

Beskrivning till bergkvalitetskartan Vimmerbyområdet

Erik Jonsson, Ildikó Antal Lundin
& Dick Claeson



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-121-8

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: Tät till finkornig, fältspatporfyrisk ryolitisk vulkanit med synvulkaniskt småveckad, primär bandningsstruktur och litiska fragment, 6G Vimmerby NV (6381925/1502320). Foto: Erik Jonsson.

© Sveriges geologiska undersökning, 2011
Layout: Agneta Ek, Jeanette Bergman Weihed, SGU

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. Bergkvalitetsundersökningen i Vimmerbyområdet påbörjades 2004 och slutfördes 2005. Undersökningen omfattar ca 120 km². Huvuddelen av undersökningsområdet ligger inom kartbladet 6G Vimmerby NV, och dess västra del inom 6F Vetlanda NO. Inom tre andra, mindre delområden av Vimmerby kommun finns också nyproducerade tekniska analysdata med en bergkvalitetsbedömning (Arnbom 2005).

Äldre geologiska kartor över det aktuella området är, förutom den västra kanten vilken täcks av en modern berggrundskarta (Persson 1985), antingen mycket gamla kombinerade berggrunds- och jordartskartor (Holst 1885, Svedmark 1906) eller berggrundskartor producerade i en översiktlig, regional skala (1:250 000; Lundegårdh m.fl. 1985, Persson & Wikman 1986, Wik m.fl. 2005). Alla koordinatangivelser och kartbadsbeteckningar i beskrivningen anges i Rikets nät, RT90 2,5 gon V.

METODIK

Bergkvalitetskartan är baserad på kartering och geofysiska mätningar av berggrunden samt tekniska analyser och petrografisk undersökning av utvalda bergartstyper. De analyserade bergartsproverna har främst tagits i sprängda vägskärningar där de ansetts vara representativa för bergarten och därmed för en större bergvolym. Provtagningen har skett med slägga och huggmejsel, varvid omkring 70 kg bergartsprov samlats in vid varje lokal. Berggrunden som provtas ska inte vara vittrad, sprängskadad eller onormalt uppsprucken. Totalt har 8 prover tagits från Vimmerbyområdet. Provtagningen har i viss utsträckning fokuserats på finkornigare, huvudsakligen vulkaniska bergarter, för att på ett lämpligt sätt komplettera existerande tekniska analysdata från Vimmerbyområdet (Arnbom 2005).

På alla provtagningslokaler har mätningar av sprickplanens orientering gjorts tillsammans med en uppskattning av spricktätheten. Polerade tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats och petrografisk analys, inklusive översiktlig opakmikroskopering, har utförts. Kulkvarns-, Los Angeles- och alkalisilikareaktivitetstester samt densitetsbestämningar har utförts på bergartsproverna och resultaten redovisas i databaser. Gammastrålningsmätningar har utförts vid samtliga dessa lokaler.

De framtagna stereogrammen (fig. 1) redovisar sprickorienteringen vid provlokalerna. Den magnetiska anomalikartan har använts för tolkning av deformationszoner. VLF-data har använts för att lokalisera ler- och vattenförande svaghetszoner i berggrunden. Tolkning av deformationszoner har gjorts även med hjälp av Lantmäteriets höjddatabank.

Jorddjup (avståndet till berggrundsytan) har erhållits från SGUs brunnsarkiv och redovisas på kartan i tre klasser <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 46 brunnar från databasen. I 23 fall är jorddjupet ≥5 m. Brunnar vars positionsnoggrannhet är sämre än 200 m redovisas inte.

ALLMÄN GEOLOGI

Berggrunden inom Vimmerbyområdet tillhör den fennoskandiska sköldens kristallina berggrund. Undersökningsområdet domineras av omkring 1,8 miljarder år gamla intrusiva (djup- och gångbergarter) och vulkaniska bergarter tillhörande det Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB). De vulkaniska bergarterna är generellt något äldre, då de klipps av de plutoniska bergarterna (djupbergarterna) i området. Olika typer av gångbergarter klipper i sin tur enstaka eller flera bergartstyper. Bland gångbergarterna märks diabas, aplit, pegmatit och granitporfyr, och av dessa är diabaserna de yngsta.

Tekniska analyser finns av de viktigaste vulkaniska bergartstyperna samt av fyra representativa djupbergartstyper.

