

Beskrivning till bergkvalitetskartan delar av Finspångs och Norrköpings kommuner

Dick Claeson, Maria Carlsäter,
Sam Sukotjo & Ildikó Antal Lundin



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-801-2

Omslagsbild: Bergtäkt söder om Ekshult. I täkten bryts en grå till rödgrå senorogen granit med bergkvalitetsklass 1 (väg). DCL031190 (6495062/1516007).
Foto: Dick Claeson.

© Sveriges geologiska undersökning, 2007

INLEDNING

Bergkvalitetskartan är en tematisk karta som kompletterar SGUs berggrundskarta i skala 1:50 000. Det huvudsakliga ändamålet med kartan är att underlätta en utvärdering av det bästa användningsområdet för olika bergarter, som t.ex. ballast för väg, järnväg och betong. Delar av Stockholms- och Göteborgs-regionerna är redan utgivna (Persson 1998 a, b, c, Persson m.fl. 1998 a, b, c, Persson m.fl. 2000 a, b, c, Eliasson m.fl. 2003) och andra tätbefolkade områden planeras bli undersökta på ett liknande sätt. Bergkvalitetsundersökningen i Nyköpings- och Finspång–Norrköpingsområdena påbörjades år 2003 och slutfördes år 2005.

Finspång–Norrköpingsområdet omfattar 460 km². I området finns bl.a. orterna Norrköping, Finspång, Skärblacka och Svärtinge.

Berggrundskartorna i skala 1:50 000 9G Katrineholm SV (Wikström 1976), 9F Finspång SO (Wikström 1988, 1991) och 8G Norrköping NV (Kornfält & Lundström 1974, Kornfält 1975) med beskrivningar täcker hela undersökningsområdet. Berggrunden består av prekambrika bergarter ursprungligen bildade för ca 2000 till 900 miljoner år sedan och ett mindre område vid sjön Glan med kambrisk sandsten. I samband med provtagningen har även en revidering av berggrundskartorna utförts (Antal Lundin m.fl. 2004).

METODIK

Bergkvalitetskartan grundar sig på fältkontroll av berggrunden, geofysiska mätningar, tekniska analyser och petrografiska studier av de dominerande bergarterna. Bergartsproverna har i allmänhet tagits i sprängda vägskränningar där de ansetts vara representativa för bergarten och därmed för en större bergvolym. Provtagning har skett med slägga och spett varvid 70–100 kg bergartsprov samlats in vid varje lokal. Totalt har 28 prover tagits.

Dessutom har mätningar av sprickplanens orientering gjorts samt en bedömning av spricktätheten. Polerade tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats och petrografisk analys har utförts. I de fall där berggrunden är heterogen (flera bergartsled i samma håll), har ett prov tagits för att representera bulkegenskaperna i materialet och inte ett specifikt bergartsled. Detta gäller speciellt för ådergnejser. Gammasspektromettermätningar har utförts vid alla provlokaler utom en.

Stereogrammen i kartmarginalen redovisar sprickriktningarna vid flera av provlokalerna. En tolkning av morfologiska lineament (långsträckta sänkor i naturen) har gjorts på underlag i skala 1:50 000 utgående från Lantmäteriets höjddatabank. Det är viktigt att notera att lineamenten inte nödvändigtvis motsvarar verkliga sprickor, sprickzoner eller förkastningar. Det är dock sannolikt att de utgör svaghetszoner som består av sprickor i flera riktningar. Den magnetiska anomalikartan har använts för tolkning av deformationszoner.

Jorddjup (avståndet till berggrundsytan) har erhållits från SGUs brunnarsarkiv och redovisas i tre klasser <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 457 brunnar från databasen. I 48 av dessa är jorddjupet större än eller lika med 10 m.

ALLMÄN GEOLOGI

Berggrunden inom Finspång–Norrköpingsområdet ingår i den svekokarelska bergskedjan. De äldsta sedimentära och vulkaniska bergarterna veckades och intruderades av djupbergarter med granitisk till granodioritisk sammansättning. Därefter omvandlades bergarterna kraftigt under högt tryck och hög temperatur med åderbildning och bildning av migmatitgranit som följd. De basiska bergarterna ombildades till amfiboliter. I samband med omvandlingen bildades aluminiumrika mineral t.ex. sillimanit, andalusit, cordierit och granat. Perioden avslutades med intrusion av granitoider tillhörande Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB). Extension av berggrunden medförde sprickbildning och gångar av

diabas intruderade över hela kartområdet, främst i västnordvästlig och nordvästlig riktning. Diabaserna har olika åldrar. Den yngsta bergarten inom Finspång–Norrköpingsområdet är en kambrisk sandsten nordost om sjön Glan.

I kartområdet finns ett antal äldre gruvhål, främst i vulkaniterna. Järnmalm och sulfidmineraliseringar har brutits i gruvorna. Marmor eller omkristalliserad kalksten förekommer associerat med malmerna.

Deformationen och migmatitiseringen i delar av berggrunden på kartområdet är så kraftig att det ställvis har varit svårt att bedöma vilken den ursprungliga bergarten har varit.

De viktigaste bergartsenheterna i undersökningsområdet anges nedan. Tekniska analyser finns ej av bergarter från följande grupper: marmor eller omkristalliserad kalksten, basisk metavulkanit och aplit.

Ytbergartsgnejs, fin- till medelkornig, huvudsakligen vulkaniskt ursprung

De äldsta bergarterna i undersökningsområdet utgörs av röd till grå, fin- till medelkornig, homogen till bandad, folierad och ådrad ytbergartsgnejs av huvudsakligen vulkaniskt ursprung (fig. 1). Den är generellt sett kraftigt förgnejsad, veckad och ådrad (migmatiserad). Sammansättningen varierar från alkalifältspatryolitisk till dacitisk. Glimmerhalten är vanligen 0 till 10 volymprocent. Ytbergartsgnejserna av vulkaniskt ursprung innehåller ofta små mängder metamorfa, aluminiumrika mineral såsom sillimanit, andalusit, cordierit och granat. Större områden i Finspång–Norrköpingsområdet har omtolkats till att tillhöra denna enhet snarare än den tidigare bedömning som sedimentära bergarter som gjorts på de äldre kartorna (Wikström 1976, Wikström 1988, 1991).

