

Beskrivning till bergkvalitetskartan Alingsås kommun

Mattias Göransson, Ulf Bergström
& Hossein Shomali



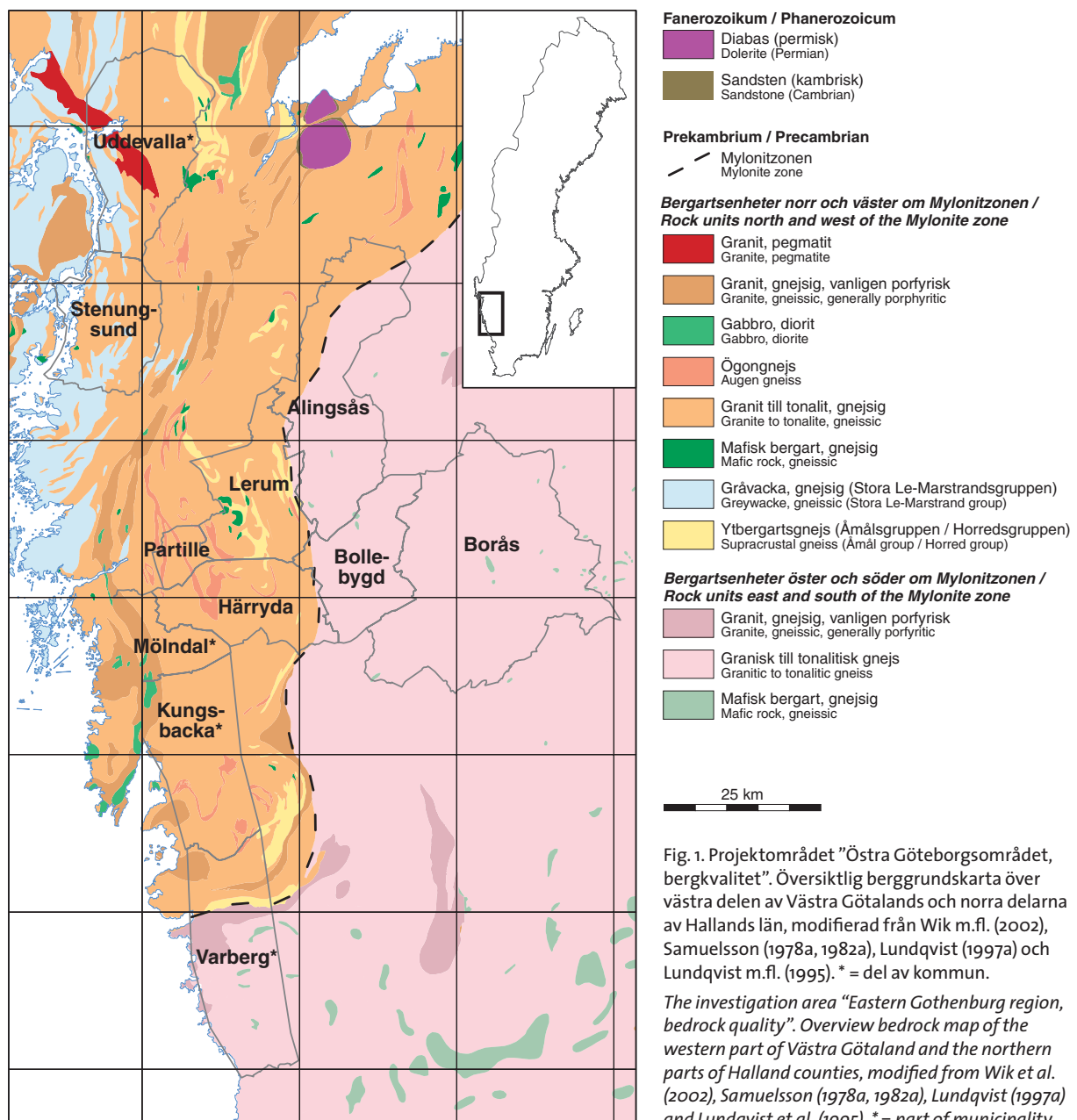
ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-778-7

Omslagsbild: Deformerad, bandad, veckad granitisk till granodioritisk ådergnejs,
1,5 km sydsydväst om Magra (6445197/1311665). Foto Jonny Sangskar
Deformed, banded and folded gneiss, 1.5 km south-southwest of Magra.

© Sveriges geologiska undersökning, 2007

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 över-
siktplaneringen ska bergkvalitetskartan kunna erbjuda ett geologiskt underlag för framtida markanvändning och underlätta övergången från grus- till krossbergsproduktion. Bergkvalitetsundersökningen i Alingsås kommun är en del av projektet "Östra Göteborgsområdet, bergkvalitet", vilket startade år 2003 och slutfördes under 2006. Undersökning av bergkvaliteten inom hela projektområdet innefattar även kommunerna Bollebygd, Borås, Härryda, Kungsbacka, Lerum, Mölndal, Partille, Stenungsund, Uddevalla och Varberg (fig. 1). Bergkvalitetskartor för delar av Stockholms- och Göteborgsregionerna är redan utgivna (Persson m.fl. 1998a, b, c, Persson m.fl. 2000a, b, Eliasson m.fl. 2004a, b och Eliasson & Bastani 2004a, b).



Arbetet med bergkvalitetskartan för Alingsås kommun har föregåtts av en generell läges- och behovsanalys stora delar av Västra Götalands och norra delen av Hallands län. I denna analys har potentiella avnämare såsom länsstyrelser, kommuner, myndigheter, entreprenörer och konsulter intervjuats angående undersökningsmetodik för bergkvalitet, beträffande vilka områden som bör prioriteras för undersökning och om behovet av översiktlig bergkvalitetsinformation.

Undersökningsområdet inom Alingsås kommun omfattar 551 km² med en befolkning på ca 35 200 personer. I kommunen finns bl.a. de större orterna Alingsås, Gräfsnäs, Hemsjö, Hjälmed, Ingared, Magra, Näsbo, Sollebrunn, Stora Mellby, Västra Bodarna och Ödenäs.

I Alingsås kommun drivs bergtäkter på fyra platser: Upplo (tonalit och granit, 6446550/1315000), Brobacka (deformerade granitoider, 6432700/1300150), Holmen (granodiorit, 6429700/1312000) och Genneved (porfyrisk granit, 6450838/1313936).

De tryckta berggrundskartorna i skala 1:50 000 med beskrivningar, 7B Göteborg SO (Samuelsson 1978a, b), 7B Göteborg NO (Samuelsson 1985a, b) och 7C Borås SV (Ahlin 1980a, b), täcker ca 35 % av kommunerna. Resterande 65 %, den mellersta och norra delen av kommunen, har karterats under

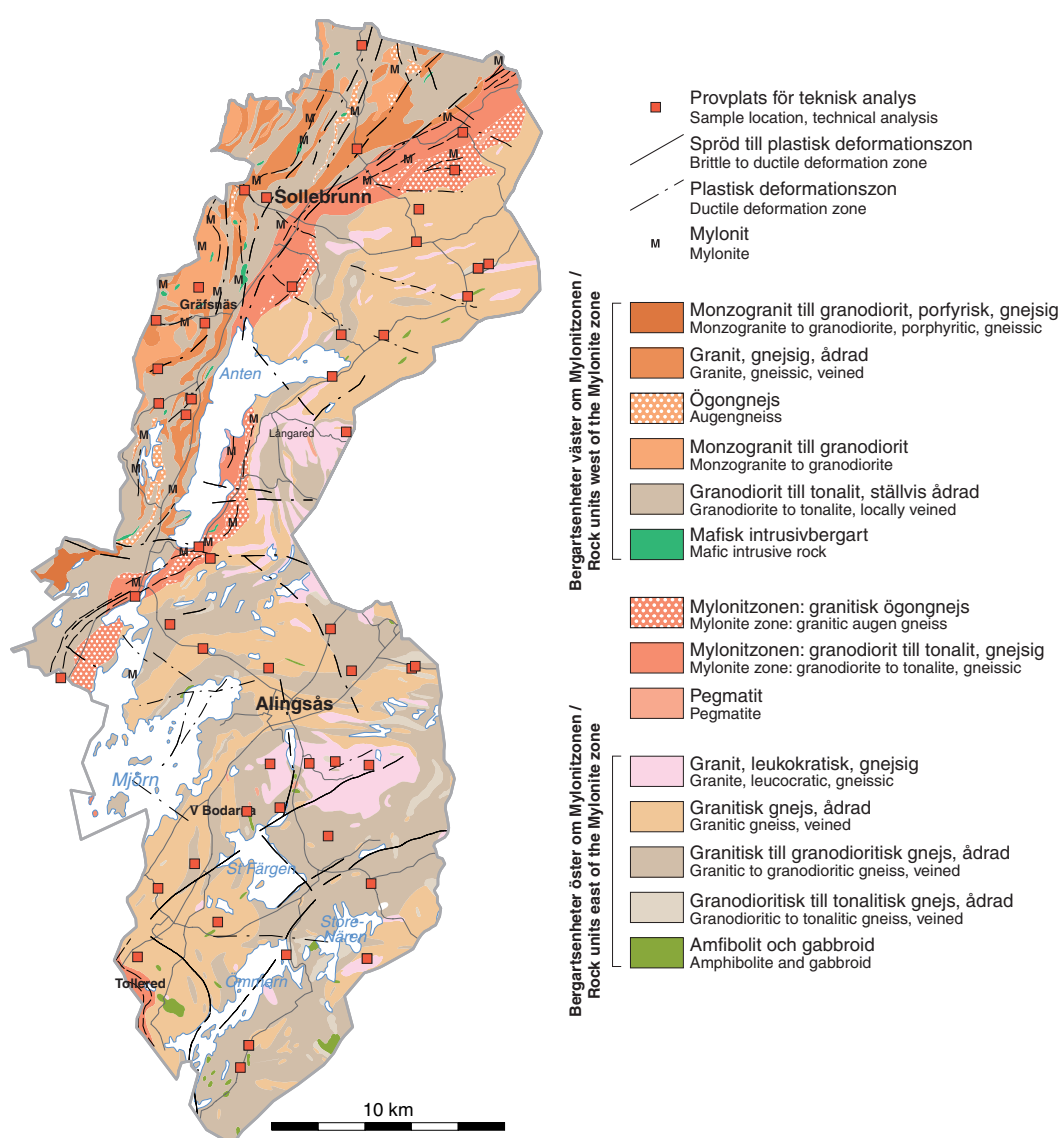


Fig. 2 Förenklad berggrundskarta över Alingsås kommun, modifierad från Lundqvist (opublicerad), Ahlin (1980a), Samuelsson (1978a) och Samuelsson (1985a).

Simplified bedrock map of the municipalities of Alingsås modified from Lundqvist (unpublished), Ahlin (1980a), Samuelsson (1978a) and Samuelsson (1985a).

tiden 2003 till 2005 inom projektet Östra Göteborgsområdet – berg, lokal (Lundqvist, opublicerad). Berggrunden i kommunen består av prekambrisk bergarter (fig. 2) ursprungligen bildade för ca 1 670 till 1 550 miljoner år sedan.

METODIK

Bergkvalitetskartan bygger på den tidigare genomförda berggrundskarteringen (se ovan) och grundar sig på en fältkontroll av de dominerande bergartsenheter på ett antal valda lokaler. En del lokaler har undersökts närmare, och från var och en av dessa 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 (alkalisilikareaktivitet-analys) och modalanalys av mineralfördelningen samt mikrofotografering har utförts. I de fall där berggrunden är heterogen (med avseende på mineralogi och kornstorlek), vilket är speciellt vanligt i ådergnejsområden, har i vissa fall mer än ett prov tagits. Gammastrålningsmätning har dels utförts vid de flesta provlokaler 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. Alla petrografiska data redovisas i tabell 1. 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, vilka kan representera bergartens interna svaghetsstrukturer efter vilken riktning uppsprickning lätt sker, t.ex. i samband med sprängning. Många av zonerna är tolkade från de flyggeofysiska kartorna (se bil. 1). En tolkning av morfologiska lineament (långsträckta sänkor i naturen) har gjorts på kartunderlag i skala 1:50 000 från Lantmäteriets höjddatabas. Det är sannolikt att de antyder svaghetszoner som består av sprickor med varierande stupningsriktningar. Det är dock viktigt att notera att lineamenten inte alltid motsvarar verkliga sprickor, sprickzoner eller förkastningar.

Data om djupet till urberget (jorddjupet) har erhållits från SGUs brunnsarkiv och redovisas i tre klasser, nämligen <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 765 brunnar i databasen och i 91 av dessa är jorddjupet större än eller lika med 10 m. Det största jorddjupet, 75 m, finns i en brunn vid Torp (6431628/1311098) ca 5 km nordost om Alingsås.

