

Beskrivning till bergkvalitetskartan Södertälje och Nykvarns kommuner

Torbjörn Thelander, Lena Persson
& Malin Sträng



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-848-7

Omslagsbild: Mätning av håll. Foto Anders Damberg

© Sveriges geologiska undersökning, 2008
Layout: Agneta Ek, SGU

INLEDNING

Bergkvalitetskartan kompletterar SGUs berggrundskarta i skala 1:50 000. Det huvudsakliga ändamålet med kartan är att underlätta en utvärdering av det bästa användningsområdet för olika bergarter, som t.ex. ballast för väg, järnväg och betong. I samband med den kommunala översiktsplaneringen ska bergkvalitetskartan kunna erbjuda ett geologiskt underlag för framtida markanvändning och underlätta övergången från grus- till krossbergproduktion.

Framtagandet av en bergkvalitetskarta kräver ett modernt berggrundsgeologiskt underlagsmaterial. För Södertälje–Nykvarn finns ett sådant i de berggrundsgeologiska kartorna 9H Nyköping NO, 9I Nynäshamn SO och 10H Strängnäs SO, NO (Stålhös 1975, 1979, 1982, 1984) och någon ytterligare kartering har inte bedömts vara nödvändig. Även för den del av Södertälje kommun som tillhör kartområdet 10I Stockholm SV finns ett tillfredsställande berggrundsgeologiskt underlag (Stålhös 1969, Persson m.fl. 2001).

METODIK

På grundval av berggrundsfördelningen som den redovisas i publicerade berggrundsgeologiska kartor har bergmaterial insamlats för tekniska analyser innefattande kulkvarnsvärden, Los Angeles-tal och micro-Devalvärden. Vid provtagningslokaler har det även gjorts mätningar av sprickplanens riktningar där det har varit möjligt. Tunnslip med täckglas har framställts av bergarter från varje provplats och ASR-analys (alkalisilikareaktivitet), petrografisk analys och modalanalyser har utförts. Spektrometermätningar av gammastrålningen har gjorts på de flesta provlokalerna men även på andra platser inom kartområdet.

Bergartsstrukturer som foliation och gnejsighet är på bergkvalitetskartan ihopdragna till så kallade strukturella formlinjer för plastisk deformation. De visar bergartens interna struktur längs vilken uppsprickning lätt sker, t.ex. i samband med sprängning. En tolkning av morfologiska lineament (långsträckta sänkor i naturen) har gjorts på underlag i skala 1:50 000 från Lantmäteriverkets höjddatabas. Det är viktigt att notera att dessa lineament inte nödvändigtvis motsvarar verkliga sprickor, sprickzoner eller förkastningar. Det är dock sannolikt att de utgör svaghetszoner som består av sprickor i flera riktningar i berggrunden.

Den magnetiska anomalikartan och resistivitetskartan har använts för tolkning av deformationszoner. Resistivitetskartan, som beräknas från flygelektromagnetiska VLF-data, har använts för tolkning av spröda deformationszoner (vatten- och lerfyllda svaghetszoner) i berggrunden.

Jorddjup (avståndet till berggrundsytan från markytan) har erhållits från SGUs brunnsarkiv och redovisas i tre klasser: <2, 2–5 och >5 meter.

BERGARTER INOM KARTOMRÅDET

Berggrunden inom kartområdet är i sin helhet metamorf och kristallin, och kan något förenklat indelas i nio huvudgrupper (tabell 1). Sifferbeteckningen för grupperna är informell och given utan hänsyn till rangordning av tekniska egenskaper. Grupp-beteckningen används i tabellerna där de olika analysresultaten presenteras. Grupperna 7 och 9 har en så obetydlig utbredning att de inte representerats på den förenklade geologiska kartan i figur 1.

Sedimentgnejs (grupp 1)

Sedimentgnejserna har störst utbredning inom kartområdet (fig. 1). De är omvandlingsbergarter av vittringsprodukter avsatta som sediment i ett havsområde för ca 2 000 miljoner år sedan. Samtidigt med denna avsättning förekom periodvis vulkanisk aktivitet som medförde inblandning av vulkaniskt material. Sedimentgnejserna är grå och utgörs huvudsakligen av glimmerrika och kvarts- och fältspatsrika

Tabell 1. Informell indelning av de viktigaste bergartstyperna inom Södertälje och Nykvarns kommuner. Grupperingen utförd utan hänsyn till rangordning av tekniska egenskaper.

Grupp 1	Sedimentgnejs (äldst)	Grupperna 1–3 ingår i de svekokarelska ytbergarterna
Grupp 2a	Metavulkanit med ryolitisk till dacitisk sammansättning	
Grupp 2b	Leptit och leptitgnejs (ej särskild från grupp 2a i den geologiska kartan, figur 1)	
Grupp 3	Kristallin kalksten, marmor	Grupperna 4–6 är tidigsvekokarelska intrusivbergarter (äldsta magmatiska bergarter)
Grupp 4	Metabasit, diorit–gabbro	
Grupp 5	Tonalit granodiorit	
Grupp 6	Granit–granodiorit	
Grupp 7	Migmatitgranit (uppsmält äldre berggrund av främst sedimentgnejs)	
Grupp 8	Yngre granit	
Grupp 9	Diabas (yngst)	

led som vanligtvis växlar i cm- till dm-skala. Sedimentgnejserna är genomgående ådergnejsomvandlade men lokalt och i varierande grad migmatitomvandlade. Ådergnejsomvandlingen definieras, i mm- till cm-skala, av ljusa kvarts- och fältspatsdominerande band omväxlande med mörkare, glimmerrika band och migmatitiseringen av ljusa kvarts- och fältspatsdominerande oregelbundna partier (neosom eller leukosom) av granit. Över hela kartområdet finns det i sedimentgnejserna upp till flera meter breda oxiderade sulfidhorisonter i form av biotit- och pyritrika rostzoner. I sedimentgnejserna finns det också gångar eller lager av basiska bergarter, som huvudsakligen ligger parallellt med skiffriheten, och partier av gnejsiga granitoider. Den heterogena utbildningen av sedimentgnejserna försvårar möjligheten att utifrån enstaka, spridda prover tekniskt klassificera bergarten över stora områden.

År 2005 utvanns krossbergsprodukter av sedimentgnejs från en täkt vid Hummelmoraberg (provlokal TNT050030) och en närliggande täkt var under öppnande.

Metavulkaniter, leptit och leptitgnejs (grupp 2a–b) och kristallin kalksten (grupp 3)

De med sedimentgnejserna likåldriga vulkaniska bergarterna är vanligen ryoliter eller daciter, grupp 2a, dvs. relativt kvartsrika bergarter. Flera av de förekomster av dem som ligger sydväst om en linje mellan Nykvarn och Järna uppträder tillsammans med kristallina kalkstenar (marmor).

Vid provtagningen av bergmaterial har det framkommit tveksamhet om ursprunget för en del områden markerade som vulkanit. De flesta av dessa områden har på berggrundskartorna (Stålhös, 1969, 1975, 1979 och 1982) markerats som leptit eller leptitgnejs (ursprungligen äldre bergsmansterm som kommit att användas för vissa bergarter med vulkaniskt ursprung). De är i allmänhet utbildade som medelkorniga, ställvis gnejsiga bergarter med granitisk sammansättning (grupp 2b). Flera av förekomsterna ligger väl inne i områden med de äldsta magmatiska bergarterna och visar även övergångsformer till dessa. Tolkningar av bergartsgruppens ursprung har inte närmare kunnat undersökas inom ramen för detta projekt.

