

Beskrivning till bergkvalitetskartan delar av kommunerna Kristianstad, Hässleholm och Östra Göinge

Lena Persson & Mattias Göransson



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-122-5

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: Önnestads bergtäkt, där en mörkt grön syenit till monzonit bryts. Kraftig grusvittring i den västnordvästliga, brant sluttande kontakten mellan monzoniten och den permokarbonska diabasen (6214402/1386754). Foto: Mattias Göransson.

Cover: Önnestad quarry – excavation of a dark green syenite to monzonite aggregate. The contact between the monzonite and a subvertical, west-north-westerly striking dolerite dyke is strongly weathered (6718371/1534380).

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

INLEDNING

Bergkvalitetskartan är en tematisk karta som kompletterar SGUs berggrundskarta i skala 1:50 000. Det huvudsakliga ändamålet med kartan är att underlätta en utvärdering av det bästa användningsområdet för olika bergarter, som t.ex. ballast för väg, järnväg och betong. 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 Kristianstadsområdet startade år 2007 och slutfördes under 2008. Undersökningen har utförts parallellt med arbeten inom områdena Halmstad, Söderåsen, Simrishamn (Linderödsåsen) och Romeleåsen (fig. 1).

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

Undersökningsområdet består av två delområden, ett nordligt och ett sydligt. Området omfattar delar av kommunerna Kristianstad, Hässleholm och Östra Göinge och utgör totalt 330 km². Samtliga koordinater är angivna enligt rikets nät (RT90 2,5 gon V). I området finns två aktiva bergtäkter, i Önnestad (mörk grön till grå syenit till monzonit, permokarbonsk diabas och mylonit, 6214402/1386754) och i Skepparslöv (rödgrå, medelkornig gnejsig granit och diabas, 6213364/1389569), samt två aktiva naturstensbrott, Bjärlöv och Hanaskog (grå, medelkornig, massformig granit, 6224054/1394515) vid Hanaskog.

De tryckta berggrundskartorna i skala 1:50 000, 3C Kristianstad SO (Kornfält m.fl. 1978) och 3C Kristianstad NO (Wikman m.fl. 1983), täcker hela undersökningsområdet (fig. 2).

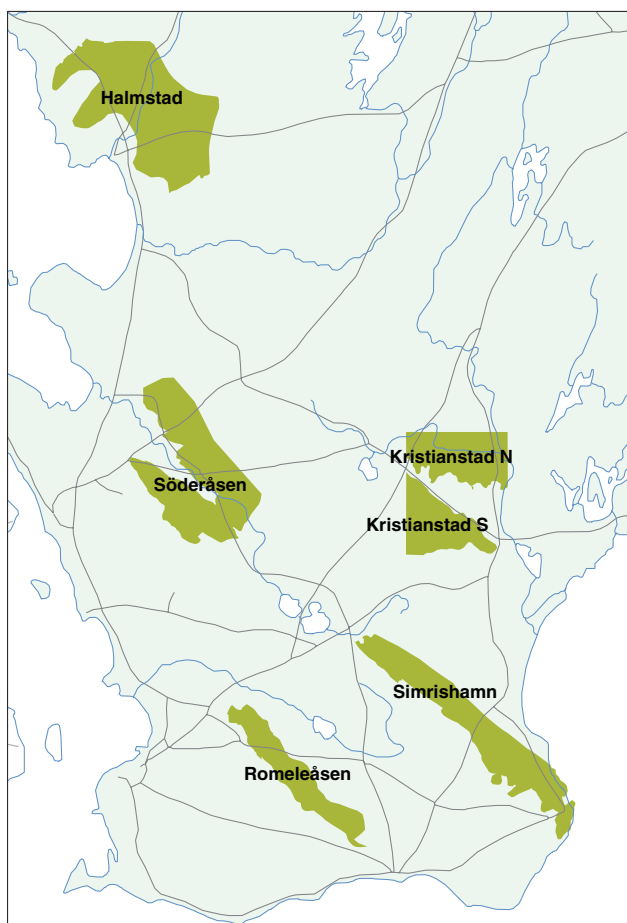


Fig. 1. Projektområdet.
The project area.

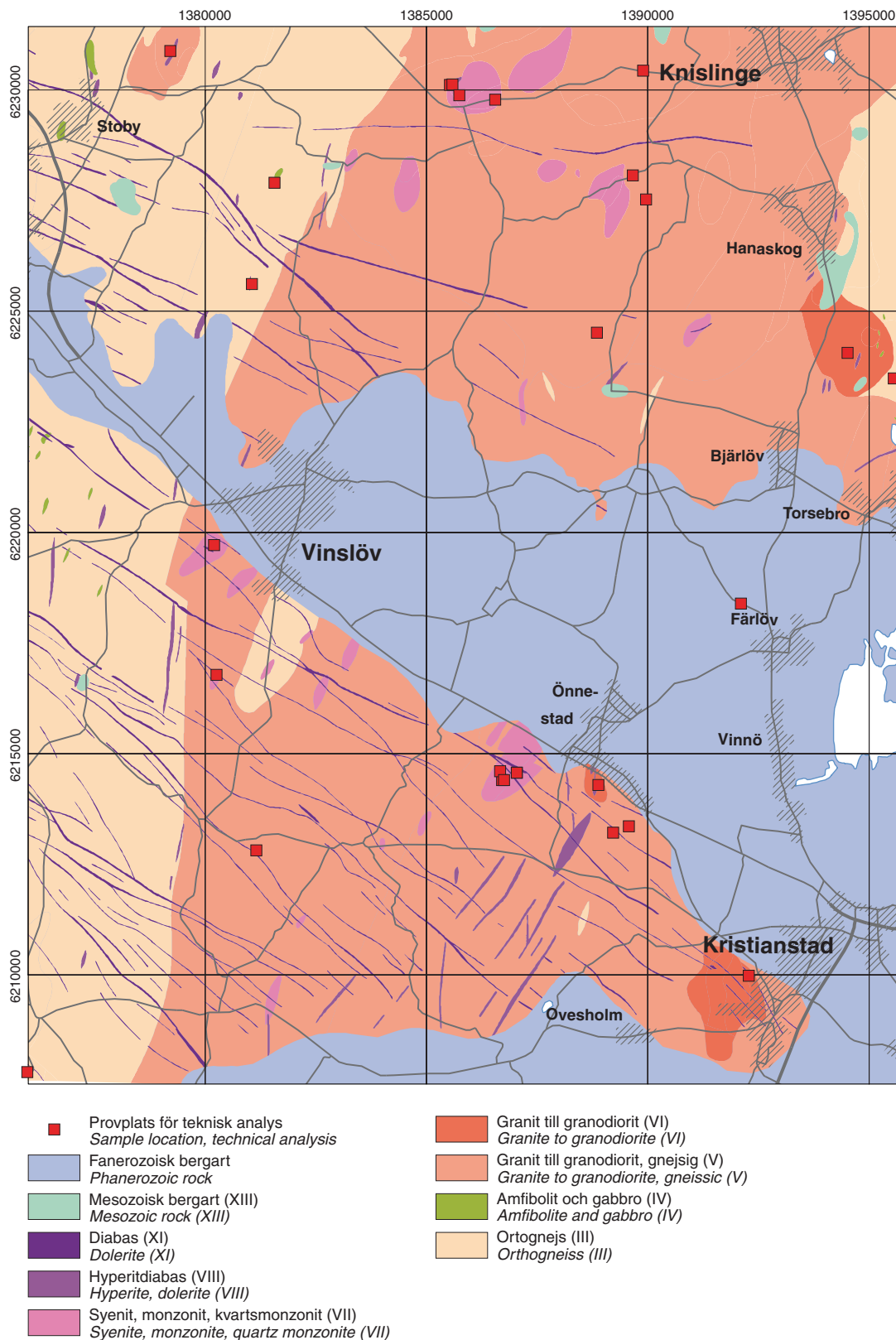


Fig. 2. Förenklad berggrundskarta över projektområdet från Kornfält m.fl. (1978) och Wikman m.fl. (1983).
Simplified bedrock map of the project area from Kornfält et al. (1978) and Wikman et al. (1983).

METODIK

Bergkvalitetskartan bygger på den tidigare genomförda berggrundskarteringen (se ovan) 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 bergmaterial provtagits för teknisk analys. Dessutom har det gjorts mätningar av sprickplanens riktning samt en bedömning av spricktätheten. Polerade tunnslip har framställts av bergarter från varje provplats, och petrografisk analys, ASR-analys (alkalisilikareaktivitetanalys) och modalanalys av mineralfördelningen har utförts. I de fall där berggrunden är heterogen (med avseende på mineralogi och kornstorlek), vilket är speciellt vanligt i ådergnejsområden, har i vissa fall mer än ett prov tagits. Prover har 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 Höjdreliפקartan, fig. 3). Det är sannolikt att de antyder svaghetszoner som består av sprickor med varierande stupningsriktningar.

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

Information om djupet till berggrundsytan (jordddjupet) har erhållits från SGUs brunnarsarkiv och redovisas i tre klasser: <2 m, 2–5 m och >5 m. Totalt redovisas 454 brunnar och i 150 av dessa är jordddjupet större än eller lika med 10 m. Det största uppmätta jordddjupet (38 m) finns i en brunn (6215690/1386980) ca 1,5 km väster om Önnestad.

