

K 300

Beskrivning till bergkvalitetskartan del av Linderödsåsen

Lena Persson & Mattias Göransson



SGU

Sveriges geologiska undersökning

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-039-6

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: Vågmärken i kambrisk sandsten (MGO075107A, 1406650/6161630) vid
Tobisborg. Foto: Mattias Göransson.
Ripple marks in Cambrian sandstone (MGO075107A, 1406650/6161630) at Tobisborg.

© Sveriges geologiska undersökning, 2010
Layout: Agneta Ek, SGU

INNEHÅLL

Inledning	5
Metodik	5
Allmän geologi	10
Bergartsbeskrivning	10
Kvartsit, glimmerkvartsit (II)	10
Gnejs (III)	11
Amfiboliter och gabbroider (IV)	11
Granit till granodiorit, gnejsig (V)	11
Granit till granodiorit, vanligen folierad (VI)	12
Hyperitdiabas (VIII)	12
Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen, IX)	12
Alunskiffer (X)	13
Diabas, karbon–perm (XI)	13
Basalt (XII)	13
Mesozoiska sedimentbergarter (XIII)	13
Geofysiska undersökningar	13
Magnetiska anomalikartan över kartområdet	14
Profilmätningar	15
Petrografisk analys	16
Skiktsilikater (glimmer m.m.)	16
Opaka mineral (sulfider m.m.)	16
Deformationszoner, sprickor och övriga strukturer	17
Berggrundens gammastrålningsegenskaper	18
Tekniska analyser	20
Kulkvarnsanalys	20
Los Angelesanalys	20
Micro-Devalanalys	21
Alkalisilikareaktivitet (ASR)	21
Sammanställning av bergkvalitetskartan	21
Referenser	22
Bilaga 1. Kvalitetsklassning av prover	25

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. I samband med den kommunala översiktsplaneringen ska bergkvalitetskartan kunna erbjuda ett geologiskt underlag för framtida markanvändning och underlätta övergången från grus- till krossbergsproduktion. Bergkvalitetsundersökningen i projektområdet Skåne–Halland (fig. 1) startade år 2007 och slutfördes under 2008.

Arbetet med bergkvalitetskartan över området har föregåtts av en generell läges- och behovsanalys. I denna analys har potentiella användare såsom länsstyrelse, kommuner, övriga myndigheter, entreprenörer och konsulter intervjuats beträffande vilka områden som bör prioriteras för undersökning och om behovet av översiktlig bergkvalitetsinformation.

Undersökningsområdet omfattar delar av följande kommuner: Hörby, Simrishamn, Sjöbo och Tomelilla. Koordinaterna är angivna enligt rikets nät (RT90). Arealen uppgår till drygt 365 km². I området saknas bergtäkter. De större tätorterna får sina ballastleveranser från Övedskloster strax norr om Sjöbo och från bergtäkterna i Kristianstadsområdet och på Romeleåsen.

De tryckta berggrundskartorna, 2D Tomelilla NV, NO, SV och SO (Erlström m.fl. 2004) i skala 1:50 000 täcker hela undersökningsområdet (se fig. 2).

METODIK

Bergkvalitetskartan bygger på den tidigare genomförda berggrundskarтерingen och grundar sig på närmare undersökningar av ett antal valda lokaler i de dominerande bergartsenheterna. Från var och en av

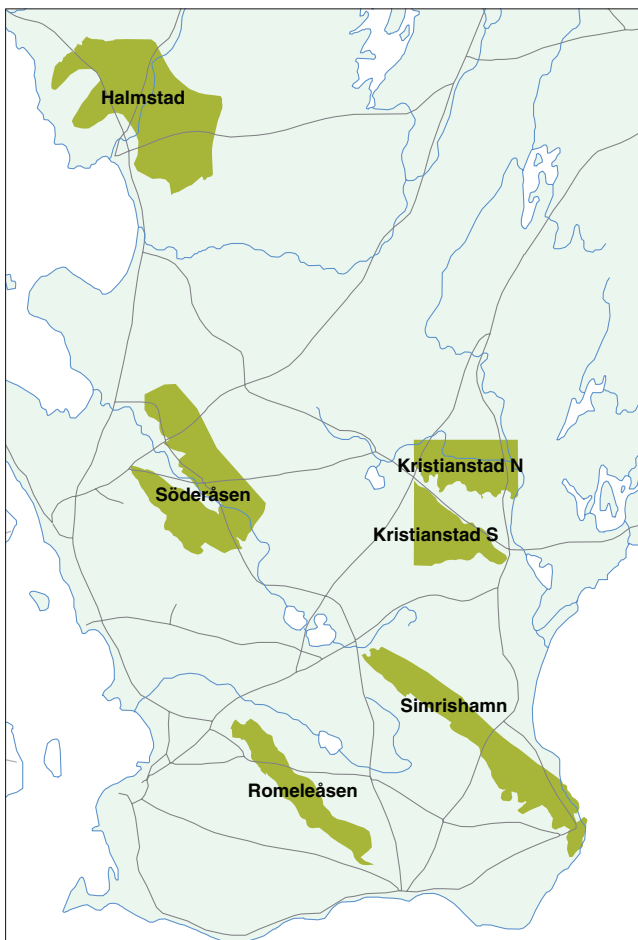
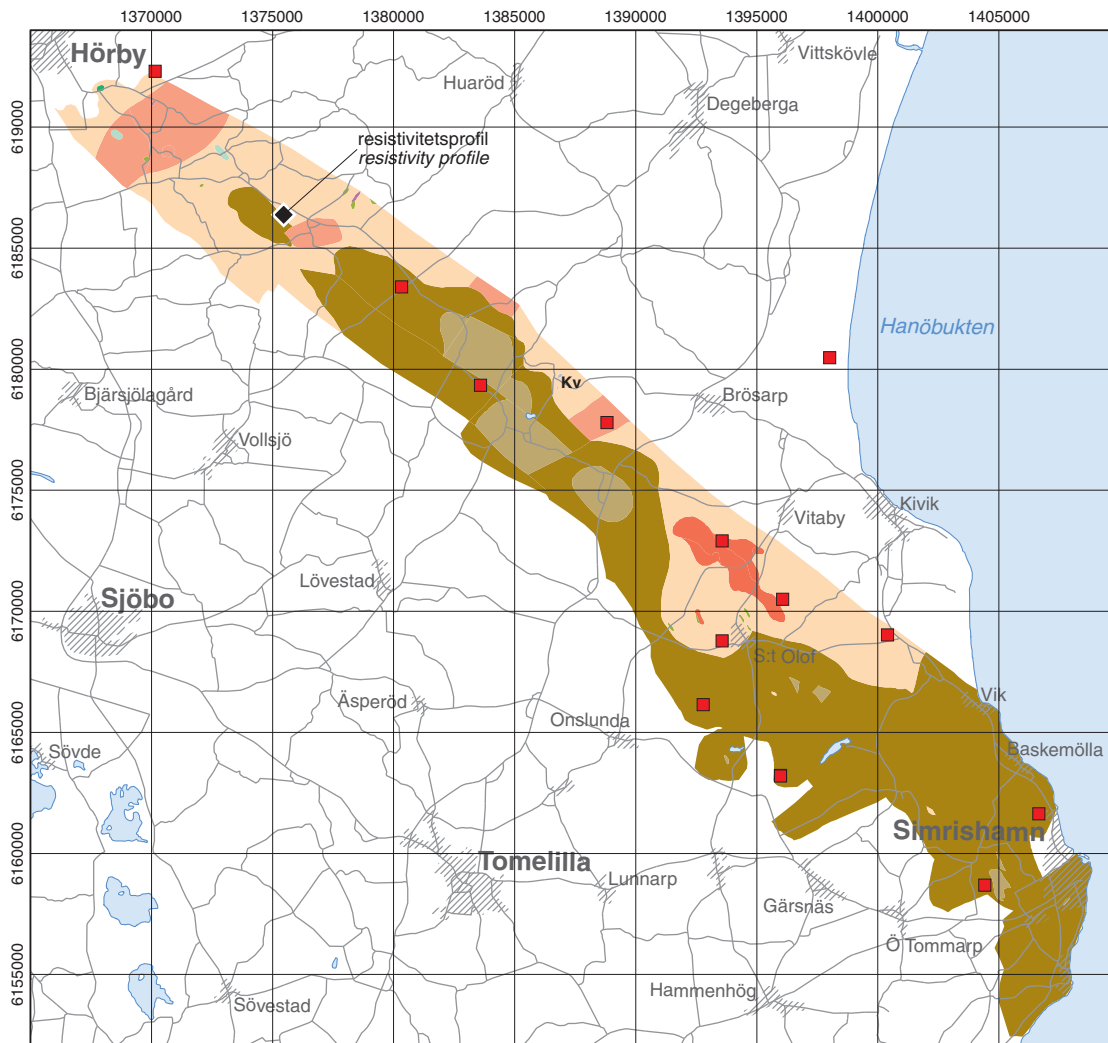


Fig. 1. Projektområdet.
The project area.



- | | |
|--|---|
| ■ Provpplats för teknisk analys
Sample location, technical analysis | ■ Hyperitdiabas (VIII)
Hyperite, dolerite (VIII) |
| ◆ Läge för uppmätt RMT-profil
Location of measured RMT-profil | ■ Granit till granodiorit (VI)
Granite to granodiorite (VI) |
| ■ Mesozoisk bergart (XIII)
Mesozoic rock (XIII) | ■ Granit till granodiorit, gnejsig (V)
Granite to granodiorite, gneissic (V) |
| ■ Basalt (XII)
Basalt (XII) | ■ Amfibolit och gabbro (IV)
Amfibolite and gabbro (IV) |
| ■ Alunskiffer (X)
Alum shale (X) | ■ Gnejs (III)
Gneiss (III) |
| ■ Sandsten (IX)
Sandstone (IX) | ■ Kvartsit (II)
Quartzite (II) |

Fig. 2. Förenklad berggrundskarta över projektområdet från Erlström m.fl. (2004).