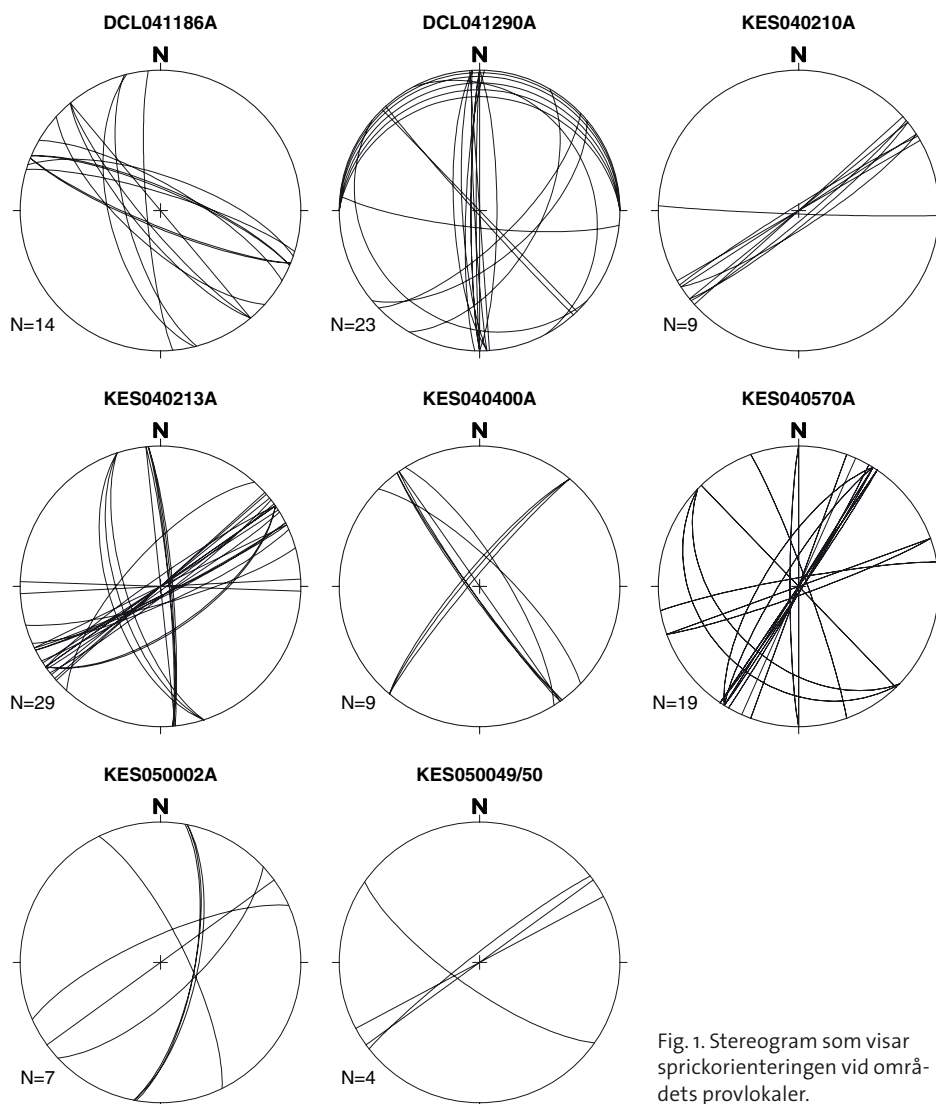


Fig. 1. Stereogram som visar sprickorienteringen vid områdets provlokaler.

Ryolitiska och dacitiska vulkaniska bergarter

Bergarter av vulkaniskt ursprung, mestadels kallade Smålandsporfyrer, är vanliga i kartområdet och dominerar helt dess södra del. De vanligaste är sura (kiselsyrarika), mörkt bruna till rödbruna eller rödaktiga till gråröda varianter, övervägande med ryolitiska sammansättningar (fig. 2 och 3). De är oftast fältspatströmkornsförande, dvs. de uppvisar en s.k. porfyrisk textur, med spridda större, mestadels kantiga kristaller av fältspat i en finkornigare grundmassa. De vulkaniska bergarterna inom undersökningsområdet är mycket välbevarade och visar mestadels ursprungliga (primära) strukturer och texturer. De är dock genomgripande omkristalliserade och bör strikt alltså benämnas metavulkaniter (metaryolit, metadacit). Av praktiska hänsyn (och kutym) har prefixet "meta-" inte använts i den följande texten.

Kornstorleksmässigt varierar vulkaniternas grundmassa från mycket finkornig och tät till finkornig med för blotta ögat urskiljbara korn. Generellt sett förekommer de mycket finkorniga (täta) vulkaniterna främst i den södra delen av kartområdet och ersätts gradvis av finkorniga vulkaniter (fig. 4) strax söder om Storebro. Norr samt nordost om Storebro dominerar finkorniga vulkaniter. Vulkaniter med högre halt av plagioklas och mafiska mineral (mörka och Mg-Fe-rika) förekommer lokalt som inlagringar i de annars övervägande ryolitiska vulkaniterna. De är typiskt mera grå till mörkgrå, med synbart större inslag av mörka mineral, och är generellt klassificerade som dacitiska.



Fig. 2. Brantstående inlagringar eller fragment av tät, mörk, ryolitisk vulkanit med ojämna kontakter mot ljusröd, fältspatströkningsförande, finkornig ryolitisk vulkanit (möjligen subvulkanit), 6G Vimmerby NV (6382600/1502430). Foto: Dick Claeson.



Fig. 3. Tät till finkornig, fältspatporfyrisk, ryolitisk vulkanit med synvulkaniskt småveckad, primär bandningsstruktur och litiska fragment, 6G Vimmerby NV (6381925/1502320). Foto: Erik Jonsson.

