordvästlig till västlig eller nordvästlig riktning. Det är naturligt att en uppsprickning av bergarterna företrädesvis följer dessa riktningar, men i vilken omfattning är oklart. I vissa fall kan dessa zoner vara läkta och utgör därmed ett hållfasthetsmässigt starkare material. Linjära strukturer (stänglighet och veckaxlar), som uppkommit genom deformation av bergarterna, stupar främst brant mot sydost i den västra delen av kommunen och relativt flackt i den östra.

Den tolkning av lineament och svaghetszoner som är gjord med hjälp av höjddatabasen och det geofysiska underlagsmaterialet visar på riktningar i främst nord till nordväst samt nordost och ost till väst. En större deformationszon går längs Hjälmar kanal i nordnordvästlig riktning in i kommunens västliga del vid Gräsnäs. En annan zon i mer eller mindre nord-sydlig riktning stryker från Kungsör längs vägen mot Katrineholm. Ytterligare en i samma riktning går vid Torpa. Flera zoner finns längs Mälarens södra del i främst ost-västliga, västnordvästliga till ostnordostliga riktningar. En sådan går norr om Torpa och en annan från Skillingsudd, norr om Kungsör, norr om Granhammar, söder om Svarthäll och i Arbogaån.

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 metod visade sig inte vara helt tillfredsställande, eftersom de flesta bergartstyperna föll inom intervallet måttlig till tät. Den redovisas dock här eftersom den är tillämplig i andra sammanhang och visar på de möjligheter som finns. Försök har också gjorts att framräkna Q-värdet (jfr Barton m.fl. 1974, Hoek & Brown 1994), vilket används i de flesta underjordsprojekt, en metod som ej heller visat sig helt framgångsrik i skärningar men vidare försök bör provas. I denna undersökning anges uppskattat antal sprickor per meter, om möjligt i tre dimensioner (indexvärde).

TEKNISKA ANALYSER

Bergartsmaterialet har vanligen tagits på platser där tillräckligt med lossprängd sten eller friska blottningar funnits. Provtagning med slägga och spett har skett vid sex lokaler och omkring 70 kg bergmaterial har tagits vid varje lokal. 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 (Pascall Inclyno) enligt FAS-metod 221-98.

Kulkvarns-, Los Angeles- och alkalikiselreaktivitetstester har utförts och redovisas i databaser. I tabell 1 redovisas kulkvarns- och Los Angelesvärden och i tabell 2 mineralsammansättningen hos analyserade prover.

Kulkvarnsanalys (K_k)

Kulkvarnsanalyser 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 spaltvidd 6,3 mm för att avlägsna de flisigaste kornen och erhålla ett flisighetstal (jfr FAS-metod 209-98). Förfarandet motsvarar storproduktionsdrift, där materialet nöts under längre tid. Analys har gjorts på enkelprov. Tidigare analyserades slipvärdet vilket visar tämligen god korrelation med kulkvarnsvärdet. Låga kulkvarnsvärden innebär att bergmaterialet har en hög motståndskraft mot nötning. Vulkaniterna har relativt bra värden. Mera glimmerrika vulkaniter kommer dock att motstå nötning sämre. Vid riktigt höga glimmervärden

Tabell 1. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från Kungsörs kommun för betong, järnväg och väg (se text). ρ_s är korndensitet, K_k är kulkvamsvärde, LA är Los Angeles-värde, m_f är gammaindex, SPM är sprickor per meter, ASR är alkalisitreaktivitet.
Technical analyses and classification of samples from the municipalities of Kungsör as concrete ballast, as railway trackbed ballast, and for pavement constructions (mainly wearing courses). ρ_s = particle density, STT = studded tyre test value, LA = Los Angeles value, m_f = gamma index, JPM = joints per meter, ASR = alkali-silica reactivity.

Prov Sample	Bergartsbeskrivning (fältobservation) Rock description (field observation)	N-S koordinat N-S coordinate		Ö-V-koordinat E-W coordinate		ρ_s g/cm ³ ρ_s g/cm ³	K_k % STT %	LA-värde % LA %		ASR ASR	SPM JPM	Bergkvalitetsklassning Rock quality		
												Betong Concrete	Järnväg Railway	Väg Road
LEP000101	Vulkanit, svart, finkornig	6589240	1516400	2,72	8,9	16,6	2	2	2	2	2	2	2	1
LEP010008	Granit, röd, medelkornig, gnejsig	6586050	1518850	2,62	9,1	24,8	2	2	2	2	2	1	2	(1)
LEP010013A	Granit, röd, medelkornig (neosom)	6584350	1516460	2,61	8,0	26,7	1	5	1	(1)	1	1	(1)	1
LEP010013B	Granit, grå-röd, fint medelkornig, gnejsig	6584350	1516460	2,60	11,2	26,9	1	5	1	(1)	2	1	(1)	2
LEP010013C	Amfibolit, gråsvart, finkornig	6584350	1516460	3,00	13,9	15,5	1	5	1	1	2	1	1	2
MGO010070	Granit, röd, medel- till grovkornig, ströckorn	6587120	1509635	2,63	14,6	19,2	2	5	1	(1)	2	1	(1)	2
MGO010072	Vulkanit, gråsvart, mycket finkornig till finkornig, gnejsig	6593100	1508850	2,70	10,8	16,3	2	2	(1)	2	2	2	(1)	2
MGO010175	Granitoid, grå-röd, finkornig, glimmerfattig	6592664	1503962	2,62	7,9	21,1	2	4	1	1	1	1	1	1