Några av vulkanitförekomsterna innehåller mindre järnmalmsförekomster som brutits i äldre tid, bl.a. Järnafältets gruvor (10H 0 i). Betydande brytning av marmor har skett vid bl.a. Sjunda (10H 0 h), Mölnbo (9H 9 i), Vrå (9H 8 j) och Hölö (9I 8 a)

Äldsta intrusiva bergarter (grupp 4, 5a–b)

En bergartsgrupp med betydande utbredning inom kartområdet utgörs av magmatiska bergarter som för ca 1 900 miljoner år sedan intruderade de ytligt bildade sedimentära bergarterna. Dessa intrusioner skedde i ett tidigt skede av en bergskedjebildning kallad den svekokarelska orogenesisen. Bergartsgruppen

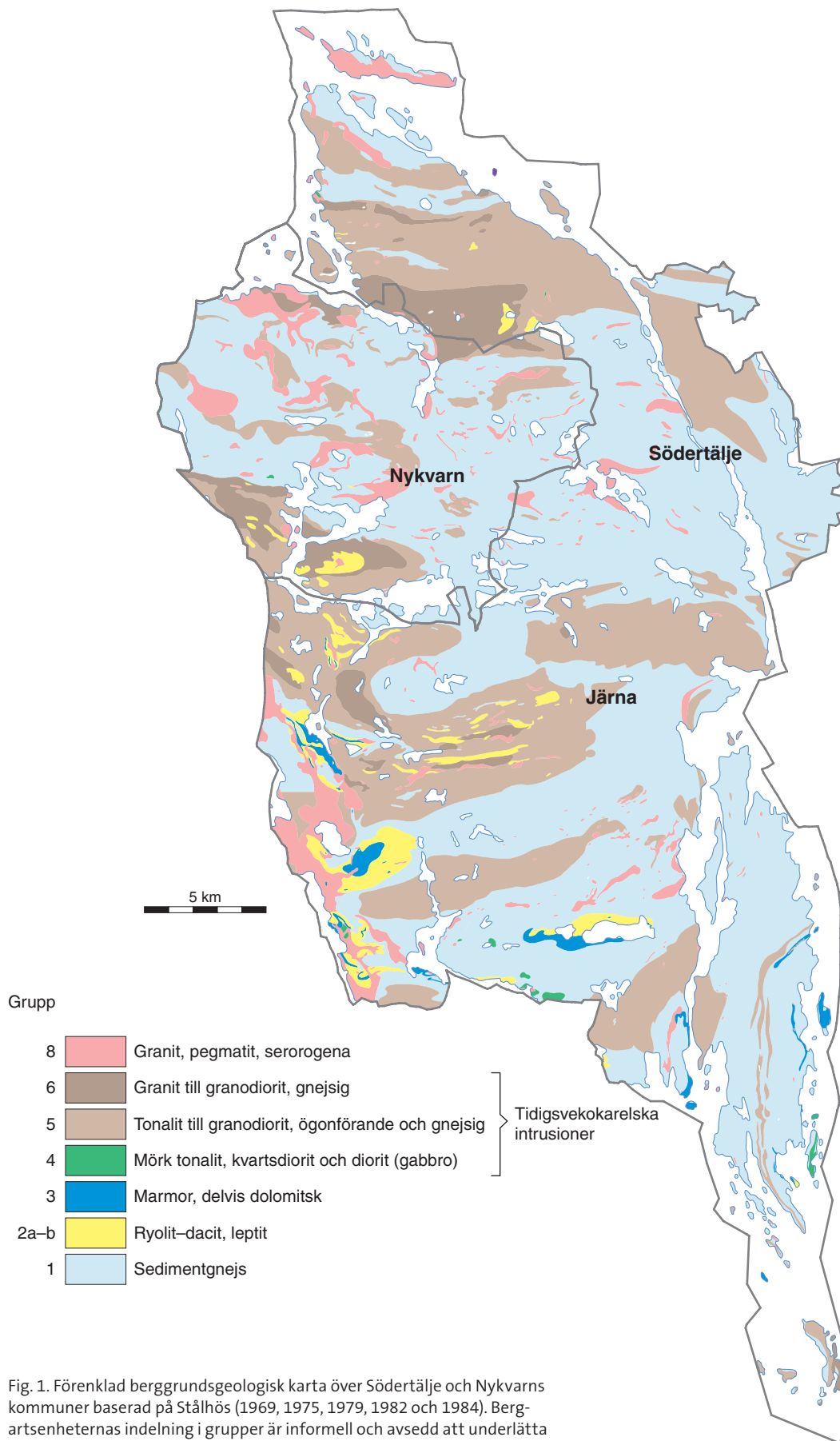


Fig. 1. Förenklad berggrundsgeologisk karta över Södertälje och Nykvarns kommuner baserad på Stålhös (1969, 1975, 1979, 1982 och 1984). Bergartsenheter indelning i grupper är informell och avsedd att underlätta utvärderingen av de tekniska analyserna.

domineras av grå till rödgrå graniter, granodioriter och tonaliter. De är huvudsakligen något gnejsiga eller folierade med kvarts- och fältspatkornen parallellorienterade och i varierande grad rekristalliserade. Ådergnejsbildning och migmatisering är vanlig. De tidigsvetikokarelska intrusivbergarterna uppträder förutom i stora sammanhängande områden även som tunna partier (1–100 m) i sedimentgnejserna.

I betydligt mindre omfattning intruderade även basiska magmor (grupp 4) som bildade diorit och gabbro när de stelnade. Därtill finns en mängd tunna basiska gångar eller lager i såväl sedimentgnejserna som de granitoida intrusivbergarterna.

Migmatitgranit (grupp 7)

I samband med den svekokarelska bergskedjebildningen sänktes ovannämnda bergarter ned till större djup i jordskorpan där de omvandlades och deformerades. Sedimentgnejsen blev ådergnejsomvandlad och delvis uppsmält (migmatiserad) varvid migmatitgraniter bildades. Dessa har ett oregelbundet uppträdande och återfinns såväl parallellt med som klippande gnejsstrukturen. Migmatitgraniterna har en spridd utbredning men bildar inga större sammanhängande kroppar i området.

Yngsta graniter (grupp 8)

I ett senare skede av den svekokarelska bergskedjebildningen intruderade ytterligare en generation av granitiska magmor den äldre berggrunden. De uppträder ofta som skarpt avgränsade små massiv av fint medelkornig röd eller grå granit eller som små kroppar av pegmatit. I flera granitområden finns relativt små, nedlagda stentäkter. En del av de yngre graniterna visar förhöjda värden av joniserande strålning vilket måste beaktas vid eventuell utvinning av bergarten och särskilt då för användning som betongballast.

Diabas (grupp 9)

Gångar av diabas uppträder i underordnad omfattning och är sällan mer än några meter breda. Diabaserna är kartområdets yngsta bergartsled.

ALLMÄN GEOFYSIK

De geofysiska flygmätningarna över Södertälje–Nykvarnområdet omfattar mätning av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning och det elektromagnetiska fältet i VLF-området (Very Low Frequency). Mätningarna är utförda från flygplan på ca 30 eller 60 m höjd, längs linjer med 200 m avstånd och med ca 40 m mellan mätpunkterna.

Hela kartområdet är täckt av magnetiska och radiometrisk flygmätningar. Elektromagnetiska (VLF-) data saknas över den sydligaste delen av Södertälje kommun, söder om Mölnbo. VLF-data uppmätta med två sändare, vilket innebär att en signal som är oberoende av riktning erhålles, täcker enbart kartområdet 10I SV. 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, cirka 3 dm tunna skiktet av jordtäcket eller bergytan. Mätresultaten används vid tolkningen av berggrundskartan, men framför allt för att identifiera bergarter med förhöjd gammastrålning och områden med risk för förhöjda radonvärden.