ALLMÄN GEOLOGI

Undersökningsområdet består av två delar, ett nordligt urbergsområde och en sydlig del inom urbergs-horsten, Nävlingeåsen. Området ligger inom den del av gränzonen som benämns Tornquistzonen, ett brett tektonisk bälte som skär över Skåne i nordvästlig riktning. Zonen utgör en gräns mellan urberg i norr och sedimentära bergarter i söder. Upprepade rörelser inom zonen, främst i vertikal led, har bidragit till bildandet av uppskjutande blockenheter i de skånska åsarna (horstarna) och mellanliggande gravsänkor med bevarad yngre sedimentär berggrund. Karteringsområdet har inte omfattat den yngre, sedimentära berggrunden eftersom den erfarenhetsmässigt håller en alltför låg kvalitet för att användas som kravsatt ballast.

Urbergsområdet kan förenklat indelas i en östlig, en mellanliggande och en västlig del. Bergarterna i den östra delen (öster om linjen Knisslinge–Skepparslöv) tillhör sydöstra Sveriges berggrund. Utmärkande för denna är att den har bildats under och efter den svekokarelska orogenesisen (bergskedjebildningen), för 1 900–1 400 miljoner år sedan. Både djupbergarter och ytbergarter förekommer i detta område.

I den västra delen, väster om linjen Norra Sandby–Djurröd, tillhör bergarterna sydvästra Sveriges berggrund. Denna del är något yngre än den östra och berggrunden överpräglas där kraftigt av den gotiska (1 700–1 590 miljoner år sedan) men även den svekonorvegiska orogenesisens (1 100–900 miljoner år sedan) deformation och omvandling. Berggrunden är vanligen starkt gnejsig, ådrad eller omkristalliserad i den västra delen och ytbergarter saknas, bortsett ifrån jurassiska basalter (utanför området, på Söderåsen och i Hörby).

Tabell 1. Mineralfördelning (volymprocent) och kornstorlek (mm) hos bergarter från undersökningsområdet. Bkod är en grupperingskod som baseras på bergartens ålder och sammansättning. "Övrigt" innefattar t.ex. granat, apatit, aktinolit, epidot, järnhydroxider, flusspat, iddingsit, kalcit, olivin, ortit, prehnit, serpentinit 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 percent) and grain size (mm) of rocks from the map area. Rcode is a grouping parameter based on the age and composition of the rock. "Other" contains garnet, apatite, actinolite, epidote, iron hydroxides, flourite, iddingsite, calcite, olivine, orthite, prehnite, serpentine 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	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifältspat	Plagioklas	Biotit	Muskovit, sericit	Klorit	Titanit	Amfibol	Opak	Pyroxen	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot.feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite, sericite	Chlorite	Sphene	Amphibole	Opaque	Pyroxene	Other
MGO080005A	XI	Diabas, mörkt gröngrå, fint medelkornig, massformig	0,1–2,0 0,005–0,1	0,8		45,0		8,4	0,8	5,8	9,4	25,6	4,2 ³	
MGO080006A	V	Granit, rödgrå, medelkornig, svagt gnejsig	0,5–1,5	28,6	38,6	25,8	4,0	0,6	0,8	0,8	0,4			0,4
MGO080007A	VIII	Hyperitdiabas, svart, medelkornig, massformig	0,02–3,0 0,001–0,02	0,6	1,0	49,2	14,0		0,2	7,8	5,8	18,6		2,8
MGO080008A	VII	Granit, mörkt rödbrun, medelkornig, ojämnkornig	0,1–3,0 0,005–0,1	29,8	47,0	19,2		0,2	0,4	1,6	1,6			0,2
MGO080029A	VI	Granit, grå-röd till rödgrå, medelkornig, massformig	0,1–4,0	26,2	36,8	28,8	5,4	0,6	1,4		0,6			0,2
MGO080030A	III	Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,05–1,0	27,2	30,8	33,2	1,2	2,8	0,6	3,4	0,4			0,4
MGO080032A	VIII	Hyperitdiabas, svart, medelkornig, massformig	0,05–2,0 0,001–0,05	0,8		33,0	6,0			19,4	4,2	27,8	8,8 ¹	
MGO080033A	VII	Monzogranit, mörkt rödgrå, medelkornig, ojämnkornig, småporfyrisk	0,01–0,5 0,5–4,0	20,2	31,8	33,6	2,4			9,4	1,6			1,0
MGO080034A	VII	Monzonit, mörkt rödgrå, fin- till medelkornig, massformig	0,05–0,5 0,5–2,0	0,6	18,4	33,6	4,6			3,8	5,0	28,0	6,0 ²	
MGO080035A	VI	Granit, rödgrå, medelkornig, massformig, porfyrisk	0,05–2,0 0,01–0,05	17,8	29,8	29,6	9,0		2,2	4,8	3,0			3,8
MGO080036A	I	Paragnejs, mörkt grå, finkornig, veckad, gnejsig, bandad	0,05–1,5	27,0	17,6	26,0	24,8	0,6	0,8		1,6			1,6
MGO080037A	VI	Granodiorit, grå, medelkornig	0,2–5,0											0,0
MGO080038A	VII	Kvartsmonzonit, ljust grå, medelkornig, omkristalliserad, gnejsig	0,2–1,0 2,0–5,0	7,8	36,6	34,2	0,6			13,8	1,0	2,8	3,2	
MGO080039A	VII	Kvartsmonzonit, mörkt gröngrå, medelkornig, ojämnkornig, massformig	0,05–0,5 0,5–5,0	6,0	36,8	39,8	1,8			6,0	1,0	6,0	2,6	
MGO080040A	V	Granit, röd till grå-röd, grovt medelkornig, småveckad, gnejsig	0,05–2,0 2,0–5,0	17,0	38,0	25,0	3,2		2,4	14,0				0,4
MGO080041A	III	Granit, grå-röd, finkornig, gnejsig	0,02–1,0 1,0–2,0	24,4	28,4	35,4	0,6	0,4	6,4		2,8		1,6	
MGO080042A	VII	Monzonit, mörkt gröngrå, grovt medelkornig, massformig	0,1–6,0 0,001–0,1	2,0	35,8	30,8	4,4			5,0	2,2	16,2	3,6	
MGO080043A	V	Granit, rödgrå till grå-röd, grovt medelkornig, småveckad, gnejsig, porfyrisk	0,05–5,0	24,2	25,4	30,2	9,8		2,8	7,4				0,2

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifältspat	Plagioklas	Biotit	Muskovit, sericit	Klorit	Titanit	Amfibol	Opak	Pyroxen	Övrigt
Sample	Rode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot.feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite, sericite	Chlorite	Sphene	Amphibole	Opaque	Pyroxene	Other
MGO080044A	V	Granit, rödgrå till gråröd, medelkornig, småveckad, gnejsig, porfyrisk	0,1–1,5 1,5–3,0	26,8	36,0	24,2	4,8			1,4	6,6			0,2
MGO080045A	III	Granit, ljus rödgrå, fint medelkornig, svagt gnejsig	0,05–1,0 1,0–3,0	26,6	34,8	31,2	0,8	1,2	2,4	0,2		1,2		1,6
MGO080046A	III	Granit, fint medelkornig, grå, porfyrisk, gnejsig, bandad	0,02–0,5 0,5–1,5	20,2	24,8	38,0	9,6			1,2	5,0	0,8		0,4
MGO080047A	V	Granit, leukokratisk, ljus gråröd, finkornig, ådrad	0,05–1,0	33,6	28,8	32,8	3,8		0,2			0,4		0,4
MGO080048A	V	Kvartsmonzonit, gråröd, grovt medelkornig, gnejsig, porfyrisk	0,1–2,0	17,8	33,8	37,2	3,0			1,2	6,8			0,2
MGO080049A	VI	Granit, ljus röd, fint medelkornig	0,05–3,0	42,6	34,8	20,0						2,2		0,4
MGO080050A	VII	Kvartsmonzonit, grå, medelkornig, omkristalliserad, gnejsig	0,1–4,0	8,0	38,6	30,2	0,8			1,4	20,4			0,6
MGO080051A	VII	Kvartsmonzonit, grå, finkornig, småporfyrisk, omkristalliserad, mylonitiserad	0,05–0,5 0,5–8,0	5,0	23,8	44,0	11,2			1,4	14,0			0,6
MGO080052A	VII	Monzonit, grå, finkornig, småporfyrisk, omkristalliserad, mylonitiserad	0,03–0,3 0,3–3,0	3,4	35,0	36,0	12,6			2,8	10,0			0,2
MGO080053A	XI	Diabas, mörkt grönsvart, finkornig, oftisk	0,1–1,0 1,0–3,0	0,4		45,0	10,8				3,8	9,4	27,6	3,0
MGO080054A	VII	Monzonit, mörkt grön, medelkornig, massformig	0,01–8,0	1,8	49,2	35,4	1,2				6,0	0,4	3,2	2,8

1. till övervägande del granat (garnet most abundant), 2. till övervägande del apatit (apatite most abundant), 3. till övervägande del aktinolit (actinolite most abundant)

Tabell 2. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från undersökningsområdet för väg, järnväg och betong (se text). Bkod är bergartskod, ρ_s är korndensitet, A_N är kulkvarns-värde, LA är Los Angeles-värde, M_{DE} är micro-Devalvärde, RA är radiumindex, m_γ är aktivitetsex, ASR är alkalilitetsaktivitet.

