

Beskrivning till bergkvalitetskartan Gävle, Sandviken och Hofors kommuner

Martin Ahl, Mehrdad Bastani,
Mattias Göransson & Johan Jönberger



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-041-9

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: Igeltjärnens bergtäkt, Swerock (hybridbergarter, dominerande är mörkt grå medelkornig tonalit–granodiorit, 6718371/1534380).

Foto: Martin Ahl.

Igeltjärnen quarry, Swerock (hybrid rocks, dark grey, medium-grained tonalite–granodiorite dominates, 6718371/1534380).

© Sveriges geologiska undersökning, 2010
Layout: 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. 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 Gävle, Sandviken och Hofors kommuner (fig. 1) startade år 2004 och slutfördes under 2007.

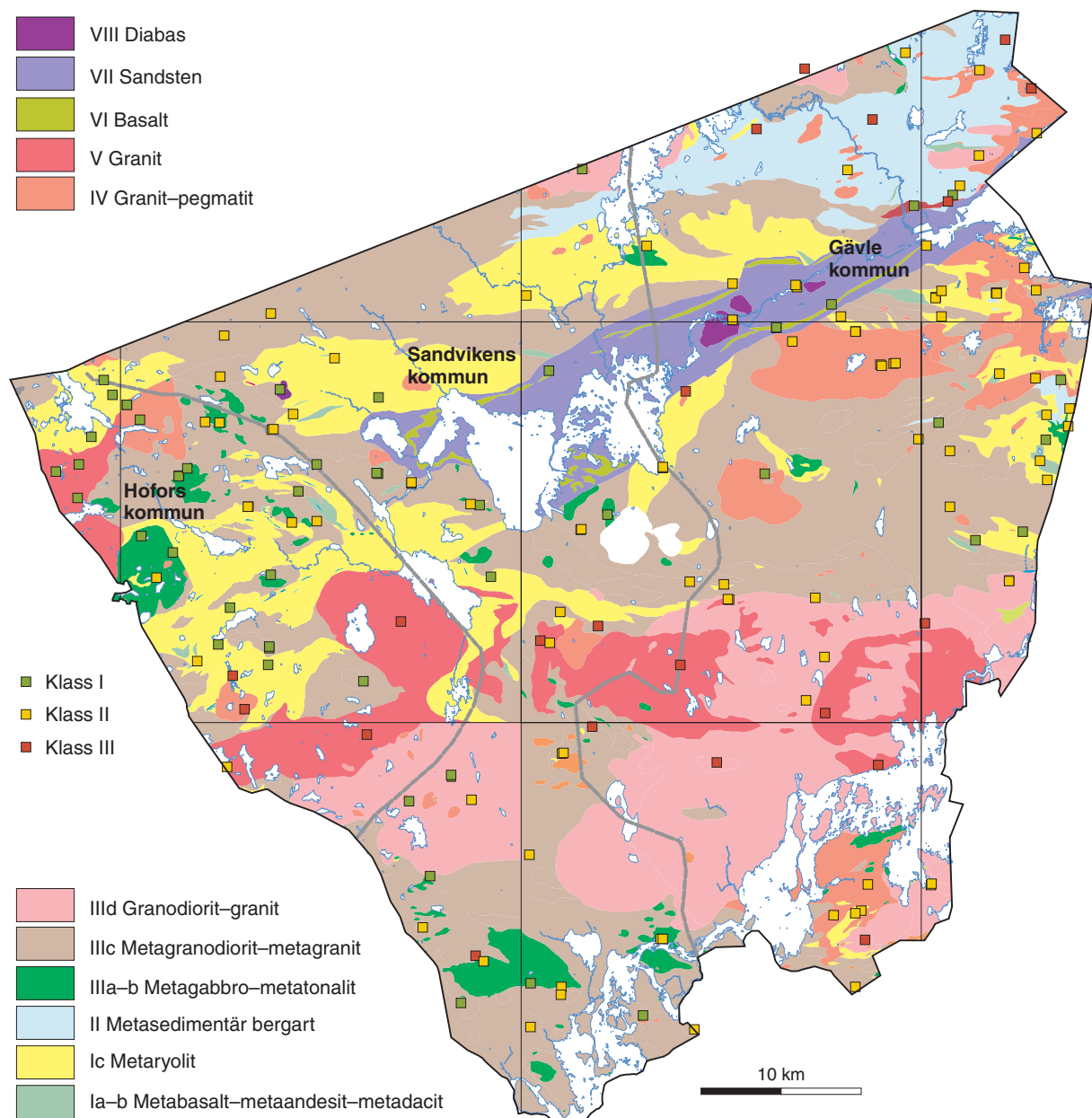


Fig. 1. Förenklad berggrundskarta över Gävle, Sandviken och Hofors kommuner från Bergman & Söderman (2005a, b), Bergman m.fl. (2005b), Delin & Söderman (2005a, b), Sukotjo m.fl. (2005a, b, c) och Persson (1997). Bergkvalitetsklassning enligt väg (tabell 2).

Simplified bedrock map of the municipalities of Gävle, Sandviken and Hofors from Bergman & Söderman (2005a, b), Bergman m.fl. (2005b), Delin & Söderman (2005a, b), Sukotjo m.fl. (2005a, b, c) och Persson (1997). Rock quality classification, road (Table 2).

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

Gävle kommun har ca 91 000 invånare. Undersökningsområdet inom kommunen omfattar 1 248 km². Inom detta område finns bl.a. de större orterna Gävle, Hedesunda, Mårtsbo, Sevallbo, Valbo, Vinnarsjö och Åbyggeby. I Gävle kommun drivs bergtäkter på fyra platser: Valbo (ljus röd till grå, finkornig granit, 6724400/1570800), Valbo-Backa (grå till gråbrun, ojämnkornig, fint medelkornig granit till granodiorit, 6722200/1572300), Johannesberg (ljus röd, ojämnkornig, fint medelkornig granit, 6722300/1573200) och Mårtsbo (grå, finkornig, metadacit, 6727000/1579700).

Sandvikens kommun har ca 37 000 invånare. Undersökningsområdet inom kommunen omfattar 1 008 km². Inom detta område finns bl.a. de större orterna Backberg, Gysinge, Hammarby, Jäderfors, Kungsgården, Sandviken, Storvik, Västerberg, Årsunda, Åshammar och Österfärnebo. I Sandvikens kommun drivs bergtäkter på tre platser: Hammarbyheden (röd, rödgrå medelkornig metagranitoid, 6715600/1540700), Bro (kvartsbreccierad metagranitoid, 6724200/1531600) och Igeltjärnens bergtäkt (hybridbergarter, dominerande är mörkt grå medelkornig tonalit–granodiorit, 6718371/1534380).

Hofors kommun har ca 11 000 invånare. Undersökningsområdet inom kommunen omfattar 447 km². Inom detta område finns bl.a. de större orterna Hofors, Hästbo och Torsåker. I Hofors kommun drivs bergtäkt på en plats, nämligen vid Hästbo (rödgrå, blekröd medelkornig metagranit, 6704800/1534200).

I hela undersökningsområdet bröts under 2005 ca 846 000 ton berg och grus (SGUs bergverksstatistik) varav nästan en tredjedel kom från grustäkter. Beräknat på regionens folkmängd ger detta en medelkonsumtion på cirka 6 ton per person vilket är lägre jämfört med Sverige som helhet för vilken medelkonsumtionen av bergmaterial är ca 10 ton per person.

De tryckta berggrundskartorna i skala 1:50 000 12G Avesta NO (Persson 1997), 12H Söderfors NV (Delin & Söderman, 2005c), 12H Söderfors NO (Bergman & Söderman 2005b), 13G Hofors NO, SV och SO (Sukotjo m.fl. 2005a,b och c), 13H Gävle SV och NV (Delin & Söderman 2005a, b), 13H Gävle SO (Bergman & Söderman 2005a) och 13H Gävle NO (Bergman m.fl. 2005) täcker hela undersökningsområdet.

METODIK

Bergkvalitetskartan bygger på den tidigare genomförda berggrundskarteringen och grundar sig på närmare undersökningar av ett antal valda lokaler i de dominerande bergartsenheter. Från var och en av 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 (alkalisilikareaktivitetsanalys) och modalanalys av mineralfördelningen samt mikrofotografering 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 tagits för att bestämma bergarternas densitet och magnetiska egenskaper. Gammastrålningsmätningar på berghällar har dels utförts vid de flesta av provlokalerna, dels på separata platser. Utöver de inom projektet provtagna lokalerna grundar sig bergkvalitetskartan på tidigare publicerade tekniska, petrografiska och geokemiska analyser från kommunala krossbergsinventeringar och SGUs berggrundskartering. Alla petrografiska data redovisas i tabell 1. Alla tekniska analysvärden redovisas i tabell 2. Alla koordinater är angivna enligt rikets nät (RT90).

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

Tabell 1. Mineralfördelning (volymprocent) och kornstorlek (mm) hos bergarter från kartområdet Gävle, Sandvikens och Hofors kommuner. Bkod är en grupperingskod som baseras på bergartens ålder och sammansättning. Övrigt innefattar t.ex. olivin, cordierit, titanit, kalcit, apatit, zirkon, prehnit, granat, ortit och serpentin. Med kornstorlek avses storleksintervallet för huvuddelen av de enskilda mineralnorna som bygger upp bergarten. Det dominerande kornstorleksintervallet anges först. s = mineral som förekommer i liten mängd (<0,2 %).

Modal composition (volume percent) and grain size (mm) of rocks from the map area in the municipalities of Gävle, Sandviken and Hofors. Rcode is a grouping parameter based on the age and composition of the rock. Other contains olivine, cordierite, sphene, calcite, apatite, zircon, prehnite, garnet, orthite and serpentine. Grain-size refers to the size-fraction of the main part of the individual grains that build up the rock. The dominating grain-size fraction is shown first. s = accessory mineral (<0,2%).

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifält-spär	Plagioklas	Biotit	Muskovit, sericit	Klorit	Epidot	Amfibol	Opak	Pyroxen	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite, sericite	Chlorite	Epidote	Amphibole	Opaque	Pyroxene	Other
CEL010268A	IIId	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig, porfyrisk	0,05–10,0	30,6	13,4	36,8	7,4	6,8		0,4	3,0	0,4		1,2
DBO020011A	IIId	Granit, grågrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–2,5	31,6	34,2	16,0	0,2	13,4	1,6	0,6		1,4		1,0
HLD010460A	V	Granit, rödgrå, fin- till grovkornig, porfyrisk	0,1–12,0	36,6	30,4	22,4	4,6	4,6	0,6					0,8
HLD020002A	V	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	0,25–6,0	41,0	24,8	19,4	5,0	8,0	1,2	0,2				0,4
HLD020004A	V	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	0,1–8,0	46,0	27,4	19,6	2,8	2,4	0,8			0,4		0,6
HLD030024A	IV	Granit, grågrå, fin- till medelkornig, folierad	0,1–5,0	27,4	26,8	25,0	4,4	11,8	2,4	0,2	0,4	1,0		0,6
HLD030118A	Ia	Metamafit, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,05–2,0			30,4		9,0		1,2	57,0	0,2	0,2	2,0
KPN031094A	Ib	Metadacit–andesit, mörkgrå, mycket finkornig till fint medelkornig	0,025–1,2	12,4	2,0	27,2	4,4	20,4	3,6	1,0	27,0	0,2		1,8
MAL041007A	IIId	Metagranodiorit, grå, finkornig till fint medelkornig	1,0–3,0	21,4	1,8	48,0	8,8	7,2	5,8	2,6	2,2	0,6		1,6
MAL051028A	IIId	Metatonalit, grå, fin- till medelkornig	2,0–5,0	24,6	0,4	29,8	7,2	24,6	4,6	2,8	5,4			0,6
MAL051029A	IIId	Metagabbro, mörkgrå, finkornig	0,1–0,3	7,0	0,6	43,2	9,0	3,0	0,6	1,4	34,6			0,6
MAL051030A	Ia	Metamafit, mörkgrå, mycket finkornig till finkornig	0,02–0,75			26,4	0,2			1,0	71,4	0,4		0,6
MAL051031A	IIId	Metagranit, röd, finkornig till medelkornig, gnejsig	0,01–4,0	34,2	42,0	13,0	0,8	2,8	1,6	4,6		0,8		0,2
MAL051032A	IV	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig	0,01–6	38,2	15,0	29,0	0,8	1,6	1,6	13,4				0,4
MAL051033A	IIId	Metagranit, grå, fin- till medelkornig	0,1–4,0	34,0	11,2	14,0		25,0	7,2	5,4	2,0			1,2
MAL051034A	IIId	Metagranitoid, grå, fin- till medelkornig	0,02–4,0	24,8	0,2	38,6	19,8	4,4	0,6	0,4	9,0	1,2		1,0
MAL051035A	IIId	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–2,0	3,4		42,0	6,2	5,2	4,8	0,6	35,8	1,2		0,8
MAL051036A	IIId	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–1,5		0,2	37,2		2,4	0,8	0,6	58,0			0,8
MAL051038A	IIId	Metagranodiorit, grå, fin- till grovkornig	0,05–7,0	12,6	0,4	51,6	11,4	9,6	2,8	0,4	10,6			0,6
MAL051041A	Ia	Metamafit, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–2,0	12,8	0,2	26,0	0,4	9,4	2,0		48,0	0,4		0,8
MAL051042A	Ic	Metayolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	0,05–2,5	57,2	2,0	20,0	9,2	9,8	1,4	0,2		0,2		0,8
MAL051043A	IV	Granit, röd, fin- till grovkornig	0,1–7,0	32,8	36,8	27,2	0,2	1,4		0,4		0,4		0,8
MAL051044A	Ic	Metayolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	0,025–3,0	29,6		27,4	5,6	24,2	2,8			0,2		10,2
MAL051045A	IIId	Granit, grågrå, finkornig till fint medelkornig, kvarts-breccierad	0,01–3,0	46,0	30,0	20,8	1,4	1,6				0,2		
MAL051046A	IV	Pegmatitgranit, ljus röd	0,05–9,0	28,4	6,0	59,6	0,2	4,8	0,2	0,2				0,6
MAL051047A	IIId	Metagranit, grågrå, fin- till grovkornig	0,2–7,0	43,8	2,2	25,0	4,0	13,4	5,0	3,4	0,4			2,8
MAL051048A	V	Granitoid, grågrå, breccierad	0,01–8,0	32,0	16,2	30,6		1,0	8,2	11,2		0,2		0,6
MAL051049A	IIId	Metagabbro, mörkgrå, fin- till grovkornig	0,1–14,0			32,8		1,0	3,6	11,8	41,8	1,2	7,2	0,6

