

# Beskrivning till bergkvalitetskartan Söderåsen

Lena Persson & Mattias Göransson



ISSN 1652-8336  
ISBN 978-91-7403-040-2

Närmare upplysningar erhålls genom  
Sveriges geologiska undersökning  
Box 670  
751 28 Uppsala  
Tel: 018-17 90 00  
Fax: 018-17 92 10  
E-post: kundservice@sgu.se  
Webbplats: [www.sgu.se](http://www.sgu.se)

Omslagsbild: Grårod, medelkornig, gnejsig granit som har bra tekniska egenskaper,  $A_N$ -värde = 9 % och LA-värde = 22 % och som bryts i bergtäkt 1,5 km nordväst om Stridsvig (MGO075110A, 6234953/1332424). Foto: Mattias Göransson.  
*Greyish-red, medium-grained, gneissic granite with good technical properties,  $A_N$ -value = 9% and LA-value = 22%, quarried 1,5 km northwest of Stridsvig (MGO075110A, 6234953/1332424).*

## INNEHÅLL

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Inledning</b>                                         | <b>5</b>  |
| <b>Metodik</b>                                           | <b>7</b>  |
| <b>Allmän geologi</b>                                    | <b>7</b>  |
| <b>Bergartsbeskrivning</b>                               | <b>7</b>  |
| Gnejs (IIIa)                                             | 12        |
| Granit till granodiorit, gnejsig (IIIb, IIIc)            | 13        |
| Amfiboliter och gabbro (IV)                              | 13        |
| Sandsten (IX)                                            | 14        |
| Diabas (XI)                                              | 14        |
| Basalt (XII)                                             | 14        |
| Mesozoiska sedimentbergarter (XIII)                      | 15        |
| <b>Geofysiska undersökningar</b>                         | <b>15</b> |
| Magnetiska anomalikartan över Söderåsen                  | 16        |
| Geofysiska profilmätningar                               | 16        |
| <b>Petrografisk analys</b>                               | <b>17</b> |
| Skiktsilikater (glimmer m.m.)                            | 18        |
| Opaka mineral (sulfider m.m.)                            | 18        |
| <b>Deformationszoner, sprickor och övriga strukturer</b> | <b>18</b> |
| <b>Berggrundens gammastrålningsegenskaper</b>            | <b>19</b> |
| <b>Tekniska analyser</b>                                 | <b>21</b> |
| Kulkvarnsanalys                                          | 21        |
| Los Angelesanalys                                        | 22        |
| Micro-Devalanalys                                        | 23        |
| Alkalisilikareaktivitet (ASR)                            | 23        |
| <b>Sammanställning av bergkvalitetskartan</b>            | <b>23</b> |
| <b>Referenser</b>                                        | <b>24</b> |
| <b>Bilaga 1. Kvalitetsklassning av prover</b>            | <b>27</b> |



## 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-  
siktsplaneringen ska bergkvalitetskartan kunna erbjuda ett geologiskt underlag för framtida markanvändning och underlätta övergången från grus- till krossbergsproduktion. Bergkvalitetsundersökningen på Söderåsen startade år 2007 och slutfördes under 2008. Undersökningen på Söderåsen har utförts parallellt med arbeten inom områdena Kristianstad, Halmstad, Simrishamn och Romeleåsen (fig. 1).

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

Undersökningsområdet Söderåsen omfattar delar av följande kommuner: Bjuv, Klippan, Svalöv, Åstorp, Ängelholm och Örkellunga. Arealen utgör totalt 400 km<sup>2</sup>. Koordinaterna är angivna enligt rikets nät (RT90). Inom detta område finns bland annat de större orterna Klippan, Ljungbyhed, Stridsvig, Åstorp och Östra Ljungby. I området finns fyra aktiva bergtäkter: Bjärsgård (grå, gnejsig, fint medelkornig granit, 6230154/1334675), Mölletofta (grå, fint medelkornig, förskiffrad till gnejsig granit och diabas, 6234953/1332424), Össjö (mörkt rödgrå, medelkornig, gnejsig granit till granodiorit, 6238960/1328760) och Åstorp (röd till gråröd, medelkornig, gnejsig granit, 6225950/1522720).

De tryckta berggrundskartorna 1:50 000 3C Helsingborg SO (Wikman m.fl. 1993) och NO (Wikman & Sivhed 1992) samt delar av 3C Helsingborg NV (Norling & Wikman 1990) och SV (Sivhed & Wikman 1986) i skala 1:50 000 täcker hela undersökningsområdet (fig. 2).

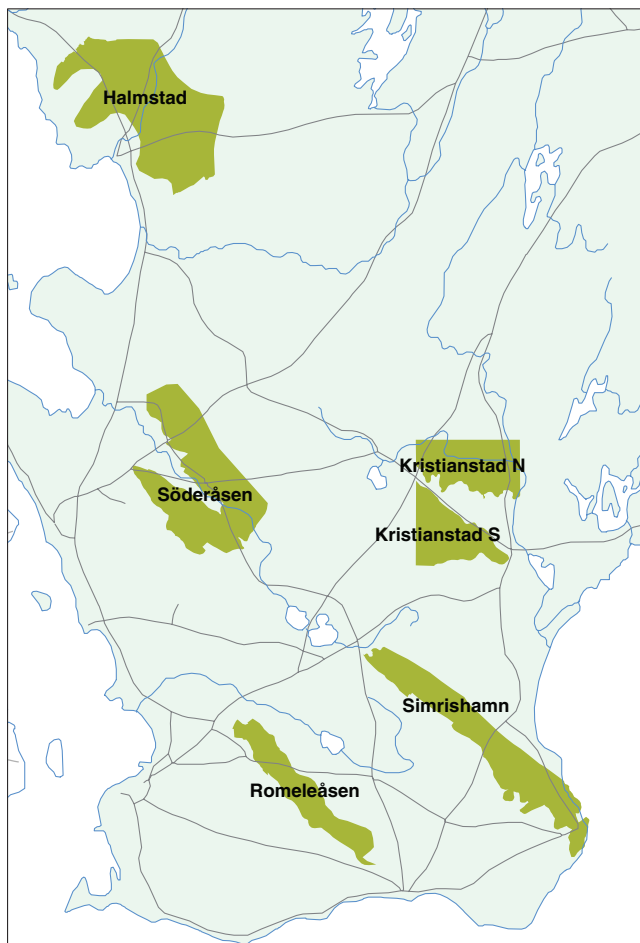


Fig. 1. Projektområdet.  
*The Project area.*

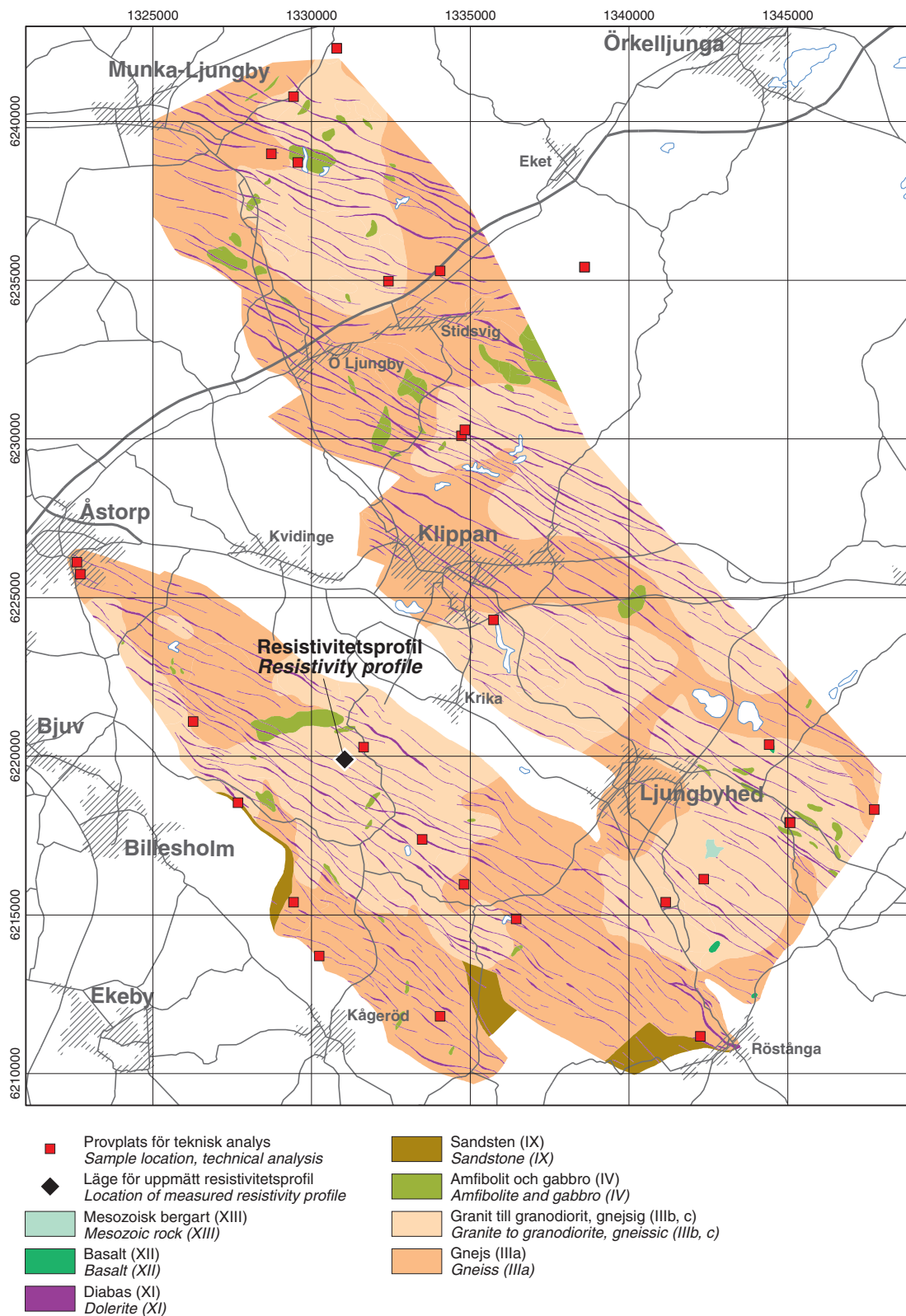


Fig. 2. Förenklad berggrundskarta över projektområdet. Från Norling & Wikman (1990), Wikman m.fl. (1993), Sivhed & Wikman (1986) och Wikman & Sivhed (1992).