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

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
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	Väg Järnväg Rock quality classification Road Railway Concrete
MGO080005A	6213210	1389219	Diabas, mörkt gröngrå, fint medelkornig, massformig	XI	2,94	9,8	9,9	8,6	0,1	0,2	1	1 1 1 3
MGO080006A	6213364	1389569	Granit, rödgrå, medelkornig, svagt gnejsig	V	2,64	11,2	30,3	6,9	0,1	0,9	1	2,5 3 3
MGO080007A	6230107	1385529	Hyperitdiabas, svart, medelkornig, massformig	VIII	2,97	10,8	15,8	8,0	0,0	0,3	1	2 1 3
MGO080008A	6230122	1385587	Granit, mörkt rödbrun, medelkornig, ojämnkornig	VII	2,62	7,5	22,4	4,3	0,0	0,6	2	1 1 1
MGO080029A	6224054	1394515	Granit, grågrå till rödgrå, medelkornig, massformig	VI	2,64	11,2	29,6	6,7	0,7	2,1	1	2 2,5 3
MGO080030A	6220820	1375626	Granit, rödgrå till grågrå, medelkornig, gnejsig, ådrad	III	2,64	10,9	28,2	7,9		2	2	2 1
MGO080032A	6225613	1381051	Hyperitdiabas, svart, medelkornig, massformig	VIII	3,14	8,6	12,6	6,8	0,1	0,2	1	1 1 3
MGO080033A	6228064	1389654	Monzogranit, mörkt rödgrå, medelkornig, ojämnkornig, småporfyrisk	VII	2,67	5,8	19,3	3,6	0,2	0,9	3	1 1 3
MGO080034A	6216778	1380255	Monzonit, mörkt rödgrå, fin- till medelkornig, massformig	VII	2,84	9,0	18,5		0,0	0,4	1	1 1 2,5
MGO080035A	6220597	1396273	Granit, rödgrå, medelkornig, massformig, porfyrisk	VI	2,74	11,4	28,2	8,0		1	2	2 3
MGO080036A	6218391	1392099	Paragnejs, mörkt grå, finkornig, veckad, gnejsig, bandad	I	2,73	11,6	18,4	8,6		1	2,5	3 3
MGO080037A	6209980	1392276	Granodiorit, grå, medelkornig	VI	2,76	13,0		8,8	0,1	0,5	1	2 1,5 1
MGO080038A	6229772	1386550	Kvartsmonzonit, ljust grå, medelkornig, omkristalliserad, gnejsig	VII	2,74	13,5	31,4	8,3	0,0	0,6	1	3 3 1
MGO080039A	6229871	1385740	Kvartsmonzonit, mörkt gröngrå, medelkornig, ojämnkornig, massformig	VII	2,79	10,1	23,7		0,0	0,5	3	2 1 3
MGO080040A	6230425	1389898	Granit, röd till grågrå, grovt medelkornig, småveckad, gnejsig	V	2,69	10,8	31,3	7,6		1	2,5	3 1
MGO080041A	6207805	1375979	Granit, grågrå, finkornig, gnejsig	III	2,62	11,4	19,1	6,2	0,2	0,7	1	2 1 1
MGO080042A	6219716	1380193	Monzonit, mörkt gröngrå, grovt medelkornig, massformig	VII	2,91	11,2	24,5	7,9	0,0	0,4	2	2 1 2
MGO080043A	6212815	1381158	Granit, rödgrå till grågrå, grovt medelkornig, småveckad, gnejsig, porfyrisk	V	2,69	20,1	34,1	14,3	0,2	0,9	1	3 3 1
MGO080044A	6224513	1388844	Granit, rödgrå till grågrå, medelkornig, småveckad, gnejsig, porfyrisk	V	2,68	14,6	36,3	9,4	0,1	0,8	1	3 3 1
MGO080045A	6223477	1395553	Granit, ljus rödgrå, fint medelkornig, svagt gnejsig	III	2,63	10,4	27,1	7,2	0,5	1,7	2	2 2 2
MGO080046A	6227891	1381562	Granit, fint medelkornig, grå, porfyrisk, gnejsig, bandad	III	2,67	11,3	33,6	7,6	0,0	0,6	2	3 3 1
MGO080047A	6230871	1379210	Granit, leukokratisk, ljus grågrå, finkornig, ådrad	V	2,63	11,5	35,7	7,8	0,3	1,2	1	3 3 1
MGO080048A	6227518	1389959	Kvartsmonzonit, grågrå, grovt medelkornig, gnejsig, porfyrisk	V	2,67	13,0	35,5	8,4	0,1	0,9	1	3 3 1
MGO080049A	6214294	1388882	Granit, ljus röd, fint medelkornig	VI	2,61	24,4	64,4	17,7	0,1	0,8	1	3 3 1
MGO080050A	6214399	1386701	Kvartsmonzonit, grå (svart-vit), medelkornig, omkristalliserad, gnejsig	VII	2,75	16,4	41,0	11,8		1	3	3 1

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
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	Väg Road Järnväg Railway Betong Concrete
MGO080051A	6214566	1387033	Kvartsmonzonit, grå, finkornig, småporfyrisk, omkristalliserad, mylonitiserad	VII	2,74	13,3		9,5	0,0	0,9	2	1,5 1
MGO080052A	6214566	1387033	Monzonit, grå, finkornig, småporfyrisk, omkristalliserad, mylonitiserad	VII	2,72	11,9	23,1	8,4	0,1	0,8	1	2 1 1
MGO080053A	6214597	1386661	Diabas, mörkt grönsvart, finkornig, ofitisk	XI	3,00	8,3		6,5	0,1	0,4	1	1 1 3
MGO080054A	6214402	1386754	Monzonit, mörkt grön, medelkornig, massformig	VII	2,71	7,8	19,3	5,3			2	1 1 1
MGO081123A	6227000	1388600	Syenit	V	2,67	12 ¹	29 ²					
MGO081124A	6227000	1388600	Syenit	V	2,68	14 ¹	30 ²					
MGO081133A	6224000	1394400	Granit	VI	2,65	11 ¹	24 ²					
MGO081134A	6224000	1394400	Granit	VI	2,65	12 ¹	25 ²					
MGO081135A	6219400	1379900	Syenit	VII	2,73	9 ¹	21 ²					
MGO081136A	6219400	1379900	Syenit	VII	2,73	10 ¹	22 ²					
MGO081137A	6224200	1389300	Gnejsgranit	V	2,67	12 ¹	22 ²					
MGO081138A	6224200	1389300	Gnejsgranit	V	2,67	15 ¹	25 ²					
MGO081139A	6221900	1386300	Gnejsgranit	V	2,63	11 ¹	27 ²					
MGO081140A	6221900	1386300	Gnejsgranit	V	2,64	13 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 Wikman & Carsrud (1985).