Simplified bedrock map of the project area from Erlström et. al. (2004).

dessa lokaler har ca 70 kg bergmaterial provtagits för teknisk analys. Dessutom har det gjorts mätningar av sprickplanens riktning samt en bedömning av spricktätheten. Polerade tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats, och petrografisk analys, ASR-analys (alkalisilikareaktivitetanalys) och modalanalys av mineralfördelningen har utförts. I de fall där berggrunden är heterogen (med avseende på mineralogi och kornstorlek), vilket är speciellt vanligt i ådergnejsområden, har i vissa fall mer än ett prov tagits. Prover har även tagits för att bestämma bergarternas densitet och magnetiska egenskaper. Gammastrålningsmätningar på berghällar har dels utförts vid de flesta av provlokalerna och dels på separata platser. Utöver de inom projektet provtagna lokalerna grundar sig bergkvalitetskartan på tidigare publicerade tekniska, petrografiska och geokemiska analyser från kommunala krossbergsinventeringar

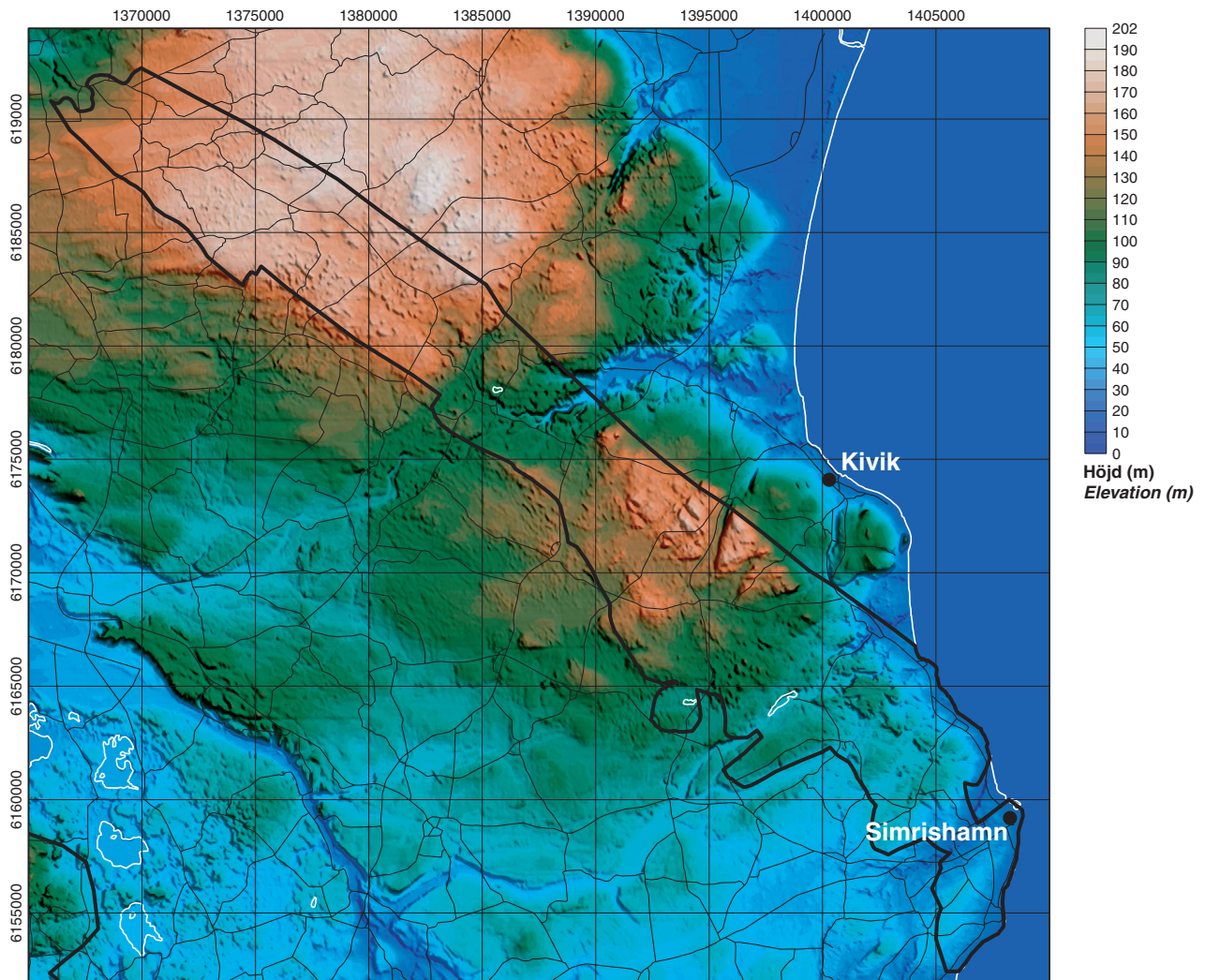


Fig. 3. Höjdreliëfkarta över projektområdet. Kartan baseras på Lantmäteriets digitala höjddatabank med 50 m rutnät.
Topographic relief map over the project area. The map is based on the digital 50 m elevation database from the National Land Survey of Sweden.

och SGUs berggrundskartering. Alla petrografiska data redovisas i tabell 1 och alla tekniska analysvärden redovisas i tabell 2.

På bergkvalitetskartan är bergartsstrukturer som foliation eller gnejsighet ihopdragna till s.k. strukturella formlinjer för plastisk deformation och dessutom redovisas zoner med starkt deformerad berggrund. Dessa representerar bergartens interna svaghet och längs denna riktning sker uppsprickning lätt, t.ex. i samband med sprängning. Många av zonerna är tolkade från den flyggeofysiska informationen. En tolkning av morfologiska lineament (långsträckta sänkor i naturen) har gjorts på kartunderlag i skala 1:50 000 från Lantmäteriets höjddatabas (fig. 3). Det är sannolikt att de antyder svaghetszoner som består av sprickor med varierande stupningsriktningar. Den magnetiska anomalikartan har använts för tolkning av deformationszoner, och elektromagnetiska data (VLF) har använts för tolkning av spröda deformationszoner (vatten- och lerfyllda svaghetszoner).

Data om djupet till berggrundsytan (jorddjupet) har erhållits från SGUs brunnarkiv och redovisas i tre klasser, nämligen <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 440 brunnar och i 144 av dessa är jorddjupet större än eller lika med 10 m. Det största uppmätta jorddjupet (56 m) finns i en brunn vid Köinge (6191500/1367800), ca 1,5 km sydöst om Hörby.

Tabell 1. Mineralfördelning (volymprocent) och kornstorlek (mm) hos bergarter från kartområdet. Bkod är en grupperingskod som baseras på bergartens ålder och sammansättning. Övrigt innefattar granat, kalcit, orthit, zirkon och järnhydroxider. Med kornstorlek avses storleksintervallet för huvuddelen av de enskilda mineralkornen som bygger upp bergarten. Det dominerande kornstorleksintervallet anges först.

Modal composition (volume percent) and grain size (mm) of rocks from the map area. Rcode is a grouping parameter based on the age and composition of the rock. Other contains garnet, sphene, calcite, allanite, zircon and iron-hydroxides. Grain size refers to the size-fraction of the main part of the individual grains that build up the rock. The dominating grain-size fraction is shown first.

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Quartz	Kalifältspat	Plagioklas	Biotit	Muskovit, sericit	Klorit	Epidot	Titanit	Opak	Flusspat	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite, sericite	Chlorite	Epidote	Sphene	Opaque	Flourite	Other
MGO075107A	IX	Sandsten, ljusgrå till vit, mycket finkornig till finkornig	0,1–0,4 0,5–1,4	93,6	4,8	1,2								0,4
MGO080001A	IX	Sandsten, ljusgrå, finkornig, lagrad, strömskiktad	0,7–1,0 0,7–1,0	90,6	0,2	3,4			1,2	0,2	0,2	1,6		2,6
MGO080002A	IX	Sandsten, vit, finkornig, lagrad	0,2–0,5 0,1–0,2	96,8		2,0						0,2		1,0
MGO080003A	II	Kvartsit, ljusgrå, finkornig, muskovitförande	0,05–10,0	92,6				7,2						0,2
MGO080004A	III	Granitisk gnejs, grå-röd, medelkornig, ådrad	0,1–2,0 2,0–5,0	20,4	33,2	35,6	3,4	0,8	0,4	2,8	0,8	1,8		0,8
MGO080009A	IX	Sandsten, ljusgrå, finkornig	0,05–0,5 0,001–0,05	79,4			0,8	4,4				0,4	13,4	1,6
MGO080017A	IX	Sandsten, ljusgrå, finkornig	0,05–0,5 0,5–1,0	96,6	2,4	0,8		0,2						
MGO080018A	III	Granitisk gnejs, ljusgrå, fin- till medelkornig, ådrad	0,1–0,5 0,01–0,1	27,6	40,8	26,0	0,6	2,2		0,2	2,2			0,4
MGO080019A	III	Granitisk gnejs, grå-röd, fin- till medelkornig	0,1–1,0 1,0–2,0	28,2	33,4	28,4	1,8		2,0		0,4	3,6		2,2
MGO080020A	IX	Sandsten, ljusgrå, finkornig, korsskiktad, lagrad	0,1–0,3 0,3–1,0	96,6	0,4							0,4	1,6	1,0
MGO080021A	VI	Granit, grå-röd, grovt medelkornig, gnejsig	0,1–3,0 3,0–5,0	30,6	39,4	19,6	1,0	1,0	2,2	2,8	0,4	1,8		1,2
MGO080022A	III	Granitisk gnejs, grå-röd, fin- till medelkornig, gnejsig, ådrad	0,1–1,5	33,6	33,0	26,8	1,8		0,4			1,4		3,0
MGO080028A	IX	Sandsten, ljusgrå, finkornig, korsskiktad	0,1–1,0 1,0–2,0	89,2	7,2			1,2			1,0	1,0		0,4
MGO080055A	V	Granit, grå till rödgrå, medelkornig, gnejsig	0,02–1,5 1,5–3,0	27,6	31,4	25,6	7,6	4,4	0,8	1,0	1,2			0,4

Tabell 2. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från kartområdet för väg, järnväg och betong. Bkod är bergartskod, ρ_s är korndensitet, A_N är kulkvarnsvärde, LA är Los Angeles-värde, M_{DE} är micro-Devalvärde, RA är radiumindeks, m_y är aktivitetsindex och ASR är alkaliskareaktivitet.

Technical analyses and classification of samples from the map area for pavement constructions (mainly wearing courses), as railway trackbed ballast, and as concrete ballast. Rcode = bedrock code, ρ_s = particle density, A_N = studded tyre test value, LA = Los Angeles value, M_{DE} = micro-Deval value, RA = radius index, m_y = activity index and ASR = alkali silica reactivity.

