

Beskrivning till bergkvalitetskartan Köpings kommun

Lars Persson, Mattias Göransson,
& Lutz Kübler



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-784-8

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: Kolsva bergtäkt. Välbevarad vulkanit, LEP010027, norr om Kolsva, 6610600/1501600.
Foto Lars Persson
Kolsva quarry. Well preserved volcanic rock.

© Sveriges geologiska undersökning, 2007

INLEDNING OCH METODIK

Geologisk kartläggning av området som täcker Köpings kommun ingick i SGUs undersökningar i skala 1:50 000 inom befolkningstäta områden (jfr Persson & Sträng 2000, Antal m.fl. 2003). Sammanställning av berggrund, bergkvalitet, jordarter, grundvatten, geokemi, maringeologi (främst Mälarens bottenförhållanden) och geofysik gjordes. I den mån modern information i skala 1:50 000 fanns (t.ex. både berggrunds- och jordartsinformation), gjordes endast en sammanställning av denna. Sammanställning av geofysik gjordes utifrån de databaser som fanns tillgängliga.

Kommunen har ca 25 000 invånare och ytan är ca 607 km², vilket motsvarar 41 invånare per kvadratkilometer. Huvudort är Köping och i kommunen finns ytterligare tätorter som Kolsva och Munktorp. Staden Köping ligger i anslutning till Mälaren (Galten) och har en stor hamn.

Större delen av Köpings kommun täcks av de berggrundsgeologiska kartbladen 10G Eskilstuna NV (Lundegårdh 1974), 11G Västerås SV (Lundegårdh & Nisca 1978), 11F Lindesberg SO (Lundegårdh 1983) och en mycket liten del inom 10F Örebro NO (Gorbatshev 1972).

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 infrastruktur-satsningar både ovan och under jord.

Framställandet av bergkvalitetskartan grundar sig på fältkontroll av de olika bergartsenheter. 14 lokaler där provtagning av större kvantiteter berg varit möjlig har undersökts närmare. Totalt har 16 kulkvarns- och 11 Los Angeles-analyser utförts. Genom landskapets karaktär med ställvis låg 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 uppsprickning lätt sker, t.ex. i samband med sprängning. Stereogrammen på huvudkartan redovisar sprickriktningar vid de flesta av de 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 direkt följer lineamentens riktning. Det är dock sannolikt att de utgör svaghetszoner som består av sprickor i flera riktningar i berggrunden.

Vid lokalerna har mätningar av sprickor skett samt spricktätheten bedömts. Vid ett flertal av dessa lokaler har ca 70 kg bergmaterial provtagits för teknisk analys. I andra områden har ställvis större block för utbörning av kärnor med 45 mm diameter för mätning av punktlastindex (jfr Broch & Franklin 1972, International Society for Rock Mechanics 1985, Brook 1993) tagits, dock ej inom denna kommun. Tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats och petrografisk analys har utförts. I de fall berggrunden varit heterogen (flera bergartsled i samma håll), har två prover benämnda A och B 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.

Över kommunområdet har flygburen geofysisk mätning av jordmagnetfältets totalintensitet och av markens naturliga gammastrålning genomförts i SGUs regi mellan åren 1969 och 1971. Mätningarna är utförda på ca 30 meters flyghöjd längs linjer med 200 m avstånd och med ca 40 m mellan mätpunkterna. Elektromagnetiska mätningar saknas än så länge över området.

Magnetanomalikartan samt den elektromagnetiska (VLF-) kartan används för tolkning av deformationszoner.

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

En aktiv bergtäkt för krossning av vulkanit till makadam finns norr om Kolsva, omedelbart väster om gården Smedängen. Den vulkaniska bergarten där är finkornig och tät med gråsvarta eller rödaktiga

färgtoner. Vulkaniter är ibland heterogena vad avser kvalitet och i denna täkt sker en sortering i slitlagerkvalitet och övrigt. Ett nedlagt stenbrott i pegmatit förekommer i sydvästra delen av kommunen vid Stegrind, sydsydost om Himmata och ett annat ca 3,6 km sydsydväst om Kolsva kyrka nära Kilarna. En rödgrå, fin- till medelkornig, yngre granit har brutits i mindre brott ca 3,5 km ostsydost om Munktorps kyrka. Inom kommunen ligger den berömda fältspatgruvan i Kolsva. Totalt har ca 400 000 ton fältspat och 60 000 ton kvarts tillvaratagits (Lundegårdh 1971). En del av materialet krossas idag och används till väggrus.