*Simplified bedrock map of the project area. From Norling & Wikman (1990), Wikman et. al. (1993), Sivhed & Wikman (1986) and Wikman & Sivhed (1992).*



## METODIK

Bergkvalitetskartan bygger på den tidigare genomförda berggrundskarteringen och grundar sig på närmare undersökningar av ett antal valda lokaler i de dominerande bergartsenheterna. Från var och en av dessa lokaler har ca 70 kg 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 även på andra 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 de tekniska analysvärdena i tabell 2.

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

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

Data om djupet till berggrundsytan (jorddjupet) har erhållits från SGUs brunnarsarkiv och redovisas i tre klasser, nämligen <2, 2–5 och >5 meter. Totalt redovisas 443 brunnar och i 171 av dem är jorddjupet större än eller lika med 10 m. Det största uppmätta jorddjupet (49 m) finns i en brunn vid Ljunghuset (6225900/1336600) i tätorten Klippan.

## ALLMÄN GEOLOGI

Kartområdet uppvisar en stor variation av bergarter med olika bildningsåldrar. Den stora spännvidden av bergarter orsakas av områdets placering i anslutningen till den Fennoskandiska urbergssköldens södra gräns, den s.k. Fennoskandiska gränzonen.

Området ligger inom den del av gränzonen som benämns Tornquistzonen, ett brett tektoniskt bälte som korsar 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, de skånska åsarna (horstarna) och mellanliggande gravsänkor.

Berggrunden består främst av gnejser av okänt ursprung och av gnejsgraniter (fig. 2), och ingår i den del av sydvästsvenska gnejsregionen som benämns "Östra segmentet". Regionen utgör Östra segmentets sydvästligaste del.

## BERGARTSBESKRIVNING

Nedan följer en generaliserad gruppindelning (bergartskod III–VIII) av bergarterna inom projektområdet. Bergartskoden är en unik beteckning för de olika relevanta och identifierade bergartsenheterna i området, och används för att gruppera, jämföra och tolka de olika analysresultaten. Bergartskoden används i tabellerna med mineralogiska och tekniska analyser (tabell 1 och 2). Bergartsenheterna i Söderåsenområdet finns redovisade i tabell 3.

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

*Modal composition (volume-%) and grain size (mm) of rocks from the map area Söderåsen. Rcode is a grouping parameter based on the age and composition of the rock. "Other" contains serpentinite, apatite, muscovite, epidote, calcite, zircon, ilmenite, fluorite and talc. 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  | Titanit | Klorit   | Granat | Amfibol   | Opak   | Pyroxen           | Övrigt |
|------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------------|-------------|---------|---------|----------|--------|-----------|--------|-------------------|--------|
| Sample     | Rcode | Rock description                                                                  | Grain-size (mm)     | Quartz | Pot.feldspar | Plagioclase | Biotite | Sphene  | Chlorite | Garnet | Amphibole | Opaque | Pyroxene          | Other  |
| MEK070518A | IIlb  | Granit, grå till rödgrå, medelkornig, ojämnkornig, porfyroblastisk, gnejsig       | 0,1–2,0<br>2,0–5,5  | 26,6   | 33,4         | 22,0        | 2,0     | s       | 4,2      | 9,8    | 1,4       | 0,6    |                   |        |
| MEK070519A | IIla  | Granitisk gnejs, rödgrå, fint medelkornig, ojämnkornig, ådrad                     | 0,2–1,0<br>0,05–0,2 | 19,8   | 25,6         | 41,0        | 3,6     | 1,4     | s        | 7,0    | 0,8       | 0,8    |                   |        |
| MEK070520A | IIla  | Granitisk gnejs, ljust röd, finkornig till fint medelkornig                       | 0,2–1,5<br>0,05–0,2 | 35,4   | 33,6         | 29,0        | 0,6     | 0,4     |          |        | 0,8       | 0,2    |                   |        |
| MEK070521A | IIla  | Granitisk gnejs, röd till grå-röd, medelkornig                                    | 0,1–0,5<br>0,5–1,3  | 26,6   | 25,8         | 37,6        | 4,0     | 0,2     | 3,2      |        | 1,6       | 1,0    |                   |        |
| MEK070522A | XI    | Diabas, mörkt grå, finkornig, metamorf                                            | 0,2–0,6<br>0,6–2,0  | 4,2    | s            | 47,6        | 1,6     | 7,0     |          |        | 6,6       | 22,2   | 10,8 <sup>1</sup> |        |
| MEK070523A | IIla  | Granodioritisk gnejs, grå-röd, fint medelkornig, mineralinjerad                   | 0,5–2,0<br>0,05–0,5 | 25,0   | 13,2         | 54,8        | 2,4     | 0,2     | s        | 0,2    | 2,4       | 1,2    | 0,6               |        |
| MEK070524A | IV    | Amfibolit, mörkt grå, finkornig, folierad                                         | 0,1–1,0<br>0,05–0,1 | 1,4    | s            | 43,6        | 2,4     |         | 10,8     | 17,4   | 5,4       | 17,4   | 1,6               |        |
| MEK070525A | IIla  | Gnejs, grå-röd, medelkornig, ådrad                                                | 0,2–1,2<br>0,05–0,2 | 28,6   | 32,6         | 28,6        | 0,8     |         | 0,2      | 5,8    | 2,6       | 0,8    |                   |        |
| MEK070526A | IIlb  | Granit, grå till rödgrå, fint medelkornig, ådrad, gnejsig                         | 0,2–1,2<br>0,05–2,2 | 23,0   | 30,4         | 35,8        | 1,8     | 1,2     | 5,4      | 2,0    | 0,4       | 0,4    |                   |        |
| MEK070527A | IIla  | Gnejs, grå-röd, medelkornig, ådrad                                                | 0,3–2,0<br>0,05–0,3 | 16,4   | 30,8         | 45,2        | 3,0     | 0,2     | 1,6      |        | 0,4       | 2,2    |                   |        |
| MEK070528A | IIlb  | Granit, ljust grå-röd, fint medelkornig, svagt gnejsig                            | 0,2–2,0<br>0,05–0,2 | 24,6   | 37,0         | 31,6        | 3,6     | 1,4     | 0,2      |        | 1,0       | 0,6    |                   |        |
| MGO075102A | IX    | Kvartsitisk sandsten, ljust grå, mycket finkornig till finkornig                  | 0,3–0,6<br>0,6–0,9  | 94,2   | 0,2          | 4,4         |         | 0,2     |          |        | 0,8       | 0,2    |                   |        |
| MGO075103A | IIlb  | Aplit, ljust grå till brungrå, mycket finkornig till finkornig                    | 0,05–0,2<br>0,2–0,5 | 27,8   | 25,4         | 40,0        |         | s       |          |        | 2,8       | 4,0    |                   |        |
| MGO075104A | XI    | Diabas, svart, fint medelkornig, massformig                                       | 0,4–1,2<br>0,05–0,4 | 5,4    | s            | 45,0        | 0,6     | 6,6     | s        |        | 10,2      | 24     | 8,2 <sup>2</sup>  |        |
| MGO075105A | IIlb  | Granit, grå, fint medelkornig, förskiffrad till gnejsig                           | 0,1–1,2<br>1,2–2,0  | 24,8   | 20,0         | 45,0        | 1,4     | s       | 0,2      | 6,4    | 1,8       | 0,4    |                   |        |
| MGO075108A | IIlb  | Granit till granodiorit, mörkt rödgrå, fint medelkornig till medelkornig, gnejsig | 0,1–1,6<br>1,6–2,5  | 29,0   | 14,2         | 38,4        | 4,0     | s       | s        | 0,4    | 10,0      | 3,2    | 0,8               |        |
| MGO075109A | IIlc  | Granit till granodiorit, röd, grovt medelkornig, porfyrisk, gnejsig               | 0,3–2,0<br>2,0–4,0  | 27,4   | 31,6         | 31,2        | 1,8     | 0,6     | 5,4      | 2,0    |           |        |                   |        |
| MGO075110A | IIlb  | Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig, gnejsig                                 | 0,3–1,0<br>1,0–2,5  | 31,4   | 33,0         | 27,6        | 0,4     | s       | 0,8      | 0,2    | 4,8       | 0,8    | 1,0               |        |



| Prov       | Bkod  | Bergartsbeskrivning                                                                                  | Kornstorlek (mm)    | Kvarts | Kalifältspat | Plagioklas  | Biotit  | Titanit | Klorit   | Granat | Amfibol   | Opak   | Pyroxen  | Övrigt           |
|------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------------|-------------|---------|---------|----------|--------|-----------|--------|----------|------------------|
| Sample     | Rcode | Rock description                                                                                     | Grain-size (mm)     | Quartz | Pot.feldspar | Plagioclase | Biotite | Sphene  | Chlorite | Garnet | Amphibole | Opaque | Pyroxene | Other            |
| MGO075111A | XII   | Basalt, svart, mycket finkornig                                                                      | 0,01–0,1<br>0,2–1,4 |        |              |             |         |         |          |        |           |        |          |                  |
| MGO075112A | IIla  | Granit, röd, medelkornig, mineralinjerad                                                             | 0,5–2,0<br>2,0–4,0  | 30,2   | 32,2         | 33,6        | 3,4     | 0,2     | s        | 0,2    |           | 0,2    |          |                  |
| MGO075113A | IIla  | Granitisk gnejs, grå till rödgrå, finkornig till fint medelkornig, ådrad, mineralinjerad             | 0,2–0,6<br>0,6–2,0  | 23,8   | 20,0         | 43,6        | 1,6     |         |          | 0,2    | 8,8       | 1,8    |          | 0,2              |
| MGO075114A | IIlc  | Granit, röd till grå-röd, medelkornig, porfyrisk                                                     | 0,2–3,0<br>3,0–11,5 | 30,0   | 38,0         | 23,8        | 2,2     | s       | s        | 1,2    | 4,8       | s      |          |                  |
| MGO075115A | IIla  | Granitisk gnejs, grå, finkornig till fint medelkornig, mineralinjerad, ådrad                         | 0,1–0,5<br>0,5–1,2  | 24,6   | 20,4         | 36,0        | 5,6     | 1,4     | s        |        | 9,8       | 1,6    |          | 0,6              |
| MGO075116A | IIlc  | Granit, rödgrå till grå-röd, grovt medelkornig, porfyrisk, gnejsig                                   | 0,3–0,6<br>0,6–0,9  | 94,2   | 0,2          | 0,4         |         | 0,2     | s        |        |           | 0,8    |          | 4,2 <sup>3</sup> |
| MGO075117A | IIla  | Granodioritisk gnejs, grå till rödgrå, finkornig till medelkornig, starkt deformerad, mineralinjerad | 0,2–1,0<br>1,0–3,0  | 28,4   | 10,4         | 55,6        | s       | s       | 4,8      |        |           | 0,6    |          | 0,2              |

1 Till övervägande del serpentin; *serpentine most abundant*.

2 Till övervägande del apatit; *apatite most abundant*.

3 Till övervägande del muskovit; *muscovite most abundant*.

Tabell 2. Tekniska analysvärden och användbarhetsklassificering av prover från Söderåsen för väg, järnväg och betong (se text). Bkod är bergartskod,  $\rho_3$  är korndensitet,  $A_N$  är kulkvarnsvärde,  $LA$  är Los Angelesvärde,  $M_{DE}$  är micro-Devalvärde,  $RA$  är radiumindex,  $m_\gamma$  är aktivitetindex och  $ASR$  är alkaliskareaktivitet.