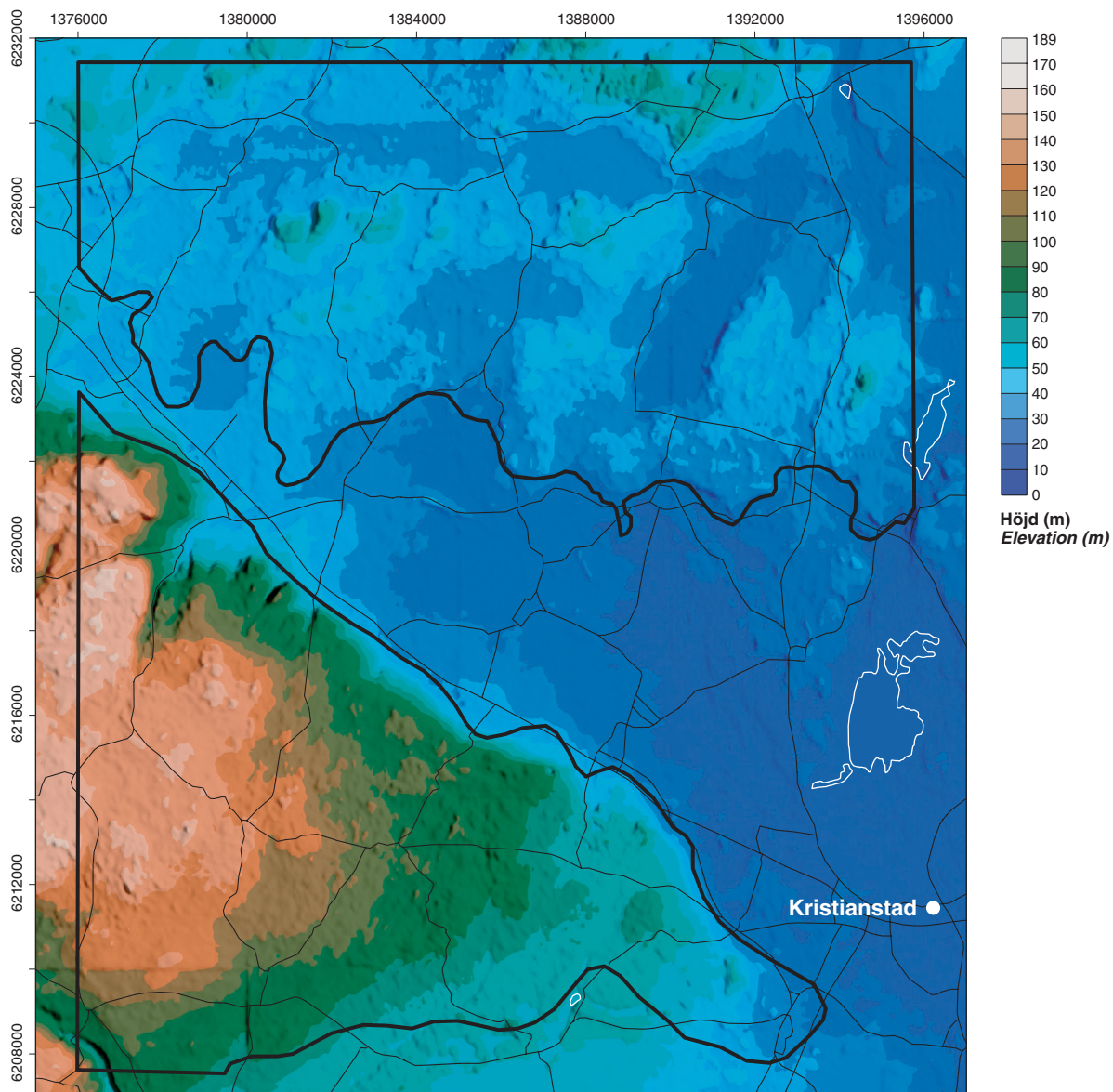


Fig. 3. Höjdreliëfkarta över projektområdet. Kartan baseras på Lantmäteriets digitala höjddatabank med 50 m rutnät.
Topographic relief map over the project area. The map is based upon the digital 50-m elevation database from the National Land Survey of Sweden.

Den mellanliggande delen, som utgör större delen av området är heterogent plastiskt skjuvat. Detta område, vilket utgörs av en stortektonisk, nordnordöstligt strykande korridor, kallas Protoginzonen. Zonen stupar vanligen vertikalt till brant mot väster. Området för Protoginzonen domineras av gnejsiga graniter, syeniter och hyperiter.

Unga sedimentära kritbergarter som finns lokaliserade mellan de två urbergsområdena är exkluderade från undersökningsområdet på grund av deras dåliga hållfasthet.

BERGARTSBESKRIVNING

Nedan följer en generaliserad gruppindelning (bergartskod I–XI) av bergarterna inom projektområdet. Bergartskoden är en unik beteckning för de olika relevanta och identifierade bergartsenheter i området, och används för att gruppera, jämföra och tolka de olika analysresultaten. Bergartskoden används i tabellerna med mineralogiska och tekniska analyser (tabell 1 och 2). Bergartsenheter i Kristianstadsområdet

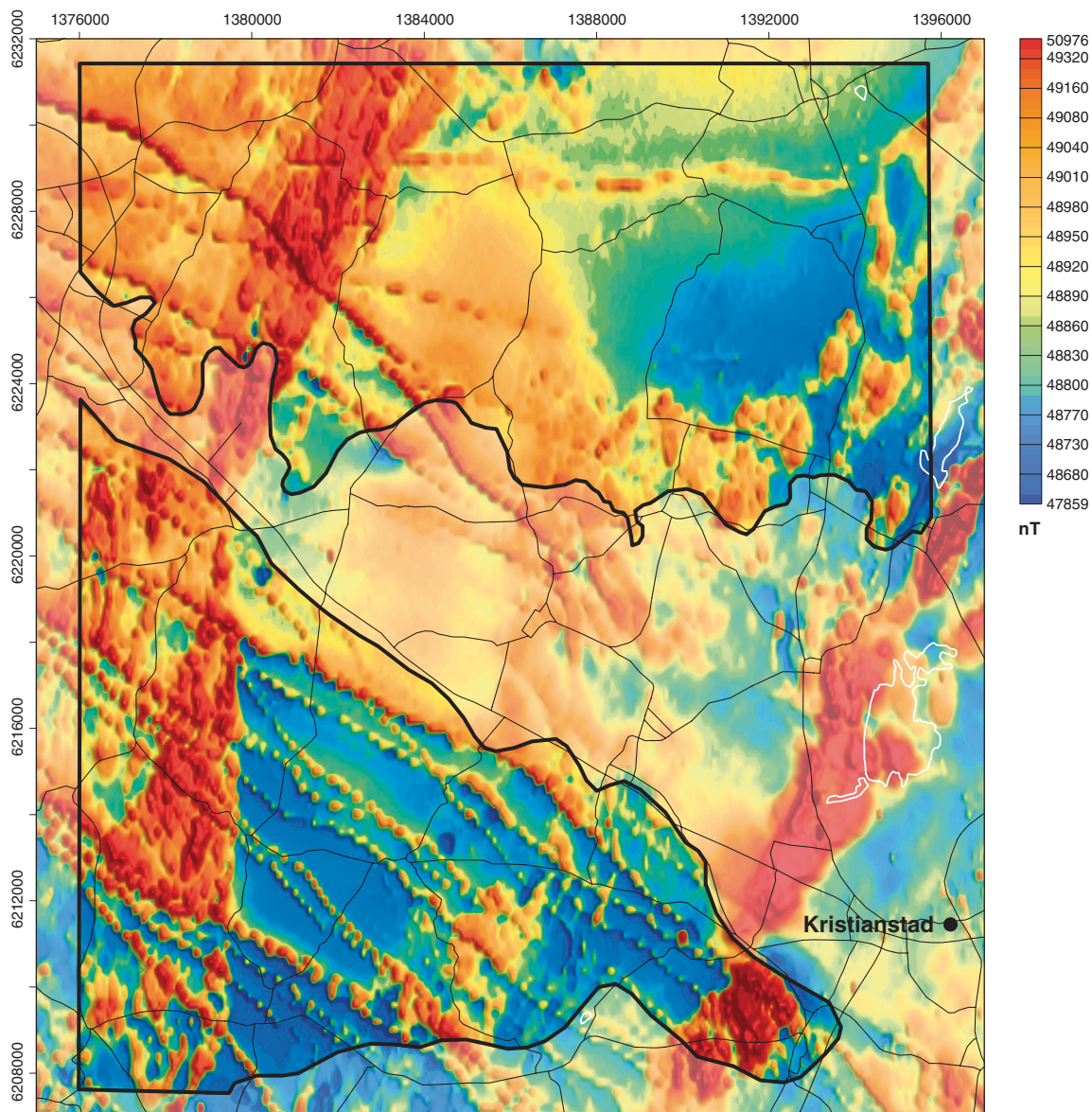


Fig. 4. Magnetisk anomalikarta över projektområdet. Kartan baseras på SGUs flygmätningar utförda år 1972 och 1973 med ett linjeavstånd på 200 m, en flyghöjd på ca 30 m och ett punktavstånd på 40 m.

Magnetic anomaly map over the project area. Airborne data were collected by SGU during 1972 and 1973 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 30 m and a sampling interval of 40 m.

finns redovisade i tabell 3. För en noggrannare beskrivning hänvisas till berggrundsbeskrivningarna Kornfält m.fl. (1978) och Wikman m.fl. (1983).

Paragnejs, I

Paragnejsen är grå och finkornig till fint medelkornig. På grund av den kraftiga omvandlingen i området finns inga primära stukturer bevarade. Lokalt förekommer granat som är vanligt förekommande i kraftigt omvandlade bergarter vars protolit varit rik på aluminium, t.ex. paragnejser. Gnejsen är vanligen glimmerrik, ådrad och slirig. Paragnejsen förekommer strax utanför områdets gräns (nordväst om Färlöv, 6218391/1392099) och har provtagits här (MGO080036A, fig. 5). Området är dåligt blottat, men det finns en möjlighet att den här bergarten förekommer och att den friläggs vid större markarbeten inom projektområdet.

Tabell 3. Bergartsenheter i kartområdet Kristianstad.

Rock units in the map area Kristianstad.

Bergartsenhet	Bkod*
Rock unit	Rcode
Paragnejs	I
Ortognejs	III
Amfibolit och gabbroid	IV
Granit till granodiorit, vanligen gnejsig	V
Granit, granodiorit	VI
Syenit, monzonit, kvartsmonzonit	VII
Hyperitdiabas	VIII
Diabas	XI

* Bergartskoden är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning.



Fig. 5. Mörkt grå, bandad, glimmerrik paragnejs (Bkod = 1, MGO080036A) med medelbra tekniska egenskaper, A_N -värde = 12 % och LA-värde = 18 %. Foto: Mattias Göransson.

Dark grey, banded, mica rich paragneiss (Rcode = 1, MGO080036A) with moderate technical properties, A_N -value = 12% and LA-value = 18%.