Variationer i magnetfältet beror framför allt på bergarternas innehåll av magnetiska mineral. Den magnetiska anomalikartan kan därför ge information om vissa bergarters utbredning och om strukturella drag i berggrunden. Den magnetiska anomalikartan över Södertälje och Nykvarns kommuner visar varierande magnetiseringsnivåer över en stor del av kartområdet. Det är framför allt metavulkaniter och

äldre graniter som orsakar de högmagnetiska anomalierna inom kartområdet. Stråket med järnmalmsgruvor (Järnafältets gruvor, 10H 0 i) ger upphov till den största anomalin (upp till 5 000 nT). Mätningar på hållar visar att den magnetiska susceptibiliteten för metavulkanit (grupp 2a) varierar mellan ca 2 och $2\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter (medianvärde 9×10^{-5} SI-enheter). Även de äldre granitoiderna (grupp 5 och 6) uppvisar en stor variation från 1 till $3\,800 \times 10^{-5}$ SI-enheter (medianvärde 15×10^{-5} SI-enheter).

Sedimentgnejsen (grupp 1) är generellt lågmagnetisk, men förekommer av sulfidhorisonter med magnetkis ger upphov till högmagnetiska anomalier. I områdets norra del (4 i–j) finns en sådan högmagnetisk anomali i öst–västlig riktning orsakad av en starkt rostvitträd metasedimentär bergart (Stålhös 1982). De yngre graniterna (grupp 8) inom området är lågmagnetiska med en susceptibilitet som huvudsakligen är lägre än 15×10^{-5} SI-enheter. Ett flertal parallella och långsträckta magnetiska anomalier med nordvästlig riktning förekommer främst i den södra delen av området. De orsakas av diabasgångar (grupp 9) med en bredd som varierar mellan 3 och 25 m (Stålhös 1982). Diabasen har en magnetisk susceptibilitet på ca 1 000 till $4\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Inom området uppträder även diabaser med lägre susceptibilitet på ca $40\text{--}200 \times 10^{-5}$ SI-enheter.

BERGGRUNDENS STRUKTURER, DEFORMATIONSZONER OCH SPRICKOR

Berggrunden i kartområdet har varit utsatt för både plastisk och spröd deformation. Den plastiska deformationen har resulterat i en penetrativ (genomträngande) foliation, gnejsighet eller veckning av bergarterna. Den spröda deformationen har resulterat i sprickor och förkastningar.

Orienteringen hos sprickor som är längre än 0,5 meter och som korsar en 10 meter lång, godtyckligt orienterad, horisontell profil har mätts på 48 av provlokalerna. De redovisas i stereogram i kartmarginalen. Med få undantag visar diagrammen att orienteringen hos sprickorna varierar inom vida gränser och utan tydliga trender.

TEKNISKA ANALYSER

Bergartsprov för tekniska analyser har huvudsakligen tagits i sprängda väghållar med friska blottningar. Provtagningen har skett med slägga och spett. Omkring 50–70 kg bergmaterial har tagits vid varje lokal. Även resultat från äldre undersökningar (21 prover) från kartområdet 10I Stockholm SV (Persson m.fl. 2001) redovisas. Vid provtagningen strävar man efter att täcka in samtliga bergartstyper i området, men lokalerna är även valda efter vad det har varit praktiskt möjligt att provta. Vid varje lokal har stor vikt lagts vid att provmaterialet ska vara representativt för området.

Vid de tekniska analyserna har värdena för kulkvarn (A_N), Los Angeles-tal (LA), micro-Deval (M_{DE} , gäller ej för prover inom kartområdet 10I Stockholm SV) och alkalisilikareaktivitet (ASR) bestämts. Vid flertalet provtagningslokaler har även bergartens gammastrålning mätts för att bestämma radium- (RA) och aktivitetsindex (GA), vilka har betydelse vid klassificeringen av betongballast. Analysresultaten ligger till grund för en bedömning av materialets användbarhet till vägmakadam, järnvägs makadam (spårballast) och betongballast (jfr Persson och Schouenborg 1995, 1996). Fullständiga analysresultat och kvalitetsbedömningar redovisas i tabell 2. Spridningen av kulkvarnsvärden och Los Angeles-tal för de olika bergartsgrupperna redovisas i tabell 3. Bedömningsnormerna för respektive användningsområde redovisas i avsnittet Kvalitetsklassning av prover.

Kulkvarnsanalys (A_N)

Kulkvarnsvärdet är ett mått på bergarternas nötningsmotstånd (t.ex. motstånd mot dubbdäcksslitage). Analyserna på prover från 2005 har utförts enligt FAS-metod 259-02 (Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige), vilket motsvarar Nordiska kulkvarnsmetoden SS-EN 1097-9 (Svensk standard 2004a). Analyserna av prover från Persson m.fl. (2001) är gjorda enligt samma metod men en tidigare version.

Tabell 2. Resultat av tekniska analyser, radiometrisk markmätningar och bedömningar av bergarter från kartområdet Södertälje och Nykvarn kommuner. Provpunkternas läge anges med koordinater i rikets nät RT-90. För prover TNT050001-40 har A_N-, LA- och M_{0E}-analyserna utförts vid MRM Konsult AB i Luleå och analyserna av ASR har utförts vid Cement och Betong Institutet i Stockholm. Resultat för prover märkta LEP resp. MGO samt upplag "järna" är från Persson m.fl. (2001) med A_N-analyserna utförda vid SGU, LA-tal och ASR bestämda vid Sveriges Provings- och Forskningsinstitut. Övriga analyser är utförda vid SGU.