Prov	O-V-koordinat	N-S-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ_s g/cm ³	A_N %	LA %	M_{DE} %	RA	m_y	ASR	Bergkvalitetsklassning Väg	Järnväg	Betong
Sample	E-W coordinate	N-S coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ_s g/cm ³	A_N %	LA %	M_{DE} %	RA	m_y	ASR	Rock quality classification Road	Railway	Concrete
MGO075107A	1406650	6161630	Sandsten, ljusgrå till vit, mycket finkornig till finkornig	IX	2,60	7,2	42,5	4,5	0,0	0,0	2	3	3	2
MGO080001A	1395998	6163200	Sandsten, ljusgrå, finkornig, lagrad, strömskiktad	IX	2,63	10,2	33,1	7,2	0,1	0,1	2	2,5	3	1
MGO080002A	1395998	6163190	Sandsten, vit, finkornig, lagrad	IX	2,64	8,9	30,0	6,2	0,0	0,0	2	2	3	1,5
MGO080003A	1398022	6180461	Kvartsit, ljusgrå, finkornig, muskovitförande	II	2,64	41,9		28,9	0,0	0,1	2	3	3	1
MGO080004A	1396077	6170495	Granitisk gnejs, grå-röd, medelkornig, ådrad	III	2,67	16,5	34,8	10,4	0,2	1,0	1	3	3	1
MGO080009A	1392803	6166128	Sandsten, ljusgrå, finkornig	IX	2,63	9,3	24,6	6,5	0,1	0,1	3	1	3	2,5
MGO080017A	1380348	6183391	Sandsten, ljusgrå, finkornig	IX	2,62	8,0	26,5	5,3		2	1	3	3	1,5
MGO080018A	1370154	6192288	Granitisk gnejs, ljusgrå, finkornig till medelkornig, ådrad	III	2,64	8,0	25,8	5,8	0,1	0,8	2	1	1,5	1
MGO080019A	1400397	6169011	Granitisk gnejs, grå-röd, finkornig till medelkornig	III	2,67	11,6	31,1	8,1	0,2	0,7	1	2,5	3	1
MGO080020A	1404436	6158687	Sandsten, ljusgrå, finkornig, korsskiktad, lagrad	IX	2,64	9,0	29,0	6,1	0,0	0,0	2	1	3	1,5
MGO080021A	1393587	6172905	Granit, grå-röd, grovt medelkornig, gnejsig	VI	2,64	14,9	30,2	9,9	0,2	1,1	1	2,5	2,5	1
MGO080022A	1393582	6168761	Granitisk gnejs, grå-röd, fin- till fint medelkornig, gnejsig, ådrad	III	2,62	11,8	30,9	8,8	0,1	0,8	1	2,5	2,5	1
MGO080028A	1383592	6179316	Sandsten, ljusgrå, finkornig, korsskiktad	IX	2,61	11,3	43,0	6,6	0,0	0,1	2	3	3	2
MGO080055A	1388828	6177792	Granit, grå till rödgrå, medelkornig, gnejsig	V	2,64	12,1	33,9	8,0			2	3	3	1
MGO081114A	1372000	6194050	Gnejs	III	2,67	17 ¹	34 ²							
MGO081115A	1372000	6194050	Gnejs	III	2,67	18 ¹	35 ²							
MGO081129A	1397000	6172000	Gnejsgranit	III	2,69	13 ¹	28 ²							
MGO081130A	1397000	6172000	Gnejsgranit	III	2,70	14 ¹	33 ²							

1. Kulkvarnsvärdet beräknat genom slipvärdet ($A_N = 7,7N - 4,5$).

2. Los Angelesvärdet beräknat genom sprödhetstalet (LA = $(s-26,1)/0,82$). Analyser från "Översiktlig krossbergsinventering i Malmöhus län, Ringsjöområdet" (Wikman m.fl. 1991).

ALLMÄN GEOLOGI

Kartområdet (fig. 2) uppvisar en stor variation av bergarter med olika bildningsåldrar. Den stora spännvidden av bergarter orsakas av områdets placering i anslutningen till den fennoskandiska urbergssköldens södra gräns, den s.k. fennoskandiska gränssonen. Karteringsområdet utgörs av till lika stora delar av prekambriiska, kristallina bergarter och kambriska till ordoviciska sedimentbergarter.

Bergrundsblottningens grad är generellt sett mycket låg inom karteringsområdet bortsett ifrån i de sydöstra delarna vid S:t Olof, där gnejser och granitoider dominerar, och vid Simrishamn där sandstenar dominerar.

Området ligger inom den del av gränssonen som benämns Tornquistzonen, ett brett tektonisk bälte som korsar Skåne i nordvästlig riktning. Den tektoniska utvecklingen i Skåne har gett upphov till upprepade rörelser inom zonen, i vertikal såväl som horisontell led.

Detta medförde en blockförkastning av berggrunden med uppstickande ryggar av förkastade block, de skånska åsarna. Linderödsåsen är ett sådant block. Det begränsas i söder av förkastningsbranter som Colonusskifferträget.

BERGARTSBESKRIVNING

Nedan följer en generaliserad gruppindelning (bergartskod II–XIII) av bergarterna inom projektområdet. Bergartskoden är en unik beteckning för de olika relevanta och identifierade bergartsenheter i området och används för att gruppera, jämföra och tolka de olika analysresultaten. Bergartskoden används i tabellerna med mineralogiska och tekniska analyser (tabell 1 och 2). Bergartsenheter redovisas i tabell 3. För en noggrannare beskrivning hänvisas till berggrundsbeskrivningen (Erlström m.fl. 2004).

Kvartsit, glimmerkvartsit (II)

I de centrala delarna av Linderödsåsen förekommer små inlagringar av kvartsit och glimmerkvartsit (muskovitförande). Stora likheter föreligger mellan dessa bergarter och glimmerkvartsiten från Västanåområdet i nordöstra Skåne (Erlström m.fl. 2004). Bergarterna antas ha bildats för 1 700 miljoner år sedan (Kornfält m.fl. 1983). Vid Ravlunda skjutfält ca 10 km nordost om Eljaröd, utanför projektområdet, har ett prov från denna bergart tagits för teknisk analys.

Tabell 3. Bergartsenheter i kartområdet.

Rock units in the map area.

Bergartsenhet <i>Rock unit</i>	Bkod* <i>Rcode</i>
Kvartsit	II
Gnejs	III
Amfibolit och gabbroid	IV
Granit till granodiorit, gnejsig	V
Granit till granodiorit, vanligen folierad	VI
Hyperitdiabas	VIII
Sandsten	IX
Alunskiffer	X
Diabas	XI
Basalt	XII
Mesozoiska sedimentbergarter	XIII

* Bergartskod är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning

Gnejs (III)

Gnejserna förmodas ha ett ursprung i magmatiska djupbergarter. Gemensamt för dem är att de saknar kända rester från bättre bevarade vulkaniter och sedimentära gnejser. Bergarterna uppskattas ha en ålder som ligger mellan 1600 och 1700 miljoner år. Vanligen är gnejserna rödgrå till grå och finkorniga. Andelen mörka mineral är relativt låg. Gnejsigheten kan vara svår att se på grund av den låga halten av mörka mineral (fig. 4). Bergarten uppträder heterogent med inlagringar av amfibolit. Vanligen uppvisar bergarten en ådring vilket normalt saknas hos graniterna och granodioriterna.

Amfiboliter och gabbroider (IV)

Konformt uppträdande med gnejserna förekommer sliror, linser och lager av amfibolit, men även små gabbroida bergartskroppar förekommer.

Granit till granodiorit, gnejsig (V)

I de västra delarna av området förekommer gnejsiga graniter, ställvis kalifältpatporfyriska. Till skillnad från gnejserna är de mer homogena. De har också mestadels något grövre kornighet som varierar från fint medelkornig till medelkornig. De gnejsiga graniterna bedöms vara yngre än de finkorniga gnejserna (Erlström m.fl. 2004).



Fig. 4. Granitisk gnejs, gråröd, finkornig till fint medelkornig, gnejsig, ådrad, MGOo80o22A, 1393582/6168761, med de tekniska egenskaperna A_N -värde = 12 % och LA-värde = 31 %. Vyn är ca 4 x 5 cm. Foto: Mattias Göransson.

Granitic gneiss, greyish red, fine-grained to finely medium-grained, veined, gneissic, MGOo80o22A, 1393582/6168761, with technical properties A_N -value = 12% and LA-value = 31%. The field of view is 4 x 5 cm.

Norr om S:t Olof förekommer en kropp av rödgrå till gråröda, medelkorniga, förgnejsade graniter. Ett dateringsprov härifrån har gett en ålder på $1\,442 \pm 9$ miljoner år (Cecys m.fl. 2002).

Granit till granodiorit, vanligen folierad (VI)

Till bergartsgruppen granit till granodiorit, vanligen folierad räknas bl.a. den rödgrå till grå, medelkorniga, ofta ställvis folierade och amfibolförande graniten som förekommer ca 2,5 km norr om S:t Olof kyrka. Ljust röd, finkornig till fint medelkornig, både jämnkorniga och porfyriska varianter förekommer inom karteringsområdet.

Hyperitdiabas (VIII)

Efter den regionala metamorfosen av den äldsta berggrunden intruderade svarta till mörkt färgade violetta, fin- till medelkorniga, vanligen massformiga hyperitdiabasgångar (svart diabas). Somliga av gångarna är lokalt kraftigt amfibolitomvandlade eller vittrade. De är vanligen orienterade i nordnordostlig riktning. Endast två förekomster av hyperitdiabas, bägge påträffade genom brunnsborring, finns inom kartområdet.

Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen, IX)

Hardebergaformationen är uppbyggd av grå, hård, kvartscementerad sandsten (fig. 5) som övergår i kvartsit med ett varierande lernehåll (Erlström m.fl. 2004). Mäktigheten på sandstenen är ca 120 m.



Fig. 5. Ljusfärgad grå, finkornig, kambrisk sandsten, MGO075107A, från det nedlagda stenbrottet Tobisborg, 1406650/6161630. Berget är sprött, motståndet mot fragmentering är lågt, A_N -värde = 7 % och LA-värde = 42 %. Vyn är ca 13 x 20 cm. Foto: Mattias Göransson.

Light-grey, fine-grained, Cambrian sandstone, MGO075107A from the abandoned quarry of Tobisborg, 1406650/6161630. The rock is brittle, the resistance to fragmentation is poor, A_N -value = 7% and LA-value = 42%. The field of view is app. 13 x 20 cm.

Vanligt förekommande i Hardebergaformationens bergarter är korsskiktning och spårfossil. Hardebergaformationen delas upp i fyra led, från äldst till yngst: Lunkabergs-, Viks-, Branteviks- och Tobisviksledet (Erlström m.fl. 2004). De är uppbyggda av olika sedimenttyper som kan relateras till växlingar i den dåvarande bildningsmiljön.

Alunskiffer (X)

Variationer i avsättningsmiljön medförde att silt och lera avsattes i området under mellankambrisk och underordovicisk tid (495–440 miljoner år sedan). Dessa omvandlades under diagenesen till svarta skifferar, alunskifferformationen. Denna är ca 60 till 80 m mäktig. I de centrala delarna av kartområdet finns delar av alunskifferarna bevarade, nedförkastade och erosionskyddade av omkringliggande sandstenar. Alunskiffern är inte provtagen för teknisk analys.