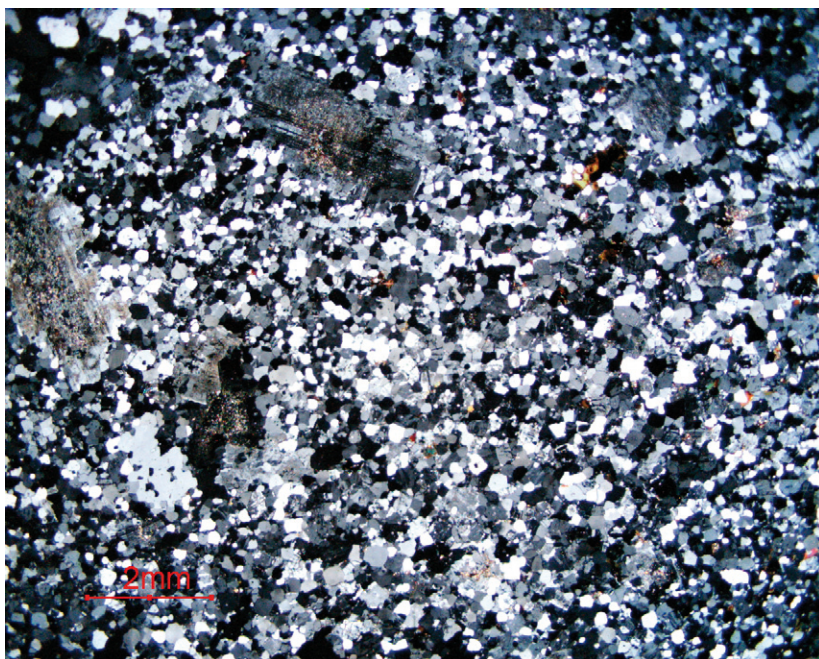


Fig. 4. Finkornig, ryolitisk vulkanit med fältspatströkorn och genomgripande omkristalliserad grundmassa. Mikroskopbild av tunnslip, med korsade polarisatorer, 6G Vimmerby NV (6390628/1501731). Foto: Erik Jonsson.

Ryoliterna har generellt låg susceptibilitet (medelvärde 328×10^{-5} SI-enheter). Deras huvudsakliga utbredning framgår på den magnetiska anomalikartan som ett lågmagnetiskt område i sydost (fig. 5). Daciterna har med några undantag högre susceptibilitet än ryoliterna (medelvärde $1\,442 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Ryoliterna har högre kalium- (medelvärde 4 %), uran- (medelvärde 3,8 ppm) och toriumvärden (medelvärde 13,7 ppm) än daciterna, vilkas medelvärde för kalium är 2,9 %, för uran 2,6 ppm och för torium 8,9 ppm. Det föreligger även en generell densitetsskillnad mellan ryolitiska och dacitiska vulkaniter. Medeldensiteten för ryoliter inom området är $2\,650 \text{ kg/m}^3$ och för daciter $2\,726 \text{ kg/m}^3$.

Djupbergarter

De djupbergarter som är rikligast förekommande i området har granitiska sammansättningar, varierande från monzo- till syenogranit (fig. 6). Dessa graniter är typiskt gråroda till röda och massformiga. De monzogranitiska bergarterna varierar mellan relativt jämnkorniga och ojämnkorniga till distinkt småporfyrisk, medan syenograniterna oftare är jämnkorniga. I den västra kanten av området förekommer större massiv med markant fin- till medelkorniga monzogranitiska bergarter, vilka är jämnkorniga eller innehåller rikligt med strökorn av fältspat och kvarts. Den sistnämnda typen kan ställvis erinra om granitporfyr (beskriven nedan under "gångbergarter").

Bergartssammansättningar med lägre kiselsyrahalt, motsvarande kvartsmonzonit till monzonit och kvartsmonzodiorit (fig. 6), är lokalt betydande inom kartområdet, särskilt öster om Vimmerby i riktning mot Frödinge. Dessa bergarter förekommer mindre frekvent även inom andra delar av kartområdet, vilka annars domineras av granitiska bergarter. Allmänt sett uppvisar de felsiska djupbergarterna i detta område en stor heterogenitet och snabbt växlande mineralsammansättningar. Denna småskaliga variation har inte kunnat representeras fullt ut med den aktuella karteringsskalen.

Basiska djupbergarter förekommer i mycket liten utsträckning inom kartområdet, men förekomsten av olika typer av basiska inneslutningar i de granitiska bergarterna visar på en mafisk eller basisk magmatism samtidig och intimt sammanhängande med den granitiska. En större basisk kropp finns strax utanför den östra kanten av karteringsområdet (öster om Storebro).