Ytbergartsgnejs, fin- till medelkornig, huvudsakligen sedimentärt ursprung

Ytbergartsgnejserna av sedimentärt ursprung är troligen likåldriga med ovanstående bergarter. Den större mängden av glimmer tolkas som att protoliten har haft ett större innehåll av argillitiskt (lerigt) material. Ytbergartsgnejserna av sedimentärt ursprung innehåller vanligen betydande mängder metamorfa, aluminiumrika mineral såsom sillimanit, andalusit, cordierit och granat. De har också i många fall en onormalt hög kvartshalt för magmatiska bergarter (>60 % vid QAP-bestämning). Bergarterna är grå till gråröda, fin- till medelkorniga, heterogena och bandade, kraftigt förgnejsade, veckade och ådrade (migmatiserade).

I ett område från Borgs vattenverk i Norrköping och västerut, finns en andalusitförande gnejs som varierar mellan att domineras av mörka, glimmerrika sliror och att sakna sliror. Vid Borgs vattenverk kan två separata bergarter urskiljas, glimmerrik metaarenit och glimmerskiffer, vilka bildats genom deformation och metamorfos.



Fig. 1. Migmatitomvandlad gnejs av vulkaniskt ursprung söder om sjön Risten. Bergkvalitetsklass 2 (väg). DCL031160 (6506321/1510791). Foto: Dick Claeson.

Felsisk metavulkanit

I bättre bevarade områden är det vulkaniska ursprunget mycket tydligt (fig. 2). Sammansättningen varierar mellan kvartstrakyt, kvartslatit och ryolit. De är grå till röda och mycket finkorniga till finkorniga. Ställvis finns det horisonter med magnetit- och sulfidmineraliseringar och hydrotermala omvandlingszoner.

Intermediär metavulkanit

Den intermediära metavulkaniten är grå till mörkt grå, mycket finkornig till fint medelkornig och har oftast en dacitisk sammansättning.

Amfibolit

Amfiboliter är kraftigt omvandlade basiska bergarter, vilka kan ha varit basiska metavulkaniter eller gabbroider, men oftast är ursprunget okänt. De är mörkt grå till svarta och fin- till medelkorniga.

Tidigorogena granitoider , vanligen muskovitförande och ställvis porfyrisk

Tidigorogena granitoider är grå till gråröda och medel- till grovkorniga, med sammansättningar varierande mellan monzogranit och tonalit (fig. 3). Granitoiderna är mestadels folierade och har ställvis ögon av kalifältspat.



Fig. 2. Felsisk metavulkanit, Rökstorp. Bergkvalitetsklass 1 (väg). SASo30423 (6501649/1500932). Foto: Sam Sukotjo.



Fig. 3. Tidigorogen granodiorit söder om Lotorp. Bergkvalitetsklass 1,5 (väg). SASo30402 (6511109/1501550). Foto: Sam Sukotjo.

Senorogena granitoider

De senorogena granitoiderna har syenogranitisk, monzogranitisk till tonalitisk sammansättning (fig. 4). De är röda till grå och fin- till medelkorniga. De senorogena granitoiderna varierar en del i utseende, beroende på stora inslag av mer eller mindre välbevarade rester av äldre bergarter. Dessa rester ser man lokalt som slöjlika, flera meter långa inhomogeniteter, oftast mörkare än den senorogena granitoiden på grund av det rikliga innehållet av mafiska mineral.

Granit, tillhörande TMB

Graniter tillhörande TMB är röda till gråröda, fint medelkornig till medelkorniga med en monzogranitisk sammansättning. Dessa graniter är homogena och har allmänt förekommande välformade ströckorn av kalifältspat, samt saknar tecken på deformation.

Magmatiska bergarter, tillhörande TMB, porfyriska

De kalifältspatporfyriska granitoiderna som tillhör TMB är gråröda till rödgrå, medel- till grovkorniga, och ställvis hornbländeförande. Sammansättningen varierar mellan monzogranit, granodiorit och kvartsmonzonit.

I Finspångsmassivets södra delar finns områden där ströckornen av kalifältspat är ljus grå och berggrunden odeformerad, till skillnad från de områden som påverkats av deformation och metamorfos, där kalifältspaten är ljus till mörkt röd (fig. 5).

Pegmatit och aplit

Röd till gråröd, grovkornig, granitisk till alkalifältspatgranitisk pegmatit förekommer som mindre kroppar. Inom Finspång–Norrköpingsområdet förekommer även rikligt med gångar av pegmatit och aplit av olika åldrar.

Diabas

Diabas och metadiabas förekommer som gångar av olika åldrar. Diabasen är vanligen massformig och uppvisar ofitisk textur. Den är mörkt grå till svart och är fin- till medelkornig. I Finspång–Norrköpingsområdet stryker de flesta gångarna i nordvästlig riktning. Under sjön Glan finns en gång som är orien-



Fig. 4. Bergtäkt söder om Ekshult. I täkten bryts en grå till rödgrå senorogen granit. Bergkvalitetsklass 1 (väg). DCL031190 (6495062/1516007). Foto: Dick Claeson.

terad i ostnordost och från Okna i söder till Ysunda i norr sträcker sig en 15 till 20 km lång nord–sydlig diabasgång.

ALLMÄN GEOFYSIK

De geofysiska flygmätningarna över Finspång–Norrköpingsområdet omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet i VLF-området. Mätningarna är utförda från flygplan på ca 30 eller 60 m höjd, längs linjer med 200 m avstånd och med ca 40 m mellan mätpunkterna.