Diabas, karbon–perm (XI)

Under karbon–perm (294 miljoner år sedan, Klingspor 1976) avslutades bergartsbildningen inom kartområdet av ett stort antal diabasintrusioner i den äldre berggrunden. Till skillnad från hyperitdiabaserna är dessa gångar orienterade i västnordvästlig riktning och stupar vanligen vertikalt till subvertikalt mot sydväst. Diabasgångarna är vanligen mörkt grågröna, finkorniga och normalt inte bredare än 50 meter. På den magnetiska anomalikartan (fig. 6) framträder diabasgångarna som högmagnetiska lineament med en västnordvästlig orientering. Lineamenten orsakas vanligen av en bredare huvudgång och smalare sidogångar.

Basalt (XII)

Svart, tät basalt förekommer i den västligaste delen av området och utgör bevis på jurassisk vulkanism i Skåne. De skånska basalterna har daterats till 170 miljoner år respektive 110 miljoner år (Klingspor 1976).

Mesozoiska sedimentbergarter (XIII)

Inom undersökningsområdet förekommer mindre områden med kritkalksten och kritsandsten. Kännetecknet om dessa bergarters utbredning grundar sig i stort på äldre täktverksamhet och brunnsborringar. En låg, uppmätt seismisk gånghastighet vid Hanaskog har tolkats som en förekomst av kritberggrund även om man också kan förklara de låga gånghastigheterna med kaolinlager eller lervittrat urberg.

GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR

De geofysiska flygmätningarna över kartområdet omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet i VLF-området (Very Low Frequency). Mätningarna är utförda från flygplan på 60 m höjd längs linjer med 200 m avstånd och med ca 16 m mellan mätpunkterna.

VLF-data ger värdefull information om den elektriska ledningsförmågan i marken och används i första hand som underlag för tolkning av spröd tektonik, men även för att identifiera vattenförande sprickzoner och deformationszoner i berggrunden samt grafit- och magnetkisförande bergartsled.

Mätning av markens gammastrålning ger en bild av hur naturligt förekommande radioaktiva isotoper av uran, torium och kalium är fördelade i det översta, ca 3 dm tunna skiktet av jordtäcknet eller berggrunden. Mätresultaten används vid sammanställningen av berggrundskartan, men framför allt för att identifiera bergarter med förhöjd gammastrålning och områden med risk för förhöjda radonvärden. Bergarternas strålningsegenskaper redovisas nedan i avsnittet Berggrundens gammastrålningsegenskaper.

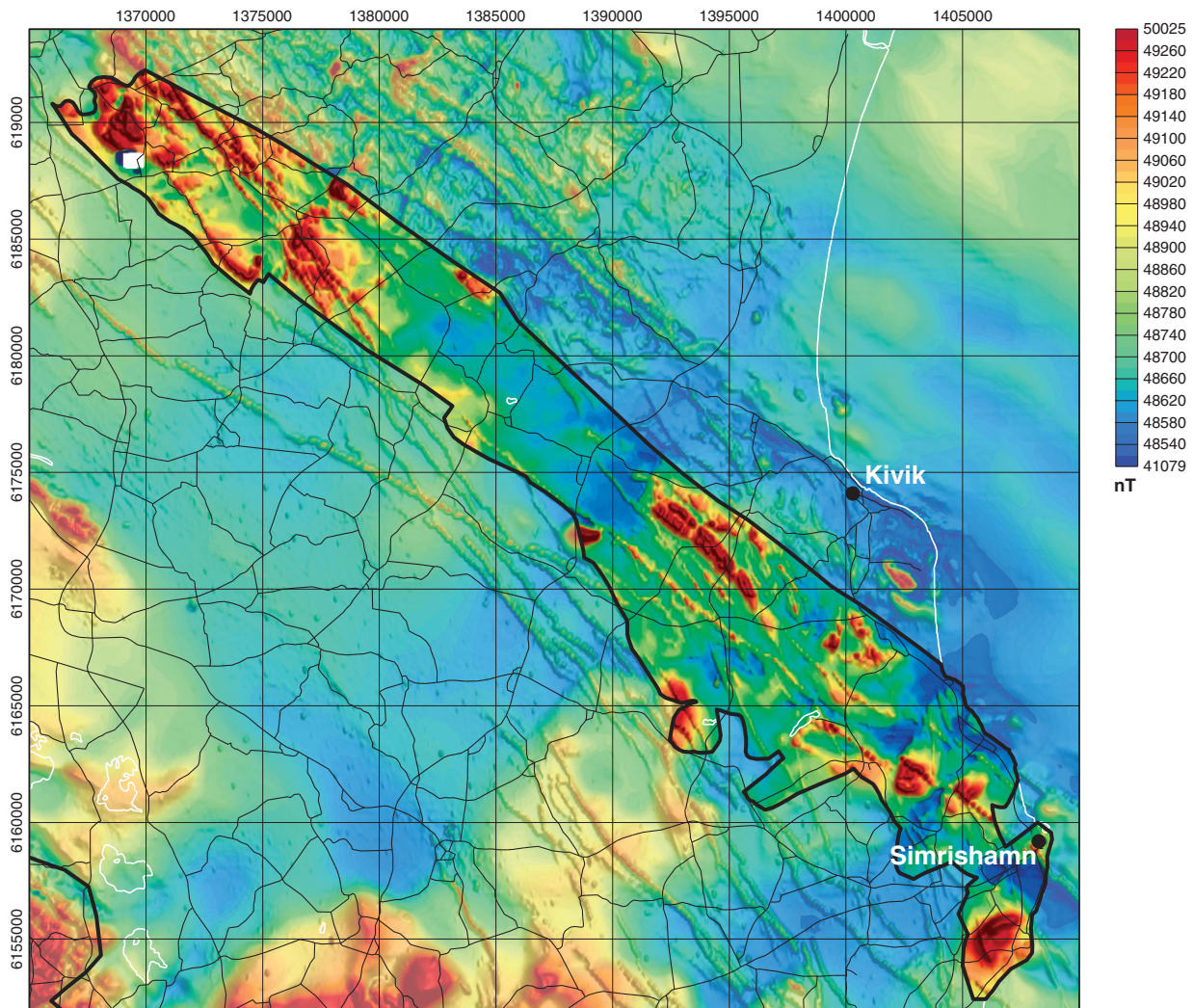


Fig. 6. Magnetisk anomalikarta över projektområdet. Kartan baseras på SGUs flygmätningar utförda år 1996 med ett linjeavstånd av 200 m. Flyghöjden är ca 60 m och punktavståndet 16 m.

Magnetic anomaly map over the project area. Airborne data were collected by SGU during 1996 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 60 m and a sampling interval of 16 m.

Densiteten är beroende av bergartens mineralsammansättning. Bergarter med låg densitet ($2,60\text{--}2,70\text{ g/cm}^3$) domineras av lättare mineral som kvarts och kalifältspat, vilka är vanliga i granit och granodiorit. Bergarter med hög densitet ($2,80\text{--}3,00\text{ g/cm}^3$) domineras av tyngre mineral som plagioklas, biotit och hornblände, vilka är vanliga i tonalit, diabas och gabbro. Lätta mineral är vanligtvis sprödare än tyngre mineral. Densiteten ger därför en grov uppskattning av huruvida bergarten tenderar att deformeras sprött (vilket är vanligare i t.ex. graniter). I tabell 2 anges densitet för alla de bergartsprover där teknisk analys genomförts.

Den magnetiska anomalikartan ger information om vissa bergarters utbredning samt om strukturella grunddrag i berggrunden. Variationer i magnetfältet beror framför allt på bergarters olika innehåll av magnetiska mineral. Detta gäller särskilt den magnetiska susceptibiliteten som främst beror på förekomsten av magnetit. Med susceptibilitetsmätningar utförda på provtagningslokalerna och på bergartsprover i laboratorium kan man bättre förstå och tolka mönstret från flygmätta magnetiska data.

Magnetiska anomalikartan över kartområdet

Den magnetiska anomalikartan (fig. 6) kännetecknas av de långsträckta, positiva anomalierna från ett stort antal diabaser med nordvästlig riktning. Diabaserna har hög magnetisk susceptibilitet (varierar mel-

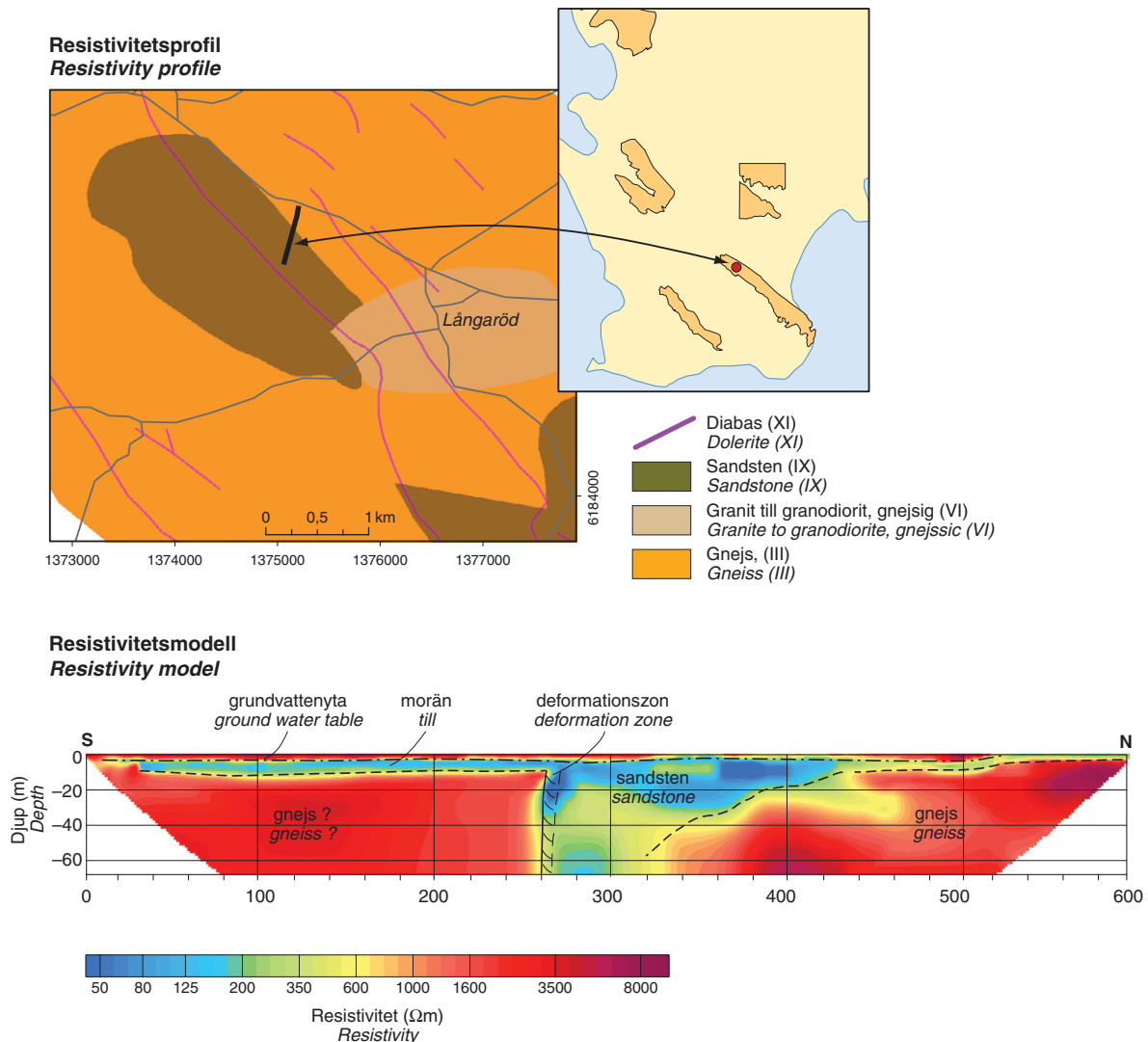


Fig. 7. Resistivetsmodell från profilmätning vid Långaröd. Profilens läge är markerat i figur 2.
Resistivity model from measured profile. Location see Figure 2.

