

Beskrivning till bergkvalitetskartan del av Halmstads kommun

Lena Persson & Mattias Göransson



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-037-2

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: Plönninge stenbrott. Råblock av grå, medelkornig, ådrad,
granitisk gnejs (MGO075016A, 6292992/1314222). Foto: Mattias Göransson.
Plönninge quarry. Block of grey, medium-grained, veined, granitic gneiss,
(MGO075016A, 6292992/1314222).

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

INNEHÅLL

Innehåll	3
Inledning	5
Metodik	6
Allmän geologi	12
Bergartsbeskrivning	13
Röd till rödgrå, starkt ådrad, granitisk till granodioritisk ortognejs (IIIa)	13
Granit, granodiorit, tonalit, kvartsdiorit, gnejsiga (IIIb)	14
Granit, röd till gråröd, porfyrisk eller jämnkornig, gnejsig (IIIc)	15
Granit, leukokratisk (IIId)	15
Amfibolit och gabbro, IV	17
Geofysiska undersökningar	17
Petrografisk analys	17
Skiktsilikater (glimmer m.m.)	18
Opaka mineral (sulfider m.m.)	18
Deformationszoner, sprickor och övriga strukturer	18
Berggrundens gammastrålningsegenskaper	20
Tekniska analyser	21
Kulkvarnsanalys	22
Los Angelesanalys	23
Micro-Devalanalys	24
Alkalisilikareaktivitet (ASR)	24
Sammanställning av bergkvalitetskartan	24
Referenser	25
Bilaga 1. Kvalitetsklassning av prover	28

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 krossbergproduktion. Bergkvalitetsundersökningen i Halmstads kommun startade år 2007 och slutfördes under 2008. Undersökningen i Halmstad har utförts parallellt med arbeten inom områdena Kristianstad, Söderåsen, Simrishamn och Romeleåsen (fig. 1).

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

Undersökningsområdet Halmstad omfattar 490 km² vilket motsvarar ungefär halva kommunens yta. Alla koordinater är angivna enligt rikets nät (RT90). I området finns tre aktiva bergtäkter: Biskopstorp med röd, leukokratisk granit och grå, stänglig granit till granodiorit (6297250/1320170), Spånstad med grå, ådrad, bandad gnejs och rödgrå, leukokratisk granit (6295810/1323853) och Oskarström med gråröd till rödgrå, ådrad gnejs (6301827/1324774). Dessutom finns tre aktiva naturstensbrott: Plönninge med grå, migmatitisk, gnejs (6292992/1314222), Bårarp med grå, migmatitisk gnejs (6301918/1309457) och Tiarp (6292550/1314250).

I hela undersökningsområdet bröts under 2007 strax över 1 miljon ton bergmaterial och naturgrus (SGUs bergverksstatistik) varav ca 22 procent kom från grustäkter. Beräknat på regionens folkmängd

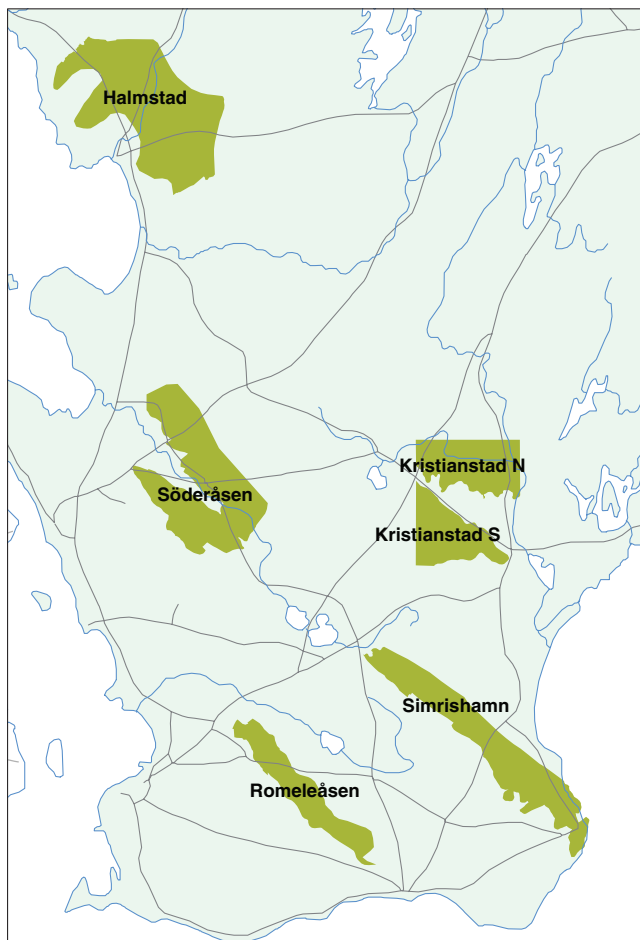


Fig. 1. Projektområdet.
The project area.

ger detta en medelkonsumtion på ca 12 ton ballast per person, vilket är något högre jämfört med Sverige som helhet (ca 11 ton ballast per person, SGUs Grus, sand och krossberg).

SGUs berggrundsdatas Södra Halland i skala 1:50 000 täcker hela undersökningsområdet (fig. 2).

METODIK

Bergkvalitetskartan bygger på den tidigare genomförda berggrundskarteringen och grundar sig på närmare undersökningar av ett antal valda lokaler i de dominerande bergartsenheterna. Från var och en av dessa lokaler har ca 70 kg bergsmaterial provtagits för teknisk analys. Dessutom har det gjorts mätningar

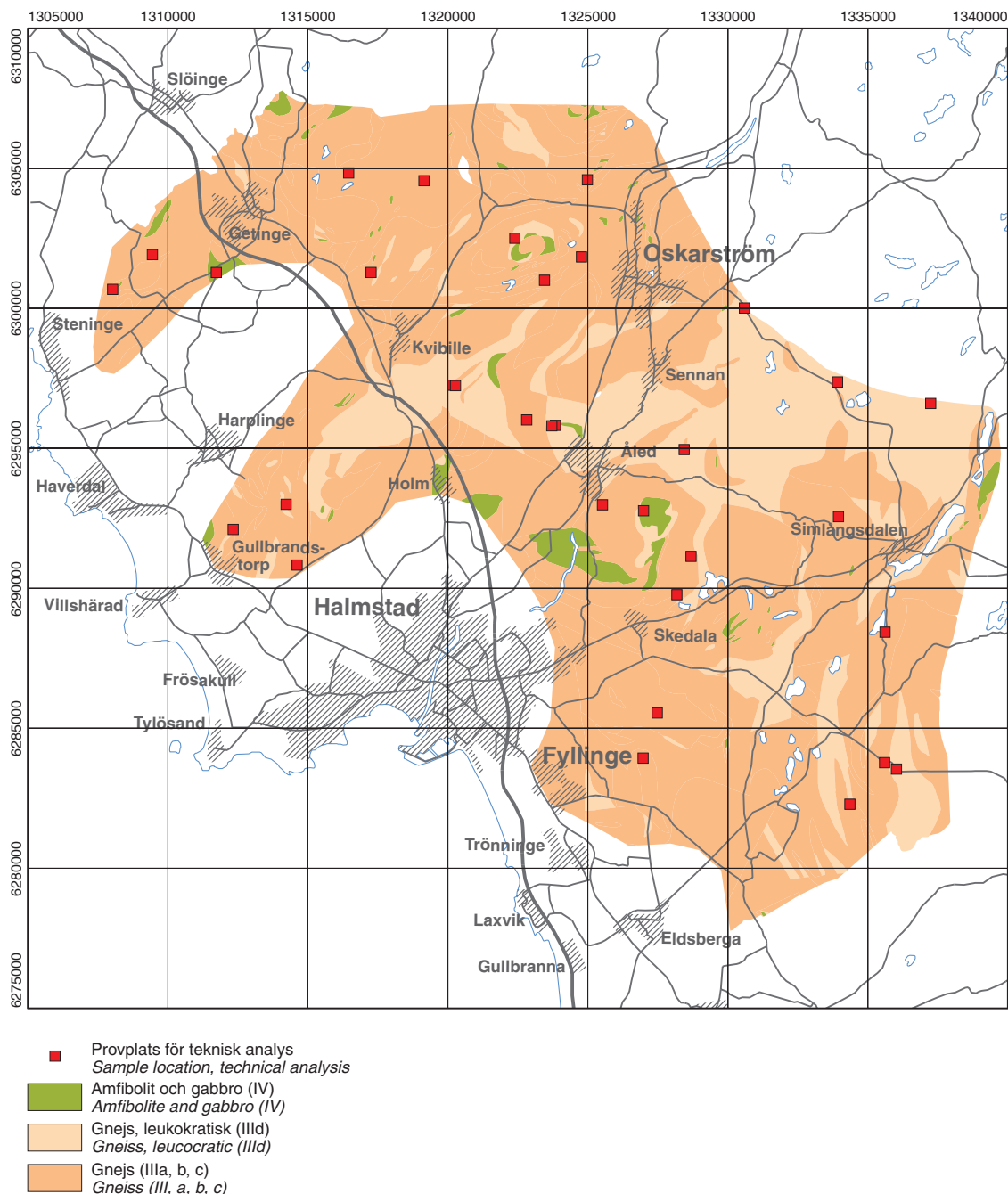


Fig. 2. Förenklad berggrundskarta över Halmstadsområdet.

Simplified bedrock map of the Halmstad area.

av sprickplanens orientering samt en bedömning av spricktätheten. Polerade tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats, och petrografisk analys, ASR-analys (alkalisilikareaktivitetsanalys) och modalanalys av mineralfördelningen har utförts. I de fall där berggrunden är heterogen med avseende på mineralogi och kornstorlek, vilket är speciellt vanligt i ådergnejsområden, har i vissa fall mer än ett prov tagits. Prover har tagits för att bestämma bergarternas densitet och magnetiska egenskaper. Gammastrålningsmätningar på berghällar har dels utförts vid de flesta av provlokalerna och dels på separata platser. Utöver de inom projektet provtagna lokalerna grundar sig bergkvalitetskartan på tidigare publicerade tekniska, petrografiska och geokemiska analyser från kommunala krossbergsinventeringar och SGUs berggrundskartering. Petrografiska data redovisas i tabell 1 och alla tekniska analysvärden redovisas i tabell 2.

