

Beskrivning till bergkvalitetskartan del av Nynäshamns kommun

Claes Mellqvist, Mehrdad Bastani
& Lena Persson



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-802-9

Omslagsbild: Kraftigt skjuvad eller mylonitiserad dioritoid och granit från Sjöstugan norr om Ragnarök som tidigare tolkats vara av vulkaniskt ursprung. CMT040084 (6547461/1611475). Foto Claes Mellqvist.

© Sveriges geologiska undersökning, 2007
Layout: Therese Blomfelt, SGU

INLEDNING

Bergkvalitetskartan är en tematisk karta som kompletterar berggrundskartorna i skala 1:50 000 framställda av SGU. Det huvudsakliga ändamålet med bergkvalitetskartan är att underlätta en utvärdering av det bästa användningsområdet för olika bergarter, såsom ballast för väg, järnväg och betong.

Nynäshamns kommun täcker en yta av 356 km². Bergkvalitetskartor finns redan utgivna över de nordligaste delarna av kommunen (Persson m.fl. 2002). Inom detta projekt har, i huvudsak, de delar av kommunen som ligger inom kartområdet 9 I Nynäshamn undersökts.

Hela kommunen täcks av moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 (Persson m.fl. 2001, Stålhös 1979a, 1979b och Stålhös 1982a, 1982b) och dessa bedömdes vara så detaljerade att ny berggrundskartering inte var nödvändig.

METODIK

Bergkvalitetskartan grundar sig på en fältkontroll av de dominerande bergartsenheter enligt de befintliga berggrundskartorna. Närmare undersökningar har gjorts av 25 lokaler och från var och en av dessa har 50–70 kg bergmaterial provtagits för teknisk analys. Dessutom har ett prov, MGO000010, inkluderats från tidigare undersökningar i samband med karteringen av 10 I Stockholm SV. Mätningar av sprickplanens riktning har gjorts och spricktätheten har bedömts där detta har varit möjligt. Tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats och petrografisk analys har utförts. Gammastrålningsmätningar har gjorts på samtliga provlokaler.

Stereogrammen i kartmarginalen redovisar sprickriktningarna vid flera av provlokalerna. En tolkning av morfologiska lineament (långsträckta sänkor i naturen) har gjorts på ett underlag i skala 1:50 000 från Lantmäteriets höjddatabas. Det är viktigt att notera att dessa lineament inte nödvändigtvis motsvarar verkliga sprickor, sprickzoner eller förkastningar som är parallella med lineamenten. Det är dock sannolikt att de utgör svaghetszoner som består av sprickor i flera riktningar i berggrunden.

Elektromagnetiska VLF-data samt flygmagnetiska data har använts för tolkning av deformationszoner. Flygelektromagnetiska VLF-data finns enbart över den nordligaste delen av kommunen, kartbladet 10 I Stockholm, och saknas därför över större delen av projektområdet. Från VLF-data framställs en karta över markens ledningsförmåga. Denna utgör ett utmärkt underlag för uppföljning av elektriska ledare, t.ex. spröda deformationszoner (vatten- och lerfyllda svaghetszoner) i berggrunden.

Jorddjup (avståndet till berggrundsytan från markytan) har erhållits från SGUs brunnarsarkiv och redovisas i tre klasser, <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 415 brunnar inom undersökningsområdet. I 34 av dessa är jorddjupet ≥10 m.

ALLMÄN GEOLOGI

Regionens berggrund tillhör den fennoskandiska skölden ("urberget") och domineras av bergarter som bildades under den svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen) för omkring 1960 till 1750 miljoner år sedan. Äldst är svekofenniska ytbergarter (bergarter avsatta på jordytan), som utgörs av sedimentära avlagringar bildade för mer än 1900 miljoner år sedan. Ytbergarterna intruderades av djup- och gångbergarter (intrusivbergarter bildade i jordskorpan) för omkring 1900 till 1850 miljoner år sedan. Djupbergarterna kallas tidigorogent svekokarelska. Ovannämnda bergarter omvandlades genom att de fördes ner till stora djup i jordskorpan och där utsattes för höga temperaturer och tryck (metamorfos) under kulminationen av orogenesen. Lokalt var omvandlingen så stark att bergarterna smälte. Dessa smältor (magmor) gav upphov till en ny generation djup- och gångbergarter som kallas senorogent eller syn- till senorogent svekokarelska. Den äldre berggrunden intruderades dessutom efter orogenesen av flera generationer diabasgångar.

Berggrunden i det undersökta området domineras av metasedimentära bergarter, paragnejser, samt metaintrusiva bergarter av varierande sammansättning. I paragnejsen finns stråk eller linser av kristallin karbonatsten (marmor). Enbart ett fåtal lokaler med senorogen granit och pegmatit finns. Anorogena diabasgångar finns spridda över hela kartområdet.

Svekofenniska ytbergarter

De metasedimenära bergarterna (paragnejserna) har bl.a. beskrivits av Stålhös (1979b, 1982b). De är grå med ibland en ton av mörkt violett orsakad av förekomsten av granat (fig. 1). Bergarten är genomgående åderförgnejsad (på vissa ställen även starkt migmatitomvandlad) omväxlande med kvarts-fältspatådror (både plagioklas och kalifältspat) och biotit. De analyserade proverna som redovisas (fig. 9) innehåller varierande mängder cordierit och granat. Med hänseende till den ådriga strukturen är det svårt att bedöma mineralsammansättningen utifrån ett tunnslipsprov som endast mäter 25 × 20 mm vilket ger värden som till viss del är missvisande. I den västra delen av undersökningsområdet finns partier med kraftigt vittrad paragnejs. Dessa oftast biotit- och pyritrika zoner är tydligt nederoderade och spår efter dessa kan bestå enbart av en rostfärgad hög med sand, vilket kan observeras i en skärning i övre delen av serpentinkurvan på avtagsvägen mot Marsta längs vägen mellan Sorunda och Lisö (8 c, fig. 2).

Kristallin karbonatsten (marmor) förekommer tillsammans med paragnejs som inlagringar eller linser. Inom kartområdet finns två större områden: Stora Vika (7 c, fig. 3) där bergarten brutits för cementtillverkning och Marielund eller Jursta (9 e).