ALLMÄN GEOLOGI OCH GEOFYSIK

Den tämligen välblottade berggrunden är genomskuren av ostnordostligt och nordnordostligt strykande, lerfyllda sprickdalar, t.ex. Sävås och Mellbyåns dalgångar och sjön Antens förlängning upp mot Sollebrunn. Runt Alingsås, Sollebrunn och vid sjön Mjörn finns större slättområden med dålig blottningsgrad.

Alingsås kommun domineras av ortognejser i de södra, centrala och nordöstra delarna och av mer eller mindre gnejsiga granitoider i de nordvästra delarna. Den s.k. Mylonitzonen, som består av en flera kilometer bred zon med stark till mycket stark deformation (flackt stupande ådrade gnejser, som löper igenom Mjörn och Antens östsidor, förbi Sollebrunn och vidare mot nordost) delar gnejs- och granitoidområdena från varandra. Mylonitzonen är en del av ett större stråk, som skär genom sydvästra Sverige. Gnejserna öster om Mylonitzonen är höggradigt omvandlade (övre amibolit- till högtrycksgranulitfacies) och lokalt förekommer områden med delvis uppsmält berggrund (anatektisk granit).

Väster om Mylonitzonen består bergarterna av delvis ådergnejsomvandlade tonaliter till granodioriter och ådrade och ofta rekristalliserade graniter. Dessutom finns tunna band av s.k. ögongnejs med stora porfyroblaster av kalifältspat. I de nordvästligaste delarna uppträder en svit av monzogranitiska till tonalitiska bergarter, vilka i mindre utsträckning är ådrade. I dessa uppträder ett otal små, mafiska bergartskroppar som lokalt uppvisar s.k. magmablandningstexturer med omgivande monzograniter,

vilket antyder att de olika leden är jämnåriga. Bergarterna väster om Mylonitzonen antas ha en ålder av ca 1 600 miljoner år i likhet med motsvarande bergarter i grannkommunen Lerum, men detta har inte verifierats med dateringar.

Bergarterna väster om Mylonitzonen har generellt sett svaga till medelhöga magnetiska egenskaper (se fig. 3) och susceptibiliteten varierande mellan 20 och 2 000 med medelvärden på 400. Susceptibiliteten anges här i $\times 10^{-5}$ SI-enheter. Några enstaka högre värden (susceptibilitet från 320 till 4 780) förekommer t.ex. i en granit norr om Alingsås. Bergarterna öster om Mylonitzonen har generellt högre susceptibilitet än de väster om Mylonitzonen. Variationen är kraftig mellan de olika gnejserna (2 till 7 461 med medel-

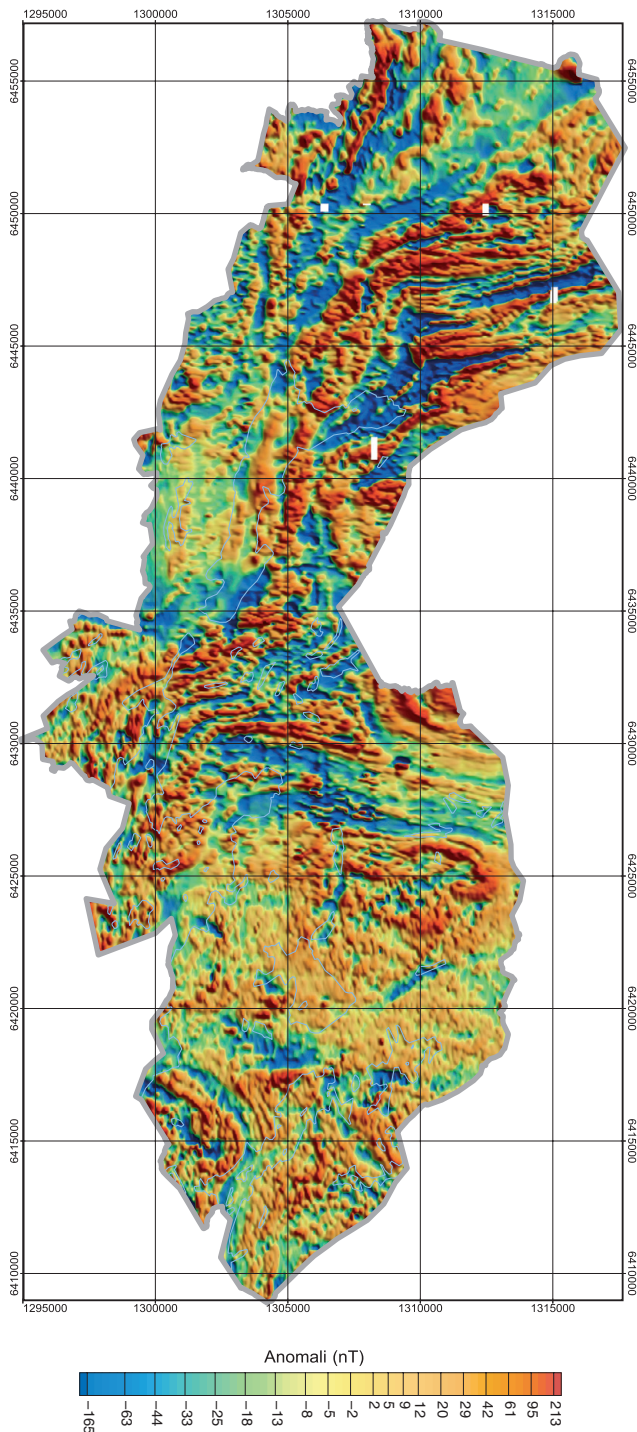


Fig. 3 Magnetisk anomalikarta över Alingsås kommun. Magnetiska data är reducerade till epok 1965.o. Kartan visar magnetfältet efter filtrering för att framhäva anomalier orsakade av ytliga strukturer (på djup ned till ca 250 m). De södra delarna av området mättes med ost–västlig flygriktning under 1970-talet och de centrala till norra delarna (7C NV Borås) under 1990 och 1991 med nord–sydlig riktning. De nordligaste delarna av området (8C SV Lidköping) mättes med ost–västlig flygriktning under 2000 och 2002. Flygmätningarna utfördes med 200 meters linjeavstånd (400 meters under 2000 och 2002), 16–40 meters mätpunktsavstånd på 30 eller 60 meters flyghöjd (60 meter under 2000 och 2002).

Magnetic anomaly map of the municipality of Alingsås. The epoch 1965.o is used to remove the regional trend. The map shows the magnetic field after filtering to enhance anomalies caused by shallow objects (at depths of approximately 0–250 m). The map is based on airborne magnetic field measurements carried out in the 1970's with an east–west flight-direction in the southern parts and during 1990–1991 with a north–south flight-direction in the central to northern parts (7C NV Borås). The northern-most parts (8C SV Lidköping) of the area were measured with an east–west flight-direction during 2000 and 2002. A 30 meter flight height, and a line spacing of 200 meter (60 meter flight height and a line spacing of 400 meter in 2000 and 2002) have been used.

värden på 1 055). Sekundärt bildad magnetit har observerats i gnejserna. Det högsta susceptibilitetsvärdet, 12 092, är uppmätt på en metagabbroid från västra Tåsjön. En statistisk sammanställning av susceptibilitetsmätningar visar att 50 % av mätningarna har en högre susceptibilitet än 100 och 20 procent överstiger 1 000 (Antal Lundin m.fl. 2004).

BERGARTERNAS UTSEENDE, SAMMANSÄTTNING OCH EGENSKAPER

Bergartsbeskrivning

Bergartskoden är en unik beteckning för de olika relevanta och identifierade bergartsgrupperna 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). De viktigaste bergartsenheter i Alingsås kommun finns redovisade i tabell 3 och figur 2.

Amfibolit och mafit (Bkod 94)

Svarta, finkorniga till grovt medelkorniga vanligtvis jämnkorniga, mafiska (kvartsfattiga) bergarter förekommer som ställvis boudinerade, ganska små kroppar intill gnejserna öster om Mylonitzonen. Bergarterna är ofta helt omkristalliserade och lokalt migmatitiserade. Lokalt är vissa av dessa bergarter granatförande.

Granitisk till tonalitisk, gnejs, ådrad (Bkod 90, 91, 92, 93)

Berggrunden i de nordöstra och södra delarna av Alingsås kommun domineras av grå och röda, medelkorniga gnejsar med granitisk till granodioritisk sammansättning med en ålder av ca 1660–1680 miljoner år (Lundqvist 2005). I hållskala förekommer de två huvudtyperna ofta jämsides och tunna mafiska inlagringar är vanligt förekommande. Mindre områden med tonalitisk sammansättning förekommer liksom större homogena områden med delvis anatektisk granit (fig. 4). Bergarterna öster om Mylonitzonen är i allmänhet gnejsiga, ådrade (se fig. 5) och ställvis helt ådergnejsomvandlade. Minalet epidot saknas i bergarterna öster om Mylonitzonen vilket vittnar om en hög metamorf grad, amfibolitfacies.

Bergarter relaterade till Mylonitzonen (Bkod 79)

Deformationen inom Mylonitzonen varierar kraftigt och har påverkat både ögongnejs (69) och granodioriter till tonaliter (79). Ren mylonit uppträder vanligen som mindre stråk och omges av bergarter med lägre deformationsgrad. Granodioriter och tonaliter i Mylonitzonen grupperas ihop eftersom de är kornstorleksförminskade och skiljer sig bergmekaniskt från odeformerad berggrund med samma mineralsammansättning.

Ögongnejs relaterad till Mylonitzonen (Bkod 69)

I anslutning till de bandade granodioriterna till tonaliterna i Mylonitzonen förekommer en vanligen kraftigt plastiskt deformerad ögongnejs (Lundqvist m.fl. 2005). Sammansättningen är vanligtvis granodioritisk och kalifältspatsögonen omges som regel av ett finkornigt matrix.

Mafisk intrusivbergart (Bkod 76)

Mindre, utdragna kroppar av mafiska intrusivbergarter förekommer tillsammans med granitoiderna väster om Mylonitzonen. Mafiterna är i likhet med sina motsvarigheter öster om Mylonitzonen oftast kraftigt omkristalliserade. De är vanligtvis svarta, fint medelkorniga till grovkorniga och jämnkorniga. Både amfiboliter, gabbror och ultrabasiska bergarter återfinns i denna bergartsgrupp.

Tabell 1. Mineralfördelning (volymprocent) och kornstorlek (mm) hos bergarter från kartområdet Alingsås kommun. Bkod är en grupperingskod som baseras på bergarters stratigrafiskt läge och sammansättning. Övrigt innefattar t.ex. allanit, granat, prehnit, zirkon och oidentifierade finkorniga mineral. Med kornstorlek avses storleksintervallet för huvuddelen av de enskilda mineralerna som bygger upp bergarten. Det dominerande kornstorleksintervallet anges först. s = mineral som förekommer i liten mängd (<0,2 %).

Modal composition (volume percent) and grain size (mm) of rocks from the map area in the municipality of Alingsås. Rcode is a grouping parameter based on the stratigraphic position and composition of the rock. Other contains allanite, prehnite, pumpellyite, zircon and unidentified, fine-grained minerals. Grain size refers to the size-fraction of the main part of the individual grains that build-up the rock. The dominating grain size-fraction is shown first. s = accessory mineral (<0.2%).