IDNR	Bergartsbeskrivning	Grupp	N-S	E-V	ρ _s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{0E} %	RA	GA	Glimmer*	ASR	V ²	J ²	B ²
TNT050001	Granodiorit-tonalit, medelkornig, gnejsig	6	6555175	1590775	2,67	11,6 ¹	27,7	8,01	0,1	0,7	9,2	I	2	1	1
TNT050002	Granit, medelkornig-grovt medelkornig, gnejsig	6	6559869	1590873	2,71	10,1	18,5	7,01	0,6	1,0	9,4	I	1,5	1	1
TNT050003	Granit, grovt medelkornig, ställvis folierad	8	6545619	1603115	2,62	13,1 ¹	25,5	8,71	0,4	0,9	2,4	I	2	1	1
TNT050004	Felsisk vulkanit? Medelkornig	2a	6544802	1600196	2,67	12,1 ¹	17,8	8,91	0,2	0,9	13,6	I	2	1	1
TNT050005	Granit, medel-grovt medelkornig, massformig till svagt folierad	8	6566168	1590573	2,62	8,7 ¹	21,9	0,5	1,8	5,8	I	I	1	1	1
TNT050006	Granit, fint medelkornig, jämnkornig, svagt folierad	8	6562322	1597374	2,65	7,3 ¹	16,0	0,2	1,6	13,4	I	I	1	1	1
TNT050007	Granit, medelkornig, gnejsig	6	6573939	1592207	2,62	7,5 ¹	19,3	0,1	0,5	3,6	I	I	1	1	1
TNT050008	Granit, porfyrisk, finkornig, svagt folierad	8	6554465	1586997	2,65	8,0 ¹	16,3	0,3	1,9	9,2	III	I	1	1	3
TNT050009	Metaarenit, gnejsig	1	6560243	1595432	2,73	12,7 ¹	16,5	10,81	0,4	0,9	20,4	I	2	2	2
TNT050010	Marmor	3	6544005	1599575	2,75	35,8 ¹	34,0	28,0	<0,1	<0,1		I	3	-	-
TNT050011	Granit, medelkornig, något ojämnkornig, massformig	8	6547945	1588154	2,64	8,4 ¹	15,5		0,8	1,7	9,8	II	1	1	2
TNT050012	Granodiorit, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig	6	6544965	1591025	2,72	9,7	15,4		0,1	0,4	8,0	I	1	1	1
TNT050013	Metaarenit, något migmatitisk, gnejsig	1	6549491	1595182	2,71	16,3 ¹	23,1		0,2	0,7	9,6	I	2	1	1
TNT050014	Granit, medelkornig, gnejsig	6	6550915	1598699	2,65	10,5	26,9		0,1	0,9	4	I	2	1	1
TNT050015	Granit, medelkornig, massformig	8	6543433	1591206	2,64	7,5 ¹	13,5		0,2	1,2	18	II	1	2	2
TNT050016	Ryolit, finkornig	2a	6543321	1591387	2,66	10,7	13,2	8,31	0,4	1,2	8,6	II	1,5	1	2
TNT050017	Granit-granodiorit, medelkornig, gnejsig	6	6572050	1593450	2,74	11,2 ¹	18,2		0,1	0,6	11,6	I	2	1	1
TNT050018	Granit, medelkornig	8	6566263	1583738	2,63	10,0	24,0		0,6	1,0	5,0	III	1,5	1	3
TNT050019	Granit, fint medelkornig till medelkornig, biotitstrimmig	2b	6559047	1589284	2,63	8,4 ¹	16,4		0,1	1,6	4,4	I	1	1	1
TNT050020	Granodiorit, medelkornig, biotitstrimmig	6	6541656	1601884	2,66	12,0 ¹	27,7	8,51	0,2	0,8	5	I	2	1	1
TNT050021	Granodiorit, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig	6	6542311	1604485	2,68	11,4 ¹	18,0	7,41	0,2	0,9	15,4	I	2	2	1
TNT050022	Metaarenit, gnejsig	1	6544540	1606638	2,71	15,1 ¹	22,6		0,2	0,7	10,4	I	2	1	1
TNT050023	Metaarenit, ådergnejsomvandlad, migmatitisk	1	6536212	1608279	2,71	15,8 ¹	23,4		0,1	0,6	18,2	I	2	2	2
TNT050024	Granit, medelkornig, något porfyrisk, massformig	8	6552358	1587853	2,66	7,1 ¹	16,1		1,3	2,2	8,4	II	1	1	3
TNT050025	Granit, medelkornig, planfolierad	8	6563203	1589632	2,64	7,5 ¹	16,1		0,2	1,4	8,4	II	1	1	2
TNT050026	Granit, medel- till grovkornig, gnejsig	6	6570896	1596776	2,64	10,8	23,6		<0,1	0,8	6,0	II	2	1	2
TNT050027	Diabas, finkornig, porfyrisk	9	6547864	1588582	2,94	11,3 ¹	8,9		<0,1	0,2	<5	I	2	1	1
TNT050028	Granodiorit-tonalit, medel- till grovkornig, gnejsig	5	6552945	1598755	2,65	9,6	21,1	6,61	0,3	0,8	13,4	II	1	1	2
TNT050029	Sedimentådergnejs	1	6563509	1598119	2,70	24,4 ¹	24,2		0,3	0,9	20,6	II	3	2	2
TNT050030	Sedimentgnejs, kvartsrik, medel- till grovkornig, migmatitisk	1	6556883	1595603	2,70	16,0 ¹	17,1	12,91	0,2	0,7	22,4	I	2	2	2
TNT050031	Granodiorit, medelkornig, gnejsig	6	6569478	1593997	2,65	12,4 ¹	27,7		0,1	0,9	5,2	I	2	1	1
TNT050032	Dacit, fint medelkornig	2a	6547407	1592625	2,62	10,8	22,3		0,3	1,2	11,0	I	2	1	1
TNT050033	Dacit, finkornig	2a	6546105	1590983	2,60	8,2 ¹	18,1		0,2	1,2	11,6	II	1	1	2
TNT050034	Granit eller felsisk vulkanit? Fint medelkornig, folierad	2a	6551314	1594256	2,62	12,2 ¹	32,4	6,51	0,1	0,6	0,6	I	3	2	1

IDNR	Bergartsbeskrivning	Grupp	N-S	E-V	ρ_s g/cm ³	A _N %	LA %	M _{bf} %	RA	GA	Glimmer*	ASR	V ²	J ²	B ²
TNT050035	Granit, medelkornig till grovt medelkornig, något ojämnkornig och folierad	8	6540277	1640287	2,65	7,8 ¹	16,4	5,01	0,4	2,1	7,8	II	1	1	3
TNT050036	Sedimentgnejs, medel- till grovkornig, ojämnkornig, migmatitisk	1	6563595	1584253	2,75	13,4 ¹	16,3	5,71	0,3	0,8	31,6	II	2	3	3
TNT050037	Tonalit. Fint medelkornig, massformig till svagt folierad	8	6566630	1588648	2,65	10,4	19,8	8,01	0,4	0,8	10,6	I	2	1	1
TNT050038	Sedimentgnejs, migmatitisk	1	6542800	1607523	2,72	12,1 ¹	17,9	8,71	0,2	0,8	13,6	II	2	1	2
TNT050039	Diorit, grovt medelkornig, folierad	4	6541513	1598322	2,80	16,7 ¹	20,9	12,91	0,2	0,8	11,8	I	2	1	1
TNT050040	Migmatitgranit, medelkornig	7	6564420	1596661	2,68	8,7 ¹	16,7	5,91	0,3	1,9	13,8	I	1	1	2
LEP970062A	Granit, grå, finkornig, gnejsig, fåtal strökor	2b	656473	160318	2,64	7,6	14,5	–	0,4		3–4	3–4	1	2	3
LEP970062B	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig till medelkornig, granat	1	656473	160318	2,72	14,0	19,3	–	0,4		1	1	2	2	(1)
LEP970062C	Yngre granit, grå, finkornig, svagt gnejsig	8	656473	160318	2,65	9,0	17,6	–	0,4		1	1	1	1	1
LEP970063	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig, omvandlad	1	656397	160091	2,71	26,3	22,6	–	0,3	2,0		1	3	2	2
LEP970068	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig, granat	1	656310	160365	–	–	26,8	–			1	1	2	2	2
LEP970069	Yngre granit, grå, finkornig, svagt gnejsig, små strökor	8	656320	160245	2,65	8,5	19,2	–	0,3	1,6		1	1	1	2
LEP970072	Granit, skår, finkornig, gnejsig, strökor	2b	655840	160050	2,66	9,1	18,3	–	0,1	0,9		3	1	1	2
LEP970073A	Granit, (grå)röd, medelkornig, gnejsig, uppkrossad, strökor	2b	655777	160426	2,66	8,9		–	0,2	0,8		2–3	1	1	2
LEP970073B	Diabas, svart, finkornig, jämnkornig, tät	9	655777	160426	2,92	5,7		–	0,2		1	1	1	1	1
LEP970074A	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig, granat	1	655970	160550	2,75	12,7	13,9	–	0,2	0,9		4	2	2	3
LEP970074B	Granit (mylonit), grå, finkornig, tät, ojämnkornig, gnejsig, uppkrossad		655970	160550	2,63	5,5	12,8	–	0,2		4	4	1	2	3
MGO970015	Granit, grå, finkornig, ojämnkornig, gnejsig	8	656680	160585	2,67	7,4		–			1	1	1	1	1
MGO991003A	Yngre granit, röd-skår, finkornig, slirig, uppkrossad	8	656550	160615	2,61	11,4		–			1	1	2	2	1
MGO991003B	Granit, rödgrå, fint medelkornig, jämnkornig, gnejsig	2b	656550	160615	2,65	9,3		–			1	1	1	1	1
MGO991003C	Tonalit, gråsvart, finkornig, gnejsig	5	656550	160615	2,80	13,0		–			1	1	2	2	1
MGO991003D	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig	1	656550	160615	2,68	13,7		–			1	1	2	2	1
MGO991004A	Granit, skår, medelkornig, gnejsig	2b	655430	160112	2,64	10,9	24,3	–			1	1,5	1	1	1
MGO991004B	Granit, röd, medelkornig, gnejsig, omvandlad	2b	655430	160112	2,66	10,0		–			1	1	1	1	(1)
MGO991004C	Granit, grå, finkornig, gnejsig, granat	2b	655430	160112	2,71	10,8		–			1	1,5	1	1	1
MGO991004D	Granodiorit, skår, fint grovkornig, gnejsig	6	655430	160112	2,64	10,1		–			2	1,5	1	1	1
Upplag "järna"	Krossberg		655665	160375	2,67	12,3		–	0,1	0,7			2	1	