*Technical analyses and classification of samples from the map area of Söderåsen for pavement constructions (mainly wearing courses), as railway trackbed ballast, and as concrete ballast. Rcode = bedrock code,  $\rho_3$  = particle density,  $A_N$  = studded tyre test value,  $LA$  = Los Angeles value,  $M_{DE}$  = micro-Deval value,  $RA$  = activity index, and  $ASR$  = alkali silica reactivity.*

| Prov       | N-S-koordinat  | O-V-koordinat  | Bergartsbeskrivning (fältbedömning)                                                                  | Bkod  | $\rho_3$ g/cm <sup>3</sup> | $A_N$ % | $LA$ % | $M_{DE}$ % | $RA$ | $m_\gamma$ | ASR | Bergkvalitetsklassning Väg       | Betong   |
|------------|----------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|---------|--------|------------|------|------------|-----|----------------------------------|----------|
| Sample     | N-S coordinate | E-W coordinate | Rock description (field observation)                                                                 | Rcode | $\rho_3$ g/cm <sup>3</sup> | $A_N$ % | $LA$ % | $M_{DE}$ % | $RA$ | $m_\gamma$ | ASR | Rock quality classification Road | Concrete |
| MEK070518A | 6216112        | 1342350        | Granit, grå till rödgrå, medelkornig, ojämnkornig, porfyroblastisk, gnejsig                          | IIlb  | 2,71                       | 12,0    | 31,4   | 8,0        | 0,1  | 0,7        | 1   | 3                                | 1        |
| MEK070519A | 6218308        | 1347723        | Granitisk gnejs, rödgrå, fint medelkornig, ojämnkornig, ådrad                                        | IIla  | 2,68                       | 14,0    | 39,4   | 9,2        | 0,1  | 0,6        | 1   | 3                                | 1        |
| MEK070520A | 6214865        | 1336446        | Granitisk gnejs, ljust röd, finkornig till fint medelkornig                                          | IIla  | 2,62                       | 14,5    | 45,0   | 8,6        | 0,2  | 0,7        | 1   | 3                                | 1        |
| MEK070521A | 6225722        | 1322716        | Granitisk gnejs, röd till grå-röd, medelkornig                                                       | IIla  | 2,64                       | 8,8     | 22,8   | 5,6        | 0,2  | 0,9        | 2   | 1                                | 1        |
| MEK070522A | 6226101        | 1322606        | Diabas, mörkt grå, finkornig, metamorf                                                               | XI    | 2,96                       | 18,7    | 12,7   | 15,6       |      |            | 1   | 3                                | 1        |
| MEK070523A | 6221085        | 1326271        | Granodioritisk gnejs, grå-röd, fint medelkornig, mineralinjerad                                      | IIla  | 2,66                       | 13,9    | 32,9   | 9,3        | 0,1  | 0,7        | 1   | 3                                | 1        |
| MEK070524A | 6238697        | 1329563        | Amfibolit, mörkt grå, finkornig, folierad                                                            | IV    | 3,17                       | 28,3    | 28,5   | 26,5       | 0,0  | 0,2        | 1   | 3                                | 2        |
| MEK070525A | 6235288        | 1334046        | Gnejs, grå-röd, medelkornig, ådrad                                                                   | IIla  | 2,68                       | 9,3     | 22,5   | 6,0        | 0,1  | 0,7        | 1   | 1                                | 2        |
| MEK070526A | 6224280        | 1335730        | Granit, grå till rödgrå, fint medelkornig, ådrad, gnejsig                                            | IIlb  | 2,68                       | 9,4     | 22,3   | 6,0        | 0,1  | 0,6        | 1   | 1                                | 2        |
| MEK070527A | 6217902        | 1345054        | Gnejs, grå-röd, medelkornig, ådrad                                                                   | IIla  | 2,65                       | 12,3    | 28,2   | 7,2        | 0,1  | 0,7        | 1   | 2                                | 1        |
| MEK070528A | 6217900        | 1345072        | Granit, ljust grå-röd, fint medelkornig, svagt gnejsig                                               | IIlb  | 2,64                       | 11,5    | 31,3   | 7,1        | 0,1  | 0,7        | 1   | 3                                | 1        |
| MEK070529A | 6217367        | 1333490        | Diabas, mörkt grå till rödgrå, finkornig, massformig                                                 | XI    | 2,89                       | 9,5     | 12,4   | 9,0        |      |            | 1   | 1                                | 1        |
| MGO075102A | 6218526        | 1327680        | Kvartitisk sandsten, ljust grå, mycket fin- till finkornig                                           | IX    | 2,62                       | 8,0     | 19,8   | 5,1        |      |            | 3   | 1                                | 3        |
| MGO075103A | 6215387        | 1329434        | Aplit, ljust grå till brungår, mycket fin- till finkornig                                            | IIlb  | 2,63                       | 12,2    | 20,9   | 9,9        |      |            | 1   | 2                                | 1        |
| MGO075104A | 6230084        | 1334719        | Diabas, svart, fint medelkornig, massformig                                                          | XI    | 3,01                       | 11,2    | 12,1   | 10,1       | 0,0  | 0,1        | 1   | 2                                | 1        |
| MGO075105A | 6230270        | 1334827        | Granit, grå, fint medelkornig, forskiffrad till gnejsig                                              | IIlb  | 2,67                       | 10,3    | 20,9   | 6,6        | 0,1  | 0,7        | 2   | 2                                | 1        |
| MGO075108A | 6238971        | 1328735        | Granit till granodiorit, mörkt rödgrå, fint medelkornig till medelkornig, gnejsig                    | IIlb  | 2,70                       | 10,1    | 21,8   | 6,6        | 0,1  | 0,6        | 2   | 2                                | 1        |
| MGO075109A | 6240770        | 1329439        | Granit till granodiorit, röd, grovt medelkornig, porfyrisk, gnejsig                                  | IIlc  | 2,68                       | 11,1    | 24,9   | 7,5        | 0,1  | 0,6        | 1   | 2                                | 1        |
| MGO075110A | 6234953        | 1332424        | Granit, rödgrå till grå-röd, medelkornig, gnejsig                                                    | IIlb  | 2,65                       | 8,6     | 21,6   | 5,3        | 0,1  | 0,8        | 2   | 1                                | 1        |
| MGO075111A | 6220356        | 1344415        | Basalt, svart, mycket finkornig                                                                      | XII   | 2,91                       | 9,1     | 12,0   | 7,0        | 0,1  | 0,2        | 1   | 1,5                              | 1        |
| MGO075112A | 6215953        | 1334800        | Granit, röd, medelkornig, mineralinjerad                                                             | IIla  | 2,62                       | 11,7    | 29,9   | 8,2        | 0,2  | 0,6        | 1   | 2,5                              | 2        |
| MGO075113A | 6213694        | 1330241        | Granitisk gnejs, grå till rödgrå, finkornig till fint medelkornig, ådrad, mineralinjerad             | IIla  | 2,68                       | 9,1     | 19,4   | 5,9        | 0,1  | 0,8        | 2   | 1                                | 1        |
| MGO075114A | 6220279        | 1331642        | Granit, röd till grå-röd, medelkornig, porfyrisk                                                     | IIlc  | 2,64                       | 9,3     | 21,9   | 5,8        | 0,5  | 1,5        | 1   | 1                                | 2        |
| MGO075115A | 6211798        | 1334055        | Granitisk gnejs, grå, finkornig till fint medelkornig, mineralinjerad, ådrad                         | IIla  | 2,70                       | 9,9     | 21,6   | 6,6        | 0,2  | 0,6        | 2   | 1                                | 1        |
| MGO075116A | 6215386        | 1341162        | Granit, rödgrå till grå-röd, grovt medelkornig, porfyrisk, gnejsig                                   | IIlc  | 2,66                       | 11,7    | 31,0   | 7,2        | 0,5  | 1,8        | 1   | 3                                | 2        |
| MGO075117A | 6211164        | 1342247        | Granodioritisk gnejs, grå till rödgrå, finkornig till medelkornig, starkt deformerad, mineralinjerad | IIla  | 2,64                       | 11,4    | 26,6   | 8,0        | 0,2  | 0,7        | 1   | 2                                | 1,5      |