lan 1000 och $7\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Inom området finns även ett flertal mindre, delvis oregelbundna högmagnetiska anomalier. Några av dessa kan knytas till gabbroider med mycket hög magnetisk susceptibilitet ($8\,000\text{--}10\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Andra högmagnetiska anomalier i området orsakas av graniter och gnejsiga graniter (bergartsgrupp grupp V och VI), t.ex. vid Tågghusa nordost om S:t Olof. Den kambriska sandstenen som täcker en stor del av området har mycket låg magnetisk susceptibilitet (medelvärde $0,3 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Högmagnetiska anomalier förekommer även inom områden med sandsten, men de är orsakade av bergarter som underlagrar sandstenen. De centrala delarna av kartområdet har låga magnetiseringsnivåer med liten variation (förutom några diabasgångar). Frånvaron av tydliga magnetiska anomalier där tyder på stora mäktigheter av kambrisk sandsten och alunskiffer. Den sydligaste delen av området vid Simrishamn visar en högre magnetisk relief vilket indikerar tunnare lager av sandsten.

Profilmätningar

Resistivetsmätningar har utförts längs en profil vid Långaröd (fig. 7). Vid resistivetsmätning utsänds en ström i marken via två strömelektroder, och potentialskillnaden registreras med två potentialelektroder. Markens resistivitet kan sedan beräknas. Genom att öka avståndet mellan strömelektroderna

erhålls en större djupkänning. Vid mätningen användes ett multielektrodsystem (ABEM Lund Imaging System), där 64 elektroder placeras ut längs profillinjen med automatisk registrering av mätdata för olika elektrodkonfigurationer.

Syftet med undersökningen var att bestämma djupgåendet av sandstenen samt att kartlägga kontakten mellan gnejs (i norr) och sandsten (i söder). Det finns inga hållar i området och sandstenen är endast påvisad i borrhål. Profilen är 600 m lång och går från söder mot norr. Resultaten från mätningen visas i form av en resistivitetsmodell (fig. 7) där blå färg representerar låg resistivitet (bra elektrisk ledningsförmåga) och röd färg hög resistivitet (dålig elektrisk ledningsförmåga).

Profilen visar i huvudsak tre lager. Överst (0–5 m) finns ett tunt skikt med hög resistivitet som troligtvis motsvarar torr, grov morän. Under det (ca 5–10 m) finns ett lågresistivt lager som indikerar morän under grundvattenytan. På ca 10 m djup finns återigen ett lager med hög resistivitet (>2 000 Ωm), som indikerar berg. De centrala delarna av profilen (250–400 m) har betydligt lägre resistivitet (<500 Ωm) vilket troligtvis orsakas av sandstenen. Denna resistivitet är även i överensstämmelse med undersökningar i bergtäkten i Hardeberga (Persson & Göransson 2009), där sandsten har en resistivitet som varierar mellan 200 och 1000 Ωm .

Resultatet visar att resistivitmätning är en användbar metod för att kartlägga utbredningen av kambrisk sandsten inom området. Modellen i figur 7 antyder att sandstenen där har en mindre utsträckning än vad som framkommer på den generaliserade berggrundskartan (fig. 2).

PETROGRAFISK ANALYS

Bergartsprovernans mineral sammansättning och de ingående mineralens mängdförhållanden har bestämts genom punkträkning av en yta på ca 25 × 20 mm med transmissionsmikroskopi. Resultaten visas i tabell 1. Förhållandena mellan de viktigaste bergartsbildande mineralen kvarts, kalifältspat (mikroklin) och plagioklas avgör hur bergarterna ska benämnas. Kvarts- och glimmerinnehållet är av speciell betydelse för bergartens tekniska egenskaper. Dessutom noteras förekomsten av olika mineral som finns i betydligt mindre mängder, s.k. accessorier (zirkon, titanit, apatit m.fl.). Vidare har en uppskattning av ingående mineralorns storlek och en bedömning av kornfogarnas utseende genomförts.

Områdets tagna prover domineras av sedimentära bergarter – sandstenar och kvartsiter – men ett antal gnejsiga graniter förekommer också. Bergkvalitetsklass 1 karaktäriseras av glimmerfattiga, finkorniga bergarter, som oftast innehåller ett finkornigt matrix. Klass 2 och 2,5 representeras av snarlika bergarter, men är något grövre. I klass 3 utmärks mikrotexturerna av raka korngränser och avsaknad av finkornigt matrix. De är även generellt grövre och innehåller mer glimmer.

Skiktsilikater (glimmer m.m.)

Andelen fri glimmer (bestämd enligt VVMB 613 2001, för material 0,125–0,25 mm) får inte överstiga 50 % för obundna vägmateriäl. Om andelen är mellan 30 och 50 %, får inte bärlagret trafikeras av tung trafik (Vägverket 2005a). Även omvandlingsmineral som klorit, serpentin och epidot är intressanta i bedömningen av bergartens beständighet. Information om mineralsammansättningen redovisas i tabell 1. Högst halter av skiktsilikat (främst biotit) har ett prov från en gnejsig granit (MGO080055A, 13 %). Övriga bergarter håller låga glimmerhalter, dvs. under 10 %.

Opaka mineral (sulfider m.m.)

Sulfider som kommer i kontakt med vatten och syre vid t.ex. krossning kan oxideras, varvid pH-värdet i vattnet sänks. Detta sker vanligen genom att det (i första skedet) bildas järnsulfater och svavelsyra. Vid oxidationen kan även metaller frigöras och gå i lösning i lakvattnet. Lakvatten med lågt pH-värde och höga metallkoncentrationer kan orsaka skador på miljön. Vägverket anger att förekomst av ”surt

Tabell 4. Relativa mängder opaka mineral i prover med en totalhalt av opaka mineral >0,3 volymprocent, uppskattade vid reflektionsmikroskopering; +++ = dominerande, ++ = underordnat, + = spår. Opak = Totalhalt av opaka mineral i volymprocent bestämt genom punkträkning (se tabell 1).

Relative amounts of opaque minerals in samples where the total amount of opaque minerals is >0,3 volume percent, estimated in reflected light: +++ = dominating, ++ = less common, + = trace amount. Opaque = Total content of opaque minerals in volume percent, determined by point counting (see table 1).

Prov Sample	Bergartskod Rock code	Opak (vol.-%) Opaque (vol.-%)	Oxider Oxides				Sulfider Sulphides	
			Magnetit Magnetite	Hematit Hematite	Hematit-ilmenit Haematite-ilmenite	Ilmenit Ilmenite	Pyrit Pyrite	Kopparkis Chalcopyrite
MGO080001A	IX	1,6						
MGO080002A	IX	0,2						
MGO080004A	III	1,8	++		+++			(+)
MGO080009A	IX	0,4						

berg”, dvs. bergarter med sulfidmineral, ska studeras inom vägutredningsområden. Normalt korrelerar svavelhalten i ett bergmaterial mot mängden sulfidmineral. Vid en svavelhalt högre än 0,3 viktsprocent i bergmaterialet, vilket ungefär motsvarar 0,3 volymprocent pyrit, rekommenderas att speciella åtgärder vidtas innan man använder bergmaterialet för betong-, väg- och järnvägsändamål.

Vid t.ex. lagring och användning av ballast med hög sulfidhalt bör tillgången på syresatt vatten minskas genom t.ex. övertäckning eller deponering under grundvattenytan. Hög svavelhalt ska också undvikas om materialet ska användas vid betongtillverkning. Om sulfidinnehållet är högt bör materialet analyseras kemiskt för att bestämma totalhalten av svavel.

Generellt är halten av opaka mineral relativt låg i samtliga prover (1,6 % i genomsnitt). Högst halt av opaka mineral (se tabell 4) har en granitisk gnejs (MGO080004, 1,8 %), men sulfidhalten antas vara lägre än 0,3 viktsprocent. Erfarenhetsmässigt kan hyperitdiabasen och de permokarbonska diabaserna innehålla höga sulfidhalter, varför sådana ballastmaterial bör undersökas med opakmikroskopering vid användning som betongballast, väg- och järnvägsmakadam.

DEFORMATIONSZONER, SPRICKOR OCH ÖVRIGA STRUKTURER

De typer av deformation som berggrunden varit utsatt för är i princip av två slag: 1) plastisk deformation som har resulterat i en överpräglade foliation eller gnejsighet (parallellställning och utdragning av mineral) eller i en veckning (böjning) av lagrade eller bandade bergarter, 2) spröd deformation som har gett upphov till sprickor och förkastningar.

Lineamenten på bergkvalitetskartan är tolkade från höjddata, geofysiska data och fältmätningar. Deformation av berggrunden kan påverka en bergarts magnetiska egenskaper. Detta beror framför allt på att temperatur, tryck och innehållet och fördelningen av magnetiska mineral förändras i en bergart under deformationen. En plastisk deformationsstruktur kan synas på magnetfältskartan som både positiva och negativa anomalier. En sprickzon (spröd deformation) kan synas som en lågmagnetisk zon i den mer högmagnetiska värdbergarten, på grund av att magnetit oxideras och omvandlas till hematit som är omagnetiskt. Spröda, vattenförande sprickzoner har bättre elektrisk ledningsförmåga än omgivande sprickfattig berggrund och syns därför tydligt i elektromagnetiska data (VLF).