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifält- spat	Plagioklas	Biotit	Muskovit, sericit	Klorit	Epidot	Amfibol	Opak	Pyroxen	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite, sericite	Chlorite	Epidote	Amphibole	Opaque	Pyroxene	Other
MAL051050A	IIIc	Metagranit, röd, finkornig till fint medelkornig, gnejsig	0,05–1,5	42,2	20,2	24,6	5,8	2,4	4,0			0,2		0,6
MAL051051A	IIlb	Metatonalit, grå, fin- till medelkornig	0,1–5,0	11,4	0,2	44,0	1,4	10,0	6,6	0,6	24,0			1,8
MAL051052A	IIIc	Metagranit, grå, röd, finkornig till fint medelkornig	0,02–3,0	35,4	12,4	25,2	2,0	14,6	1,0	2,0	6,6	0,2		0,6
MAL051053A	IIIc	Metagranit, röd, fin- till grovkornig	0,025–6,0	43,8	24,4	19,6		2,0	5,2	2,8				2,2
MAL051054A	IIIc	Metagranit, rödgrå, fin- till medelkornig	0,05–4,0	36,5	29,2	22,3	2,8	8,1	0,3	0,1		0,2		0,5
MAL051055A	IV	Granodiorit, grå, finkornig till fint medelkornig, folierad	0,04–2,5	33,4	46,8	2,8	11,2	4,2	1,0			0,4		0,2
MAL051056A	Ic	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	0,025–1,3	33,6	18,2	35,0	8,2	3,6	1,4					
MAL051057A	Ic	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	0,025–1,5	31,2	16,4	35,0	5,4	0,4	1,4	0,4	8,2	1,0		0,6
MAL061001A	IV	Granit, rödgrå, fin- till grovkornig	0,05–6,5	32,2	15,0	24,6	8,0	15,6	0,8	0,8				3,0
MAL061002A	IIla	Metagabbro, grå, fin- till grovkornig	0,3–6,0			31,4		9,6	3,0		2,4	48,0		5,6
MAL061003A	IIId	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig	0,25–5,5	32,6	33,8	23,4	3,2	4,8	0,6	0,4		0,6		0,6
MAL061004A	Ia	Metamafit, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,05–3,0			35,0		3,0			60,2	1,4		0,4
MAL061005A	V	Granodiorit, rödgrå, fin- till grovkornig, porfyrisk	0,05–13,0	35,8	15,0	16,2	0,8	18,8	6,0	1,4	2,8	0,6		2,6
MAL061006A	IV	Granodiorit, grå, finkornig till fint medelkornig	0,05–4,0	30,2	0,8	51,2	10,6	3,8	0,4		0,4	0,8		1,8
MAL061007A	IIla	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,05–3,0	15,0		46,2	18,2	1,4		0,8	15,6	0,8		2,0
MAL061008A	V	Granit, röd, fin- till grovkornig, porfyrisk	0,2–13,5	28,0	34,0	19,8	4,0	9,8	2,8	0,4		0,2		1,0
MAL061009A	IIla	Metagabbro–ultramafit, mörkgrå, fin- till grovkornig	0,075–15,0	1,4		29,0	0,2	14,8	0,6	0,2	50,8	0,4	2,6	
MAL061010A	IIlb	Metatonalit, grå, fin- till grovkornig	0,05–6,0	18,6	0,2	31,4	9,4	20,4			17,2	0,4		2,4
MAL061011A	Ic	Metaryolit, grå, mycket finkornig till finkornig	0,05–1,0	28,8	25,6	40,4		3,0		0,8		0,2		1,2
MAL061012A	IIla	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,05–2,0			3,8	5,8	48,6	4,4	0,2	29,2	2,8		5,2
MAL061013A	V	Granit, röd, fin- till grovkornig, porfyrisk	0,05–14,0	31,8	26,0	27,0		3,8	6,6	2,8				2,0
MAL061014A	IIId	Granit, grå, röd, fin- till grovkornig	0,1–10,0	38,4	29,2	15,2	0,8	12,8	2,8	0,2				0,6
MAL061015A	IIIc	Metagranit, grå, fin- till grovkornig	0,1–5,5	27,8	18,2	43,0	9,4	1,0				0,4		0,2
MAL061016A	IIId	Granit, grå, röd, fin- till grovkornig, porfyrisk	0,1–10	36,0	28,6	23,4	3,8	7,4	0,2			0,4		0,2
MAL061018A	IV	Granit, röd, finkornig till fint medelkornig	0,05–2,5	36,0	37,2	19,6		6,2		0,6	0,2			0,2
MAL061019A	IIla	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,05–3,0	10,8		46,4	4,0	3,4	0,4		30,6	2,4		2,0
MAL061020A	Ic	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	0,025–1,5	11,4		42,6	0,4	25,0	1,4	0,4	16,4			2,4
MAL061021A	IIIc	Metagranit, rödgrå, fin- till medelkornig	0,05–5,0	30,4	16,8	31,2	11,4	6,2	0,4	0,2	1,8	0,4		1,2
MAL061022A	Ib	Metadacit, mörkgrå, mycket finkornig till finkornig	0,025–0,3	24,8	0,4	36,0	13,4	9,4	0,6	0,4	14,2	0,6		0,2
MAL061023A	IV	Granit, röd, fin- till grovkornig	0,1–8,5	31,8	43,4	20,0		2,8	0,6	0,2		1,2		
MAL061024A	IIId	Granit, grå, fin- till grovkornig	0,1–10,0	12,6	0,2	57,0	14,2	7,6	0,4	0,2	4,8	0,8		2,2
MAL061025A	IIIc	Metagranit, grå, fin- till medelkornig	0,025–5,0	34,2		32,0	11,6	13,4	0,2		7,0			1,6
MAL061026A	IV	Granitpegmatit, ljus grå	0,15–7,0	31,8	18,6	36,6		13,0						
MEK020060A	V	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	0,2–5,0 5,0–8,0	30,8	29,6	18,6	7,6	10,4		0,4	0,4	0,2		2,0
MEK020098A	V	Granit, röd, medelkornig, porfyrisk	2,0–5,0 0,2–2,0	38,0	23,8	16,4	8,6	11,2	0,2	0,6		0,4		0,8

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifält- spat	Plagioklas	Biotit	Muskovit, sericit	Klorit	Epidot	Amfibol	Opak	Pyroxen	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite, sericite	Chlorite	Epidote	Amphibole	Opaque	Pyroxene	Other
MEK020106A	V	Granit, röd, fin-till medelkornig, porfyrisk	1,0–3,0 0,1–0,7	32,8	29,2	24,4	6,4	6,2	0,2	0,2		0,4		0,2
MEK020117A	IIc	Metagranit, grå, finkornig	0,1–0,5 0,5–1,5	42,2	7,0	43,8	6,6		0,2					0,2
MEK020184A	IIb	Metatonalit, rödgrå, finkornig till fint medelkornig	2,0–5,0 0,1–0,2	10,8	3,2	38,4		18,2	9,2	1,2	15,0	0,4		3,6
MEK020189A	IIb	Metatonalit, rödgrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–2,5	20,0	2,2	31,0	3,2	20,2	6,2		14,6	0,4		2,2
MEK020231A	VII	Sandsten, röd, finkornig till fint medelkornig	0,15–2,0	85,2	2,8	2,8		5,6	0,4			0,6		2,6 ¹
MEK020265A	VIII	Diabas, svart, fin-till medelkornig, subofitisk	1,0–4,0 4,0–12,0	0,2		54,2	0,8	6,0	1,6		0,2	4,8	6,8	25,4 ²
MEK030118A	II	Metaarenit, grå, finkornig till fint medelkornig	0,05–1,5	40,0	26,8	0,2	3,4	14,4	1,6					13,6 ¹
MEK030125A	Ia	Metamafit, mörkgrå, fin-till medelkornig	0,05–4,0	37,8			30,0	13,0	9,4	2,0	0,4	s		7,4
MEK030131A	Ia	Metabasalt, mörkgrå, flammig, mycket finkornig till finkornig	0,025–0,2 0,2–3,0	5,0		26,0		11,0	2,0	7,0	28,0	4,0	16,0	1,0
MEK030134A	IIa	Metagabbro, grå, finkornig till fint medelkornig	0,025–1,2	11,4		33,4	1,6	0,2			52,8	0,6		
MEK030153A	IV	Granit, grå, röd, fin-till medelkornig	0,1–4,0	31,4	32,6	26,2	3,2	5,2	0,8					0,6
MEK030166A	II	Metasediment, grå, finkornig, glimmerrik	0,1–1,8	55,8	11,6		1,0	18,0	7,8	2,8				3,0
MEK030216A	II	Metagråvacka, grå, fin-till grovkornig glimmerrik	0,1–6,0	19,8	5,2	10,6	13,0	24,0				0,8		26,6 ¹
MEK030219A	II	Metasediment, grå, finkornig, gnejsig	0,05–1,0 1,0–5,0	39,6	12,2	27,8	15,0	1,0	0,6	0,2				3,6
MEK030337A	V	Granit, röd, medelkornig, porfyrisk	2,0–5,0 0,025–2,0	32,0	47,4	8,4	0,4	s	0,6	10,6		0,4		0,2
MGO067003A	IIc	Metagranit, ljusröd, finkornig, migmatitisk, ådrad	0,5–1,0,3	37,8	28,2	30,8	1,2	s	1,0	s		0,8		0,2
MGO067005A	IIc	Metagranodiorit till metatonalit, grå till rödgrå, medelkornig, gnejsig	0,1–1,0 1,0–3,0	29,0	3,6	42,4	15,0		0,6	s	8,8	s		0,6
MGO067006A	V	Granit, röd, fin-till medelkornig, porfyrisk	1,0–13,0 0,1–1,0	34,4	50,2	13,0	1,0	s	0,8		s	0,4		0,2
MGO067007A	II	Metasediment, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–3,0 0,01–0,1	15,0		25,0	15,0	15,0				s		30,0 ¹
MGO067008A	IIId	Granit, rödgrå, medelkornig, grovporfyrisk	1,0–5,0	21,2	16,2	44,2	10,0	0,2	0,2		5,2	0,8		2,0
MGO067010A	IIc	Metagranit, röd, finkornig, gnejsig	0,01–1,0	28,4	21,4	29,4		s	4,6	16,0		0,2		s
MGO067011A	IIb	Metatonalit, grå, röd, medelkornig, hydrotermalt omvandlad	0,1–5,0	4,6	11,0	56,0	0,2	s	17,0	2,0		2,4		6,8
MGO067012A	IIb	Metatonalit, ljusgrå, medel-till grovkornig, gnejsig	1,0–5,0	46,0	s	36,8	7,6	s	0,8	s	8,4	0,2		0,2
MGO067013A	IIa	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–2,0	s		27,0		1,0	0,4		23,0	0,4	39,6	8,6
MGO067015A	Ib	Metadact, grå, fin-till medelkornig, ådrad	0,1–1,0	26,8	0,4	40,4	23,2	s	s	1,4	7,0	0,4		0,4
MGO067017A	Ic	Ryolit till dact, grå, mycket finkornig till finkornig, bandad	0,02–0,5 0,2–1,0	34,0				0,2			37,6	1,4		26,8 ¹
MGO067018A	IIc	Metagranit till metagranodiorit, rödgrå till grå, röd, medelkornig, gnejsig	0,02–3,0	30,4	23,6	30,6	10,8		0,2		3,4	0,8		0,2
MGO067020A	Ic	Metavulkanit, röd, mycket finkornig	0,01–1,0	37,4	17,2	27,8		0,2	10,2	4,0		1,6		1,6

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifält- spat	Plagioklas	Biotit	Muskovit, sericit	Klorit	Epidot	Amfibol	Opak	Pyroxen	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite, sericite	Chlorite	Epidote	Amphibole	Opaque	Pyroxene	Other
MGO067021A	IIIc	Metagranodiorit, rödgrå, medelkornig	1,0–5,0	30,2	19,8	36,8	1,6	s	2,8	s	5,4	s	s	3,4
MGO067022A	II	Arenit, grå, finkornig, folierad, glimmerrik	0,1–0,3 0,3–1,0	25,0	20,0	25,0	30,0					s	s	s
MGO067025A	IIIc	Metagranit, röd till rödgrå, medelkornig, gnejsig	1,0–5,0	31,8	7,6	45,8	s	3,2	5,0	s	2,8	0,2	0,2	3,6
MGO067026A	IIlb	Metagranitoid, grågrå, fin- till medelkornig	0,1–1,5	28,4	31,8	38,2	s	0,2	1,0	s		s	s	0,4
MGO067027A	IIIc	Metagranit, röd, finkornig till fint medelkornig, ådrad	0,1–1,5	34,4	31,4	32,2	1,2	s	0,4	s		0,2	0,2	0,2
MGO067028A	VI	Basalt, svart, mycket finkornig till finkornig, kraftigt uppsprucken	0,05–0,5			30,0	5,0	s	15,0			50,0		
MGO067029A	IIIc	Metagranit, röd till grågrå, medelkornig, gnejsig	0,1–2,0	32,6	32,2	20,0	2,2	s	1,6					
PDN0300098A	Ib	Metadacit, mörkgrå, finkornig	0,2–0,4	20,2	26,0	26,0			24,4	0,8				2,6
PDN030106A	IV	Granit, grå, medel- till grovkornig	3,0–7,0	30,2	41,4	24,8	1,4	1,0	0,4			0,2		0,6
PDN030141A	Ib	Metadacit, mörkgrå, finkornig	0,1–1,0	19,8	6,0	50,6		0,2	16,4	0,6	4,6			1,8
SA5985352A	IIIc	Metagranit, grå, finkornig	0,2–0,7	36,4	13,4	37,6	7,0		s	0,4	4,0	0,8		0,4
SA5985367A	Ic	Metayolit, grå, mycket finkornig till finkornig	0,1–0,5	35,6	19,6	39,4	4,4		0,4			0,6		
STB031143A	Ic	Metayolit, grå, mycket finkornig till finkornig	0,1–0,5	47,0	6,0	36,6	6,4	0,2	2,4	0,6				0,8
STB031229A	IIIc	Metagranodiorit, rödgrå, finkornig till fint medelkornig	0,7–2,0 2,0–4,0	30,8	5,4	48,8	12,2		0,2		2,2			0,4
STB031261A	II	Metagråvacka, grå, finkornig, glimmerrik	0,1–0,7	31,0	s	23,5	17,0	18,0	1,0			1,5		8,0 ¹
STB031291A	IIIc	Metagranit, ljusröd, finkornig till fint medelkornig	0,5–2	28,6	24,6	40,2	4,4		1,4	0,2		s		0,6
STB031291B	IIIc	Metagranit, grågrå, finkornig till fint medelkornig	0,5–1,5 2,0–3,0	29,6	7,8	41,8	12,2		s	0,4	6,2	0,2		1,8
STB031373A	IIIc	Metagranit, grå, finkornig till fint medelkornig	0,5–2,5 3,0–5,0	24,0	0,2	62,2	12,6		s			0,2		0,8
STB031375A	IV	Pegmatitgranit, blekröd	0,5–4,0 4,0–6,0	30,8	33,4	35,2	s		0,2	0,2				0,2
STB043008A	IV	Granit, grå, finkornig till fint medelkornig	0,5–3,0 3,0–5,0	26,2	23,0	41,0	4,2		0,4			s		5,2
TOW050001A	IV	Pegmatitgranit, ljusröd, gnejsig	0,2–2,0	32,8	8,4	45,4	9,8		2,6	0,2				0,8
TOW050002A	IV	Granit, grågrå, finkornig till fint medelkornig, folierad	1,0–2,0 0,02–0,5	31,6	19,0	40,0	4,0				3,6	0,4		1,4
TOW050003A	IV	Granit, rödgrå, fin- till medelkornig	0,5–4,0	33,4	19,4	40,6	4,6			s	1,0	0,4		0,6
TOW050004A	IV	Granit, grågrå, finkornig till fint medelkornig	0,3–3,0	31,8	28,8	33,6	3,8	0,4	0,8					0,8
TOW050005A	IIIc	Metagranit, grågrå, finkornig till fint medelkornig	0,1–1,5	35,0	16,2	34,0	11,2	s	1,2	1,2		0,4		0,8
TOW050006A	Ib	Metadacit, mörkgrå, finkornig	0,05–0,5	33,0	1,2	36,2	17,2	3,4	6,8	0,2		s		2,0
TOW050007A	IIIc	Metagranit, grågrå, medel- till grovkornig, ådrad	1,0–6,0	37,6	21,2	34,2	0,4	s	4,6	1,2				0,8

1: till övervägande del olivin, 2: till övervägande del cordierit

1: olivine most abundant, 2: cordierite most abundant

Tabell 2. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från kartområdet Gävle, Sandvikens och Hofors kommuner för väg, järnväg och betong (se text). Bkod är bergartskod, ρ_s är korndensitet, A_N är kulkvarnsvärde, LA är Los Angeles-värde, M_{DE} är micro-Devalvärde, RA är radiumindex, GA är aktivitetsindex, ASR är alkalilikareaktivitet.