Förekomsten av vulkaniska bergarter finns enbart markerade som enstaka mindre än 100 m tjocka inlagringar tillsammans med kristallin karbonatsten söder om Ösmo (8 d), samt i närheten av Frönäs på Lisö (6 c, se Stålhös 1979a). En förekomst vid Sjöstugan ca 1 km norr om Ragnarök (9 c) besöktes, men omtolkades till en starkt deformerad, tidigorogen intrusivbergart.

Tidigorogena intrusivbergarter

De tidigorogena metaintrusiva bergarterna omfattar mer eller mindre deformerade och omvandlade graniter, granodioriter, tonaliter, dioriter och gabbror, där granodiorit dominerar. Dessa förekommer som större massiva enheter och som veckade linser tillsammans med paragnejs. Bergarterna är i allmänhet tydligt folierade och lokalt åderförgnejsade. Färgen varierar från grå till rödgrå (graniter och granodiori-



Fig. 1. Paragnejs från väghäll väster om Ösmo. Ljusa partier består av i huvudsak kvarts, kalifältspat och plagioklas medan de mörka partierna består av biotit (glimmer) och granat. Bergkvalitetsklass 2 (väg) CMT040022A (6542051/1618105). Foto Claes Mellqvist.



Fig. 2. Paragnejs från väghäll väster om Marsta. Kraftigt vittrad och rostfärgad. Lokalen ej provtagen, CMT040029 (6540274/1613298). Foto Claes Mellqvist.



Fig. 3. Sydöstra delen av Stora Vika kalkstensbrott (bröts av Cementa AB t.o.m. 1981). Bergkvalitetsklass 3 (väg). CMT040030A (6537930/1614668). Foto Claes Mellqvist.



Fig. 4. Kraftigt skjuvad dioritoid som tidigare tolkats vara av vulkaniskt ursprung. Denna klipps av en diabasgång. Från Sjöstugan norr om Ragnarök. Lokalen ej provtagen. CMT040084 (6547461/1611475). Foto Claes Mellqvist.



Fig. 5. Rödgrå, folierad, medelkornig granit från Ragnarök. Bergkvalitetsklass 1 (väg). CMT040013A (6546154/1611993). Foto Claes Mellqvist.

ter) och mörkt grå till svart (tonaliter, dioriter och gabbror). Förekomst av granat ger ofta en violett ton. Porfyrisk granit kan bl.a. observeras i strandhällarna vid västra delen av Ören på Torö (4 d). På Torö finns även några massiv med diorit till gabbro som tydligt syns på den flygmagnetiska kartan.

Graden av omkristallisation varierar och partier med s.k. regenererad gnejsgranit (se Stålhös 1979a) kan på vissa håll få ett massformigt (strukturlöst) utseende. Partier med högre deformationsgrad kan likna en tät vulkanisk bergart (fig. 4, se även omslagsbilden) och har observerats norr om Ragnarök (9 c, se ovan).

Senorogena intrusivbergarter

Området är genomsatt av graniter, huvudsakligen som pegmatitiska gångar men även som mindre, sammanhängande partier. Enligt en uran–bly-datering av kolumbit i en pegmatitgång vid Stora Vika (7 c) har pegmatiten (i alla fall här) en ålder på 1785 ± 3 miljoner år (Romer 1997). Av bergkvalitetsproverna är tre stycken tagna på denna generation intrusivbergarter (CMT040008B, CMT040013A och CMT040025A). Ett av dessa (CMT 040013A, fig. 5), från en liten väghäll i Ragnarök (9 c), utmärker sig tydligt genom att den har klass 1-material med avseende på vägbyggnad, men på grund av högt gammalindex (tabell 1) hamnar den i klass 3 för övriga användningsområden.

Tabell 1. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från undersökningsområdet för betong (B), järnväg (J) och väg (V). A_N = kulkvarnsvärde, LA-värde = Los Angeles-värde, md = Micro-Deval, Ra = Radiumindex, Ga = Gammaindex, ASR = Alkalisilikareaktivitet, spm = sprickor per meter. Koordinater i RTgo.

ID-nr SGU	Bergart	N-S koord	Ö-V koord	Densitet g/cm ³	A _N %	LA-värde %	Md %	Ra	Ga	ASR	spm*	Bergkvalitetsklassning B J V
CMT040004A	Tonalit	6546418	1623570	2,70	16,1	22,1	0,1	0,1	0,9	1	2	1 1 2
CMT040006A	Paragnejs	6547020	1622268	2,74	20,1	31,6	0,3	0,3	2,2	1	1	3 3 3
CMT040007A	Paragnejs	6546668	1621388	2,66	22,1	35,5	0,2	0,2	1,7	1	1	3 3 3
CMT040008A	Granodiorit	6550119	1618186	2,74	16,5	24,9	0,1	0,1	0,4	1	1	1 1 2
CMT040008B	Pegmatit	6550119	1618186	2,61	13,6	30,4	0,3	0,3	0,8	1	1	3 3 3
CMT040009A	Granodiorit	6545207	1617637	2,70	29,0	35,5	0,2	0,2	1	1	2	3 3 3
CMT040010A	Granodiorit	6552843	1618946	2,75	14,3	20,8	0,1	0,1	0,5	1	2	1 1 2
CMT040013A	Granit, yngre	6546154	1611993	2,63	6,9	16,4	0,3	0,3	2,1	2	2	3 3 1
CMT040014A	Granit	6546240	1612170	2,70	13,4	17,2	0,2	0,2	0,9	2	2	1 1 2
CMT040016A	Paragnejs	6544132	1613905	2,68	40,1	27,9	0,1	0,1	0,6	2	2	3 3 3
CMT040018A	Granodiorit	6545034	1622999	2,79	14,3	21,0	0,1	0,1	1	1	2	1 1 2
CMT040020A	Paragnejs	6539549	1624095	2,74	14,6	17,7	0,2	0,2	0,9	2	2**	2 2 2
CMT040021A	Kvartsdiorit	6539031	1617814	2,85	17,5	15,4	0,1	0,1	0,5	1	1	3 3 2
CMT040022A	Paragnejs	6542051	1618105	2,75	14,9	21,6	0,2	0,2	0,7	1	2	1 1 2
CMT040023A	Paragnejs	6543860	1612283	2,69	36,8	31,6	0,2	0,2	0,6	1	3	1 3 3
CMT040024A	Granit	6543160	1612250	2,75	14,7	15,7	0,2	0,2	0,5	2	3	3 3 2
CMT040025A	Granit, yngre	6545948	1625236	2,62	18,8	41,2	0,1	0,1	0,8	1	1	3 3 3
CMT040027A	Paragnejs	6530654	1623060	2,70	16,9	22,0	0,2	0,2	0,9	2	1	1 2 2
CMT040027B	Diabas	6530654	1623060	2,93	7,6	16,2	0,1	0,1	1	1	1	1 1 1
CMT040028A	Granit	6540479	1614729	2,71	23,0	37,0	0,1	0,1	0,9	1	2	1 3 3
CMT040030A	Marmor	6537930	1614668	2,73	47,2	51,8	0,1	0,1	0,1	1	1	3 3 3
CMT040035A	Tonalit	6541094	1619609	2,90	16,5	17,3	0,1	0,1	0,8	1	2	1 1 2
CMT040036A	Paragnejs	6535226	1623662	2,70	20,0	21,8	0,2	0,2	1	2	2	2 2 3
CMT040082A	Kvartsgabbro	6521594	1617596	2,96	19,3	15,9	0,1	0,1	0,3	1	2	1 2 3
CMT040083A	Paragnejs	6524856	1617644	2,77	15,6	21,6	0,1	0,1	0,6	1	1	1 1 2
MGO000010	Paragnejs	6550910	1614820	2,64	11,1		0,3	0,3	0,9	2		1 2 2

