



## NATIONELL SPRICKDATABAS – SYNPKUNKTER FRÅN BERGBYGGNADSBANSCHEN

Jesper Petersson  
Sara Kvartsberg  
Per Eriksson

Omslagsbild: Insamling av sprickdata i fält. Fotograf Mikael Faber.

**NATIONELL SPRICKDATABAS –  
SYNPUNKTER FRÅN  
BERGBYGGNADSBRANSCHEN**

**National fracture database – Perspectives  
from the rock construction/engineering  
business**

Jesper Petersson, Norconsult  
Sara Kvartsberg, Norconsult  
Per Eriksson, Norconsult





## FÖRORD

Spröda strukturer i bergmassan påverkar såväl stabilitet som vattenförhållanden i bergbyggnadsprojekt och är därför viktiga att känna till. Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU) har inlett ett arbete att dokumentera spröda strukturer i ett separat SGU-projekt. Genom deras arbete att sammanställa data i en nationell sprickdatabas kommer befintlig data till nytta för samhället i stort och för bergbyggnadsbranschen specifikt, troligtvis då främst i tidiga skeden av projekt.

Bergbyggnadsbranschen samlar kontinuerligt in information om bergförhållanden i samband med genomförande av bergbyggnadsprojekt. Data tas ofta fram och dokumenteras till hög kostnad för ett specifikt projekt. Efter ett bergprojekts genomförande är det inte givet att utredningsmaterialet sparas för kommande projekt och värdefull information kan därför gå förlorad.

Föreliggande BeFo-projekt är en utredning där bergbyggnadsbranschen haft möjlighet att diskutera och framföra synpunkter som insamlats från såväl beställare, entreprenörer, projekterande konsulter och akademi. Det är genom workshop och en aktiv referensgrupp som synpunkterna på hur bergbyggnadsbranschen ser på nyttan av SGUs databas och hur den bör utformas.

Utredningsarbetet har genomförts av en grupp på Norconsult i Göteborg bestående av Jesper Petersson, Sara Kvartsberg och Per Eriksson. Den referensgrupp som har bistått gruppen med värdefulla råd och granskning under projektet bestod av Isabelle Olofsson (SKB), Lars O Ericsson (Chalmers), Magnus Eriksson (SGI), Paul Evins (WSP), Lars-Olof Dahlström (NCC) och Per Tengborg (BeFo). Projektet finansierades av Stiftelsen Bergteknisk Forskning (BeFo).

*För de som vill framföra synpunkter och/eller ställa frågor om arbetet med den nationella sprickdatabasen hänvisas till Philip Curtis vid SGU ([philip.curtis@sgu.se](mailto:philip.curtis@sgu.se)).*

Stockholm i april 2015

*Per Tengborg*



## SAMMANFATTNING

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har för avsikt att etablera en nationell databas för spröda strukturer i bergmassan (dvs. sprickor och sprickzoner). Med en utformning som möjliggör praktisk tillämpning i bygg- och planeringsprocesser bedöms de samhällsekonomiska och kvalitetsmässiga vinsterna med en nationell sprickdatabas vara avsevärda. För att säkerställa samhällsnyttan är synpunkter från bergbyggnadsbranschen av stor vikt. Syftet med denna förstudie är därför att utreda och presentera bergbyggnadsbranschens behov och önskemål beträffande databasens utformning och innehåll. En övervägande del av de rekommendationer som presenteras bygger på diskussioner som förts under en workshop, synpunkter från projektets referensgrupp, samt efterföljande kontakter med enskilda konsulter och förvaltare av existerande sprickdata.

I enlighet med gällande regeringsdirektiv avser SGU att bygga upp databasen med utgångspunkt från existerande sprickdata som finns samlade hos olika statliga verk och bolag, entreprenörer och konsulter. Den viktigaste av dessa förvaltare är Trafikverket. I rapporten presenteras en översiktlig kartläggning av format för existerande sprickdata, samt mer betydelsefulla förvaltare, liksom jämförelser med andra länder och aspekter på standardisering.

Åtkomsten till insamlad data är ett genomgående problem hos flertalet förvaltare. Främst eftersom rutiner för arkivering i vissa fall är bristfällig, men även p.g.a. sekretess och kunskapsbrist. Förvaltare av berganläggningar, så som tunnlar, har normalt arkiverat relationshandlingar, inklusive sprickdata, som underlag för underhåll. Rådata från olika förundersökningar och information från grundläggning, bergschakter, etc. som främst utgörs av kartering av hållar, skärningar och borrhål, finns däremot sällan att tillgå. En ofta framgångsrik strategi för att få tillgång till data kan då vara att kontakta det bolag som utfört undersökningarna åt förvaltaren.

Branschen skulle vilja se en databas som inte är begränsad till enbart sprickdata utan samlar information från alla bergundersökningar. Om databasen begränsas till sprickdata är man angelägen om att SGU vid inkludering av externa data inte extraherar data ur ritningar och undersökningsrapporter, utan väljer att lagra originaldokumenten. Detta eftersom kopplingen till associerad data annars kan gå förlorad. Sökning och urval i databasen bör snarare vara geografisk än att begränsas av undersökningsmetodik eller datatyper. Urvalet av existerande data måste begränsas, lämpligtvis genom att ett mindre område definieras i en av storstadsregionerna, för att sedan successivt utökas till att omfatta ytterligare delområden. Fokus bör i första hand

vara digital information som insamlats under 2000-talet för att undvika omfattande digitaliseringsarbete. Externa undersökningsresultat ska inkluderas förbehållslöst och kvalitetssäkringen är upp till användarna av databasen.