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

Prov	O-V-koordinat	N-S-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ_s g/cm ³	A_N %	LA %	M_{DE} %	GA	ASR	Bergkvalitetsklassning
Sample	E-W coordinate	N-S coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ_s g/cm ³	A_N %	LA %	M_{DE} %	GA	ASR	Väg järnväg Betong Rock quality classification Road Railway Concrete
CEL010268A	1575620	6689955	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig, porfyrisk	IIId	2,72	14,0	28,0		0,06	I	2
DBO020011A	1567805	6701365	Granit, grå-röd, finkornig till fint medelkornig	IIId	2,75	16,2	23,1		0,49	II	2
DBO020023A	1568785	6700607	Granit, röd, medelkornig, porfyrisk	V	2,63	20,0	35,6		0,39	3	3
DBO020368A	1576190	6701225	Granit, röd, medelkornig, porfyrisk	V	2,63	24,5	40,1		0,26	3	3
DBO020408A	1575291	6706294	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig, porfyrisk	IIId	2,70	17,8	30,9		0,16	0,72	3
DBO020414A	1580482	6708776	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig, porfyrisk	IIId	2,72	14,0	25,0		0,06	0,55	2
DBO030218A	1574009	6741790	Metagabbro, mörkgrå, fin- till medelkornig	IIa	3,13	12,2	10,0		0,26	0,88	I
HLD010451A	1550640	6683750	Metagabbro, grå, finkornig till fint medelkornig	IIa	2,93	8,9	11,4			I	1
HLD010460A	1572370	6697410	Granit, rödgrå, fin- till grovkornig, porfyrisk	V	2,64	12,7	31,8	6,6	0,71	2,12	I
HLD020002A	1568930	6704060	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	V	2,76	16,2	25,5		0,27	0,93	II
HLD020004A	1562890	6707600	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	V	2,63	13,0	27,8	6,4		I	2
HLD020755A	1569530	6687990	Granit, grå, fint medelkornig	IIId	2,73	11,1	20,2			2	1
HLD020756A	1570780	6688203	Granit, grå-röd, finkornig till fint medelkornig	IV	2,63	10,7	25,9		0,10	0,67	2
HLD020898A	1550588	6691741	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	V	2,64	13,1	26,8			2	1
HLD030024A	1553885	6734450	Granit, grå-röd, fin- till medelkornig, folierad	IV	2,68	8,8	15,7		0,16	1,39	I
HLD030118A	1557852	6729796	Metamaft, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	Ia	2,99	14,8	15,4		0,06	0,17	I
HLD031135A	1571256	6688251	Metagabbro, grå, fin- till medelkornig	IIa	2,78	13,9	18,7			2	1
KES990063A	1548129	6709119	Metavulkanit, ljus röd	Ic	2,63	7,0	18,6	4,3		1	1
KPN031094A	1579825	6721695	Metadact-andesit, mörkgrå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ib	2,87	12,5	17,3		0,04	0,20	II
MAL041007A	1582125	6727030	Metagranodiorit, grå, finkornig till fint medelkornig	IIc	2,72	11,9	18,6		0,14	0,58	I
MAL051028A	1547401	6713615	Metatonalit, grå, fin- till medelkornig	IIb	2,75	10,1	16,8		0,15	0,40	I
MAL051029A	1546891	6713681	Metagabbro, mörkgrå, finkornig	IIa	2,91	10,7	14,1		0,10	0,31	I
MAL051030A	1543033	6715095	Metamaft, mörkgrå, mycket finkornig till finkornig	Ia	3,07	16,8	18,6			I	2
MAL051031A	1526314	6718930	Metagranit, röd, fin- till medelkornig, gnejsig	IIc	2,72	8,4	18,1		0,16	0,79	I
MAL051032A	1525419	6719910	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig	IV	2,67	7,7	13,9		0,18	0,84	III
MAL051033A	1536054	6714453	Metagranit, grå, fin- till medelkornig	IIc	2,63	7,0	20,0		0,08	0,19	II
MAL051034A	1533029	6713530	Metagranitoid, grå, fin- till medelkornig	IIb	2,82	13,4	18,7		0,19	0,44	I
MAL051035A	1527179	6708994	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	IIa	2,98	10,6	13,0	8,9	0,06	0,18	I
MAL051036A	1528219	6710600	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	IIa	2,98	8,3	10,4	6,5	0,02	0,11	I
MAL051037A	1528561	6715429	Metagabbro, grå, finkornig till fint medelkornig	IIa	2,80	8,5	13,4		0,12	0,38	I
MAL051038A	1529130	6715860	Metagranodiorit, grå, fin- till grovkornig	IIc	2,74	8,7	18,3		0,12	0,38	I
MAL051039A	1535779	6719334	Metayolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ic	2,70	11,4	17,7	9,1		I	2

Prov	O–V-koordinat	N–S-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ _s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	GA	ASR	Bergkvalitetsklassning
Sample	E–W coordinate	N–S coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ _s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	GA	ASR	Väg Rock quality classification
												Road
												Concrete
MAL051040A	1531173	6721663	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	IIla	2,93	12,1	13,0	9,5	0,09	0,34	I	2
MAL051041A	1550283	6726433	Metamafit, mörkgrå, finkornig till fintmedelkornig	Ia	2,98	16,5	21,0				I	2
MAL051042A	1541071	6720297	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ic	2,63	8,8	18,6		0,23	0,76	II	1
MAL051043A	1532697	6700829	Granit, röd, fin- till grovkornig	IV	2,61	11,9	31,5				I	3
MAL051044A	1532025	6703024	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ic	2,67	36,9	48,6	27,0			II	3
MAL051045A	1546790	6695130	Granit, grå-röd, finkornig till fint medelkornig, kvarts- breccierad	IIId	2,62	10,6	19,2		0,06	0,12	I	2
MAL051046A	1544235	6690443	Pegmatitgranit, ljus röd	IV	2,62	9,3	23,1				I	1
MAL051047A	1543769	6687285	Metagranit, grå-röd, fin- till grovkornig	IIlc	2,73	11,3	20,5		0,05	0,32	I	2
MAL051048A	1535568	6698700	Granitoid, grå-röd, breccierad	V	2,74	12,3	17,8				III	2
MAL051049A	1535690	6712597	Metagabbro, mörkgrå, fin- till grovkornig	IIla	3,01	12,2	13,4		0,02	0,13	I	2
MAL051050A	1535652	6712488	Metagranit, röd, finkornig till fint medelkornig, gnej- sig	IIlc	2,70	10,5	18,7		0,17	0,52	II	2
MAL051051A	1534380	6718371	Metatonalit, grå, fin- till medelkornig	IIlb	2,86	10,3	14,0		0,14	0,42	I	2
MAL051052A	1522267	6714076	Metagranit, grå-röd, finkornig till fint medelkornig	IIlc	2,70	8,2	21,2	5,4	0,22	0,59	I	1
MAL051053A	1540982	6715614	Metagranit, röd, fin- till grovkornig	IIlc	2,67	8,7	18,8	5,1	0,19	0,92	II	1
MAL051054A	1534201	6704725	Metagranit, rödgrå, fin- till medelkornig	IIlc	2,66	8,7	19,8				I	1
MAL051055A	1569698	6685678	Granodiorit, grå, finkornig till fint medelkornig, fo- lierad	IV	2,64	9,6	22,7		0,23	0,58	I	1
MAL051056A	1531908	6707085	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ic	2,64	8,3	18,0	6,0	0,11	0,85	II	1
MAL051057A	1531768	6707273	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ic	2,66	9,3	23,0	6,4	0,11	0,85	II	1
MAL061001A	1552333	6683084	Granit, rödgrå, fin- till grovkornig	IV	2,65	10,9	24,2	6,2	0,12	0,47	II	2
MAL061002A	1552669	6683677	Metagabbro, grå, fin- till grovkornig	IIla	2,96	11,0	11,8	8,6			I	2
MAL061003A	1545633	6696687	Granit, rödgrå, medel- till grovkornig	IIId	2,63	9,7	28,5	5,7	0,51	1,14	I	1
MAL061004A	1537219	6712665	Metamafit, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	Ia	3,01	11,2	12,6	7,8			I	2
MAL061005A	1540359	6699218	Granodiorit, rödgrå, fin- till grovkornig, porfyrisk	V	2,72	18,9	30,9	10,5	0,33	0,84	I	3
MAL061006A	1571563	6689884	Granodiorit, grå, finkornig till fint medelkornig	IV	2,73	11,7	20,0	7,8			I	2
MAL061007A	1560773	6680875	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	IIla	2,96	14,1	17,8	11,4			I	2
MAL061008A	1542437	6706370	Granit, röd, fin- till grovkornig, porfyrisk	V	2,63	42,4	48,7	18,4	0,39	1,72	I	3
MAL061009A	1531204	6718778	Metagabbro-ultramafit, mörkgrå, fin- till grovkornig	IIla	2,97	11,1	11,4	10,1	0,00	0,06	I	2
MAL061010A	1530357	6718828	Metatonalit, grå, fin- till grovkornig	IIlb	2,81	10,8	17,8	7,8	0,09	0,28	II	2
MAL061011A	1524319	6720525	Metaryolit, grå, mycket finkornig till finkornig	Ic	2,62	4,7	15,0	2,5	0,20	0,76	II	1
MAL061012A	1555378	6713019	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	IIla					0,03	0,12	I	1
MAL061013A	1531678	6697277	Granit, röd, fin- till grovkornig, porfyrisk	V	2,66	15,8	28,6	8,5	0,35	0,84	II	2
MAL061014A	1542958	6695141	Granit, grå-röd, fin- till grovkornig	IIId	2,63	9,0	23,8	5,5	0,42	1,10	II	1
MAL061015A	1541870	6729061	Metagranit, grå, fin- till grovkornig	IIlc	2,67	11,8	28,7	7,7	0,27	0,59	I	2
MAL061016A	1562137	6697506	Granit, grå-röd, fin- till grovkornig, porfyrisk	IIId	2,67	17,6	35,5	9,6	0,20	0,84	I	3

Prov	O–V-koordinat	N–S-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ_s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	GA	ASR	Bergkvalitetsklassning
Sample	E–W coordinate	N–S coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ_s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	GA	ASR	Väg Rock quality classification
												Järnväg Railway
												Concrete
MAL061017A	1523123	6717875	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ic	2,65	5,1	12,8	3,2	0,25	0,57	III	1
MAL061018A	1522266	6716207	Granit, röd, finkornig till fint medelkornig	IV	2,62	4,5	15,3	2,7	0,24	0,58	II	1
MAL061019A	1526326	6711683	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	IIla					0,03	0,12	I	1
MAL061020A	1537233	6704790	Metaryolit, grå, mycket finkornig till fint medelkornig	Ic	2,76	7,6	13,5	5,3	0,15	0,35	III	1
MAL061021A	1540119	6702537	Metagranit, rödgrå, fin- till medelkornig	IIlc	2,68	9,8	20,3	6,2	0,23	0,68	I	1
MAL061022A	1529794	6703861	Metadacit, mörkgrå, mycket finkornig till finkornig	Ib	2,81	11,9	17,9	9,7	0,11	0,26	III	2
MAL061023A	1554516	6699771	Granit, röd, fin- till grovkornig	IV	2,64	13,2	34,0	6,9	0,22	0,61	I	3
MAL061024A	1571421	6686514	Granit, röd, fin- till grovkornig	IIId	2,76	30,5	37,9	17,7	0,13	0,40	I	3
MAL061025A	1537280	6716015	Metagranit, grå, fin- till medelkornig	IIlc	2,78	9,9	15,7	7,0			II	1
MAL061026A	1560257	6720666	Granitpegmatit, ljusgrå	IV	2,63	14,2	36,2	7,5	0,30	0,78	I	3
MEK020060A	1559812	6703703	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	V	2,66	16,0	31,7		0,44	2,03	I	3
MEK020098A	1551152	6705180	Granit, röd, medelkornig, porfyrisk	V	2,64	14,1	35,0		0,30	0,83	I	3
MEK020106A	1551875	6704971	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	V	2,68	13,5	29,5		0,66	1,83	II	2,5
MEK020117A	1552417	6706947	Metagranit, grå, finkornig	IIlc	2,65	11,3	28,1		0,27	1,25	I	2
MEK020184A	1560536	6708787	Metatonalit, rödgrå, finkornig till fint medelkornig	IIlb	2,77	15,7	24,3		0,17	0,33	I	2
MEK020189A	1553642	6712037	Metatonalit, rödgrå, finkornig till fint medelkornig	IIlb	2,83	12,7	15,3		0,14	0,42	I	2
MEK020231A	1551735	6722032	Sandsten, röd, finkornig till fint medelkornig	VII	2,64	7,8	17,1	7,3			I	1
MEK020236A	1567170	6727318	Sandsten, röd, finkornig	VII	2,60	11,8	25,8				2	1
MEK020265A	1563248	6725125	Diabas, svart, fin- till medelkornig, suboftisk	VIII	3,00	14,4	21,4		0,02	0,11	I	2
MEK020530A	1570895	6683476	Granit, grå, röd, finkornig till fint medelkornig	IV	2,68	13,1	21,3	8,8	0,24	0,64	2	1
MEK020588A	1550525	6681030	Metagranit, röd, finkornig till fint medelkornig, gnej- sig	IIlc	2,68	10,8	19,9		0,17	0,47	2	1
MEK030118A	1584312	6719700	Metaarenit, grå, finkornig till fint medelkornig	II	2,66	15,2	23,8		0,28	0,94	I	2
MEK030125A	1582809	6719336	Metamaft, mörkgrå, fin- till medelkornig	Ia	2,93	16,2	20,4		0,06	0,23	II	2
MEK030128A	1582787	6717684	Metavulkanit, mörkgrå, finkornig	Ib	2,78	8,8	14,6		0,11	0,39	III	1
MEK030131A	1582297	6716462	Metabasalt, mörkgrå, flammig, mycket finkornig till finkornig	Ia	3,02	16,7	16,0		0,06	0,15	I	2
MEK030134A	1583816	6718505	Metagabbro, grå, finkornig till fint medelkornig	IIla	2,91	15,9	20,4		0,06	0,17	I	2
MEK030153A	1582155	6721545	Granit, grå, röd, fin- till medelkornig	IV	2,62	10,8	26,8		0,48	1,28	I	2
MEK030166A	1583681	6721376	Metasediment, grå, finkornig, glimmerrik	II	2,68	8,2	14,4		0,30	0,73	I	1
MEK030176A	1582832	6715240	Ryolit till dacit, grå	Ic	2,74	13,3	15,0				2	1
MEK030216A	1580710	6742719	Metagråvacka, grå, fin- till grovkornig glimmerrik	II	2,74	20,7	17,5		0,40	1,04	I	3
MEK030219A	1582059	6736907	Metasediment, grå, finkornig, gnejsig	II	2,72	13,8	21,4		0,82	3,56	I	2
MEK030337A	1574578	6732251	Granit, röd, medelkornig, porfyrisk	V	2,62	9,8	24,8		0,35	1,45	I	1
MEK030376A	1564694	6737082	Metasediment, grå, granatrik	II	2,82	18,6	14,3				3	1
MGO067002A	1562205	6697504	Granit, röd till rödgrå, medelkornig, porfyrisk, stäng- lig	IIId	2,65	15,6	31,1	7,8	0,20	0,84	3	3