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifält-spat	Plagioklas	Biotit	Muskovit	Klorit	Epidot	Titanit	Amfibol	Opak	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagio-clase	Biotite	Muscovite	Chlorite	Epidote	Titanite	Amphi-bole	Opaque	Other
FRJ045001A	91	Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,5–3,0 (0,1–0,5)	20,4	51,1	20,6	5,8				1,3		0,2	0,5
FRJ045001B	92	Granodiorit, rödgrå, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,5–1,5	29,3	13,7	27,5	10,3	1,8			0,5	15,3	0,5	1,1
FRJ045002A	93	Tonalit, rödgrå, medelkornig, bandad, ådergnejsomvandlad	0,5–1,2	15,2	1,6	42,9	2,8	7,3	3,4		0,2	26,0	0,6	s
FRJ045003A	94	Amfibolit, mörkfärgad grå, finkornig, folierad	0,1–1,4	0,2		30,1	s				0,4	54,2	2,6	12,4
FRJ045004A	92	Granit, grå-röd, fint medelkornig, bandad, ådergnejsomvandlad	0,1–2,0 (2,0–3,0)	31,8	20,9	42,2	2,9	0,8			s	0,5	0,3	0,5
JNR045001A	93	Granodiorit, rödgrå, medelkornig, starkt deformerad, ådergnejsomvandlad	0,2–4,2	25,5	12,5	44,5	13,1				s	3,9	s	0,5
JNR045002A	92	Granit, rödgrå, medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,2–1,5	30,5	43,7	18,3	4,7	2,3					0,3	0,2
JNR045003A	92	Granit, rödgrå, medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,1–1,5 (1,5–2,5)	19,8	21,1	45,0	5,2	0,2			s	7,5	0,9	s
JNR045004A	90	Granit, ljusfärgad röd, medelkornig, massformig	1,0–6,0 (0,1–1)	28,9	50,0	18,8	1,4	s			0,4		0,4	0,2
JNR045005A	92	Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig till grovkornig, bandad, ådergnejsomvandlad	0,1–1,6	34	21,5	40,6	3,4	s					s	0,5
JNR045006A	90	Granit, röd till grå-röd, fint medelkornig, folierad	0,4–4,0 (0,1–0,4)	30,4	38,7	26,1	3,1	s	0,2		0,6		1,0	s
JNR045007A	93	Tonalit, grå, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,6–2,0 (0,1–0,6)	17,1		57,2	25,6						0,2	s
JNR045008A	93	Granodiorit, grå till grå-röd, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,4–2,0 (0,1–0,4)	19,9		62,3	12,2	0,2				4,3		0,6
JNR045009A	93	Granodiorit, rödgrå, medelkornig, ådergnejsomvandlad	1,0–3,0 (0,1–1,0)	16,1	3,1	63,2	17,1			s			0,4	s
JNR045010A	61	Granit, rödgrå, fint medelkornig, stänglig, ådergnejsomvandlad, små-till grovporfyrisk	0,1–1,0 (1,0–5,0)	39,7	24,1	23,8	11,5	0,2	s	s			0,6	0,2
JNR045011A	74	Granodiorit, grå till rödgrå, finkornig-medelkornig, bandad, mylonitisk, ådergnejsomvandlad, småporfyrisk	0,05–0,6 (0,6–1,6)	25,6	18,6	38,5	12,0	0,4	0,4	2,0	0,7	1,8		0,5
JNR045012A	94	Amfibolit, svart, grovt medelkornig, boudinerad, ådrad	0,1–3,0 (2,0–5,0)	s		41,6	4,5	0,4			1,2	52,1		0,2
JNR045013A	79	Granodiorit, rödgrå, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,02–0,2 (0,2–1,5)	36,4	15,0	39,3	7,6	s	0,4	0,6			0,4	0,4
MGO45104A	93	Granodiorit, grå, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,1–2,5	12,8	3,8	55,2	9,8	0,2	0,2	0,2		17,6	s	0,4
UIB045051A	92	Granit, rödgrå, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,1–3,2	36,8	17,6	41,8	2,8	0,7	s				s	0,3

Prov	Bkod	Bergartsbeskrivning	Kornstorlek (mm)	Kvarts	Kalifält-spat	Plagioklas	Biotit	Muskovit	Epidot	Titanit	Amfibol	Opak	Övrigt
Sample	Rcode	Rock description	Grain-size (mm)	Quartz	Pot. feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite	Epidote	Titanite	Amphibole	Opaque	Other
UJB045052A	71	Granit, ljusfärgad rödgrå, fint medelkornig, gnejsig, ådrad, omkristalliserad	0,1–1,2 (1,2–3,0)	36,2	19,7	36,0	5,0	0,9	1,4	0,3		0,2	0,3
UJB045054A	92	Granit, grå-rödgrå, fint medelkornig till medelkornig, gnejsig, ådrad	0,2–1,6 (1,6–2,5)	28,2	26,5	35,3	6,9				1,7	0,6	0,8
UJB045055A	70	Monzogranit, rödgrå, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig, deformationerad	0,1–0,5 (0,5–2,0)	39,0	24,8	25,5	4,7	4,3	0,4	0,2		0,2	0,8
UJB045056A	74	Tonalit, mörkfärgad grå, medelkornig, gnejsig, deformationerad	0,1–1,0 (1,0–1,6)	28,3	4,8	41,3	16,0		9,3	0,2			0,2
UJB045057A	74	Granodiorit, grå, medelkornig, gnejsig, ådrad	0,1–1,6 (1,6–3,0)	22,9	7,3	38,2	16,1		3,7	1,0	6,9	0,4	3,5
UJB045058A	71	Granit, ljusfärgad, rödgrå, fint medelkornig, gnejsig, ådrad	0,1–1,0 (1,0–2,4)	29,3	24,1	37,3	5,7	1,0	1,7	0,2		s	0,3
UJB045059A	93	Tonalit, grå till rödgrå, medelkornig, bandad, gnejsig, ådrad	0,1–1,6 (1,6–2,8)	16,5	6,1	63,0	6,3				8,1		s
UJB045060A	91	Granit, grå till rödgrå, medelkornig, bandad, ådergnejsomvandlad	0,5–2,8 (0,1–0,5)	29,6	19,0	47,0	2,8	1,4					0,2
UJB045061A	79	Granodiorit, mörkfärgad grå, fint medelkornig, mylonitisk, ådrad, gnejsig, deformationerad	0,2–2,4 (0,01–0,1)	24,2	7,2	36,0	29,0		1,3			0,6	1,7
UJB045062A	94	Amfibolit, mörkfärgad grå, fint medelkornig, gnejsig, ådrad	0,5–1,6 (0,1–0,5)	7,4		67,5	10,8	s		0,2	12,3	1,4	0,2
UJB045063A	73	Granodiorit, rödgrå, grovt medelkornig, gnejsig, ådrad	0,2–3,0 (3,0–6,0)	26,4	18,1	30,7	12,4	s	2,8	0,2	4,7	s	4,7
UJB050001A	71	Granit, rödgrå till grå-röd, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,2–2,0	19,5	35,5	38,0	4,2	0,5	1,1	0,1		0,5	0,5
UJB050002A	71	Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig, ådergnejsomvandlad	0,1–1,5	35,1	39,9	22,2	2,1	s	0,5	0,2			0,2
UJB050003A	74	Tonalit, mörkfärgad grå, medelkornig, porfyrisk, enklavförande	0,1–0,5 (0,5–4,5)	13,5		51,4	19,3	s	8,3	1,0	1,9	s	4,6

Övrigt innefattar t.ex. allanit, apatit, granat, kalcit, prehnit, pumpellyit, zirkon och oidentifierade finkorniga mineral. 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 %).

Tabell 2. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från Alingsås kommun för väg, järnväg och betong (se text). Bkod är bergartskod, ρ_s är korndensitet, K_k är kulkvarnsvärde, LA är Los Angeles-värde, M_{De} är micro-Devalvärde, RA är radiumindex, GA är gammaindex, SPM är sprickor per meter, ASR är alkalisilikareaktivitet.

Technical analyses and classification of samples from the municipality of Alingsås for pavement constructions (mainly wearing courses), as railway trackbed ballast, and as concrete ballast. Rcode = rock code, ρ_s = particle density, STT = studded tyre test value, LA = Los Angeles value, M_{De} = micro-Deval value, RA = radium index, GA = gamma index, SPM = joints per meter, ASR = alkali silica reactivity.

Prov	Bergartsbeskrivning (fältbedömning)	Berg- artskod	N-S- koordinat	O-V- koordinat	ρ_s , g/cm ³	K_k , %	LA %	M_{De} %	RA	GA	SPM	ASR	Bergkvalitetsklassning ²		
Sample	Rock description (field observation)	Rock code	N-S coordinate	E-W coordinate	ρ_s , g/cm ³	STT %	LA %	M_{De} %	RA	GA	JPM	ASR	Rock quality classification		
													Väg Road	Järnväg Railway	Betong Concrete
FRJ045001A	Granit, röd, medelkornig, ådergnejsomvandlad	91	6416923	1310172	2,63	17,3	48,0	10,2	1,6	1,7	3	3	3	3	1
FRJ045001B	Granodiorit, rödgrå, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	92	6416923	1310172	2,64	19,6	43,8	13,3				1	3	3	1
FRJ045002A	Tonalit, rödgrå, medelkornig, bandad, ådergnejsomvandlad	93	6413202	1305087	2,78	16,0 ¹	28,1	11,7	0,5	1,0	1	1	2,5	2,5	1
FRJ045003A	Basisk bergart, mörkfärgad grå, finkornig, rekrystalliserad	94	6412240	1304723	3,10	28,5 ¹	29,4	25,0			4	1	3	3	2
FRJ045004A	Granit, gråbröd, fint medelkornig, bandad, ådergnejsomvandlad	92	6419947	1301182	2,66	13,7 ¹	29,8	8,6	0,8	0,9	5	1	2,5	2,5	1
JNR045001A	Granodiorit, rödgrå, fint medelkornig-medelkornig, åder- gnejsomvandlad, starkt deformerad	93	6443759	1309065	2,68	14,4 ¹	27,2				2	1	2	1	1
JNR045002A	Granit, rödgrå, medelkornig, ådergnejsomvandlad	92	6443742	1310892	2,67	13,8 ¹	27,1				1	1	2	1	1
JNR045003A	Granit, rödgrå, medelkornig, ådergnejsomvandlad	92	6441965	1308666	2,68	12,4 ¹	28,8				1	1	2	1	1
JNR045004A	Granit, ljusfärgad röd, medelkornig, massformig	90	6439576	1309281	2,64	14,1 ¹	37,3				1	1	3	3	1
JNR045005A	Granit, rödgrå-gråbröd, medelkornig-grovkornig, bandad, åder- gnejsomvandlad	92	6431100	1308600	2,65	11,2 ¹	26,5		0,4	0,3	2	1	2	1	1
JNR045006A	Granit, röd-gråbröd, fint medelkornig, folierad	90	6446610	1314945	2,62	10,3	28,9				1	1	2	1	1
JNR045007A	Tonalit, grå, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	93	6446610	1314945	2,86	21,7	31,1		0,5	0,5	2	1	3	3	2
JNR045008A	Granodiorit, grå-gråbröd, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	93	6429406	1312091	2,75	18,5	32,6		0,5	0,6	1	1	3	3	1
JNR045009A	Granodiorit, rödgrå, medelkornig, ådergnejsomvandlad	93	6447754	1312298	2,71	19,5	29,5				1	1	3	2	1,5
JNR045010A	Granit, rödgrå, fint medelkornig, stänglig, ådergnejsomvandlad, 69 små- till grovporfyrisk	69	6450838	1313936	2,67	15,4 ¹	24,2		2,8	2,1	1	1	2	1	3
JNR045011A	Granodiorit, grå-rödgrå, finkornig-medelkornig, bandad, mylo- nitisk, ådergnejsomvandlad, småporfyrisk	74	6452462	1314294	2,84	13,3 ¹	15,7				1	2	2	1	1,5
JNR045012A	Amfibolit, svart, grovt medelkornig, boudinerad, ådrad	94	6445400	1314492	2,92	23,6	35,7				2		3	3	1
JNR045013A	Granodiorit, rödgrå, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	79	6445820	1306950	2,68	14,2 ¹	18,6				2	2	2	1	1,5
MGO045104A	Granodiorit, grå, medelkornig, gnejsig, ådrad	93	6413200	1305084	2,74	16,4 ¹	25,9		0,6	1,1	2		2	1	1
MGO050084A	Tonalit, mörkfärgad grå, medelkornig, migmatisk, ådrad	74	6456200	1309950	2,70	28,2 ¹							3	2,5	2
UIB035020A	Granit, ljusfärgad gråbröd, medelkornig-grovt medelkornig, omkristalliserad, gnejsig	90	6425319	1307684	2,63	13,3 ¹	35,6	9,0	0,7	1,2	1	1	3	3	1,5
UIB035021A	Granit, ljusfärgad röd, finkornig-fint medelkornig, gnejsig, veckad, ådrad, omkristalliserad	91	6434130	1303428	2,63	7,9 ¹	22,3	5,0	0,6	1,1	1	1	1	1	1
UIB045051A	Granit, rödgrå, medelkornig, gnejsig, ådrad	92	6430260	1303111	2,64	12,2 ¹	27,1				2	1	2	1	1
UIB045052A	Granit, ljusfärgad rödgrå, fint medelkornig, gnejsig, ådrad, omkristalliserad	71	6440795	1301214	2,67	14,7 ¹	31,3				1	1	3	3	1
UIB045054A	Granit, grå-rödgrå, fint medelkornig-medelkornig, gnejsig, ådrad	92	6423419	1306419	2,69	15,8 ¹	30,6				2	2	2,5	2,5	1,5
UIB045055A	Monzogranit, rödgrå, medelkornig-grovt medelkornig, gnejsig, deformerad	70	6440322	1302387	2,66	11,3 ¹	20,3				1	1	2	1,5	1
UIB045056A	Tonalit, mörkfärgad grå, medelkornig, gnejsig, deformerad	74	6440981	1302620	2,77	16,2 ¹	23,1				1	1	2	1,5	1