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

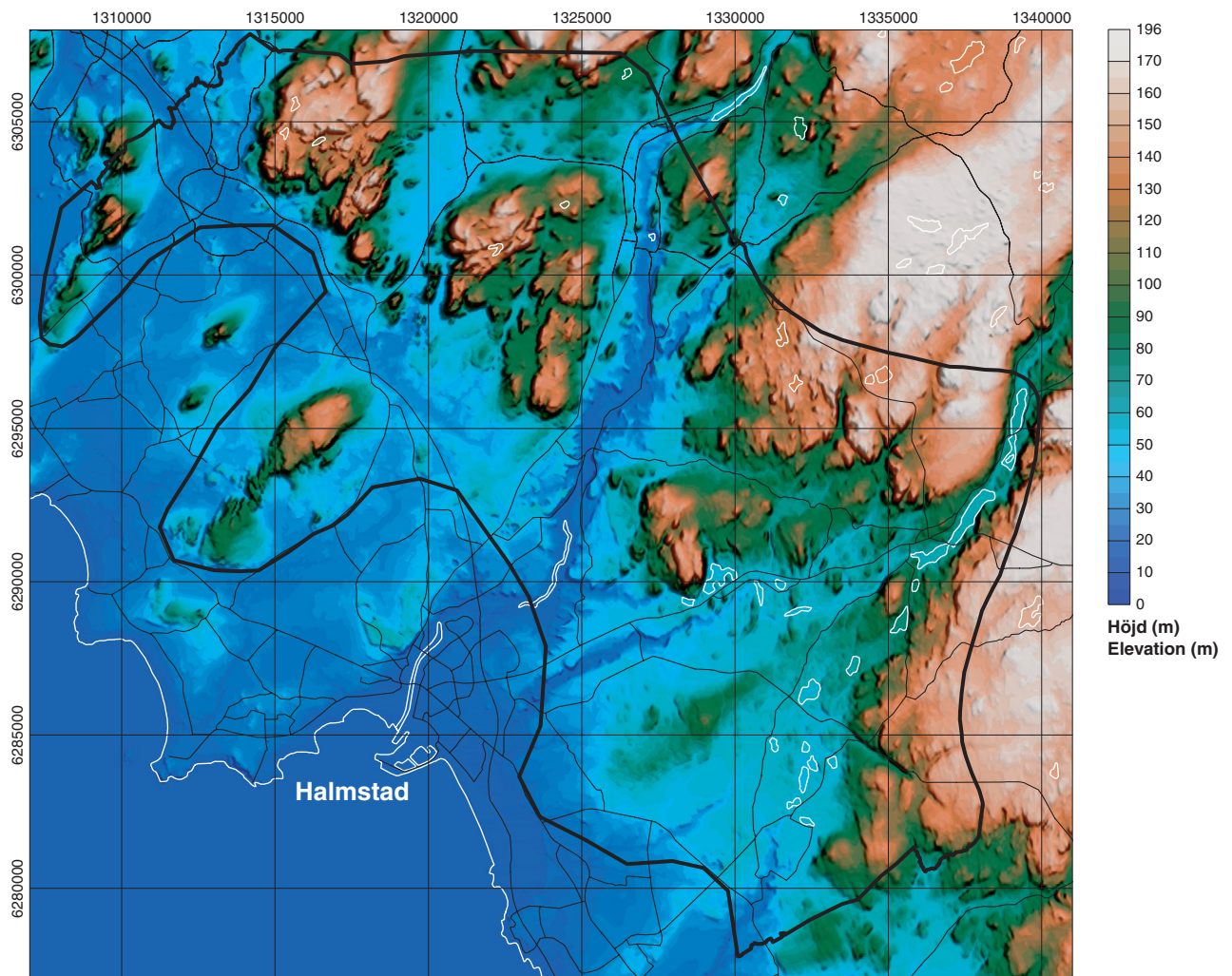


Fig. 3. Höjdreliëfkarta över projektområdet. Kartan baseras på Lantmäteriets digitala höjddatabas med 50 m rutnät.
Topographic relief map of the project area. The map is based on the digital 50 m elevation database from the National Land Survey of Sweden.

Tabell 1. Mineralfördelning (volym-%) och kornstorlek (mm) hos bergarter från kartområdet Halmstad. Bkod är en grupperingskod som baseras på bergartens ålder och sammansättning. "Övrigt" innefattar t.ex. muskovit, epidot, kalcit, prehnit, titanit och zirkon. Med kornstorlek avses storleksintervallet för huvuddelen av de enskilda mineralkornen som bygger upp bergarten. Det dominerande kornstorleksintervallet anges först. s = mineral som förekommer i liten mängd (<0,2 %).

Modal composition (volume %) and grain size (mm) of rocks from the map area Halmstad. Rcode is a grouping parameter based on the age and composition of the rock. "Other" contains muscovite, epidote, calcite, prehnite, sphene and zircon. 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 Sample	Bkod Rcode	Bergartsbeskrivning Rock description	Kornstorlek (mm) Grain-size (mm)	Kvarts Quartz	Kalifältspat Pot. feldspar	Plagioklas Plagioclase	Biotit Biotite	Klorit Chlorite	Apatit Apatite	Amfibol Amphibole	Opak Opaque	Granat Garnet	Pyroxen Pyroxene	Övrigt Other
MGO075001A	IIlc	Granit, röd, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig, porfyrisk	0,4–3,0 3,0–9,0	34,0	34,2	26,6	0,8	0	0,2	3,2	0,8	0		0,2
MGO075002A	IIla	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, migmatitisk, ådrad	0,3–1,0 1,0–2,3	21,6	22,6	45,0	1,4		0	8	1,4			
MGO075003A	IIla	Granodioritisk gnejs, grå, medelkornig, migmatitisk, ådrad	0,3–1,5 1,5–4,0	23,4	20,2	46,2	6,6	0	0,2	2,8	0,4	0		0,2
MGO075004A	IIld	Granit, röd, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,4–2,0 2,0–6,0	29,6	38,0	27,0	2,0	2,0	0		1,0	0		0,4
MGO075005A	IIld	Granit, röd, fint medelkornig, ådrad, folierad	0,3–1,0 1,0–4,0	31,0	38,6	29,0	0,2		0		0,8	0,2		0,2
MGO075006A	IIlc	Granit, grå till rödgrå, fint medelkornig, porfyrisk, gnejsig	0,3–2,0 2,0–4,0	23,8	19,4	45,4	4,4	2,4	0,2	1,8	2,4			0,2
MGO075007A	IV	Granatamfibolit, svart, medelkornig, förskiffrad	0,5–2,0 2,0–5,0	0,6		20,6	5,6		0,2	53,6	2,0	17,4		
MGO075008A	IV	Gabbroid, svart, fint medelkornig, gnejsig	0,4–1,5 1,5–2,0	0,4		39,4		0	0,6	46,2	0,4	5,4	7,6	
MGO075009A	IIla	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, migmatitisk, ådrad	0,3–1,5 1,5–3,0	16,6	29,6	43,8	1,2	0	0,2	7,6	0,6	0,2		0,2
MGO075010A	IIld	Granit, mörkt röd, fint medelkornig, gnejsig, starkt deformerad	0,5–3,0 3,0–6,0	45,2	29,4	21,2	0	1,2	0		0,4			2,6
MGO075011A	IIlc	Granit, röd, grovt medelkornig, gnejsig	0,5–3,0 3,0–6,0	40,2	26,4	32,2	0,4	0,2	0		0,4			0,2
MGO075012A	IIld	Granit, rödgrå till gråröd, fint medelkornig, gnejsig, ådrad	0,5–1,5 1,5–2,5	30,0	28,6	35,8	2,2	0,8	0		0,8	1,2		0,6
MGO075013A	IIla	Granitisk gnejs, grå till rödgrå, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,5–2,0 2,0–4,0	22,4	29,0	37,6	6,0	0	0	4,2	0,8			
MGO075014A	IIla	Granitisk gnejs, röd till gråröd, medelkornig, ådrad, porfyrisk	0,5–2,0 0,2–0,5	28,2	36,6	29,6	0,2	0	0	4,8	0,2	0		0,4
MGO075015A	IIla	Granodioritisk gnejs, grå till rödgrå, medelkornig, ådrad	0,2–1,0 1,0–2,5	20,4	19,6	50,0	3,6	0	0,4	4,0	2,0			
MGO075016A	IIla	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, ådrad, småporfyrisk	0,4–1,0 1,0–2,0	17,6	26,6	46,4	1,4	0	0	7,2	0,8			
MGO075018A	IV	Gabbroid, svart, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig	0,5–2,0 2,0–3,5	2,0		45,0	1,0	0	0,4	43,4	2,0	5,6	0,4	0,2
MGO075019A	IIlc	Granit till granodiorit, rödgrå till gråröd, medelkornig, gnejsig, småporfyrisk	0,3–1,5 1,5–3,6	12,0	9,8	58,0	4,0	0,4	0,6	12,8	2,2			0,2

Prov Sample	Bkod Rcode	Bergartsbeskrivning Rock description	Kornstorlek (mm) Grain-size (mm)	Kvarts Quartz	Kalifältspat Pot. feldspar	Plagioklas Plagioclase	Biotit Biotite	Klorit Chlorite	Apatit Apatite	Amfibol Amphibole	Opak Opaque	Granat Garnet	Pyroxen Pyroxene	Övrigt Other
MGO075020A	IIlb	Tonalit till diorit, mörkt grå, medelkornig, mineralinjerad	0,5–2,0 2,0–5,0	5,2	2,2	59,2	2,0	2,6	0	18,2	1,6	2,6	5,4	1,0
MGO075021A	IIla	Granitisk gnejs, rödgrå till grå-röd, ådrad	0,3–1,0 1,0–6,0	22,0	21,6	47,6	6,6	0	0,2	0,4	1,6			
MGO075022A	IIld	Granit, röd, medelkornig, gnejsig	0,3–0,8 0,8–1,5	29,8	36,4	30,4		0,6	0	1,4	1,0	0		0,4
MGO075023A	IIla	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,3–1,0	22,8	22,0	41,0	1,4	0,4	0,4	9,4	1,8	0,8		
MGO075024A	IIlc	Granit, rödgrå, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig, grovporfyrisk	0,3–2,0 2,0–10,0	19,2	26,8	39,4	1,2	4,4	0,2	7,0	1,4			0,4
MGO075025A	IIld	Granit, fint medelkornig, gnejsig	0,4–2,0 2,0–3,8	26,8	36,4	33,2	1,6	0,6	0		1,0			0,4
MGO075026A	IIla	Granitisk gnejs, grå till rödgrå, fint medelkornig till medelkornig, ådrad	0,2–0,7 0,7–1,5	21,2	27,2	39,4	3,8	0	0,2	6,4	1,6			0,2
MGO075027A	IIla	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, ådrad	0,5–1,5 1,5–5,4	23,0	27,4	41,4	1,2	0	0	5,8	0,6			0,6
MGO075028A	IIld	Granit, röd, fint medelkornig till medelkornig, gnejsig	0,3–2,0 2,0–4,0	26,0	31,4	38,4	3,0	0	0	0,2	0,4			0,6
MGO075029A	IIlb	Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,2–1,6 1,6–5,0	22,4	20,4	43,6	2,8	0	0,6	8,4	1,8			
MGO075030A	IIla	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, ådrad	0,3–1,5 1,5–3,0	23,6	22,0	40,0	1,4	0	0,2	10,6	1,2	0,8		0,2
MGO075032A	IIlc	Granit till granodiorit, grå till rödgrå, medelkornig, småporfyrisk, gnejsig	0,2–2,0 2,0–9,0	29,0	19,2	41,8	2,8	0	0,2	5,6	1,0			0,4
MGO075033A	IIld	Granit, röd, leukokratisk, medelkornig, gnejsig	0,3–2,0 2,0–9,8	38,4	32,0	26,2	1,8	0,8	0	0,4	0,4			
MGO075035A	IIla	Granodiorit, grå till rödgrå, fint medelkornig till medelkornig, gnejsig, ådrad	0,3–1,5 1,5–2,5	22,0	20,6	43,4	6,0	0	0,2	3,8	3,2	0,2		0,6
MGO075036A	IIld	Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,2–1,5 1,5–3,2	32,2	34,8	29,4	1,4	0,2	0,2		1,6	0,2		

Tabell 2. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från Halmstad för väg, järnväg och betong. Bkod är bergartskod, ρ_5 är korndensitet, A_N är kulkvarnsvärde, LA är Los Angeles-värde, M_{DE} är micro-Devalvärde, RA är radiumindex, SPM är sprickor per meter, ASR är alkaliskreaktivitet.