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.

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 samtidiga vulkaniska bildningar, ca 1 900 miljoner år gamla, har omvandlats på liknande sätt och ligger i nära anslutning till 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. För vidare information om berggrunden hänvisas till den digitala berggrundsinformation i SGUs databaser.

BERGGRUNDSGEOLOGISK ÖVERSIKT AV KÖPINGS KOMMUN

Ett par ytbergartsstråk med omvandlade både sedimentära och vulkaniska bergarter i huvudsakligen nordnordvästlig riktning ligger inom kommunen, t.ex. i Himmataområdet (9 a–b) och övergår norrut i trakten av Dömsta (0 a) och Stenfallet (1 a) i stora pegmatitområden med däri mindre partier av omvandlade vulkaniter. Ett andra stort ytbergartsstråk som innehåller pegmatiter ligger nära Kolsva (1–2 a). Ett mindre område med omvandlade sedimentära bergarter ligger i Köping med utsträckning mot sydost och Mälaren (0 c, 9 c). I övrigt dominerar gnejsiga graniter och granodioriter sydväst och väster om Köping samt norrut till Odensvi och Munktorp. Det nordvästra hörnet av kommunen intas också av gnejsiga graniter och granodioriter. Strökornsförande varianter förekommer främst i nordväst. Migmatitisering och ådergnejsomvandling är kraftigast i sydost. Tonalit finns endast i mindre områden, t.ex. omedelbart väster om Kolsva.

Basiska bergarter (metabasiter, gabbro och diorit) förekommer i ett par mindre områden, t.ex. öster Ulbosjön, norr om Näverkärret, väster om Odensvi kyrka samt i mindre, utsträckta förekomster från

Tisjön till Mellan-Vålen. Yngre, jämnkornig granit förekommer i större områden väster om Iresjön samt vid Västlandasjön. Massiv av yngre, strömkornsförande granit, s.k. Fellingsbrogranit, finns vid Skedvisjön samt i nordöstra hörnet av kommunen, söder och sydost om Vågsjön. Dessa utgör delar av stora massiv som sträcker sig mot Surahammar respektive Rockhammar och Fellingsbro. Pegmatit är associerad med de yngre graniterna och förekommer rikligt inom kommunen. Större områden finns norr och söder om Kolsva samt i området runt Munktorp. En bred diabasgång går i nordnordvästlig riktning strax öster om Odensvi och en annan väster om Munktorp. Några större krosszoner har samma huvudriktning.

BERGGRUNDENS STRUKTURER OCH SPRICKOR

De interna (plastiska) strukturerna i bergarterna (skiffrighet) har främst västnordvästlig till västlig eller nordvästlig till nordlig riktning (strykning). 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. Den tolkning av lineament och svaghetszoner som är gjord med hjälp av höjddatabasen och det geofysiska underlagsmaterialet visar på riktningar i främst nordväst till nordnordväst och nordost. En mycket kraftig skjuvzon går i nordnordvästlig till nordvästlig riktning genom Kolsva. Den har i viss utsträckning läkts genom nykristallisation av mineral. På flera ställen förekommer vackra kvartsbreccior, t.ex. sydväst om sjön Rölen, norr om sjön Messlängen, sydost om sjön Valsjön, nordost om Lundbysjön och i Köping.

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 i intervallet måttlig till tät. Försök har också gjorts att räkna fram 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. Detta kan endast utföras vid väl blottade väghållar etc., där sprickfrekvensen inom en kvadratmeterstor yta uppskattas.