1 Enkelprovsanalyser.

2 Kvalitetsklassning av bergartsprover avseende tillämpning som vägmakadam (V), järnvägsamakadamballast (J) och betongballast (B), se vidare tabeller 4–6 för definition av klassningen.

* Glimmerhalt från modalanalys

Tabell 3. Sammanställning av kulkvarnsvärden och Los Angeles-tal för bergartsprover inom Södertälje och Nykvarns kommuner.

Grupp	Bergart	Kulkvarnsvärde %			Los Angeles-tal %		
		Spridning	Medelvärde	Antal prover	Spridning	Medelvärde	Antal prover
1	Sedimentgnejs	12,1–26,3	16,0	12	13,9–26,6	20,3	12
2a	Ryolit, dacit	8,2–12,2	10,8	5	13,2–32,4	20,8	5
	Medelkornig granit inom leptit- områden	7,4–10,9	9,4	8	14,5–24,3	18,3	4
3	Marmor		35,8	1		34	1
4	Diorit		16,7	1		20,9	1
5	Tonalit–granodiorit	9,6–13,0	11,3	2		21,1	1
6	Granit–granodiorit, medelkornig gnejsig	7,5–12,4	10,7	11	15,4–27,7	22,3	10
7	Migmatitgranit		8,7	1		16,7	1
	Granit, mylonit		5,5	1		12,8	1
8	Granit, yngre	7,1–13,1	8,7	15	13,5–25,5	18,2	13
9	Diabas	5,7–11,3	8,5	2		8,9	1

Krossning har utförts i en rotationskross med 30 mm utloppsspalt och i en laboratoriekäftkross med en utloppsspalt inställd på 16 mm. Grovsiktning har skett i en maskinskak och finsiktning i en skakapparat enligt FAS-metod 221-02. Den analyserade fraktionen är 11,2–16 mm. Harpsiktning har skett med spaltvidden 6,3 mm för att avlägsna de flisigaste kornen och erhålla ett flisighetstal (jfr FAS-metod 209-98) som motsvarar storproduktionsdrift (flisighetstal 1,30–1,40), då materialet nöts under längre tid. Analys har delvis gjorts på enkelprov och delvis på dubbelprov. Medelvärdena för de olika bergartsgruppernas kulkvarnsvärden (A_N) redovisas i tabell 3.

Los Angeles-analys (LA)

Los Angeles-talet (LA-talet) är ett mått på bergarternas motstånd mot fragmentering (sprödhet). Analyser på prover har utförts enligt SS-EN 1097-2 (Svensk standard 1998). Krossning och siktning har skett på samma sätt som för kulkvarnsanalyserna. Detta har gett ett flisighetstal för samtliga bergartsmaterial på 1,30–1,40, dvs. analysresultaten är jämförbara med storproduktionsdrift. LA-talet har därefter bestämts på enkelprov med storleksfraktionen 10–14 mm. Medelvärden för de olika bergartsledens LA-tal redovisas i tabell 3.

Micro-Deval analys (M_{DE})

Micro-Devalvärdet 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. De har gett ett flisighetstal för samtliga bergartsmaterial på 1,30–1,40, vilket innebär att analysresultaten är jämförbara med storproduktionsdrift. Micro-Devalvärdet har därefter bestämts på enkelprov (för TNT050010 dubbelprov) med storleksfraktionen 10–14 mm enligt SS-EN 1097-1 (Svensk standard 1997). Provningsen har gjorts med tillsats av vatten. Micro-Devalvärdena presenteras i tabell 2.

Alkalisilikareaktivitetstest (ASR)

Alkalisilikareaktivitet (ASR) betyder att eventuella alkalimetaller i cement reagerar med s.k. reaktiv kvarts i stenmaterialet till en alkalisilikagel (Lagerblad & Trädgårdh 1992). Den senare kan i vissa fall expan-

dera och därmed innebära risk för att betongen spricker. Exempel på reaktiva mineral och texturer är i fallande reaktivitetsskala: opal (amorf kvarts), cristobalit, tridymit, deformerad kvarts, "ribbon quartz", suturerade kornfogar i kvarts och mikrokristallin kvarts.

På proverna analyserade vid Cement och Betong Institutet (CBI) har risken för ASR bedömts enligt en tregradig skala, enligt RILEM AAR-1 (RILEM 2000): I. Mycket osannolikt alkalireaktiv, II. Osäker eller potentiell risk, III. Mycket sannolikt alkalireaktiv. Prover från kartområdet 10I SV (märkta LEP resp. MGO) har analyserats vid Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP). Där har en fyrgradig skala använts vid riskbedömningen enligt: 1. Ingen risk, 2. Sannolikt ingen risk (enstaka deformerade kvartskorn), 3. Liten risk (tydlig deformation) och 4. Klar risk (de flesta kvartskornen är kraftigt deformerade). Resultaten presenteras i tabell 2.

Övriga analyser

Petrografisk analys

Mängdförhållandet av bergarternas huvudmineral har bestämts genom modalanalyser (mineralfördelningen i 500 punkter inom en ca 20 × 25 mm stor yta av bergarten). Resultaten redovisas i tabell 4. Utförligare beskrivningar av mineralsammansättningen finns i Stålhös (1969, 1975, 1979, 1982). Speciellt kvarts- och glimmerinnehållet är av betydelse för bergarternas användbarhet som ballast.

Gammastrålningsmätningar

Gammastrålningsmätningar på hällar utförs i samband med berggrundskartering för att identifiera bergarter med förhöjda radonvärden. Genom sina 15 miljömål har regeringen med delmålet "Säker strålmiljö" gett direktiv om hur människan ska skyddas mot skadlig strålningspåverkan i byggnader och alla övriga slags anläggningar. Strålskyddslagen behandlar strålningsrelaterade frågor i miljön generellt och har givit Statens strålskyddsinstitut (SSI) i uppdrag att utforma ramarna för strålningspåverkan och föreskrifter om strålningsskyddade miljöer. Bergkvalitetskartan ger punktvisa uppgifter om berggrundens naturliga gammastrålning i form av radiumindex och aktivitetsindex.

Gammastrålningsmätningar på berghällar har utförts på ca 160 platser inom området. Härvid har den totala gammastrålningen samt halten av kalium-40, uran-238 och torium-232 bestämts. Radiumindex och aktivitetsindex har beräknats för samtliga mätpunkter och lagrats i SGUs databaser. Radiumindex är ett mått på radiuminnehållet i ett material och ska för byggnadsmaterial vara mindre än 1,0 (Åkerblom m.fl. 1990, jfr BFS 1990). 16,2 ppm uran motsvarar 200 Bq/kg radium-226, vilket i sin tur motsvarar radiumindex 1,0.