Prov	O–V-koordinat	N–S-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ_s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	GA	ASR	Bergkvalitetsklassning
Sample	E–W coordinate	N–S coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ_s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	GA	ASR	Väg Road Järnväg Railway Betong Concrete
MGO067003A	1552575	6698107	Metagranit, ljusröd, finkornig, migmatitisk, ådrad	IIlc	2,63	10,5	29,7	0,17	0,17	0,62	I	2,5
MGO067004A	1565923	6724602	Basalt, svart, finkornig, mandelstensförande, ofitisk	VI	2,88	8,1	10,3	0,05	0,23	1	I	1
MGO067005A	1574681	6717651	Metagranodiorit till metatonalit, grå till rödgrå, medelkornig, gnejsig	IIlc	2,73	11,9	22,3	0,25	0,53	1	I	1
MGO067006A	1576744	6732544	Granit, röd, fin- till medelkornig, porfyrisk	V	2,59	12,9	32,7	4,8	0,43	2,21	I	3
MGO067007A	1570318	6734397	Metasediment, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	II	2,80	16,8	18,0	0,23	1,00	1,00	II	2
MGO067008A	1569102	6741733	Granit, rödgrå, medelkornig, grovporfyrisk	IIId	2,72	15,7	28,8	9,7			I	2
MGO067010A	1557624	6681778	Metagranit, röd, finkornig, gnejsig	IIlc	2,68	6,5	16,8	4,1	0,28	1,11	III	1
MGO067011A	1558744	6686582	Metatonalit, gråröd, medelkornig, hydrotermalt omvandlad	IIlb	2,76	13,9	16,6	9,7			I	2
MGO067012A	1547159	6685457	Metatonalit, ljusgrå, medel- till grovkornig, gnejsig	IIlb	2,76	17,5	30,1	11,7			I	3
MGO067013A	1547588	6685091	Metagabbro, mörkgrå, finkornig till fint medelkornig	IIla	2,95	11,8	16,5				I	2
MGO067014A	1569355	6726075	Sandsten, röd, finkornig	VII	2,64	9,5					II	1
MGO067015A	1569767	6725263	Metadacit, grå, fin- till medelkornig, ådrad	Ib	2,75	13,3	17,6				I	2
MGO067016A	1558871	6715991	Dacit till andesit, grå, finkornig, lagrad	Ia	3,01	11,4	16,4	8,3	0,08	0,28	II	2
MGO067017A	1562585	6708546	Ryolit till dacit, grå, mycket finkornig till finkornig, bandad	Ic	2,72	12,4	15,0	10,2			II	2
MGO067018A	1568288	6707866	Metagranit till metagranodiorit, rödgrå till gråröd, medelkornig, gnejsig	IIlc	2,68	10,9	26,9	7,5	0,47	0,99	II	2
MGO067019A	1559733	6712181	Granit, grå till rödgrå, fint medelkornig, förskiffrad, ådrad	IV	2,64	13,9	45,1	8,6	0,60	0,97	3	3
MGO067020A	1578376	6711356	Metavulkanit, röd, mycket finkornig	Ic	2,73	7,5	14,3	4,9			III	1
MGO067021A	1576810	6713565	Metagranodiorit, rödgrå, medelkornig	IIlc	2,71	12,7	24,6	8,2			I	2
MGO067022A	1584900	6713462	Arenit, grå, finkornig, folierad, glimmerrik	II	2,73	19,7	15,3				II	3
MGO067023A	1534967	6720845	Diabas, svart, finkornig till fint medelkornig, subof-tisk	VIII	2,86	8,2	11,8		0,10	0,37	I	1
MGO067025A	1563156	6727453	Metagranit, röd till rödgrå, medelkornig, gnejsig	IIlc	2,66	10,7	21,5	6,9	0,37	0,60	I	2
MGO067026A	1566541	6715861	Metagranitoid, gråröd, fin- till medelkornig	IIlb					0,71	1,29	II	1
MGO067027A	1576194	6725422	Metagranit, röd, finkornig till fint medelkornig, ådrad	IIlc	2,61	11,3	28,7	6,3	0,31	0,79	I	2
MGO067028A	1575169	6729750	Basalt, svart, mycket finkornig till finkornig, kraftigt uppsprucken	VI	2,78	10,1			0,10	0,32	I	2
PDN030098A	1575796	6726552	Metadacit, mörkgrå, finkornig	Ib	2,71	18,6	21,6		0,14	0,31	I	3
PDN030106A	1578615	6740750	Granit, grå, medel- till grovkornig	IV	2,63	12,6	28,1		0,86	1,84	I	2
PDN030141A	1579707	6726878	Metadacit, mörkgrå, finkornig	Ib	2,75	12,8	19,9		0,27	0,58	I	2
SAS974670A	1523850	6721450	Metaryolit, grå, mycket finkornig till finkornig	Ic	2,67	8,0	12,7	4,8			III	1
SAS974889A	1521020	6715700	Metavulkanit, ljusgrå	Ic	2,65	5,6	15,1	3,2			I	1

Prov	O–V-koordinat	N–S-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ _s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{D_E} %	GA	ASR	Bergkvalitetsklassning		
Sample	E–W coordinate	N–S coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ _s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{D_E} %	GA	ASR	Väg	Järnväg	Betong
											Road	Railway	Concrete
SAS985201A	1534417	6725502	Metagranit, röd, finkornig till fint medelkornig, gnej-sig	IIlc	2,66	12,1	26,9				2	1	1
SAS985203A	1531520	6724150	Metagranitiod, kvartsbreccierad	IIlc	2,67	11,0	20,6				2	1	1
SAS985220A	1538350	6722780	Metavulkanit, grå, fin- till medelkornig	Ic	2,71	14,0	17,7	8,5			2	1	
SAS985325A	1530995	6704870	Metaryolit, grå, mycket finkornig till finkornig	Ic	2,63	7,8	20,7	4,0		I	1	1	1
SAS985352A	1534412	6709297	Metagranit, grå, finkornig	IIlc	2,70	10,3	18,2			I	1,5	1	1
SAS985367A	1534222	6703601	Metaryolit, grå, mycket finkornig till finkornig	Ic	2,65	7,0	16,3	4,7		II	1	1	1,5
SPN051001A	1546251	6682586	Metagranit, rödgrå, fin- till medelkornig	IIlc	2,72	9,7	18,0		0,07	0,32	I	1	1
STB031143A	1581300	6711905	Metaryolit, grå, mycket finkornig till finkornig	Ic	2,67	8,6	15,4	5,8	0,23	0,70	I	1	1
STB031229A	1576790	6717085	Metagranodiorit, rödgrå, finkornig till fint medelkornig	IIlc	2,71	12,0	23,3		0,26	0,75	I	2	1
STB031261A	1577300	6733470	Metagråvacka, grå, finkornig, glimmerrik	II	2,81	14,2	11,5		0,15	0,96	I	2	3
STB031291A	1576100	6718740	Metagranit, ljusröd, finkornig till fint medelkornig	IIlc	2,62	8,6	20,6			I	1	1	1
STB031291B	1576100	6718740	Metagranit, gråröd, finkornig till fint medelkornig	IIlc	2,71	12,0	22,2			I	2	1	1
STB031373A	1578480	6735465	Metagranit, grå, finkornig till fint medelkornig	IIlc	2,69	12,5	22,9		0,09	0,29	I	2	1
STB031375A	1581400	6728380	Pegmatitgranit, blekröd	IV	2,63	11,6	21,6		0,30	0,85	I	2	1
STB043008A	1582025	6739865	Granit, grå, finkornig till fint medelkornig	IV	2,64	16,0	32,6			I	3	3	3
TOW050001A	1573241	6722396	Pegmatitgranit, ljusröd, gnejsig	IV	2,68	11,6	23,9	7,2	0,32	0,84	I	2	1
TOW050002A	1572414	6722316	Granit, gråröd, finkornig till fint medelkornig, folierad	IV	2,67	11,2	23,7	7,2	0,32	0,84	I	2	1
TOW050003A	1566990	6723830	Granit, rödgrå, fin- till medelkornig	IV	2,65	11,5	28,7	7,4		I	2	2,5	1
TOW050004A	1570780	6724390	Granit, gråröd, finkornig till fint medelkornig	IV	2,65	10,9	25,7	7,1	0,46	1,19	I	2	1
TOW050005A	1565359	6715618	Metagranit, gråröd, finkornig till fint medelkornig	IIlc	2,67	7,9	17,2	4,8	0,38	0,80	II	1	1,5
TOW050006A	1576148	6726916	Metadacit, mörkgrå, finkornig	Ib	2,85	21,8	29,4	15,9	0,14	0,31	II	2	3
TOW050007A	1576906	6732908	Metagranit, gråröd, medel- till grovkornig, ådrad	IIlc	2,69	8,3	17,1		0,19	0,79	II	1	1,5

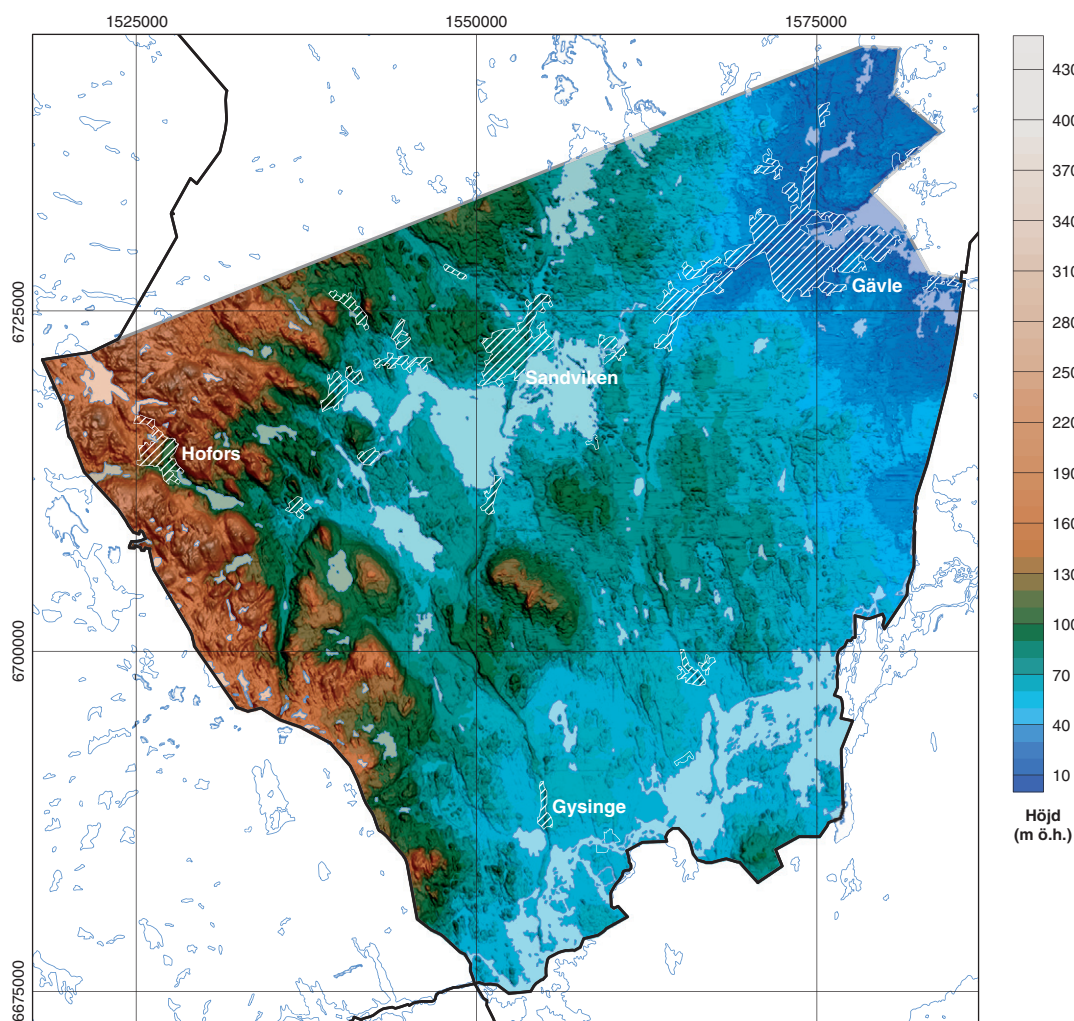


Fig. 2. Höjdreliëfkarta över undersökningsområdet. Kartan baseras på Lantmäteriets digitala höjddatabank med 50 m rutnät.
Topographic relief map of the study area. The map is based on the digital 50 m elevation database from the National Land Survey of Sweden.

1:50 000 från Lantmäteriets höjddatabas (fig. 2). Det är sannolikt att de antyder svaghetszoner som består av sprickor med varierande stupningsriktningar. För tolkning av deformationszoner och vattenförande zoner har magnetfält- och VLF-data använts.

Information om djupet till berggrundsytan (jorddjupet) har erhållits från SGUs brunnarsarkiv och redovisas i tre klasser, nämligen <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 1976 brunnar från SGUs brunnarsarkiv och i 748 av dessa är jorddjupet större än eller lika med 10 m. Det största uppmätta jorddjupet, 53 m, finns i en brunn vid Överhärde (6723064/1564144), ca 10 km öster om Sandviken.

ALLMÄN GEOLOGI OCH GEOFYSIK

Området domineras av bergarter som bildades under den s.k. svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen) för ca 1960 till 1750 miljoner år sedan (fig. 1). Äldst i det aktuella området är s.k. svekofenniska ytbergarter (bergarter avsatta på jordytan), som utgörs av vulkaniska och sedimentära avlagringar bildade för minst ca 1900 miljoner år sedan. Ytbergarterna intruderades av djup- och gångbergarter (intrusivbergarter bildade i jordskorpan) för ca 1900 till 1840 miljoner år sedan. Ovannämnda bergarter omvandlades genom att de fördes ner i jordskorpan och där utsattes för höga temperaturer eller tryck (metamorfos) under kulminationen av orogenesen. I vissa områden var omvandlingen så stark att bergarterna smälte upp.