Ortognejs, III

Gemensamt för dessa bergarter är att de saknar kända rester från bättre bevarade vulkaniter och sedimentära gnejser samt djupbergarter. De uppskattas till en ålder som ligger mellan 1 600 och 1 700 miljoner år. Gnejserna uppträder heterogent och har inlagringar av amfibolit. Vanligen uppvisar bergarten en ådring vilken i regel saknas hos graniterna och granodioriterna. Finkornig till fint medelkornig kornstorlek dominerar även om grövre varianter förekommer. Mot väster är gnejserna lokalt mer eller mindre migmatitiskt omvandlade. Denna bergartsgrupp kan delas upp i åtminstone tre undergrupper (Kornfält m.fl. 1978):

- Grå till gråröda, finkorniga gnejser i nordost.
- Gråröda till röda, lokalt rödgrå, ådrade, finkorniga gnejser i sydväst.
- Rödgrå till grå, i allmänhet finkorniga, hornbländeförande ådergnejs som förekommer sporadiskt i väster.



Fig. 6. Grå, gnejsig granit (Bkod = V, MGOo80oo6A) med medelbra tekniska egenskaper bryts i Skepparslövs bergtäkt, A_N -värde = 11 % och LA-värde = 30 %. Foto: Mattias Göransson.

Grey, gneissic granite (Rcode = V, MGOo80oo6A) with moderate technical properties quarried at Skepparslöv, A_N -value = 11% and LA-value = 30%.

Amfiboliter och gabbroider, IV

I områdets gnejser förekommer sliror, linser och lager av amfibolit men även större bergartskroppar förekommer. Amfiboliterna och de flesta gabbroiderna uppvisar i likhet med gnejserna en migmatit-omvandling av varierande grad. Metamorf granat förekommer vanligen i riklig mängd. Lokalt förekommer amfibolit som mindre bergartskroppar eller linser i de östra delarna av "Karlshamnsgraniten" (se nedan). I dessa bergarter förekommer dock ingen granat.

Granit till granodiorit, vanligen gnejsig, V

Generellt är de gnejsiga graniterna och granodioriterna betydligt mer homogena och grovkorniga samt mycket mindre påverkade av migmatitiseringen än gnejserna. Den granitiska sammansättningen dominerar över den granodioritiska. Stora delar av den gnejsiga graniten är porfyrisk inom projektområdet, även om varianter utan strökorn också förekommer (fig. 6). De mörka mineralen, biotit eller amfibol, böjer av runt de utdragna kalifältspatögonen i ett vågigt mönster vilket ger bergarten dess "vresiga" utseende (fig. 7).

Granit, granodiorit, VI

Till denna grupp av bergarter hör bl.a. den rödgrå, medelkorniga, massformiga graniten som bryts i Bjärlövs stenbrott (fig. 8). Lokalt förekommer brottstycken av de äldre gnejserna och gnejsgraniterna i graniten, vilket styrker teorin att den är yngre än de förra. Undantagsvis är bergarten svagt gnejsig. Även



Fig. 7. Rödgrå till gråröd, gnejsig, kalifältspatporfyrisk granit (MGOo80o44A, 6224513/1388844) med dåliga tekniska egenskaper, A_N -värde = 15 % och LA-värde = 36 %. Foto: Mattias Göransson.

Red-grey to grey-red, gneissic, potassium feldspar porphyritic granite, (MGOo80o44A, 6224513/1388844) with poor technical properties, A_N -value = 15% and LA-value = 36%.



Fig. 8. Grå, rödgrå, medelkorrig granit (Bkod = VI, MGOo80o35A, 6220597/1396273) med medelbra tekniska egenskaper, A_N -värde = 11 % och LA-värde = 28 %. Foto: Mattias Göransson.

Grey, red grey, medium-grained granite (Rcode = VI, MGOo80o35A, 6220597/1396273) with moderate technical properties, A_N -value = 11% and LA-value = 28%.

en gles kalifältspatsporfyrisk variant förekommer. Graniterna innehåller något högre halter av muskovit och antas vara västliga utlöpare av de ”unga” Karlshamnsgraniterna som daterats till 1420 ± 31 miljoner år (Springer 1980).

Syenit, monzonit, kvartsmonzonit, VII

Inom hela undersökningsområdet förekommer bergarter med syenitisk till monzonitisk sammansättning. Gemensamt för dessa bergarter är den låga till mycket låga kvartshalten. Bland bergarterna märks den mörkfärgade, vanligen grovt medelkorniga syeniten till monzoniten och den grovt medelkorniga, gråa kvartssyeniten till kvartsmonzoniten samt den gråröda, medelkorniga monzoniten. Dessa bergarter intruderade i den äldre berggrunden för ca 1200 miljoner år sedan (Klingspor 1976, Johansson 1990). Syenitoida bergarter förekommer i nära anslutning till Protoginzonen och kan följas norrut ända till Vaggeryd. Syeniter är lokalt grusvittrade till ett djup av flera meter, vanligen i anslutning till sprickzoner. Trots detta är kärnpartierna vanligen helt ovittrade och ”friska”, vilket syns i Önnestads bergtäkt (6214402/1386754). Även massformiga monzograniter är associerade med monzoniterna (fig. 9).

Hyperitdiabas, VIII

Efter den ”regionala metamorfosen” av den äldsta berggrunden, intruderade svarta till mörkt violetta, fin- till medelkorniga, vanligen massformiga hyperitdiabasgångar. De flesta gångarna är orienterade i nord-sydlig riktning och förekommer i nära anslutning till Protoginzonen. Gångarnas bredd är vanligen mindre än 50 meter, men enstaka, bredare hyperitdiabaser förekommer. Somliga av gångarna är lokalt kraftigt amfibolitomvandlade eller vittrade.



Fig. 9. Mörkt brunröd, finkornig till medelkornig, ojämnkornig monzogranit (Bkod = VII, MGOo80o33A, 6228o64/1389654) med mycket bra tekniska egenskaper, A_N -värde = 6 % och LA-värde = 19 %. Foto: Mattias Göransson.

Dark brown red, fine-grained to medium-grained, unequigranular monzogranite (Rcode = VII, MGOo80o33A, 6228o64/1389654) with very good technical properties, A_N -value = 6% and LA-value = 19%.



Fig. 10. Mörkt grönsvart, finkornig, permokarbonsk diabas (Bkod = X, MGOo80005A, 6213210/1389219) med bra tekniska egenskaper, A_N -värde = 10 % och LA-värde = 10 %. Foto: Mattias Göransson.

Dark greenish black, fine-grained dolerite (Rcode = X, MGOo80005A, 6213210/1389219) with good technical properties, A_N -value = 10% and LA-value = 10%.

Diabas, karbon–perm, XI

Under tiden för karbon–perm (ca 294 miljoner år sedan, Klingspor 1976) avslutades bergartsbildningen inom projektområdet med ett stort antal gångintrusioner av diabas i Nävlingeåsen. Till skillnad från hyperitdiabaserna är dessa gångar orienterade i nordvästlig riktning och stupar vanligen subvertikalt till brant mot sydväst. Diabasgångarna är vanligen mörkt gröna, finkorniga (fig. 10) och vanligen smalare än 50 meter.

GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR

De geofysiska flygmätningarna över undersökningsområdet omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet i VLF-området (Very Low Frequency). VLF-data är enbart uppmätta med en sändare vilket innebär att responsen är beroende av riktningen till sändaren och data saknas helt i den nordligaste delen av området. Mätningarna är utförda från flygplan 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 berg-

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

Den magnetiska anomalikartan ger information om vissa bergarters utbredning samt om strukturella grunddrag i berggrunden. Variationer i magnetfältet beror huvudsakligen på bergarters olika innehåll av magnetiska mineral. Detta gäller framför allt 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) kännetecknas av de långsträckta, positiva anomalierna från ett stort antal diabaser (Bkod XI) med huvudsakligen nordvästlig riktning. Diabaserna har hög magnetisk susceptibilitet (medelvärde på ca $3\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Även hyperitdiabas (Bkod VIII) med en nord-nordöstlig riktning har en hög susceptibilitet (medelvärde på $2\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Hyperitdiabasen syns på den magnetiska anomalikartan som magnetiska minima på grund av dess magnetiska egenskaper. Bergarten har en stark remanent magnetisering som i de flesta fall är motriktad det jordmagnetiska fältet (Kornfält m.fl. 1978). Granitoiderna i området (Bkod III, V, VI och VII) har en mycket varierande magnetisering. Ett nordnordöstligt orienterat, brett, högmagnetiskt, bandat stråk i den västra delen av området markerar gränsen mellan ortognejs i väst och Protoginzonens gnejsiga graniter och syeniter i öster. Den största anomalin förekommer i den sydöstra delen av området (sydväst om Kristianstad) och orsakas av en porfyrisk granitoid med en magnetisk susceptibilitet omkring $5\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter.

PETROGRAFISK ANALYS

Bergartsprovernas mineralsammansättning och de ingående mineralens mängdförhållanden har bestämts genom punkträkning av en yta på ca $25 \times 20\text{ mm}$ 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. Vidare har en uppskattning av ingående mineralkorns storlek och en bedömning av kornfogarnas utseende genomförts.