Halterna av kalium, uran och torium redovisas i massandelar som procent för kalium och miljondelar (ppm) för uran och torium. Halterna kan omräknas till Bq/kg enligt följande:

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

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

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

Aktivitetsindex, m_γ är beräknad 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).

Tabell 4. Modalanalyser av bergartsprover från Södertälje och Nykvarn kommuner. Halter i volym-%. Prover märkta LPE resp MGO från Persson m.fl. (2001).

Prov	Bergart enligt modalanalys	Grupp	Kornstorlek (mm)	Kvarts	K-fältspat	Plagioklas	Biotit	Muskovit	Hornblände	Epidot	Kalcit	Klorit	Övrigt
TNT050001	Granodiorit, medelkornig, gnejsig	6	0,2–3	39	30	22	9						opak
TNT050002	Granit, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig	6	0,5–1,3–4	37	18	35	9						
TNT050003	Granit, grovt medelkornig, ställvis folierad	8	Megakrister när 10 mm	29	41	21	9 ¹						
TNT050004	Sur vulkanit	2a	0,3–0,6	39	28	20	14						
TNT050005	Granit, medelkornig till grovt medelkornig, massformig till svagt folierad	8	0,5–1,0,10	29	22	43	4	2					
TNT050006	Granit, fint medelkornig, jämnkornig, svagt folierad	8	0,5–1,0	25	22	38	11	2					
TNT050007	Granit, medelkornig, gnejsig	6	0,3–1,0	37	37	23	4						Opak
TNT050008	Granit, porfyrisk, finkornig, svagt folierad ²⁾	8					9						91
TNT050009	Metaarenit, gnejsig	1	0,2–1	41	6	28	20						Granat 3
TNT050010	Marmor	3									+		
TNT050011	Granit, medelkornig, något ojämnkornig, massformig	8		29	31	30	10						
TNT050012	Granodiorit-tonalit, medelkornig, gnejsig	6	0,5–2	31	9	50	7					1	Opak 1 Apatit <1
TNT050013	Metaarenit, något migmatitisk, gnejsig	1	0,5–1,5	61	7	16	10						Kordierit 7
TNT050014	Granit, medelkornig, gnejsig	6	0,2–1,5	38	35	22	4						Apatit <1
TNT050015	Granit, medelkornig, massformig ²⁾	8	0,4–3				21 ¹					+	
TNT050016	Ryolit, finkornig ²⁾	2a		+	+		9						91
TNT050017	Granodiorit-tonalit, medelkornig	6	0,2–2	34	9	44	12						Opak <1
TNT050018	Granit, medelkornig	8	0,5–2	34	38	24	5						
TNT050019	Granodiorit	2b	0,2–2	31	11	52	4 ¹				+		
TNT050020	Granodiorit, medelkornig, biotitstrimmig	6	0,1–1	33	18	45	4						
TNT050021	Granodiorit, medelkornig till grovt medelkornig, gnejsig	6	0,3–2	28	10	46	12				4		Granat 1
TNT050022	Metaarenit, ådergnejsomvandlad,	1	1–7				10						90
TNT050023	Metagråvacka, gnejsig	1					18						82
TNT050024	Granit, medelkornig, något porfyrisk, massformig	8	0,5–1,3–7	37	29	25	5	3					
TNT050025	Granit, medelkornig, planfolierad	8	0,2–2	29	26	36	8	<1					
TNT050026	Granit, medel- till grovkornig, gnejsig	6	0,5–2	34	22	38	6						
TNT050027	Diabas, finkornig, porfyrisk	9											
TNT050028	Tonalit, medel- till grovkornig, gnejsig	5	0,5–2	42	7	37	13		+				Opak <1
TNT050029	Sedimentgnejs ²⁾	1					21						79
TNT050030	Sedimentgnejs, kvartsrik, medel- till grovkornig, migmatitisk ²⁾	1					22 ¹					+	78
TNT050031	Granodiorit, medelkornig, gnejsig	6	0,5–2	40	12	42	+					5	
TNT050032	Dacit	2a	0,1–0,8	44	41	4	11						
TNT050033	Dacit	2a	0,1–0,5	48	36	<1						4	Opak 2
TNT050034	Granit eller felsisk vulkanit? Fint medelkornig, folierad	2a		36	39	22	1						Opak 2
TNT050035	Granit, medelkornig till grovt medelkornig, något ojämnkornig och folierad	8	0,1–3	31	35	26	7	1					

Prov	Bergart enligt modalanalys	Grupp	Kornstorlek (mm)	Kvarts	K-fältspat	Plagioklas	Biotit	Muskovit	Hornblände	Epidot	Kalcit	Klorit	Övrigt
TNT050036	Sedimentgnejs, medel- till grovkornig, ojämnkornig, migmatitisk ²⁾	1					32 ¹⁾						68
TNT050037	Tonalit	8	0,2–1	53	3	33	11 ¹⁾					+	
TNT050038	Sedimentgnejs, migmatitisk	1	0,01–7	35	14	37	14						Opak <1
TNT050039	Diorit, grovt medelkornig, folierad	4					12 ¹⁾						88
TNT050040	Migmatitgranit, medelkornig	7		37	13	36	12	2					
LEP970062A	Granit, grå, finkornig, gnejsig, fåtal strökor	2b		25	29	27	12	5	+	1	1		
LEP970062B	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig till medelkornig, granat	1		36	8	13	22	1	+				20
LEP970062C	Yngre granit, grå, finkornig, svagt gnejsig	8	0,05–0,2 0,5–5	26	34	26	1	2	+	+	10		1
LEP970063	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig, omvandlad	1		34		40	17	+			2		7
LEP970068	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig, granat	1	0,1–0,5 1–10	30	11	22	24	1		+	3		9
LEP970069	Yngre granit, grå, finkornig, svagt gnejsig, små strökor	8	0,1–0,2 0,5–4	23	39	21	11	4	+	+	+		2
LEP970072	Granit, skår, fint grovkornig, gnejsig, strökor	2b	0,05–0,2 1–7	~25	~30	~30	~10	~2		+	~2		
LEP970073A	Granit, (grå)röd, medelkornig, gnejsig, uppkrossad, strökor	2b	0,05–0,2 0,5–3	25	25	35	12	1			1		1
LEP970073B	Diabas, svart, finkornig, jämnkornig, tät	9	0,1			~50		+		+	+		~50
LEP970074A	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig, granat	1		33	23	9	16	1		+			18
LEP970074B	Granit (mylonit), grå, finkornig, tät, ojämnkornig, gnejsig, uppkrossad		0,01–0,05 0,1–0,8	21	26	31	9	6		+	4		3
MGO970015	Granit, grå, finkornig, ojämnkornig, gnejsig	8	0,05–0,2 0,5–1	24	30	21	1	6		2	14		2
MGO991003A	Yngre granit, röd-skår, finkornig, uppkrossad	8		32	32	26	+	1		3	+	5	1
MGO991003B	Granit, rödgrå, fint medelkornig, jämnkornig, gnejsig	2b		35	21	34	5	+	1	+	+	2	2
MGO991003C	Tonalit, gråsvart, finkornig, gnejsig	5		27	+	45	16	+	10	+	+	+	2
MGO991003D	Sedimentådergnejs, gråsvart, fint medelkornig	1		51	11	22	1	+		1	10		4
MGO991004A	Granit, skår, medelkornig, gnejsig	2b		36	25	30	+	2		3		4	
MGO991004B	Granit, röd, medelkornig, gnejsig, omvandlad	2b		26	19	35		+		8		12	
MGO991004C	Granit, grå, finkornig, gnejsig, granat	2b		27	21	36	14	+	1	+	+	1	
MGO991004D	Granodiorit, skår, fint grovkornig, gnejsig	6		34	11	39	+	+		1	1	13	1

¹⁾ Inklusive klorit, muskovit.