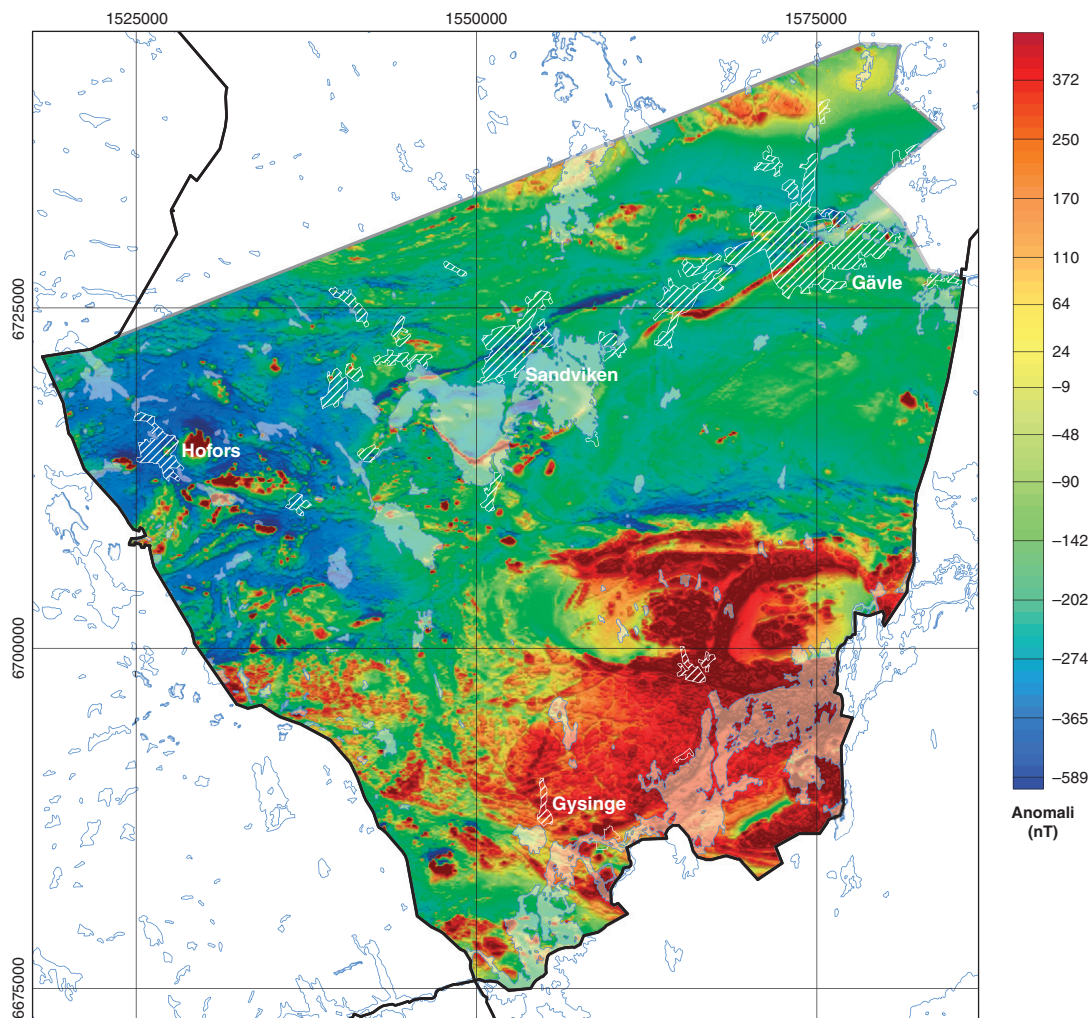


Fig. 3. Magnetisk anomalikarta över projektområdet. Kartan baseras på SGUs och LKABs flygmätningar. Magnetiska data är reducerade till epok 1965.o. Kartan visar totalfältets avvikelser från DGRF 1965.o. För detaljer om flygdata se avsnittet Geofysiska data.

Map of the total magnetic field anomaly in the survey area. The map is based on the SGU's and LKAB's airborne data. The magnetic field data were reduced to epoch 1965.o. The map shows deviations from the DGRF 1965.o.

Dessa smältor (magmor) gav upphov till en ny generation djup- och gångbergarter, som kallas senorogent eller syn- till senorogent svekokarelska. Under orogenesen deformerades berggrunden varvid bl.a. foliationer, stängligheter och stora veckstrukturer bildades. I vissa zoner, s.k. skjuvzoner, var deformationen särskilt stark. Efter den svekokarelska orogenesen intruderades den äldre berggrunden av granit (ca 1 500 miljoner år gammal), samt av flera generationer diabas som gångar och flacka skivor. Dessutom avsattes basalter och s.k. jotniska sedimentära bergarter (1 600–1 200 miljoner år) samt kambriska till ordoviciska sedimentära bergarter (545–443 miljoner år) på den äldre berggrunden.

Variationer i magnetfältet beror framför allt på bergarters olika innehåll av magnetiska mineral. Den magnetiska anomalikartan ger information om vissa bergarters utbredning samt om strukturella drag i berggrunden. Den mineralogiska sammansättningen i bergarten avspeglas av de geofysiska egenskaperna. Den magnetiska susceptibiliteten beror främst på förekomsten av magnetit. Med susceptibilitetsmätningar utförda på provtagningslokalerna och på bergartsprover i laboratorium kan man bättre förstå och tolka mönstret på den magnetiska anomalikartan (fig. 3).

Densiteten är en indikator på bergartens mineralsammansättning. Bergarter med låg densitet (t.ex. 2,60–2,70 g/cm³) domineras av "lättare" mineral som kvarts och kalifältspat, vilka är vanliga i en granit,

medan bergarter med hög densitet (t.ex. 2,78–3,00 g/cm³, tonalit, amfibolit och andesit) domineras av ”tyngre” mineral som plagioklas, biotit och hornblände. Densiteten ger också en grov uppskattning av huruvida bergarten tenderar att deformeras sprött (vilket är vanligare i graniter med låg densitet). I tabell 2 anges bergartsprovets densitet för alla de prover där teknisk analys genomförts.

Bergarternas strålningsegenskaper redovisas nedan i avsnittet Berggrundens strålningsegenskaper. Den magnetiska anomalikartan över det aktuella området visar på kraftigt varierande magnetiseringsnivåer. Exempelvis tyder de starka variationerna i fältets styrka nordost om Gysinge (fig. 3) på en heterogen geologi inom detta område. Den tunna starkt positiva anomalin i nordostlig riktning strax söder om Gävle orsakas av en basalt. I de västra, nordvästra och norra delarna av undersökningsområdet minskar den generella magnetfältstyrkan samtidigt som många lokala, högmagnetiska anomalier som syns på kartan är kopplade till basiska intrusioner. De flesta långsträckta, högmagnetiska anomalier avspeglar de deformerade bergarternas foliationer. De metasedimentära ytbergarterna har låga susceptibiliteter och ganska varierande densitet. De basiska metavulkaniterna har högre susceptibilitet och densitet jämfört med de intermediära och sura varianterna. Den yngre graniten har högre gammastrålningsnivå än de äldre (tidigorogena) graniterna.

BERGARTSBESKRIVNING

Nedan följer en generaliserad gruppindelning (I–VIII) av bergarterna inom projektområdet. För en noggrannare beskrivning hänvisas till berggrundsbeskrivningar i Bergman & Söderman (2005 a, b), Bergman m.fl. (2005b), Delin & Söderman (2005a, b), Sukotjo m.fl. (2005a, b, c) och Persson (1997).

Störst utbredning bland ytbergarterna har metavulkaniterna (I) vilka främst utgörs av sura varianter som ryolit (Ic) och dacit (Ib). Färgen är oftast röd till grå och de uppträder ibland bandade och strökornsförande (fältspat eller kvarts). Mer basiska inslag som metabasalt och metaandesit (Ia) finns också representerade i denna grupp; dessa är oftast finkorniga och gröngrå till svarta.

Bergarter i grupp I har generellt sett varierande susceptibiliteter ($8\text{--}3\,050 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Metavulkaniternas (grupp Ia–c) densitet varierar mellan 2,620 och 2,950 g/cm³. Variationen i densitet beror på bergarternas olika mineralsammansättningar. Till exempel har de surare metavulkaniterna lägre densitet jämfört med de mer basiska metavulkaniterna. Metabasalten har den hösta densiteten (2,950 g/cm³). Associerat till metavulkaniterna uppträder karbonathorisonter och järnmineraliseringar.

Metasedimentära bergarter (II) uppträder främst i projektområdets nordöstra del. Metamorfosgraden ligger generellt sett i övre amfibolitfacies och omvandlingsgraden varierar stort inom karteringsområdet. Vanligen är bergarterna åderförgnejsade, ställvis starkt migmatitiserade och övergår gradvis i migmatitgranit. De metasedimentära bergarterna innehåller oftast granat, sillimanit och lokalt cordierit. Den låga magnetfältstyrkan från flygmätningar i områden med metasedimentära bergarter korrelerar bra med de låga susceptibiliteterna ($10\text{--}50 \times 10^{-5}$ SI-enheter) som uppmätts på berghällar. Densiteten för prover tagna från de metasedimentära bergarterna varierar mellan 2,750 och 2,858 g/cm³. Kartan över markens elektriska ledningsförmåga visar att de metasedimentära bergarterna har en varierande ledningsförmåga som delvis är lägre än de omgivande intrusivbergarterna inom projektområdet (fig. 4).

De äldre intrusivbergarterna (III) innefattar mer eller mindre deformerad och omvandlad gabbro, diorit, kvartsdiorit, tonalit (III a och III b), granodiorit och granit (III c). De antas vara likåldriga med de metavulkaniska bergarterna, dvs. ca 1 890 miljoner år gamla. Mafiska enklaver i den äldre berggrunden är relativt vanliga. I gruppen III är också något yngre intrusivbergarter, ca 1 860 miljoner år gamla, inkluderade (III d). Här dominerar granit och granodiorit. Karaktäristiskt för dessa granitoider är en småporfyrisk textur, vanligen med långsträckta, rektangulära (delvis linsformade) fältspatströkorn. I projektområdets södra del, i det s.k. Hedesundakomplexet, är graniten ställvis folierad, medel- till grovkornig och grovporfyrisk. Den övergår i en likaledes folierad, rikligt hornbländeförande granodiorit till granit som dominerar i östra delen av massivet. De mer basiska, äldre intrusivbergarterna (III a och III b) har generellt sett högre susceptibiliteter och densiteter än de mer sura, äldre intrusivbergarterna (III c och III d). Den

äldre graniten i Hedesundakomplexet har en relativt hög susceptibilitet (upp till $5\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter) vilken orsakar den ringformade högmagnetiska strukturen som syns på magnetfältskartan (fig. 3).

Senorogena intrusivbergarter (IV) uppträder som pegmatitassocierad granit, vanligen som gångar och små kroppar i den äldre berggrunden. Graniten är finkornig till fint medelkornig och varierar från grå till röd. På de flesta ställen är en svag foliation utbildad, men massformiga delar förekommer ställvis och inneslutningar av äldre berggrund förekommer rikligt. De senorogena intrusivbergarternas (IV) låga susceptibiliteter ($0\text{--}400 \times 10^{-5}$ SI-enheter) avspeglas på magnetfältskartan som områden med en lägre anomalinivå.

En yngre granitenhet (V), Hedesundagraniten (ca 1 800 miljoner år gammal) i Hedesundakomplexet, uppträder som ett bälte över projektområdets södra del. Graniten är övervägande röd, grovkornig och delvis grovporfyrisk, i västra delen glest småporfyrisk med typiskt listformade strökorn. Den är vanligen massformig till svagt magmatiskt folierad. Graniten har en ganska låg susceptibilitet, $4\text{--}20 \times 10^{-5}$ SI-enheter, och en låg densitet, $<2,650\text{ g/cm}^3$.

I Gävles norra utkanter, finns några få hållar med en starkt röd, oftast porfyrisk och massformig granit av rapakivtyp (V), kallad Strömsbrogranit. Den tycks utgöra en liten, långsträckt kropp med ungefär ost-västlig utbredning. Graniten har en ålder av ca 1 500 miljoner år. Markmätningar på en håll med Strömsbrogranit visar en susceptibilitet på $8\text{--}19 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Ett petrofysikprov taget från samma håll har en densitet på $2,604\text{ g/cm}^3$.

I ett sammanhängande område från Storvik i väster, via Sandviken mot Gävle och vidare ut i Bottnhavet, finns en större förekomst med jotnisk sandsten (VII), så kallad Gävlesandsten. Sandstenen är vanligen gulröd till röd och innehåller lager av arkos och konglomerat. Sandstenen har en svag magnetisk signatur och uppträder på magnetfältskartan som en negativ anomali. Susceptibilitetsmätningar från en sandstenshåll visar en låg magnetiseringsnivå (susceptibilitet mellan 0 och 8×10^{-5} SI-enheter). Provet från samma håll har en ganska låg densitet ($2,623\text{ g/cm}^3$). Områden med jotnisk sandsten framträder som goda ledare på kartan över markens elektriska ledningsförmåga (fig. 4). Det kan delvis bero på att bergarten har en högre porositet (och därigenom en högre vattenhalt) än övriga bergarter, men även på att det delvis förekommer tjockare jordtäcken i detta område. I ovan nämnda sandsten finns en konform inlagring av en mafisk, finkornig bergart, Gävlebasalt (VI), vilken har en karakteristisk mörkt rödbrun färg. Det togs två parameterprover från den högmagnetiska Gävlebasalten som sträcker sig från Gävlebukten vidare mot sydväst. Både densitetsvärdena och susceptibiliteterna för dessa två prover är jämförbara ($2,870\text{--}2,800\text{ g/cm}^3$ respektive $2\,390\text{--}5\,600 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Resultaten skiljer sig dock markant åt när det gäller den remanenta magnetiseringen. Det första provet har ett Q-värde (kvoten mellan remanent och inducerad magnetisering) på 0,58 medan det andra provet har Q-värde på 281. Skillnaden beror troligtvis på en skillnad i halten av de mineral som orsakar remanensen (t.ex. magnetkis).

Vid Mackmyra finns ett antal hållar med ca 1 260 miljoner år gammal, postjotnisk diabas av Åsbytyp (VIII). Det är en relativt grovkornig bergart med ofitisk textur och typisk brunaktig grusvittring på hälltytor.

Bergartskoden är en unik beteckning för de olika relevanta och identifierade bergartsenheterna 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). Bergartsenheterna i Gävle, Sandvikens och Hofors kommuner finns redovisade i tabell 3.