Bergarterna karaktäriseras av främst primära magmatiska texturer i kombination med metamorf påverkan, där omkristallisering under statisk termalpåverkan och retrograd omvandling är avgörande. Kornstorlek, korngränser och mineralogi är också centrala parametrar. Plastisk deformation finns utvecklad i en del av proverna, men är inte något som tydligt styr de tekniska egenskaperna, eftersom de dynamiskt utvecklade texturerna inte längre finns bevarade. Anmärkningsvärt är att det förekommer glimmerutveckling, järnhydroxider och opakmineral i kornfogarna inom alla bergkvalitetsklasser (se användbarhetsklassificering av prover med avseende på materialets lämplighet som vägmakadam, tabell 2). Omvandling i kornfogar är därför en parameter som får bedömas med försiktighet. Skillnaderna på individnivå mellan två klasser är vanligen små, men nedan anges de generella mönstren.

De provtagna bergarterna utgörs av en paragnejs och resten är magmatiska. De bästa bergarterna, bergkvalitetsklass 1, kännetecknas av glimmerfattiga bergarter, som är finkorniga eller har en stor andel finkornigt matrix. Utmärkande för klass 1 är också komplexa korngränser och att fältspatkornen emellanåt uppvisar övergångar och avblandningar mellan varandra. Gruppen innehåller både basiska och

sura bergarter, varav de basiska vanligen innehåller mycket komplext utbildade retrograda omvandlingar samt komplexa korngränser. I bergkvalitetsklass 2 återfinns alla dessa karaktärer, men är generellt inte lika utvecklade. Det finns också bergarter med något högre glimmerhalt i denna kategori. Bergarter som klassats som 2,5 är jämnkornigare, något grövre, innehåller mer glimmer och har enklare korngränser. Klass 3 präglas av glimmerrikare bergarter, som också vanligen har raka korngränser och omvandlingsprodukter i kornfogarna.

Skiktsilikater (glimmer m.m.)

Andelen fri glimmer (bestämd enligt VVMB 613 2001, för material 0,125–0,25 mm) får ej överstiga 50 % för obundna vägmateriäl. Om andelen är mellan 30 och 50 %, får inte bärlagret trafikeras av tung trafik (Vägverket 2005a). Även omvandlingsmineral som klorit, serpentin och epidot är intressanta i bedömningen av bergartens beständighet. Information om mineralsammansättningen redovisas i tabell 1. Högst halter av skiktsilikat (främst biotit) har paragnejsen (bergartskod I, 25 %). En av hyperitdiabaserna, MGO080007A (bergartskod VIII) har 14 % biotit och två av monzonit–kvartsmonzoniterna, bergartskod VII, har en något förhöjd glimmerhalt (MGO080051A = 11 %, MGO080052A = 13 %).

Opaka mineral (sulfider m.m.)

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

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

Flera av proverna har vid opakmikroskoperingen bedömts ha höga sulfidhalter (MGO080005A, MGO080007A, MGO080032A, MGO080034A, MGO080035A och MGO080053A), och av dessa är fyra diabaser (både hyperitdiabaser och permokarbonska diabaser). Även bergarter som kvartsmonzonit (MGO080039A) och monzonit (MGO080042A) har relativt höga sulfidhalter. Dessa resultat redovisas i tabell 4.

DEFORMATIONSZONER, SPRICKOR OCH ÖVRIGA STRUKTURER

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

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

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

Relative amounts of opaque minerals in samples where the total amount of opaque minerals is >0.3 volume percent, estimated in reflected light: +++ = dominating, ++ = less common, + = trace amount. Opaque = Total content of opaque minerals in volume percent, determined by point counting (see table 1).

Prov Sample	Bergartskod Rock code	Opak vol.-% Opaque vol.-%	Oxider Oxides				Sulfider Sulphides	
			Magnetit Magnetite	Hematit Haematite	Hematit-ilmenit Haematite-ilmenite	Ilmenit Ilmenite	Pyrit Pyrite	Kopparkis Chalcopyrite
MGO080005	XI	9,4				+++	++	+
MGO080006	V	0,4	+++	(+)			+	+
MGO080007	VIII	5,8				+++	++	(+)
MGO080008	VII	1,6	++		(+)	+++		
MGO080029	VI	0,6	++		+		+	(+)
MGO080030	III	0,4	+++		+		++	
MGO080032	VIII	4,2				+++	++	(+)
MGO080033	VII	1,6	++			+++	+	
MGO080034	VII	5	+			+++	+	
MGO080035	VI	3	+++	(+)			++	(+)
MGO080036	I	1,6	+++		++			
MGO080037	VI	-						
MGO080038	VII	1	+			+++	(+)	
MGO080039	VII	1				+++		(+)
MGO080041	III	2,8	++		(+)	+++		
MGO080042	VII	2,2	+			+++	(+)	
MGO080045	III	1,2	++	+++	(+)			
MGO080046	III	0,8	+++	(+)	(+)	+	(+)	
MGO080047	V	0,4	+++	++	(+)			
MGO080049	VI	2,2	++	+++				
MGO080050	VII	-				+++	(+)	(+)
MGO080051	VII	-				+++	(+)	(+)
MGO080052	VII	-						
MGO080053	XI	9,4				+++	(+)	++
MGO080054	VII	0,4				+++	(+)	(+)

är omagnetiskt. Spröda, vattenförande sprickzoner har bättre elektrisk ledningsförmåga än omgivande sprickfattig berggrund och syns därför tydligt i elektromagnetiska data (VLF).

Hela undersökningsområdet, men framför allt den centrala delen (Protoginzonen), är påverkat av plastisk deformation i nordnordostlig riktning, vanligen längs kraftigt förskiffrade stråk (Kornfält m.fl. 1978). I den västra delen av området visar den magnetiska kartan (fig. 4) ett tydligt högmagnetiskt mönster med nordnordostlig riktning som sammanfaller med förskiffringsriktningen i berggrunden. Det södra delområdet begränsas i norr av Nävlingeåsens förkastningszon i nordvästlig riktning. Zonen syns även på den magnetiska anomalikartan (fig. 4) strax väster om Kristianstad, som en tydlig dislokation av det magnetiska mönstret.

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

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

Mer än 70 procent av alla uppmätta sprickor (totalt 92 st.) stupar brant till vertikalt (61–90°). Flacka sprickplan tenderar att bli underrepresenterade vid traditionell kartering, varför en högre siffra kan komma att erhållas i samband med t.ex. borrhärnekartering.

Tabell 5. Dominerande sprickorienteringar.

Dominating fracture orientations.

<i>Strykning Strike</i>	<i>Stupning Dip</i>
~ Nordnordöstlig / ~ North-north-east	Brant till subvertikalt / Steep to subvertical
~ Nordnordvästlig / ~ North-north-west	Vertikalt till moderat / Vertical to moderate
~ Ost-västlig / ~ East-west	Brant till vertikalt / Steep to vertical
~ Nordöstlig / ~ North-east	Brant till subvertikalt / Steep to subvertical
~ Nordvästlig / ~ North-west	Subvertikalt / Subvertical

BERGGRUNDENS GAMMASTRÅLNINGSEGENSKAPER

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

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

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

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

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

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

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

Figur 11 visar aktivitetsindex beräknade från flygmätningar inom undersökningsområdet. Gammastrålningen är generellt låg men några mindre områden med förhöjd gammastrålning framträder i nordöstra delen av kartområdet vid Hanaskog. Gammastrålningsmätningar på berghällar har utförts vid 29 punkter inom området (se tabell 2). Vid varje mätpunkt utfördes normalt 2 till 5 mätningar. Graniter inom bergartsgrupp VI uppvisar förhöjda halter av både uran och torium. Uranhalten varierar mellan 7 och 17 ppm och toriumhalten mellan 37 och 62 ppm. De höga uran- och toriumhalterna får till följd att radiumindex överstiger 1 på en lokal och aktivitetsindex överstiger 2 på två lokaler vid Bjärlöv stenbrott. Övriga bergarter inom området uppvisar relativt låg gammastrålning (se tabell 6).