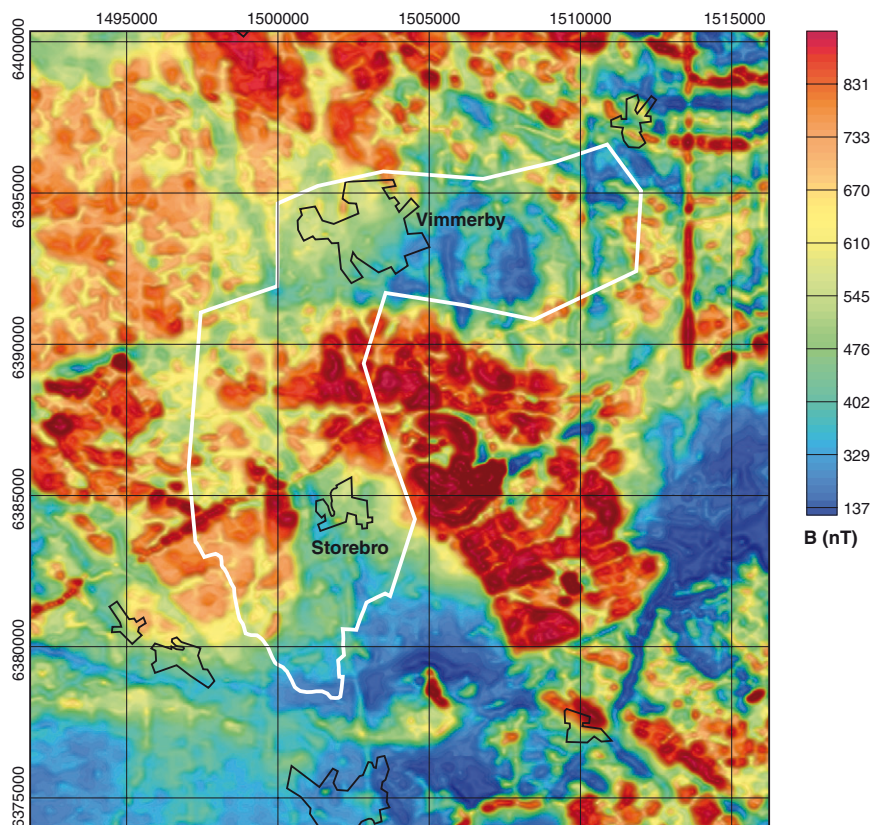


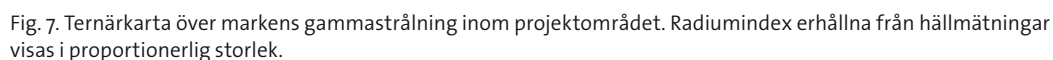
Fig. 5. Magnetisk anomali-karta över Vimmerbyområdet. Projektområdet visas med vit kontur.



Fig. 6. Kontakt mellan jämnkornig, röd, fint medelkornig till medelkornig syenogranit och småporfyrisk, rödgrå till gråröd, medelkornig monzonit till kvartsmonzonit, 6G Vimmerby NV (6393860/1507107). Foto: Dick Claeson.

Gammastrålningen inom området är relativt låg. Uranhalterna är generellt sett låga (medelvärde 5,1 ppm). Toriumhalten är något högre för granit–syenogranit (medelvärde 21 ppm) än för monzograniter (medelvärde 16,4 ppm). De högsta uppmätta uranhalterna har en granit som förekommer sydost om sjön Borstingen. Uranhalten där varierar mellan 9 och 11 ppm. Toriumhalten är också högre, mellan 26 och 33 ppm. Området framgår tydligt på gammastrålningskartan (fig. 7).

Gångbergarter förekommer både i form av mörka, mestadels svarta diabasgångar och olika typer av sura gångbergarter, ofta ljusröda, gråröda eller ljusgrå, vilka varierar från aplit och granit till pegmatit och så kallad granitporfyr.



Diabaserna i området uppträder som ca 0,5 m till mer än 5 m breda gångar. De smalare gångarna är övervägande finkorniga medan de bredare kan uppvisa medelkorniga mittpartier. Gångarna ligger generellt i nordostlig till öst–västlig riktning, vilket sammanfaller med observerade magnetiska anomalier i området. Diabasgångar med nord–sydlig riktning är också indikerade genom flygmagnetiska data.

Apliter är vanligen fint medelkorniga, ljusa bergarter som är mycket fattiga på mörka mineral. De förekommer ganska rikligt som gångar och partier inom de av granit dominerade områdena. Granitpegmatit förekommer underordnat som små, inte sällan skriftgranitiska gångar. Endast en större pegmatit har observerats, i vilken ett mindre brott upptagits vid Ingridstorp i undersökningsområdets östligaste del. I liten omfattning har kvarts och fältspat tagits tillvara från den zonerade pegmatitgången. Medel- till grovkorniga granitgångar förekommer allmänt inom undersökningsområdet, men är vanligast nära kontakter mot större massiv av granitiska bergarter, exempelvis i området öster till sydost om Storebro. Granitporfyr förekommer i tydliga gångar och som mindre massiv med otydliga kontaktrelationer. Bergarten uppvisar allmänt en finkornig till mycket finkornig grundmassa med rikligt med ofta centimeterstora strökorn av både kvarts och fältspater.

Berggrundens strukturer, deformation och sprickor

Kartområdet domineras av djupbergarter som bildar större och mindre urskiljbara kroppar och plutoner. Till synes inklämda och draperade kring dessa förekommer stråk med de något äldre vulkaniska bergarterna (Smålandsporfyrer).

I deformationshänseende är sprödektioniska zoner (sprickzoner) mest frekventa, och de har till dels kommit att definiera den lokala topografin genom tydliga, ofta långsträckta branter (fig. 8). Dessa före-



Fig. 8. Brant stup uppkommet i en sprödektionisk zon (strykning nord–syd till N25°V, stupning mer eller mindre vertikal) i en felsisk vulkanit, 6G Vimmerby NV (6391024/1507722). Foto: Dick Claeson.

kommer främst i den södra delen av undersökningsområdet, i de ryolitiska vulkaniterna, och har huvudsakligen nord-sydliga till nordväst-sydostliga riktningar. De större sprickzonerna kan också ses i regional skala som tydliga, vanligen både topografiskt och geofysiskt avvikande stråk. Till största delen är de spröda strukturerna brantstående, men även flackt liggande spricksystem förekommer. Sprickbildningen har ställvis lett till omvandling och nybildning av mineral. Särskilt i de ryolitiska vulkaniterna förekommer exempelvis blekning och omvandling kring sprickorna samt sprickfyllnader av kvarts eller epidot. Den yngsta fasen av sprickbildning är senare än blekningszoner och epidotbildning och har mestadels inte lett till någon omvandling eller nybildning av mineral. I enstaka fall har kalcit (kalkspat) observerats som sent bildad sprickfyllnad. Även i djupbergarterna uppträder lokalt kvarts- eller epidotläkta deformationszoner (fig. 9).

Plastiska deformationszoner bildas vid hög temperatur (fig. 10). Sådana har observerats i form av upp till något hundratal meter breda zoner i undersökningsområdets djupbergarter, särskilt i den nordöstligaste till östligaste delen (sydvästhörnet av 6G 9 c) samt vid Ingebo (6389480/1501688).