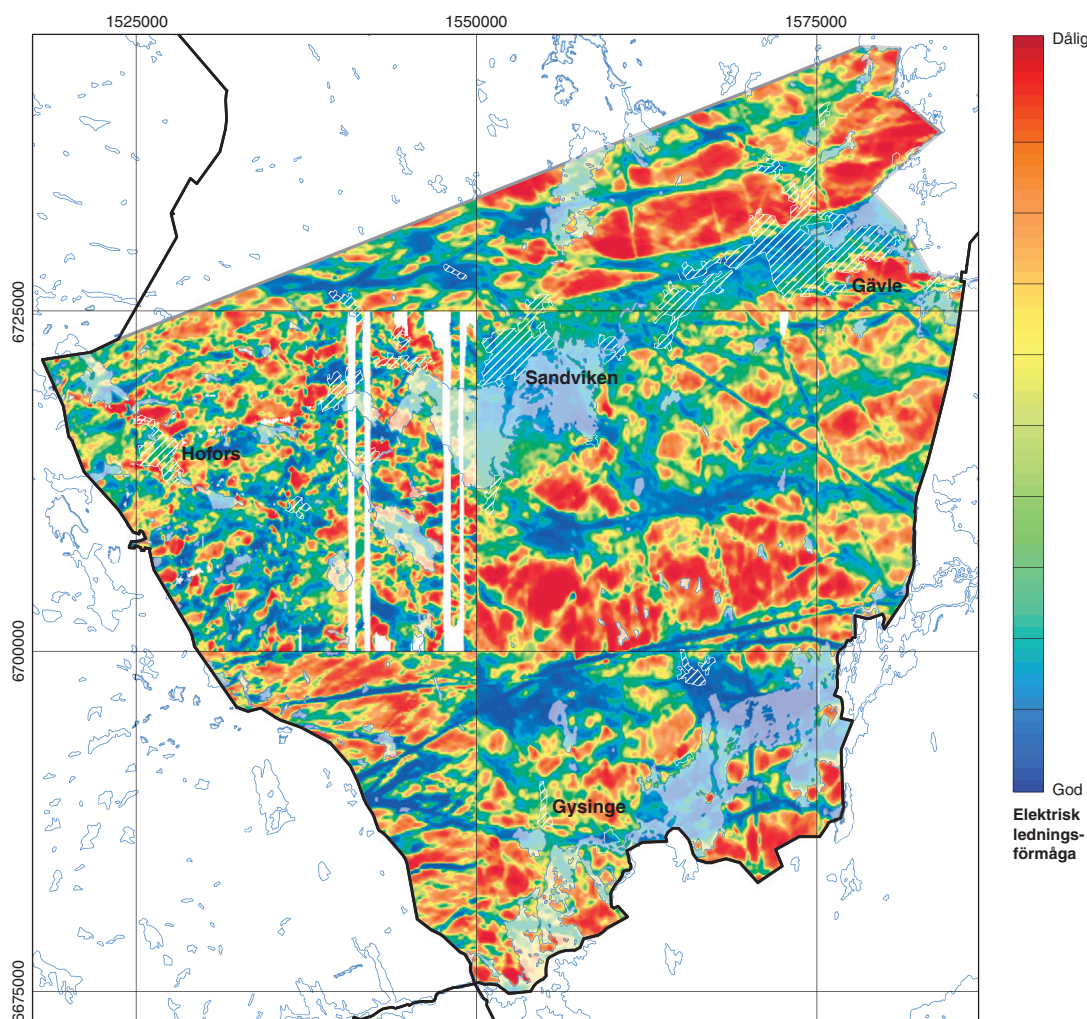


Fig. 4. Kartan över markens skenbara elektriska ledningsförmåga inom undersökningsområdet. Kartan baseras på SGUs och LKABs flygmätningar. Mätningarna registrerar sekundära elektromagnetiska fält som förorsakas av induktion i elektriska ledare, exempelvis större sprickzoner i berggrunden men även kraftledningar och andra störkällor. För detaljer om flygdata se avsnittet Geofysiska data.

Map of apparent electrical conductivity of the ground in the study area. The map is based on the SGU and LKAB airborne data. The measurements register secondary electromagnetic fields caused by the induction in an electric conductor, for example large water-bearing fracture zones or even power lines.

Tabell 3. Bergartsenheter i Gävle, Sandvikens och Hofors kommuner.

Rock units in the municipalities of Gävle, Sandviken and Hofors.

Bergartsenhet	Bkod*
Rock unit	Rcode
Metabasalt–metaandesit	Ia
Metadacit	Ib
Metaryolit	Ic
Metasedimentär bergart	II
Metagabbro	IIIa
Metatonalit	IIIb
Metagranodiorit–metagranit	IIIc
Granodiorit–granit	IIId
Granit–pegmatit	IV
Granit	V
Basalt	VI
Sandsten	VII
Diabas	VIII

* Bergartskod är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning.

PETROGRAFISK ANALYS

Bergartsprovernas mineralsammansättning och ingående minerals 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 bestämmer 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, magnetit, ilmenit, apatit, pyrit, rutil, korund och granat). Vidare har en uppskattning av ingående mineralorns storlek och bedömning av kornfogar genomförts.

Bland de prover som utifrån de tekniska egenskaperna bedömts tillhöra bergkvalitetsklass 1 för väg dominerar bergarter som utsatts för stark plastisk deformation. Parallellstrukturen kan vara mer eller mindre väl utvecklad, men karaktäristiskt är att bergarterna är dynamiskt omkristalliserade och därför kraftigt kornstorleksförminskade, med komplexa kornfogar. Inom denna grupp dominerar felsiska bergarter, som vanligtvis är glimmerfattiga, men kan ha olika ursprung. Inom gruppen återfinns olika grader av intrakristallin återhämtning, dvs. statisk omkristallisering och kornstorleksutjämning, men denna variation är dock underordnad den primära, deformationsstyrda texturen. Basiska bergarter med bevarad primär textur med regellöst orienterade plagioklaslister, eller med stark retrogradomvandling, finns också representerade i bergkvalitetsklass 1.

De prover som utifrån de tekniska egenskaperna bedömts tillhöra bergkvalitetsklass 2 för väg representeras av bergarter som uppvisar texturer och strukturer som uppkommit genom svag till medelhög plastisk deformation. Typiska karaktärer är både raka, ojämna och flikiga kornfogar och intermediär kornstorleksförminskning. Det förekommer också bergarter med stråk av mycket finkornigt matrix, uppkommet genom deformation. Genom detta har förmodligen bergarternas tekniska egenskaper förbättrats så att de uppfyller kraven för bergkvalitetsklass 2, medan den ringa mängden av dynamiskt omkristalliserad grundmassa inte motsvarar mängden hos bergarterna i bergkvalitetsklass 1. Vanligt förekommande är också att tydligt dynamiskt omkristalliserade bergarter också kan innehålla betydande mängder glimmer. Detta glimmerinnehåll motverkar då den stärkande textur som de ljusa mineralen uppvisar. Basiska bergarter i bergkvalitetsklass 2 uppvisar dels retrograd omvandling i kombination med grovkornighet, dels jämnkorniga, finkorniga bergarter med runda kornfogar.

De prover som utifrån de tekniska egenskaperna bedömts tillhöra bergkvalitetsklass 3 för väg domineras av grovkorniga, jämnkorniga bergarter med runda, ojämna och ibland flikiga kornfogar. Dessa bergarter har inte någon tydlig deformationsstruktur utvecklad och i de flesta fall saknas subkornsbildning. I enstaka fall förekommer bergarter som uppvisar en dynamiskt omkristalliserad grundmassa, men som också innehåller glimmer i så höga halter att egenskaperna endast motsvarar bergkvalitetsklass 3.

Skiktssilikater (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 trafikerats av tung trafik (Vägverket 2004). Även omvandlingsmineral som klorit, serpentinit och epidot är intressanta i bedömningen av bergartens beständighet. Information om mineralsammansättningen redovisas i tabell 1. Högst halter av skiktssilikat (främst biotit) har de sedimentära bergarterna (II, 20–37 %). Enstaka vulkaniter (grupp Ia, Ib och Ic) kan ha mycket höga glimmerhalter (MEK030125A = 52 %, MAL051044A = 33 %, TOW050006A = 27 %) även om dessa bergartsenheter normalt har måttliga glimmerhalter. Höga halter av sericit förekommer i omvandlade plagioklaskorn. Dessa har inte räknats in i här angiven glimmerhalt då de är omgärdade av plagioklas.

Opaka mineral (sulfider m.m.)

Sulfider som kommer i kontakt med vatten och syre, vid t.ex. uppkrossning, 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 berg”, dvs. berg 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 höga sulfidhalter bör tillgången på syresatt vatten minskas genom t.ex. övertäckning eller deponering under grundvattenytan. Hög svavelhalt ska också undvikas om man planerar att använda materialet till betong. Om sulfidinnehållet är högt bör materialet analyseras kemiskt för att bestämma totalhalten av svavel. Prover med höga halter av opaka mineral bör opakmikroskopas för att kunna uppskatta halten av sulfidmineral.

Generellt är halten av opaka mineral och därmed innehållet av sulfidmineral tämligen låg. För 20 % av proverna är halten opaka mineral en procent eller mer. Högst halt av opaka mineral har ett basaltprov (MGO067028A, 50,0 %), ett diabasprov (MEK020265A, 4,8 %) och ett metabasaltprov (MEK030131A, 4,0 %).

BERGGRUNDENS STRUKTURER, DEFORMATIONSZONER OCH SPRICKOR

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 olika flyggeofysiska data och fältmätningar. Plastisk deformation 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 uppträda på magnetfältskartan som både positiva och negativa anomalier. En sprickzon (spröd deformation) kan synas som en lågmagnetisk zon i den mer högmagnetiska värdbergarten. Figur 3 visar den magnetiska anomalikartan över undersökningsområdet. De flesta linjära, lågmagnetiska anomalierna sammanfaller med de kända, spröda deformationszonerna. Den öst–västliga, lågmagnetiska anomalin söder om Hedesundakomplexet antyder en spröd deformation. En annan tydlig, ostsydostlig lågmagnetisk spröd zon framträder på kartan söder om Gysinge. Figur 4 visar variationerna hos markens elektriska ledningsförmåga (som är beräknad från flygmätta VLF-data). Det finns några långsträckta, högkonduktiva anomalier som härrör från större kraftledningar. En nord–sydligt strykande högkonduktiv zon sträcker sig från Hedesunda (12H NV) vidare norrut. Strukturen syns också på höjdkartan som en smal topografisk sänka. En liknande företeelse återfinns i kartområdet 13G SO. Den zonen sträcker sig från Storsvik vidare åt västnordväst. Även den sammanfaller med en topografisk sänka. Dessa zoner tolkas som vattenförande sprickzoner.

Sprickriktning och spricktäthet har bedömts vid 64 provlokaler. Tätheten anges som antal sprickor per meter. Sprickornas orientering (strykning och stupning) anges i ett urval av stereogram där sprickplanen anges som storcirklar och de associerade polerna till planen visas med konturering för att spegla frekvensen av antalet mätningar med samma orientering.

Sprickornas orientering varierar i olika delar av kommunen beroende på berggrundens geologiska och tektoniska utveckling. Dominerande sprickorienteringar i fallande ordning visas i tabell 4.

Nästan 40 procent av alla uppmätta sprickor (totalt 792 st.) stupar brant (61–80°). Ungefär en fjärdedel av de uppmätta sprickorna stupar subvertikalt (81–89°) och 18 % av de uppmätta sprickorna stupar

Tabell 4. Dominerande sprickorienteringar.

Dominating fracture orientations.

Strykning <i>Strike</i>	Stupning <i>Dip</i>
~ Nordvästlig / ~ North-west	Brant till vertikalt / <i>Steep to vertical</i>
~ Nordnordvästlig / ~ North-north-west	Brant till vertikalt / <i>Steep to vertical</i>
~ Nord-sydlig / ~ North-south	Moderat stupande till subvertikalt / <i>Moderately dipping to subvertical</i>
~ Västlig / ~ West	Brant till vertikalt / <i>Steep to vertical</i>

vertikalt (90°). Omkring 16 % av sprickorna stupar moderat (31–60°) och endast 3 % har en flackare stupning än 31° (horisontella, subhorisontella och flackt stupande). Flacka sprickplan tenderar att bli underrepresenterade vid traditionell kartering varför en högre siffra kan komma att erhållas i samband med t.ex. borrhälskartering.

Sprickor finns representerade i samtliga strykningintervall även om något fler sprickor förekommer i de riktningar som angetts i tabell 4.

BERGGRUNDENS STRÅLNINGSEGENSKAPER

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). Radiumindexet 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 och 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 5 visar aktivitetsindex beräknade från flygmätningar inom undersökningsområdet. Områden med förhöjd strålning framträder med mörkt röda färgnyanser. Markuppföljningen med gammaspektrometer visar att sådana områden bara till viss del orsakas av berggrunden. Områden dominerade av senorogena intrusivbergarter (IV) och yngre graniter (V) har vanligen höga aktivitetsindex. Gammastrålningsmätningar har utförts vid 180 mätpunkter inom området varav 80 av dessa är från lokaler där prover tagits för teknisk analys (se tabell 2). Aktivitetsindex och radiumindex beräknades för samtliga mätpunkter. Vid varje mätpunkt utfördes normalt 2 till 5 mätningar. De flesta bergarter inom undersökningsområdet visar låga aktivitets- och radiumindex (tabell 5).

Tabell 5. Sammanställning av gammastrålningsmätningar inom Gävle, Sandvikens och Hofors kommuner.

Summary of the measured gamma radiation in the municipalities of Gävle, Sandviken and Hofors.

Bkod*	Bergartsenhet	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Radiumindex	Aktivitetsindex	Antal mätningar
Rcode	Rock unit	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Radium index	Activity index	Number of measurements
Ia	Metabasalt–metaandesit	1,0	1,1	3,1	0,07	0,21	4
Ib	Metadacit	1,3	2,2	5,9	0,14	0,34	6
Ic	Metaryolit	2,4	3,0	16,1	0,18	0,69	7
II	Metasedimentär bergart	3,8	5,9	36,2	0,36	1,37	6
IIIa	Metagabbro	0,9	1,0	4,0	0,06	0,22	13
IIIb	Metatonalit	1,8	3,7	8,5	0,23	0,51	7
IIIc	Metagranodiorit–metagranit	2,5	3,4	12,8	0,21	0,65	24
IIId	Granodiorit–granit	3,1	3,7	17,6	0,23	0,83	10
IV	Granit–pegmatit	3,1	5,2	17,7	0,32	0,90	16
V	Granit	4,5	7,0	39,8	0,40	1,50	12
VI	Basalt	1,4	1,2	3,8	0,08	0,28	2
VIII	Diabas	1,4	1,0	2,7	0,10	0,20	2

* Bergartskod är baserad på bergartens ålder och sammansättning.

Vid åtta lokaler överskrider värdena 2,0 för aktivitetsindex alternativt 1,0 för radiumindex. Den yngre graniten (Hedesundagraniten, ca 1 800 miljoner år gammal) i Hedesundakomplexet, uppträder som ett bälte över projektområdets södra del och ger en tydlig ökning av strålningsnivån i området. Graniten innehåller mycket kalifältspat och mätningar med spektrometer visar en förhöjning av kaliumhalten vilken påverkar det beräknade aktivitetsindexet. Vid en jämförelse av magnet- och strålningskartorna framträder de södra och de centrala delarna av den ringformade högmagnetiska strukturen i Hedesundakomplexet som ett högstrålande område både vad gäller radiumindex (0,6–1,9) och aktivitetsindex (2,1–2,5). Den sydöstra delen av kartområdet 13G Hofors SO utgörs till stor del av en lågmagnetisk, relativt högstrålande granit med radium- och aktivitetsindex mellan 0,4 och 1,1 respektive 1,6 och 2,4. I den västra delen av undersökningsområdet är graniterna generellt sett lågstrålande både med avseende på radiumindex (0,1–0,3) och aktivitetsindex (0,6–1,0). I den västra delen av kartområdet 12H Söderfors NV gjordes mätningar på en metagabbro. Den undersöktes vid två lokaler och alla mätningar gav 0 % kalium, 0 ppm uran och 0 ppm torium. I de nordöstligaste delarna av undersökningsområdet (13H Gävle NV) finns pegmatitgraniter som ställvis uppvisar mycket höga toriumhalter, drygt 120 ppm. Det högsta aktivitetsindexet är 3,56 från en metasedimentär bergart (II) nordost om Gävle.

TEKNISKA ANALYSER

Vid representativa lokaler har ca 70 kg bergmaterial provtagits för bergmaterialtester omfattande kul-kvarnsanalys, 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 bulkmateriallets. En jämförelse med bergtäkternas produktionsdata och SGUs provresultat har gjorts i syfte att säkerställa klassificeringen av berget i dessa områden. Totalt har 148 prover från 147 lokaler tagits inom ramen för detta projekt. Figur 6 illustrerar exempel på olika bergartstypers makroskopiska och mikroskopiska texturer som beaktas vid klassificeringen. Gammastrålningsmätning har skett vid 99 av de provtagna lokalerna. Totalt redovisas på bergkvalitetskartan 411 strålningsmätta lokaler.