Prov Sample	Bergartsbeskrivning (fältbedömning) Rock description (field observation)		Berg- artskod Rock code	N-S- koordinat N-S coordinate	O-V- koordinat E-W coordinate	$\rho_s, g/cm^3$ $\rho_s, g/cm^3$	K _t % STT %	LA % LA %	M _{DC} % M _{DC} %	RA RA	GA GA	SPM JPM	ASR ASR	Bergkvalitetsklassning ² Rock quality classification		
	Väg Road	Järnväg Railway												Betong Concrete		
UIB045057A	Granodiorit, grå, medelkornig, gnejsig, ådrad	74	6444378	1301096	2,83	23,8	32,5						1	3	3	1
UIB045058A	Granit, ljusfärgad, rödgrå, fint medelkornig, gnejsig, ådrad	71	6442290	1301169	2,67	12,1 ¹	25,7						1	2	1	1
UIB045059A	Tonalit, grå-rödgrå, medelkornig, bandad, gnejsig, ådrad	93	6420152	1310345	2,73	21,4	33,1						1	3	3	1
UIB045060A	Granit, grå-rödgrå, medelkornig, bandad, ådergnejsomvandlad	91	6429422	1305942	2,66	12,5 ¹	26,0						2	2	1	1,5
UIB045061A	Granodiorit, mörkfärgad grå, fint medelkornig, mylonitisk, ådrad, gnejsig, deformationerad	79	6434733	1302717	2,75	11,6 ¹	13,8					2	3	2	3	3
UIB045062A	Amfibolit, mörkfärgad grå, fint medelkornig, gnejsig, ådrad	94	6417095	1306697	2,89	21,0	26,3						1	3	2	1
UIB045063A	Granodiorit, rödgrå, grovt medelkornig, gnejsig, ådrad	73	6445788	1302929	2,71	20,4	38,0						1	3	3	1
UIB055001A	Granit, rödgrå-grå, fint medelkornig, ådergnejsomvandlad	71	6449975	1304900	2,66	11,2 ¹	29,0			0,11	0,65			2	1	1
UIB055002A	Granit, rödgrå-grå, medelkornig, ådergnejsomvandlad	71	6451750	1309740	2,64	11,9 ¹	27,8			0,23	0,75			2	1	1
UIB055003	Tonalit, mörkfärgad grå, medelkornig, porfyrisk, enklavförende	74	6449650	1305850	2,78	12,6 ¹	18,4			0,11	0,51			2	1	1
MGO055501 ⁴	Granodiorit, grå, medelkornig, gnejsig, ådrad	6417000	1300300	2,69	18,2	35 ³										
MGO055502 ⁴	Granodiorit, grå, ådergnejsomvandlad	6418500	1303750	2,72	14,9	30 ³										
MGO055503 ⁴	Granodiorit, grå, ådergnejsomvandlad	6421000	1302750	2,69	14,8	30 ³										
MGO055504 ⁴	Granit, grå, röd, gnejsig	6423250	1305000	2,67	13,1	35 ³										
MGO055505 ⁴	Granit, röd, gnejsig	6425300	1306000	2,63	12,9	43 ³										
MGO055506 ⁴	Granit, grå, gnejsig	6422200	1308500	2,72	17,5	38 ³										
MGO055507 ⁴	Granit, röd, gnejsig	6425400	1308800	2,63	12,9	43 ³										
MGO055508 ⁴	Granit, röd, gnejsig	6425250	1310250	2,64	16,5	44 ³										
MGO055509 ⁴	Granit, röd, gnejsig, ådrad, amfibolitenklaver	6429300	1309500	2,68	15,4	34 ³										
MGO055510 ⁴	Granodiorit, rödgrå, gnejsig, ådrad	6429500	1312250	2,72	18,4	38 ³										
MGO055511 ⁴	Granit, grå, gnejsig	6431300	1301700	2,63	18,3	44 ³										
MGO055512 ⁴	Granit, grå, gnejsig	6429000	1297000	2,64	12,2	44 ³										
MGO055513 ⁴	Tonalit, mörkgrå, finkornig, mylonitiserad	6432500	1300200	2,84	14,3	13 ³										
MGO055514 ⁴	Granit, rödgrå, gnejsig	6444250	1303200	2,64	14,8	35 ³										
MGO055515 ⁴	Granodiorit, grå, gnejsig	6446800	1315400	2,69	15,5	29 ³										
MGO055516 ⁴	Granit, grå, gnejsig	6449150	1312400	2,64	14,0	38 ³										

¹ Enkelprovanalyser.

² Kvalitetsklassning av bergartsprover avseende tillämpning som vägmakadam, järnvägsamakadamballast och betongballast, se vidare bilaga 2 för definition av klassningen.

³ Los Angelesvärdet beräknat genom sprödhetsstalet [LA = (s - 26,1) / 0,82].

⁴ Analyser från "Ballast - grus, bergkross, återvinning. Inventering och program. Bilaga till Alingsås kommun" (Ahlin 1996) och "Inventering av naturgrus samt berg för korsning i Alingsås kommun" (Geologkonsult 1995).

Tabell 3. Bergartsenheter i Alingsås kommun.

Rock units in the municipality of Alingsås.

Bergartsenhet Rock unit	Bergartskod* Rock code
<i>Bergarter väster om Mylonitzonen</i>	
Monzogranit till granodiorit, porfyrisk	61
Granit, gnejsig och ådrad	71
Ögongnejs	72
Monzogranit till granodiorit, gnejsig och ådrad	73, 70
Granodiorit till tonalit, gnejsig och ådrad	74
Mafisk intrusivbergart	76
<i>Bergarter i Mylonitzonen</i>	
Ögongnejs **	69
Granodiorit till tonalit, gnejsig **	79
<i>Bergarter öster om Mylonitzonen</i>	
Granit, gnejsig, anatexit	90
Granitisk gnejs, ådrad	91
Granodioritisk till granitisk gnejs, ådrad	92
Granodioritisk till tonalitisk gnejs, ådrad	93
Amfibolit och gabbroid	94

* Bergartskod (Bkod) är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning.

** = Starkt deformerade bergarter inom Mylonitzonen oavsett om de är djup- eller ytbergarter har i många sammanhang visat sig ha bra till mycket bra bergmekaniska egenskaper. Det beror på att de är dynamiskt omkristalliserade varför en genetisk klassificering kan bli starkt missvisande i detta

Granit till tonalit, gnejsig och ådrad (Bkod 70, 71, 73 och 74)

De nordvästra delarna av Alingsås kommun domineras av röda till ljusgrå gnejsiga graniter till granodioriter (71 och 73). Mindre mängder av granodiorit till tonalit (74, se fig. 6) och monzogranitiska varianter förekommer också. Dessa bergarter anses vara ca 1600 miljoner år gamla. Ådringen är vanligtvis svagare än i bergarterna öster om Mylonitzonen och saknas ibland helt. Kornstorleken är vanligtvis medelkornig och jämnkornig. I de nordvästligaste delarna av kommunen är granat allmänt förekommande i gnejserna vilket kan tyda på en skillnad i metamorf grad jämfört med övriga delar av berggrunden väster om Mylonitzonen (Lundqvist, opublicerat).

Ögongnejs (Bkod 72)

Ögongnejserna bildar en karaktäristisk ledhorisont väster om Mylonitzonen. De återfinns ibland som långsträckta band i anslutning till ytbergartsgnejserna och de anatektiska graniterna (se nedan). De består av i allmänhet röda, rundade och grova (2–7 cm) porfyroblaster av mikroclin, omgivna av en grå, jämn- och medelkornig granodioritisk, vanligen glimmerrik mellanmassa. Vanligtvis är ögongnejserna kraftigt folierade, men i de centrala delarna av de större kropparna övergår de i massformiga ögonförande granitoider.

Monzogranit till granodiorit, porfyrisk, gnejsig (Bkod 61)

Porfyrisk ca 1560 miljoner år gamla monzograniter till granodioriter är vanligt förekommande i grannkommunerna Ale och Lerum men återfinns bara i de västligaste delarna av Alingsås kommun, strax nordväst om sjön Mjörn.



Fig. 4. Röd, fint medelkornig, leukokratisk granit som intruderar svart, gnejsig, ådrad glimmerrik tonalit (JNR045006, 6446610/1314945). Den leukokratiska graniten som bildar större massiv söder om Alingsås är ofta alltför spröd (>30 % i LA-värde) för att duga som klass-2 material. På den här lokalen är dock graniten tillräckligt bra ($K_k = 10,3\%$, LA = 28,9 %) för att duga som klass 2-material tack vare en finare kornstorlek än normalt. Foto Jonny Sangskar.

Red, finely medium-grained, leucocratic granite intruding a dark gneissic, veined, mica-rich tonalite (JNR045006, 6446610/1314945). The leucocratic granite, covering greater areas south of Alingsås, is often too brittle to qualify for class-2 material. At this locality the granite is good enough for class 2 material (STT = 10.3%, LA = 28.9%) because of a finer grain size.



Fig. 5. Starkt ådrad, bandad, gnejsig, medelkornig granit (JNR045001A, 6443743/1308990) med klass 2-egenskaper ($K_k = 14,4\%$, LA = 27,2 %), i närheten av Lo. Foto Jonny Sangskar.

Medium-grained, strongly veined and banded granite with class-2 material properties (STT = 14.4%, LA = 27.2%, JNR045001A, 6443743/1308990), close to Lo.



Fig. 6. Tonalit, gnejsig, ådrad, grovt medelkornig (DLL050175, 6455330/1310640) vid Knutstorp, 2 km norr om Stora Mellby. En migmatisk tonalit i närheten (MGO055084A, 6456200/1309950) ger dåliga tekniska resultat ($K_k = 28,2\%$). Foto Lena Lundqvist.

Tonalite, gneissic, veined, coarsely medium-grained (DLL050175, 6455330/1310640) at Knutstorp, 2 km north of Stora Mellby. A migmatized tonalite nearby (MGO055084A, 6456200/1309950) has poor technical rock properties (STT = 28.2%).

Petrografisk analys

Bergartsprovernas mineralsammansättning och ingående minerals mängdförhållanden har bestämts genom punkträkning av en yta på ca 25 × 20 mm med transmissionsmikroskopi. Resultaten visas i tabell 1. Förhållandena mellan de viktigaste bergartsbildande mineralen kvarts, kalifältspat (mikroklin) och plagioklas bestämmer hur bergarterna ska benämnas. Kvarts- och glimmerinnehållet är av speciell betydelse för bergartens tekniska egenskaper. Dessutom noteras förekomsten av olika mineral som finns i betydligt mindre mängder, s.k. accessorier. För att uppskatta mängden sulfider identifierades opaka mineral (malmmineral) med reflektionsmikroskopi. Vidare har en uppskattning av ingående mineralkorns storlek och bedömning av kornfogar genomförts. De allra flesta prov har en granoblastisk, omkristalliserad korntextur, där kornen har en låg grad av sammanväxning (statiskt omkristalliserad). I ett antal prover från Mylonitzonen har mineralen en mer dynamiskt omkristalliserad korntextur och en högre grad av sammanväxning.

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 2004). 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 granodioriter och tonaliter (18–30 %) väster om Mylonitzonen och i synnerhet de delarna som innefattas av Mylonitzonen (fig. 7). En granodiorit i sydändan av sjön Anten (UJB045061A, 6434733/1302717) innehåller 29 % biotit.

Opaka mineral (sulfider m.m.)

Sulfider som kommer i kontakt med vatten och syre vid t.ex. uppkrossning kan oxideras, varvid pH-värdet i vattnet sänks. Detta sker vanligen genom att det (i första skedet) bildas järnsulfater och svavelsyra. Vid oxidationen kan även metaller frigöras och gå i lösning i lakvattnet. Lakvatten med lågt pH-värde och höga metallkoncentrationer kan orsaka skador på miljön. Vägverket anger att förekomst av ”surt berg”, dvs. berg med sulfidmineral, skall studeras inom vägutredningsområden. Normalt korrelerar svavelhalten i ett bergmaterial mot mängden sulfidmineral. Vid en svavelhalt högre än 0,3 viktsprocent i bergmate-



Fig. 7. Glimmerrik, ådergnejsomvandlad granodiorit till tonalit belägen i den östra flanken av Mylonitzonen (vid E20, ca 2 km nordöst om Tollered). Den grova glimmern bildar kontinuerliga ”band” (svaghetsplan) i bergarten vilket lokalt ger extremt dåliga bergmekaniska egenskaper och problematiserar förutsättningarna för byggnation. Foto Mattias Göransson.