Området begränsas i sydväst av förkastningsbranter som avgränsar urbergshorsten från Colonusskifferträget. Flera deformationszoner, tolkade från magnetiska data (fig. 6), i nordostlig riktning skär över området.

Sprickriktning och spricktäthet har bedömts vid 6 provlokaler. Sprickornas orientering (strykning och stupning) anges i ett urval av stereogram där sprickplanen anges som storcirklar med tillhörande poler. I de fall där flera sprickplan sammanfaller visas de associerade polerna till planen med konturering för att spegla frekvensen av antalet mätningar med samma orientering.

Tabell 5. Dominerande sprickorienteringar.

Dominating fracture orientations.

Strykning / <i>Strike</i>	Stupning / <i>Dip</i>
~ Nordnordvästlig / ~ <i>North-north-west</i>	Brant till vertikalt / <i>Steep to vertical</i>
~ Nordostlig / ~ <i>North-east</i>	Vertikalt / <i>Vertical</i>

Sprickornas orientering varierar i olika delar av kommunen beroende på berggrundens geologiska och tektoniska utveckling. Dominerande sprickorienteringar i fallande ordning visas i tabell 5. Nästan 75 procent av alla uppmätta sprickor (totalt 92) stupar subvertikalt till vertikalt (80°–90°). Flacka sprickplan tenderar att bli underrepresenterade vid traditionell kartering, varför en högre siffra kan komma att erhållas i samband med t.ex. borrhänskartering. De flacka sprickor (<5 grader) som uppmätts finns i den kambriska sandstenen.

BERGGRUNDENS GAMMASTRÅLNINGSEGENSKAPER

Gammastrålningskartorna som visar halterna av kalium, uran och torium har tillsammans med berggrundsinformationen legat till grund för planering av gammastrålningsmätningar på berghällar. Vid dessa mätningar har den totala gammastrålningen samt halten av kalium-40, radium-226 och torium-232 bestämts. Radiumindex och aktivitetsindex har beräknats för samtliga mätpunkter och lagrats i SGUs databaser.

Enligt rekommendationer från de nordiska ländernas strålskyddsinstitutioner bör aktivitetsindex för byggnadsmaterial vara mindre än 2,0 och radiumindex mindre än 1,0. Undantagsnivån är för aktivitetsindex 1,0 och för radiumindex 0,5 (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000, Åkerblom m.fl. 1990, jfr BFS 1990). Radiumindex beräknas genom bestämning av urankoncentrationen i materialet. En uranhalt på 16,2 ppm 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 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). Halterna av kalium, uran och torium kan omräknas till Bq/kg enligt följande:

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

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

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

Figur 8 visar aktivitetsindex beräknade från flygmätningar inom området. Gammastrålningen är mycket hög på ett fåtal lokaler inom området. Dessa förhöjningar är orsakade av alunskiffer som innehåller höga halter av uran. Gammastrålningsmätningar på berghällar har utförts vid 18 mätpunkter inom området, varav 12 är från lokaler där prover tagits för teknisk analys (se tabell 2). Vid varje mätpunkt utfördes normalt 2 till 4 mätningar. Vid Andrarum uppmättes ca 40 ppm uran i alunskiffern men halten uran kan uppgå till 96 ppm (Erlström m.fl. 2004). De höga uranhalterna innebär att radiumindex och aktivitetsindex överskrider rekommenderade gränsvärden på 1,0 respektive 2,0. Alunskiffern är inte provtagen för teknisk analys, eftersom den typen av bergart normalt sett inte lämpar sig för användning till ballastmaterial.

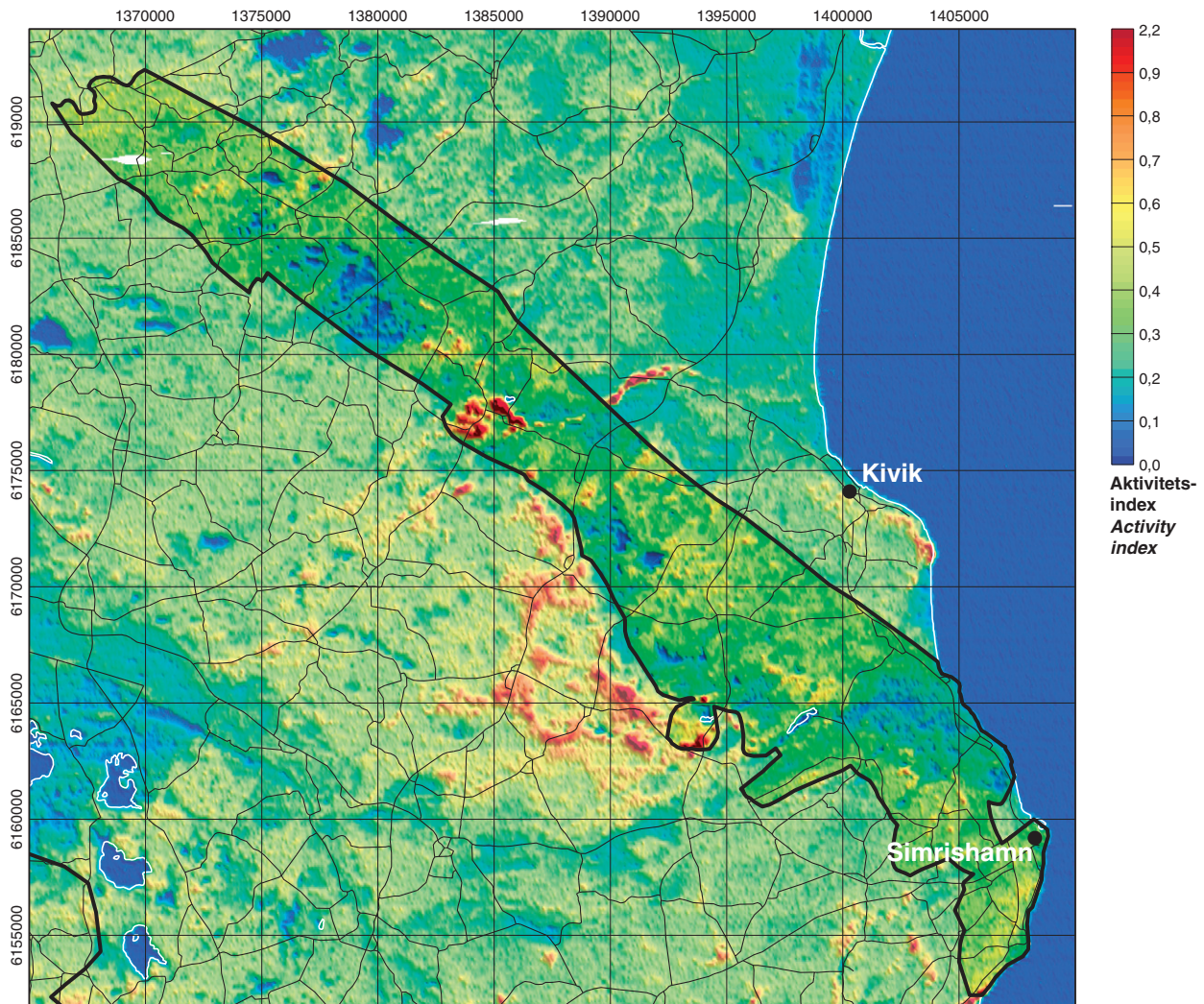


Fig. 8. Karta över markens naturliga gammastrålning inom undersökningsområdet. Kartan baseras på SGUs flygmätningar och visar aktivitetsindex beräknad från halterna kalium, uran och torium. Mätningarna är utförda år 1996 med ett linjeavstånd av 200 m. Flyghöjden är ca 60 m och punktavståndet 16 m.

Gamma radiation map over the project area. The map shows activity index calculated from the contents of potassium, uranium and thorium. Airborne data were collected by SGU during 1996 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 60 m and a sampling interval of 16 m.

Tabell 6. Sammanställning av gammastrålningsmätningar i kartområdet.

Summary of the measured gamma-radiation in the map area of.

Bkod* Rcode	Bergartsenhet Rock unit	K (%) P (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Radiumindex Radium index	Aktivitetsindex Activity index	Antal mätningar Number of measurements
III	gnejs	3,8	2,9	14,2	0,2	0,8	10
IV	gabbroid	1,1	0,3	2,4	0,0	0,2	3
V	granit, gnejsig	4,1	3,5	23,7	0,2	1,0	5
VI	granit	4,4	4,3	21,3	0,3	1,1	3
IX	sandsten	0,2	0,5	0,5	0,0	0,1	19
X	alunskiffer	4,5	40,6	11,4	2,5	2,4	3

* Bergartskod är baserad på bergartens ålder och sammansättning (se tabell 2).

Övriga bergarter inom området uppvisar relativt låg gammastrålning (tabell 6). Graniter och gnejsiga graniter (grupp V och VI) har något högre kalium-, uran- och toriumhalter i jämförelse med gnejs (grupp III). Sandsten och gabbroider uppvisar mycket låg gammastrålning.

TEKNISKA ANALYSER

Vid representativa lokaler har ca 70 kg berg provtagits för bergmaterialtester omfattande kulkvarnsanalys, Los Angelesanalys, micro-Devalanalys och alkalisilikareaktivitet. Berget som provtagits är representativt för provlokalen och inte vittrat, sprängskadat eller onormalt uppsprucket om ingenting annat anges. Samtliga bergprover har tagits på platser där tillräckligt med lossprängd sten eller friska blottningar funnits, dvs. i bergskärningar längs vägar eller vid byggplatser. Provtagning har skett med slägga och spett. Vid provtagning i bergtäkter har specifika bergprover tagits ut varför dessa provers egenskaper kan avvika från bulkmaterialens. En jämförelse med bergtäkternas produktionsdata och SGUs provresultat har gjorts i syfte att säkerställa klassificeringen av berget i dessa områden. Totalt har 14 prover från lika många lokaler tagits inom ramen för det aktuella karteringsområdet. Gammastrålningsmätning har skett vid 13 av dessa lokaler.

Utöver de inom projektet provtagna bergarterna har även de analyser som gjorts i närliggande undersökningsområden Romeleåsen (SGUs databaser), Kristianstad (SGUs databaser), Söderåsen (SGUs databaser) och analysmaterial från krossbergsinventeringar (Wikman m.fl. 1991) ingått i tolkningsmaterialet.

Kulkvarnsanalys

Kulkvarnsanalyserna har utförts enligt FAS-Metod 259-02 (Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige 2002, vilket motsvarar SS-EN 1097-9, Svensk Standard 2004d, nordiska kulkvarnsmetoden). Krossning har utförts i en rotationskross med 30 mm utloppsspalt och i en laboratoriekäftkross med utloppsspalt inställd på 16 mm. Grovsiktning har skett i en maskinskak och finsiktning enligt FAS-metod 221-98 (Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1998). Analyserad fraktion är 11,2–16 mm.