* Enligt linjemätningsskema utom lokal MGO000010

** Sprickzoner förekommer med spm på ca 10

Anorogena bergarter

Genom hela området löper ett stort antal anorogena diabasgångar. Dessa stryker i huvudsak i nordvästlig riktning och är markerade på kartan. Enligt Stålhös (1979b) är minst 70–80 % av dessa smalare än tre meter. De som är smalare än en meter dominerar och förekommer som svärmar om något eller några tiotal gånger. Exempel på dessa gångar kan bl.a. ses i skärningarna längs väg 73 strax norr om centrala Nynäshamn i närheten av lokal CMT040036 (7 e, fig. 6).

Nyttosten

Inom projektområdet finns två stenbrott, ett nedlagt kalkbrott vid Stora Vika (7 c, fig. 3) och ett brott i Trollsta väster om Grödbby (9 d, fig. 7) där en folierad granodiorit bryts (fig. 8). Vid Trollsta finns även gångar av pegmatit vilka utgör en liten del av det totala materialet som bryts. Ett antal mindre prospekt på bl.a. kristallin karbonatsten finns i Marielund eller Jursta (9 e) samt på Lisö (6 c, se Wik m.fl. 2005).



Fig. 6. Paragnejs som klipps av diabas. Väghäll norr om centrala Nynäshamn. Bergkvalitetsklass 3 (väg) CMT040036A (6535226/1623662). Foto Claes Mellqvist.



Fig. 7. Trollstatäkten (bryts av Nynäs-Ösmo LBC AB 2004). I täkten bryts en grå, folierad, medelkornig granodiorit. Bergkvalitetsklass 2 (väg). CMT040008A (6550119/ 1618186). Foto Malin Sträng.



Fig. 8. Grå, folierad, medelkornig granodiorit från Trollstatäkten. Bergkvalitetsklass 2 (väg). CMT040008A (6550119/1618186). Foto Malin Sträng.

Mineraliseringar

Ett tiotal mineraliseringar och nedlagda gruvor finns inom projektområdet. Den järnfyndighet som resulterat i störst mängd malm finns på ön Malhuvud (6 d), väster om Nynäshamn, där decimeter- till halvmeterbredda magnetitlager brutits. Vid Uppeby (7 d), ca 4 km nordväst om Nynäshamn, samt i Vidbydal (7 e), ca 1,3 km sydväst om Vidbynäs, finns några gruvor av mindre betydelse där järnmalm brutits (Stålhös 1979b, Wik m.fl. 2005).

Övriga mineral

I kalkbrottet i Stora Vika (7 c) har många fynd av relativt ovanliga mineral gjorts vilket har lockat många mineralsamlare genom åren. De mineral som påträffas är associerade med de metamorfa processer som påverkat kalkstenens och pegmatitgångars sammansättning, främst de pegmatiter som är anrikade på grundämnena niob, yttrium, fluor, litium, cesium och tantal, samt de sällsynta jordartsmetallerna (REE). Bland de mest sällsynta mineralen bör nämnas bityit, ett Li-Be-silikat som inte påträffats någon annanstans i Sverige, samt euhedral zinkhaltig helvin och euhedral milarit (Be-mineral). I den kristallina kalkstenen har euhedral lizardit påträffats, vars bildning är associerad med regional metamorfos (från Jonsson 2000).

ALLMÄN GEOFYSIK

De geofysiska flygmätningarna omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet i VLF-området. Mätningarna är utförda från flygplan längs linjer med 200 m avstånd. I den nordligaste delen av kommunen är mätningarna utförda i nord-sydlig riktning, på 60 meters höjd och med ca 16 m mellan mätpunkterna. I den södra delen av kommunen, inom kartområdet 9 I Nynäshamn, är mätningarna utförda i öst-västlig riktning, på 30 meters höjd och med ca 40 m mellan mätpunkterna. Inom detta område saknas elektromagnetiska VLF-mätningar.

Variationerna i magnetfältet beror framför allt på bergarternas innehåll av magnetiska mineral. Den magnetiska anomalikartan kan ge information om vissa bergarters utbredning samt om strukturella drag i berggrunden. Markmätningar på berghällar visar att granitoiderna inom undersökningsområdet generellt har en låg magnetisk susceptibilitet ($0-30 \times 10^{-5}$ SI-enheter). De högmagnetiska anomalierna orsakas av magnetithaltiga stråk inom paragnejserna samt av bergarter som diorit och gabbro. Massiven med diorit till gabbro, omkring och strax söder om sjön V. Styran samt ute på Torö, har en susceptibilitet som varierar mellan $2\,000$ och $7\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter.