Mica-rich, veined granodioritic to tonalitic gneiss situated in the eastern parts of the Mylonite zone (at E20, appr. 2 km north-east of Tollered). Coarse mica grains form mica-layers within the rock which locally gives extremely poor rock mechanical properties and jeopardize construction and excavation of the rock.

rialet, vilket ungefär motsvarar 0,3 volymprocent pyrit, rekommenderas att speciella åtgärder vidtas. Vid t.ex. lagring och användning av ballast med höga sulfidhalter bör tillgången på syresatt vatten minskas genom t.ex. övertäckning eller deponering under grundvattenytan. Högt svavelhalt skall också undvikas om man planerar att använda materialet till betong. Om sulfidinnehållet är högt bör materialet analyseras kemiskt för att bestämma totalhalten av svavel.

Generellt är halten av opaka mineral och därmed innehållet av sulfidmineral tämligen låg. Den relativa mängden sulfider i 14 bergartsprover med mer än 0,3 volymprocent opaka mineral redovisas i tabell 4.

Tre bergartsprover, FRJ045002A (tonalit), FRJ045003A (mafit) och UJB045062A (amfibolit), har eventuellt en sulfidhalt som överstiger 0,3 volymprocent (se tab. 4) vilket innebär att de kan vara olämpliga att använda för betong-, väg- och järnvägssammanhang utan att speciella åtgärder vidtas eller mer detaljerade undersökningar görs.

Geofysiska parametrar

Den mineralogiska sammansättningen i bergarten avspeglas av de geofysiska egenskaperna. Detta gäller framför allt susceptibiliteten som återger förekomsten av magnetit. Med susceptibilitetsmätningar utförda på provtagningslokalerna och på bergartsprover i laboratorium kan man bättre förstå och tolka mönstret på den magnetiska anomalikartan.

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

Bergarternas strålningsegenskaper redovisas nedan i kapitlet ”Berggrundens strålningsegenskaper”.

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 tab. 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 tab. 1).

Provbeteckning	Opak %	Oxider Oxides:			Sulfider Sulphides:	
		Magnetit Magnetite	Ilmenit Ilmenite	Hematit Haematite	Pyrit Pyrite	Kopparkis Chalcopyrite
FRJ045002A	0,6	++			+++	+
FRJ045003A	2,64	+++		+	+	
FRJ045004A	0,31	+++		+	(+)	
JNR045002A	0,35	+++				
JNR045003A	0,93	+++				
JNR045004A	0,39	+++				
JNR045006A	0,97	+++		+		
JNR045009A	0,39	+	+++			
JNR045010A	0,57	+++		+	+	(+)
JNR045013A	0,38	+++	+	(+)		
UJB045054A	0,57	+++	++		++	(+)
UJB045057A	0,39	+++	+		++	+
UJB045061A	0,57	+++			(+)	
UJB045062A	1,37	+++	++	++	++	

BERGGRUNDENS STRUKTURER, DEFORMATIONSZONER OCH SPRICKOR

De typer av deformation som berggrunden varit utsatt för är i princip av två slag: 1) plastisk deformation 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 har gett upphov till sprickor och förkastningar.

Plastisk deformation har skett under två perioder med bergskedjebildning och tillhörande regionalmetamorfos (storskalig omvandling). Samtliga bergarter är på grund av detta mer eller mindre gnejsiga. I stora delar av kommunen (i synnerhet inom delarna öster om Mylonitzonen) är bergarterna också mer eller mindre ådrade. De olika bergartsleden i kommunen uppträder vanligen som långsträckta, nord-sydligt orienterade enheter parallellt med orienteringen av gnejsigheten och ådringen i bergarterna.

Utöver den övergripande omvandlingen har samtliga bergarter drabbats av efterföljande och stråkvisa plastiska deformationer som resulterat i att bergarterna blivit mer eller mindre mylonitiserade (fig. 8). Detta gäller framför allt bergarter relaterade till Mylonitzonen (69, 79). Mylonitzonen är en flera kilometer bred zon med upprepade förekomster av parallella mylonitiserade stråk. Mellan mylonitstråken finns enheter med bättre bevarade bergarter, men också berggrund som är folierad utan att för den skull ha utvecklats till myloniter. Den plastiska deformationen åtföljs av mer spröda zoner och förkastningar som åtminstone delvis har samma riktning. Utanför Mylonitzonen finns ett antal plastiska deformationszoner, t.ex. nordväst om Stora Mellby, väster om Sollebrunn och söder om Gräfsnäs. Samtliga dessa zoner ligger väster om Mylonitzonen.

Den magnetiska anomalikartan (fig. 3) indikerar en regional, nordostlig strykning för strukturerna nordväst om Mylonitzonen, medan strukturerna som finns längre söderut har en mer nordvästlig karaktär. Anomalimönstret öster om Mylonitzonen antyder komplexa veckstrukturer i berggrunden. Enligt anomalibilden stryker Mylonitzonen i nordvästlig riktning, delvis under sjön Anten. Vid Antens södra kant uppvisar Mylonitzonens anomalimönster ett kraftigt brott som antyder att zonen här har påverkats av en senare rörelse.

Inom Alingsås kommun orsakar långa stråk av bergarter med brant stupning distinkta, långsträckta anomalier om susceptibilitetskontrasten är tillräckligt hög. Flackt liggande bergartsled ger upphov till ett oregelbundet anomalimönster. De två typerna av mönster kan följaktligen gå över i varandra utan avbrott om den generella stupningstrenden hastigt förändras.

De elektriska ledarna visas i blå färgskala på den elektromagnetiska kartan (VLF, fig. 9), där blå färg indikerar en bättre ledningsförmåga. Den mest frekventa riktningen för elektromagnetiska linament har nordostlig strykning beroende på att VLF-sändarens läge förstärker ledningsförmågan i denna rikt-



Fig. 8. Dynamiskt omkristalliserad granit i Mylonitzonen (FRJ041308, 6455245/1316313). De starkast deformerade bergarterna, i synnerhet med en granitisk sammansättning, bör rimligen duga som klass 1-material visar arbetet från intilliggande kommuner (Bergström m.fl. opublicerat). Bergmaterialet bör dock inte användas utan vidare för betongändamål då myloniter normalt bedöms vara mycket alkalisilikareaktiva. Foto Fredrik Hellström.

Dynamically recrystallised granite in the Mylonite zone (FRJ041308, 6455245/1316313). Rocks with a very high degree of deformation, especially those with a granitic composition, will show good technical properties and classify as 1-material. However, the bedrock should not be used for concrete without any further investigation because mylonitic rocks normally have a high alkali-silica reactivity.

ning. Längre söderut i undersökningsområdet dominerar nordvästliga riktningar. De flesta långsträckta magnetiska anomalierna har också en nordöstlig riktning i norr men övergår i ett nordvästligt mönster i söder. Spröda linjer som redovisas på bergkvalitetskartan representerar lågmagnetiska zoner. Dessa zoner kan vara orsakade av förkastningar, sprickgrupper eller ensstaka, större, öppna sprickor.

Sprickriktning och spricktäthet har bedömts på ett flertal provlokaler. Tätheten anges som antal sprickor per meter (SPM se tab. 2). Sprickornas orientering (strykning och stupning) anges i ett urval av stereogram där sprickplanen anges som storcirklar och de associerade polerna till planen visas med konturering för att spegla frekvensen av antalet mätningar med samma orientering.

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

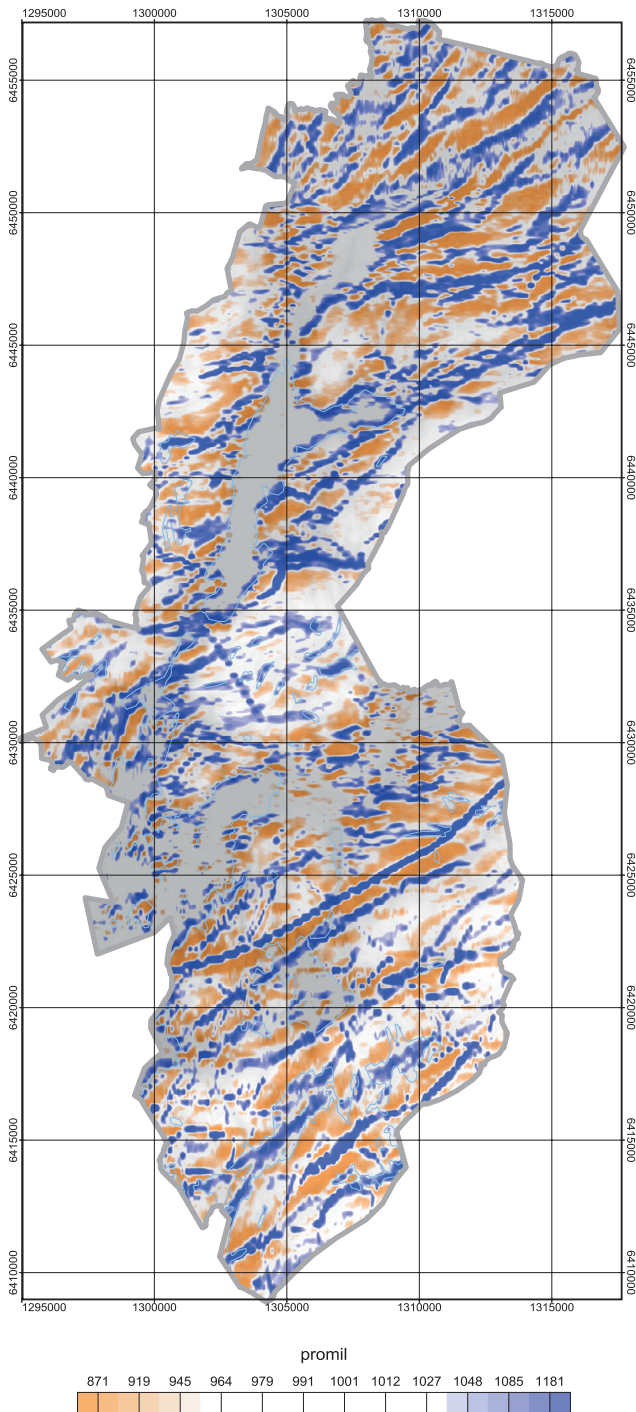


Fig. 9. Elektromagnetisk karta (VLF) över Alingsås kommun. Kartan visar intensiteten av totalmagnetfältskomponenten av den elektromagnetiska signalen från en avlägsen radiosändare i VLF-bandet (very low frequency, 10–30 kHz) överlagd på höjddata. Mätningarna registrerar sekundära elektromagnetiska fält som förorsakas av induktion i elektriska ledare, exempelvis större sprickzoner i berggrunden men även kraftledning och andra störkällor. 1000 promille motsvarar nollnivån och blå färg indikerar god ledningsförmåga. De södra delarna av området mättes med ost–västlig flygriktning under 1970-talet och de centrala till norra delarna (7C NV Borås) under 1990 och 1991 med nord–sydlig riktning. De nordligaste delarna av området (8C SV Lidköping) mättes med ost–västlig flygriktning under 2000 och 2002. Från och med år 2000 har VLF-mätningarna utförts med två sändare. Flygmätningarna utfördes med 200 meters linjeavstånd (400 meters under 2000 och 2002), 16–40 meters mätpunktsavstånd och 30 eller 60 meters flyghöjd (60 meter under 2000 och 2002).

Electromagnetic map (VLF) map of the municipality of Alingsås. The map shows amplitudes of magnetic field of the electromagnetic signal from a remote transmitter in the VLF-band (very low frequency, 10–30 kHz) overlaid on topography data. In the VLF measurements the secondary electromagnetic fields are registered. The secondary field can be induced for example in fracture zones inside bedrock. 1000 per mill represents the zero level. Blue colour indicates zones with higher electrical conductivities. The map is based on the airborne VLF measurements carried out during the 1970's with an east–west flight direction and in the central to northern parts (7C NV Borås) during 1990–1991 with a north–south flight direction. The northern-most parts of the studied area (8C SV Lidköping) were measured with an east–west flight direction during 2000 and 2002. A 30 meter flight height, and a line spacing of 200 meter (60 meter flight height and a line spacing of 400 meter in 2000 and 2002) have been used.

Tabell 5. Dominerande sprickorienteringar.

Dominating fracture orientations.