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 ej 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. Provtagnings har skett med slägga och spett. Vid

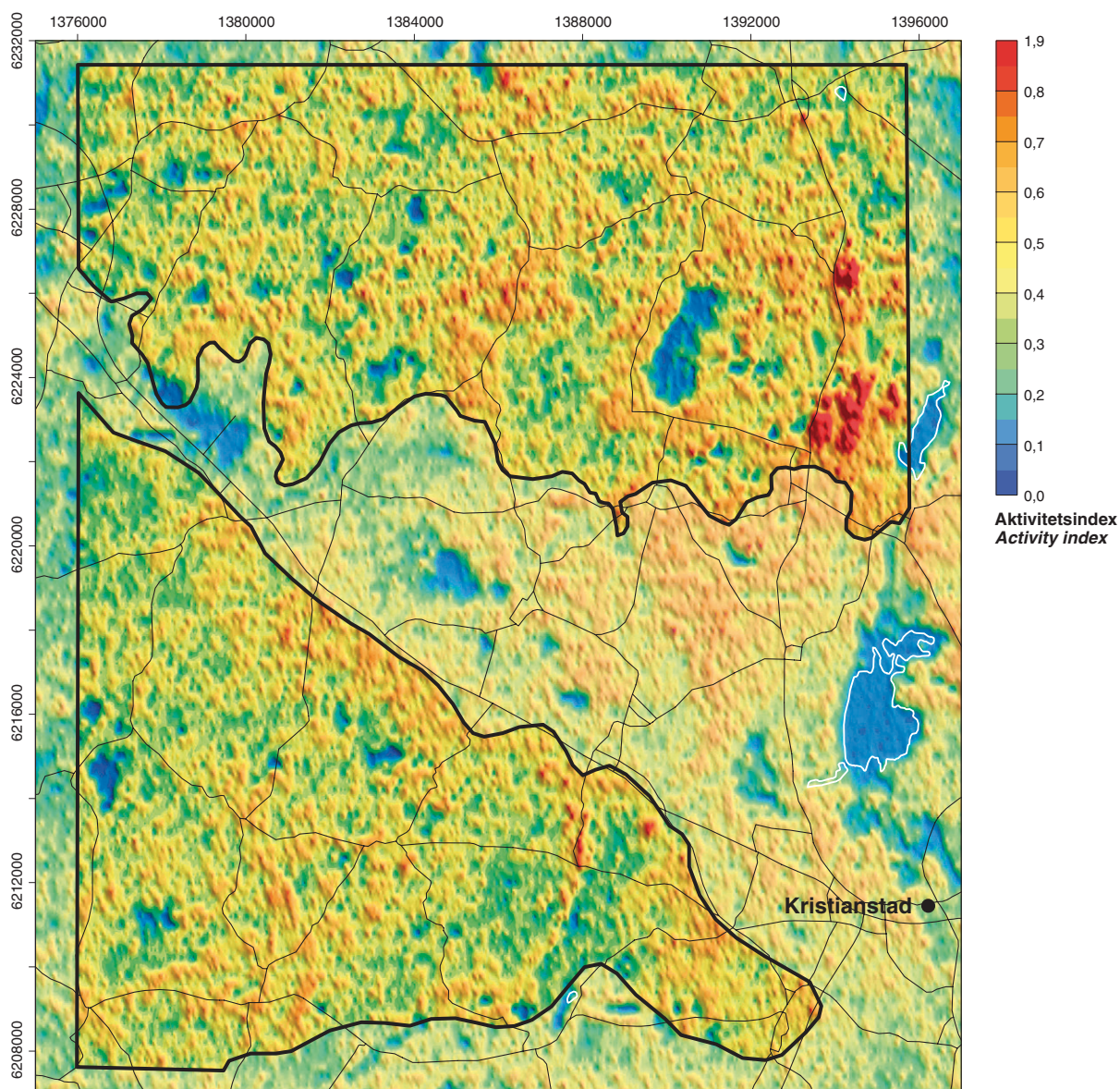


Fig. 11. Karta över markens naturliga gammastrålning inom undersökningsområdet. Kartan baseras på SGUs flygmätningar och visar aktivitetsindex beräknat från halterna kalium, uran och torium. Mätningarna är utförda år 1972 och 1973 med ett linjeavstånd på 200 m, en flyghöjd på ca 30 m och ett punktavstånd på 40 m.

Gamma radiation map over the project area. The map shows activity index calculated from the contents of potassium, uranium and thorium. Airborne data were collected by SGU during 1972 and 1973 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 30 m and a sampling interval of 40 m.

Tab. 6. Sammanställning av gammastrålningsmätningar i undersökningsområdet.

Summary of the measured gamma radiation in the mapped area.

Bkod* Rcode	Bergartsenhet Rock unit	K/P (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Radiumindex Radium index	Aktivitetsindex Activity index	Antal mätningar Number of measurements
III	Ortognejs	3,5	1,8	11,5	0,1	0,7	7
V	Gnejsig granit	4,5	2,9	18,6	0,2	1,0	22
VI	Granit	4,4	8,3	31,9	0,5	1,4	15
VII	Syenit, monzonit	4,4	1,1	6,6	0,1	0,6	22
VIII	Hyperitdiabas	1,3	1,1	3,2	0,1	0,2	8
XI	Diabas	1,4	0,9	3,3	0,1	0,2	5

* Bergartskoden är baserad på bergartens ålder och sammansättning.

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 29 prover från lika många lokaler tagits inom ramen för det aktuella karteringsområdet. Gammastrålningsmätning har skett vid 23 av dessa lokaler. Totalt redovisas på bergkvalitetskartan 29 strålningsmätta lokaler.

Utöver de inom projektet provtagna bergarterna har även de analyser som gjorts i närliggande kommuner, Söderåsen (SGUs databaser), Simrishamn (SGUs databaser), Halmstad (SGUs databaser) och analysmaterial från krossbergsinventeringar (Carserud 1986) ingått i tolkningsmaterialet.

Kulkvarnsanalys

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

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergets nötningsmotstånd. De sämsta (högsta) värdena erhåller en leukokratisk granit (MGO080049A, 24 %) och en grovt medelkornig, gnejsig granit (MGO080043A, 20 %). Amfiboliter, i synnerhet de i väster förekommande granatförande varianterna, antas ge höga A_N -värden. Monzoniter till monzograniter associerade till bergartskod VII ger bra till mycket bra (låga) A_N -värden (t.ex. MGO080033A, 6 %, MGO080008A, 8 % och MGO080054, 8 %). Dessa bergarter är vanligen ojämnkorniga och uppvisar en komplicerad kornfog. Förutom dessa bergarter förekommer dock mer statistiskt omkristalliserade kvartsmonzoniter (t.ex. MGO080050A) vilka ger sämre A_N -värden och är mer vittringsbenägna än de förra. Även hyperitdiabaserna och de permokarbonska diabaserna ger låga A_N -värden (8–10 %). Områdets bästa A_N -värde ger en monzogranit (MGO080033A, 5,8 %) som provtagits 500 meter söder om Almaån, ca 4 kilometer västnordväst om Hanaskog.

Los Angelesanalys

Krossning och siktning för Los Angelesanalys har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Detta har givit 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 presenteras i tabell 2.

LA-värdet är ett mått på bergartens sprödhet. De sämsta (högsta) värdena erhåller en leukokratisk granit (MGO080049A, 64 %) och en kvartsmonzonit (MGO080050A, 41 %). Även de grova, gnejsiga graniterna (bergartsgrupp V), centralt belägna inom kartområdet, är relativt dåliga (31–36 %). De bergartsgrupper som ger de lägsta (bästa) LA-värden är hyperitdiabaserna och de permokarbonska diabaserna vilka ger LA-värden runt 10–16 %. Många av proverna från bergartskod VII ger goda LA-värden och klarar kategori LA_{25} . Undantag från detta är dock de statistiskt omkristalliserade kvartsmonzoniterna (t.ex. MGO080050A, 41 % och MGO080048A, 36 %).

Micro-Devalanalys

Micro-Devalvärdet (M_{DE}) är ett mått på bergets nötningsmotstånd och metoden är snarlik kulkvarnsmetoden. Obundna lager i vägkonstruktion är kravsatta med M_{DE} -metoden och inom de närmaste åren

kan denna helt komma att ersätta kulkvarnsmetoden, varför en lokal korrelation mellan de två metoderna anses vara nödvändig att göra. Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. M_{DE} har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-1 (Svensk Standard 1997a). Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (bilaga 1) har dubbelprov utförts. Resultaten presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheter redovisas i tabell 7. Micro-Devalvärdena följer kulkvarnsvärdena mycket väl och korrelationen mellan dessa metoder i detta område är $M_{DE} = 0,69 \times A_N$ ($R^2 = 0,93$), 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. (opubl.), $M_{DE} = 0,77 \times A_N - 1,51$ ($R^2 = 0,97$). Alla prover klarar $M_{DE}20$ ($M_{DE} \leq 20$ %). Högsta M_{DE} -värdet, 18 %, inom kartområdet ger en leukokratisk granit, MGO080049A.

Alkalisilikareaktivitet (ASR)

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

Tunnslip av samtliga prover bortsett från en diabas har undersökts. Endast två av proverna bedöms som mycket sannolikt alkalireaktiva (ASR = 3), nämligen MGO080033A, monzogranit och MGO080039A, kvartsmonzonit. Ojämnkorniga, kvartshaltiga bergarter tillhörande bergartsgrupp VII 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 framställts. Med tanke på berggrundens heterogenitet blir sammanställningen översiktlig. Vanligen urskiljs områden med fyra kvalitetsklasser, nämligen 1) god, 2) mindre god, 3) dålig kvalitet samt 4) bergmaterial bör ej användas som ballast. 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

Tabell 7. Medelvärden av kulkvarnsvärde, Los Angelesvärde och micro-Devalvärde för de analyserade bergartsenheter i kartområdet.
Mean values of the results of the studded tyre, Los Angeles and micro-Deval tests of rock units in the map area Kristianstad.