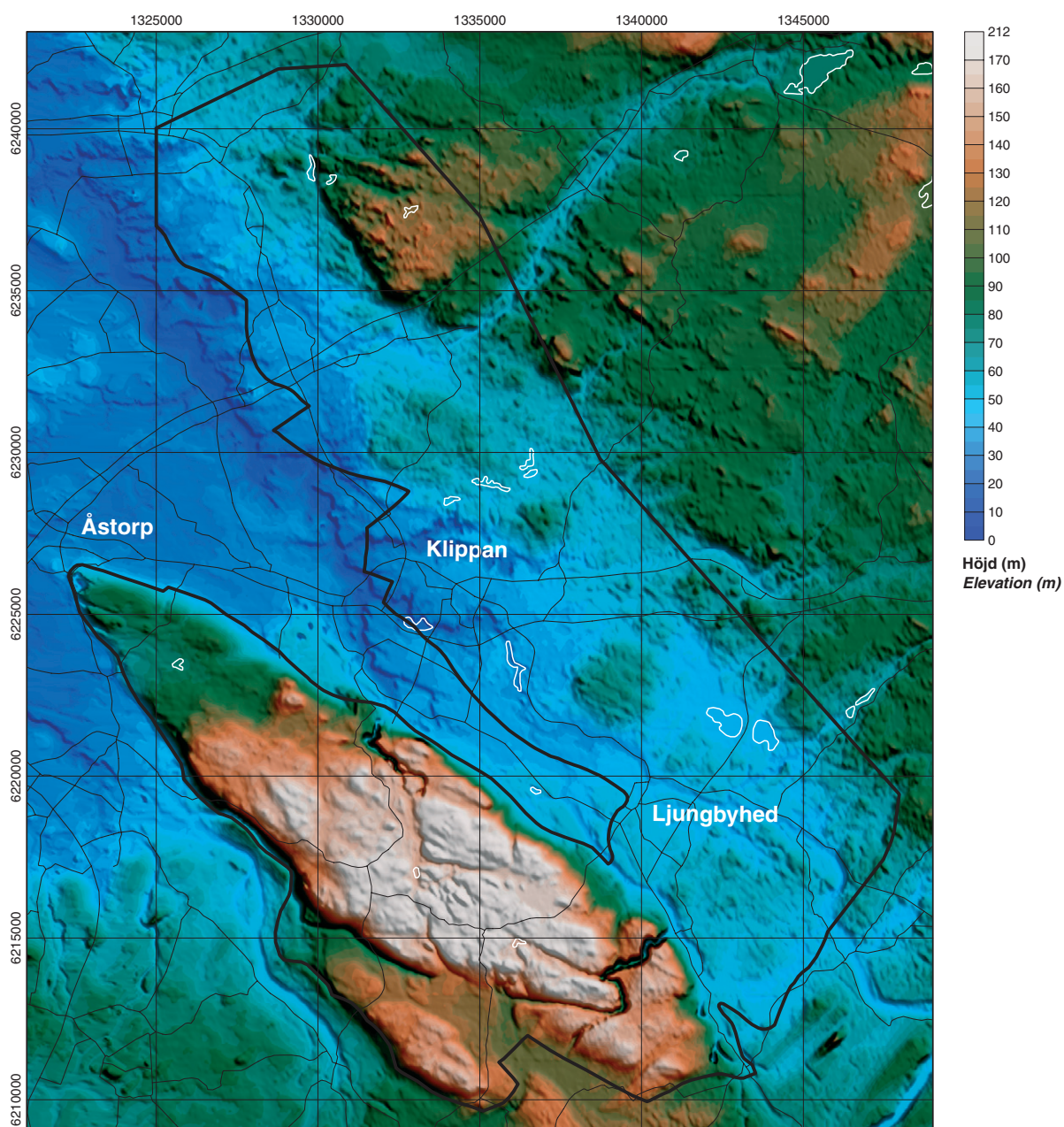


Fig. 3. Höjdreliëfkarta över projektområdet. Kartan baseras på Lantmäteriets digitala höjddatabank med 50 m rutnät.  
*Topographic relief map over the project area. The map is based on the digital 50 m elevation database from the National Land Survey of Sweden.*

Tabell 3. Bergartsenheter i kartområdet Söderåsen.  
*Rock units in the map area of Söderåsen.*

| Bergartsenhet                              | Bkod*        |
|--------------------------------------------|--------------|
| <i>Rock unit</i>                           | <i>Rcode</i> |
| Gnejs                                      | IIIa         |
| Granit till granodiorit, gnejsig           | IIIb         |
| Granit och granodiorit, gnejsig, porfyrisk | IIIc         |
| Amfibolit och gabbro                       | IV           |
| Sandsten                                   | IX           |
| Diabas                                     | XI           |
| Basalt                                     | XII          |
| Mesozoiska sedimentbergarter               | XIII         |

\* Bergartskoden är baserad på bergartens stratigrafiska läge och sammansättning.



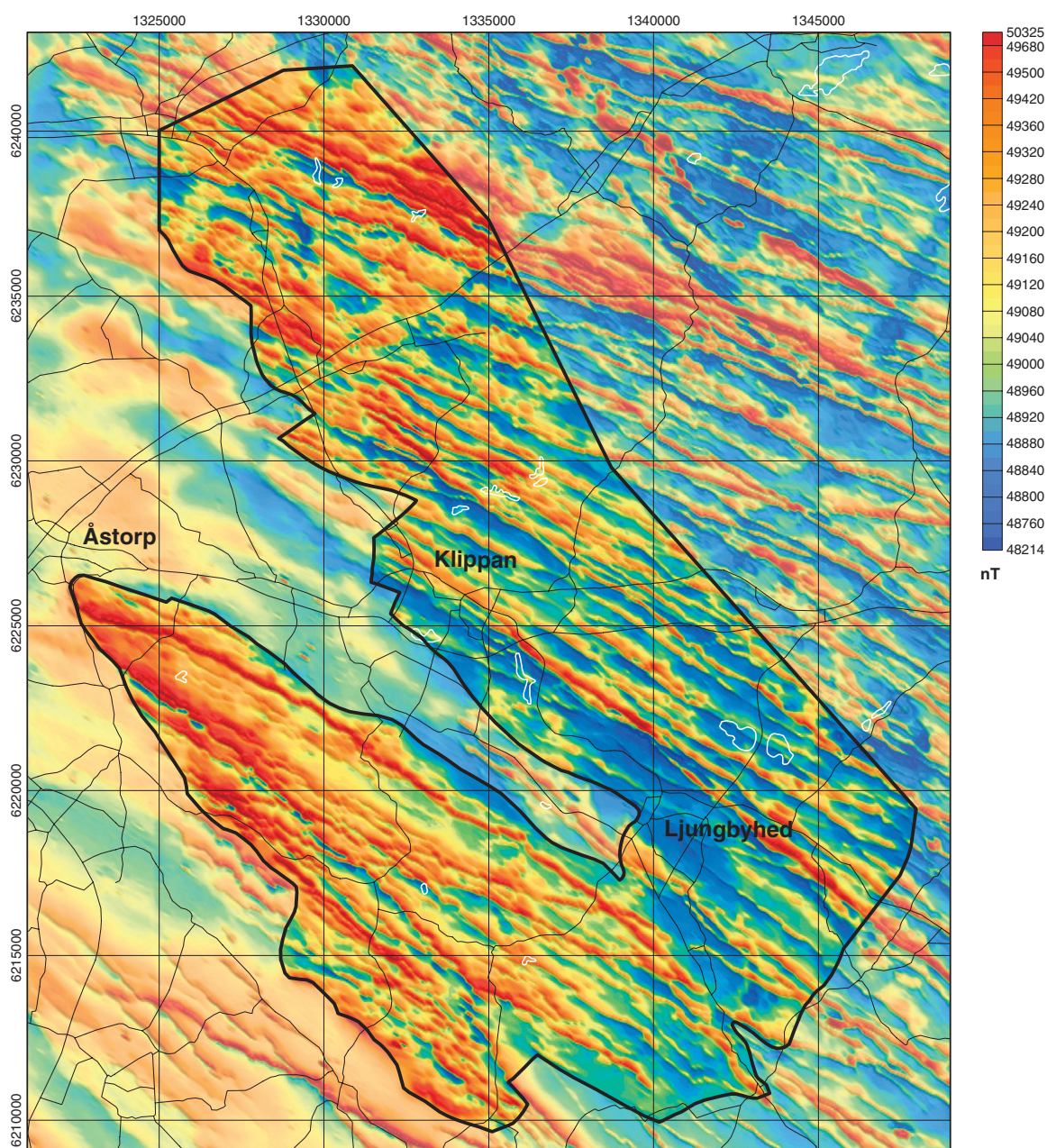


Fig. 4. Magnetisk anomalikarta över projektområdet. Kartan baseras på SGUs flygmätningar utförda år 1975 och 1977 med ett linjeavstånd av 200 m. Flyghöjden är ca 30 m och punktavståndet 40 m.

*Magnetic anomaly map over the project area. Airborne data were collected by SGU during 1975 and 1977 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 30 m and a sampling interval of 40 m.*

För en noggrannare beskrivning hänvisas till tidigare publicerade berggrundsbeskrivningar (Norling & Wikman 1990, Wikman m.fl. 1993, Sivhed & Wikman 1986, Wikman & Sivhed 1992).

## Gnejs (Illa)

Gnejserna är vanligen kraftigt omarbetade (metamorfoserade och deformerade) vilket försvårar tolkningen av den ursprungliga bergarten. Bergarterna uppvisar mer eller mindre migmatitisk omvandling, med ställvis kraftig migmatisering. Vanligen uppvisar bergarten en ådring vilken vanligen saknas hos graniterna och granodioriterna. Gnejserna indelas deskriptivt i två undergrupper (Wikman & Sivhed 1992, Wikman m.fl. 1993): gräröd till röd med granitisk sammansättning (fig. 5) och rödgrå till grå med





Fig. 5. Gråröd, medelkornig, veckad, granitisk gnejs (MEK070525A, 6235288/1334046) med bra tekniska egenskaper:  $A_N$ -värde = 9 % och LA-värde = 22 %. Foto: Mattias Göransson.

*Greyish red, medium-grained, folded, granitic gneiss (MEK070525A, 6235288/1334046) with good technical properties:  $A_N$ -value = 9% and LA-value = 22%.*

granodioritisk sammansättning. Inom dessa grupper finns en viss variation, och båda bergartsgrupperna kan förekomma sida vid sida i en enskild häll. Den rödgrå till grå gnejsvarianten bedöms vara den vanligast förekommande av de två i området. Röd gnejs har betydligt högre halt av kalifältspat och lägre halt av biotit och hornblände än grå. Kornstorleken är vanligen finkornig till fint medelkornig, men medelkorniga varianter förekommer också.

### Granit till granodiorit, gnejsig (IIIb, IIIc)

Graniter och granodioriter är till skillnad från gnejserna svagt migmatitiserade och mer homogena med få och diffusa ådror. Bergartsgruppen indelas deskriptivt i två undergrupper (Wikman & Sivhed 1992, Wikman m.fl. 1993): röd till gråröd med granitisk sammansättning (se omslagsbilden) och rödgrå till grå med granodioritisk sammansättning.

Övergången mellan gnejs och granit samt variationen inom respektive undergrupp är diffus och heterogen. Porfyrisk variant (IIIc) av både granitisk och granodioritisk sammansättning förekommer lokalt.

### Amfiboliter och gabbro (IV)

I områdets gnejser förekommer sliror, linser och lager av amfibolit (fig. 6), men även större bergartskroppar förekommer. Amfiboliterna och de flesta gabbrobergarterna uppvisar i likhet med gnejserna en migmatitomvandling av varierande grad. Metamorf granat förekommer vanligen i riklig mängd.





Fig. 6. Mörkt grå, folierad, granatförande amfibolit (MEKo70524A, 6224513/1388844) med dåliga tekniska egenskaper:  $A_N$ -värde = 28 % och LA-värde = 28 %. Foto: Mattias Göransson.