() indikerar tveksam klasstillhörighet.

Tabell 2. Mineralfördelning (volymprocent) och kornstorlek (mm) hos bergarter från kartområdet Kungsörs kommun. Med kornstorlek avses storleksintervallet för huvuddelen av de enskilda mineralkornen som bygger upp bergarten. Det dominerande kornstorleksintervallet anges först. s = mineral som förekommer i liten mängd (<0,2 %).
Modal composition (volume percent) and grain size (mm) of rocks from the map area in the municipality of Kungsör. Grain size refers to the size-fraction of the main part of the individual grains that build up the rock. The dominating grain size-fraction is shown first. s = accessory mineral (<0,2%).

Prov Sample	Bergartsbeskrivning Rock description	Kornstorlek (mm) Grain size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagioklas Plagioclase	Biotit	Muskovit	Hornblende	Epidote	Kalcit	Klorit	Övrigt Other
LEP000101A1	Vulkanit, svart, mycket finkornig, jämnkornig, gnejsig	0,1–0,2	~25	s	~50	s	s	s	s	s	~25 ¹	
LEP000101A2	Vulkanit, gråsvart, mycket finkornig, jämnkornig, gnejsig	0,1–0,2	~25	s	~50	s	s	s	s	s	~5	
LEP010008	Granit, röd, medelkornig, något gnejsig	0,2–0,5 1–5	30	25	37	6	1	s	s	s	1	
LEP0100013A	Granit, röd, fin- till medelkornig, neosom, mass- formig	0,1–0,5 1–5	43	24	28	2	s	s	s	s	3	
LEP0100013B	Granit, röd, fin- till medelkornig, gnejsig	0,1–0,5 0,5–3	32	37	28	s	s	s	s	s	2	1
LEP0100013C	Amfibolit, gråsvart, finkornig, gnejsig	0,1–0,6 1	13	29	28	13	s	42	s	s	s	4
MGO010070	Granodiorit, röd, medel- till grovkornig, ströckorn	0,1–0,2 0,5–1 1–3	28	16	42	3	s	s	s	1	9	1
MGO010071B	Aplit, just grå, finkornig till fint medelkornig	0,2–1 1–3	36	23	35	3	2	s	s	s	1	
MGO010072	Vulkanit, mycket finkornig till finkornig, gnejsig	0,1–0,5	30	8	41	13	1	s	s	s	5	2

¹ klorithalten varierar i olika bergartsskikt

kan kulkvarnsvärdena vara höga (dåliga). De olika granitoiderna har mera moderata värden, dock med variation beroende på kornstorlek, homogenitet och omvandlingsgrad.

Los Angeles-värde (LA-värde)

Analys av LA-värde utfördes vid Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut i Borås (SP). Efter krossning i SGUs Svedala-Arbråcross sändes materialet till SP, där materialet åter krossades i en käftkross av typen Morgårdshammar med påföljande harpsiktning med 6,3 mm spaltvidd. Detta ger ett flisighetstal (samtliga bergartsmaterial) på 1,30–1,40, vilket gör analysresultaten jämförbara. Los Angeles-värdet bestämdes därefter på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt EN 1097-2(Europanorm). Höga LA-värden innebär att bergartsmaterialen är sprött, dvs. har dåliga tekniska egenskaper. Värdena för metavulkaniterna är ganska bra. Variationen är dock större hos granitoiderna, beroende på de faktorer som nämndes i samband med kulkvarnsanalyserna. Ett högt glimmerinnehåll kommer dock att medverka till att bergartsmaterialen motstår slag bättre. De bergarter som erhåller höga LA-värden är grovkorniga pegmatiter och graniter.

Alkalikiselreaktivitet (ASR)

Alkalikiselreaktivitet (ASR) innebär att kisel i bergartsmaterialen reagerar med den starkt alkaliska porlösningen i betongen med bildning av en expanderande gel som följd. Stenmaterialen 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). Vid tunnslipsanalys har kvartsen studerats speciellt. Samtliga prover uppvisar ingen eller sannolikt ingen risk. Normalt bör dock viss försiktighet iakttas med vulkaniter och myloniter (jfr Lagerblad & Trägårdh 1992).