Gammastrålningskartorna ger en bild av hur de naturliga radioaktiva isotoperna uran, torium och kalium är fördelade i det översta (ca 3 dm) skiktet av markytan. Mätningarna är användbara för att identifiera områden med risk för förhöjda radonvärden, samt i vissa fall för att skilja olika bergartstyper.

BERGGRUNDENS STRUKTURER, DEFORMATIONSZONER OCH SPRICKOR

Berggrunden har utsatts för två typer av deformation: 1) plastisk deformation som har resulterat i penetrativ foliation, gnejsighet eller veckning av lagrade eller bandade bergarter samt 2) spröd deformation som har gett upphov till sprickor och förkastningar.

Orienteringen (strykning och stupning) av sprickor som är längre än 0,5 meter med sprickplan som korsar en 10 meter lång profil har mätts på 18 av provlokalerna. Dessa redovisas i stereogram i kartmarginalen. Därefter räknades antalet sprickor utefter linjen, vilket gav spricktätheten i sprickor per meter (spm). Totalt mättes 328 sprickor. Sprickplanen i stereogrammen visar följande huvudsakliga trender (med de dominerande sprickgrupperna först):

Strykning	Stupning
NO	vertikalt till brant mot NV och SO
NV	vertikalt till brant mot NO och SV
NNO	brant mot VNV
N	brant mot Ö och V
V	brant mot N och S

TEKNISKA ANALYSER

Bergartsmaterialet har huvudsakligen tagits i sprängda väghällar. Provtagningen har skett med slägga och spett. Vid varje lokal har 50–70 kg bergmaterial tagits för kulkvarns-, Los Angeles-, micro-Deval- och alkalisilikareaktivitetstester.

Vid provtagningen strävar man efter att täcka in samtliga bergartstyper i området, men lokalerna är även valda efter var det har varit praktiskt möjligt att provta. Vid varje lokal har stor vikt lagts vid att provmaterialet ska vara representativt för området. Totalt har 25 nya prover tagits från 23 lokaler. Gammastrålningsmätning har skett på samtliga lokaler.

Kulkvarnsanalys

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergarternas nötningsmotstånd (dubbdäcksslitage). Analyser har utförts vid MRM AB i Luleå.

Krossning har utförts i en rotationskross med 30 mm utloppsspalt och i en laboratoriekäftkross med en utloppsspalt inställd på 16 mm. Grovsiktning har skett i en maskinskak och finsiktning i en skakapparat enligt FAS-metod 221-02. Den analyserade fraktionen 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) som motsvarar storproduktionsdrift, då materialet nöts under längre tid. Analys har delvis gjorts på enkelprov och delvis på dubbelprov. Kulkvarnsvärdena (A_N) presenteras i tabell 1. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 2.

De metasedimentära bergarterna (marmor och paragnejs) ger de högsta (sämsta) kulkvarnsvärdena, mellan 14,6 % och 47,2 %. De lägsta (bästa) värdena kommer från en yngre granit (6,9 %) samt från diabas (7,6 %, fig. 11).

Tabell 2. Medelvärden av kulkvarnsvärde och Los Angeles-värde för de analyserade bergartsenheterna i det undersökta området.

Bergartsgrupp	Antal prover	Kulkvarnsvärde %		Los Angeles-värde %	
		Spridning	Medelvärde	Spridning	Medelvärde
Diabas	1		7,6		16,2
Pegmatit	1		13,6		30,4
Granit, yngre	3	6,9–18,8	12,9	16,4–41,2	28,8
Granit	3	13,4–23,0	17,0	15,7–37,0	23,3
Granodiorit	4	14,3–29,0	18,5	20,8–35,5	25,6
Tonalit	2	16,1–16,5	16,3	17,3–22,1	19,7
Kvartsdiorit	1		17,5		15,4
Kvartsgabbro	1		19,3		15,9
Paragnejs	8	14,6–40,1	22,3	17,7–35,5	25,7
Marmor	1		47,2		51,8

Los Angeles-analys

Los Angeles-värdet (LA-värdet) är ett mått på bergarternas motstånd mot fragmentering (sprödhet). Analyser har utförts vid MRM AB i Luleå enligt SS-EN 1097-2 (Svensk standard 1998). Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Detta har gett ett flisighetstal för samtliga

bergartsmaterial på 1,30–1,40, vilket innebär att analysresultaten är jämförbara. LA-värdet har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm. Resultaten presenteras i tabell 1. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 2.

De lägsta (bästa) värdena erhöles från prov på en kvartsdiorit (15,4 %). Låga värden är gemensamt för de basiska bergarterna dvs. diabas och kvartsgabbro.

Micro-Devalanalys

Micro-Deval är ett mått på bergarternas nötningsmotstånd. Analyserna har utförts vid MRM AB i Luleå. Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Micro-Devalvärdet har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-1 (Svensk standard 1997a). Provnigen har gjorts med tillsats av vatten.

Inom kartområdet har fem prover analyserats med denna metod. Det lägsta (bästa) värdet kommer från en yngre granit (4,2 %). Det högsta (sämsta) värdena kommer från en kvartsdiorit (13,3 %). Detta korrelerar väl med kulkvarnsvärdena. Resultaten redovisas i tabell 1.

Analys av alkalisilikareaktivitet

Analys av alkalisilikareaktivitet (ASR) har utförts vid Cement och Betong Institutet (CBI). ASR betyder att alkalimetaller i cementen förenas med reaktiv kvarts i stenmaterialet till en alkalisilikagel. Den senare kan i vissa fall expandera och därmed innebära risk för att betongen spricker. Klassningen är gjord enligt RILEM test method AAR-1 (2000): Klass 1 = mycket osannolikt alkalireaktiv, Klass 2 = osäker eller potentiell risk. Resultaten redovisas i tabell 1.