Technical analyses and classification of samples from the map area Halmstad for pavement constructions (mainly wearing courses), as railway trackbed ballast, and as concrete ballast. Rcode = bedrock code, ρ_5 = particle density, A_N = studded tyre test value, LA = Los Angeles value, M_{DE} = micro-Deval value, RA = radium index, JPM = joints per meter, ASR = alkali silica reactivity.

Prov	N-S koordinat	O-V-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ_5 g/cm ³	A_N %	LA %	M_{DE} %	RA	m_γ	ASR	Bergkvalitetsklassning
Sample	N-S coordinate	E-W coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ_5 g/cm ³	A_N %	LA %	M_{DE} %	RA	m_γ	ASR	Rock quality classification
MGO075001A	6301283	1317254	Granit, röd, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig, porfyrisk	IIlc	2,64	19,9	54,0	11,7	0,0	0,7	1	3
MGO075002A	6304834	1316456	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, migmatitisk, ådrad	IIla	2,68	13,3	35,2	9,7	0,1	0,6	1	3
MGO075003A	6304550	1319148	Granodioritisk gnejs, grå, medelkornig, migmatitisk, ådrad	IIla	2,66	11,8	25,1	7,9	0,0	0,7	1	2
MGO075004A	6288433	1335609	Granit, röd, medelkornig, gnejsig, ådrad	IIId	2,60	10,0	24,6	5,6	0,1	0,8	1	2
MGO075005A	6283543	1336029	Granit, röd, fint medelkornig, ådrad, folierad	IIId	2,62	12,2	31,3	7,8	0,1	0,8	1	3
MGO075006A	6283770	1335604	Granit, grå till rödgrå, fint medelkornig, porfyrisk, gnejsig	IIlc	2,67	14,6	30,0	10,5	0,0	0,6	1	2,5
MGO075007A	6301277	1311729	Granatamfibolit, svart, medelkornig, förskiffrad	IV	3,21	40,4	47,3	37,9	0,0	0,1	1	3
MGO075008A	6300682	1308036	Gabbroid, svart, fint medelkornig, gnejsig	IV	3,09	26,2	26,8	25,6	0,0	0,1	1	3
MGO075009A	6301918	1309457	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, migmatitisk, ådrad	IIla	2,68	12,7	31,0	8,2	0,0	0,6	1	2,5
MGO075010A	6300010	1330592	Granit, mörkt röd, fint medelkornig, gnejsig, starkt deformationad	IIId	2,61	7,0	22,4	4,5	0,1	0,9	2	1
MGO075011A	6296607	1337250	Granit, röd, grovt medelkornig, gnejsig	IIlc	2,62	19,9	52,1	11,8	0,2	0,9	1	3
MGO075012A	6282294	1334353	Granit, rödgrå till grågrå, fint medelkornig, gnejsig, ådrad	IIId	2,63	10,4	23,7	6,8	0,1	0,7	1	2
MGO075013A	6283928	1326980	Granitisk gnejs, grå till rödgrå, medelkornig, gnejsig, ådrad	IIla	2,67	19,5	50,6	13,9	0,0	0,8	1	3
MGO075014A	6285540	1327482	Granitisk gnejs, röd till grågrå, medelkornig, ådrad, porfyrisk	IIla	2,65	13,5	34,5	9,2	0,0	0,8	1	3
MGO075015A	6290825	1314622	Granodioritisk gnejs, grå till rödgrå, medelkornig, ådrad	IIla	2,68	12,6	29,2	8,4	0,0	0,5	1	2
MGO075016A	6292992	1314222	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, ådrad, småporfyrisk	IIla	2,68	12,6	31,5	8,2	0,0	0,6	1	3
MGO075018A	6292764	1326989	Gabbroid, svart, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig	IV	3,08	28,8	45,6	24,6	0,0	0,2	1	3
MGO075019A	6292974	1325527	Granit till granodiorit, rödgrå till grågrå, medelkornig, gnejsig, småporfyrisk	IIlc	2,71	19,0	40,6	12,0	0,0	0,6	1	3
MGO075020A	6294950	1328450	Tonalit till diorit, mörkt grå, medelkornig, mineralinjerad	IIlb	2,86	16,1	21,9	14,0	0,0	0,2	1	2
MGO075021A	6292552	1333954	Granitisk gnejs, rödgrå till grågrå, ådrad	IIla	2,64	17,3	46,2	11,6	0,1	0,1	1	3
MGO075022A	6297363	1333927	Granit, röd, medelkornig, gnejsig	IIId	2,63	9,9	32,2	6,6	0,1	0,7	1	2,5
MGO075023A	6304592	1324992	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, gnejsig, ådrad	IIla	2,70	14,4	37,1	9,4	0,0	0,6	1	3

Prov	N-S koordinat	O-V-koordinat	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Bkod	ρ_s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	m _γ	ASR	Bergkvalitetsklassning			
												Väg	Järnväg	Betong	
Sample	N-S coordinate	E-W coordinate	Rock description (field observation)	Rcode	ρ_s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{DE} %	RA	m _γ	ASR	Rock quality classification	Road	Railway	Concrete
MMGO075024A	6291136	1328690	Granit, rödgrå, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig, grovporfyrisk	IIlc	2,66	13,9	34,6	9,9	0,2	0,7	1	3	3	3	1
MMGO075025A	6289764	1328176	Granit, fint medelkornig, gnejsig	IIId	2,62	15,2	36,7	8,2	0,0	0,5	1	3	3	3	1
MMGO075026A	6296007	1322817	Granitisk gnejs, grå till rödgrå, fint medelkornig till medelkornig, ådrad	IIla	2,66	15,5	33,1	10,1	0,0	0,7	1	3	3	3	1
MMGO075027A	6301000	1323450	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, ådrad	IIla	2,68	14,1	33,2	8,1	0,0	0,8	1	3	3	3	1
MMGO075028A	6302500	1322400	Granit, röd, fint medelkornig till medelkornig, gnejsig	IIId	2,63	12,7	48,8	12,8	0,1	0,8	1	3	3	3	1
MMGO075029A	6292102	1312339	Granit, rödgrå till gråröd, medelkornig, gnejsig, ådrad	IIlb	2,70	11,7	27,1	8,5	0,1	0,6	2	2	2	2	1
MMGO075030A	6301827	1324774	Granitisk gnejs, grå, medelkornig, ådrad	IIla	2,68	13,2	30,5	8,9	0,0	0,6	1	2,5	2,5	2,5	1
MMGO075032A	6297247	1320172	Granit till granodiorit, grå till rödgrå, medelkornig, småporfyrisk, gnejsig	IIlc	2,69	13,8	33,7	9,4	0,0	0,6	1	3	3	3	1
MMGO075033A	6297242	1320275	Granit, röd, leukokratisk, medelkornig, gnejsig	IIId	2,63	11,1	32,1	7,0	0,0	0,8	1	3	3	3	1
MMGO075035A	6295810	1323853	Granodiorit, grå till rödgrå, fint medelkornig till medelkornig, gnejsig, ådrad	IIla	2,71	10,7	26,9	7,4	0,1	0,6		2	2	2	1
MMGO075036A	6295801	1323710	Granit, rödgrå till gråröd, medelkornig, gnejsig, ådrad	IIId	2,63	8,8	23,5	5,5	0,1	0,9		1	1	1	1
MMGO081101A	6313200	1314100	Gnejs, gråröd	IIla	2,70	22 ¹	35 ²								
MMGO081102A	6302100	1309800	Gnejs, rödgrå, ådrad	IIla	2,70	19 ¹	35 ²								
MMGO081103A	6306700	1311600	Gnejs, grå	IIla	2,68	21 ¹	35 ²								
MMGO081104A	6316700	1313800	Gnejs, gråröd	IIla	2,68	15 ¹	22 ²								
MMGO081105A	6357900	1391600	Gnejsig granodiorit, porfyrisk	IIlb	2,80	26 ¹	33 ²								
MMGO081106A	6357900	1391600	Gnejsig granodiorit, porfyrisk, förskiffrad	IIlc	2,80										
MMGO081107A	6299700	1321200	Gnejs, gråröd	IIla	2,68	21 ¹	38 ²								
MMGO081108A	6296400	1322900	Gnejs, rödgrå	IIla	2,68	17 ¹	28 ²								
MMGO081109A	6292500	1314100	Gnejs, rödgrå	IIla	2,69	21 ¹	28 ²								

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

² Los Angelesvärdet beräknat genom sprödhetstalet [LA = (s – 26,1)/0,82]. Analyser från "Inventering av naturgrus och krossberg i Hallands län" (Engdahl m.fl. 1994).

Den magnetiska anomalikartan (fig. 4) har främst använts för tolkning av plastiska deformationszoner, och elektromagnetiska data (VLF) har använts för tolkning av spröda deformationszoner (vatten- och lerfyllda svaghetszoner).

Data om djupet till berggrundsytan (jorddjupet) har erhållits från SGUs brunnarsarkiv och redovisas i tre klasser, nämligen <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 396 brunnar och i 150 av dessa är jorddjupet större än eller lika med 10 m. Det största uppmätta jorddjupet (60 m) finns i en brunn vid Fyllinge (6285409/1324466) ca 3 km öster om Halmstad.