Utöver de inom projektet provtagna bergarterna har även de analyser som gjorts i närliggande kommunerna Sala–Heby (SGUs databaser), Södra Dalarnas län (SGUs databaser) och analysmaterial från kommunala krossbergsinventeringar (Snäll 1994) ingått i tolkningsmaterialet.

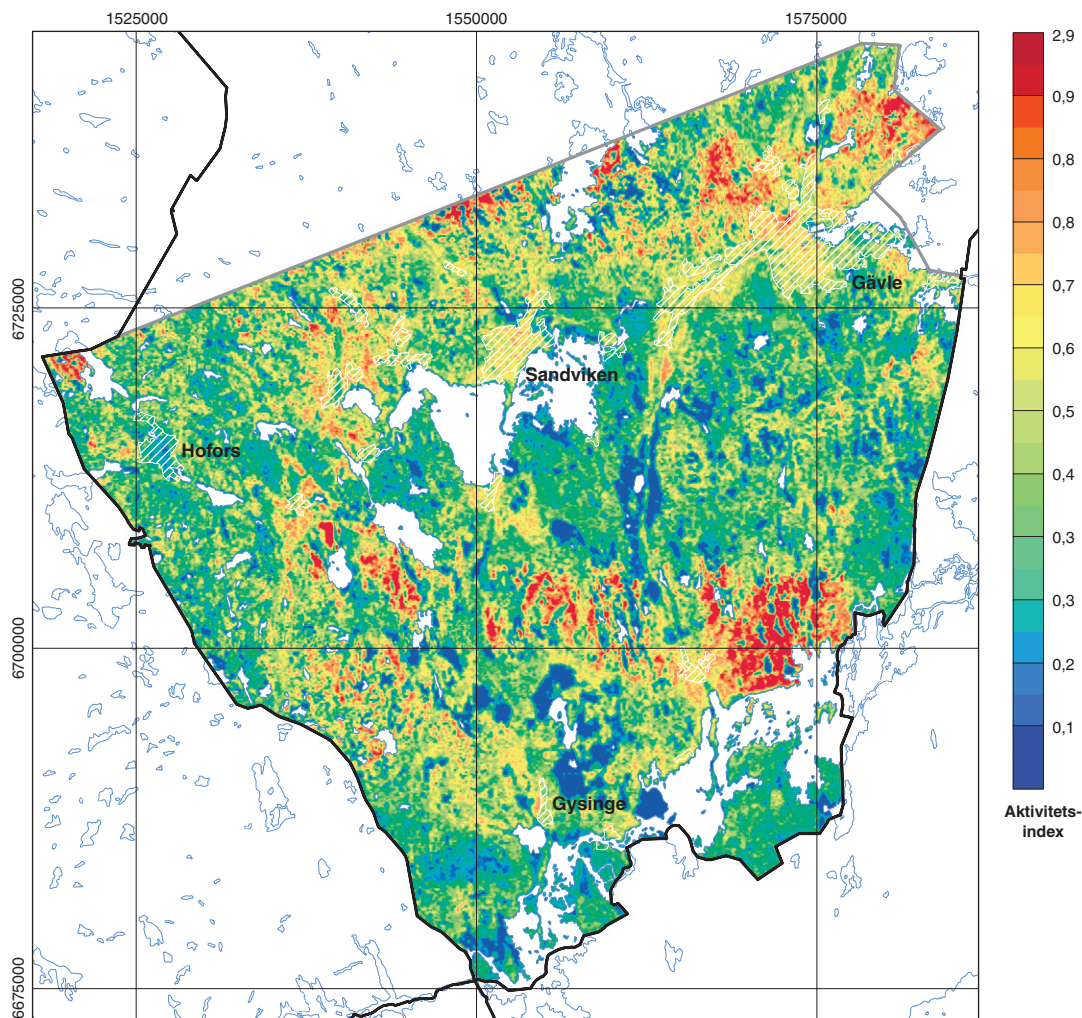


Fig. 5. Karta över markens naturliga gammastrålning inom undersökningsområdet. Kartan baseras på SGU's och LKAB's flygmätningar och visar aktivitetsindex beräknad från halterna kalium, uran och torium. För detaljer om flygdata se avsnittet Geofysiska data.

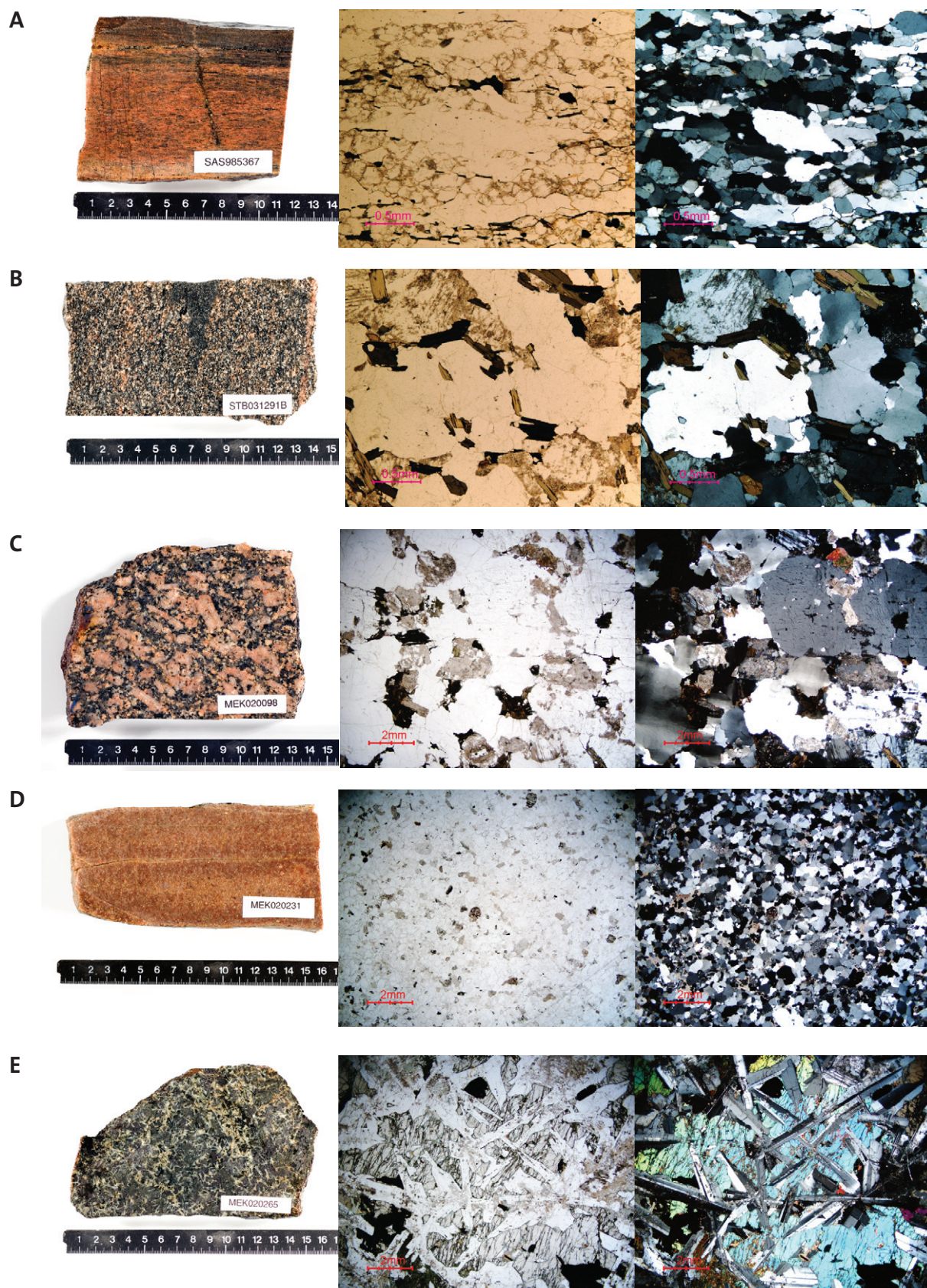
Map of the natural gamma radiation of the ground in the study area. The map is based on the SGU's and LKAB's airborne data and shows the activity index calculated from the contents of potassium, uranium and thorium.

Kulkvarnsanalys

Kulkvarnsanalyserna har utförts enligt FAS Metod 259-02 (Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige 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. Analyserad fraktion är 11,2–16 mm.

Harpsiktning har skett med spaltvidden 6,3 mm för att avlägsna de flisigaste kornen och erhålla ett flisighetstal (jfr FAS-metod 209-98) som motsvarar storproduktionsdrift, då materialet nöts under längre tid. Analys har i första hand gjorts på enkelprov. Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (se bilaga 2) har dubbelprov utförts. Kulkvarnsvärdena (A_N -värdena) presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 6.

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergets nötningsmotstånd. De sämsta (högsta) värdena erhåller grovkorniga graniter (V) och de metasedimentära bergarterna (II). Flera prover från dessa bergartsgrupper erhåller kulkvarnsvärden över 18 % och medelvärdena för grupperna är relativt höga (16–17 %). De metasedimentära bergarterna är ofta glimmerrika och i många fall jämnkorniga med mer eller mindre



utvecklad polygonal textur. Finkorniga vulkaniter och ojämnkorniga granitoider i de västra delarna av undersökningsområdet ger ofta goda (låga) till mycket goda A_N -värden. De yngsta bergarterna i området, jotniska sandstenar, basalter och diabaser, ger alla goda till relativt goda A_N -värden. Områdets bästa A_N -värde ger en gråröd fint medelkornig granit (MAL061018A, 4,5 %), ca 3 kilometer öster om Hofors.

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. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 6.

LA-värdet är ett mått på bergartens sprödhet. De bergartsgrupper som ger högst LA-värden är IIIId, IV och V och i synnerhet de grova, granitiska varianterna av dessa. Det är dock endast grupp V som har ett medelvärde (31,2 %) som överskrider kategori LA_{30} . 8 av 13 bergartsgrupper klarar kategori LA_{20} . Detta beror på att många av proverna, särskilt i de västra delarna av karteringsområdet, uppvisar en ojämnkornig textur vilken bildats genom en dynamisk omkristallisering av berggrunden. Bäst LA-värde erhåller en finkornig, jotnisk basalt (MGO067004A, 10 %). De sämsta värdena erhåller en glimmerrik metaryolit (MAL051044A, 49 %) och en grovkornig granit (MAL061008A, 49 %), bägge lokaliserade inom kartområdet 13G Hofors SO.

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 närmsta 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 (se bilaga 2) har dubbelprov utförts. Resultaten presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 6. Micro-Devalvärdena följer kulkvarnsvärdena mycket väl och korrelationen mellan dessa metoder i detta område är $M_{DE} = 0,67 \times A_N - 0,16$ ($R^2 = 0,87$) vilket kan jämföras med den korrela-

Fig. 6. Bilder som illustrerar texturer, makroskopiskt och mikroskopiskt, i några bergarter från projektområdet. A_N = kulkvarnsvärde, LA = Los Angelesvärde och M_{DE} = micro-Devalvärde. Klassificering, se avsnittet Sammanställning av bergkvalitetskartan. Klass 1 = god, klass 2 = mindre god och klass 3 = dålig. **A.** Metaryolit (SAS985367A), densitet = 2,65 g/cm³, A_N = 7,0 %, LA = 16,3 %, klass 1. **B.** Metagranit (STBo31291B), densitet = 2,71 g/cm³, A_N = 12,0 %, LA = 22,0 %, klass 2. **C.** Granit (MEKo20098A), densitet = 2,64 g/cm³, A_N = 14,1 %, LA = 35,0 %, klass 3. **D.** Sandsten (MEKo20231A), densitet = 2,67 g/cm³, A_N = 7,8 %, LA 17,1 %, M_{DE} = 7,3 % klass 1. **E.** Diabas (MEKo20265A), densitet = 3,00 g/cm³, A_N = 14,4 %, LA = 21,4 %, klass 2.

*Images showing different textures seen from microscopic and macroscopic views for some of the rock types of the map area. A_N = Studied tyre test value, LA = Los Angeles value, M_{DE} = microDeval value. Classification based on recommendations from the National Road Administration. Class 1 = good, class 2 = moderate and class 3 = poor. **A.** Metaryolite rock (SAS985367A), density = 2.65 g/cm³, A_N = 7.0%, LA = 16.3%, class 1. **B.** Metagranite (STBo31291B), density = 2.71 g/cm³, A_N = 12.0%, LA = 22.0%, class 2. **C.** Granite (MEKo20098A), density = 2.64 g/cm³, A_N = 14.1%, LA = 35.0%, class 3. **D.** Sandstone (MEKo20231A), density = 2.67 g/cm³, A_N = 7.8%, LA 17.1%, M_{DE} = 7.3 % class 1. **E.** Dolerite (MEKo20265A), density = 3.00 g/cm³, A_N = 14.4%, LA = 21.4%, class 2.*

Tabell 6. Medelvärden av kulkvarnsvärde, Los Angelesvärde och micro-Devalvärde för de analyserade bergartsenheter i Sandviken, Gävle och Hofors kommuner.

Mean values for the results of the studded tyre, Los Angeles and micro-Deval tests of rock units in the municipalities of Sandviken, Gävle and Hofors.

Bkod* Rcode	Bergartsenhet Rock unit	Kulkvarnsvärde % Studded tyre test value %			Los Angelesvärde % Los Angeles value %			Micro-Devalvärde % Micro-Deval value %		
		Spridn. Interval	Medelvärde Mean value	Antal prov Nr. of samples	Spridn. Interval	Medelvärde Mean value	Antal prov Nr. of samples	Spridn. Interval	Medelvärde Mean value	Antal prov Nr. of samples
Ia	Metabasalt–metaandesit	11–17	14,8	7	13–21	17,2	7	8–9	8,1	2
Ib	Metadacit	9–22	14,2	7	15–29	19,8	7	9–16	15,9	2
Ic	Metaryolit	5–37	10,2	18	13–49	18,2	18	2–27	6,9	16
II	Metasedimentär bergart	8–21	15,9	8	12–24	17,7	7		15,3	1
IIIa	Metagabbro	8–16	11,5	14	10–20	14,0	14	6–11	9,2	6
IIIb	Metatonalit	10–18	13,05	8	14–30	19,2	8	8–12	9,7	3
IIIc	Metagranodiorit–granit	6–13	10,19	31	16–30	21,4	31	4–8	6,2	11
IIId	Granodiorit–granit	9–31	15,15	12	19–38	27,7	12	5–18	9,3	6
IV	Granit–pegmatit	4–16	11,22	21	14–45	25,7	21	3–9	7,0	11
V	Granit	10–42	17,01	15	18–49	31,2	15	5–18	9,2	6
VI	Basalt	8–10	9,1	2		10,3	1			
VII	Sandsten	8–12	9,7	3	17–26	21,5	2		7,3	1
VIII	Diabas	8–14	11,3	2	12–21	16,6	2			

* Bergartskod är baserad på bergartens ålder och sammansättning.

tion som erhöles av Stenlid (2000), $M_{DE} = 0,86 \times A_N - 2,71$ ($R^2 = 0,95$) och Bergström m.fl. (opublicerad), $M_{DE} = 0,77 \times A_N - 1,51$ ($R^2 = 0,97$).

