© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

REGIONALA BERGKVALITETSUNDERSÖKNINGAR INOM TÄTORTSOMRÅDEN – GEOLOGISK INFORMATION FÖR PLANERING OCH BYGGVERKSAMHET

Lars Persson, Sveriges geologiska undersökning, SGU, Uppsala
lars.persson@sgu.se

Inledning

Geovetenskaplig information är av vital betydelse i ett modernt samhälle. Detta rör inte minst underlag som visar naturresurser såsom malmer, industrimineral, bergarter, grundvatten, grus, sand och lera. När informationen är ändamålsenlig, t.ex. tillräckligt detaljerad och med rätt innehåll, kan optimala beslut tas vid planering, något som är av betydelse, inte minst av miljömässiga skäl.

Det finns med andra ord ett ökat behov av tillämpad geologi. Sveriges geologiska undersökning, SGU har intierat några projekt för att tillfredsställa ovan nämnda behov. SGU avser att producera geovetenskaplig information täckande de mest tätbefolkade områdena i Sverige. Under föregående år (2000) har undersökningar påbörjats i Mälardalen, i Göteborgsområdet och i Malmö-Helsingborgsområdet. Redan tidigare har undersökningar täckande Göteborgs kommun levererats. Bland dessa produkter ingår bergkvalitet.

Arbetet vid SGU med bergkvalitet inleddes för omkring 8 år sedan. Bergkvalitet blev ett sammanfattande begrepp för grundläggande berggrundsinformation, anpassad och presenterad för framförallt bygg- och anläggningssektorn. Vid denna tid pågick, påbörjade eller planerades en rad stora infrastrukturprojekt i Sverige och som omfattade mångmiljardbelopp, t.ex. vägprojekt som Ringen, Yttre Tvärleden, förbättringar av E4, järnvägsprojekt som Mälarbanan, Svealandsbanan, Arlandabanan och sedermera Botniabanan samt ett stort antal tunnel- och bergrumsprojekt. En inledande uppgiftsinhämtning bland entreprenörer, konsulter m. fl. visade på att geologisk basinformation av olika slag, t. ex. jord- och berggrundskartor ej alltid används i särskilt stor omfattning. Denna information har ofta uppfattats som svårförståelig och inte helt anpassad till de behov som föreligger. Det fanns följaktligen anledning att fundera på och åtgärda en tillrättaläggning av den grundläggande geologiska informationen till denna omfattande marknad.

En anpassning av den geologiska informationen innebär ett närmande till området som ligger mellan geologi och teknik, s.k. ingenjörsgeologi samt geoteknik. Bl.a. tillvaratogs den terminologi som utarbetats av Byggnadsgeologiska sällskapet, BGS och Svensk geoteknisk förening, SGF och

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

som nu i januari 2001 blir fri för användning. Med tiden blev det även engagemang inom uppdragssektorn i flera projekt såsom Ringen, Arlandabanan och utbyggnaden av Käppalaverken. Fortlöpande kontakter under dessa år med ingenjörsgeologer, ingenjörer och andra användare har lett till att produkten, den s.k. **bergkvalitetskartan**, efterhand förbättrats.

Bergkvalitetskartans innehåll

Bergkvalitetskartan är ett grundläggande, översiktligt planeringsunderlag då det gäller egenskaper hos berget samt innehåller information om bergresurser vid infrastruktursatsningar och/eller materialutnyttjande i väg- eller järnvägslinjen eller för en hel region, kommun eller län. Information lämnas även till underjordsverksamhet som tunnel- och bergrumsbyggen. Även i dessa fall är det väsentligt att från början känna till de varierande egenskaperna i bergmassan samt att från början använda berget till rätt ändamål utan lagerhållning och omlastning. Ett material produceras och levereras i stället direkt efter kundens önskemål. Detta har sin orsak i ökat kvalitetstänkande och kvalitetsstyrning med en så liten lagerhållning som möjligt. Genom flerstegskrossning kubiseras materialet, dvs. det får en sådan kornform att hållfastheten (en stabil makadamkonstruktion) höjs med bl.a. lägre kulkvarnsvärden som följd.

Arbetet med bergkvalitet följde från början tre huvudsakliga linjer vilka är mer eller mindre integrerade i verksamheten:
1. Undersökning av bergets praktiska egenskaper och hur kan det användas till asfalt (väg), spårballast (järnväg) och betong.
2. Insamling av geologisk och ingenjörsgeologisk information från infrastruktursatsningar i tätortsområden, inklusive underjordsinformation.
3. Redovisning och åskådliggörande av resultaten i tre dimensioner.