Harpsiktning har skett med spaltvidden 6,3 mm för att avlägsna de flisigaste kornen och erhålla ett flisighetsindex (jfr Svensk Standard 1997c) som motsvarar storproduktionsdrift, då materialet nöts under längre tid. Analys har i första hand gjorts på enkelprov. Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärdena (se bilaga 1) har dubbelprov utförts. Kulkvarnsvärdena (A_N -värdena) visas i tabell 2.

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergets nötningsmotstånd. Det sämsta (högsta) värdet, 41,9 %, erhåller ett prov av en glimmerförande kvartsit. Kvartsiten har på grund av kombinationen av grov muskovit och en kraftigt omkristalliserad mikrostruktur en dålig hopfästning i kornfogen. Bergarter som gabbroider och amfiboliter, vilka inte provtagits inom detta område, antas ge relativt höga kulkvarnsvärden. De kambriska sandstenarna (bergartskod IX) erhåller de bästa (lägsta värdena) kulkvarnsresultaten, 7–11 %. Även ett prov av en finkornig gnejs (bergartskod III) längst i väster ger ett bra kulkvarnsresultat, nämligen 8 %. Ett medelvärde för områdets A_N -värde (för enbart inom projektet tagna prover) är 13 %.

Los Angelesanalys

Krossning och siktning för Los Angelesanalys har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Detta har gett ett flisighetstal (samtliga bergartsmaterial) på 1,30–1,40, vilket gör laboratoriekrossat material mer jämförbart med material erhållet från storproduktionsdrift. Los Angelesvärdet (LA-värdet) har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-2 (Svensk Standard 1997b). Resultaten presenteras i tabell 2.

LA-värdet är ett mått på bergartens sprödhet. De bergarter som ger högst (sämst) LA-värden är vissa av de kambriska sandstenarna (bergartskod IX, MGO080028A, 43 %, taget 500 meter sydost om Saxhusa, och MGO075107A, 42 %, taget från ett nedlagt stenbrott vid Tobisborg, 2,5 kilometer nordnordväst

om Simrishamn) vilka båda klart överskrider kategori LA_{30} . Kvartsiten, vilken inte har analyserats med avseende på Los Angelesvärde, förväntas ha ännu sämre sprödhetsegenskaper. Även några av gnejserna (bergartskod III), några andra kambriska sandstenar och Tågghusa-granitoiderna (VI), i synnerhet de grövre varianterna, förväntas överskrida LA_{30} . Bäst LA-värde erhåller en finkornig, kambrisk sandsten (MGO080009A, 25 %), 3 km sydsydväst om S:t Olof. Gabbroider (bergartskod IV), vilka inte provtagits inom detta område, antas ge ännu lägre LA-värden. Ett medelvärde för de inom karteringsområdet tagna provernas LA-värde är 32 %.

Micro-Devalanalys

Micro-Devalvärdet (M_{DE}) är ett mått på bergets nötningsmotstånd och metoden är snarlik kulkvarnsmetoden. Obundna lager i vägkonstruktion är kravsatta med M_{DE} -metoden och inom de närmaste åren kan denna helt komma att ersätta kulkvarnsmetoden, varför en lokal korrelation mellan de två metoderna anses vara nödvändig att göra. Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. M_{DE} har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-1 (Svensk Standard 1997a). Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (bilaga 1) har dubbelprov utförts. Resultaten presenteras i tabell 2. Det sämsta (högsta) M_{DE} -värdet erhåller prov av en omkristalliserad glimmerförande kvartsit (MGO080003A, 28,9 %) taget 12 km nordnordost om S:t Olof (utanför området). Övriga bergartsprover har gett M_{DE} -värden mellan 5 och 10 % vilket får anses vara en ganska liten spridning.

Alkalisilikareaktivitet (ASR)

Alkalisilikareaktivitet (ASR) är benägenheten (risken) för ett bergmaterial att bilda en alkalisilikagel som ett resultat av att kvarts (kiseldioxid) från ballasten löses upp av den starkt alkalina porlösningen i betongen (Lagerblad & Trädgårdh 1992). Gelen kan i vissa fall expandera och därmed innebära risk för att betongen spricker. Exempel på reaktiva mineral och ogynnsamma texturer är i fallande reaktivitetsskala opal (amorf kvarts), kristobalit, tridymit, deformerad kvarts (t.ex. ”ribbon quartz”), suturerade kornfogar och mikrokristallin kvarts. En tregradig indelning har gjorts enligt RILEM AAR-1 (RILEM 2000a): 1) mycket osannolikt alkalireaktiv, 2) osäker eller potentiell risk samt 3) mycket sannolikt alkalireaktiv. Resultaten presenteras i tabell 2.

Tunnslip av samtliga prover har undersökts. Endast ett av proverna bedöms som mycket sannolikt alkalireaktivt (ASR = 3) nämligen MGO080009A, vilket är en kambrisk sandsten. Denna bergart bör testas vidare med expansionsförsök av betongprismor RILEM AAR-3 (RILEM 2000b), för att avgöra dess lämplighet som betongballast. De flesta prover från området (9 av 14) har bedömts som osäkert eller potentiellt alkalireaktiva (ASR=2).

SAMMANSTÄLLNING AV BERGKVALITETSKARTAN

Med utgångspunkt från de analyser som gjorts på olika platser, och som ansetts väl representera berggrunden inom undersökningsområdet, har en karta över fördelningen av de olika bergkvalitetsklasserna framställts. Med tanke på berggrundens heterogenitet blir sammanställningen översiktlig. Vanligen urskiljs områden med tre kvalitetsklasser, nämligen 1) god, 2) mindre god och 3) dålig kvalitet. I kartområdet har även kvalitetsklass 4) mycket olämplig för ballast, använts. Mer än 50 % av makadamproduktionen i Sverige går till vägbyggnation varför berggrund som är direkt olämplig för detta ändamål är mindre intressant för täktverksamhet. Därför baseras ytindelningen på bergkvalitetskartan främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i ATB VÄG 2005 (Vägverket 2005a, b). Parallellt har en bedömning gjorts av övriga analysresultat såsom Los Angelesvärde och potentiell förekomst av alkalisilikareaktivt material samt av aktivitetsindex. Det är viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med detaljundersökningar

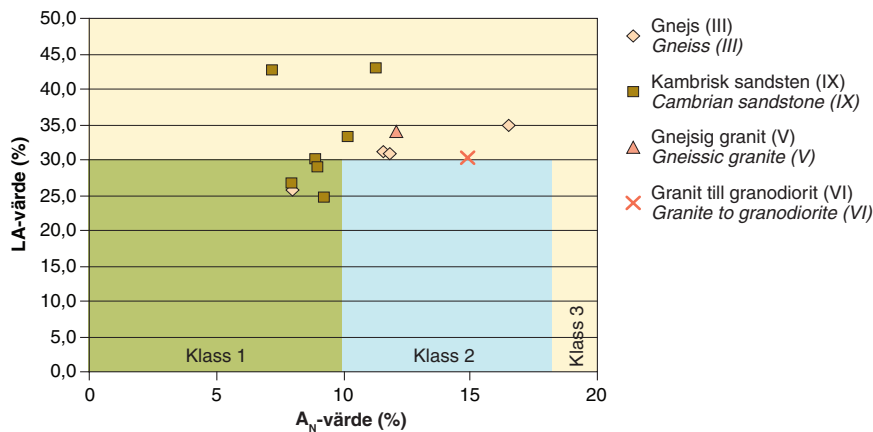


Fig. 9. Diagram som visar de tekniska analysresultaten, kulkvarnsvärde (A_N) och Los Angelesvärde (LA) för de olika bergartsproverna i kartområdet. Klassificeringen (1–3) avser vägmakadam och är endast baserad på de ovanstående två parametrarna varför vissa avvikelser kan finnas jämfört med de övriga data som redovisas i tabell 2.

Diagram showing the results of technical analysis, studded tyre test value (A_N) and Los Angeles-value (LA) for the different rock samples of the map area. Classification (1–3) for road-material in the diagram is only based on LA and A_N why some differences may occur compared to the data in Table 2.

vid prospektering och planering för uttag av berg. Samtliga bergprover inom kartområdet, också de från lokaler där berggrunden är heterogen, togs från en bergart. De tekniska egenskaperna för enskilda prover från bergtäkter och markberedningsområden med blandad berggrund kan följaktligen avvika från vad som erhålls i bergmaterial uttaget genom storproduktionsdrift.

De analysdata som ytklassificeringen är baserad på redovisas i tabell 2 samt i figur 9. Mer än 80 % av kartområdets berggrund bedöms som klass 2-material. Hardebergasandstenen (bergartskod IX) sprider kvalitetsmässigt från bra till dålig (klass 1–3). Det något yngre ledet, Tobisviksledet, som bl.a. förekommer i nordöstra delen av området, bedöms ge sämre tekniska egenskaper än de övriga på grund av grövre kornstorlek, mindre mängd matrix eller lägre grad av konsolidering. Noggrannare undersökningar av Hardebergasandstenen bör göras för att kunna avgöra dess lämplighet som ballastmaterial. Utöver delar av Hardebergasandstenen (bergartskod IX) är det i synnerhet de finkorniga gnejserna (bergartskod III) längst i väster som har bedömts som klass 1-material. Medelkorniga och porfyrisk graniter och granodioriter (bergartskod VI), kvartsiter (bergartskod II) och delar av Hardebergasandstenen (bergartskod IX) har bedömts som klass 3-material på grund av deras höga sprödhet. I de centrala delarna av undersökningsområdet ligger den berggrund som bedömts ha den sämsta kvaliteten (klass 4-material). Den utgörs av alunskiffer och bör inte användas för något ballaständamål.

Vid användande av bergmaterial som vattenbyggnadssten i samband med erosionskydd, fundament etc. är det viktigt att de krav (se bilaga 1) som föreligger i SS-EN 13383-1 (Svensk Standard 2002) efterföljs. För att kunna använda bergarter med förhöjd vattenabsorption, t.ex. sandstenar, som vattenbyggnadssten rekommenderas att frostbeständigheten bestäms genom frys-tömetoden (SS-EN 1367-1, Svensk Standard 2000). Eventuellt nyttjande av de diabaser vilka förekommer i kartområdet som vattenbyggnadssten, bör föregås av att man testar bergarternas beständighet (sonnenbrandtest, SS-EN 1367-3, Svensk Standard 2001). Bergarter som är kraftigt styrkeanisotropa, t.ex. alunskiffer, ska inte användas som vattenbyggnadssten.

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, 41 s.