Strykning / Strike	Stupning / Dip
~ Nord-sydlig / ~ North-south	Brant / Steep
~ Västsydvästlig / ~ West-southwest	Flackt till medelbrant / Shallow to moderate
~ Ost-västlig / ~ East-west	Medelbrant / Moderate
~ Nordnordostlig / ~ North-northeast	Medelbrant till brant / Moderate to Steep

Mer än 50 procent av alla uppmätta sprickor (totalt 425 st.) stupar brant, mer än 80 grader, och hälften av dessa har en nord-sydlig strykning. Brant stupning åskådliggörs i stereogrammen genom att de konturerade polerna ligger närmare centrum. De flesta lokaler med branta sprickor finns öster om Mylonitzonen. I allmänhet är en av de uppmätta sprickgrupperna från respektive lokal mer eller mindre planparallella med foliationen i berggrunden. Samtliga dominerande sprickriktningar återfinns bland de större lineament som identifierats från det geofysiska underlagsmaterialet eller från topografisk information.

BERGGRUNDENS STRÄLNINGSEGENSKAPER

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 gammaindex har beräknats för samtliga mätpunkter och lagrats i SGUs databaser.

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

Gammaindex 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 ^{40}K , ^{226}Ra respektive ^{232}Th , 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 10 visar uranhalter beräknade från flygmätningar inom Alingsås kommun. Områden med förhöjd uranhalt framträder som små prickar med mörkt röda färgnyanser. Markuppföljningen med gamma-spektrometer visar dock att de med flygplan uppmätta, höga uranhalterna bara till viss del orsakas av uran i berggrunden. Gammastrålningsmätningar har genomförts i 77 mätpunkter inom kommunen varav 13 är från lokaler där prover tagits för teknisk analys (se tab. 2). Gammaindex och radiumindex beräknades för samtliga mätpunkter. Vid varje mätpunkt utfördes normalt 2 till 5 mätningar. De flesta bergarter inom Alingsås kommun visar låga gamma- och radiumindex (tab. 2 och 6).

Som framgår av uranhaltskartan har de flesta bergarterna en låg gammastrålning. Vid 6 lokaler överskrids värdena 2,0 för gammaindex alternativt 1,0 för radiumindex vilket motsvarar 200 Bq/kg radium-226. Sex av dessa lokaler ligger nästan längs en nordostlig linje vilken sammanfaller med mylonit-

zonen enligt den magnetiska anomalikartan. Ett relativt högt gammaindex (8,0) och radiumindex (10,8) förekommer mellan sjöarna Mjörn och Anten. Berggrunden vid den här lokalen genomsätts av en pegmatit som har en hög uranhalt (175,3 ppm), vilket ger höga gammaindexvärden. Andra höga värden för gammaindex (3,1) och radiumindex (2,9) har uppmätts norr om sjön Anten. Berggrunden på den här lokalen utgörs av grovporfyrisk granit som har relativt höga uran- (47,1 ppm) och toriumhalter (38,9 ppm). Bergarter med höga gamma- och radiumindex är olämpliga som byggnadsmaterial i byggnader där folk vistas kontinuerligt. Överlag varierar de uppmätta halterna för de undersökta lokalerna från 1,2 % (mafisk bergart) till 8,2 % (pegmatit) för kalium, 0,1 ppm (granodiorit) till 175,3 ppm (pegmatitgranit) för uran, 0,8 ppm (granodiorit) till 63,5 ppm (ortognejs) för torium. Vidare va-

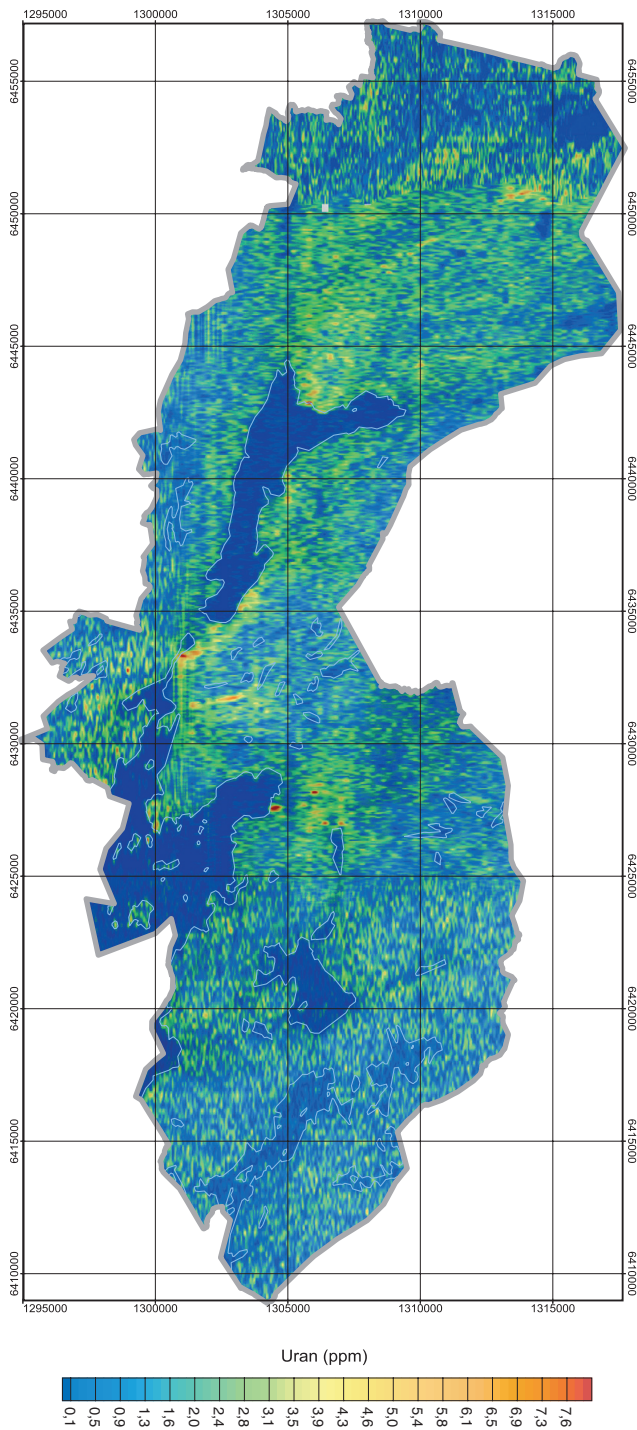


Fig. 10. Karta över markens uranhalt i Alingsås kommun. Kartan visar den beräknade fördelningen av uran i markens ytskikt överlagd på höjddata. Halten uran är uttryckt i ppm ekvivalent uranhalt, vilket innebär att den är beräknad under antagande av radioaktiv jämvikt. De södra delarna av området mättes med ost-västlig flygriktning under 1970-talet och de centrala till norra delarna (7C NV Borås) under 1990 och 1991 med nord-sydlig riktning. De nordligaste delarna av området (8C SV Lidköping) mättes med ost-västlig flygriktning under 2000 och 2002. Från och med år 2000 har VLF-mätningarna utförts med två sändare. Flygmätningarna utfördes med 200 meters linjeavstånd (400 meters under 2000 och 2002), 16–40 meters mätpunktsavstånd och 30 eller 60 meters flyghöjd (60 meter under 2000 och 2002).

Map of uranium concentration of the municipality of Alingsås. The map shows the calculated distribution of uranium in the uppermost layer of the ground overlaid on topography data. The concentration is expressed in ppm equivalent uranium concentration, which is calculated under the assumption of radioactive equilibrium. The map is based on the airborne VLF measurements carried out during the 1970's with an east-west flight direction and in the central to northern parts (7C NV Borås) during 1990–1991 with a north-south flight direction. The northern-most parts of the studied area (8C SV Lidköping) were measured with an east-west flight direction during 2000 and 2002. A 30 meter flight height, and a line spacing of 200 meter (60 meter flight height and a line spacing of 400 meter in 2000 and 2002) have been used.

rierar radiumindex från 0,01 (ortognejs) till 10,79 (pegmatitgranit) och gammaindex från 0,2 (mafisk bergart) till 8,0 (pegmatitgranit). Anomala toriumhalter (63,5 ppm) uppmättes ca 3 km sydost om Genneved (6450579/1316034). De flesta strukturerna i undersökningsområdet är flacka, vilket betyder att mätningarna på ett flertal lokaler gjordes på det översta bandet i gnejserna. Detta kan bidra till en missvisande bild av bergarternas gammastrålningsegenskaper (Antal Lundin m.fl. 2004).

TEKNISKA ANALYSER

Vid lokaler med en bergart som är representativ för ett större område har ca 60 till 80 kg berg provtagits för bergmaterialtester omfattande kulkvarnsanalys, Los Angeles-analys, micro-Devalanalys och alkali-silikareaktivitet. Berget som provtas är 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. Provtagning har skett med slägga och spett. Vid provtagning av de olika bergartsleden har stor vikt lagts vid att provmaterialet varit petrografiskt och bergtekniskt representativt för bergmaterialet vid provlokalen. Vid provtagning i bergtäkter har specifika bergprover tagits ut varför dessa provers egenskaper kan avvika från bulkmaterialets. En jämförelse med bergtäkternas produktionsdata och SGUs provresultat har gjorts i syfte att säkerställa klassificeringen av berget i dessa områden. Totalt har 37 prover från 36 olika lokaler tagits inom ramen för detta projekt. Gammastrålningsmätning har skett vid 13 av dessa lokaler.

Utöver de inom projektet provtagna bergarterna har även de analyser som gjorts i närliggande kommuner, Ale (Eliasson m.fl. 2004a), Lilla Edet (Eliasson m.fl. 2004b), Trollhättan (Eliasson & Bastani 2004b), Vänersborg (Eliasson & Bastani 2004a), Göteborg (Persson m.fl. 2000b), Partille och Lerum (Bergström m.fl., opublicerad), Härryda och Bollebygd (Göransson m.fl., opublicerad) och analysmaterial från kommunala krossbergsinventeringar (Ahlin 1996, Geologkonsult 1995) ingått i tolkningsmaterialet.

Kulkvarnsanalys

Kulkvarnsanalyserna har utförts enligt FAS Metod 259-02 (Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige vilket motsvarar SS-EN 1097-9, Nordiska kulkvarnsmetoden). Krossning har utförts i en rotationskross med 30 mm utloppsspalt och i en laboratoriekäuftkross 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.

Tabell 6. Sammanställning av gammastrålningsmätningar inom Alingsås kommun.

Summary of the measured gamma-radiation in the municipality of Alingsås.

Bkod* Rcode	Bergartsenhet Rock unit	K/P %	U ppm	Th ppm	Radiumindex	Gamma index	Antal Number
47	Pegmatit	4,4	7,8	5,9	0,48	0,90	14
71	Granit, gnejsig och ådrad	3,3	1,9	9,5	0,12	0,62	3
72	Ögongnejs	3,4	2,2	12,7	0,13	0,70	5
73	Monzogranit till granodiorit, gnejsig och ådrad	2,3	2,9	9,8	0,18	0,56	3
74	Granodiorit till tonalit, gnejsig och ådrad	2,5	1,7	7,2	0,11	0,48	5
69	Ögongnejs **	3,8	6,2	18,9	0,38	1,03	10
79	Granodiorit till tonalit, gnejsig **	3,8	5,9	3,0	0,36	0,70	1
90	Granit, leukokratisk	4,8	10,2	17,0	0,77	1,29	8
91	Granitisk gnejs, ådrad	3,7	3,7	17,4	0,23	0,89	22
92	Granodioritisk till granitisk gnejs, ådrad	2,3	2,6	8,8	0,16	0,53	12
93	Granodioritisk till tonalitisk gnejs, ådrad	3,1	1,7	9,1	0,11	0,57	2
94	Amfibolit och gabbroid	1,2	0,7	1,7	0,04	0,19	1

* Bergartskod är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning.

** = Starkt deformerade bergarter inom Mylonitzonen oavsett om de är djup- eller ytbergarter har i många sammanhang visat sig ha bra till mycket bra bergmekaniska egenskaper. Det beror på att de är dynamiskt omkristalliserade varför en genetisk klassificering kan bli starkt missvisande i detta område. Därför har dessa bergarter sammanförts till en egen bergartsgrupp.

Harpsiktning har skett med spaltvidden 6,3 mm för att avlägsna de flisigaste kornen och erhålla ett flisighetstal (jfr. FAS-metod 209-98) som motsvarar storproduktionsdrift, då materialet nöts under längre tid. Analys har i första hand gjorts på enkelprov. Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (se bilaga 2) har dubbelprov utförts. Kulkvarnsvärdena (K_k -värdena) presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheter redovisas i tabell 7.