TEKNISKA ANALYSER

Bergartsmaterialet har vanligen tagits på platser där tillräckligt med lossprängd sten eller friska blottningar funnits. Provtagning har skett med slägga och spett. 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 i en 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; Föreningen för asfaltbeläggningar

Tabell 1. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från Köpings kommun för betong, järnväg och väg (se text). ρ_s är korndensitet, K_k är kulkvarnsvärde, LA är Los Angeles-värde, SPM är sprickor per meter, ASR är alkalisitreaktivitet.
Technical analyses and classification of samples from the municipalities of Köping 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, 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
LEP010012	Metavulkanit, gråsvart, finkornig **	6597820	1504280	2,67	27,2			7	3	3	3
LEP010014	Yngre granit, grågrå, fint medelkornig	6598990	1514600	2,61	11,0	25,6		2	1	(1)	2
LEP010026	Metavulkanit, grå, finkornig **	6596250	1503440	2,66	12,9		3	3	1	1	2
LEP010027	Metavulkanit, gråsvart, tät	6610600	1501600	2,64	5,5	12,6	4	8	1	1	1
LEP010028	Granit, röd, grovporfyrisk, Fellingsbrotyp	6617460	1509900	2,68	20,2	34,0	1	1	3	3	3
LEP010029	Granit, grågrå, ströckorn, gnejsig	6615600	1509580	2,68	11,5	23,1	1	2	1	2	2
LEP010032	Metavulkanit, gråsvart, finkornig **	6608620	1505410	2,69	25,0	26,3	4	8	2	(2)	3
LEP010085	Granit, medelkornig, grågrå, ströckorn, gnejsig	6611450	1491050		19,8		1	3	1	1	2
LEP010086	Granit, grågrå, grovkornig, ströckorn, Fellingsbrotyp	6606620	1491370	2,69	19,5	34,5	1	2	(1)	3	3
MGO010007	Yngre granit, ljusgrå, finkornig till fint medelkornig	6600747	1522318	2,61	10,1	32,9			1	(2)	2
MGO010071A	Granit, ljusgrå, medel- till grovkornig	6597092	1506713	2,63	12,3	34,4			2	(2)	(2)
MGO010071B	Aplit, ljusgrå, finkornig	6597092	1506713	2,62	7,8				1	1	1
MGO020001	Granit, rödgrå, medelkornig, gnejsig	6615206	1505603	2,69	11,5	16,3	2	3-4	1	1	2
MGO020002A	Metavulkanit, grå, finkornig	6611747	1501521	2,65	13,6		4	6	1	3	2
MGO020002B	Metavulkanit, grå, finkornig **	6611747	1501521	2,76	15,8		4	6	1	3	3
MGO020004	Granit, grågrå, medelkornig, ströckorn, gnejsig	6617810	1489547	2,64	7,2		3		1	1	1
MGO020005	Granit, grågrå, grovkornig, ströckorn, stänglig	6616100	1486993	2,69	12,5	22,5	1	2	1	3	2