²⁾ Provej lämpat för modalanalys

~ = uppskattat värde

gnejsig = enskilda mineraler ligger parallellanordnade

Enligt rekommendationer från de nordiska ländernas strålskyddsinstitutioner bör aktivitetsindex för byggnadsmaterial vara mindre än 2 (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000).

Kartan över markens naturliga gammastrålning visar en förhöjd gammastrålning speciellt i områden med yngre granit och migmatitgranit. De yngre graniterna förekommer både som fint medelkorniga till jämnkorniga led samt grov- och ojämnkorniga granatförande granitoider (Stålhös 1979). Mätningar på hållar visar att det är de jämnkorniga graniterna som har förhöjda halter av torium. Bergarten är relativt homogen och toriumhalten varierar huvudsakligen från 30 till 80 ppm (medelvärde 58 ppm), men halter över 120 ppm har uppmätts på vissa lokaler. De höga toriumhalterna får till följd att aktivitetsindex överstiger 2 inom flera områden. Uranhalterna för de jämnkorniga yngre graniterna varierar huvudsakligen mellan 3 och 13 ppm. På en lokal (öster om Klövstafjärden, 0 h) har en uranhalt på 22,5 ppm uppmätts vilket ger ett radiumindex på 1,3.

Även de migmatitomvandlade sedimentgnejserna har ställvis höga uran- och toriumhalter. Till skillnad från de jämnkorniga graniterna är migmatitgraniterna betydligt mer inhomogena och gammastrålningen kan variera kraftigt inom några meter. Även de pegmatiter som förekommer inom området har ibland kraftigt förhöjda halter av både uran och torium.

Figur 2 visar en sammanställning över aktivitetsindex och kaliumhalt för några olika bergartstyper inom Södertälje och Nykvarnsområdet. Av diagrammet framgår att sedimentgnejs och äldre granitoider generellt har relativt låg gammastrålning medan yngre granit och migmatitgranit har förhöjd gammastrålning. Nära hälften av alla lokaler med yngre granit som mätts har ett aktivitetsindex som är större än eller lika med 2. Dessa lokaler finns markerade på kartan som punktangivelser samt som sammanhängande ytor i de fall där flera mätningar visar att aktivitetsindex överstiger 2.

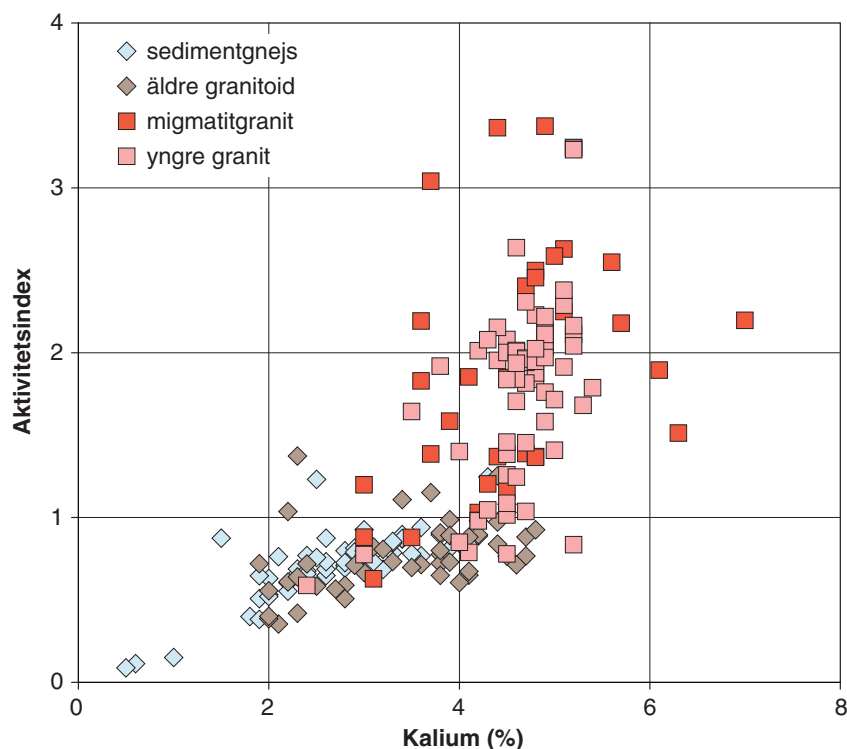


Fig. 2. Resultat från gammastrålningsmätningar på berghällar inom Södertälje och Nykvarn kommuner.

KVALITETSKLASSNING AV PROVER

En bedömning av bergarterna med hjälp av analyserade prover har gjorts avseende användbarheten till vägballast, järnväg (spårballast) och betong (tabell 2). De normer som använts vid bedömningen finns sammanfattade i tabellerna 5, 6, 7 och 8.

Användningsområde vägballast

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 av proverna för vägmakadam:

Klass 1	Bergmaterialet bedöms vara lämpligt både som slitlager*, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärden <10 % och Los Angeles-tal <30 %. * Ej till slitlagerskikt för vägar med höga ÅDT-tal (motorvägar etc.). Då krävs kulkvarnsvärde <7 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
Klass 1,5	Gränsfall mellan klass 1 och 2.
Klass 2	Bergmaterialet kan användas till färre beläggningstyper för slitlager än klass 1, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Kulkvarnsvärden <18 % och Los Angeles-tal <30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.
Klass 2,5	Gränsfall mellan klass 2 och 3.
Klass 3	Användning som slitlager och massabeläggningar är starkt begränsad till obefintlig. Användning som bärlager och förstärkningslager är fortfarande möjligt. Kulkvarnsvärden >18 % eller Los Angeles-tal >30 %. Se vidare krav i ATB VÄG 2004.

Användningsområde järnvägsballast

Kvalitetsklassningen för användning av bergmaterial som spårballast grundar sig på krav uppställda i BVS 585.52 (Banverket 2004). Kraven är en nationell anpassning av produktstandarden för makadamballast för järnvägar, SS-EN 13450 (Svensk standard 2003). Glimmerhalten bör vara låg (<25 %), då den vanligen sänker hållfastheten, minskar bergartens förmåga att motstå vittring samt ger olämpliga kornformer vid alltför höga koncentrationer. Kvartsrika bergarter ska undvikas på grund av att de kan orsaka skador på lungorna. Motstånd mot fragmentering ska minst uppfylla kraven för kategori LA_{RB}20 (Los Angeles-tal ≤20 viktsprocent), bestämd på fraktionen 31,5–50 mm (vilket ungefär motsvarar ett Los Angeles-tal på 30 %, bestämd på 10–14 mm). Vattenabsorptionen, enligt SS-EN 1097-6 (Svensk standard 2004b), får inte överstiga 1 %. Den färdiga produkten bör ha en så kantig, kubisk form som möjligt. LT-index (längd och tjocklek) ska, enligt SS-EN 933-4 (Svensk standard 2004c), vara lägst 20. Vidare finns krav på kornlängden införda i BVS 585.52 (Banverket 2004).

Klass 1	Bergmaterialet bedöms vara lämpligt som järnvägsbakad. Det klarar alla av Banverket (2004) föreskrivna krav för järnvägsbakad (BVF 585.52): sprödhets-tal <50 % alt. LA-tal <30 %, glimmerhalt <15 % (utan olämplig textur som spaltbara glimmerplan), ej kvartsit, vattenabsorption <1 %.
Klass 1,5	Gränsfall mellan klass 1 och 2.
Klass 2	Bergmaterialet bedöms kunna användas som järnvägsbakad. Glimmerhalt >15 % alternativt heterogena partier med lokalt kraftigt förhöjd glimmerhalt. Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
Klass 2,5	Gränsfall mellan klass 2 och 3.
Klass 3	Bergmaterialet bedöms inte kunna användas som järnvägsbakad och anses inte klara Banverkets (2004) föreskrivna krav (BVF 585.52).