*Dark grey, foliated, garnet-amphibolite, (MEKo70524AA, 6224513/1388844) with poor technical properties:  $A_N$ -value = 28% and LA-value = 28%.*

## Sandsten (IX)

Den kambriska sandstenen i kartområdet utgörs av Hardebergasandsten som är en kvartscementerad kvartssandsten (ca 97–99 % kvarts). Vanligt förekommande i Hardebergssandstenen är korsskiktning, vågmärken och grävspår. Bergarten förekommer vid sydvästra flanken av Söderåsen i anslutning till åsens förkastningskontakt.

## Diabas (XI)

Utmärkande för området är förekomsten av nordvästligt orienterade permiska till karboniska diabasgångar, vilka stupar brant mot sydväst. Gångarna slår igenom den prekambrika berggrunden och den paleozoiska sedimentberggrunden, men överlagras ställvis av senare avsatta mesozoiska sediment. Gångarna framträder som distinkta långsträckta, positiva anomalier på den magnetiska anomalikartan (fig. 4). Bredden på gångarna överstiger vanligen inte 50 meter. Diabaserna är mestadels grå till mörkt grå och finkorniga.

## Basalt (XII)

De yngsta bergarterna i området utgörs av basaltkupper (vulkaner) bildade under jura och delar av krita. Basalterna har vanligen en tydligt pelarförklyftad struktur. Blottningsgraden är starkt begränsad och





Fig. 7. Mörk, mycket finkornig basalt (MGO075111A, 6220356/1344415) med bra tekniska egenskaper:  $A_N$ -värde = 9 % och LA-värde = 12 %. Foto: Mattias Göransson.

*Dark, very fine-grained basalt, (MGO075111A, 6220356/1344415) with good technical properties:  $A_N$ -value = 9% and LA-value = 12%.*

endast ett fåtal hållar finns inom projektområdet. Basaltens grundmassa är vanligen mycket finkornig till tät (fig. 7). Även brunt vulkaniskt glas förekommer. Bergartsprovet är alltför finkornigt för att kunna mikroskoperas och modalanalyseras, varför det inte redovisats i tabell 1. Vissa jurassiska basaltförekomster i Skåne är kraftigt vittrade. Inom kartområdet Söderåsen har sådana dock inte påträffats.

### Mesozoiska sedimentbergarter (XIII)

Gränslinjen för området Söderåsen följer i sydväst och i de centrala delarna kontakten mellan urberget och den mesozoiska sedimentberggrunden. I huvudsak består den senare av kalkstenar, lerstenar och porösa sandstenar, vilka inte lämpar sig för användning som krossberg. Dessa områden har därför exkluderats från karteringsområdet. En mindre förekomst av Höörsandsten bedöms finnas under jordtäcket 2,5 km sydväst om Riseberga kyrka.

### GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR

De geofysiska flygmätningarna över kartområdet omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet i VLF-området (Very Low Frequency). VLF-data är enbart uppmätta med en sändare vilket innebär att responsen är beroende av riktningen till sändaren. 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 berggrunden. Mätresultaten används vid sammanställningen av berggrundskartan, men framför allt för att identifiera bergarter med förhöjd gammastrålning och områden med risk för förhöjda radonvärden. Bergarternas strålningsegenskaper redovisas nedan i avsnittet Berggrundens gammastrålningsegenskaper.

Densiteten är beroende av bergartens mineralsammansättning. Bergarter med låg densitet (2,60–2,70 g/cm<sup>3</sup>) domineras av lättare mineral som kvarts och kalifältspat, vilka är vanliga i granit och granodiorit. Bergarter med hög densitet (2,80–3,00 g/cm<sup>3</sup>) domineras av tyngre mineral som plagioklas, biotit och hornblände, vilka är vanliga i tonalit, diabas och gabbro. Lätta mineral är vanligtvis sprödare än tyngre mineral. Densiteten ger därför en grov uppskattning av huruvida bergarten kommer att spricka upp sprött. I tabell 2 anges densitet för alla de bergartsprover där teknisk analys genomförts.

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

## Magnetiska anomalikartan över Söderåsen

Den magnetiska anomalikartan (fig. 4) kännetecknas främst av de långsträckta, positiva anomalierna från ett mycket stort antal diabaser med nordvästlig riktning. Den magnetiska susceptibiliteten är generellt hög för de flesta undersökta bergarterna i området. Diabaserna har en magnetisk susceptibilitet som varierar mellan 2 000 och 8 000 × 10<sup>-5</sup> SI-enheter (medelvärde 4 500 × 10<sup>-5</sup> SI-enheter). Granitoidernas susceptibilitet är något lägre och varierar mellan 20 och 5 500 × 10<sup>-5</sup> SI-enheter (medelvärde 1 500 × 10<sup>-5</sup> SI). Även basalt (grupp XII) har en hög magnetisk susceptibilitet (omkring 2 000 × 10<sup>-5</sup> SI-enheter). Den framträder både som magnetiskt maximum och minimum på den magnetiska kartan på grund av sina magnetiska egenskaper. Basalten har en stark remanent magnetisering som i vissa fall är motriktad det jordmagnetiska fältet (Bylund 1993) och ger då en negativ signatur på den magnetiska anomalikartan. Den kvartsitiska sandstenen har mycket låg susceptibilitet (0–10 × 10<sup>-5</sup> SI-enheter).

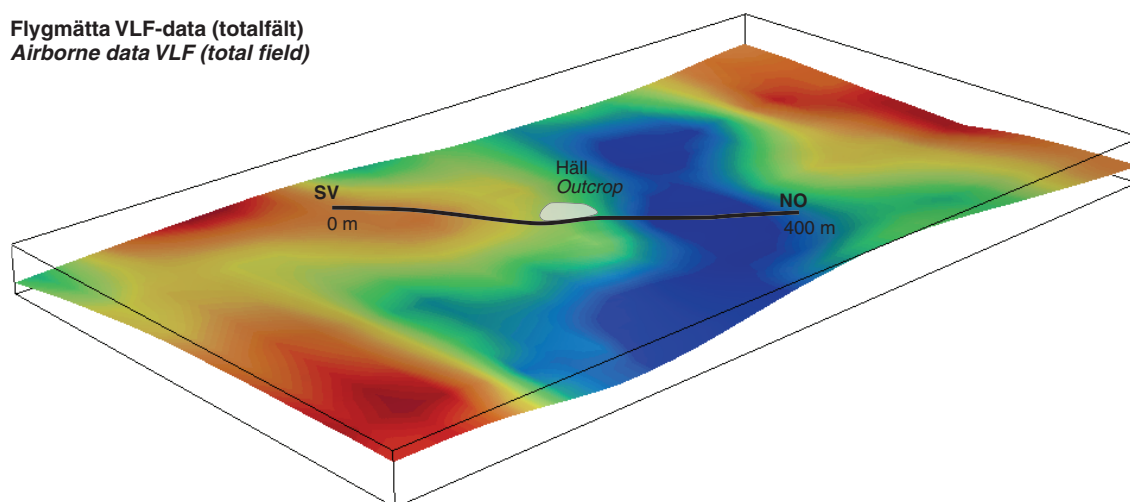
## Geofysiska profilmätningar

Resistivitetsmätningar har utförts längs en profil inom de centrala delarna av Söderåsen (fig. 8). Vid resistivitetsmätning utsänds en ström i marken via två strömelektroder och potentialskillnaden registreras med två potentialelektroder. Markens elektriska resistivitet kan sedan beräknas. Genom att öka avståndet mellan strömelektroderna erhålls en större djupkänning. Vid mätningen användes ett multielektrodsystem (ABEM Lund Imaging System) där 64 elektroder placeras ut längs profillinjen med automatisk registrering av mätdata för olika elektrodkonfigurationer.

Syftet med undersökningen var att kartlägga en VLF-anomali identifierad från flygmätning. Figur 8 (övre delen) visar profilens läge på ett utsnitt ur flygmätta data, där blå färg indikerar en elektrisk ledare som kan orsakas av till exempel en sprickzon i berggrunden. Profilen är 400 m lång och uppmätt från sydväst mot nordost. Vid mätningen användes ett elektrodavstånd på 5 m. Resultatet från mätningarna visas i form av en resistivitetsmodell (nedre delen av fig. 8), där blå färg representerar låg resistivitet (bra elektrisk ledningsförmåga) och röd färg hög resistivitet (dålig elektrisk ledningsförmåga).

De första 150 metrarna av profilen visar ett ytligt lager (ca 10–15 m mäktigt) med låg resistivitet (<500 Ωm) som motsvarar jordtäcket (morän). Berggrunden (gnejs) kännetecknas av hög resistivitet

**Flygmätta VLF-data (totalfält)**  
**Airborne data VLF (total field)**



**Resistivetsprofil**  
**Resistivity profile**

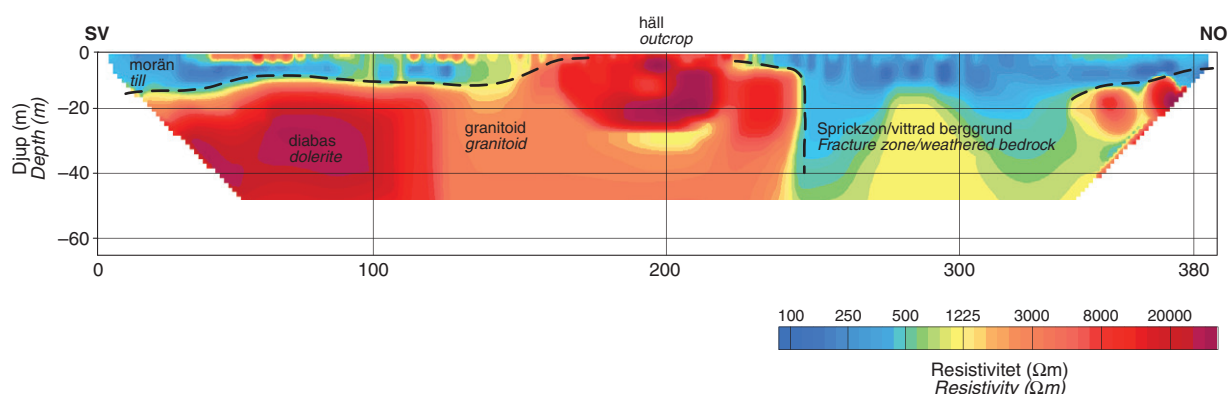


Fig. 8. Resistivetsmodell från en profil-mätning på Söderåsen. Överst visas ett utsnitt av flygmätta VLF-data över samma område. Profilens läge är även markerad i figur 2.