Diabasgångar med nord-sydlig och nordostlig riktning liksom nord-sydligt, nordvästligt och nordostligt strykande spröda deformationszoner framgår tydligt på den magnetiska anomalikartan (fig. 5). Nordostligt och öst-västligt strykande zoner framgår även på VLF-kartan som goda elektriska ledare, antagligen på grund av vatten- eller lerfyllning. Ett flertal sprödektioniska zoner, framför allt nordvästliga till nära nord-sydliga och företrädesvis utbildade i vulkaniska bergarter, har identifierats i fält.



Fig. 9. Spröd deformationszon (N10°V/74°N, 80/74) i en monzogranit med kvarts, epidot och klorit som sprickmineral, 6G Vimmerby NV (6392848/1505692). Foto: Dick Claeson.

ALLMÄN GEOFYSIK

De geofysiska flygmätningarna över Vimmerbyområdet omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet inom VLF-området. Mätningarna är utförda från flygplan under 1979, med ca 30 m flyghöjd, längs linjer med 200 m avstånd och ca 40 m mellan mätpunkterna. Hela Vimmerbyområdet är täckt av magnetiska, elektromagnetiska (VLF) och radiometrisk flygmätningar.

VLF-data ger information om den elektriska ledningsförmågan i marken, huvudsakligen om de brantstående strukturerna. Vidare utgör VLF-data ett utmärkt underlag för identifiering av spröda deformationszoner (vatten- och lerfyllda svaghetszoner) liksom för uppföljning av grafit- och magnetkisförande bergartsled. Informationen från VLF-metodiken kan med stor fördel användas även i hydrogeologiska sammanhang, och är generellt mycket användbar vid byggnadsgeologiska arbeten och samhällsplanering.

Lokala variationer i magnetfältet beror framför allt på bergarternas varierande innehåll av magnetiska mineral. Den magnetiska anomalikartan ger information om vissa bergarters utbredning samt om strukturella drag i berggrunden. 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 den exponerade bergytan. Mätningarna används främst för att identifiera områden med risk för



Fig. 10. Plastisk skjuvzon ($N40^{\circ}V/75^{\circ}S$, $230/75$) i en småporfyrisk monzogranit. Jämför den odeformerade delen till vänster i bilden med den deformerade delen med utdragna kalifältspatströkor till höger. Zonen uppskattas totalt vara 50–100 m bred, 6G Vimmerby NV (6389480/1501688). Foto: Dick Claeson.

förhöjda radonvärden. De erhållna mätvärdena är också användbara vid berggrundskarteringen för att särskilja vissa bergarter och för att spåra geokemiska variationer, till exempel sådana som är orsakade av hydrotermal omvandling.

Data erhållna från flygmätningar och från tyngdkraftsmätningar verifieras genom uppföljning på marken med handburna instrument samt genom provtagning i syfte att mäta bergarternas fysikaliska egenskaper såsom susceptibilitet, remanent magnetisering och densitet. Markmätningarnas huvudsakliga syfte är emellertid att följa upp orsaken till en anomali, dvs. att knyta anomalin till ett visst bergartsled, samt att ge detaljbilder av anomalier för exempelvis beräkningar av tredimensionella geologiska modeller.

Vid tolkning av sprickighet och strukturella drag i berggrunden har förutom den magnetiska anomalibilden och VLF-data även digitala höjddata använts.

TEKNISKA ANALYSER

Bestämning av nötningsmotstånd: kulkvarnsanalys och micro-Devalanalys

Analyserna av nötningsmotstånd utfördes vid MRM AB i Luleå, enligt svensk standarder FAS metod 259-02 för kulkvarnsvärden (Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 2002) och enligt SS-EN 1097-1 (Svensk standard 1997a) för micro-Devalvärden. Resultaten av kulkvarnsanalysen 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.

De lägsta (bästa) kulkvarnsvärdena har ryolitiska till dacitiska vulkaniter samt en monzogranit med fin- till medelkornig grundmassa. De högsta (sämsta) värdena bland proverna har ojämnkorniga till porfyrisk granitoider. Liknande resultat ges av micro-Devalanalyserna (tabell 1).

Los Angelesstal

Analys av Los Angelesstal (LA-tal) utfördes vid MRM AB i Luleå, enligt den europeiska standarden EN 1097-2 (Svensk standard 1997b). LA-talet är ett mått på bergartens sprödhet. Höga LA-tal innebär att bergarten är spröd, vilket är en negativ egenskap för t.ex. ballast. Resultaten presenteras i tabell 1.

Spridningen av LA-talen är, liksom kulkvarnsvärdena, systematisk. De lägsta (bästa) värdena har ryolitiska och dacitiska vulkaniter och en monzogranit med fin- till medelkornig grundmassa. De högsta (sämsta) värdena bland proverna uppvisar ojämnkorniga till porfyrisk monzograniter till kvartsmonzodioriter.

Alkalisilikareaktivitet (ASR)

Om cementens alkalimetaller reagerar med kisel i form av kiseldioxid i ett bergartsmaterial bildas en expanderande gel genom s.k. ASR, vilken ger den färdiga betongen sämre egenskaper. Bergartsprover i form av polerade tunnslip har skickats till Cement- och Betonginstitutet (CBI) för bestämning av potentiell risk för ASR. Bedömning görs utifrån risken för skadlig ASR i betong, sprickbildning med sprickvidd $\geq 0,3$ mm, inom en rimlig livslängd (ca 75 år) för en fuktbelastad utomhuskonstruktion. En tregradig klassindelning har gjorts enligt RILEM AAR-1 (RILEM 2000): 1) mycket osannolikt alkali-reaktiv, 2) osäker eller potentiell risk samt 3) mycket sannolikt alkalireaktiv. Resultaten redovisas i tabell 1.