- Boverket, 2004: Boverkets handbok om betongkonstruktioner. *BBK 04*, 271 s.
- CeCys, A., Bogdanova, S., Jansson, C., Bibikova, E. & Kornfält, K.-A., 2002: The Stenshuvud and Tåghusa granitoids: new representatives of Mesoproterozoic magmatism in southern Sweden. *GFF* 124, 149–162.
- Erlström, M., Sivhed, U., Wikman, H. & Kornfält, K.-A., 2004: Beskrivning till berggrundskartorna 2D Tomelilla NV, NO, SV, SO, 2E Simrishamn NV, SV, 1D Ystad NV, NO och 1E Örnahusen NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 212–214*, 141 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1998: *FAS-metod 221-98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 7 s.
- 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.
- Klingspor, I., 1976: Radiometric age determination of basalts, dolerites and related syenites in Skåne, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 98, 195–216.
- Kornfält, K.-A., Bergström, J., Henkel, H., Lidmar-Bergström, K. & Carsrud, L., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Karlshamn NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 135*, 173 s.
- Lagerblad, B. & Trädgårdh, J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. *Cement och Betong Institutet, CBI-rapport 4:92*, 74 s.
- Lagerblad, B. & Trädgårdh, J., 1995: Ballast för betong. *Cement och Betong Institutet, CBI-rapport 4:95*, 78 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP, *Sveriges Provnings- 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*, 32–37.
- RILEM Recommended test method AAR-1, 2000a: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method. *Materials and structures* 36, 480–496.
- RILEM Recommended test method AAR-3, 2000b: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – method for aggregate combinations using concrete prisms. *Materials and structures* 33, 290–293.
- Stenlid, L., 1996: Klassificering av bergarter med Los Angelesrumma. *Slutrapport SBUF projekt nr 2135. Skanska Mellansverige AB, Väglaboratoriet Bålsta*, 84 s.
- Swedish concrete association, 1991: *Durable concrete structures. Concrete Report No. 1 (E)*. Swedish Concrete Association, 55 s.
- Svensk Standard, 1997a: *SS-EN 1097-1: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval)*. Swedish Standards Institute, 11 s.
- Svensk Standard, 1997b: *SS-EN 1097-2: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Bestämning av motstånd mot sönderdelning*. Swedish Standards Institute, 29 s.
- Svensk Standard, 1997c: *SS-EN 933-3: Ballast – Geometriska egenskaper – Del 3: Bestämning av kornform – Flisighetsindex*. Swedish Standards Institute, 10 s.
- Svensk Standard, 2000: *SS-EN 1367-1: Ballast – Beständighetsegenskaper – Del 1: Bestämning av frostbeständighet genom frys-töprovnig*. Swedish Standards Institute, 14 s.
- Svensk Standard, 2001: *SS-EN 1367-3: Ballast – Beständighetsegenskaper – Del 3: Koktest för ”Sonnenbrandbasalt”*. Swedish Standards Institute, 10 s.
- Svensk Standard, 2002: *SS-EN 13383-1: Ballast – Vattenbyggnadssten – Del 1: Krav*. Swedish Standards Institute, 40 s.
- Svensk Standard, 2003: *SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg*. Swedish Standards Institute, 35 s.
- Svensk Standard, 2004a: *SS 137003: Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige*. Swedish Standards Institute, 19 s.
- Svensk Standard, 2004b: *SS-EN 933-4: Ballast – Geometriska egenskaper – Del 4: Bestämning av kornform – LT-index*. Swedish Standards Institute, 11 s.

- Svensk Standard, 2004c: *SS-EN 1097-6: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption*. Swedish Standards Institute, 3 s.
- Svensk Standard, 2004d: *SS-EN 1097-9: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck (Nordiska kulkvarnsmetoden)*. Swedish Standards Institute, 12 s.
- Trädgårdh, J. & Lagerblad, B., 1996: Influence of ASR cracking on the frost resistance of concrete. *Cement och Betong Institutet. CBI rapport 1:96*, 48 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.
- Wikman, H., Carsrud L. & Sorby, L., 1991: Översiktlig krossbergsinventering i malmöhus län, Ringsjöområdet. *Sveriges geologiska undersökning, Rapport 1991-04-02*, 109 s.
- VVMB 613, 2001: Bestämning av glimmerhalt i materialets finfraktion, Vägverkets metodbeskrivningar till ATB Väg. *VV Publ. 2001:100*, 8 s.
- Vägverket 2005a: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel E. Obundna material. *ATB VÄG 2005 Publ. 2005:112*, 105 s.
- Vägverket 2005b: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel F. Bitumenbundna material. *ATB VÄG 2005 Publ. 2005:112*, 90 s.
- Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988, reviderad utgåva*, 160 s.

BILAGA 1

Kvalitetsklassning av prover

En bedömning har gjorts av användbarheten av analyserade prover (tabell 2) till betongballast, makadamballast för järnväg och vägmakadam (jfr Persson och Schouenborg 1995, 1996).

Vägmakadam

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial i väg grundar sig på fastställda krav i ATB VÄG 2005 (Vägverket 2005a, Vägverket 2005b). Följande generella indelning används som utgångspunkt för klassindelningen för vägmakadam:

1	Berget bedöms kunna användas både som slitlager*, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärde <10 % och Los Angelesvärde <30 %. * = Ej till slitlayerskikt för vägar med höga ÅDT-tal (årsdygnstrafik, motorvägar etc.) för vilka det krävs <7 % A _N . Se vidare krav i ATB VÄG 2005b.
1,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 1 och 2.
2	Färre beläggningstyper för slitlager än klass 1, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärde <18 % och Los Angelesvärde <30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2005 och b.
2,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 2 och 3.
3	Produktion som slitlager och massabeläggningar är starkt begränsad till obefintlig. Bärlager och förstärkningslager är fortfarande möjligt. Kulkvarnsvärde >18 % eller Los Angelesvärde >30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2005a och b.
4	Berget bör inte användas som ballastmaterial vare sig för bitumenbundna eller obundna lager.

Makadamballast för järnväg

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial som makadamballast för järnväg grundar sig på krav uppställda av Banverket (2004). Kraven är en nationell anpassning av EUs produktstandard för "Makadamballast för järnvägar" (SS-EN 13450; Svensk Standard 2003). Glimmerhalten bör vara låg (<25 %), då glimmer vanligtvis sänker hållfastheten, minskar bergartens förmåga att motstå vittring samt ger olämplig kornform vid alltför höga koncentrationer. Kvartsrika bergarter ska undvikas på grund av arbetsmiljöskäl. Motstånd mot fragmentering ska minst uppfylla kraven för kategori LA_{RB}20 (Los Angelesvärde ≤20 viktsprocent), 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; Svensk Standard 2004c) får inte överstiga 1 %. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index (längdtjockleksförhållande, SS-EN 933-4; Svensk Standard 2004b) ska vara lägst 20. Detta krav är en mildring mot det tidigare LT (3) (FAS-metod 244-99, Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1999) kravet. Vidare finns krav på kornlängden införda i BVS 585.52 (Banverket 2004).

Klass 1 uppfyller alla nämnda krav, medan klass 2 har sämre tekniska egenskaper eller hög glimmerhalt vilket bl.a. påverkar frostbeständigheten. Klass 3 har dåliga tekniska egenskaper (framför allt hög till mycket hög sprödhet). Följande generella indelning används som utgångspunkt för klassindelningen för makadamballast för järnväg:

1	Berget bedöms vara lämpligt som makadamballast för järnväg. Berget bedöms klara alla av Banverket föreskrivna krav för makadamballast (BVS 585.52) såsom sprödhetstal <50 % alt. Los Angelesvärde (fraktion 10–14) <30 %, glimmerhalt <15 % (utan olämplig textur som spaltbara glimmerplan), ej kvartsit, vattenabsorption <1 %.
1,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 1 och 2.
2	Berget bedöms kunna användas som makadamballast för järnväg. Glimmerhalt > 15 % alternativt heterogena partier med lokalt kraftigt förhöjd glimmerhalt. Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
2,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 2 och 3.
3	Berget bedöms inte kunna användas som makadamballast för järnväg. Berget bedöms inte klara alla av Banverket föreskrivna krav för makadamballast (BVS 585.52) såsom sprödhetstal <50 % alt. Los Angelesvärde (fraktion 10–14) <30 %, glimmerhalt <25 %, ej kvartsit, vattenabsorption <1 %.

Betongballast

Kvalitetsklassningen av berg för betong är främst baserad på en samlad bedömning av kvalitativa parametrar. Det som har legat till grund för klassningen är gammastrålningen, mineralsammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, förekomst av alkalisilikareaktivt material och sulfider, struktur, kornfogning och kornstorlek (se vidare Lagerblad & Trädgårdh 1995, Trädgårdh & Lagerblad 1996, Svensk Standard 2004a, Svensk Standard 2004c, Swedish concrete association 1991 och Boverket 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 inte användas i betongaggressiv miljö utan för provning, klass 3 bergarter har generellt dåliga egenskaper och bör undvikas eller eventuellt för provas. Följande generella indelning används som utgångspunkt för klassindelningen för betongballast:

1	Berget bedöms vara lämpligt som betongballast. Berget bedöms klara föreskrivna krav eller rekommendationer såsom låg till moderat glimmerhalt, låg halt av vittringsbenägna och skadliga mineral (sulfider, salter, svällera, alkalisilikareaktiva mineral (se RILEM AAR-1) etc.), låg porositet, vattenabsorption <1,0 %. Ballasten bör dessutom ej överstiga 1,0 i radiumindex eller 2,0 i aktivitetsindex.
1,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 1 och 2.
2	Berget bedöms kunna användas som betongballast. Heterogena partier med lokalt kraftigt förhöjd glimmerhalt. Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
2,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 2 och 3.
3	Berget bedöms inte kunna användas som betongballast. Berget bedöms inte klara föreskrivna krav eller rekommendationer såsom låg till moderat glimmerhalt, låg halt av vittringsbenägna och skadliga mineral (sulfider, salter, svällera, alkalisilikareaktiva mineral (se RILEM AAR-1) etc.), låg porositet, vattenabsorption <1,0 %, radiumindex <1,0 eller <2,0 i aktivitetsindex.

Kulkvarnsanalys har utförts som enkelprov och micro-Devalanalys har utförts som dubbelprov. En god korrelation finns mellan sprödhetstal (s , 8–11 mm, FAS-metod 210-01, Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 2001) och Los Angelesvärde (LA, 10–14 mm), $s = 0,82 \times LA + 26,1$ alt. $s = 20,9 \times \ln(LA) - 19,2$ (Stenlid 1996) av vilken anledning det förra kan uppskattas med hjälp av det senare.

Vattenbyggnadssten

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