ÖVRIGA ANALYSER

Petrografisk analys

Bergartsprovernas sammansättning och de ingående mineralens mängdförhållanden har bestämts genom punkträkning av omkring 500 punkter på en ca 25 × 20 mm stor yta. Resultaten ges i tabell 3. En sammanställning av mineralfördelningen i magmatiska djupbergarter bergarter från undersökningsområdet redovisas i fig. 9 och för de metasedimentära bergarterna i fig. 10. Speciellt kvarts- och glimmerinnehållet

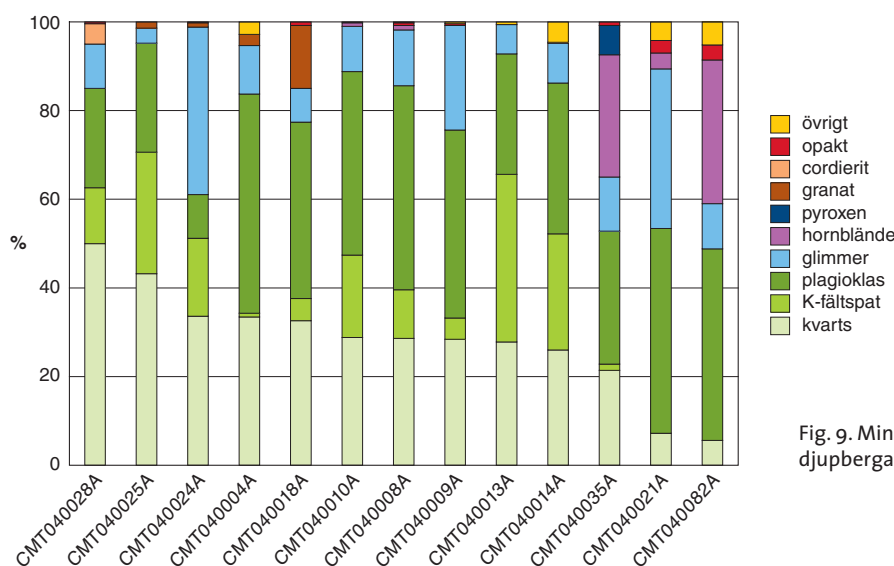


Fig. 9. Mineralfördelningen i magmatiska djupbergarter inom det undersökta området.

är av betydelse för bergarters tekniska egenskaper medan exempelvis sulfidhalten kan få stora konsekvenser för miljön.

Om andelen sulfidmineral är >0,3 % bör bergarten analyseras kemiskt för att bestämma totalhalten av svavel, innan den används till betong. Svavelhalten i en bergart korrelerar normalt mot mängden sulfidmineral. Sulfider som kommer i kontakt med vatten och syre vid t.ex. krossning kan oxidera, varvid pH-värdet i vattnet sänks. Vid låga pH-värden kan även metaller frigöras och gå i lösning i lakvattnet. Lakvatten med lågt pH och höga metallkoncentrationer kan orsaka skador på djur och växtlivet.

Gammastrålningsmätningar

Gammastrålningsmätningar på berghällar kan användas för att identifiera bergarter som kan orsaka risk för förhöjda radonvärden. Bergkvalitetskartan ger punktvisa uppgifter om berggrundens naturliga gammastrålning i form av radiumindex och gammaindex.

Totalt har omkring 240 gammastrålningsmätningar på berghällar utförts på 80 platser inom kommunen. Härvid har den totala gammastrålningen samt halterna av ^{40}K , ^{238}U och ^{232}Th bestämts. Radiumindex och gammaindex har beräknats för samtliga mätpunkter. Radiumindex är ett mått på radiuminnehållet i ett material och ska 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 radium-226, 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 (The Radiation protection authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000). Halterna av kalium, uran och torium 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

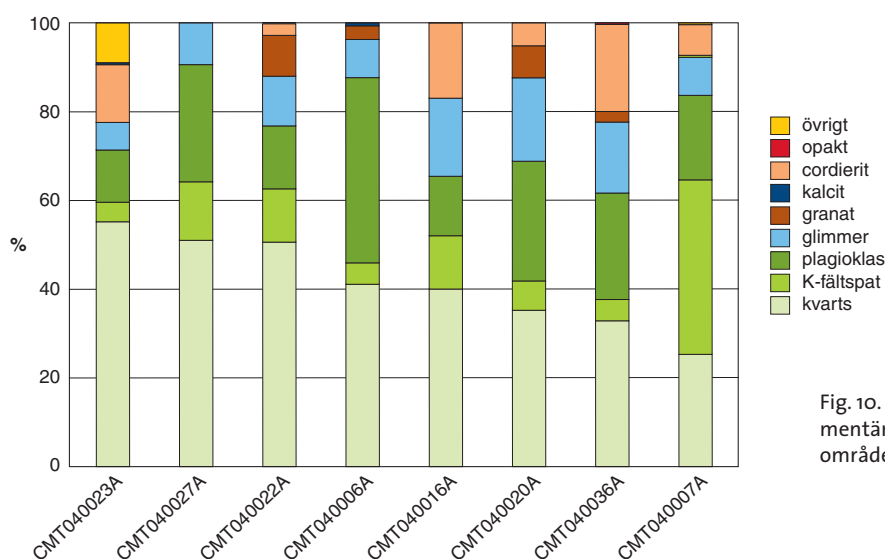


Fig. 10. Mineralfördelningen i metasedimentära bergarter inom det undersökta området.

Tabell 3. Mineralfördelningen (i volymprocent) och kornstorleken hos bergarter från undersökningsområdet.