*Resistivity model from a measured profile on Söderåsen. A part of the airborne data (VLF) covering the area with the profile is shown on top. The position of the profile is also shown in Figure 2.*

(>2000  $\Omega\text{m}$ ). Mycket hög resistivitet (>20 000  $\Omega\text{m}$ ) förekommer vid ca 70–100 m. Detta område sammanfaller med läget för en diabas, indikerad från flygmätta data. I mitten av profilen försvinner det låg-resistiva lagret (morän). Detta område sammanfaller med en hällyta och jordtäckret är troligtvis mycket tunt inom detta område. Den nordöstra delen av profilen sammanfaller med området för VLF-anomalin. Där visar modellen en nästan 100 m bred zon med låg resistivitet även på större djup (ned till 50 m), vilket troligtvis är orsakat av uppsprucket och vittrat berg.

## PETROGRAFISK ANALYS

Bergartsprovernas mineralsammansättning och de ingående mineralens mängd-förhållanden har bestämts genom punkträkning av ett tunnslip från en representativ bergstuff 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 glimmer-innehållet 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 mineral-korns storlek och en bedömning av kornfogarnas utseende genomförts.



## Skiktssilikater (glimmer m.m.)

Andelen fri glimmer (bestämd enligt VVMB 613 2001 för material 0,125–0,25 mm) får inte överstiga 50 % för obundna vägmateriäl. Om andelen är mellan 30 och 50 %, får inte bärlagret 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.

Samtliga provtagna bergarter har en låg till mycket låg glimmerhalt, och den högsta glimmerhalten på 6 % har en granodioritisk gnejs, MGO075115A. Även om man inkluderar serpentin, klorit och epidot i den totala glimmerhalten så är det bara ett prov som överstiger 6 %, nämligen MEK070522A, en diabas från Åstorps bergtäkt. Den totala halten av serpentin, klorit och biotit för detta prov är 15 %.

## 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 bergmateriale mot mängden sulfidmineral. Vid en svavelhalt som är 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.

Generellt är halten av opaka mineral relativt hög i samtliga prover (i genomsnitt 3,5 %). Prover som bedömts ha hög sulfidhalt (se tabell 4) är två av diabasproverna (MGO075104A och MEK070522A), ett amfibolitprov (MEK070524A) och ett prov från en gnejsig granodiorit (MGO075108A).

## DEFORMATIONSZONER, SPRICKOR OCH ÖVRIGA STRUKTURER

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

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

De flesta sprickzoner inom området är tolkade från höjddata och VLF-data. En av sprickzonerna inom området har även följts upp med en elektrisk markmätning (se avsnittet Geofysiska profilmätningar).

Sprickriktning och spricktäthet har bedömts vid 12 provlokaler. Sprickornas orientering (strykning och stupning) anges i ett urval stereogram där sprickplanen anges som storcirklar med tillhörande poler. I de fall där flera sprickplan sammanfaller visas de associerade polerna till planen med konturering för att spegla frekvensen av antalet mätningar med samma orientering.

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

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

| Prov<br>Sample | Bergartskod<br>Rock code | Opak (vol.-%)<br>Opaque vol.-% | Oxider<br>Oxides      | Sulfider<br>Sulphides |                                      |                     |                 |                           |
|----------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|
|                |                          |                                | Magnetit<br>Magnetite | Hematit<br>Hematite   | Hematit-ilmenit<br>Hematite-ilmenite | Ilmenit<br>Ilmenite | Pyrit<br>Pyrite | Kopparkis<br>Chalcopyrite |
| MEK070518A     | IIIb                     | 1,4                            | ++                    |                       |                                      | +++                 | +               |                           |
| MEK070519A     | IIIa                     | 0,8                            | ++                    |                       | +++                                  | +                   |                 |                           |
| MEK070520A     | IIIa                     | 0,8                            | +++                   | ++                    |                                      |                     |                 |                           |
| MEK070521A     | IIIa                     | 1,6                            | +++                   | +                     | ++                                   | ++                  | (+)             | (+)                       |
| MEK070522A     | XI                       | 6,6                            |                       |                       |                                      | +++                 | (+)             | ++                        |
| MEK070523A     | IIIa                     | 1,2                            | +                     |                       | +++                                  |                     |                 |                           |
| MEK070524A     | IV                       | 5,4                            | ++                    |                       |                                      | +++                 | ++              | +                         |
| MEK070525A     | IIIa                     | 2,6                            | +++                   |                       | (+)                                  | +++                 | +               | +                         |
| MEK070526A     | IIIb                     | 2,0                            | +++                   |                       | (+)                                  | ++                  | +               | (+)                       |
| MEK070527A     | IIIa                     | 0,4                            | ++                    |                       | +++                                  |                     |                 | +                         |
| MEK070528A     | IIIb                     | 1,0                            | +++                   | +                     | +                                    | (+)                 |                 | +                         |
| MGO075103A     | IIIb                     | 2,8                            |                       | +++                   |                                      | +                   |                 |                           |
| MGO075104A     | XI                       | 10,2                           | +                     |                       |                                      | +++                 | ++              | +                         |
| MGO075105A     | IIIb                     | 1,8                            |                       |                       | +                                    | +++                 | (+)             |                           |
| MGO075108A     | IIIb                     | 3,2                            | +                     |                       |                                      | +++                 | +(+)            | (+)                       |
| MGO075109A     | IIIc                     | 2,0                            | ++                    |                       |                                      | +++                 | +(+)            | (+)                       |
| MGO075110A     | IIIb                     | 0,8                            | ++                    |                       | +++                                  | +                   | +               |                           |
| MGO075111A     | XII                      | -                              | +++                   |                       |                                      |                     | (+)             |                           |
| MGO075112A     | IIIa                     | 0,2                            | +++                   | +                     |                                      |                     |                 |                           |
| MGO075113A     | IIIa                     | 1,8                            | +++                   |                       | ++                                   | ++                  | +               | (+)                       |
| MGO075115A     | IIIa                     | 1,6                            | +++                   | +                     | ++                                   |                     | +               | (+)                       |
| MGO075117A     | IIIa                     | 0,6                            | +++                   | +++                   |                                      | +                   |                 |                           |

Tabell 5. Dominerande sprickorienteringar.

*Dominating fracture orientations.*

| Strykning / Strike                     | Stupning / Dip                                        |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ~ Ost-västlig / ~ East-west            | Brant till vertikalt / Steep to vertical              |
| ~ Nordnordvästlig / ~ North-north-west | Subvertikalt till vertikalt / Subvertical to vertical |
| ~ Ostnordöstlig / ~ East-north-east    | Brant till subvertikalt / Steep to subvertical        |
| ~ Nordnordöstlig / ~ North-north-east  | Brant till subvertikalt / Steep to subvertical        |

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

Nästan 90 procent av alla uppmätta sprickor (totalt 145) stupar brant till vertikalt (61–90°). Flacka sprickplan tenderar att bli underrepresenterade vid traditionell kartering, varför en högre siffra kan komma att erhållas för dessa i samband med t.ex. borrhärnekartering.

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

## BERGGRUNDENS GAMMASTRÅLNINGSEGENSKAPER

Gammaprägningskartorna som visar halterna av kalium, uran och torium har tillsammans med berggrundsinformationen legat till grund för planering av gammastrålningsmätningar på berghällar. Vid

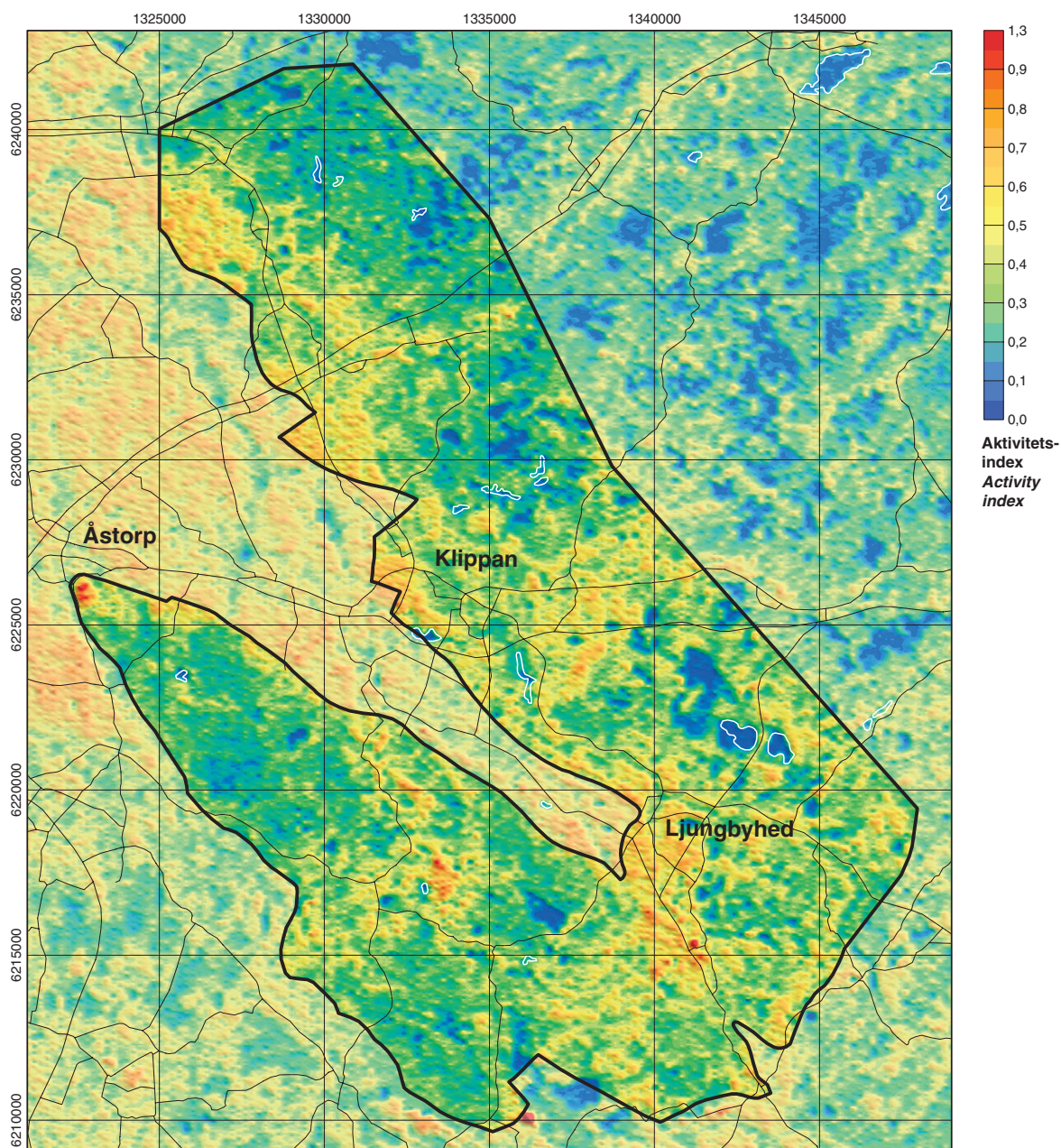


Fig. 9. Karta över markens naturliga gammastrålning över projektområdet. Kartan visar aktivitetsindex beräknad från halterna kalium, uran och torium. Kartan baseras på SGUs flygmätningar utförda år 1975 och 1977 med ett linjeavstånd av 200 m. Flyghöjden är ca 30 m och punktavståndet 40 m.