Arbetena inleddes i Stockholm där de senaste geologiska kartorna utkom under 1960-talet. Sedan dess har stadsbilden kraftigt förändrats på grund av bygg- och anläggningsverksamhet och det bedömdes som mycket angeläget att tillvarata den geologiska och ingenjörsgeologiska information som fanns. Stockholmsområdet har följaktligen uppdaterats och idag finns digitaliserad geologisk information (berggrunds- och bergkvalitetskartor) som täcker Stockholm NV, NO och SO i skala 1:50 000. Stockholm SV beräknas kunna levereras i början av detta år (2001). Eftersom man på detta sätt skaffar sig en bra bild av den geologi som finns på ytan, kan man genom komplettering av information från bergrum, tunnlar osv. skapa en 3D-modell över området, vilket i bästa fall också skulle kunna leda till en underjordskarta. En komplett geologisk och ingenjörsgeologisk, digital information i ett tätortsområde innebär stora kostnadsbesparingar i samband med nyplanering, drift och underhåll.

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Värdet av att tillvarata all tillgänglig geoinformation och **kombinera** med andra typer av information, t.ex. val av drivnings- och förstärkningsmetoder samt utnyttjandet av bergmaterialet vid väg-, järnvägs- och tunnelbyggen är mycket stor, något som uppmärksammats vid några större omdiskuterade projekt i landet.

Arbetssätt

Framställandet av bergkvalitetskartan grundar sig på fältkontroll av de större bergartsenheterna inom ett kartområde. Om befintliga berggrundskartor inte är tillräckligt detaljerade måste en kompletterande berggrundskartering först utföras innan arbetet med insamling och framställning av bergkvalitetsinformationen kan påbörjas. Ungefär 50 lokaler per kartblad undersöks närmare, där provtagning av större kvantiteter berg är möjlig. Dessutom sker mätning av sprickor samt bedömning av spricktätheten. Vid varje lokal provtas ca 70 kg bergmaterial för teknisk analys. Ställvis tas även några större block för utborrning av kärnor med 45 mm diameter för mätning av punktlastindex eller enaxlig tryckhållfasthet. Tunnslip framställs av bergarter från varje provplats och petrografisk analys utförs. I de fall berggrunden är heterogen (flera bergartsled i samma häll), vilket är speciellt vanligt i gnejsområden, tas flera prover från varje lokal. Detta görs för att belysa och förstå variationen inom berggrunden. Strålningsmätning sker på de flesta av ovannämnda lokaler.

Lineament tolkas från de flygmagnetiska och flygelektromagnetiska (VLF-) kartorna. VLF-kartan visar den elektriska ledningsförmågan i berggrunden och goda ledare är huvudsakligen brantstående vattenförande samt grafit- och sulfidförande horisonter. Flygstrålningskartor och berggrundskartan ligger till grund för planeringen av markstrålningsmätningarna. Härvidlag uträknas radiumindex vilket är ett mått på radiuminnehållet i ett material och skall för byggnadsmaterial vara mindre än 1.0. Det beräknas genom bestämning av urankoncentrationen i materialet. 16.2 ppm uran motsvarar 200 Bq/kg radium-226, vilket i sin tur motsvarar radiumindex 1.0.

Petrografisk analys utförs med granskning av potentiell risk för alkalikiselreaktivitet, ASR. Denna uppstår genom att deformerad kvarts, oftast i myloniter och vulkaniter, reagerar med alkalierna i cementen och producerar expanderande mineral som på sikt kan orsaka sprickbildning i betongen. Man undviker dessutom sulfider i betong eftersom de vid vittring dels ger missfärgning och dels "pop-outs". Lika viktigt är det att man inte blandar cancerogena mineral i vägarnas slitskikt vilka med bilarnas luftintag kan komma ned i trafikanternas lungor eller elektriskt ledande mineral i spårballast vilka kan

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

störa trafiksignalerna. Studiet av mineralens och deras egenskaper, även kornfogning, är följaktligen mycket viktig. Analys av tunnslip i mikroskop är mer och mer angelägen. Bildanalys tillgrips allt oftare.