Id-nummer	Bergart	Kornstorlek	kvarts K-fält- spat		plagioklas	biotit	muskovit	hornblände	olivin	pyroxen	granat	cordierit	sillimanit	sericit	klorit	epidot	kalцит	prehnit	apatit	zirkon	ortit	rutit	opakt	övrigt	Summa
			kvarts	K-fält- spat																					
CMT040004A	Tonalit	Medelkornig	33,4	0,8	42,4	0,8	x				2,5			7,0	10,1	2,2		0,6		x		x			100,0
CMT040006A	Paragnejs	Medel – grovkornig	41,1	4,9	37,3	7,9	0,4				3,1			4,4	0,2	x	0,7			x			x		100,0
CMT040007A	Paragnejs	Medel – grovkornig	25,2	39,3	19,0	7,9	0,7				0,5	6,9		x		0,5				x	x		x		99,9
CMT040008A	Granodiorit	Fin – medelkornig	28,6	11,0	45,6	12,6		1,0						0,4				0,2		x			0,6		100,0
CMT040008B	Pegmatit	Medel – grovkornig	18,0	1,4	60,2	1,6								12,6	4,4	0,2	x	0,8	0,8						100,0
CMT040009A	Granodiorit	Fin – medelkornig	28,4	4,8	41,4	19,0	4,6							1,0				0,4		x			0,4		100,0
CMT040010A	Granodiorit	Fin – medelkornig	28,8	18,6	41,0	10,2		0,8						0,4	x			0,2	x	x					100,0
CMT040013A	(Monzogranit	Fin – medelkornig	27,8	37,8	26,2	6,6	x							1,0	x	0,6		x		x					100,0
CMT040014A	(Monzogranit	Fin – grovkornig	26,0	26,2	30,6	6,8					x			3,4	2,2	1,2	0,8	2,6					0,2		100,0
CMT040016A	Paragnejs	Fin – grovkornig	40,0	12,0	7,0	16,4	1,2					16,8		6,4						x			0,2		100,0
CMT040018A	Granodiorit	Fin – fint medelkornig	32,6	5,0	38,8	6,8					14,2			1,0	0,8			x	x	x			0,8		100,0
CMT040020A	Paragnejs	Fin – grovkornig	35,2	6,6	18,2	18,6					7,2	5,2		8,8	0,2	x				x					100,0
CMT040021A	Kvartsdiorit	Fin – medelkornig	7,2	42,8	34,6			3,6						3,4	1,4	0,2	x	4,0					2,8		100,0
CMT040022A	Paragnejs	Fin – medelkornig	50,6	12,0	11,4	10,6	x				9,2	2,6		2,8	0,6									0,2	100,0
CMT040023A	Paragnejs	Fin – grovkornig	55,2	4,4	11,2	6,2					x	13,0	9,0	0,6		x				x			0,4		100,0
CMT040024A	Monzogranit	Fin – grovkornig	33,6	17,6	8,1	35,4	0,2				1,0			1,8	2,2	x		x	x	x			0,2		100,0
CMT040025A	(Monzogranit	Fin – fint medelkornig	43,2	27,4	20,4	3,0	x				1,4			4,2	0,4			x	x	x			x		100,0
CMT040027A	Paragnejs	Fin – grovkornig	51,0	13,2	25,8	9,4								0,6	x		x			x					100,0
CMT040028A	(Monzogranit	Fin – medelkornig	50,0	12,6	22,2	9,4	0,6					4,6		0,2	x		x	x	x	x			0,4		100,0
CMT040030A	Marmor	Fin – grovkornig	x					1,2									98,8								100,0
CMT040035A	Tonalit	Fin – fint medelkornig	21,4	1,4	26,4	12,2	x	27,6		6,6				3,6						x			0,8		100,0
CMT040036A	Paragnejs	Fin – grovkornig	32,8	4,8	17,4	15,2	x				2,4	19,6		6,6	0,8	x		x	x				0,4		100,0
CMT040082A	Kvartsgabbro	Fin – fint medelkornig	5,6		43,2	10,0	0,2	32,4						x	x		0,2						3,4	5,0	100,0

Kartan över markens naturliga gammastrålning visar ett flertal mindre områden med risk för förhöjd gammastrålning från berggrunden. På Torö finns framför allt två områden med förhöjd gammastrålning, ett i den sydligaste delen samt ett stråk på västra delen av ön. Berggrunden består här av starkt migmatitomvandlad paragnejs och granitoid i kontakt med gabbro och diorit. Gammastrålningsmätningar på berghällar visar att det är de migmatitomvandlade partierna som har kraftigt förhöjda toriumhalter. Ett flertal lokaler har mätts upp där gammaindex överstiger 2,0.

I tabell 4 redovisas resultat från hällmätningarna för olika bergartstyper inom det undersökta området. Uranhalterna är relativt låga för samtliga bergartstyper och inga lokaler med radiumindex >1,0 har påträffats. Toriumhalterna är generellt höga inom det undersökta området. Migmatitomvandlad paragnejs och granitoid har i vissa fall toriumhalter som överstiger 100 ppm. Marmor samt mafiska bergarter som diabas, diorit och gabbro uppvisar mycket låg gammastrålning.

Tabell 4. Resultat från gammastrålningsmätningar på berghällar för olika bergartstyper inom det undersökta området. Spridning samt medelvärde inom parentes.

Bergartsgrupp	Antal obs.	Kalium (%)	Uran (ppm)	Torium (ppm)	Radiumindex	Gammaindex
Diabas	1	1,3	1,1	7,3	0,1	0,3
Pegmatit	2	4,9–5,9 (5,4)	5,2–8,4 (6,8)	3,4–4,4 (3,9)	0,3–0,5 (0,4)	0,8–1,0 (0,9)
Granitoid	29	1,8–5,0 (3,3)	0,8–5,6 (2,7)	6,8–114,3 (31,7)	0,1–0,3 (0,2)	0,4–3,0 (1,1)
Gabbro, diorit	6	1,4–2,3 (1,7)	1,1–3,8 (1,7)	4,9–16,8 (11,4)	0,1–0,2 (0,1)	0,3–0,7 (0,5)
Paragnejs	41	2,1–6,6 (3,4)	0,8–5,5 (2,5)	5,8–108,1 (22,1)	0,0–0,3 (0,2)	0,5–2,7 (0,9)
Marmor	1	0,2	1,2	0,4	0,1	0,1

KVALITETSKLASSNING AV PROVER

En bedömning har gjorts av användbarheten av analyserade bergarter (tabell 1) till betong, järnväg (spårballast) och väg (jfr Persson och Schouenborg 1995, 1996).