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergets nötningsmotstånd. De sämsta (högsta) värdena erhåller tonaliter, granodioriter, ögongnejser, granodioritiska till tonalitiska gnejser och äldre mafiska bergarter (medelvärden, 18–36 %). Dessa bergarter är ofta glimmerrika och i många fall jämnkorniga med mer eller mindre utvecklad polygonal textur. Finkorniga till fint medelkorniga graniter både öster om och i synnerhet väster om Mylonitzonen ger ofta kulkvarnsvärden under 14 %. Bergarter i Mylonitzonen ger låga värden (12–14 %) i analogi med resultat från Partille och Lerums kommuner (Bergström m.fl., opublicerad). Det lägsta kulkvarnsvärdet erhålls från en finkornig granit (UJB035021, 6434130/1303428) öster om Mylonitzonen som dock bedöms ha en liten areell utsträckning.

Los Angeles-analys

Krossning och siktning för Los Angeles-analys har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Detta har givit ett flisighetstal (samtliga bergartsmaterial) på 1,30–1,40, vilket gör laboratoriekrossat material jämförbart med material erhållet från storproduktionsdrift. Los Angeles-värdet (LA-värdet) har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-2. Resultaten presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheter redovisas i tabell 7.

LA-värdet är ett mått på bergartens sprödhet. Spridningen av LA-värdena är, liksom för kulkvarnsvärdena, stor inom varje bergartsenhet. Generellt erhåller många av bergartsleden höga till mycket höga (dåliga) LA-värden. Alla bergartsled öster om Mylonitzonen erhåller höga LA-medelvärden (30–34 %). Anatexiter och granitiska gnejser som är relativt jämnkorniga och fattiga på plastiska, järn- och magnesiumförande mineral (amfibol, biotit etc.) erhåller de sämsta värdena. Kraftigt ådergnejsomvandlade och migmatitiserade bergarter ger också relativt dåliga värden. De bästa LA-värdena ger bergarter från Mylonitzonen (14–19 %) tack vare sina finkorniga, ojämnkorniga texturer.

Tabell 7. Medelvärden av kulkvarnsvärde, Los Angeles-värde och micro-Devalvärde för de analyserade bergartsenheter i Alingsås kommun.

Mean values for the results of the studded tyre, Los Angeles and micro-Deval tests of rock units in the municipality of Alingsås.

Bkod* Rcode	Bergartsenhet Rock unit	Kulkvarnsvärde % Studded tyre test value %			Los Angeles-värde % Los Angeles value %			Micro-Devalvärde % Micro-Deval value %		
		Sprid. Interval	Medel- värde Mean value	Antal prov No. of samples	Sprid. Interval	Medel- värde Mean value	Antal prov No. of samples	Sprid. Interval	Medel- värde Mean value	Antal prov No. of samples
61	Monzogranit till granodiorit, porfyrisk		15,4	1		24,2	1			
71	Granit, gnejsig och ådrad	11–15	12,5	4	26–31	28,5	4			
73	Monzogranit till granodiorit, gnejsig och ådrad		20,4	1		38,0	1			
74	Granodiorit till tonalit, gnejsig och ådrad	13–28	18,8	5	16–32	22,4	4			
79	Granodiorit till tonalit, gnejsig **	12–14	12,9	2	14–19	16,2	2			
90	Granit, gnejsig, anatexit	10–14	12,6	3	29–37	33,9	3		9,0	1
91	Granitisk gnejs, ådrad	8–17	12,6	3	22–48	32,1	3	5–10	7,6	2
92	Granodioritisk till granitisk gnejs, ådrad	11–20	14,1	7	26–44	30,5	7	9–13	11,0	2
93	Granodioritisk till tonalitisk gnejs, ådrad	14–22	18,3	7	27–33	29,6	7		11,7	1
94	Amfibolit och gabbroid	21–29	24,4	3	26–36	30,5	3		25,0	1

* Bergartskod är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning.

** = Starkt deformerade bergarter inom Mylonitzonen oavsett om de är djup- eller ytbergarter har i många sammanhang visat sig ha bra till mycket bra bergmekaniska egenskaper. Det beror på att de är dynamiskt omkristalliserade varför en genetisk klassificering kan bli starkt missvisande i detta område. Därför har dessa bergarter sammanförts till en egen bergartsgrupp.

Micro-Devalanalys

Micro-Devalvärdet (M_{DE}) är ett mått på bergets nötningsmotstånd och metoden är snarlik kulkvarnsmetoden. Obundna lager i vägkonstruktion är kravsatta med M_{DE} -metoden och inom de närmsta åren kan denna helt komma att ersätta kulkvarnsmetoden, varför en lokal korrelation mellan de två metoderna anses vara nödvändig att göra. Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Micro-Devalvärdet (M_{DE}) har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-1. Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (se bilaga 2) 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 $M_{DE} = 0,97 \times K_k - 4,24$ ($R^2 = 0,95$) vilket kan jämföras med den korrelation som erhöles av Stenlid (2000), $M_{DE} = 0,86 \times K_k - 2,71$ ($R^2 = 0,95$) och Bergström m.fl. (opublicerad), $M_{DE} = 0,77 \times K_k - 1,51$ ($R^2 = 0,97$).

Alkalisilikareaktivitet (ASR)

Alkalisilikareaktivitet (ASR) är benägenheten (risken) för ett bergmaterial att bilda en alkalisilikagel som ett resultat av att kvarts (kiseldioxid) från ballasten löses upp av den starkt basiska, 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), cristobalit, 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.

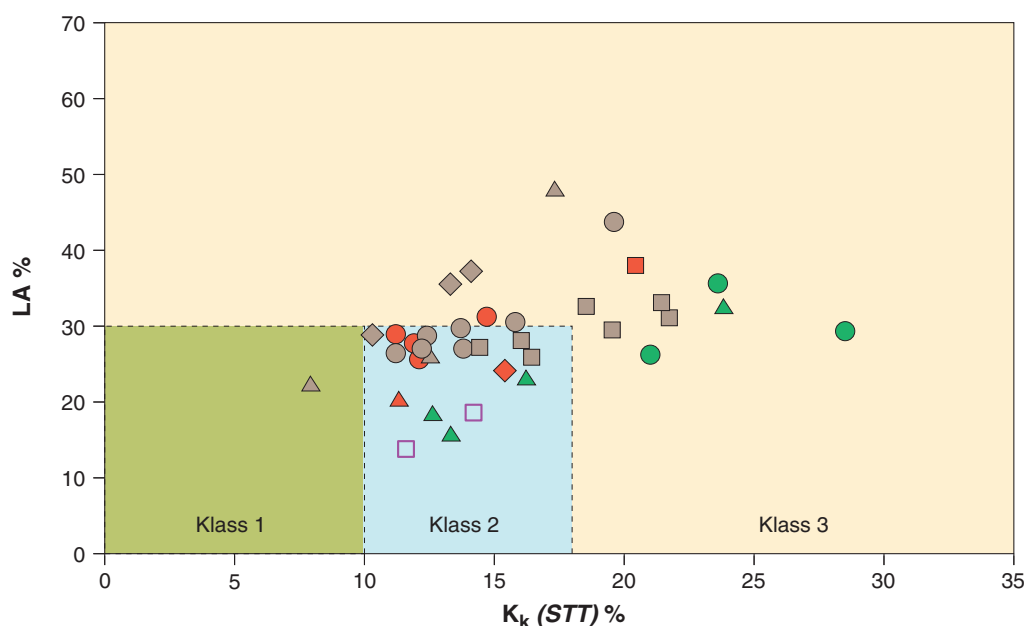
Tunnslip av alla prover har undersökts. Det enda bergartsprovet som bedömts tillhöra ASR-klass 3 är UJB045061A (6434733/1302717). Denna granodiorit är belägen i Mylonitzonen och fler prover från detta område, i synnerhet från norra Alingsås kommun, bedöms vara mycket alkalisilikareaktiva. Kvartsrika, plastiskt deformerade bergarter i detta område bör testas vidare med expansionsförsök av betongprismor RILEM AAR-3 (RILEM 2000b), för att avgöra deras lämplighet som betongballast.

SAMMANSTÄLLNING AV BERGKVALITETSKARTAN

Med utgångspunkt från de analyser som gjorts på olika platser och som ansetts väl representera berggrunden inom undersökningsområdet har en karta över fördelningen av de olika bergkvalitetsklasserna gjorts. Med tanke på berggrundens heterogenitet blir sammanställningen översiktlig. Vanligen urskiljs områden med tre kvalitetsklasser, nämligen 1) god, 2) mindre god och 3) dålig kvalitet. Mer än 50 % av makadamproduktionen i Sverige går till vägbyggnation varför berggrund som är direkt olämplig för detta ändamål är mindre intressant för täktverksamhet. Därför baseras ytindelningen på bergkvalitetskartan främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i ATB VÄG 2004 (Vägverket 2004). En bedömning har parallellt gjorts av övriga analysresultat (jfr Persson & Schouenborg 1995) såsom Los Angeles-värde och potentiell förekomst av alkalisilikareaktivt material samt av geofysisk information. 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, är av enskilda bergartsled. De tekniska egenskaperna för enskilda prover från bergtäkter och markberedningsområdet med blandad berggrund kan följaktligen avvika från vad som erhålls i bergmaterial uttaget genom storproduktionsdrift.

Analysdata som ytklassificeringen är baserad på redovisas i tabell 2 och 7 samt figur 11. Berggrunden öster om Mylonitzonen inom Alingsås kommun domineras av klass 3-material även om det också bedöms finnas stora områden av klass 2-material. Tonalitiska och granodioritiska gnejser från detta om-

råde har vanligtvis alltför höga kulkvarnsvärden (>18 %) och de leukokratiska graniterna är vanligtvis alltför spröda (LA >30 %) för att duga som asfaltmakadam. Undantag från denna regel finns dock när bergarten är tillräckligt finkornig (se fig. 8). De gnejsiga graniter som inte är migmatitiserade klassas som 2-material (t.ex. JNR045005A, 6431100/1308600, $K_k = 11,2$ % och LA 26,5 %). Bergarter inom Mylonitzonen har utsatts för plastisk deformation och erhållit komplicerade kornfogar, i likhet med bergarterna i Kungsbacka och Varbergs kommuner, vilket förbättrat bergarternas tekniska egenskaper. Längst i norr har kraftigt mylonitiserade graniter och granodioriter bedömts vara kommunens enda klass 1-område även om mindre klass 1-områden kan förekomma söderut i Mylonitzonen. Kommunens bästa kulkvarnsvärde kommer från en finkornig granit (UJB035021A, 6434130/1303428, 7,9 %) lokaliserad strax öster om Mylonitzonen. Denna bergarten bedöms dock ha en liten areell utbredning. Bergarterna



- Bergartersheter väster om Mylonitzonen
Rock units west of the Mylonite zone
- ◆ Granit, porfyrisk, gnejsig (61)
Granite, porphyritic, gneissic (61)
 - ▲ Granit till monzogranit, grovt medelkornig (70)
Granite to monzogranite, coarsely medium-grained (70)
 - Granit, gnejsig, ådrad (71)
Granite, gneissic, veined (71)
 - Granodiorit, gnejsig, ådrad (73)
Granodiorite, gneissic, veined (73)
 - ▲ Tonalit, gnejsig, ådrad (74)
Tonalite, gneissic, veined (74)
 - Bergarter relaterade till Mylonitzonen (79)
Bedrock related to the Mylonite zone (79)
- Bergartersheter öster om Mylonitzonen
Rock units east of the Mylonite zone
- ◆ Granit, anatexit (90)
Granite, anatexit (90)
 - ▲ Granitisk gnejs (91)
Granitic gneiss (91)
 - Granitisk till granodioritisk gnejs (92)
Granitic to granodioritic gneiss (92)
 - Granodioritisk till tonalitisk gnejs (93)
Granodioritic to tonalitic gneiss (93)
 - Amfibolit och gabbroid (94)
Amphibolite and gabbroid (94)

Fig. 11. Diagram som visar kulkvarnsvärde (K_k) och Los Angeles-värde (LA) för de olika bergartsproverna i kommunen. 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 studded tyre test value (STT) and Los Angeles-value (LA) for the different rock samples of the municipality. Classification (1–3) for road-material in the diagram is only based on LA and STT why some differences may occur compared to the data in table 2.

väster om Mylonitzonen är mer heterogena med avseende på de tekniska egenskaperna än bergarterna öster om. Finkorniga eller deformerade granodioriter och tonaliter kan ibland duga som klass-2 material. Graniter klassas i allmänhet som klass 2-material. Alla mafiska bergarter i kommunen har bedömts som klass 3-material. I områden som utsatts för kraftig ådergnejsomvandling till migmatitisering är bergkvaliteten betydligt sämre än omgivande mer välbevarad berggrund.