Kulkvarns- och Los Angeles-test samt densitetsmätning utförs oftast. Kulkvarnsanalysen är i huvudsak en nötningstest medan Los Angeles-analysen mera är ett mått på sprödheten i ett material.

En bedömning av användbarheten görs genom analys av prover till betong, järnväg (spårballast) och väg. Riktlinjerna utfärdade av olika myndigheter och organisationer används. För betong används tre klasser. Klass 1 omfattar bergarter med normalt goda egenskaper för betongberedning, klass 2 bergarter är av tämligen god kvalitet men bör ej användas i betongaggressiv miljö utan förprovning, samt klass 3 bergarter som är av generellt låg kvalitet vilka bör undvikas eller eventuellt förprovas. Man undersöker främst ingående mineral, deras omvandlingsgrad, förekomsten av mikrosprickor och sulfider samt risk för ASR. För användning av stenmaterial som spårballast används tre klasser, där klass 1 uppfyller givna krav, medan klass 3 har dåliga tekniska egenskaper eller för hög glimmerhalt. Bl.a. undersöks flisighet och sprödhet hos materialet, ingående mineral och deras omvandlingsgrad samt glimmer- och kvartshalt. För användning av stenmaterial i väg används tre klasser efter de normer som föreligger. T.ex. nötnings- och poleringsresistens samt ingående mineral och deras omvandlingsgrad är intressanta. Med utgångspunkt från de analyser som gjorts på olika platser och som ansetts väl representera bergmassan görs en ytmässig tolkning av bergkvaliteten. Områden med tre kvalitetsklasser har urskiljts, nämligen 1) god, 2) mindre god och 3) dålig kvalitet. Denna tolkning är givetvis mera generell men ger allmänna riktlinjer.

Produktionsläget

Bergkvalitetskartor har hittills framförallt framtagits i Mälarregionen. Fram till och med år 2000 har området täckande Uppsala SV, NV, Enköping SO, SV, Stockholm NO, NV, SO, Västerås SO samt Göteborgs kommun framställts. Under början av 2001 planeras färdigställning av Stockholm SV och Västerås NO. Under slutet av året ska Västerås kommun utges medan arbetet på Eskilstuna kommun och norra Göteborg fortgår. I skrivandets stund (december 2000) är ca 6 000 km^2 täckt.

Tidigare har Ringens berg i Stockholm klassificerats och det finns all anledning att vid infrastrukturprojekt undersöka allt berg i linjen för optimal hantering. Masshantering vid väg- och järnvägsdragning är normalt mycket kostsam och massbalansen är av stor betydelse.

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Tillgänglighet

Samtliga digitala kartor med tillhörande information (databaser) kan införskaffas från SGU (se även SGUs kartkatalog 2000). Alla uppgifter om bergkvalitet, analysvärden m.m. planeras att i framtiden läggas i en bergkvalitetsdatabas. Berggrundsgeologiska uppgifter läggs i en bergdatabas som består av flera deldatabaser, bl.a. hälldatabasen.

Framtid

Användandet av grus och sand begränsas av miljömässiga skäl. Användandet av krossat berg ökar och utgör för närvarande ca hälften av allt producerat ballastmaterial. Återanvändning av material ökar men har ännu totalt relativt liten betydelse. Innan öppnandet av nya täkter sker, måste frågan ställas till vad materialet ska användas eftersom kvalitetskraven för olika ändamål varierar. Detta är av stor miljömässig samt företags- och samhällsekonomisk betydelse. Det är följaktligen viktigt att de som beställer undersökningar är insatta i problematiken. Beställaransvaret är som vanligt stort.

Bergkvalitetskartan är en standardprodukt i skala 1:50 000, dvs. är relativt **översiktlig**. Planering för täckning av hela Mälardalen liksom delar av området norr om Göteborg pågår. På sikt bör samtliga tätortsregioner undersökas. En komplett samordning med berggrundskarteringen eftersträvas. **Komplexiteten hos berggrunden är så stor att det är omöjligt att direkt avgöra en bergarts eller bergartsenhets bergmekaniska egenskaper.** En viss bergartstyp kan från ett område till ett annat bete sig helt olika trots stor likhet i utseendet. Bergarter i Göteborgsområdet har andra egenskaper än de i Mälardalen.

Det är viktigt att påpeka att man inte kan lokalisera lämpligt bergmaterial enbart med hjälp av dessa underlag. För detta krävs **detaljerad prospektering,** precis som när det gäller malmer eller industriella mineral.