Användningsområde betongballast

Kvalitetsklassningen för betong är främst erfarenhetsbaserad. Egenskaper som gammastrålning, mineral-sammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, kornstorlek, förekomst av alkalisilikareaktivt material och sulfider, struktur, kornfogning och kornstorlek har legat till grund för klassningen, se vidare BBK 04 (Boverket 2004), SS-EN 1097-6 (Svensk Standard 1997b) och SS 13 70 03 (Svensk Standard 2004). Tre klasser har använts (1–3). Klass 1 omfattar bergarter med normalt goda egenskaper för betongberedning, klass 2-bergarter har tämligen goda egenskaper men bör ej användas i betongaggressiv miljö utan förprovning och klass 3-bergarter har generellt dåliga egenskaper och bör undvikas eller eventuellt förprovas. Bergarter för högtrafikerade betongvägar, d.v.s. med en materialkvalitet motsvarande den hos kvartsit eller porfyr, bedöms ej finnas i kommunen. Följande generella indelning har använts som utgångspunkt vid klassindelningen för betongballast:

- Klass 1 Bergmaterialet bedöms vara lämpligt som betongballast. Detta innebär låg till moderat glimmerhalt, låg halt av vittringsbenägna och skadliga mineral (sulfider, salter, svällare, alkalisilikareaktiva mineral (RILEM Recommended test method AAR-1 2000), låg porositet, vattenabsorption <1,0. Ballasten ska dessutom ej överstiga 1,0 i radiumindex eller 2,0 i gammaindex.
- Klass 2 Bergmaterialet bedöms kunna användas som betongballast. Radiumindex 0,5–1,0 eller gammaindex 1,0–2,0. Heterogena partier med lokalt förhöjd glimmerhalt (15–30 %). Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
- Klass 3 Bergarten bedöms inte vara lämpligt som betongballast. Den bedöms inte klara kraven enligt ovan.

Användningsområde järnvägsmakadam

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial som spårballast grundar sig på krav uppställda i BVS 585.52 (Banverket 2004). Kraven är en nationell anpassning av produktstandarden för makadamballast för järnvägar SS-EN 13450 (Svensk standard 2000). Glimmerhalten bör vara låg (<25 %), då den vanligen sänker hållfastheten, minskar bergartens förmåga att motstå vittring samt ger olämpliga kornformer vid alltför höga koncentrationer. Kvartsrika bergarter ska undvikas på grund av att de kan orsaka skador på lungorna. Motstånd mot fragmentering ska minst uppfylla kraven för kategori LARB20 (Los Angeles-värde ≤ 20 viktprocent), bestämd på fraktion 31,5–50 mm (vilket ungefär motsvarar ett LA-värde på 30 %, bestämd på 10–14 mm). Vattenabsorptionen (enligt SS-EN 1097-6) får inte överstiga 1 %. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index ska vara lägst 20 (SS-EN 933-4, Svensk standard 2000). Vidare finns krav på kornlängden införda i BVS 585.52 (Banverket 2004). Klassningen av proverna (tabell 1) är gjorda enligt följande:

- Klass 1 Bergmaterialet bedöms vara lämpligt som järnvägsmakadam. Det klarar alla av Banverket (2004) föreskrivna krav för järnvägsmakadam (BVF 585.52): sprödhetstal <50 % alt. LA-värde <30 %, glimmerhalt <15 % (utan olämplig textur som spaltbara glimmerplan), ej kvartsit, vattenabsorption <1 %.
- Klass 2 Bergmaterialet bedöms kunna användas som järnvägsmakadam. Glimmerhalt >15 % alternativt heterogena partier med lokalt kraftigt förhöjd glimmerhalt. Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
- Klass 3 Bergarten bedöms inte vara lämplig som järnvägsmakadam. Den bedöms inte klara Banverkets (2004) föreskrivna krav (BVF 585.52).

Användningsområde vägballast

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial i väg grundar sig på av Vägverket (2004) fastställda krav i ATB VÄG 2004. Klassningen av proverna (tabell 1) är gjorda enligt följande:

- Klass 1 Bergmaterialet bedöms vara lämpligt både som slitlager, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärden <10 % och Los Angeles-värden <30 %. Ej till slitlayerskikt för vägar med höga ÅDT-tal (motorvägar etc.). Då krävs kulkvarnsvärde <7 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
- Klass 2 Bergmaterialet kan användas till färre beläggningstyper för slitlager än klass 1, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärden <18 % och Los Angeles-värden <30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
- Klass 3 Produktion för användning som slitlager och massabeläggningar är starkt begränsad till obefintlig, som bärlager och förstärkningslager är fortfarande möjligt. Kulkvarnsvärden >18 % eller Los Angeles-värden >30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.

Användningsområde skyddssten (i pirar och kajer)

De krav som finns för skyddssten (i pirar och kajer) redovisas i tabell 5 (CIRIA SP 83, jfr CUR 1995). De undersökta bergarternas densitet ligger mellan 2,63 och 3,08 g/cm³ med de högsta värdena för de mafiska bergarterna och de lägsta för metagraniterna (tabell 1). Ingen av de provtagna bergarterna inom kommunen har bedömts ha en hög porositet. Detta innebär att vattenabsorptionen kan förväntas vara under 2 %. Samtliga bergarter inom kommunen bedöms ligga inom klasserna god till mycket god.

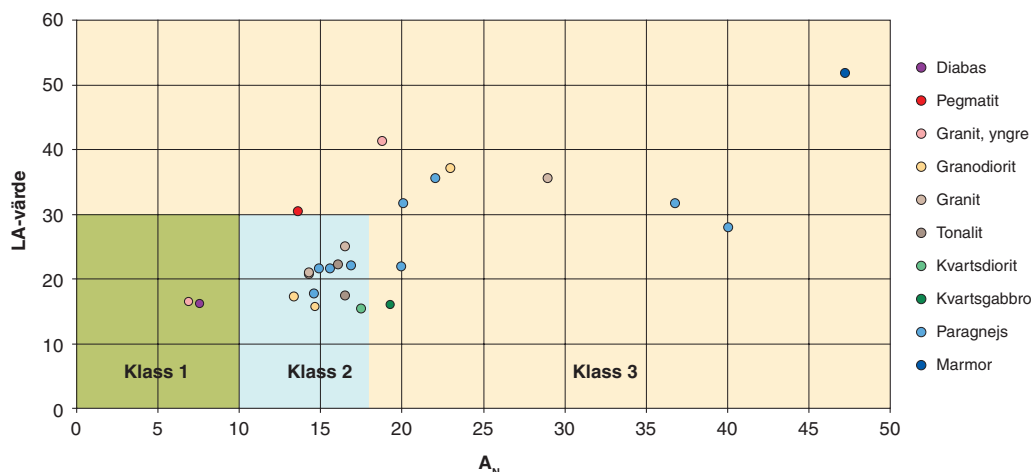


Fig. 11. Samtliga prover från det undersökta området plottade mot kulkvarnsvärdet och Los Angeles-talet. De olika nyanserna i diagrammet visar gränserna för de olika bergkvalitetsklasserna på kartan.