I Vimmerbyområdet är tre provtagna bergarter, två kvartsmonzodioriter till kvartsmonzoniter (KES040400, DCL041290) samt en monzogranit (KES040570), bedömda som klass 1 med avseende på ASR; två bergarter, en dacit (DCL041186) samt en porfyrisk monzogranit med fin- till medelkornig grundmassa (KES050050), är bedömda som klass 2; tre fältspatströkningsförande bergarter av vulkanisk typ, en mycket finkornig ryolit (KES050002), en finkornig ryolit (KES040213) samt en finkornig ryolit till dacit (KES040210), är bedömda som klass 3.

Tabell 1. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från Vimmerbyområdet för betong (B), järnväg (J) och väg (V). LA-tal = Los Angeles-tal, Ra = Radiumindex, Ga = Aktivitetsindex, ASR = alkalisitalkareaktivitet, sp/m = sprickor per meter.

ID-nr SGU	N-S-koord. RT90 2,5 gonV	Ö-V-koord. RT90 2,5 gonV	Bergart	Korn- densitet	Kulkvarns- värde	LA-tal	micro- Deval	Ra	Ga	ASR	sp/m	Glimmer	Sulfider	B	J	V
KES040210	6384173	1502385	Ryolit-dacit, fältspatströkningsförande, grå, biotitstrimmig, finkornig	2,68	4,6	11,5	0,2	0,2	0,6	3	1	4 % Ser, 9 % Bt	-	3	1	1
KES040213	6383797	1502318	Ryolit, fältspatströkningsförande, röd, finkornig	2,66	4,7	12,3	3,1	0,2	0,8	3	2-3	1,2 % Bt, 9,4 % Ser, 1,4 % Mu	-	3	1	1
KES040400	6395426	1510013	Kvartsmonzodiorit-kvartsmonzonit, grå-rödgrå, amfibolförande, något porfyrisk	2,73	13	23,5	0,2	0,7	1	1	1	6,8 % Bt, 11, 4 % Ser	ngt Py (<1,4%)	2	1	2
KES040570	6391806	1501636	Granit, monzogranitisk, röd-grå, röd, nära jämnkornig till något porfyrisk	2,63	11,5	29,2	0,3	1,1	1	1	1-2	0,8 % Bt, 0,4 % Kl, 2,0 % Ser	mkt lite Py	1,5	1,5	2
KES050002	6378990	1501416	Felsisk vulkanit, ryolitisk, mycket finkornig, mörkbrun, ströknings- och fragmentförande	2,65	5,1	13,4	0,3	0,9	3	3	1-2?	En del fink. fyllosilikat	-	3	1	1
KES050050	6383986	1498467	Monzogranit, kvarts-fältspatporfyrisk, fin-till medelkornig, röd	2,64	6,6	18,5	4,4	0,2	0,9	2	1	1,8 % Bt, 5, 4 % Ser	-	2	1	1
DCL041186	6387481	1502501	Dacit, kvarts-fältspatströkningsförande, grå	2,71	7,2	12,9	0,3	0,7	2	2	1-2	11,8 % Bt, 0,4 % Kl, 10,4 % Ser	-	2	2	1
DCL041290	6393830	1507064	Kvartsmonzodiorit-kvartsmonzonit, grå-röd-röd, något porfyrisk	2,67	13,9	25	0,4	1,0	1	1	2-3	5,8 % Bt, 0,4 % Kl, 7,8 % Ser	mkt lite Py	1,5	1	2

Bt = biotit, Ser = sericit (finkornig muskovit), Mu = muskovit, Kl = klorit, Py = pyrit (svavelkis)

ÖVRIGA ANALYSER

Petrografisk analys

Bergarternas huvudmineral, deras mängdförhållande på en ca 20 × 25 mm stor yta (500 punkter), mikrostrukturer och mikrotexturer har bestämts med transmissionsmikroskopi vid SGU. Speciellt halterna av kvarts och glimmer och hur dessa mineral uppträder textuellt är av betydelse för bergartens egenskaper. Resultaten återfinns i tabell 2. Översiktligt har även bergarternas innehåll av opakmineral studerats i reflekterat ljus.

Innehållet av sulfider har inte kvantifierats exakt, men om opakmineralhalten är hög bör detta göras innan bergarten används till betongballast. Generella observationer av sulfider sammanfattas i tabell 1. Grafit har inte påträffats i den undersökta berggrunden.

Gammastrålningsmätningar

Gammastrålningsmätningar på berghällar utförs inom berggrundskarteringen för att identifiera områden med risk för förhöjda radonvärden. Genom sina 15 miljökvalitetsmål 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 har gett 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 uppgifter om berggrundens naturliga gammastrålning i form av radiumindex och aktivitetsindex.