ALLMÄN GEOLOGI

Kartområdet (fig. 2) utgör en sydlig del av det ”Östra segmentet” inom den sydvästsvenska gnejsregionen. Berggrunden utgörs av magmatiska djupbergarter, som är ca 1 690–1 670 miljoner år gamla. Ytbergarter, t.ex. vulkaniska och sedimentära bergarter, saknas. Berggrunden har omvandlats och deformerats kraftigt (metamorfos i granulitfacies) vid två separata tillfällen, dels för ca 1 440 miljoner år sedan, dels under svekonorvegisk tid för ca 1 100–920 miljoner år sedan. I vissa mindre områden har berggrunden omvandlats kraftigt, till och med charnockitomvandlats. Nordnordvästligt och nordnordöstligt strykande,

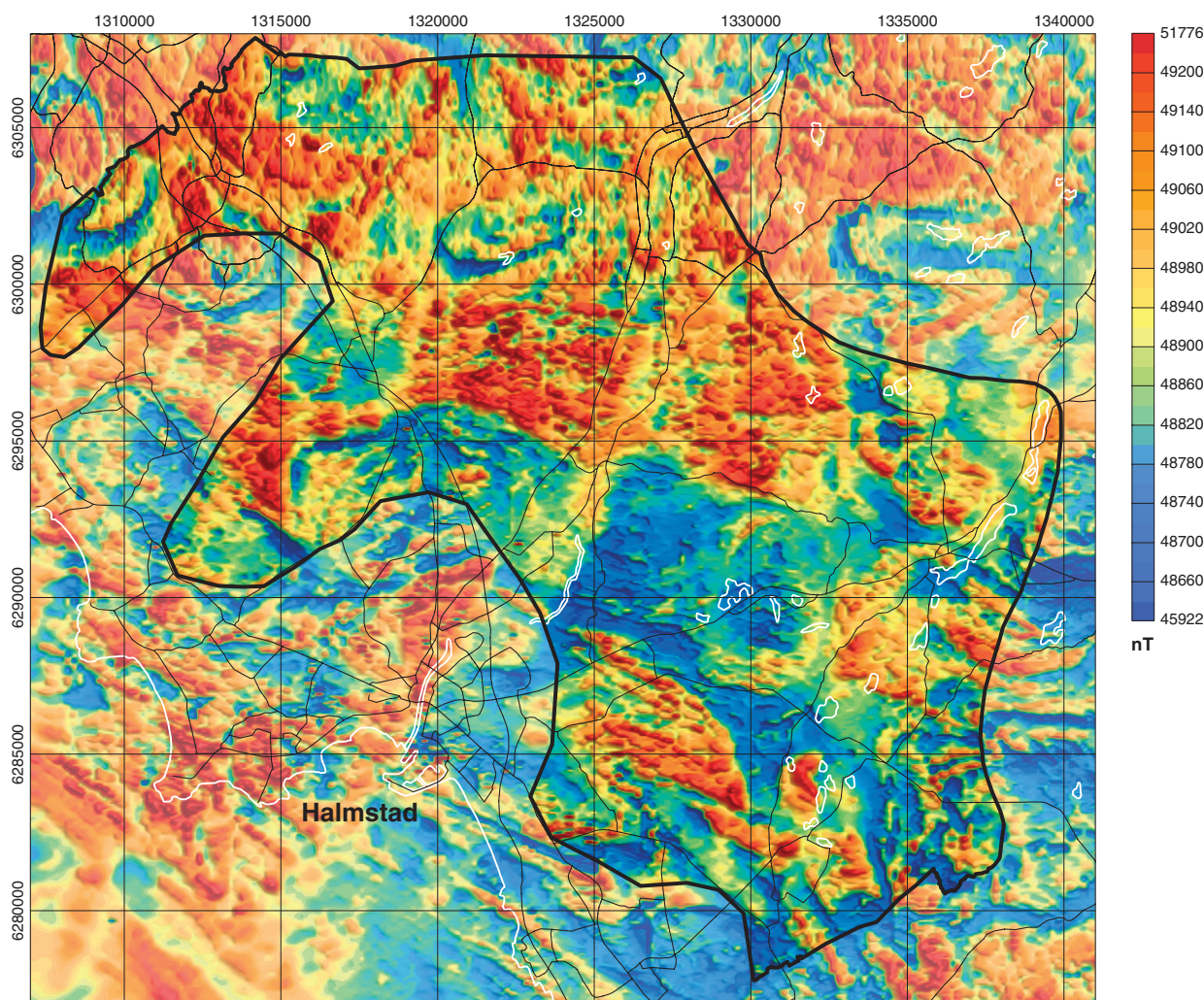


Fig. 4. Magnetisk anomalikarta över projektområdet. Kartan baseras på SGUs flygmätningar utförda år 1992 med ett linjeavstånd av 200 m. Flyghöjden är ca 30 m och punktavståndet 40 m.

Magnetic anomaly map over the project area. Data were collected by SGU during 1992 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 30 m and a sampling interval of 40 m.

brant stupande sprick- och förkastningszoner förekommer inom hela kartområdet. I den sydvästra delen av området genomdras berggrunden av västnordvästligt strykande skjuvzoner med stark deformation. Utformningen av karteringsområdet har styrts av hållfrekvensen, vilken är mycket låg norr och söder om Nyårsåsen.

BERGARTSBESKRIVNING

Nedan följer en generaliserad gruppindelning (bergartskod IIIa–IV) av bergarterna inom projektområdet. Bergartskoden är en unik beteckning för de ur bergteknisk relevans viktigaste identifierade bergartsenheter i området. Den används för att gruppera, jämföra och tolka de olika analysresultaten. Bergartskoden används i tabellerna med mineralogiska och tekniska analyser (tabell 1 och 2). Bergartsenheter i Halmstadsområdet finns redovisade i tabell 3.

Röd till rödgrå, starkt ådrad, granitisk till granodioritisk ortognejs (IIIa)

Den granitiska till granodioritiska ortognejsen uppträder vanligen veckad och omkristalliserad vilket ger bergarten ett ”flammigt” utseende (fig. 5 och 6). Kornstorleken varierar från fint till grovt medelkornig. Inneslutningar av mörkt grå till svarta bergarter är vanligt förekommande. Ursprungligen kan dessa inneslutningar ha varit diabasgångar som slagit igenom gnejsen. Ådergnejsen är åldersbestämd på två platser inom kartområdet. Ett prov taget från Söndrum, väster om Halmstad, gav en ålder på $1\,671 \pm 4$ miljoner år (Rimsa, personlig kommunikation) och ett annat, taget på Högabjär, 9 km norr om Halmstad, gav



Fig. 5. Rödgrå, medelkornig, migmatitisk, ådrad, granitisk gnejs (MGO080009A, 6301918/1309457) med de tekniska egenskaperna A_N -värde = 13 % och LA-värde = 31 %. Vyn är ca 18–24 cm. Foto: Mattias Göransson.

Reddish grey, medium-grained, migmatitic, veined, granitic gneiss (MGO080009A, 6301918/1309457) with technical properties A_N -value = 13% and LA-value = 31%. The field of view is 18–24 cm.



Fig. 6. Linsågad "flammig" yta av en grå, medelkornig, migmatitisk, ådrad, granitisk till granodioritisk gnejs från det nedlagda naturstensbrottet Nannarp (MGO080023A, 6304592/1324992). Berget har dåliga tekniska egenskaper: A_N -värde = 14 % och LA-värde = 37 %. Vyn är 60 × 100 cm. Foto: Mattias Göransson.

Diamond wire cut surface of a grey, medium-grained, migmatitic, veined, granitic gneiss from the abandoned quarry of Nannarp (MGO080023A, 6304592/1324992). The rock has poor technical properties: A_N -value = 14% and LA-value = 37%. The field of view is 60 × 100 cm.

Tabell 3. Bergartsenheter i kartområdet Halmstad.

Rock units in the map area Halmstad.

Bergartsenhet Rock unit	Bkod* Rcode
Gnejs, rödgrå till grå	IIIa
Granit till granodiorit, gnejsig	IIIb
Granit till granodiorit, porfyrisk, gnejsig	IIIc
Granit, leukokratisk	IIId
Amfibolit och gabbro	IV

* Bergartskod är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning.

1686 ± 12 miljoner år (Lundqvist & Carlsäter Ekdahl 200X). Förutom huvudmineralen är granat relativt vanligt, mer sällsynt förekommer klinopyroxen (tabell 1).

Granit, granodiorit, tonalit, kvartsdiorit, gnejsiga (IIIb)

Gnejsig granit till kvartsdiorit förekommer som större och mindre kroppar inom hela kartområdet. Granitisk sammansättning dominerar. Gnejsig granodiorit finns framför allt i två större kroppar: den ena söder och öster om Hyltebruk och den andra på Nyårsåsen 5 km nordväst om Halmstad. Gnejsig tonalit förekommer mestadels i anslutning till större kroppar av amfibolit och gabbro. Färgen varierar med sammansättningen från röd granit till mörkt grå kvartsdiorit. Fältmässiga förhållanden tyder på att dessa bergarter är likåldriga med omgivande bergarter, dvs. ca 1690–1670 miljoner år.



Fig. 7. Rödgrå, gnejsig, medelkornig, småporfyrisk granit till granodiorit med basiska enklaver från Biskopstorps bergtäkt (MGO075032A, 6297247/1320172). Vyn är ca 100 × 140 cm. Foto: Mattias Göransson.

Redish grey, gneissic, medium-grained, porphyritic granite to granodiorite with basic enclaves from the Biskopstorp quarry (MGO075032A, 6297247/1320172). The field of view is 100 × 140 cm.

Granit, röd till gråröd, porfyrisk eller jämnkornig, gnejsig (IIIc)

I den östra delen av kartområdet dominerar en röd till gråröd, porfyrisk, stänglig, ställvis gnejsig granit, s.k. Hinnerydsgranit (fig. 7). Bergarten innehåller vanligtvis diffusa, stängliga fältspatögon som vanligen har en storlek mindre än 2 cm. På vissa platser är de dock upp till 5 cm i diameter och på andra saknas de helt. En röd variant av Hinnerydsgraniten finns i trakten runt Kvibille, 12 km norr om Halmstad (fig. 8). En åldersbestämning (U-Pb på zirkoner) gjord på ett prov taget i Kvibille gav en ålder på $1\,676 \pm 10$ miljoner år (Andersson m.fl. 2005). De polykristallina fältspatögonen består av kalifältspat (mikroklin), ibland mantlade med plagioklas. Grundmassan är vanligen medelkornig och består huvudsakligen av kvarts, kalifältspat, plagioklas och hornblände.