Hela Finspång–Norrköpingsområdet är täckt av magnetiska och radiometrisk flygmätningar. Elektromagnetiska (VLF-) data täcker ca 60 % av områdets yta. VLF-data uppmätt med två sändare, vilket innebär att en signal som är oberoende av riktning erhålles, täcker den södra delen (ca 47 %) av området. VLF-data ger värdefull information om den elektriska ledningsförmågan i marken, huvudsakligen om de brantstående strukturerna. Vidare utgör VLF-data ett utmärkt underlag för uppföljning av spröda deformationszoner (vatten- och lerfyllda svaghetszoner) samt för uppföljning av grafit- och magnetkisförande bergartsled. De kan med stor fördel användas även i hydrogeologiska sammanhang. VLF-information är mycket värdefull vid byggnadsgeologiska arbeten och samhällsplanering.

Lokala variationer i magnetfältet beror framför allt på bergarternas varierande innehåll av magnetiska mineral. Den magnetiska anomalikartan kan ge information om vissa bergarters utbredning samt om strukturella drag i berggrunden.

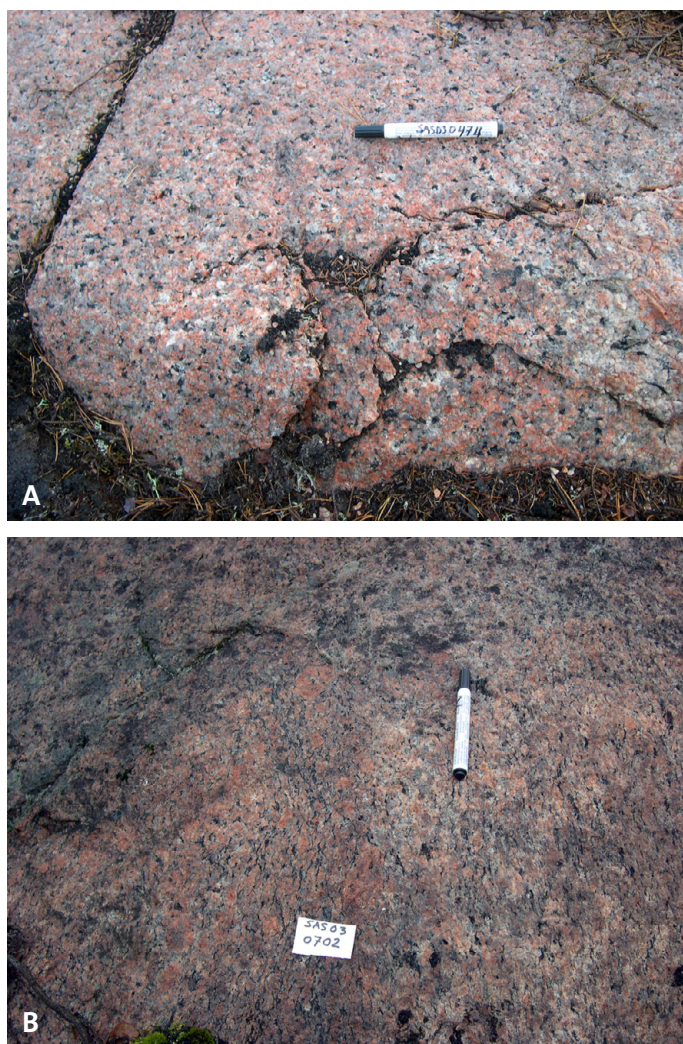


Fig. 5. **A.** Finspångsgranit, massformig vid Lövhagen. Bergkvalitetsklass 3 (väg). SASo30474 (6506374/1497627). **B.** Finspångsgranit, deformationerad, söder om sjön Bleken. Bergkvalitetsklass 3 (väg). SASo30702 (6511643/1495599). Foto: Sam Sukotjo.

Gammastrålningskartorna ger en bild av hur de naturliga radioaktiva isotoperna av uran, torium och kalium är fördelade i det översta, ca 3 dm tunna skiktet, av jordtäcket eller bergytan. Mätningarna är användbara vid berggrundskarteringen för att skilja olika bergarter åt, men framför allt för att identifiera områden med risk för förhöjda radonvärden.

Tyngdkraftsmätningar ger viktig information om regionala, strukturella drag i tre dimensioner. De utförs med markbundna instrument med ett ungefärligt mätpunktsavstånd mellan 1,5 och 3 km. Inom vissa områden har tätare tyngdkraftsmätningar utförts med punktavstånd mellan 150 och 800 m. Flyg-geofysiska mätningar tillsammans med tyngdkraftsmätningar ger viktig information om berggrundens strukturella drag, bergarternas tredimensionella utbredning samt förkastningar och sprickzoner i berggrunden.

Data erhållna från flygmätningar verifieras genom uppföljning på marken med handburna instrument. Markmätningarnas huvudsakliga syfte är emellertid att följa upp anomaliersaken, dvs. att knyta anomalin till ett visst bergartsled samt att ge detaljbilder av anomalier för exempelvis beräkningar av tredimensionella geologiska modeller.

Geofysisk översikt över Finspång–Norrköpingsområdet

Den magnetiska totalfältskartan (se marginalen på huvudkartan) uppvisar varierande magnetiseringsnivåer. I de västra delarna av området framträder de grovporfyriska graniterna tillhörande TMB tydligt på grund av sin i regel höga magnetiserbarhet med ett medelvärde av $1\,300 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Anomalimönstret är något oregelbundet eftersom graniterna genomskärs av spröda deformationszoner, där bergarten tappat magnetisering på grund av oxidering. De gnejsiga grovporfyriska graniterna tillhörande TMB har låga susceptibilitetsvärden, 14×10^{-5} SI-enheter i medelvärde, och motsvarar på den magnetiska anomalikartan det lågmagnetiska, homogena område som ligger nordväst om sjön Glan. Från Kullerstad, vidare sydost mot Ensjön samt nordväst om Finspång framträder två högmagnetiska områden som orsakas av de äldre granodioriterna i området. Medelvärdet för susceptibiliteten för dessa är 955×10^{-5} SI-enheter. Gränsen mellan den äldre granodioriten vid Kullerstad och den norrut angränsande yngre graniten är tydlig på den magnetiska totalfältskartan. Medelvärdet för susceptibiliteten mätt på hällar av graniten tillhörande TMB är 11×10^{-5} SI-enheter. Det lågmagnetiska området runt Skärblacka som framträder på den magnetiska totalfältskartan, orsakas av den postorogena granit som finns inom området. Denna granit har en medelsusceptibilitet på 74×10^{-5} SI-enheter och ett medianvärde på 17×10^{-5} SI-enheter.