Användningsområde betongballast

Kvalitetsklassningen för betong är främst erfarenhetsbaserad, en samlad bedömning av kvalitativa parametrar. Det som har legat till grund för klassningen är egenskaper som gammastrålning, mineralsammansättning (t.ex. glimmerinnehåll), omvandlingsgrad, kornstorlek, förekomst av alkalisilikareaktivt

material och sulfider, struktur och kornfogning, se vidare BBK 04 (Boverket 2004), SS 13 70 03 (Svensk Standard 2004d), SS-EN 1097-6 (Svensk Standard 2004b) och Concrete report No.1 (Swedish concrete association 1991). 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 betong-aggressiv miljö utan förprovning och klass 3-bergarter har generellt dåliga egenskaper och bör undvikas eller eventuellt förprovas. Klassningen av proverna är gjorda enligt följande generella indelning:

Klass 1	Bergmaterialet bedöms vara lämpligt som betongballast. Det bedöms klara föreskrivna krav och rekommendationer såsom låg till moderat glimmerhalt, låg halt av vittringsbenägna och skadliga mineral (sulfider, salter, svällare, alkalisilikareaktiva mineral, RILEM Recommended test method AAR-1 2000), låg porositet, vattenabsorption <1,0 %. Ballasten bör dessutom ej överstiga 1,0 i radiumindex eller 2,0 i aktivitetsindex.
Klass 1,5	Gränsfall mellan klass 1 och 2.
Klass 2	Bergmaterialet bedöms kunna användas som betongballast. Heterogena partier med lokalt kraftigt förhöjd glimmerhalt. Svårt att uppfylla övriga krav enligt klass 1.
Klass 2,5	Gränsfall mellan klass 2 och 3.
Klass 3	Bergmaterialet bedöms inte vara lämpligt som betongballast och anses inte klara kraven enligt ovan.

Användningsområde skyddssten (i pirar och kajer)

De krav som finns för skyddssten (i pirar och kajer) redovisas i tabell 8. De undersökta bergarternas densitet ligger mellan 2,60 och 2,80 g/cm³ med de lägsta värdena för dacit och graniter och de högsta för diorit (tabell 2). Bestämning av vattenabsorptionen eller punktlasttester (jfr Broch & Franklin 1972, Brook 1993) har inte utförts på bergarter inom Södertälje och Nykvarns kommuner. Men ingen av de provtagna bergarterna inom kommunen har bedömts ha en hög porositet. Punktlastindex kan, baserat på kulkvarnsvärdena, uppskattas att huvudsakligen ligga mellan 4 och 8 MPa. Bergarterna inom kommunen bedöms således vara av god kvalitet vad avser de krav som finns för skyddssten.

Test	Mycket god	God	Medel	Dålig
Densitet (g/cm ³)	>2,9	2,6–2,9	2,3–2,6	<2,3
Vattenabsorption (%)	<0,5	0,5–2,0	2,0–6,0	>6,0
Punktlastindex, I_{s50} , (MPa)	>8,0	4,0–8,0	1,5–4,0	<1,5

DEN GEOLOGISKT YTMÄSSIGA TOLKNINGEN AV BERGKVALITETEN

Av bergmaterialets användningsområden som ballastmaterial anses vägballast ha störst potentiell ekonomisk betydelse. Av denna orsak har fördelningen av bergkvalitetsklasserna 1–3 för vägballast markerats på bergkvalitetskartan. Klassificeringen är gjord med utgångspunkt från bergartsutbredningen som den redovisas i det geologiska underlagsmaterialet och de analyser som utförts. Berggrundens heterogenitet inom kartområdet medför att klassificeringen är översiktlig. Det är viktigt att bergkvalitetskartan kompletteras med detaljundersökning vid prospektering och planering för uttag av berg. Provtagningen har, om ej annat anges, omfattat enskilda bergartsled även i täkt. Dessa resultat överensstämmer följaktligen inte nödvändigtvis helt med de som erhålls i producerat material.

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.
- Boverket, 2004: Boverkets handbok om betongkonstruktioner, *BBK 04*, 271 s.
- Broch, E. & Franklin, J.A., 1972: The Point Load Strength Test. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 9, 669–697.

- Brook, N., 1993: The measurement and estimation of basic rock strength. IJ. Hudson (red.): *Comprehensive rock engineering, principles, practice & projects. Vol. 3, Rock testing and site characterization*. Pergamon Press, 41–81
- CIRIA SP 083, 1991: Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering. *Construction Industry Research and Information Association*, 603 s.
- CUR, 1995: Manual on the use of rock in hydraulic engineering. *Centre for Civil Engineering Research and Codes. CUR/RWS Report 169*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division, Directorate-General for Public Works and Water Management. Gouda. A.A. Balkema, Rotterdam.
- 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 221-02: *Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktninganalys*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 7 s.
- FAS-metod 259-02: *Bestämning av kulkvarnsvärde*. Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, 5 s.
- Lagerblad B. & Trädgårdh J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. *Cement och Betong Institutet. CBI rapport 4:92*, 74 s.
- Persson, L. & Schouenborg, B., 1995: Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. *SP, Sveriges Prov- nings- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik, SP RAPPORT 1995:49*.
- 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.
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist, S. & Sträng, M., 2001: Bergkvalitetskartan 10I Stockholm SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 218 Bk*.
- RILEM Recommended test method AAR-1, 2000: Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method. *Materials and structures* 36, 480–496.
- Stålhös, G., 1969: Beskrivning till Stockholmstraktens berggrund. *Sveriges geologiska undersökning Ba 24*, 190 s.
- Stålhös, G., 1975: Beskrivning till berggrundskartan Nyköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 115*, 99 s.
- Stålhös, G., 1979: Beskrivning till berggrundskartan Nynäshamn NV/SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 125*, 106 s.
- Stålhös, G., 1982: Beskrivning till berggrundskartan Strängnäs SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 142*, 78 s.
- Stålhös, G., 1984: Beskrivning till berggrundskartorna Strängnäs NV/NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 144–145*, 96 s.
- Svensk Standard, 1997: *SS-EN 1097-1: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval)*. Standardiseringen i Sverige, 11 s.
- Svensk standard 1998: *SS-EN 1097-2: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Metoder för bestämning av motstånd mot fragmentering*. Standardiseringen i Sverige, 29 s.
- Svensk Standard, 2003: *SS-EN 13450: Makadamballast för järnväg*. Standardiseringskommissionen i Sverige, 35 s.
- Svensk Standard, 2004a: *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.
- Svensk Standard, 2004b: *SS-EN 1097-6: Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 6: Bestämning av korndensitet och vattenabsorption*. Standardiseringskommissionen i Sverige, 3 s.
- Svensk Standard, 2004c: *SS-EN 933-4: Ballast – Geometriska egenskaper - Del 4: Bestämning av kornform – LT-index*. Standardiseringen i Sverige, 11 s.
- Svensk Standard, 2004d: *SS 137003: Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige*. Standardiseringen i Sverige, 19 s.
- Swedish concrete association, 1991. Durable concrete structures. *Concrete Report No. 1 (E). Swedish Concrete Association*, 55 s.

Vägverket, 2004: Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. *ATB VÄG 2004 Publ 2004:111*, 541 s.
Åkerblom, G., Pettersson, B. & Rosén, B., 1990: Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhållanden. *Byggforskningsrådets rapport R85:1988, reviderad utgåva 1990*, 160 s.