Granit, leukokratisk (IIId)

Röd, gnejsig granit som är fattig på mörka mineral (<5 %), leukokratisk granit, förekommer framför allt i de mellersta och nordöstra delarna av kartområdet (fig. 2). Bergarten liknar röd, granitisk gnejs men innehåller mindre mängd mörka mineral (fig. 9). De ovan nämnda bergarterna är dock inte alltid lätta att skilja åt. Den leukokratiska granitens ålder är inte känd, men bergarten skulle till viss del ha kunnat bildas ur smältor, som uppstod under metamorfosperioden för ca 1440 miljoner år sedan. Bergarten är fin- till medelkornig och lokalt något ådrad. Avsaknaden av mörka mineral och bergartens omkristalliserade textur gör att den uppfattas som massformig trots att den vanligen är svagt gnejsig.



Fig. 8. Grå-röd, gnejsig, grovt medelkornig, porfyrisk granit från en tillfartstunnel till ett bergrum strax norr om Susegårdén (MGO075001A, 6301283/1317254). Provet taget från den här platsen ger mycket dåliga tekniska egenskaper: A_N -värde = 20 % och LA-värde = 54 %. Vyn är ca 14–20 cm. Foto: Mattias Göransson.

Greyish red, gneissic, medium coarse-grained, porphyritic granite, from an access tunnel to a rock cavern north of Susegårdén (MGO075001A, 6301283/1317254) with very poor technical properties: A_N -value = 20% and LA-value = 54%. The field of view is 14–20 cm.



Fig. 9. Rödgrå till grå-röd, svagt gnejsig, leukokratisk granit (TEN050059, 6283557/1314456). Den här bergarteren har ofta bra till medelbra tekniska egenskaper. Foto: Thomas Eliasson.

Reddish grey to greyish red, weakly gneissic, leucocratic granite (TEN050059, 6283557/1314456). This rock usually has good to moderate technical properties.

Amfibolit och gabbro, IV

I områdets gnejser uppträder sliror, linser och lager av amfibolit, men även större bergartskroppar förekommer. Bergarterna är inte daterade men är troligen likåldriga med gnejserna och graniterna. Amfiboliterna och de flesta gabbroiderna är i likhet med gnejserna migmatitomvandlade i varierande grad. Metamorf granat förekommer ställvis i riklig mängd och dominerar mineralogin tillsammans med plagioklas och amfibol.

GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR

Undersökningsområdet är täckt med SGUs geofysiska flygmätningar och omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet i VLF-området (Very Low Frequency). Mätningarna genomfördes 1992 på ca 30 m höjd längs linjer med 200 m avstånd och med 40 m mellan mätpunkterna.

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

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

Densiteten är beroende av 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, gabbro och andesit) domineras av tyngre mineral som plagioklas, biotit och hornblände. Lätta mineral är vanligtvis sprödare än tyngre mineral. Densiteten ger därför en grov uppskattning om huruvida bergarten tenderar att deformeras sprött (vilket är vanligare i graniter). I tabell 2 anges bergartsprovets densitet för alla de prover där teknisk analys genomförts.

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

Den magnetiska anomalikartan (fig. 4) över kartområdet Halmstad visar stor variation och varierande magnetiseringsnivåer vilket återspeglar områdets geologiska uppbyggnad. Inom området förekommer bandade mönster med veckstrukturer som avspeglar berggrundens strukturella drag.

Susceptibiliteten är generellt hög för graniter i grupp IIIa till IIIc (1500×10^{-5} SI-enheter i medelvärde). Leukokratiska graniter (grupp IIId) har vanligen lägre magnetisk susceptibilitet (300×10^{-5} SI-enheter i medelvärde). I flera fall korrelerar de till lågmagnetiska stråk som framträder på den magnetiska anomalikartan.

PETROGRAFISK ANALYS

Bergartsprovernans mineralsammansättning och de ingående mineralens mängdförhållanden har bestämts genom punkträkning av ett tunnslip från en representativ bergstufv 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. Vidare har en uppskattning av de ingående mineralornas storlek och en bedömning av kornfogarnas utseende genomförts.

De flesta bergprover från undersökningsområdet är i varierande grad omkristalliserade. De har vanligen en granoblastisk mikrostruktur, dvs. raka korngränser, och är jämnkorniga. I de grövre Hinne-rydsgraniterna är vanligen fältspaten zonerad och kvartsen har en rund kornform. I vissa fall emanerar mikrosprickor utifrån de sistnämnda och bergarten är i dessa fall spröd och vittringsbenägen. I de fall zonering förekommer är de tekniska analysresultaten för berget mycket dåliga (t.ex. MGO075007A). Generellt sett är bergarterna relativt jämnkorniga och saknar vanligen ett mycket finkornigt till finkornigt, metamorft eller magmatiskt matrix.

Skiktssilikater (glimmer m.m.)

Andelen fri glimmer (bestämd enligt VVMB 613 2001, för material 0,125–0,25 mm) får inte överstiga 50 % (procent av räknade korn) för obundna vägmateriäl. Om andelen är mellan 30 och 50 %, får inte bärlagret trafikerats av tung trafik (Vägverket 2005a). Även omvandlingsmineral som klorit, serpentinit och epidot är intressanta i bedömningen av bergartens beständighet. Information om mineralsammansättningen redovisas i tabell 1. Samtliga provtagna bergarter inom Halmstadsområdet har mycket låga glimmerhalter (0–7 volymprocent).

Opaka mineral (sulfider m.m.)

Relativt innehåll av sulfider redovisas i tabell 4. Tre av proverna har vid opakmikroskoperingen bedömts ha höga sulfidhalter (MGO075007A, MGO075008A och MGO075018A). Samtliga dessa bergarter kommer från amfibolit–gabbroidgruppen (bergartskod IV).

Sulfider som kommer i kontakt med vatten och syre vid t.ex. krossning kan oxideras, varvid pH-värdet i vattnet sänks. Detta sker vanligen genom att det (i första skedet) bildas järnsulfater och svavelsyra. Vid oxidationen kan även metaller frigöras och gå i lösning i lakvattnet. Lakvatten med lågt pH-värde och höga metallkoncentrationer kan orsaka skador på miljön. Vägverket anger att förekomst av ”surt berg”, dvs. bergarter med sulfidmineral, ska studeras inom vägutredningsområden. Normalt korrelerar svavelhalten i ett bergmateriale mot mängden sulfidmineral. Vid en svavelhalt högre än 0,3 viktsprocent i bergmaterialet, vilket ungefär motsvarar 0,3 volymprocent pyrit, rekommenderas att speciella åtgärder vidtas innan man använder bergmaterialet för betong-, väg- och järnvägsändamål.

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

DEFORMATIONSZONER, SPRICKOR OCH ÖVRIGA STRUKTURER

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

Lineamenten på bergkvalitetskartan är tolkade från höjddata, geofysiska data och fältmätningar. Deformation av berggrunden kan påverka en bergarts magnetiska egenskaper. Detta beror framför allt på att temperatur, tryck och innehållet och fördelningen av magnetiska mineral förändras i en bergart under deformationen. En plastisk deformationsstruktur kan synas på magnetfältskartan som både positiva och negativa anomalier. En sprickzon (spröd deformation) kan synas som en lågmagnetisk zon i den

Tabell 4. Relativa mängder opaka mineral i samtliga prover uppskattade vid reflektionsmikroskopering: +++ = dominerande, ++ = underordnat, + = spår. Opak = totalhalt av opaka mineral i volym-% bestämt genom punkträkning (se tabell 1).

Relative amounts of opaque minerals for all samples, estimated in reflected light: +++ = dominating, ++ = less common, + = trace amount. Opaque = total content of opaque minerals in volume %, determined by point counting (see table 1).

Prov Sample	Bergartskod Rock code	Opak (vol.-%) Opaque (vol.-%)	Oxider Oxides				Sulfider Sulphides	
			Magnetit Magnetite	Hematit Hematite	Hematit-ilmenit Haematite-ilmenite	Ilmenit Ilmenite	Pyrit Pyrite	Kopparkis Chalcopyrite
MGO075001A	IIIc	0,8	+		+++			
MGO075002A	IIIa	1,4	+	(+)	+++	(+)		
MGO075003A	IIIa	0,4	++		+++		(+)	
MGO075004A	IIId	1,0	+++	+++		+++	(+)	
MGO075005A	IIId	0,8			+++			
MGO075006A	IIIc	2,4	++	+	+++			
MGO075007A	IV	2,0	+	+	+++	+	++	(+)
MGO075008A	IV	0,4	+?				+++	+
MGO075009A	IIIa	0,6	+++		++	++	++	(+)
MGO075010A	IIId	0,4	+	+++	+		+	(+)
MGO075011A	IIIc	0,4	+	+	+++	+		
MGO075012A	IIId	0,8			+++			
MGO075013A	IIIa	0,8	+		+++	+		
MGO075014A	IIIa	0,2	+		+++	+++		
MGO075015A	IIIa	2,0	+(+)		+++	+	(+)	
MGO075016A	IIIa	0,8	+++		+++	(+)		
MGO075018A	IV	2,0				+++	++	(+)
MGO075019A	IIIc	2,2	+++		+++	+		
MGO057020A	IIIb	1,6	+++		+			
MGO057021A	IIIa	1,6	+++		++	(+)		
MGO075022A	IIId	0,8	+++		+	+++	+	
MGO075023A	IIIa	1,8	+++		+++	+		
MGO075024A	IIIc	1,4	+++	+	+++			
MGO075025A	IIId	1,0	+	+	++			
MGO075026A	IIIa	1,6	+++		+++	(+)	(+)	(+)
MGO075027A	IIIa	0,6	++	(+)	+++			
MGO075028A	IIId	0,4	+++	(+)		+		
MGO075029A	IIIb	1,8	+++		+++	+	+	(+)
MGO075030A	IIIa	1,2	+++		(+)	++	(+)	
MGO075030B	IIIa	-	+++		+++			
MGO075017A	IIIc	1,0	+(+)		+++		+	
MGO075017B	IIId	0,4	+++		++			
MGO075035A	IIIa	3,2	+++		++(+)			
MGO075036A	IIId	1,6	+++		+			

mer högmagnetiska värdbergarten, på grund av att magnetit oxideras och omvandlas till hematit som är omagnetisk. Spröda, vattenförande sprickzoner har bättre elektrisk ledningsförmåga än omgivande sprickfattig berggrund och syns därför tydligt i elektromagnetiska data (VLF).

Nordnordvästligt till nordnordöstligt strykande, brant stupande sprick- och förkastningszoner förekommer inom hela kartområdet. De framträder tydligt på höjddata (fig. 3) men syns även i magnetiska data (fig. 4) som dislokationer eller lågmagnetiska zoner. På resistivitetskartan (fig. 10) syns lågresistiva zoner med nordvästlig riktning, främst i den sydvästra delen av området. De indikerar spröda, vattenförande sprickzoner i berggrunden. I den sydvästra delen av området förekommer även några västnordvästligt strykande skjuvzoner där berggrunden är starkt deformerad.