Gammastrålningsmätningar har utförts på 43 lokaler inom undersökningsområdet. Vid mätningarna har en handburen gammaspektrometer av typ Exploranium GR130 använts. Härvid har den totala gammastrålningen samt halterna av kalium-40, uran-238 och torium-232 bestämts. Radiumindex och aktivitetsindex 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, där 16,2 ppm uran motsvarar 200 Bq/kg radium-226, vilket i sin tur motsvarar radiumindex 1,0. Aktivitetsindex 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 koncentrationerna av kalium-40, radium-226 respektive torium-232, alla i enheten Bq/kg. 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:

$$1 \% K = 313 \text{ Bq/kg}$$

$$1 \text{ ppm U} = 12,35 \text{ Bq/kg}$$

$$1 \text{ ppm Th} = 4,06 \text{ Bq/kg}$$

Enligt rekommendationer från de nordiska ländernas strålskyddsinstitut bör aktivitetsindex för byggnadsmaterial vara mindre än 2 och radiumindex mindre än 1 (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000). Gammastrålningskartan över området visas i figur 7. En statistisk sammanställning för radiumindex och aktivitetsindex visas i figur 11. Gammastrålningen inom området är relativt låg och inget av de erhållna värdena överstiger radiumindex 1 eller aktivitetsindex 2. Bergarternas strålningsegenskaper behandlas under respektive bergartsgrupp.

Tabell 2. Mineralfördelningen (volymprocent) och kornstorleken hos bergarter från Vimmerbyområdet.

ID-nr SGU	Bergart	Kornstorlek	Kvarts	Kalifältspat	Plag	Amfibol	Biotit	Muskovit	Klorit	Epidot	Kalcit	Apatit	Zirkon	Opak	Sericit	Titanit	Övrigt
KES040210	Ryolit-dacit, fältspatporfyrisk, grå, biotitstrimmig	Finkornig	23	27,8	34,4		8,6		x	0,2	x	x	0,2	1,8	4		x xenotim?
KES040213	Ryolit, fältspatporfyrisk, röd	Finkornig	28,2	35	21,4		1,2	1,4	x	0,6		x	x	2,6	9,4		0,2
KES040400	Kvartsmonzodiorit-kvartsmonzonit, grå-rödgrå, amfibolförande, något porfyrisk	Medel- till grovkornig	14,2	23,2	33,2	6	6,8		2,4	?	?	0,2	x	1,4	11,4	1,2	
KES040570	Granit, monzogranitisk, röd-grå, nära jämnkornig till något porfyrisk	Medel- till grovkornig	21,4	40,8	32,4	?	0,8		0,4	0,4	x	x	0,2	0,8	2	x	0,8 fluorit
KES050002	Felsisk vulkanit, ryolitisk, mörkbrun, strökorns- och fragmentförande	Mycket fin- kornig	x	x	x		x			?			x	x	x	x	(ej punkt-räknad)
KES050050	Monzogranit, kvarts-fältspatporfyrisk, röd	Fin- till medel- kornig	28,4	33,2	27,8	0,4	1,8		x	0,6	x	x	0,6	0,8	5,4	0,6	0,4 rutil
DCL041186	Dacit, kvarts-fältspatströkornsförande, grå	Finkornig	21	14,8	39,8		11,8		0,4	0,4	x	x	x	1	10,4	x	x rutil
DCL041290	Kvartsmonzodiorit-kvartsmonzonit, grå-röd-röd, något porfyrisk	Medelkornig	17,2	21,2	42		5,8		0,4	1	x	x	x	3,6	7,8	x	1 titanit-pseudomorfos

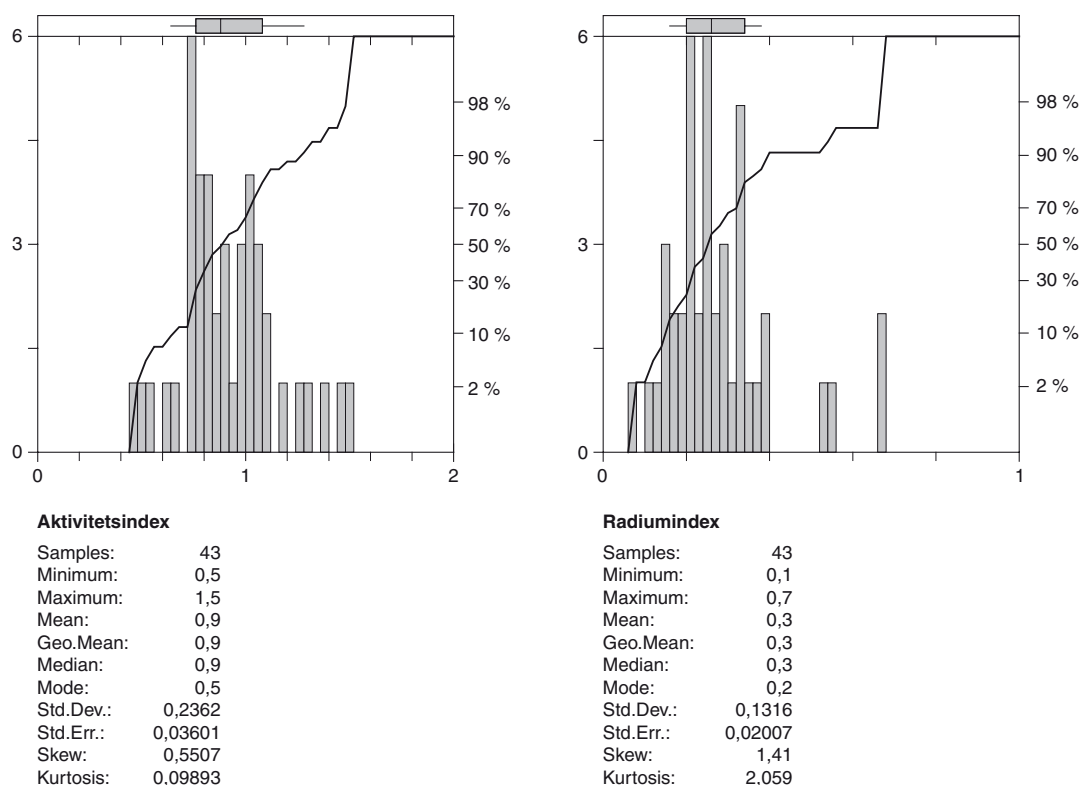


Fig. 11. Statistisk sammanställning över erhållna aktivitets- och radiumindexvärden.