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 de flesta prover har undersökts. Omkring 7 % av proverna bedöms som mycket sannolikt alkalireaktiva (ASR = 3). De flesta bergartsgrupperna har något prov med ASR = 3, även om gruppen som helhet har ASR = 1–2. Ungefär 25 procent av metaryolitproverna (grupp Ic) bedöms som mycket sannolikt alkalireaktiva. Kvartsrika, ojämknorniga eller finkorniga bergarter i detta område bör testas vidare med expansionsförsök av betongprismor RILEM AAR-3 (RILEM 2000b), för att avgöra deras lämplighet som betongballast.

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 gjorts. Med tanke på berggrundens heterogenitet blir sammanställningen översiktlig. Vanligen urskiljs områden med tre kvalitetsklasser, nämligen 1) god, 2) mindre god och 3) dålig kvalitet. 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 bergkvalitets-

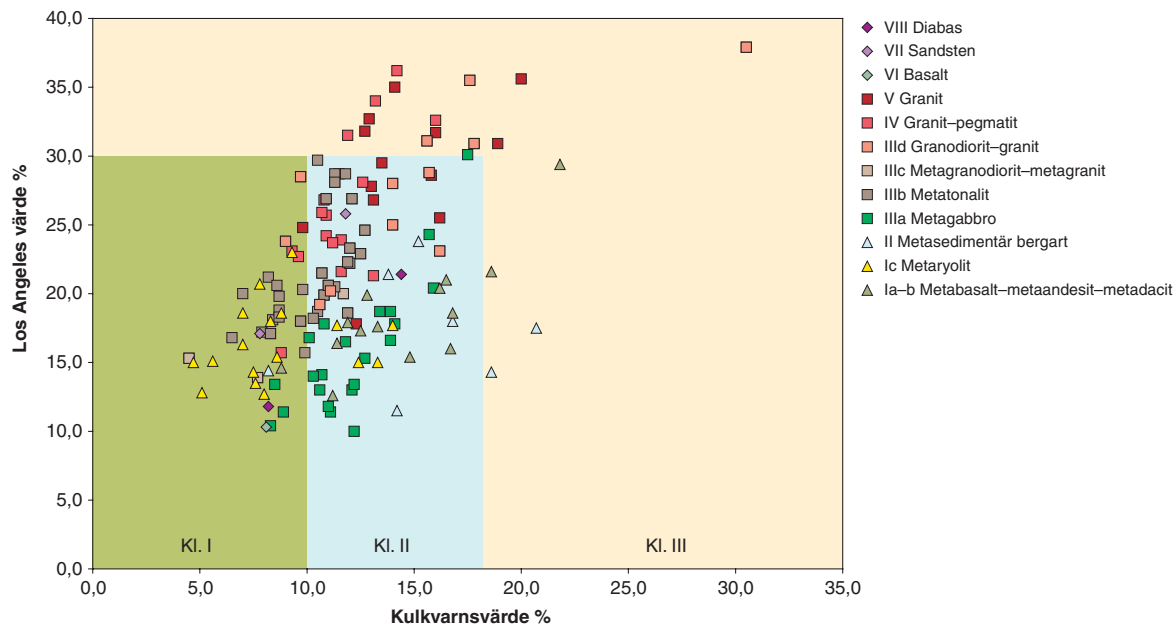


Fig. 7. Diagram som visar de tekniska analysresultaten, kulkvarnsvärde (A_N) och Los Angelesvärde (LA) för de olika bergartsproverna i kommunerna. Klassificeringen (1–3) avser vägmakadam och är endast baserad på de ovanstående två parametrarna varför vissa avvikelser kan finnas jämfört med de övriga 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 municipalities. 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.

kartan främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i ATB VÄG 2004 (Vägverket 2004). En bedömning har parallellt gjorts av övriga analysresultat (jfr Persson & Schouenborg 1995) såsom Los Angelesvärde och potentiell förekomst av alkalisilikareaktivt material samt av aktivitetsindex. Det är viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med detaljundersökningar 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 markberedningsområdet med blandad berggrund kan följaktligen avvika från vad som erhålls i bergmaterial uttaget genom storproduktionsdrift.

Analysdata som ytclassificeringen är baserad på redovisas i tabell 2 och 6 samt figur 7. Omkring 23 % av berggrunden har bedömts som klass 1-material, 51 % som klass 2-material och 26 % som klass 3-material vilket är jämförbart med klassificeringen av prover som illustreras i figur 7. Andelen klass 1-material är hög jämfört med övriga Sverige. I synnerhet är det metaryolit (Ic), ojämnkorniga varianter av metagranitoider (IIIc), finkornig basalt (VI) och diabas (VIII) och kvartsrik, jotnisk sandsten (VII) rik på mellanmassa (Gorbatshev 1967) som har bedömts som klass 1-material. Stora delar av klass 1-områdena finns i de västra delarna av undersökningsområdet och fortsätter in i Faluns, Sätters och Avesta kommuner (Döse opublicerad). I de nordöstra och sydöstra delarna av undersökningsområdet ligger den berggrund som bedömts ha den sämsta kvaliteten (klass 3-material). Den utgörs huvudsakligen av grovkorniga granitoider (IIIc, IV och V) och metasedimentära bergarter (II). Kambriska sandstenar har inte provtagits men vid okulärbedömning av blockförekomster har dessa klassats som klass 3-material.

Vid användande av bergmaterial som vattenbyggnadssten i samband med erosionsskydd, fundament etc. är det viktigt att de krav (se bilaga 2) 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 jotniska basalterna som vattenbyggnadssten bör föregås av att man

testat bergarternas beständighetsegenskaper, t.ex. enligt metoden sonnenbrand (SS-EN 1367-3, Svensk Standard 2001). Bergarter som är kraftigt styrkeanisotropa, t.ex. metavulkaniter och metasedimentära bergarter med noterbara svaghetsplan, bör undvikas som vattenbyggnadssten.

REFERENSER

- Banverket, 2004: Makadamballast för järnväg. *BVS 585.52*, 29 s.
- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. *Boverkets författningssamling, BFS 1990:28, Nr.2. Stockholm, ISBN 91-38-12510-2*, 41 s.
- Becken M. & Pedersen L.B., 2003: Transformation of VLF anomaly maps into apparent resistivity and phase. *Geophysics* 68, 497–505.
- Bergman, S., Karis L. & Söderman, J., 2005: Berggrundskartan 13H Gävle NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 33*.
- Bergman, S. & Söderman, J., 2005a: Berggrundskartan 13H Gävle SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 35*.
- Bergman, S. & Söderman, J., 2005b: Berggrundskartan 12H Söderfors NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 37*.
- Boverket 2004: Boverkets handbok om betongkonstruktioner. *BBK 04*, 271 s.
- Delin, H. & Söderman, J., 2005a: Berggrundskartan 13H Gävle NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 32*.
- Delin, H. & Söderman, J., 2005b: Berggrundskartan 13H Gävle SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 34*.
- Delin, H. & Söderman, J., 2005c: Berggrundskartan 12H Söderfors NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 36*.
- FAS-metod 209-98: *Bestämning av flisighetstal*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 6 s.
- FAS-metod 221-98: *Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 7 s.
- FAS-metod 244-99: *Bestämning av LT-index*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 5 s.
- FAS-metod 259-02: *Bestämning av kulkvarnsvärde*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Gorbatshev, R., 1967: Petrology of jotnian rocks in the Gävle area. *Sveriges geologiska undersökning C 621*, 50 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., 1997: Berggrundskartan 12G Avesta NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af197*.
- 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.
- Snäll, S., 1994: Inventering av krossberg i kustregionen i Gävleborgs län. *Länsstyrelsen i Gävleborgs län, Rapport 1994:16*, 79 s.
- Stenlid, L., 1996: Klassificering av bergarter med Los Angeles-trumma. *Skanska Mellansverige AB, Väglaboratoriet Bålsta, Slutrapport SBUF projekt nr 2135*, 84 s.
- Stenlid, L., 2000: Utvärdering av micro-Devalmetoden. *Skanska Sverige AB, Vägtekniskt Centrum Nord, Bålsta, Slutrapport SBUF projekt nr 5002*, 16 s.
- Sukotjo, S., Sträng, T. & Söderman J., 2005a: Berggrundskartan 13G Hofors NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 26*.

- Sukotjo, S., Sträng, T. & Söderman J., 2005b: Berggrundskartan 13G Hofors SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 27*.
- Sukotjo, S., Sträng, T. & Söderman J., 2005c: Berggrundskartan 13G Hofors SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 28*.
- 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)*. Standardiseringen i Sverige, 11 s.
- Svensk Standard, 1997b: *SS-EN 1097-2: Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper – del 2: Bestämning av motstånd mot sönderdelning*. Standardiseringen i Sverige, 29 s.
- Svensk Standard, 2000: *SS-EN 1367-1: Ballast – Beständighetsegenskaper – del 1: Bestämning av frostbeständighet genom frys-töprovnings*. Standardiseringskommissionen i Sverige, 14 s.
- Svensk Standard, 2001: *SS-EN 1367-3: Ballast – Beständighetsegenskaper – del 3: Koktest för "Sonnenbrandba-salt"*. Standardiseringskommissionen i Sverige, 10 s.
- Svensk Standard, 2002: *SS-EN 13383-1: Ballast – Vattenbyggnadssten – del 1: Krav*. Standardiseringskommis-sionen i Sverige, 40 s.
- Svensk Standard, 2003: *SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg*. Standardiseringskommissionen i Sverige, 35 s.
- Svensk Standard, 2004a: *SS 137003: Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige*. Standardiseringen i Sverige, 19 s.
- Svensk Standard, 2004b: *SS-EN 933-4: Ballast – Geometriska egenskaper – del 4: Bestämning av kornform – LT-index*. Standardiseringen i Sverige, 11 s.
- Svensk Standard, 2004c: *SS-EN 1097-6: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption*. Standardiseringskommissionen i Sverige, 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)*. Standardiseringen i Sverige, 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.
- VVMB 613, 2001: Bestämning av glimmerhalt i materialets finfraktion. *Vägverkets metodbeskrivningar till ATB Väg, VV Publ. 2001:100*, 8 s.
- Vägverket, 2004: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. *ATB VÄG 2004 Publ 2004:III*, 541 s.
- Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonför-hållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988, reviderad utgåva*, 160.

Geofysiska data

Projektområdet är täckt av moderna flyggeofysiska mätningar (magnetiska, elektromagnetiska och radiometrisk) samt av tyngdkraftsmätningar. Informationen avseende genomförda flygmätningar redovisade inom parantes visar mätår, höjd i meter respektive flygriktningen. Över följande kartområden har geofysiska flygmätningar genomförts av SGU: 12G Avesta NO (1985, 30 meters flyghöjd, nord-sydlig flygriktning), 12H Söderfors NV och NO (1998, 60 meters flyghöjd, nord-sydlig flygriktning), 13G Hofors NO (1989, 30 meters flyghöjd, nord-sydlig flygriktning), 13G Hofors SV (1977, 30 meters flyghöjd, nord-sydlig flygriktning), 13H Gävle SV och SO (1998, 60 meters flyghöjd, nord-sydlig flygriktning), 13H Gävle NV och NO (1997, 60 meters flyghöjd, öst-västlig flygriktning). Över kartområdet 13G Hofors SO finns endast flygmätningar gjorda av LKAB (1981–1982, 30 meters flyghöjd, nord-sydlig flygriktning). Gemensamt för samliga flygmätningar är att de utfördes med 200 meters linjeavstånd och 16–40 meters mätpunktsavstånd. Flyggeofysiska mätningar används bl.a. för geologisk kartering, tolkning av sprickzoner i berggrunden, för att lokalisera områden med förhöjd gammastrålning samt för att planera de geofysiska markmätningarna. Markbundna undersökningar blir vanligen mest effektiva när de används för att undersöka avvikelser som upptäckts med flyggeofysiska mätningar.

Vid flygmagnetiska undersökningar uppmäts det jordmagnetiska fältets totalintensitet. De visar lokala och regionala störningar av magnetfältet orsakade av magnetiska mineral, huvudsakligen magnetit, som förekommer i berggrunden. Dessa störningar kan t.ex. indikera förkastningar i berggrunden. Lågmagnetiska linjära zoner är karaktäristiska för sprickzoner i berggrunden.

Elektromagnetiska flygmätningar mäter den magnetiska komponenten av signalen från en avlägsen radiosändare i VLF-bandet (very low frequency, 10–30 kHz). Metoden används för att detektera elektriskt ledande strukturer i berggrunden såsom vattenfyllda sprickzoner eller zoner med t.ex. grafit och magnetkis. Fram till början av 1990-talet registrerades vanligen endast det elektromagnetiska fältet från en VLF-sändare. En nackdel med dessa data är att responsen är beroende av riktningen till sändaren, dvs. ledande strukturer som är vinkelräta mot riktningen till sändaren kan inte identifieras. Numera utförs VLF-mätningar med två sändare samtidigt och den riktningsberoende effekten har eliminerats. Det är möjligt att beräkna markens skenbara elektriska ledningsförmåga från VLF-data (Becken & Pedersen 2003) vilket innebär att det nu är lättare att urskilja mindre konduktiva bergartsenheter från mer konduktiva strukturer. Kombinationen av VLF-data och magnetiska data är ett utmärkt underlag för uppföljning av till exempel grafit- och magnetkisförande stråk i områden med metasedimentär berggrund. Vid flygmätningar över 12G Avesta NO, 13G Hofors NO samt östra delen av 13G Hofors SO har VLF-data erhållits från endast en sändare och i de områden som på kartan syns som vita streck saknas data helt (fig. 4). I figur 4 syns en tydlig skillnad i mönster mellan den elektriska ledningsförmågan i berggrunden över kartområdet 13G Hofors SO jämfört med omgivande områden. Det beror på nivåskillnader i data mellan LKABs och SGUs flygmätningar.

Flygmätta strålningsdata baseras på gammastrålning från sönderfall av de naturliga radioaktiva grundämnena kalium (kalium-40), uran (uran-238) och torium (torium-232) inom de översta decimetrarna under markytan. Ett användningsområde för strålningsdata är att identifiera områden med höga aktivitetsindex (fig. 5). Halten av framför allt uran påverkar bergartens användbarhet som betongballast.

Vid SGUs tyngdkraftmätningar mäts den vertikala komponenten av gravitationsfältet. Avvikelser i fältet från ett referensfält (referensgeoidfält), s.k. Bougueranomaler, avspeglar variation av berggrundens densitet inom undersökningsområdet.

BILAGA 2

Kvalitetsklassning av prover

En bedömning har gjorts av användbarheten av analyserade prover (tab. 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 2004 (Vägverket 2004). 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 slitlager skikt för vägar med höga ÅDT-tal (årsdygnstrafik, motorvägar etc.) för vilka det krävs <7 % AN. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
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 2004.
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 2004.

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 (längd–tjockleksförhållande, 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) 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 strålningen, 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 ej 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, svällare, 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, svällare, alkalisilikareaktiva mineral (se RILEM AAR-1) etc.), låg porositet, vattenabsorption <1,0 %, radiumindex <1,0 eller <2,0 i aktivitetsindex.

Kulkvarns- och micro-Devalanalys (utförda vid MRM) har utförts som enkelprov i de fall resultatet inte hamnat inom intervallen 9–11 % och 17–24 % för kulkvarn samt 19–26 % för micro-Deval, då dubbelprov analyserats. En god korrelation finns mellan sprödhetstal (s , 8–11 mm, FAS-metod 210-01) 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 erosions-skydd 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.