Sprickriktning och spricktäthet har bedömts vid 8 provlokaler. Sprickornas orientering (strykning och stupning) anges i ett urval stereogram där sprickplanen anges som storcirklar med tillhörande poler. I de fall där flera sprickplan sammanfaller visas de associerade polerna till planen med konturering för att spegla frekvensen av antalet mätningar med samma orientering.

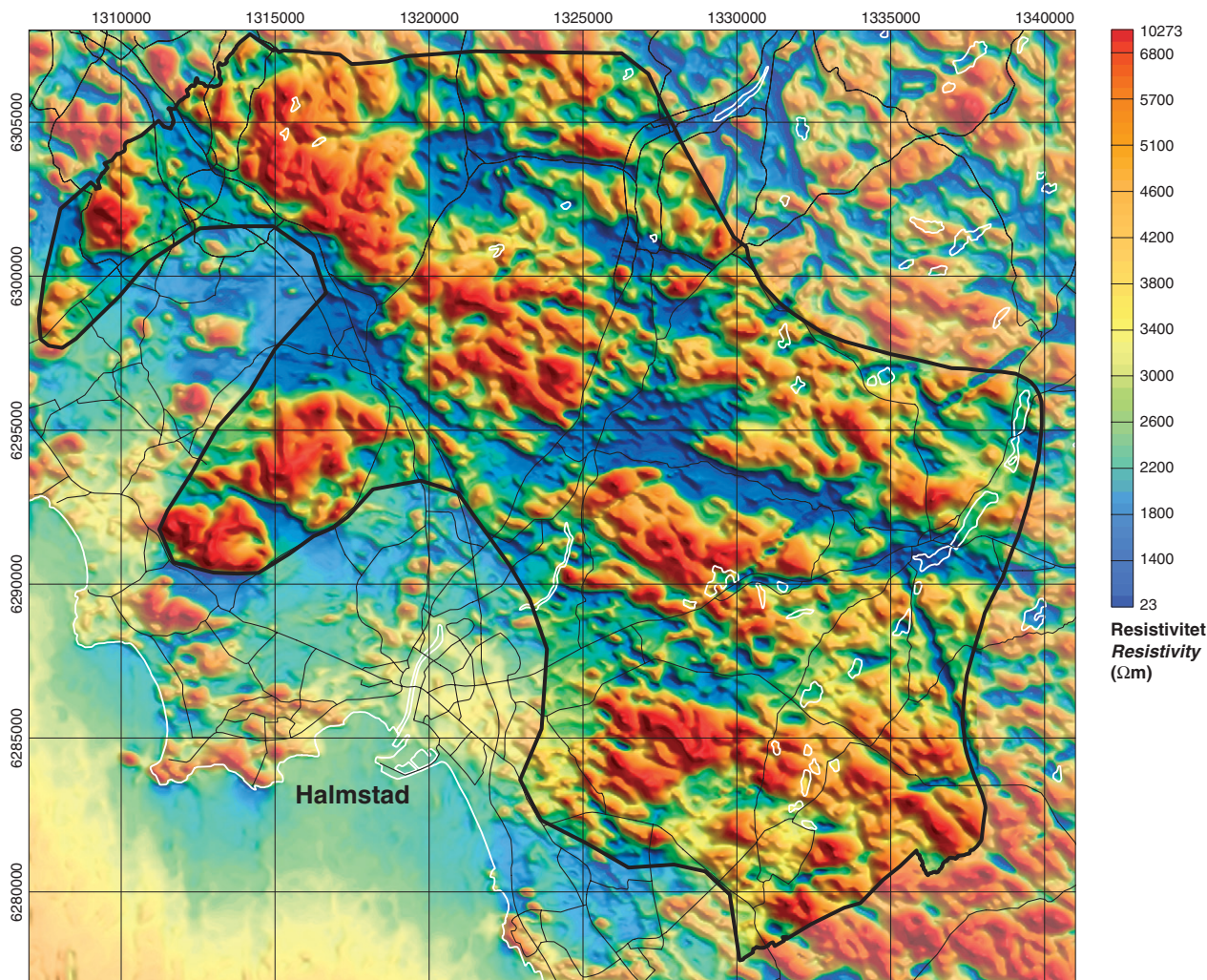


Fig. 10. Markens skenbara resistivitet beräknad från elektromagnetiska data (VLF) inom undersökningsområdet. Kartan baseras på SGUs flygmätningar utförda år 1992 med ett linjeavstånd av 200 m. Flyghöjden är ca 30 m och punktavståndet 40 m.

Apparent resistivity map over the project based on airborne electromagnetic data (VLF). Data were collected by SGU during 1992 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 30 m and a sampling interval of 40 m.

Sprickornas orientering varierar i olika delar av kommunen beroende på berggrundens geologiska och tektoniska utveckling. Dominerande sprickorienteringar i fallande ordning visas i tabell 5.

Av alla uppmätta sprickor (totalt 119) stupar 27 % subvertikalt (80° – 89°), 18 % vertikalt (90°), 23 % brant (60° – 79°) och lika många moderat (30° – 59°). Endast 9 % av de uppmätta sprickorna har en flackare stupning än 30 grader (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.

Sprickorna finns representerade i samtliga strykintervall även om något fler sprickor förekommer i de angivna riktningarna i tabell 5.

BERGGRUNDENS GAMMASTRÅLNINGSEGENSKAPER

Gammastrålningskartorna, som visar halterna av kalium, uran och torium, har tillsammans med berggrundsinformationen legat till grund för planering av gammastrålningsmätningar på berghällar. Vid dessa mätningar har den totala gammastrålningen samt halten av kalium-40, radium-226 och torium-232

Tabell 5. Dominerande sprickorienteringar.

Dominating fracture orientations.

Strykning / <i>Strike</i>	Stupning / <i>Dip</i>
~ Nord-sydlig / ~ <i>North-south</i>	Moderat till vertikal / <i>Moderate to vertical</i>
~ Ost-västlig / ~ <i>East-west</i>	Brant till vertikal / <i>Steep to vertical</i>
~ Västnordvästlig / ~ <i>West-north-west</i>	Brant till vertikal / <i>Steep to vertical</i>

Tabell 6. Sammanställning av gammastrålningsmätningar i kartområdet Halmstad.

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

Bkod* <i>Rcode</i>	Bergartsenhet <i>Rock unit</i>	K (%) <i>P (%)</i>	U (ppm)	Th (ppm)	Radiumindex	Aktivitetsindex <i>Activity index</i>	Antal mätningar <i>Number of measurements</i>
IIIa-c	Gnejs, granit till granodiorit, gnejsig	3,9	1,1	10,2	0,1	0,7	120
IIId	Granit, leukokratisk	4,5	2,0	13,0	0,1	0,8	24
IV	Amfibolit-gabbro	1,0	0,3	1,1	<0,1	0,1	16

* Bergartskod är baserad på bergartens ålder och sammansättning

bestämts. Radiumindex och aktivitetsindex har beräknats för samtliga mätpunkter och lagrats i SGUs databaser.

Enligt rekommendationer från de nordiska ländernas strålskyddsinstitutioner bör aktivitetsindex för byggnadsmaterial vara mindre än 2,0 och radiumindex mindre än 1,0. Undantagsnivån är för aktivitetsindex 1,0 och för radiumindex 0,5 (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000, Åkerblom m.fl. 1990, jfr BFS 1990). Radiumindex beräknas genom bestämning av urankoncentrationen i materialet. En uranhalt på 16,2 ppm motsvarar 200 Bq/kg radium-226, vilket i sin tur motsvarar radiumindex 1,0. Aktivitetsindex m_γ är beräknat enligt:

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

där, C_K , C_{Ra} och C_{Th} är koncentrationen av kalium-40, radium-226 respektive torium-232, alla i enheten Bq/kg (The Radiation protection authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000). Halterna av kalium, uran och torium kan omräknas till Bq/kg enligt följande:

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

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

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

Figur 11 visar aktivitetsindex beräknade från flygmätningar inom undersökningsområdet. Den naturliga gammastrålningen från berggrunden är låg inom kartområdet Halmstad. Uppföljning med gammastrålningsmätningar på berghällar har utförts vid 160 mätpunkter inom området (tabell 6). Vid varje mätpunkt utfördes normalt 2 till 4 mätningar. Resultatet visar att samtliga bergarter har låga strålningsnivåer. Inga värden som överskrider radiumindex större än ett eller aktivitetsindex större än två har uppmätts.

TEKNISKA ANALYSER

Vid representativa lokaler har ca 70 kg berg provtagits för bergmaterialtester omfattande kulkvarnsanalys, Los Angelesanalys, micro-Devalanalys och alkalisilikareaktivitet. Berget som provtagits är representativt för provlokalen och inte vittrat, sprängskadat eller onormalt uppsprucket om ingenting annat anges. Samtliga bergprover har tagits på platser där tillräckligt med lossprängd sten eller friska blottningar funnits, dvs. i bergskärningar längs vägar eller vid byggplatser. Provtagning har skett med slägga och spett.