Ytbergarterna inom projektområdet är generellt lågmagnetiska med ett medelvärde på 33×10^{-5} SI-enheter, exkluderat området runt Ruda–Gruvängen. Ytbergarterna genomskärs i området runt Ruda–Gruvängen av ett flertal deformationszoner. Området uppvisar en mycket varierande susceptibilitet, mellan $8\,810 \times 10^{-5}$ SI-enheter och 1×10^{-5} SI-enheter.

Under sjön Glan, samt öster och väster om Glan i de lågmagnetiska områdena med ytbergarter och Finspångsgranit, framträder nordvästligt orienterade diabaser. Även norr om sjön Glan framträder ett antal diabaser orienterade i nordvästlig riktning på den magnetiska anomalikartan. Susceptibiliteten på en av dessa diabaser har uppmätts till $3\,400 \times 10^{-5}$ SI-enheter i medeltal. Under sjön Glan syns även en diabas orienterad i ostnordostlig riktning, som sträcker sig från Ysunda i norr söderut till Okna, och vars susceptibilitet är uppmätt till i genomsnitt $1\,600 \times 10^{-5}$ SI-enheter.

BERGGRUNDENS STRUKTURER, DEFORMATIONSZONER OCH SPRICKOR

Berggrunden i Finspång–Norrköpingsområdet domineras av strukturer som stryker i nordvästlig riktning. Större delen av diabasgångarna och deformationszonerna i området följer denna riktning.

I Finspång–Norrköpingsområdet, mellan Össby och Ragnetorp, finns en ca 3 km bred skjuvzon med kraftigt deformerade bergarter i nordvästlig riktning. Deformationen är spröd till halvplastisk med enkla, distinkta myloniter. Längs zonen finns en retrograd bildning av muskovit, vilket ställvis ger intryck

av en skifferliknande bergart. Från sjön Lången till sjön Käxten och från sjön Näfssjö och norrut, finns en minst 3 km bred skjuvzon som utgörs av tunna, tydliga myloniter.

Spricktätheten har bedömts på i stort sett samtliga provlokaler genom att uppskatta antalet sprickor per meter. Två saknas då bergblotningen är av begränsad storlek. Sprickornas orientering (strykning och stupning) var möjlig att mäta på 27 lokaler (totalt 572 sprickor). Vid de övriga provtagningslokalerna var bergblotningarna av begränsad storlek, vilket gjorde att det inte var möjligt att mäta tillräckligt många sprickplans orientering för att få en korrekt information om spricksystemet i berggrunden.

TEKNISKA ANALYSER

Bergartsproverna har i allmänhet tagits i sprängda vägskärningar där de ansetts vara representativa för bergarten och därmed för en större bergvolym. Provtagningen har skett med slägga och spett varvid 70–100 kg bergartsprov samlats in vid varje lokal. Materialet som provtas ska ej vara vittrat, sprängskadat eller onormalt uppsprucket. Totalt har 28 prover tagits från Finspång–Norrköpingsområdet. Kulkvarns-, Los Angeles- och alkalireaktivitetstester samt densitetsbestämningar har utförts på bergartsproverna och redovisas i databaser. Gammastrålningsmätning har skett vid samtliga av dessa lokaler.

Bestämning av nötningsmotstånd – kulkvarnsanalys och micro-Devalanalys

Analyserna av nötningsmotstånd utfördes vid MRM AB, Luleå, enligt svenska standard FAS-metod 259-02 för kulkvarnsvärden och enligt SS-EN 1097-1 för micro-Devalvärden. Resultaten för kulkvarnsvärden presenteras i tabell 1. Låga värden innebär att bergartsprovet har en hög motståndskraft mot nötning. Tidigare analyserades slipvärdet vilket visar tämligen god korrelation med kulkvarnsvärdet.

Spridningen av kulkvarnsvärdena är stor inom varje bergartsgrupp. De lägsta (bästa) värdena har felsisk och intermediär metavulkanit, tidigorogena granitoider och senorogen granit. Högsta (sämsta) värden bland proverna har sedimentgnejs och ögonförande TMB-granit. Liknande resultat ges av micro-Devalanalyserna (tabell 2).

Los Angeles-värde

Analys av Los Angeles-värde (LA-värde) utfördes vid MRM AB, Luleå, enligt den europeiska standarden EN 1097-2. LA-värdet är ett mått på bergartens sprödhet. Höga LA-värde innebär att bergarten är spröd, vilket är en negativ egenskap för t.ex. ballast.

Resultaten presenteras i tabell 1. Spridningen av LA-värdena är, liksom kulkvarnsvärdena, stor inom varje bergartsgrupp. De lägsta (bästa) värdena har felsisk metavulkanit och senorogen granit. Högsta (sämsta) värden bland proverna har sedimentgnejs och ögonförande TMB-granit.

Tabell 1. Medelvärden av kulkvarnsvärde och Los Angeles-värde för de analyserade bergarterna i Finspång–Norrköpingsområdet.

Bergartsgrupp	Kulkvarnsvärde, %			Los Angeles-värde, %		
	Spridning	Medelvärde	Antal prover	Spridning	Medelvärde	Antal prover
Granitoid, tillhörande TMB, porfyrisk	14,5–21,5	19,0	4	20,0–27,8	23,6	4
Granit, tillhörande TMB		9,6	1		20,1	1
Senorogena granitoider	6,7–7,5	7,2	3	14,7–18,4	16,0	3
Tidigorogena granitoider, vanligen muskovitförande	7,7–12,5	10,3	5	15,8–18,6	17,1	5
Intermediär metavulkanit	7,4–16,2	12,4	6	12,3–19,4	16,3	6
Sur metavulkanit	8,7–15	10,8	6	14,6–23,6	17,1	6
Ytbergartsgnejs, fin- till medelkornig, huvudsakligen sedimentärt ursprung	11,2–30,9	19,5	3	13,4–24,8	17,9	3

Tabell 2. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från Finspång-Norrköpingsområdet för betong (B), järnväg (J) och väg (V). A_N = kulkvarnsvärde, LA-värde = Los Angeles-värde, Micro- Deval, Ra = Radiumindex, Ga = Gammaindex, ASR = Alkaliskalkreaktivitet, sp/m = sprickor per meter.