*Gamma radiation map over the project area. The map shows the activity index calculated from the contents of potassium, uranium and thorium. Airborne data were collected by SGU during 1975 and 1977 with a line spacing of 200 m, a ground clearance of c. 30 m and a sampling interval of 40 m.*

dess 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



Tabell 6. Sammanställning av gammastrålningsmätningar i kartområdet Söderåsen. Siffrorna anger medelvärde för varje bergartsenhet.

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

| Bkod*<br>Rcode | Bergartsenhet<br>Rock unit                  | K (%)<br>P (%) | U (ppm) | Th (ppm) | Radiumindex<br>Radium index | Aktivitetsindex<br>Activity index | Antal mätningar<br>Number of measurements |
|----------------|---------------------------------------------|----------------|---------|----------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| IIIa           | Gnejs                                       | 3,6            | 2,2     | 11,9     | 0,1                         | 0,7                               | 23                                        |
| IIIb           | Granit till granodiorit, gnejsig            | 3,6            | 1,8     | 12,3     | 0,1                         | 0,7                               | 16                                        |
| IIIc           | Granit till granodiorit, gnejsig, porfyrisk | 4,3            | 5,7     | 31,9     | 0,4                         | 1,3                               | 23                                        |
| IV             | Amfibolit och gabbro                        | 1,0            | 1,3     | 2,1      | 0,1                         | 0,2                               | 4                                         |
| XI             | Diabas                                      | 1,1            | 0,7     | 3,0      | <0,1                        | 0,2                               | 5                                         |
| XII            | Basalt                                      | 1,0            | 0,9     | 4,0      | 0,1                         | 0,2                               | 1                                         |

\* Bergartskoden är baserad på bergartens ålder och sammansättning (se tabell 3).

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  $m_\gamma$  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 Bq/kg

1 ppm U = 12,35 Bq/kg

1 ppm Th = 4,06 Bq/kg

Figur 9 visar aktivitetsindex beräknade från flygmätningar över Söderåsen. Gammastrålningen är generellt låg, men några små områden med förhöjda värden framträder inom undersökningsområdet. Gammastrålningsmätningar på berghällar har utförts vid 30 lokaler (se tabell 6). Vid varje punkt utfördes normalt 2–4 mätningar. Områden med förhöjd gammastrålning orsakas främst av porfyriska graniter (grupp IIIc) samt i något fall av pegmatiter. Vid en lokal med porfyrisk granit, strax norr om Ljungbyhed, har aktivitetsindex >2 uppmätts.

## TEKNISKA ANALYSER

Vid representativa lokaler har ca 70 kg berg provtagits för bergmaterialtester omfattande kulkvarnsanalys, Los Angelesanalys, micro-Devalanalys och alkalisilikareaktivitet. Berget som provtagits är representativt för provlokalen och inte vittrat, sprängskadat eller onormalt uppsprucket om ingenting annat anges. Samtliga bergprover har tagits på platser där tillräckligt med lossprängd sten eller friska blottningar funnits, dvs. i bergskärningar längs vägar eller vid byggplatser. Provtagning har skett med slägga och spett. Vid provtagning i bergtäkter har specifika bergprover tagits ut, varför dessa provers egenskaper kan avvika från bulkmateriallets. En jämförelse med bergtäkternas produktionsdata och SGUs provresultat har gjorts i syfte att säkerställa klassificeringen av berget i dessa områden. Totalt har 27 prover från lika många lokaler tagits inom ramen för det aktuella karteringsområdet.

## Kulkvarnsanalys

Kulkvarnsanalyserna har utförts enligt FAS Metod 259-02 (Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige 2002, vilket motsvarar SS-EN 1097-9, Svensk Standard 2004d, nordiska kulkvarnsmetoden). Krossning har utförts i en rotationskross med 30 mm utloppsspalt och i en laboratoriekätkross med utloppsspalt

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

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

| Bkod*<br>Rcode | Bergartsenhet<br>Rock unit                    | Kulkvarnsvärde %<br>Studded tyre test value % |                               |                                 | Los Angelesvärde %<br>Los Angeles value % |                               |                                 | Micro-Devalvärde %<br>Micro-Deval value % |                               |                                 |
|----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|                |                                               | Sprid.<br>Interval                            | Medel-<br>värde<br>Mean value | Antal prov<br>No. of<br>samples | Sprid.<br>Interval                        | Medel-<br>värde<br>Mean value | Antal prov<br>No. of<br>samples | Sprid.<br>Interval                        | Medel-<br>värde<br>Mean value | Antal prov<br>No. of<br>samples |
| IIIa           | Gnejs                                         | 9–14                                          | 11,7                          | 9                               | 19–45                                     | 29,5                          | 9                               | 6–9                                       | 7,6                           | 9                               |
| IIIb           | Granit till granodiorit,<br>gnejsig           | 9–12                                          | 10,2                          | 7                               | 21–31                                     | 24,5                          | 7                               | 5–8                                       | 6,5                           | 7                               |
| IIIc           | Granit och granodiorit,<br>gnejsig, porfyrisk | 9–12                                          | 10,7                          | 3                               | 22–31                                     | 25,9                          | 3                               | 6–8                                       | 6,8                           | 3                               |
| XI             | Diabas                                        | 10–19                                         | 13,1                          | 3                               | 12–13                                     | 12,4                          | 3                               | 9–16                                      | 11,6                          | 3                               |

\* Bergartskoden är baserad på bergartens ålder och sammansättning.

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

Harpsiktning har skett med spaltvidden 6,3 mm för att avlägsna de flisigaste kornen och erhålla ett flisighetstal (jfr FAS-metod 209-98, Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1998b) som motsvarar storproduktionsdrift, då materialet nöts under längre tid. Analys har i första hand gjorts på enkelprov. Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (se bilaga 1) har dubbelprov utförts. Kulkvarnsvärdena ( $A_N$ -värdena) presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 7.

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergets nötningsmotstånd. De sämsta (högsta) värdena erhåller prover tagna från grupperna amfiboliter och gabbroider (bergartskod IV, 28,3 %) och en av diabaserna (bergartskod XI, 18,7 %). Den förstnämnda gruppen av bergarter ger, inom andra delar av den geologiska provinsen Östra segmentet, alltid dåliga tekniska egenskaper på grund av dess omkristalliserade mikrostruktur. Finkorniga gnejser och graniter samt de yngsta bergarterna i området, sandstenar, basalt och diabas, ger vanligen goda (låga) till mycket goda  $A_N$ -värden (8–10 %). Områdets bästa  $A_N$ -värde ger en Hardebergasandsten (bergartskod IX, MGO075102, 8,0 %) som provtagits vid Söderåsens sydvästra kant, ca 4 kilometer ostenordost om Stenestad kyrka.

## Los Angelesanalys

Krossning och siktning för Los Angelesanalys har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Detta ger ett flisighetstal (samtliga bergartsmaterial) på ca 1,30–1,40, vilket gör laboratoriekrossat material mer jämförbart med material erhållet från storproduktionsdrift. Los Angelesvärdet (LA-värdet) har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-2 (Svensk Standard 1997b). Resultaten presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 7.

LA-värdet är ett mått på bergartens sprödhet. De bergartsgrupper som ger lägst LA-värden, omkring 12 %, är basalt (bergartskod XII) och diabas (bergartskod XI). Även de granitiska till granodioritiska gnejserna ger låga till moderata Los Angelesvärden (20–22 %). Gnejsgruppen (bergartskod IIIa) har det högsta medelvärdet (29,7 %). Spridningen inom gruppen är dock stor (20–45 %), och följaktligen förekommer det ungefär lika många prover som överskrider kategori  $LA_{30}$  som underskrider densamma. Bäst LA-värde erhåller en finkornig basalt (MGO075111, 12 %) en kilometer sydost om Östra Sorröds-sjön. Det sämsta värdet erhåller en granitisk gnejs (MEK070520, 45 %) som provtagits 5 km sydväst om Ljungbyhedsjön.

## Micro-Devalanalys

Micro-Devalvärdet ( $M_{DE}$ ) är ett mått på bergets nötningsmotstånd och metoden är snarlik kulkvarnsmetoden. Obundna lager i vägkonstruktion är kravsatta med  $M_{DE}$ -metoden och inom de närmsta åren kan denna helt komma att ersätta kulkvarnsmetoden, varför en lokal korrelation mellan de två metoderna anses vara nödvändig att göra. Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna.  $M_{DE}$  har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-1 (Svensk Standard 1997a). Då analysresultaten hamnat i närheten av klassificeringsgränsvärden (bilaga 1) har dubbelprov utförts. Resultaten presenteras i tabell 2. Medelvärden för de olika bergartsenheterna redovisas i tabell 7. Micro-Devalvärdena följer kulkvarnsvärdena mycket väl och korrelationen mellan dessa metoder i detta område är  $M_{DE} = 1,00 \times A_N - 3,43$  ( $R^2 = 0,92$ ). Bortsett från de två sämsta (högsta) värdena, vilka erhållits från ett prov taget av en amfibolit (bergartskod IV) och ett av en diabas (bergartskod XI), ger Söderåsens bergarter relativt låga micro-Devalvärden (5–10 %).