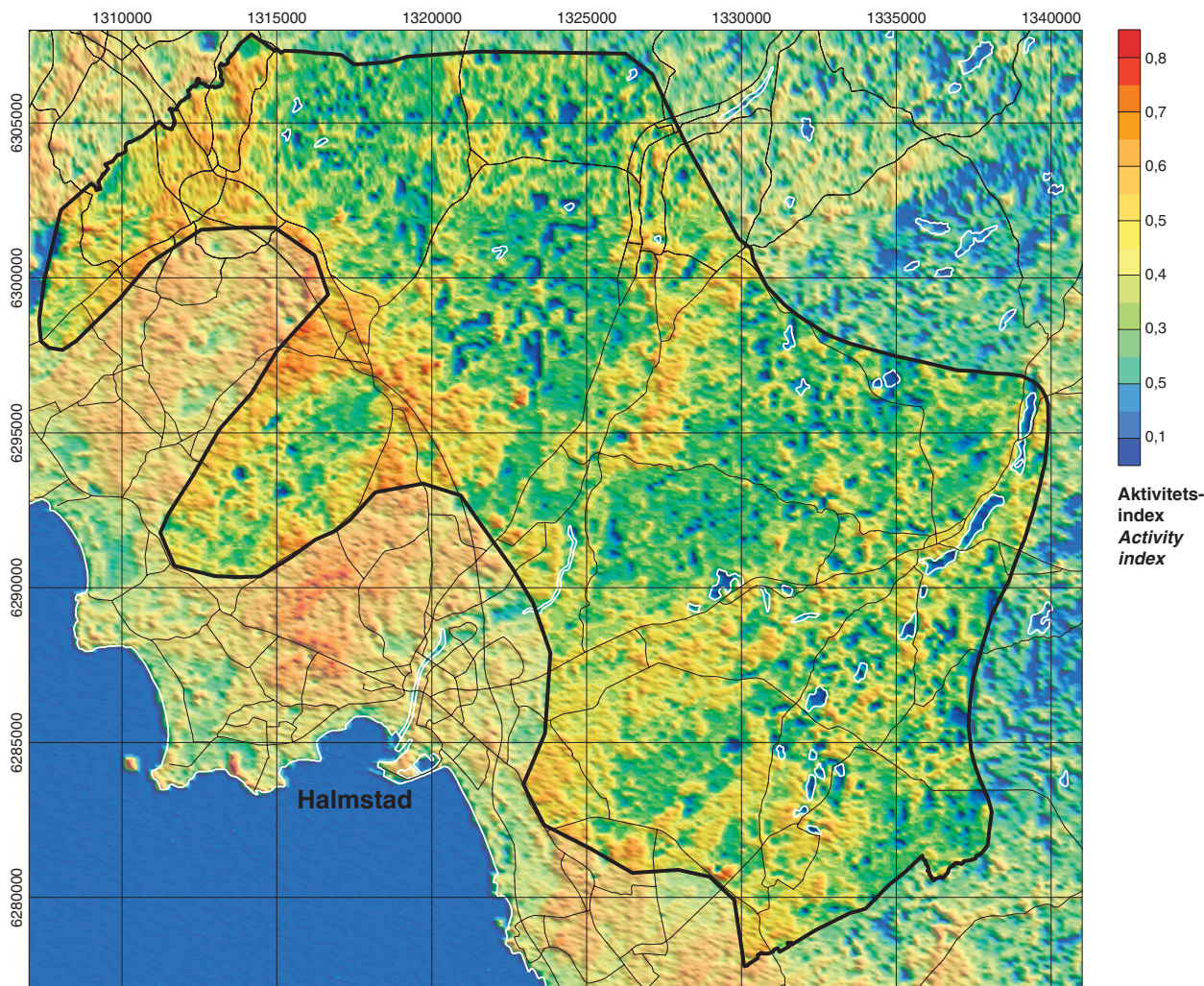


Fig. 11. Karta över markens naturliga gammastrålning över projektområdet. Kartan visar aktivitetsindex beräknad från halterna kalium, uran och torium. Kartan baseras på SGUs flygmätningar utförda år 1992 med ett linjeavstånd av 200 m. Flyghöjden är ca 30 m och punktavståndet 40 m.

Gamma radiation map over the project area. The map shows the activity index calculated from the contents of potassium, uranium and thorium. Data were collected by SGU during 1992 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 30 m and a sampling interval of 40 m.

Vid provtagning i bergtäkter har specifika bergprover tagits ut, varför dessa provers egenskaper kan avvika från bulkmaterialens. En jämförelse med bergtäkternas produktionsdata och SGUs provresultat har gjorts i syfte att säkerställa klassificeringen av berget i dessa områden. Totalt har 33 prover från lika många lokaler tagits inom ramen för det aktuella karteringsområdet. Gammastrålningsmätning har skett vid samtliga av dessa lokaler. Totalt redovisas på bergkvalitetskartan 160 strålningsmätta lokaler.

Utöver de inom projektet provtagna bergarterna har även de analyser som gjorts i närliggande undersökningsområden, Borås (SGUs databaser), Kungsbacka och Varberg (Göransson m.fl. 2008), Söderåsen (SGUs databaser) och analysmaterial från krossbergsinventeringar (Engdahl m.fl. 1994) ingått i tolkningsmaterialet.

Kulkvarnsanalys

Kulkvarnsanalyserna har utförts enligt FAS-Metod 259-02 (Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 2002, vilket motsvarar SS-EN 1097-9, Svensk Standard 2004d, nordiska kulkvarnsmetoden). Krossning

Tabell 7. Medelvärden av kulkvarnsvärde, Los Angelesvärde och micro-Devalvärde för de analyserade bergartsenheterna i kartområdet Halmstad.

Mean values of the results of the studded tyre, Los Angeles and micro-Deval tests of rock units in the map area Halmstad.

Bkod* Rcode	Bergartsenhet Rock unit	Kulkvarnsvärde % Studded tyre test value %			Los Angeles-värde % Los Angeles value %			Micro-Devalvärde % Micro-Deval value %		
		Spridning Interval	Medelvärde Mean value	Antal prov Nr. of samples	Spridning Interval	Medelvärde Mean value	Antal prov Nr. of samples	Spridning Interval	Medelvärde Mean value	Antal prov Nr. of samples
IIIa	Gnejs, rödgrå till grå	11–20	14,6	4	25–54	32,5	4	7–14	10,4	4
IIIb	Granit till granodiorit, gnejsig	7–16	13,9	2	22–27	24,5	2	4–14	11,2	2
IIIc	Granit till granodiorit, porfyrisk, gnejsig	14–20	16,8	6	30–54	40,8	6	9–12	10,9	6
IIId	Leukokratisk granit	7–15	10,81	9	22–49	30,6	9	4–13	7,2	9
IV	Amfibolit och gabbro	26–40	31,8	3	27–47	39,9	3	25–38	29,4	3

har utförts i en rotationskross med 30 mm utloppsspalt och i en laboratoriekäftkross med utloppsspalt inställd på 16 mm. Grovsiktning har skett i en maskinskak och finsiktning enligt FAS-metod 221-98 (Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1998). Analyserad fraktion är 11,2–16 mm.

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

Kulkvarnsvärdena (A_N -värdena) presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 7. Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergets nötningsmotstånd. De sämsta (högsta) värdena erhåller amfiboliterna och gabbroiderna (bergartskod IV, MGO075007A 40 %, MGO075018A 29 % och MGO075008A 26 %). Även de grovt medelkorniga, porfyrisk, gnejsiga graniterna erhåller mycket dåliga A_N -värden (bergartskod IIIc, MGO075011A 20 % och MGO075001A 20 %). Fint medelkorniga graniter, i synnerhet de leukokratiska graniterna (bergartskod IIId), ger bra (låga) A_N -värden (t.ex. MGO080010A 7 %, MGO080036A 9 % och MGO080012 10 %). Variationen är dock stor inom dessa bergartsgrupper och vissa prover med jämförbar kornstorlek, mineralogi och mikrostruktur ger högre A_N -värden (11–15 %).

Los Angelesanalys

Krossning och siktning för Los Angelesanalys har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Detta ger ett flisighetsindex för samtliga bergartsmaterial som är 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 från Los Angelesanalyserna presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 7.

LA-värdet är ett mått på bergartens sprödhet. Berggrunden i undersökningsområdet är generellt sett mycket spröd och ett medelvärde för samtliga provers Los Angelesvärden ger ca 35 % vilket är det högsta som erhållits från samtliga områden som SGU har undersökt. De sämsta (högsta) värdena erhåller de grovt medelkorniga, porfyrisk, gnejsiga graniterna (bergartsgrupp IIIc, MGO075001A 54 % och MGO075011A 52 %).

Berggrunden i sydvästra Sverige är spröd jämfört med övriga Sverige. Andra jämförbara områden inom ”Östra segmentet” har också erhållit dåliga LA-medelvärden: Kungsbacka–Varberg (29 %), Härryda–Bollebygd (31 %) och Borås (33 %). Endast fem prover av totalt 33 (15 %) från undersökningsområdet klarar kategori LA_{25} .

Det lägsta LA-värdet, 22 %, erhåller en stänglig tonalit (bergartsgrupp IIIb). De leukokratiska graniterna (bergartsgrupp IIId) ger ställvis bra (låga) A_N -värden (t.ex., MGO080010A 22 %, MGO080036A 24 %

och MGO080012 24 %). Även enstaka grå ådergnejser (bergartsgrupp IIIa) ger medelbra LA-värden, 25, 27 och 29 %.

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 korrelation mellan de två metoderna anses vara nödvändig att göra. Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. M_{DE} har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-1 (Svensk Standard 1997a). Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (bilaga 1) har dubbelprov utförts.

Resultaten av analyserna från undersökningsområdet presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 7. Micro-Devalvärdena följer kulkvarnsvärdena mycket väl och korrelationen mellan dessa metoder i detta område är $M_{DE} = 0,73 \times A_N$ ($R^2 = 0,87$) vilket kan jämföras med den korrelation som erhöles av Stenlid (2000): $M_{DE} = 0,86 \times A_N - 2,71$ ($R^2 = 0,95$) och Bergström m.fl. (2008): $M_{DE} = 0,77 \times A_N - 1,51$ ($R^2 = 0,97$). Tre prover klarade inte, dvs. översteg, kategori $M_{DE}20$, och samtliga dessa tillhör bergartsgrupp IV, amfibolit och gabbro. Högsta M_{DE} -värdet ger en granatamfibolit (MGO075007 38 %).

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 reaktivitets-skala: opal (amorf kvarts), kristobalit, tridymit, deformerad kvarts (t.ex. "ribbon quartz"), kvarts med 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.

Tunnslip av samtliga prover bortsett från en diabas har undersökts. Resultaten presenteras i tabell 2. Inga av proverna bedöms som mycket sannolikt alkalireaktiva (ASR = 3). Endast två av proverna bedöms ha en potentiell risk (ASR = 2), nämligen en leukokratisk granit (MGO075010A) och en gnejsig granit (MGO075029A).

SAMMANSTÄLLNING AV BERGKVALITETSKARTAN

Med utgångspunkt från de analyser som gjorts på olika platser, och som ansetts väl representera berggrunden inom undersökningsområdet, har en karta över fördelningen av de olika bergkvalitetsklasserna framställts. Med tanke på berggrundens heterogenitet blir sammanställningen översiktlig. Vanligen urskiljs områden med tre kvalitetsklasser, nämligen 1) god, 2) mindre god och 3) dålig kvalitet. Mer än 50 % av makadamproduktionen i Sverige går till vägbyggnation varför berggrund som är direkt olämplig för detta ändamål är mindre intressant för täktverksamhet. Därför baseras ytindelningen på bergkvalitetskartan främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i ATB VÄG 2005 (Vägverket 2005a, b). Parallellt har en bedömning gjorts av övriga analysresultat (jfr Persson & Schouenborg 1995) såsom Los Angelesvärde och potentiell förekomst av alkalisilikareaktivt material samt av radium- och 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