ID-nr SGU	N-S-koordinat	Ö-V-koordinat	Bergart	Korn-densitet	A _N	LA-värde	micro-Deval	Ra	Ga	ASR	sp/m	B	J	V
DCL031146A	6503623	1518092	paragnejs, grå–rödgrå, finkornig till medelkornig	2,78	30,9	24,8	0,17	0,7	0,7	1	1–2	3	3	3
DCL031160A	6506321	1510791	intermediär metavulkanit, dact, grå till mörkt grå, finkornig till fint medelkornig	2,81	11,6	12,3	0,1	0,3	0,3	2	1–2	2,5	2,5	2
DCL031174A	6499776	1523824	intermediär metavulkanit, dact, grå till mörkt grå, mycket finkornig till fint medelkornig	2,74	13,0	17,4	0,19	0,6	0,6	1	1–3	2,5	2,5	2
DCL031186A	6493546	1521491	senorogen syeno-monzogranit, grå–rödgrå, fint medelkornig till medelkornig	2,65	6,7	14,7	0,32	1,1	1,1	3	0–1	3	1	1
DCL031187A	6492778	1521128	gnejsgranit, grå–röd, medelkornig	2,70	10,8	16,5	0,31	0,8	0,8	1	1–3	1,5	1,5	1,5
DCL031190A	6495062	1516007	senorogen granit, grå–rödgrå till just grå, fint medelkornig	2,64	7,4	14,8	5	0,51	1,1	1	3–10	1	1	1
DCL031191A	6493535	1515439	gnejsgranit, grå–grå–röd, medelkornig	2,68	7,7	15,8	0,24	0,7	0,7	1	1–5	1	1,5	1
DCL031212A	6495858	1505303	monzogranit, tillhörande TMB-sviten, grå–röd, fint medelkornig till medelkornig	2,64	9,6	20,1	0,25	1,1	1,1	1	1–3	1,5	1	1
DCL031228A	6494757	1511888	gnejsgranit, grå–rödgrå, medelkornig	2,70	10,1	17,7	7	0,22	0,6	1	0–1	1,5	1	1
DCL031229A	6496379	1501818	monzogranit, tillhörande TMB-sviten, ögonförande, grå–röd–rödgrå, medelkornig till grovkornig	2,79	19,9	27,8	0,15	0,65	1	1–3	3	2	2	2,5
DCL031238A	6498859	1501981	felsisk metavulkanit, kvartslatit, rödgrå till mörkt grå, finkornig till fint medelkornig	2,78	12,9	14,6	0,15	0,74	1	1–3	2	2,5	2	2
DCL031247A	6499564	1500414	felsisk metavulkanit, kvartstrakt, grå–röd, finkornig till fint medelkornig	2,67	9,6	15,8	7	0,16	0,9	1	1–2	1	1	1
DCL031259A	6496822	1518479	ortognejs, metaarenit, grå till mörkt grå, mycket finkornig till finkornig	2,71	16,4	15,6	0,25	0,8	0,8	2	5–10	3	3	2
SAS030402A	6511109	1501550	gnejsgranodiorit, grå, medelkornig	2,71	10,3	16,8	7	0,14	0,75	1	0	2	2	1,5
SAS030407A	6510021	1494580	metasediment, grå, finkornig	2,72	11,2	13,4	0,11	0,64	1	1–2	3	3	3	2,5
SAS030410A	6511881	1495974	granodiorit, tillhörande TMB-sviten, rödgrå, grovkornig, grovporfyrisk	2,68	14,5	20,0	0,33	0,85	1	10	2	2	3	2,5
SAS030416A	6502083	1505760	intermediär metavulkanit, dact, grå, finkornig	2,70	16,2	19,4	0,23	0,8	0,8	1	2	2,5	2,5	2
SAS030423A	6501649	1500932	felsisk metavulkanit, alkalifältspatryolit, just grå, finkornig	2,64	8,7	15,0	6	0,25	1,05	3	8	3	1,5	1
SAS030424A	6504768	1506816	granit, tillhörande TMB-sviten, grå, grovkornig, grovporfyrisk	2,72	19,9	25,9			1	1	3	3	3	3
SAS030425A	6509331	1507214	felsisk metavulkanit, ryolit, röd, fint medelkornig	2,64	9,0	18,1	0,48	1,2	1,2	1	5	1	1	1
SAS030426A	6511317	1507409	gnejsgranit, rödgrå, fint medelkornig	2,68	12,5	18,6	0,45	0,97	0,97	1	ej mätt	2	2	2
SAS030428A	6505223	1499135	felsisk metavulkanit, ryolit, just grå, finkornig	2,69	9,6	15,5	0,1	0,37	0,1	0,37	1	6	1	1
SAS030431A	6504471	1505530	intermediär metavulkanit, dact, grå, finkornig	2,67	7,4	16,2	5	0,17	0,65	1	1–2	1	2	1
SAS030439A	6507038	1509509	intermediär metavulkanit, dact, grå, finkornig	2,74	11,5	14,0	0,16	0,72	0,72	1	5	2,5	2,5	2
SAS030463A	6511744	1502803	granodiorit, tillhörande TMB-sviten, grå, grovkornig, grovporfyrisk	2,68	21,5	20,8	0,2	0,98	0,98	3	1	3	3	3
SAS030468A	6506157	1499597	intermediär metavulkanit, dact, grå, finkornig	2,71	14,9	18,6	0,23	0,89	0,89	1	15	2	2,5	2
SAS030479A	6512454	1504643	senorogen monzogranit, röd, medelkornig, ojämnkornig	2,62	7,5	18,4	0,41	0,86	0,86	1	4	1	1	1
SAS030485A	6501249	1498574	felsisk metavulkanit, ryolit, rödgrå, finkornig	2,67	15,0	23,6	0,15	0,66	0,66	1	4	2	2	2

Alkalikiselreaktivitet (ASR)

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 sämre egenskaper hos betongen. Klassningen är gjord enligt RILEM test method AAR-1 (2000): klass 1 = mycket osannolikt alkalireaktiv, klass 2 = osäker eller potentiell risk, klass 3 = mycket sannolikt reaktiv. Resultaten presenteras i tabell 2.