() indikerar tveksam klasstillhörighet. ** markerar högt glimmerinnehåll

Tabell 2. Mineralfördelning (volymprocent) och kornstorlek (mm) hos bergarter från kartområdet Köpings 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 Köping. 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)	Kvarts Quartz	Kalifältspat Pot.feldspar	Plagioklas Plagioclase	Biotit Biotite	Muskovit Muscovite	Amfibol Amphibole	Epidot Epidote	Kalcit Calcite	Klorit Chlorite	Övrigt Other
LEP010012	Metavulkanit, gråsvart, finkornig, ådrad, gnej- sig	0,2–2	57	1	1	11	30		s	s		
LEP010014	Yngre granit, grå-röd, fint medelkornig	0,2–12 1–6	44	30	23	1	1		s	s	1	
LEP0100021A	Granit, grå-röd, medelkornig, gnejsig	0,1–0,2 0,5–5	32	18	30	9	7		1	s	1	2
LEP0100021B	Yngre granit, grå, finkornig	0,1–0,3 0,5–3	38	22	33	5	s		s	s	2	
LEP010026	Metavulkanit, grå, finkornig, gnejsig	0,05–0,2 0,3–1	36	s	49	10	2				3	
LEP010027	Metavulkanit, gråsvart, flammig, tät	0,05–0,2	~35	~10	~30	~25	s				s	
LEP010028	Granit, grå-röd, grovporfyrisk ¹	0,2–0,5 1–10	32	34	25	4	s		1	s	s	4
LEP010029	Granit, grå-röd, strökm, gnejsig	0,1–0,3 0,5–6	29	12	46	10	s		s		1	2
LEP010032	Metavulkanit, gråsvart, finkornig, gnejsig	0,05–2	36		29	2	21				10	2
LEP010085	Granit, rött, strökm, gnejsig	0,1–0,2 0,5–3	26	28	34	1	1		3	s	7	
LEP010086	Granit, grå-röd, grovporfyrisk ¹	0,5–6	30	26	28	12	s	1	s	s	s	3
MGO010007	Yngre granit, ljus grå, finkornig till fint medel- kornig	0,2–1 1–5	32	36	27	2	s		s	1	2	
MGO020001	Granit, rött, medelkornig, gnejsig	0,05–0,5 1–3	42	7	18	s	25 ²				8	
MGO020002A	Metavulkanit, grå, finkornig	0,02–0,5	45	3	21	20	11		s			~1
MGO020002B	Metavulkanit, grå, finkornig	0,025–0,5	33	5	15	s	9		12		24	~1
MGO020004	Granit, grå-röd, medelkornig, strökm, gnejsig	0,05–0,5 0,5–3	43	35	15	5	s		s		1	
MGO020005	Granit, grå-röd, grovkornig, strökm, stänglig	0,05–1 3–6	28	28	30	1	s	4	2		7	
MGO020009		0,05–1 1–3	33	8	48	11	s		s	s	s	

¹ Fällingsbrotyp

² Muskoviten är troligt nedbrytningsprodukt efter cordierit

i Sverige) som motsvarar storproduktionsdrift, där materialet nöts under längre tid. Analys har gjorts på enkelprov. Låga kulkvarnsvärden innebär att bergmaterialet har en hög motståndskraft mot nötning. Metavulkaniterna har relativt bra värden, dvs. från 5,5 upp till 16 % beroende på glimmerinnehåll, mineralinnehåll och omkristallisation. Mera glimmerrika metavulkaniter kommer dock att motstå nötning sämre och har värden uppemot 25–27 %. De olika granitoiderna har mera intermediära till höga värden, dock med variation beroende på kornstorlek, strömkornshalt, homogenitet och omvandlingsgrad. Yngre, finkorniga graniter, även aplit, kan ha låga (bra) värden medan grövre varianter genast får högre värden.

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. Höga LA-värden innebär att bergartsmaterialet är sprött, dvs. har dåliga tekniska egenskaper. Värdena för metavulkaniterna är ganska bra men variationen är stor. Den är dock än större hos granitoiderna beroende på de faktorer som nämndes i samband med kulkvarnsanalyserna. Ett högt glimmerinnehåll kommer dock att medverka till att bergartsmaterialet motstår slag bättre.

Alkalikiselreaktivitet (ASR)

Alkalikiselreaktivitet (ASR) innebär att kisel i bergartsmaterialet reagerar med den starkt alkalina porlösningen i betongen med bildning av en expanderande gel som följd (jfr Lagerblad & Trägårdh 1992).

Stenmaterialet 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). Kvartsen har studerats i tunnslip. Metavulkaniterna samt någon granit uppvisar klar risk. Normalt bör försiktighet iakttagas med vulkaniter och myloniter (jfr. Lagerblad & Trägårdh 1992).

ÖVRIGA ANALYSER

Petrografisk analys

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

Berggrundens naturliga gammastrålning

Flygburna radiometriska mätningar visar förhöjda uranhalter inom vissa områden (se Karta över markens uranhalt på huvudkartan). Markuppföljningen med gammaspektrometer visar att det bara är en viss del av de förhöjda uranhalterna som härrör från berggrunden.

Gammastrålningsmätningar har utförts på 53 platser inom kommunen. Fyra typer av handburna instrument (scintillometrar) användes av typerna Scintrex BGS-3 och Exploranium GR110 samt gammaspektrometrar av typerna Exploranium GR256 och GR320. Härvid har den totala gammastrålningen samt halten av ^{40}K , ^{238}U och ^{232}Th bestämts.