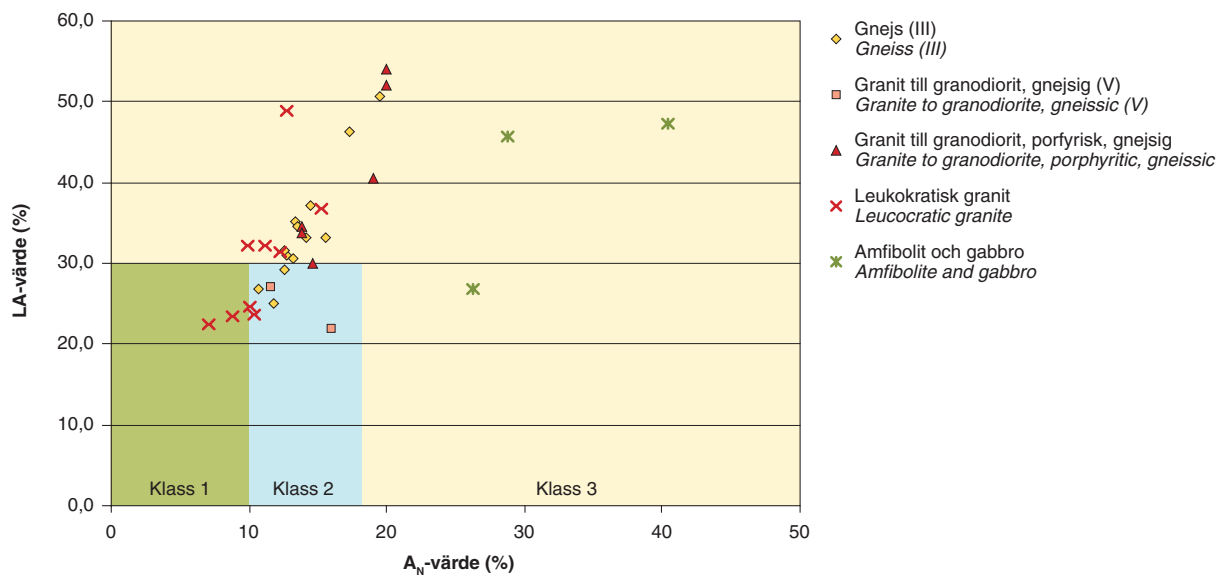


Fig. 12. Diagram som visar de tekniska analysresultaten, kulkvarnsvärde (A_N) och Los Angelesvärde (LA) för de olika bergartsproverna i kartområdet. Klassificeringen (1–3) avser vägmakadam och är endast baserad på de ovanstående två parametrarna, varför vissa avvikelser kan finnas jämfört med de övriga data som redovisas i tabell 2.

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

bergtäkter och markberedningsområdet med blandad berggrund kan följaktligen avvika från vad som erhålls i bergmaterial uttaget genom storproduktionsdrift.

De analysdata som ytklassificeringen är baserad på redovisas i tabellerna 2 och 7 samt i figur 12. Omkring 25 % av berggrunden har bedömts som klass 2-material och 75 % som klass 3-material. Klass 1-material saknas inom Halmstadsområdet vilket är karaktäristiskt även för andra områden i Västsverige. Den stora dominansen av klass 3-material kan förklaras av att berggrunden i Halland har metamorfoserats och deformerats vid mycket höga temperaturer och tryck. Den omkristallisering av berggrunden som följt har kraftigt försämrat samtliga dess tekniska egenskaper. Bland klass 2-materialen märks de centralt i området belägna leukokratiska graniterna (bergartskod IIIId) och de i väster samt i sydost lokaliserade gnejsiga graniterna (bergartskod IIIb) och gnejserna (bergartskod IIIa).

Det bör poängteras att alla bergarter som bedömts som klass 3-material inte utan vidare är lämpliga att använda till obundna väglager på grund av deras alltför dåliga sprödhetsenskaper.

Vid användande av bergmaterial som vattenbyggnadssten i samband med erosionsskydd, fundament etc. är det viktigt att de krav (bilaga 1) som föreligger i SS-EN 13383-1 (Svensk Standard 2002) efterföljs. För att kunna använda bergarter med förhöjd vattenabsorption, t.ex. unga sedimentära kritbergarter, som vattenbyggnadssten rekommenderas att frostbeständigheten bestäms genom frys-tömetoden (SS-EN 1367-1, Svensk Standard 2000). Bergarter som är kraftigt styrkeanisotropa eller vittrade bör undvikas som vattenbyggnadssten.

REFERENSER

- Andersson, J., Eliasson, T., Möller, C., Lundqvist, I., Bergström, U. & Lundqvist, L., 2005: T.I.B. affinity and parautochthonous setting of high-grade orthogneisses in the southern Eastern Segment of the Sveconorwegian Province. *Abstrakt. Nordiska, geologiska vintermötet. Bulletin of the Geological Society of Finland*. Banverket, 2004: BVS 585.52, *Makadamballast för järnväg*. Eva-Lotta Olsson, 2004-09-01, 29 s. Bergström, U., Göransson, M. & Shomali, H., 2008: Beskrivning till bergkvalitetskartan Partille och Lerums kommuner. *Sveriges geologiska undersökning K 94*, 34 s.

- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. Boverkets författningssamling. *BFS 1990:28, Nr.2. Stockholm, ISBN 91-38-12510-2*, 41 s.
- Boverket, 2004: Boverkets handbok om betongkonstruktioner. *BBK 04*, 271 s.
- Engdahl, M., Samuelsson, L., Lundqvist, I. & Bengtsson, S., 1994: Inventering av naturgrus och krossberg i Hallands län. *Länsstyrelsen i Hallands län, Miljövårdsenheten 1994:23*, 404 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1998: *FAS-metod 221-98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 7 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1999: *FAS-metod 244-99: Bestämning av LT-index*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2001: *FAS-metod 210-01: Bestämning av sprödhetstal*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2002: *FAS-metod 259-02: Bestämning av kulkvarnsvärde*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Göransson, M., Bergström, U., Shomali, H., Claeson, D. & Hellström, F., 2008: Beskrivning till bergkvalitetskartan delar av Kungsbacka och Varbergs kommuner. *Sveriges geologiska undersökning K 96*, 37 s.
- Lagerblad, B. & Trädgårdh, J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. *Cement och Betong Institutet. CBI rapport 4:92*, 74 s.
- Lagerblad, B. & Trädgårdh, J., 1995: Ballast för betong. *Cement och Betong Institutet. CBI rapport 4:95*, 78 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. *SP, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik, SP RAPPORT 1995:49*, 42 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1996: Quality classification of rock in Sweden. *European Aggregates. Official Journal of UEPG, Union Européenne des Producteurs de Granulats. UEPG, 2–3/96*, 32–37.
- RILEM Recommended test method AAR-1, 2000a: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method. *Materials and structures* 36, 480–496.
- Stenlid, L., 1996: Klassificering av bergarter med Los Angelesstrumma. *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.
- Swedish concrete association, 1991: *Durable concrete structures. Concrete Report No. 1 (E)*. Swedish Concrete Association, 55 s.
- Svensk Standard, 1997a: *SS-EN 1097-1: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval)*. Swedish Standards Institute, 11 s.
- Svensk Standard, 1997b: *SS-EN 1097-2: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Bestämning av motstånd mot sönderdelning*. Swedish Standards Institute, 29 s.
- Svensk Standard, 1997c: *SS-EN 933-3: Ballast - Geometriska egenskaper – Del 3: Bestämning av kornform – Flisighetsindex*. Swedish Standards Institute, 10 s.
- Svensk Standard, 2000: *SS-EN 1367-1: Ballast – Beständighetsegenskaper – Del 1: Bestämning av frostbeständighet genom frys-töprovnig*. Swedish Standards Institute, 14 s.
- Svensk Standard, 2002: *SS-EN 13383-1: Ballast – Vattenbyggnadssten – Del 1: Krav*. Swedish Standards Institute, 40 s.
- Svensk Standard, 2003: *SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg*. Swedish Standards Institute, 35 s.
- Svensk Standard, 2004a: *SS 137003: Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige*. Swedish Standards Institute, 19 s.
- Svensk Standard, 2004b: *SS-EN 933-4: Ballast – Geometriska egenskaper – Del 4: Bestämning av kornform – LT-index*. Swedish Standards Institute, 11 s.
- Svensk Standard, 2004c: *SS-EN 1097-6: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption*. Swedish Standards Institute, 3 s.
- Svensk Standard, 2004d: *SS-EN 1097-9: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck (Nordiska kulkvarnsmetoden)*. Swedish Standards Institute, 12 s.
- Trädgårdh, J. & Lagerblad, B., 1996: Influence of ASR cracking on the frost resistance of concrete. *Cement och Betong Institutet, CBI rapport 1:96*, 48 s.

- The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000: *Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations*. ISBN 91-89230-00-0, 81 s.
- VVMB 613, 2001: Bestämning av glimmerhalt i materialets finfraktion. *Vägverkets metodbeskrivningar till ATB Väg, VV Publ. 2001:100*, 8 s.
- Vägverket 2005a: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel E. Obundna material. *ATB VÄG 2005 Publ 2005:112*, 105 s.
- Vägverket 2005b: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel F. Bitumenbundna material. *ATB VÄG 2005 Publ. 2005:112*, 90 s.
- Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988, reviderad utgåva 1990*, 160 s.

BILAGA 1

Kvalitetsklassning av prover

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

Vägmakadam

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

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

Makadamballast för järnväg

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial som makadamballast för järnväg grundar sig på krav uppställda av Banverket (2004). Kraven är en nationell anpassning av EUs produktstandard för "Makadamballast för järnvägar" (SS-EN 13450; Svensk Standard 2003). Glimmerhalten bör vara låg (<25 %), då glimmer vanligtvis sänker hållfastheten, minskar bergartens förmåga att motstå vittring samt ger olämplig kornform vid alltför höga koncentrationer. Kvartsrika bergarter ska undvikas på grund av arbetsmiljöskäl. Motstånd mot fragmentering ska minst uppfylla kraven för kategori LA_{RB}20 (Los Angelesvärde ≤20 viktsprocent), bestämd på fraktion 31,5–50 mm (vilket ungefär motsvarar ett LA-värde på 30 %, bestämd på 10–14 mm). Vattenabsorptionen (enligt SS-EN 1097-6; Svensk Standard 2004c) får inte överstiga 1 %. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index (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, Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1999) kravet. Vidare finns krav på kornlängden införda i BVS 585.52 (Banverket 2004).

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

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

Betongballast

Kvalitetsklassningen av berg för betong är främst baserad på en samlad bedömning av kvalitativa parametrar. Det som har legat till grund för klassningen är gammastrålningen, mineralsammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, förekomst av alkalisilikareaktivt material och sulfider, struktur, kornfogning och kornstorlek (se vidare Lagerblad & Trädgårdh 1995, Trädgårdh & Lagerblad 1996, Svensk Standard 2004a, Svensk Standard 2004c, Swedish concrete association 1991 och Boverket 2004). Tre klasser har använts (1–3). Klass 1 omfattar bergarter med normalt goda egenskaper för betongberedning, klass 2-bergarter har tämligen goda egenskaper men bör inte användas i betongaggressiv miljö utan förprovning, klass 3-bergarter har generellt dåliga egenskaper och bör undvikas eller eventuellt förprovas. 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 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.

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

Vattenbyggnadssten

Vid användandet av vattenbyggnadssten (grova aggregat som används i vattenmiljö t.ex. som 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 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.