I Finspång–Norrköpingsområdet är en senorogen granit (DCL031186A), en felsisk metavulkanit (SAS030423) och en TMB-granodiorit (Finspångsgranit, SAS030463) klassade i 3, en metaarenit (DCL031259A) och en intermediär metavulkanit (DCL031160A) i 2 och övriga prover är av klass 1.

ÖVRIGA ANALYSER

Petrografisk analys

Bergarternas mineral, deras mängdförhållande på en ca 20 × 25 mm stor yta (500–1 000 punkter), mikrostrukturer och mikrotexturer har bestämts med transmissionsmikroskopi vid SGU. Speciellt kvarts- och glimmerinnehållet och deras texturella uppträdande är av betydelse för bergartens egenskaper. Resultaten återfinns i tabell 3.

Innehållet av sulfider har inte kvantifierats men om opakmineralhalten är hög bör detta göras innan bergarten används till betong. Grafit har ej påträffats i den undersökta berggrunden.

I kartområdet finns ett större antal äldre gruvhål, främst i vulkaniter. Järnmalm och sulfidmalm har brutits i gruvorna. Sulfidmineralinnehållet bör särskilt beaktas vid prospektering eller planering för brytande av bergmaterial i dessa områden.

Gammastrålningsmätningar

Gammastrålningsmätningar på berghällar utförs inom berggrundskarteringen för att identifiera områden med risk för förhöjda radonvärden. Genom sina 15 miljö kvalitetsmål har regeringen med delmålet *Säker strålmiljö* gett direktiv om hur människan ska skyddas mot skadlig strålningspåverkan i byggnader och alla övriga slags anläggningar. Strålskyddslagen behandlar strålningsrelaterade frågor i miljön generellt och ger Statens strålskyddsinstitut (SSI) i uppdrag att utforma ramarna för strålningspåverkan och föreskrifter om strålningsskyddade miljöer. För att underlätta för olika avnämare som konfronteras med dessa föreskrifter att inhämta information om naturlig gammastrålning, ger bergkvalitetskartan punktvisa uppgifter om berggrundens naturliga gammastrålning i form av radiumindex och gammaindex.

Gammastrålningsmätningar på berghällar har utförts på 122 platser inom området. Härvid har den totala gammastrålningen samt halten av K-40, U-238 och Th-232 bestämts. Radiumindex och gammaindex har beräknats för samtliga mätpunkter och lagrats i SGUs databaser.

Radiumindex är ett mått på radiuminnehållet i ett material och ska för byggnadsmaterial vara mindre än 1,0 (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. Inom Finspång–Norrköpingsområdet har ca 1 % av samtliga hållmätningar inom området gett ett radiumindex större än 1,0.

Halterna av kalium, uran och torium redovisas i massandelar 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

Tabell 3. Mineralfördelningen (volymprocent) och kornstorleken hos bergarter från Finspång–Norrköpingsområdet.

ID-nr SGU	Bergart	Kornstorlek	Kvarts	K-fsp	Plag	Horn-blände	Mus-kovit	Epi-dot	Kal-cit	Apa-tit	Zir-kon	Opak	Seri-cit	Tita-nit	Al-lanit	Cor-dierit	Anda-lusit	Silli-manit	Preh-nit	Gra-nat	Öv-rigt
DCL031146A	paragnejs, grå–rödgrå	finkornig till medelkornig	33,7	11,8	17,3	21,4	4,3	0,3	0,4	0,1	0,1	0,5	2,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	2,4	X monazit, actinolit, pinit
DCL031160A	intermediär metavulkanit, dacit, grå till mörkt grå	finkornig till fint medelkornig	32,3	5,6	21,7	12,5	21,8	0,3	0,4	X	0,1	2,5	2,7							0,2	
DCL031174A	intermediär metavulkanit, dacit, grå till mörkt grå	mycket finkornig till fint medelkornig	31,8	18,3	28,1	21				X	X	X	0,9								
DCL031186A	senorogen syenogranit–monzogranit, grå–rödgrå	fint medelkornig till medelkornig	34,1	36,3	16,8	8,1	2,9	X	0,1	0,1	0,1	0,3	1,2								
DCL031187A	gnejsgranit, grå-röd	medelkornig	30,7	24,4	27,1	11,7	0,8	2,1	X	0,2	X	0,9	2,2								
DCL031190A	senorogen granit, grå till rödgrå till just grå	fint medelkornig	33,8	34,3	17,4	3,6	3,7	0,6	X	X	X	0,4	6,4								
DCL031191A	gnejsgranit, grå–grå-röd	medelkornig	28,9	31,5	22,3	9,1	1,2	0,6	0,4	0,2	X	0,9	4,9								
DCL031212A	monzogranit, tillhörande TMB, grå-röd	fint medelkornig till medelkornig	33,1	37,9	15,6	3,6	0,2	1,5			X	0,3	7,8						X		X monazit
DCL031228A	gnejsgranit, grå–rödgrå	medelkornig	23	18,7	40	0,7	6,8	X	0,7	1,4	X	0,8	7,7	X					0,1	X	
DCL031229A	monzogranit, tillhörande TMB, ögonfö-rande, grå-röd–rödgrå	medelkornig till grovkornig	24,9	24	33,8	2,1	8,5	X	X	0,3	X	1,1	5,1	X							
DCL031238A	felsisk metavulkanit, kvartslatit, rödgrå till mörkt grå	finkornig till fint medelkornig	11	27,1	11,7	29,1					X	0,8				8,1	0,7	11,4			
DCL031247A	felsisk metavulkanit, kvartstrakyt, grå–röd	finkornig till fint medelkornig	14,3	52,9	12,9	10,2	0,7	6,5		X	X	2,2	0,2	X							
DCL031259A	ortognejs, metaarenit, grå till mörkt grå	mycket finkornig till finkornig	47	7,4	12	28,2	1	2	X	X	X	1,1	1,2								0,1 turnalin?
SAS030402A	gnejsgranodiorit, grå	medelkornig	40,2	15,2	29,6	12,4	2	X	X	X	X	0,6	X								
SAS030407A	metasediment, grå	finkornig	15	20	10	20	X					X	X	X		30		3			2 Spinell
SAS030410A	granodiorit, tillhörande TMB, rödgrå, grovporfyrisk	grovkornig	33,4	2,2	44,4	11,4					X	X	X	X				8,6			X
SAS030416A	intermediär metavulkanit, dacit, grå	finkornig	50	40		10	X			X	X	X	X								
SAS030423A	felsisk, metavulkanit, alkalifältspat-ryolit, ljust grå	finkornig	45	40		10	5		X	X	X	X								X	
SAS030424A	monzogranit, tillhörande TMB, grå, grovporfyrisk	grovkornig	29,6	21,8	19,6	20,4	8,2	X	0,2	X	X	0,2	X								X
SAS030425A	felsisk, metavulkanit, ryolit, röd	fint medelkornig	30	25	35	X		10	X	X	X	X	X							X	
SAS030426A	gnejsgranit, rödgrå	fint medelkornig	38	31,4	8,6	13,2	0,2			X	X	0,6	X			8		X			
SAS030428A	felsisk, metavulkanit, ryolit, ljust grå	finkornig	50	15	25	10		X		X	X	X	X								
SAS030431A	intermediär metavulkanit, dacit, grå	finkornig	40	X	50	7	3			X	X	X	X								X Rutil
SAS030439A	intermediär metavulkanit, dacit, grå	finkornig	36,0	40,2		15,4	3,8	0,2	X	X	X	X	X						0,8	3,6	
SAS030463A	granodiorit, tillhörande TMB, grå, grovporfyrisk	grovkornig	25	20	40	15	X			X	X	X	X	X				X			
SAS030468A	intermediär metavulkanit, dacit, grå	finkornig	49,6	33,4		9,6		2,4			0,4		X				4,6				
SAS030479A	senorogen monzogranit, röd, ojämn-kornig	medelkornig	29,2	36,2	32,2	0,4	1,2	0,2	X	0,2	0,2	0,2	X		0,2						
SAS030485A	felsisk, metavulkanit, rödgrå	finkornig	59,8	15,8	14,6	9,2	0,2		0,2	0,2	X	X	X								