Strålskyddslagen behandlar strålningsrelaterade frågor i miljön generellt och ger Statens strålskydds-

institut (SSI) myndighet att utforma ramarna för strålningspåverkan och föreskrifter om strålnings-skyddade miljöer. För att underlätta för olika avnämare, som konfronteras med dessa föreskrifter, att inhämta information om naturlig gammastrålning ger bergkvalitetskartan punktvisa uppgifter om gammastrålningen i form av radiumindexet. Detta värde är ett normaliserat värde på mängden sönderfall per sekund (Bequerel, Bq) av radiumisotopen ^{226}Ra i ett kilogram av materialet. Definitionsmässigt motsvaras radiumindex = 1 av 200 Bq/kg eftersom detta är det tillåtna övre gränsvärdet för strålningen i byggnader (Åkerblom m.fl. 1990, jfr. BFS 1990). I normala fall, då jämvikt råder mellan isotoperna i en sönderfallsserie, motsvaras 12,3 Bq/kg av 1 ppm uran, dvs. 16 ppm uran i en bergart ger radiumindex = 1. I framtiden kommer man dock att ta hänsyn också till de två andra isotopernas strålningsbidrag. Detta s.k. gammaindex m_γ motsvarar i princip den normaliserade totalstrålningen och beräknas enligt formeln

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

där, C_K , C_{Ra} och C_{Th} är koncentrationen av ^{40}K , ^{226}Ra respektive ^{232}Th , alla i enheten Bq/kg (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000).

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 denna ofta sänker hållfastheten, minskar bergartens förmåga att motstå vittring samt ger olämplig kornform vid alltför höga koncentrationer. Kvartsrika bergarter ska undvikas på grund av arbetsmiljöskäl. 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, Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige) och LA-värde (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. 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.

Vattenbyggnadssten

Vid användandet av vattenbyggnadssten (grova aggregat som används i vattenmiljö, t.ex. som erosions-skydd 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 samt strålning 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.

DEN YTMÄSSIGA TOLKNINGEN AV BERGKVALITETEN

Med utgångspunkt från de analyser som gjorts på olika platser och som ansetts representera bergmassan 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: 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 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 erhålles i producerat material.

En del generella slutsatser kan dras av analysuppgifterna. Förekommande metavulkaniter är av klass 1 eller 2 beroende på innehållet av mörka mineral. De mera glimmerrika är av klass 2 eller 3. De gnejsiga granitoiderna är generellt av klass 2 men vid närmare detaljerad undersökning kan säkerligen klass 1-material återfinnas. De mera kraftigt omvandlade granitoiderna är dock av klass 3. De yngre graniterna har egenskaper som motsvarar klass 1. De basiska bergarterna (metabasiter) tillhör generellt klass 2. Förekommande aplit liksom diabaser har bra värden men dessa bergarter har liten utbredning. Däremot är existerande grova graniter, amfiboliter och pegmatiter av klass 3.

REFERENSER

- Antal Lundin, I., Hildebrand, L. & Persson, L., 2003: Projekt Västra Mälardalen. / H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2002. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 112*, 85–95.
- 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* 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 sprödhetstal. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*.
- FAS-metod 221-98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys. *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*.
- Gorbatshev, R., 1972: Beskrivning till berggrundskartan Örebro NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 103*, 70 s.
- 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*. Cement och Betonginstitutet, 74 s.
- Lundegårdh, P.H., 1971: *Nyttosten i Sverige*. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 271 s.
- Lundegårdh, P.H., 1974: Beskrivning till berggrundskartan Eskilstuna NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 111*, 75 s.
- Lundegårdh, P.H., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Lindesberg SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 139*, 58 s.
- Lundegårdh, P.H. & Nisca, D., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Västerås SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 122*, 60 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- nings- 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 Rap- porter 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.
- Svensk Standard 1983: SS 13 21 25: *Betongprovning - Ballast - Korndensitet (hydrostatisk metod) och vatten- absorption*.
- Svensk Standard 2000: *SS-EN 1367-1: Tests for thermal and weathering properties of aggregates – Part 1: De- termination 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*, 160 s.
- Öhlander, B & Romer, R.L., 1996: Zircon ages of granites occurring along the Central Swedish Low. *GFF* 188, 217–225.