ÖVRIGA ANALYSER

Petrografisk analys

Bergarternas mineralinnehåll och mineralfördelning har bestämts. Speciellt kvarts- och glimmerinnehållet är av betydelse för bergartens egenskaper. Innehållet av sulfider och exempelvis grafit anges. Om sulfidinnehållet är högt, bör en kemisk analys av totalhalten göras, innan materialet används till betong. Några speciella iakttagelser avseende avvikelser som skulle påverka bergkvaliteten har ej gjorts.

Gammastrålningsmätningar på berghällar

Den totala gammastrålningen samt halten av ^{40}K , ^{238}U och ^{232}Th har bestämts med hjälp av scintillometer och gammaspektrometer. Radium- och gammaindex har beräknats för samtliga mätpunkter och lagrats i SGUs databaser. Radiumindex är ett mått på radiuminnehållet i ett material och skall för byggnadsmaterial vara mindre än 1,0 (Åkerblom m.fl. 1990, jfr BFS 1990). Det beräknas genom bestämning av urankoncentrationen i materialet. 16,2 ppm uran motsvarar 200 Bq/kg ^{226}Ra , vilket i sin tur motsvarar radiumindex 1,0.

Gammaindex m_γ är beräknat enligt:

$$m_\gamma = C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200$$

där, C_K , C_{Ra} och C_{Th} är koncentrationen av ^{40}K , ^{226}Ra respektive ^{232}Th , alla i enheten Bq/kg. Den rekommenderade nivån för byggnadsmaterial ska vara $m_\gamma < 2$ (The Radiation Protection Authorities in

Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000). Halterna av kalium, uran och torium redovisas i massandelar och då som procent för kalium och miljondelar (ppm) för uran och torium. Halterna kan omräknas till Bq/kg enligt följande:

1 % K = 313 Bq/kg

1 ppm U = 12,35 Bq/kg

1 ppm Th = 4,06 Bq/kg

Markmätningarna inom Kungsörs kommun har bara i ett fall gett ett radiumindex >1. Bergarten med detta värde är en pegmatit som slår igenom en grå, gnejsig granit.

KVALITETSKLASSNING AV PROVER

En bedömning har gjorts av användbarheten av analyserade bergartsmaterial 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 användning av stenmaterial som spårballast grundar sig på bestämmelser från Statens Järnvägar (1988) och Banverket (1996). Glimmerhalten bör vara låg, då en hög sådan ofta sänker hållfastheten, minskar bergartens förmåga att motstå vittring samt ger olämplig kornform vid alltför höga koncentrationer. Kvartsrika bergarter skall undvikas på grund av arbetsmiljöskäl. Kvartshalten bör ej överstiga 35 %. Sprödhetstalet (11,2–16 mm) får vara högst 50 % (FAS-metod 210-98, Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige). Vattenabsorptionen (Svensk Standard 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 sämre tekniska egenskaper eller hög glimmerhalt vilket bl.a. påverkar frostbeständigheten.

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

En tämligen god positiv korrelation finns mellan sprödhetstal (FAS-metod 210-98) och LA-värde (10–14 mm). Detta gör att sprödhetstalet kan uppskattas med hjälp av det senare. Flisighetstalet ingår inte i klassningsgrunden och har mer fungerat som en styrparameter för att få jämförbara analysprov. Ett uniformt flisighetstal fås genom krossning i flera steg.

Vattenbyggnadssten

Vid användandet av vattenbyggnadssten (grova aggregat som används i vattenmiljö, t.ex. som erosionskydd vid havskust, i sjöar eller vid vattendrag) finns olika krav på bl.a. microDevalvärdet, densitet, tryckhållfasthet och vattenabsorption beroende på vilken typ av hydraulisk miljö som ett bergmaterial skall placeras i (SS-EN 13383-1, Svensk Standard, 2002). Om vattenabsorptionen för ett bergmaterial som ska användas som vattenbyggnadssten överskrider 0,5 % (WA0,5) krävs normalt att en frys–töprovnings (SS-EN 1367-1, Svensk Standard, 2000) utförs. Vattenbyggnadssten skall också vara fri från framträdande diskontinuiteter såsom sprickor, ådror, lamineringar, foliationsplan, bergartskontakter m.m. vilka anses kunna resultera i en uppsprickning av aggregatet i samband med avlastning, utplacering eller belastning.

Betongballast

Kvalitetsklassningen för betong är främst erfarenhetsbaserad. Egenskaper som mineralsammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, kornstorlek, 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 1983, SS 13 21 25). Tre klasser har använts (1–3). Klass 1 omfattar bergarter med normalt goda egenskaper för betongberedning, klass 2-bergarter är av tämligen god kvalitet, men bör ej användas i betongaggressiv miljö utan förprovning. Klass 3-bergarter är av generellt låg kvalitet och bör undvikas eller eventuellt förprovas.