Gammaindex m_γ är beräknad enligt:

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

där C_K , C_{Ra} och C_{Th} är koncentrationen av kalium-40, radium-226 respektive torium-232, alla i enheten Bq/kg (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000). Enligt rekommendationer från de nordiska ländernas strålskyddsinstitutioner bör gammaindex för byggnadsmaterial vara mindre än 2 (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000). Inom Finspång–Norrköpingsområdet har ca 1 % av samtliga hållmätningar inom området gett ett gammaindex större än 2,0.

Uranhalten är generellt låg. Punktvís norr om sjön Glan har höga uranhalter påträffats i områdets berggrund, i granitoider öster om sjön Käxten (25 ppm), öster om Näfssjön (17 ppm) samt öster om sjön Gängen (upp till 60 ppm). Insättskartan visar uranhalten beräknad från flygdata. De förhöjda värdena i flygdata i södra delen av länet sammanfaller med en markant topografisk nivåskillnad. En orsak till den förhöjda totalstrålningen kan vara de glaciala leror som finns söder om Glan. En annan orsak kan vara att den naturliga gammastrålningen från berggrunden är generellt högre söder om sjön Glan. Högstrålande graniter tillhörande TMB med medelvärden på 4,3 % kalium, 5,3 ppm uran och 24 ppm torium ger dessa förhöjda värden.

TMB-graniternas strålningsvärden varierar mellan de grupper av TMB-granit som finns representerade inom området. Finspångsgraniten innehåller i genomsnitt 3,4 % kalium, 3 ppm uran och 22 ppm torium. Den grovporfyriska granit–kvartsmonzoniten tillhörande TMB i de västligaste delarna av kartområdet skiljer sig strålningsmässigt från de övriga TMB-graniterna genom en generellt låg toriumhalt. Toriumhalten varierar mellan 5 och 13 ppm med ett medelvärde på 8 ppm. Uranhalten varierar mellan 2,1 och 6,5 ppm, medelvärde 4 ppm, och kaliumhalten mellan 3 och 4,8 %. De tidigorogena granitoiderna har lägre kaliumhalter, mellan 2,3 och 3,5 %. Uranhalterna varierar mellan 2,2 och 8,8 ppm och toriumhalten mellan 8,6 och 17,4 ppm.

Ytbergarterna har kaliumhalter som varierar från 8 % i hydrotermalt omvandlade felsiska metavulkانيت, ner till en eller ett par procent i ytbergarter av mer intermediär till basisk sammansättning. Halterna av uran och torium är generellt låga med medelvärden på 2,7 respektive 12 ppm.

KVALITETSKLASSNING AV PROVER

En bedömning har gjorts av användbarheten av analyserade prover (tabell 2) till betong, järnväg (spårballast) och väg (jfr Persson och Schouenborg 1995, 1996).