REFERENSER

- Ahlin, S., 1996: Materialförsörjning. Ballast – grus, bergkross, återvinning. Inventering och program. bilaga till *Alingsås kommun, ÖP 95*, 64 s.
- Ahlin, S., 1980a: Berggrundskartan 7C Borås SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 130*.
- Ahlin, S., 1980b: Beskrivning till berggrundskartan 7C Borås SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 130*, 114 s.
- Antal Lundin, I., Bergström, U. & Lundqvist, L., 2004: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. I.H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2003. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 139*, 66–71.
- 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.
- Eliasson, T., & Bastani, M., 2004a: Beskrivning till bergkvalitetskartan Vänersborgs kommun. *Sveriges geologiska undersökning Ba 71 Bk*, 28 s.
- Eliasson, T., & Bastani, M., 2004b: Beskrivning till bergkvalitetskartan Trollhättans kommun. *Sveriges geologiska undersökning Ba 72 Bk*, 22 s.
- Eliasson, T., Bastani, M. & Göransson, M., 2004a: Beskrivning till bergkvalitetskartan Ale kommun. *Sveriges geologiska undersökning Ba 69 Bk*, 22 s.
- Eliasson, T., Bastani, M. & Göransson, M., 2004b: Beskrivning till bergkvalitetskartan Lilla Edets kommun. *Sveriges geologiska undersökning Ba 70 Bk*, 24 s.
- FAS-metod 209-98: Bestämning av flisighetstal. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 6 s.
- FAS-metod 210-01: Bestämning av sprödhetstal. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 5 s.
- FAS-metod 221-98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktninganalys. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 7 s.
- FAS-metod 244-99: Bestämning av LT-index. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 5 s.
- FAS-metod 259-02: Bestämning av kulkvarnsvärde. *Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige*, 5 s.
- Geologkonsult, 1995: Inventering av naturgrus samt berg för krossning i Alingsås kommun, 53 s.
- International Society for Rock Mechanics (ISRM) 1985: Suggested method for determining point load strength. International society for rock mechanics, commission on testing methods. *International journal of rock mechanics and mining sciences and geotechnical abstracts 22*, 51–60.
- 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.
- Lundqvist, I., 1997a: Berggrundskartan 6B Kungsbacka SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 187*.
- Lundqvist, I., 1997b: Beskrivning till berggrundskartan 6B Kungsbacka SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 187*, 88 s.
- Lundqvist, T., Bygghammar, B., Stephens, M.B., Beckholmen, M. & Norling, E., 1995: *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas (digitalt format, karta publicerad i skala 1:1 250 000).
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist, S. & Pamnert, M., 1998a: Beskrivning till bergkvalitetskartan 10I Stockholm NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 202Bk*, 16 s.

- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist, S. & Pammert, M., 1998b: Beskrivning till bergkvalitetskartan 10I Stockholm NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 203Bk*, 15 s.
- Persson, L., Göransson, M., Lundqvist, S., Pammert, M. & Sträng, T., 1998c: Beskrivning till bergkvalitetskartan 11G Västerås SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 204 Bk*, 18 s.
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist, S. & Sträng, M., 2000a: Beskrivning till bergkvalitetskartan 10I Stockholm SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 209 Bk*, 22 s.
- Persson, L., Eliasson, T., Göransson, M., Kero, L., Lundqvist, S. & Sträng, M., 2000b: Beskrivning till bergkvalitetskartan över Göteborgs kommun. *Sveriges geologiska undersökning Ba 59 Bk*, 20 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP, *Sveriges Provning- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik, SP RAPPORT 1995:49*, 42 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1996: Quality classification of rock in Sweden. *European Aggregates. Official Journal of UEPG, Union Européenne des Producteurs de Granulats. UEPG, 2-3/96*, 32-37.
- RILEM Recommended test method AAR-1, 2000a: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method, *Materials and structures* 36, 480-496.
- RILEM Recommended test method AAR-3, 2000b: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates –method for aggregate combinations using concrete prisms, *Materials and structures* 33, 290-293.
- Samuelsson, L., 1978a: Berggrundskartan 7B Göteborg SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 117*.
- Samuelsson, L., 1978b: Beskrivning till berggrundskartan 7B Göteborg SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 117*, 85 s.
- Samuelsson, L., 1985a: Berggrundskartan 7B Göteborg NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 136*.
- Samuelsson, L., 1985b: Beskrivning till berggrundskartan 7B Göteborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 136*, 101 s.
- Stenlid, L., 1996: Klassificering av bergarter med Los Angeles-trumma. *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.
- Svensk Standard, 1997a: SS-EN 1097-1: Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval). *Standardiseringen i Sverige*, 11 s.
- Svensk Standard, 1997b: SS-EN 1097-2: Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Bestämning av motstånd mot sönderdelning. *Standardiseringen i Sverige*, 29 s.
- Svensk Standard, 2000: SS-EN 1367-1: Tests for thermal and weathering properties of aggregates - Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing. *Standardiseringen i Sverige*, 14 s.
- Svensk Standard, 2002: SS-EN 13383-1: Armourstone – Part 1: Specification. *Standardiseringen i Sverige*, 40 s.
- Svensk Standard, 2003: SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg. *Standardiseringskommissionen i Sverige*, 35 s.
- Svensk Standard, 2004a: SS 137003: Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige. *Standardiseringen i Sverige*, 19 s.
- Svensk Standard, 2004b: SS-EN 933-4: Ballast – Geometriska egenskaper – Del 4: Bestämning av kornform – LT-index. *Standardiseringen i Sverige*, 11 s.
- Svensk Standard, 2004c: SS-EN 1097-6: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption. *Standardiseringskommissionen i Sverige*, 3 s.
- Svensk Standard, 2004d: SS-EN 1097-9: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck (Nordiska kulkvarnsmetoden). *Standardiseringen i Sverige*, 12 s.
- Swedish concrete association, 1991. Durable concrete structures. *Concrete Report No. 1 (E)*. *Swedish Concrete Association*, 55 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.
- Wik, N.-G., Lundqvist, I., Selinus, O., Sivhed, U., Sundberg, A. & Wikström, A., 2002: Malmer, industriella mineral och bergarter i Västra Götalands län, inklusive kommunerna Habo och Mullsjö. *Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden 108*, 231 s.
- VVMB 613, 2001: Bestämning av glimmerhalt i materialets finfraktion, Vägverkets metodbeskrivningar till ATB Väg, *VV Publ. 2001:100*, Borlänge, 8 s.
- Vägverket 2004: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion *ATB VÄG 2004 Publ 2004:111*, 541 s.
- Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988, reviderad utgåva 1990*, 160.

GEOFYSISK METODIK

Kommunen Alingsås är täckt genom moderna flyggeofysiska mätningar (magnetiska, elektromagnetiska och radiometriska) samt genom tyngdkraftsmätningar. De södra delarna av området mättes med ost-västlig flygriktning under 1970-talet och de centrala och norra delarna (7C NV Borås) flögs under 1990 och 1991 med nord-sydlig riktning. De nordligaste delarna av området (8C SV Lidköping) mättes med ost-västlig flygriktning under 2000 och 2002. Vid de senare mätningarna har det elektromagnetiska fältet (VLF) mätts med två sändare. Flygmätningarna utfördes med 200 meters linjeavstånd (400 meters i 2000), 16–40 meters mätpunktsavstånd och 30 meters flyghöjd, 2000 och 2002 utfördes mätningar från 60 meters höjd. Flyggeofysiska mätningar används bl.a. för geologisk kartering av litologier och strukturer i berggrunden samt regionaltektonisk forskning. Mer specifikt kan flyggeofysiska data användas bl.a. vid en bedömning av potentiella sprickzoner i berggrunden, för att lokalisera områden med förhöjd gammastrålning samt för att planera de geofysiska markmätningarna. Markbundna undersökningar blir vanligen mest effektiva när de används för att undersöka avvikelser som upptäckts med flyggeofysiska mätningar.

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

Vid flygelektromagnetiska mätningar (VLF) uppmäts den magnetiska komponenten av signalen från en avlägsen radiosändare i VLF-bandet (very low frequency, 10–30 kHz). Metoden används för att detektera elektriskt ledande strukturer i berggrunden såsom vattenfyllda sprickzoner eller förekomst av elektriskt ledande mineral som t.ex. grafit och magnetkis. Fram till början av 1990-talet registrerades vanligen endast det elektromagnetiska fältet (VLF) från en sändare. En nackdel med dessa data är att responsen är beroende av riktningen till sändaren, d.v.s. ledande strukturer som sträcker sig vinkelrät mot riktningen till sändaren kan inte identifieras. Numera utförs VLF-mätningar med två sändare samtidigt och den riktningensberoende effekten har eliminerats. Det är möjligt att beräkna markens skenbara resistivitet från VLF-data vilket innebär att det nu är lättare att urskilja resistiva bergartsenheter från mer konduktiva strukturer. Kombinationen av VLF-data och magnetiska data är ett utmärkt underlag för uppföljning av till exempel grafit- och magnetkisförande stråk i områden med metasedimentär berggrund. Vid flygmätningarna över södra delen av Alingsås kommun utnyttjades endast en sändare medan man för norra delen utnyttjade två sändare (fig. 9).

Flygstrålningsdata baseras på gammastrålning från sönderfall av de naturliga radioaktiva grundämnena kalium (^{40}K), uran (^{238}U) och torium (^{232}Th) inom de översta decimetrarna under markytan. Ett användningsområde för de strålningsdata är att identifiera områden med förhöjd gammastrålning (fig. 10). Halten av framför allt uran påverkar bergartens användbarhet som betongballast.

Vid SGUs tyngdkraftmätningar mätes den vertikala komponenten av gravitationsfältet. Avvikelser i fältet från ett referensfält (referensgeoidfält), s.k. Bougueranomolier, avspeglar variation av berggrundens densitet inom undersökningsområdet. Mätningarna används främst vid berggrundskartläggning och vid prospektering efter malmer.

Bilaga 2

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). Erhållna tekniska analyser har även jämförts med det stora antal som redovisats av Stenlid (1996), Eliasson m.fl. (2004a, b), Eliasson & Bastani (2004a, b), Bergström m.fl. (opublicerad), Göransson m.fl. (opublicerad) och av Persson m.fl. (2000b).

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.

En god korrelation finns mellan sprödhetstal (s , 8–11 mm, FAS-metod 210-01) och Los Angeles-värde (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.

Vägmakadam

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial i väg grundar sig på av Vägverket (2004) fastställda krav i ATB VÄG 2004. Följande generella indelning används som utgångspunkt för klassindelningen för vägmakadam:

1	Berget bedöms kunna användas både som slitlager*, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärde <10 % och Los Angeles-värde <30 %. * = Ej till slitlagerskikt för vägar med höga ÅDT-tal (årsdygnstrafik, motorvägar etc.) för vilka det krävs <7 % K_k . Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
1,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 1 och 2.
2	Färre beläggningstyper för slitlager än klass 1, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärde <18 % och Los Angeles-värde <30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
2,5	Osäker klasstillhörighet mellan klass 2 och 3.
3	Produktion som slitlager och massabeläggningar är starkt begränsad till obefintlig. Bärlager och förstärkningslager är fortfarande möjligt. Kulkvarnsvärde >18 % eller Los Angeles-värde >30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.

Makadamballast för järnväg

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial som makadamballast för järnväg grundar sig på krav uppställda av Banverket (2004). Kraven är en nationell anpassning av Eu:s produktstandard för "Makadamballast för järnvägar" (SS-EN 13450). 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 skall minst uppfylla kraven för kategori LA_{RB}20 (Los Angeles-värde ≤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) får inte överstiga 1 %. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index (längd-tjockleksförhållande, SS-EN 933-4) 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 (framförallt 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 Angeles-värde (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 Angeles-värde (fraktion 10–14) <30 %, glimmerhalt <25 %, ej kvartsit, vattenabsorption <1 %.

Betongballast

Kvalitetsklassningen av berg för betong är främst baserad på en samlad bedömning av kvalitativa parametrar. Det som har legat till grund för klassningen är strålningen, mineralsammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, förekomst av alkalisilikareaktivt material och sulfider, struktur, kornfogning och kornstorlek (se vidare Lagerblad & Trädgårdh 1995, Trädgårdh & Lagerblad 1996, EN 206-1, SS 137003, SS-EN 1097-6, 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 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 gammaindex.
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 gammaindex.

Vattenbyggnadssten

Vid användandet av vattenbyggnadssten (grova aggregat som används i vattenmiljö t.ex. som erosionskydd vid havskust, i sjöar eller vid vattendrag) finns olika krav på bl.a. microDevalvärdet, densitet, tryckhållfasthet och vattenabsorption beroende på vilken typ av hydraulisk miljö som ett bergmaterial skall 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 skall 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.