BERGKVALITETSKLASSNING REDOVISAD SOM KARTBILD

Med utgångspunkt från de analyser som gjorts på olika platser och som ansetts representera bergmassan väl har en ytmässig tolkning av bergkvaliteten gjorts. 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 baserar sig 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-värden. Det är dock viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med en detaljundersökning vid prospektering och vid planering för uttag av berg. Provtagningen har, om ej annat anges, omfattat enskilda bergartsled även i täkt. Dessa redovisade resultat överensstämmer följaktligen inte helt med de som erhålls i producerat material.

En del generella slutsatser kan dras av analysuppgifterna. Förekommande vulkaniter är av klass 1, 2 eller 3 beroende på innehållet av mörka mineral. De mera glimmerrika är av klass 3. Yngre graniter som är fin- till medelkorniga är normalt av klass 1. De som är mer grovkorniga och även strömkornförande, t.ex. i östra delen av kommunen, är av klass 2. De gnejsiga granitoiderna är generellt av klass 2 men vid detaljerad undersökning kan säkerligen klass 1-material återfinnas inom kommunen. Detta kan nämligen konstateras vid undersökningar inom Eskilstuna kommun (Göransson 2000). Förekommande grova graniter och pegmatiter är generellt av klass 3. De basiska bergarterna klassificeras vanligen som tillhörande klass 2. Undantag från detta är i första hand mycket finkorniga till finkorniga, yngre diabaser som normalt tillhör klass 1. Även apliter utgör normalt klass 1-material. Diabaser och apliter har dock oftast liten areell utbredning. Kalkstenar har också provtagits i denna undersökning men erfarenheten visar dock att dessa alltid tillhör klass 3.

REFERENSER

- Banverket, 1996: BVF 585.52, *Makadamballast för järnväg*, Janne Malmtoorp, 1996-03-01.
- Barton, N., Lien, R. & Lunde, J., 1974: Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics* 6, 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.
- 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 K.G. Stagg & O.C. Zienkiewicz (red.): *Rock mechanics in*

- engineering practice*, 1–20. John Wiley & Sons.
- Durable concrete structures. Concrete Report No. 1. *Swedish Concrete Association*.
- EN 1097-2: Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2: Methods for the determination of the resistance to fragmentation. *European Committee for Standardization*.
- FAS-metod 209-98: Bestämning av flisighetstal. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*.
- FAS-metod 210-98: Bestämning av sprödhetsstal. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*.
- FAS-metod 221-98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktninganalys. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*.
- FAS-metod 244-98: Bestämning av LT-index. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*.
- FAS-metod 259-98: Bestämning av kulkvarnsvärde. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*.
- Göransson, M., 2000: Krossbergsinventering i Eskilstuna kommun. *Sveriges geologiska undersökning, rapport 08-1055/99*.
- Hoek, E. & Brown, E.T., 1994: Underground excavations in rock. *Inst. of Mining and Metallurgy*. E & FN Spon.
- Lagerblad, B. & Trägårdh, J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. *Cement och Betonginstitutet CBI rapport 4:92*, 74 s.
- Lundegårdh, P.H., 1974: Beskrivning till berggrundskartan Eskilstuna NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 111*, 75 s.
- Lundqvist, T., 1979: The Precambrian of Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 768*, 87 s.
- Patchett, P.J., Gorbatshev, R., Todt, W., 1987: Origin of continental crust of 1.9–1.7 Ga Age: Nd isotopes in the Svecofennian orogenic terrains of Sweden. *Precambrian Research* 35, 145–160.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP, *Sveriges Prov- 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, 32–37.
- Persson, L. & Sträng, M., 2000: Projekt Västra Mälardalen. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 60–62.
- 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.
- Sträng, T., 1996: Geofysiska undersökningar inom ramen för regional berggrundsundersökning. I C-H. Wahlgren (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1995. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 84*, 46–47.
- Svensk Standard 1983: SS 13 21 25: *Betongprovning - Ballast - Korndensitet (hydrostatisk metod) och vattenabsorption*.
- Svensk Standard 2000: *SS-EN 1367-1: Tests for thermal and weathering properties of aggregates – Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing*. Standardiseringen i Sverige, 14 s.
- Svensk Standard 2002: *SS-EN 13383-1: Armourstone – Part 1: Specification*. Standardiseringen i Sverige, 40 s.
- 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.
- 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*, s. 160.
- Öhlander, B & Romer, R.L., 1996: Zircon ages of granites occurring along the Central Swedish Low. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 188, 217–225.