Användningsområde betongballast

Kvalitetsklassningen för betong är främst erfarenhetsbaserad. Egenskaper som mineralsammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, kornstorlek, förekomst av alkalisilikareaktivt material och sulfider, struktur, kornfogning och kornstorlek har legat till grund för klassningen (se vidare BBK 94, Concrete Report No. 1 [Swedish Concrete Association 1991], SS 13 21 25 [Svensk Standard 1983]). Bergarter för högpresterande betong, dvs. med materialkvalitet motsvarande kvartsit eller porfyr, har ej påträffats i kommunen. Klassningen av proverna (tabell 2) är gjorda enligt följande:

Klass 1	Berget bedöms vara lämpligt som betongballast. Berget bedöms klara alla av Boverkets föreskrivna krav för Betongballast (BBK 94): låg till moderat glimmerhalt, låg halt av vittringsbenägna och skadliga mineral (sulfider, salter, svällare, alkaliska-reaktiva mineral, se RILEM AAR-1), låg porositet, vattenabsorption <1,0. Ballasten ska dessutom ej överstiga 1,0 i radiumindex.
Klass 1,5	Gränsfall mellan klass 1 och 2.
Klass 2	Berget bedöms kunna användas som betongballast. RA-index 0,5–1,0. Heterogena partier med lokalt förhöjd glimmerhalt (15–30 %). Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
Klass 2,5	Gränsfall mellan klass 2 och 3.
Klass 3	Berget bedöms inte kunna användas som betongballast. Berget bedöms inte klara Boverkets föreskrivna krav för Betongballast (BBK 94).

Användningsområde spårballast

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial som spårballast grundar sig på krav uppställda av 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. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index (3) ska vara lägst 90 % (FAS-metod 244-99). Klassningen av proverna (tabell 2) är gjorda enligt följande:

Klass 1	Berget bedöms vara lämpligt som järnvägs makadam. Det klarar alla av Banverkets (1996) föreskrivna krav för järnvägs makadam (BVF 585.52): sprödhetstal <50 % alt. LA-tal <30 %, glimmerhalt <10 % (10–25 % vid godkännande av beställare), flisighetstal = $1,35 \pm 0,05$, ej kvartsit, vattenabsorption <1 %.
Klass 1,5	Gränsfall mellan klass 1 och 2.
Klass 2	Berget bedöms kunna användas som järnvägs makadam. Heterogena partier med lokalt förhöjd glimmerhalt (15–30 %). Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
Klass 2,5	Gränsfall mellan klass 2 och 3.
Klass 3	Berget bedöms inte kunna användas som järnvägs makadam. Berget bedöms inte klara Banverkets (1996) föreskrivna krav (BVF 585.52).

Användningsområde vägballast

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial i väg grundar sig på av Vägverket (2003) fastställda krav i ATB VÄG 2003.

En tämligen god korrelation finns mellan sprödhetstal (FAS-metod 210-01) och LA-värde (10–14 mm) av vilken anledning sprödhetstalet kan uppskattas med hjälp av det senare. Flisighetstalet ingår inte i klassningsgrunden. Klassningen av proverna (tabell 2) är gjorda enligt följande:

Klass 1	Berget bedöms kunna användas både som slitlager, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärden <10 % och Los Angeles-värde <30 %. Ej till slitlagerskikt för vägar med höga ÅDT-tal (motorvägar etc.). Då krävs kulkvarnsvärde <6 % Se vidare krav i ATB VÄG 2003.
Klass 1,5	Gränsfall mellan klass 1 och 2.
Klass 2	Färre beläggningstyper för slitlager än klass 1, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärden <18 % och Los Angeles-värde <30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2003.
Klass 2,5	Gränsfall mellan klass 2 och 3.
Klass 3	Produktion som slitlager och massabeläggningar är starkt begränsad till obefintlig. Bärlager och förstärkningslager är fortfarande möjligt. Kulkvarnsvärden >18 % eller Los Angeles-värde >30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2003.

Tolkningen av bergkvaliteten

Den extrapolering av resultaten från punktmätningarna som kartan utgör är grundad på att proven är representativa för bergmassans egenskaper. Berggrundens heterogena natur gör detta svårt, men tolkningen är en god utgångspunkt för prospektering och planering för utnyttjande av berggrunden till t.ex. ballast och byggmaterial.

Tre kvalitetsklasser har angetts: 1 = god, 2 = mindre god och 3 = dålig kvalitet. Tolkningen baseras främst på kulkvarnsvärdena relaterat till de krav som ställs i ATB VÄG (Vägverket 2003).

Det är viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med detaljundersökningar vid prospektering och planering för uttag av berg. Provtagningen har, om ej annat anges, omfattat enskilda bergarter även i täkter och dessa resultat överensstämmer följaktligen inte helt med resultat från drift i en heterogen berggrund.

Referenser

- Antal Lundin, I., Claeson, D., Carlsäter, M. & Sukotjo, S., 2004: Östergötland, bergkvalitet. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – Sammanfattning av pågående verksamhet 2003. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 116*, 75–90.
- Banverket, 1996: BVF 585.52, *Makadamballast för järnväg*, Janne Malmtorp, 1996-03-01.
- 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, 41 s.
- FAS-metod 210-01: *Bestämning av sprödhetstal*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 5 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.
- Kornfält, K.A., 1975: Beskrivning till berggrundskartan Norrköping NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 108*.
- Kornfält, K.A. & Lundström, I., 1974: Berggrundskartan 8G Norrköping NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 108*.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP, Sveriges Provings- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik, *SP RAPPORT 1995:49*.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1996: Quality classification of rock in Sweden. European Aggregates. Official Journal of UEPG, *Union Européenne des Producteurs de Granulats. UEPG, 2–3/96*.
- RILEM Recommended test method AAR-1, 2000: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates

- Petrographic method, *Materials and structures* 36, 480–496.
- Statens Järnvägar 1988: Tekniska bestämmelser, makadam för spårballast. *PM 1988-04-25 (BBG 88/022), SJ, Banavdelningen*.
- Svensk standard 1983: *SS 13 21 25: Betongprovning – Ballast – Korndensitet (hydrostatisk metod) och vattenabsorption*.
- 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 1097-2: Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Bestämning av motstånd mot sönderdelning*. Standardiseringen i Sverige, 29 s.
- Swedish Concrete Association 1991. Durable concrete structures. Concrete Report No. 1. 55 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, 81 s.
- Vägverket, 2003: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. *ATB VÄG 2003 Publ 2003:111*.
- Wikström, A., 1976: Berggrundskartan 9G Katrineholm SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 116*.
- Wikström, A., 1988: Berggrundskartan 9F Finspång SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 163*.
- Wikström, A., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Finspång NO, SO, NV, SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 162, 163, 164, 165, 216 s.*