Tabell 5. Krav för skyddssten i pirar och kajer enligt CIRIA SP 83.

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 _{s50} , Mpa	>8,0	4,0–8,0	1,5–4,0	<1,5

SAMMANSTÄLLNING AV BERGKVALITETSKARTAN

Med utgångspunkt från de analyser som gjorts av prover från olika platser och som ansetts väl representera berggrunden inom undersökningsområdet, har en karta över fördelningen av de olika bergkvalitetsklasserna gjorts. Berggrundens heterogenitet gör att sammanställningen är översiktlig, men den kan ändå vara en värdefull riktlinje för användaren. Indelning har gjorts i två bergkvalitetsklasser, nämligen klass 2, mindre god och klass 3, dålig. Denna indelning baseras främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i ATB VÄG 2004 (Vägverket 2004).

Som framgår av analysdata (se fig. 11 samt tab.1 och 2), varierar spridningen av kvalitetsklassningen inom de olika bergartsgrupperna. Berggrunden i området omfattar klass 2- och klass 3-material. Även om två prov är klass 1-material (CMT040013A och CMT040027B) har de en så pass liten utbredning att de av skalmässiga skäl inte kommer med på kartan. Paragnejsområdet i västra delen av kartan är klass 3-material, vilket inte överensstämmer med den bild som ges från bergkvalitetskartan 10I Stockholm SV (Persson m.fl. 2002). Vi anser dock att vi har tillräcklig grund för att revidera den kartbilden. Områden med paragnejs inom klass 2 påträffas framför allt i de östra delarna av området. Samtliga områden med kristallin karbonatsten har klassats som klass 3-material.

De flesta områden med tidigorogena intrusivbergarter är klass 2-material utom i några enstaka fall, t.ex. området kring prov CMT040009A från norra Väggarö (9 d) med s.k. regenererad gnejsgranit (Stålhös 1979) samt graniten vid Marsta (8 c, CMT040028A) som är klass 3-material.

Det är viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med detaljundersökning vid prospektering och planering för uttag av berg. Provtagningen har även i täkter omfattat enskilda bergartstyper. Dessa resultat överensstämmer följaktligen inte helt med de som erhålls i producerat material.

REFERENSER

- Banverket, 2004: *BVS 585.52, Makadamballast för järnväg*. Eva-Lotta Olsson, 2004-09-01, 29 s.
- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. Boverkets författningssamling. *BFS 1990:28, Nr.2. Stockholm*, ISBN 91-38-12510-2.
- Boverket 2004: *BBK 04, Boverkets handbok om betongkonstruktioner*, 271 s.
- 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.
- FAS-metod 209-98: Bestämning av flisighetstal. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 6 s.
- FAS-metod 221-02: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 7 s.
- FAS-metod 244-99: Bestämning av LT-index. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 5 s.
- FAS-metod 259-02: Bestämning av kulkvarnsvärde. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 5 s.
- Jonsson, E., 2000: Mineralogi och geologi i Stora Vika urkalkstensbrott. *Exkursionsguide, Stockholms universitet*, 11 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP, Sveriges Prov- nings- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik, *SP RAPPORT 1995:49*. 42 s.
- 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.
- Persson, L., Sträng, M. & Antal, I., 2001: Berggrundskartan 10I Stockholm, Skala 1:100 000. *Sveriges geo- logiska undersökning Ba 60*.
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist, S. & Sträng, M., 2002: Bergkvalitetskartan 10I Stockholm, Skala 1:100 000. *Sveriges geologiska undersökning Ba 60 Bk*.
- RILEM Recommended test method AAR-1, 2000: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method, *Materials and structures* 36, 480–496.
- Romer, R.L., 1997: U-Pb age of rare-element pegmatites at Stora Vika, SE Sweden. *GFF* 119, 291–294.
- Stålhös, G., 1979a: Berggrundskartan 9I Nynäshamn NV/SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 125*.
- Stålhös, G., 1979b: Beskrivning till berggrundskartan 9I Nynäshamn NV/SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 125*.
- Stålhös, G., 1982a: Berggrundskartan 9I Nynäshamn NO/SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 138*.
- Stålhös, G., 1982b: Beskrivning till berggrundskartan 9I Nynäshamn NO/SO. *Sveriges geologiska undersök- ning Af 138*.
- Svensk standard 1997a: *SS-EN 1097-1: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval)*. Standardiseringen i Sverige. 11 s.
- Svensk standard 1997b: *SS-EN 1097-6 Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption*. Standardiseringen i Sverige. 3 s.
- Svensk standard 1998: *SS-EN 1097-2: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Metoder för bestämning av motstånd mot fragmentering*. Standardiseringen i Sverige. 29 s.
- Svensk standard 2000: *SS-EN 933-4 Ballast – Geometriska egenskaper – Del 4: Bestämning av kornform – LT- index*. Standardiseringen i Sverige. 11 s.
- Svensk Standard, 2003: *SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg*. Standardiseringskommissionen i Sverige, 35 s.
- Svensk Standard, 2004: *SS 13 70 03: Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige*. Standardiseringen i Sve- rige. 16 s.
- Terraproject AB 1995: *Berginventering norra Västmanlands län*. Länsstyrelsen Västmanlands län, Naturvård / miljöskydd nr 1 1995.
- 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 . 80 s.
- Vägverket 2004: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion *ATB VÄG 2004 Publ 2004:111*, 541 s.
- Wik, N.-G., Stephens, M.B. & Sundberg, A. 2005: Malmer, industriella mineral och bergarter i Stockholms län. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 117*, 144 s.
- Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988, reviderad utgåva 1990*, 160 s.