KVALITETSKLASSNING AV PROVER

En bedömning har gjorts av användbarheten av analyserade prover (tabell 1) till betong, järnväg (spårballast) och väg (jfr Persson & 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 Boverket 2004, Swedish Concrete Association 1991, Svensk standard 1983). Klassningen av proverna (tabell 1) är gjorda enligt följande:

Klass 1	Berget bedöms vara lämpligt som betongballast. Berget bedöms klara alla av Boverkets föreskrivna krav för betongballast (Boverket 2004): låg till moderat glimmerhalt, låg halt av vittringsbenägna och skadliga mineral (sulfider, salter, svällare, alkalisilikareaktiva mineral (se RILEM 2000), 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 (Boverket 2004).

Användningsområde spårballast

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial som spårballast grundar sig på krav uppställda av Statens Järnvägar (1988) och Banverket (2004). 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, Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1999). Klassningen av proverna (tabell 1) är gjorda enligt följande:

Klass 1	Berget bedöms vara lämpligt som järnvägs makadam. Det klarar alla av Banverket (2004) 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 (2004) föreskrivna krav.

Användningsområde vägballast

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial i väg grundar sig på av Vägverket (2004) fastställda krav i ATB VÄG 2004.

En tämligen god korrelation finns mellan sprödhetstal (FAS-metod 210-01, Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 2001) och LA-tal (10–14 mm) av vilken anledning sprödhetstalet kan uppskattas med hjälp av det senare. Flisighetstalet ingår inte i klassningsgrunden. Klassningen av proverna (tab. 1) är gjorda enligt följande:

Klass 1	Berget bedöms kunna användas både som slitlager, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärden <10 % och Los Angelesstal <30 %. Ej till slitlagerskikt för vägar med höga ÅDT-tal (motorvägar etc.). Då krävs kulkvarnsvärde <6 % Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
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 Angelesstal <30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
Klass 2,5	Gränsfall mellan klass 2 och 3.
Klass 3	Produktion för slitlager och massabeläggningar är starkt begränsad till obefintlig. Användning för bärlager och förstärkningslager är fortfarande möjligt. Kulkvarnsvärden >18 % eller Los Angelesstal >30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.

TOLKNING AV BERGKVALITETSDATA

Den extrapolering av resultaten från punktmätningarna som kartan utgör, är grundad på att de analyserade proverna 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 kulkvarnsvärden och LA-tal relaterat till de krav som ställs i ATB VÄG (Vägverket 2004).

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

REFERENSER

- Arnbom, J.-O., 2005: Bergkvalitet inom delar av Vimmerby kommun. *Sveriges geologiska undersökning rapport 08-1409/2004*.
- Banverket, 2004: BVS 585.52, Makadamballast för järnväg. *B 04-1684/BA 30*, 29 s.
- Boverket 2004: Boverkets handbok om betongkonstruktioner. *BBK 04*, 271 s.
- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. *Boverkets författningssamling. BFS 1990:28, Nr.2*. Stockholm, ISBN 91-38-12510-2.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1999: *FAS-metod 244-99: Bestämning av LT-index*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2001: *FAS-metod 210-01: Bestämning av sprödhetsstal*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2002: *FAS-metod 259-02: Bestämning av kulkvarnsvärde*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Holst, N.O., 1885: Beskrifning till kartbladet Hvetlanda. *Sveriges geologiska undersökning Ab 8*, 63 s.
- Lundegårdh, P.H., Wikström, A. & Bruun, Å., 1985: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Oskarshamn. *Sveriges geologiska undersökning Ba 34*, 26 s.
- Persson, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda NV och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 150, 151*, 138 s.
- Persson, L. & Wikman, H., 1986: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Jönköping. *Sveriges geologiska undersökning Ba 39*, 25 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. *SP, Sveriges Provnings- 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, 2000: Recommended test method AAR-1. Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – petrographic method. *Materials and structures 36*, 480–496.
- Statens Järnvägar 1988: Tekniska bestämmelser, makadam för spårballast. *SJ, Banavdelningen PM 1988-04-25 (BBG 88/022)*.
- Svedmark, E., 1906: Beskrivning till kartbladet Vimmerby. *Sveriges geologiska undersökning Aa 133*, 39 s.
- Svensk standard 1983: *SS 13 21 25: Betongprovning – ballast – korndensitet (hydrostatisk metod) och vattenabsorption*. Standardiseringen i Sverige, 4 s.
- 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: Metoder för bestämning av motstånd mot fragmentering*. Standardiseringen i Sverige, 22 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.
- Vägverket, 2004: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. *ATB VÄG 2004 Publ 2004:III*.
- Wik, N.-G., Bergström, U., Bruun, Å., Claeson, D., Jelinek, C., Juhojuntti, N., Kero, L., Lundqvist, L., Stephens, M.B., Sukotjo, S. & Wikman H., 2005: Beskrivning till regional berggrundskarta över Kalmar län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 66*, 50 s.