Bkod* Rcode	Bergartsenhet Rock unit	Kulkvarnsvärde (%) Studded tyre test value (%)			Los Angeles-värde (%) 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
III	Ortognejs	10–11	11,0	4	19–34	27,0	4	6–8	7,2	4
V	Granit till granodiorit, vanligen gnejsig	11–20	13,5	6	30–36	33,9	6	7–14	9,1	6
VI	Granit, granodiorit	11–24	15,0	4	28–64	40,7	3	7–18	10,3	4
VII	Syenit, monzonit, kvartsmonzonit	6–16	10,6	10	18–41	24,8	9	4–12	7,4	8
VIII	Hyperitdiabas	9–11	9,7	2	13–16	14,2	2	7–8	7,4	2

baseras ytindelningen på bergkvalitetskartan främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i ATB VÄG 2005 (Vägverket 2005 a, b). Parallellt har en bedömning gjorts av övriga analysresultat (jfr Persson & Schouenborg 1995) såsom Los Angelesvärde, potentiell förekomst av alkalisilikareaktivt material och 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 markberedningsområden med blandad berggrund kan följaktligen avvika från vad som erhålls i bergmaterial uttaget genom storproduktionsdrift.

Analysdata som ytklassificeringen är baserad på redovisas i tabell 2 samt figur 12. Ungefär 5 % av berggrunden har bedömts som klass 1-material, 35 % som klass 2-material, 59 % som klass 3-material och 1 % som klass 4-material. Andelen klass 1-material är relativt låg jämfört med övriga Sverige och även jämfört med de urbergsområden som undersökts av SGU i Skåne län. Trots detta ger en granit (bergartskod VII) från Kristianstadsområdet det näst bästa A_N -värdet, MGO080033A, 5,8 %, i hela Skåne län. Utöver ojämnkorniga monzoniter och monzograniter, bergartskod VII, bedöms även hyperitdiabaserna och de permokarbonska diabaserna som klass 1-material. Även de finkorniga ortognejserna har lokalt klass 1-egenskaper. Stora delar av klass 3-områdena finns i de västra delarna av undersökningsområdet och fortsätter västerut. Berggrunden är där lokalt ådergnejsomvandlad. I de västra till nordvästra delarna av undersökningsområdet ligger den berggrund som bedömts ha den sämsta kvaliteten (klass 3-material). Området utgörs huvudsakligen av grovt medelkorniga ortognejs (bergartskod III), grovkorniga, gnejsiga graniter (bergartskod V) och omkristalliserade kvartsmonzoniter (bergartsskod VII). Mesozoiska sedimentbergarter inom kartområdet har inte provtagits men bedömts som otjänliga för krossbergsanvändning och bör undvikas (klass 4-material).

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

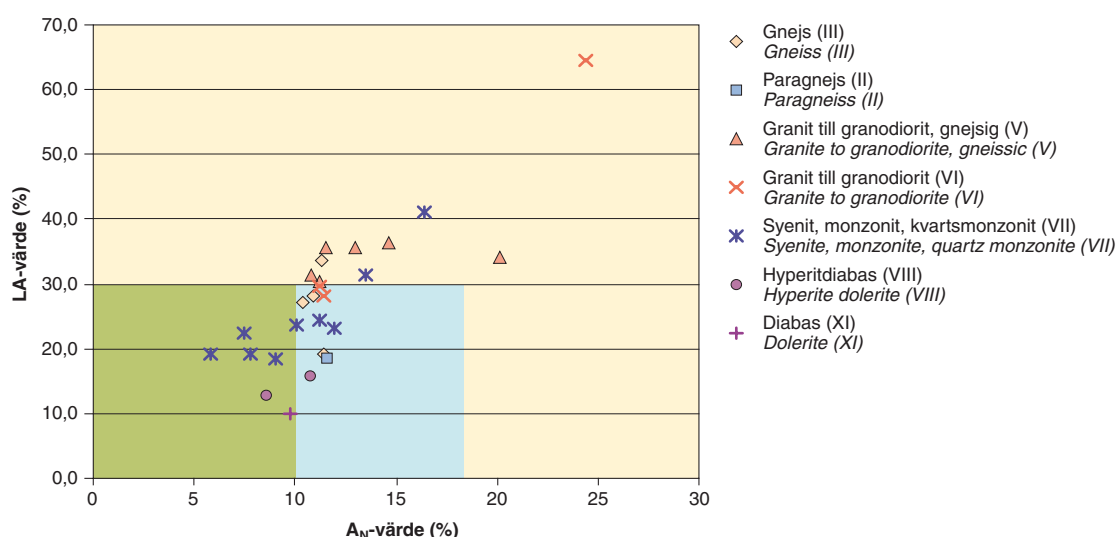


Fig. 12. Diagram som visar de tekniska analysresultaten, kulkvarnsvärde (A_N) och Los Angelesvärde (LA) för de olika bergartsproverna i kartområdet. Klassificeringen (1–3) avser vägmakadam och är endast baserad på de ovanstående två parametrarna, varför vissa avvikelser kan finnas jämfört med övriga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

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

man testar bergarternas beständighet (sonnenbrandtest, SS-EN 1367-3, Svensk Standard 2001). Bergarter som är kraftigt styrkeanisotropa eller vittrade bör undvikas som vattenbyggnadssten, alternativt testas med avseende på styrkeanisotropi.

REFERENSER

- Banverket, 2004: *BVS 585.52, Makadamballast för järnväg*. Eva-Lotta Olsson, 2004-09-01, 29 s.
- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. Boverkets författningssamling. *BFS 1990:28, Nr.2. Stockholm, ISBN 91-38-12510-2*, 41 s.
- Boverket 2004: Boverkets handbok om betongkonstruktioner. *BBK 04*, 271 s.
- Carserud, L., 1986: Översiktlig inventering av vissa bergartsförekomster i Kristianstads län. *Sveriges geologiska undersökning Rapport 1986:2*, 33 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1998: *FAS-metod 221-98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 7 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1999: *FAS-metod 244-99: Bestämning av LT-index*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2001: *FAS-metod 210-01: Bestämning av sprödhetstal*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2002: *FAS-metod 259-02: Bestämning av kulkvarnsvärde*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Johansson, Å., 1990: Age of the Önnestad syenite and some gneissic granites along the southern part of the Protogine Zone, southern Sweden. I C.F. Gower, T. Rivers & B. Ryan (red.): Mid-Proterozoic Laurentia-Baltica. *Geological Association of Canada, Special Paper 38*, 131–148.
- Kornfält, K.-A., Bergström, J., Carserud, L., Henkel, H. & Sundquist B., 1978: Beskrivning till berggrundskarta Kristianstad SO. *Sveriges geologiska undersökning Af121*, 120 s.
- Klingspor, I., 1976: Radiometric age determination of basalts, dolerites and related syenites in Skåne, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 98*, 195–216.
- 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, 2000a: Recommended test method AAR-1. Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method. *Materials and structures 36*, 480–496.
- RILEM, 2000b: Recommended test method AAR-3. Detection of potential alkali-reactivity of aggregates –method for aggregate combinations using concrete prisms, *Materials and structures 33*, 290–293.
- Springer, N., 1980: En geokronologisk og geokemisk undersogelse af Karlshamnsgraniten, Sverige. *Dansk Geologisk Forening årsskrift 1979*, 79–83.
- Stenlid, L., 1996: Klassificering av bergarter med Los Angelesrumma. *Slutrapport SBUF projekt nr 2135. Skanska Mellansverige AB, Väglaboratoriet Bålsta*, 84 s.
- Stenlid, L., 2000: Utvärdering av micro-Devalmetoden. *Slutrapport SBUF projekt nr 5002. Skanska Sverige AB, Vägtekniskt Centrum Nord, Bålsta*, 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, 2001: *SS-EN 1367-3: Ballast – beständighetsegenskaper – Del 3: Koktest för "Sonnenbrand-basalt"*. Swedish Standards Institute, 10 s.
- Svensk Standard, 2002: *SS-EN 13383-1: Ballast – vattenbyggnadssten – Del 1: Krav*. Swedish Standards Institute, 40 s.
- Svensk Standard, 2003: *SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg*. Swedish Standards Institute, 35 s.
- Svensk Standard, 2004a: *SS 137003: Betong – användning av EN 206-1 i Sverige*. Swedish Standards Institute, 19 s.
- Svensk Standard, 2004b: *SS-EN 933-4: Ballast – geometriska egenskaper – Del 4: Bestämning av kornform – LT-index*. Swedish Standards Institute, 11 s.
- Svensk Standard, 2004c: *SS-EN 1097-6: Ballast – mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption*. Swedish Standards Institute, 3 s.
- Svensk Standard, 2004d: *SS-EN 1097-9: Ballast – mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck (Nordiska kulkvarnsmetoden)*. Swedish Standards Institute, 12 s.
- Trädgårdh, J. & Lagerblad, B., 1996: Influence of ASR cracking on the frost resistance of concrete. *Cement och Betong Institutet. CBI rapport 1:96*, 48 s.
- The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000: *Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations*. ISBN 91-89230-00-0, 81 s.
- Wikman, H., Bergström, J. & Lidmar-Bergström, K., 1983: Beskrivning till berggrundskarta Kristianstad NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 127*, 165 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 (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 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) 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 gammastrålning, 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 inte 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.

Kulkvarnsanalys har utförts som enkelprov och micro-Devalanalys har utförts som dubbelprov. En god korrelation finns mellan sprödhetstal (s , 8–11 mm, FAS-metod 210-01) och Los Angelesvärde (LA, 10–14 mm), $s = 0,82 \times LA + 26,1$ alternativt $s = 20,9 \times \ln(LA) - 19,2$, (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.