## 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 ett av proverna bedöms som mycket sannolikt alkalireaktivt (ASR = 3) nämligen MGO075102A, vilket är en Hardebergasandsten (bergartskod IX). Hardebergasandsten från karteringsområdet bör testas vidare med expansionsförsök av betongprismor RILEM AAR-3 (RILEM 2000b) för att avgöra dess 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. Berggrundens lämplighet visas på kartan genom att man urskiljt områden med fyra kvalitetsklasser, nämligen 1) god, 2) mindre god, 3) dålig kvalitet och 4) bergmaterial som är direkt olämpligt för ballaständamål. Mer än 50 % av makadamproduktionen i Sverige går till vägbyggnation varför berggrund som är direkt olämplig för detta ändamål är mindre intressant för täktverksamhet. Därför baseras ytindelningen på bergkvalitetskartan främst på kulkvarnsvärdena i relation till de krav som ställs i ATB VÄG 2005 (Vägverket 2005a, b). Parallellt har en bedömning gjorts av övriga analysresultat (jfr Persson & Schouenborg 1995) såsom Los Angelesvärde och potentiell förekomst av alkalisilikareaktivt material samt av 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 bergtrakter 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 tabellerna 2 och 7 samt i figur 10. Omkring 25 % av berggrunden har bedömts som klass 1-material, 67 % som klass 2-material och 8 % som klass 3-material, vilket är jämförbart med klassificeringen av de prover som illustreras i figur 10. Mindre



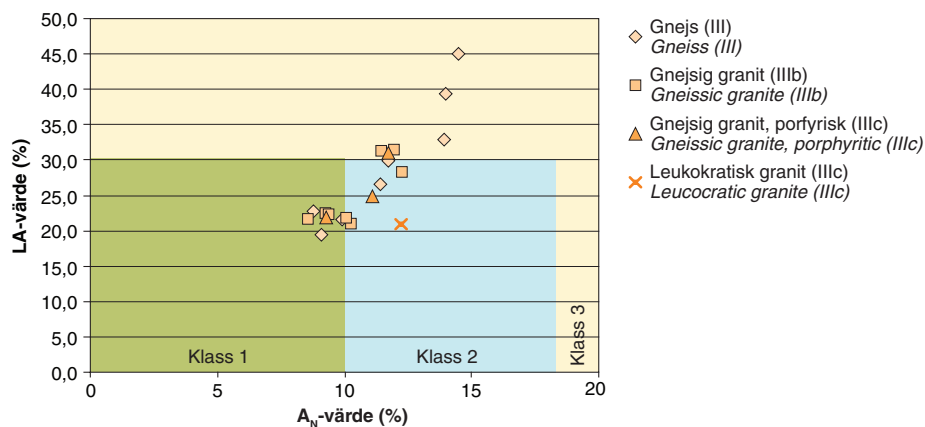


Fig. 10. Diagram som visar de tekniska analysresultaten, kulkvarnsvärde ( $A_N$ ) och Los Angelesvärde (LA) för de olika bergartsproverna i kartområdet. Klassificeringen (1–3) avser vägmakadam och är endast baserad på de ovanstående två parametrarna, varför vissa avvikelser kan finnas jämfört med de övriga data som redovisas i tabell 2.

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

än 1 % av berggrunden har bedömts som klass 4-material, dvs. att bergmaterialet inte bör användas som ballast. Andelen klass 1-material är relativt hög jämfört med övriga Sverige. I synnerhet är det finkorniga gnejser (bergartskod IIIa) och graniter (bergartskod IIIb), Hardebergasandsten (bergartskod IX) och basalt (bergartskod XII) som har bedömts som klass 1-material. Lokalt inom både gnejs- och granitområdena förekommer klass 3-material. Dessa bergarter är antingen grovkorniga eller omkristalliserade och alltför spröda. Även amfiboliter och gabbroider bedöms som klass 3-material. Mesozoiska sedimentbergarter inom kartområdet har inte provtagits men bedömts som otjänliga för ballastanvändning.

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 som kan ha en förhöjd vattenabsorption, t.ex. sandstenar, som vattenbyggnadssten rekommenderas att frostbeständigheten bestäms genom frys-tömetoden (SS-EN 1367-1, Svensk Standard 2000). Eventuellt nyttjande av basalter eller diabaser som vattenbyggnadssten bör föregås av att man testat bergarternas beständighet (Sonnenbrandtest, SS-EN 1367-3, Svensk Standard 2001). Bergarter som är kraftigt styrkeanisotropa bör undvikas som vattenbyggnadssten.

## REFERENSER

- Banverket, 2004: *BVS 585.52, Makadamballast för järnväg*. Eva-Lotta Olsson, 2004-09-01, 29 s.
- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. Boverkets författningssamling. *BFS 1990:28, Nr.2. Stockholm, ISBN 91-38-12510-2*, 41 s.
- Boverket 2004: Boverkets handbok om betongkonstruktioner. *BBK 04*, 271 s.
- Bylund, G., 1993: Paleomagnetic study of Mesozoic basalts from Scania, southernmost Sweden. *Geophysical Journal International* 114, 138–144.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1998a: *FAS-metod 209-98: Bestämning av flisighetstal*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 6 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1998b: *FAS-metod 221-98: Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 7 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 1999: *FAS-metod 244-99: Bestämning av LT-index*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.

- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2001: *FAS-metod 210-01: Bestämning av sprödhetsstal*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 2002: *FAS-metod 259-02: Bestämning av kulkvarnsvärde*. Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige, 5 s.
- 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.
- Norling, E. & Wikman, H., 1990: Beskrivning till berggrundskarta Höganäs NO/Helsingborg NV. *Sveriges geologiska undersökning Af129*, 123 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP, *Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik, SP RAPPORT 1995:49*, 42 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1996: Quality classification of rock in Sweden. European Aggregates. *Official Journal of UEPG, Union Européenne des Producteurs de Granulats, UEPG, 2-3/96*, 32–37.
- RILEM Recommended test method AAR-1, 2000a: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – petrographic method. *Materials and structures* 36, 480–496.
- RILEM Recommended test method AAR-3, 2000b: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – method for aggregate combinations using concrete prisms. *Materials and structures* 33, 290–293.
- Sivhed, U. & Wikman, H., 1986: Beskrivning till berggrundskarta Helsingborg SV. *Sveriges geologiska undersökning Af149*, 108 s.
- Stenlid, L., 1996: Klassificering av bergarter med Los Angelesstrumma. *Slutrapport SBUF projekt nr 2135, Skanska Mellansverige AB, Väglaboratoriet Bålsta*, 84 s.
- Swedish concrete association, 1991: *Durable concrete structures. Concrete Report No. 1 (E)*. Swedish Concrete Association, 55 s.
- Svensk Standard, 1997a: *SS-EN 1097-1: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nöjningsmotstånd (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, 2000: *SS-EN 1367-1: Ballast – Beständighetsegenskaper – Del 1: Bestämning av frostbeständighet genom frys-töprovnings*. Swedish Standards Institute, 14 s.
- Svensk Standard, 2001: *SS-EN 1367-3: Ballast – Beständighetsegenskaper – Del 3: Koktest för "Sonnenbrandbasalt"*. Swedish Standards Institute, 10 s.
- Svensk Standard, 2002: *SS-EN 13383-1: Ballast – Vattenbyggnadssten – Del 1: Krav*. Swedish Standards Institute, 40 s.
- Svensk Standard, 2003: *SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg*. Swedish Standards Institute, 35 s.
- Svensk Standard, 2004a: *SS 137003: Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige*. Swedish Standards Institute, 19 s.
- Svensk Standard, 2004b: *SS-EN 933-4: Ballast – Geometrisk egenskap – Del 4: Bestämning av kornform – LT-index*. Swedish Standards Institute, 11 s.
- Svensk Standard, 2004c: *SS-EN 1097-6: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption*. Swedish Standards Institute, 3 s.
- Svensk Standard, 2004d: *SS-EN 1097-9: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck (Nordiska kulkvarnsmetoden)*. Swedish Standards Institute, 12 s.
- Trädgårdh, J. & Lagerblad, B., 1996: Influence of ASR cracking on the frost resistance of concrete. *Cement och Betong Institutet. CBI rapport 1:96*, 48 s.
- The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000: *Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations*. ISBN 91-89230-00-0, 81 s.
- VVMB 613, 2001: Bestämning av glimmerhalt i materialets finfraktion. *Vägarverkets metodbeskrivningar till ATB Väg, VV Publ. 2001:100*, 8 s.

- Wikman, H. & Sivhed, U., 1992: Beskrivning till berggrundskarta Helsingborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Af148*, 31–42.
- Wikman, H., Bergström, J. & Sivhed, U., 1993: Beskrivning till berggrundskarta Helsingborg SO. *Sveriges geologiska undersökning Af180*, 22–28.
- Vägverket 2005a: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel E. Obundna material. *ATB VÄG 2005 Publ 2005:112*, 105 s.
- Vägverket 2005b: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Kapitel F. Bitumenbundna material. *ATB VÄG 2005 Publ 2005:112*, 90 s.
- Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988, reviderad utgåva*, 160 s.



## BILAGA 1

### Kvalitetsklassning av prover

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

#### *Vägmakadam*

Kvalitetsklassningen för användning av stenmaterial i väg grundar sig på fastställda krav i ATB VÄG 2005 (Vägverket 2005a, b). 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 <sub>N</sub> . 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<sub>RB</sub>20 (Los Angelesvärde ≤20 viktsprocent), bestämd på fraktion 31,5–50 mm (vilket ungefär motsvarar ett LA-värde på 30 %, bestämd på 10–14 mm). Vattenabsorptionen (enligt SS-EN 1097-6; Svensk Standard 2004c) får inte överstiga 1 %. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index (längd–tjockleksförhållande, SS-EN 933-4; Svensk Standard 2004b) ska vara lägst 20. Detta krav är en mildring mot det tidigare LT (3) (FAS-metod 244-99, Föreningen för asfaltsbeläggningar i Sverige 1999) kravet. Vidare finns krav på kornlängden införda i BVS 585.52 (Banverket 2004).

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

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

## Betongballast

Kvalitetsklassningen av berg för betong är främst baserad på en samlad bedömning av kvalitativa parametrar. Det som har legat till grund för klassningen är 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 inte användas i betongaggressiv miljö utan förprovning, klass 3-bergarter har generellt dåliga egenskaper och bör undvikas eller eventuellt förprovas. Följande generella indelning används som utgångspunkt för klassindelningen för betongballast:

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Berget bedöms vara lämpligt som betongballast. Berget bedöms klara föreskrivna krav eller rekommendationer såsom låg till moderat glimmerhalt, låg halt av vittringsbenägna och skadliga mineral (sulfider, salter, svällare, alkalisilikareaktiva mineral (se RILEM AAR-1) etc.), låg porositet, vattenabsorption <1,0 %, Ballasten bör dessutom 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 i de fall resultatet inte hamnat inom intervallen 9–11 och 17–24 %. Micro-Devalanalys har utförts som dubbelprov.

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.

## Vattenbyggnadssten

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