Utbildning av ballasttekniker och ballastingenjörer har påbörjats. Ett betydligt större inslag av tillämpad geologi vid våra universitet och högskolor är mycket angeläget. Undervisningen behöver bli bredare utan att för den skull göra avkall på det övriga innehållet.

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Utgivna bergkvalitetskartor

Bergkvalitetskartan 11 I Uppsala SV. Sveriges geologiska undersökning Af 105 Bk.

Bergkvalitetskartan 11 H Enköping SO. Sveriges geologiska undersökning Af 110 Bk.

Bergkvalitetskartan 11 H Enköping SV. Sveriges geologiska undersökning Af 118 Bk.

Bergkvalitetskartan 10 I Stockholm NO. Sveriges geologiska undersökning Af 202 Bk.

Bergkvalitetskartan 10 I Stockholm NV. Sveriges geologiska undersökning Af 203 Bk.

Bergkvalitetskartan 11 G Västerås SO. Sveriges geologiska undersökning Af 204 Bk.

Bergkvalitetskartan 10 I Stockholm SO. Sveriges geologiska undersökning Af 202 Bk.

Bergkvalitetskartan 11 I Uppsala NV. Sveriges geologiska undersökning Af 210 Bk.

Bergkvalitetskartan Göteborgs kommun. Sveriges geologiska undersökning Ba 59 Bk.

Kommande:

Bergkvalitetskartan 10 I Stockholm SV. Sveriges geologiska undersökning Af 218 Bk.

Bergkvalitetskartan 11 G Västerås NO. Sveriges geologiska undersökning Af 2xx Bk.

Annan litteratur

(1) Göransson, M. (2000). Krossbergsinventering i Eskilstuna kommun. Opubl. uppdragsrapport.

(2) Morfeldt, C-O. (1993). Underground construction on engineering geological terms: A fundamental necessity for the function of metropolitan environments and Man´s survival. Engineering Geology, 35, 149-165.

(3) Morfeldt, D. and Persson L. (1997). Research and documentation on the importance of engineering geology in some underground projects in Stockholm. Tunnelling and Underground Space Technology Vol. 12 nr. 4.

(4) Persson, L. & Schouenborg, B. (1995). Kvalitetsklassning av bergarter N Stockholm, del 2. SP RAPPORT 1995:49, SP, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Byggnadsteknik.

(5) 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.

(6) Persson, L. (1998a). Engineering geology of Stockholm, Sweden. Bulletin of Engineering Geology and the Environment 57, 79-90.

© 2001 Svenska Bergteknikföreningen och författare

(7) Persson, L. (1998b). Quality classification of Precambrian rocks and the publication of bedrock quality maps of the Stockholm region, Sweden. In: Benko, B. (ed.), Engineering Geology: A global view from the Pacific Rim. Proceedings of the 8th Congress of IAEG, Vancouver, 21–25 September 1998. C 5000 pp., 6 vols., Vol. IV 2797-2801. A.A. Balkema, Rotterdam.
(8) Persson, L. (2000a). Bergkvalitet – geologisk information för planering och byggverksamhet. Geologiskt forum 26, 13-17.
(9) Persson, L. (2000b). Geoscientific information for environmental issues, with special emphasis on applied bedrock geology, Sweden. GeoEng2000. An International Conference on Geotechnical & Geological Engineering. 19 – 24 November 2000 Melbourne, Australia. Conference Proceedings.
(10) Underground Construction – Sweden in Focus (1999), second ed. Ed.: A. Nordmark & S.G. Bergdahl. BK Swedish Rock Construction Committee and SveBeFo-Swedish Rock Engineering Research.

Övrigt

Verksamheten i samband med bergkvalitet vid SGU är ett lagarbete. I arbetena deltar Ildiko Antal (geofysik), Mattias Göransson (tekniska analyser), Sven Lundqvist (petrografisk analys) och Malin Sträng (3D- och andra digitala sammanställningar). På SGUs hemsida http://www.sgu.se kan läsas mera om undersökningarna av tätbefolkade områden samt om bergkvalitetsundersökningar.

Bergkvalitetskartan utvecklades från början i samarbete med Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP (Björn Schouenborg).

”International Association of Engineering Geology and the Environment”, IAEG har en ballast- (bergmaterial-) kommission ”Aggregates”. Mer om denna går att finna under http://www.sgu.se/hotell/iaeg/iaeg_e.html