Det rekommenderas att en parameterdatabas för enskilda sprickor eller sprickgrupper etableras parallellt med en dokumentdatabas som innehåller rapporter och ritningar med existerande data. Inledningsvis bedöms det nödvändigt att SGU själva ansvarar för inlagring och kvalitetskontroll. När en databas väl har upprättats är det centralt att den underhålls med kontinuerliga leveranser av externa data, lämpligtvis från de som genomfört undersökningarna. Efter inventering av befintliga riktlinjer/standarder bör SGU, gärna i samråd med Trafikverket, utarbeta en metodbeskrivning för sprickkartering som även omfattar nomenklatur och dokumentation av svaghetszoner.

Nyckelord: byggnation, nationell databas, SGU, sprickor, spröda strukturer, stadsplanering, zoner

## SUMMARY

The Swedish Geological Survey (SGU) intends to establish a national database for information about brittle structures in the rock mass (i.e. fractures and weakness zones). With a design that enables practical application in the planning and construction processes, the socio-economic and quality benefits of a national fracture database would be considerable. To assure these benefits to the society the views from the rock construction/engineering business are of great importance. Accordingly, the purpose of this study is to investigate and present the industry's needs and preferences regarding the database in terms of design and content. Most of the recommendations presented here are based on discussions held during a workshop, the views of the project reference group, and subsequent contacts with individual consultants and managers of fracture data.

In accordance with current government directives, SGU intends to establish the database on the basis of existing fracture data collected from various government agencies and companies, contractors and consultants, among which the Swedish Transport Administration (Trafikverket) represents the most significant manager. A general survey of the format of existing fracture data, as well as a list of the more significant data managers, is presented. In addition, a comparison with other countries and aspects of standardization has been made.

Accessibility to collected data is a common problem for most managers; mainly due to deficient archiving routines, but also as a result of confidentiality and lack of geological knowledge. Managers of underground facilities, such as tunnels, have archived construction documentation, including fracture data, for future maintenance. However, mapping data from various investigations and information from outcrops, road cuts and boreholes are rarely available. A successful strategy for gaining access to site investigation data may be to contact the company that carried out the survey.

The industry would like to see a database that is not limited solely to fracture data, but collects information from all types of bedrock investigations. If SGU decides to limit the database to fracture data, it is essential that the archiving of external data is not restricted to extraction of fracture data from drawings and reports, but that SGU chooses to store the original documents, and thereby maintain the link to associated data and interpretations. Selection and search in the database should be geographical with options to filter by investigation methodology or data types. The selection of existing data must be limited, preferably to a smaller area in one of the metropolitan regions, and then gradually expands to include additional areas. The focus should primarily be digital

information collected during the 2000s to avoid digitization efforts. External information should be included unconditionally and quality assurance is up to the users of the database.

It is recommended that a parameter database for individual fractures or fracture sets is established parallel to the document database, containing reports and drawings with existing data. Initially it is deemed necessary that SGU are responsible for the data entry and quality control. When a database exists, it is essential that it is maintained with a continuous supply of external data, preferably from those who completed the fracture investigations. After an inventory of existing guidelines/standards SGU should, in consultation with Trafikverket, establish a method description for fracture mapping that includes nomenclature and documentation of weakness zones.

Key words: construction, national database, SGU, fractures, brittle structures, city planning, zones

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	i
SAMMANFATTNING	iii
SUMMARY	v
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	vii
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och genomförande	2
2 STANDARDER FÖR INSAMLING OCH BENÄMNING AV SPRICKDATA	5
3 DATABASER FÖR GEOLOGISK INFORMATION	7
3.1 Nationella sprickdata	7
3.2 Internationellt perspektiv på sprickdatabaser	9
4 RESULTAT FRÅN WORKSHOP	15
4.1 Externa vs. interna data	15
4.2 Tillämpning	16
4.3 Innehåll i databasen	16
4.4 Standard	17
5 EXTERNA DATA TILL EN NATIONELL SPRICKDATABAS	19
5.1 Förvaltare av sprickdata	19
5.1.1 Trafikverket (TRV)	21
5.1.2 Gryaab AB	25
5.1.3 Göteborgs Stad	25
5.1.4 Kraftbolag	26
5.1.5 Stockholms läns landsting (SLL)	27
5.1.6 Stockholm Vatten AB	27
5.1.7 Svenska kraftnät (SVK)	28
5.1.8 Svensk kärnbränslehantering AB (SKB)	28
5.1.9 TeliaSonera	30
5.2 Dataformat	30
5.2.1 Berghällar, slänter och skärningar	30
5.2.2 Kärnborrhål	34
5.2.3 Tunnelkartering	36
6 REKOMMENDATIONER	39
6.1 Omfattning	40
6.2 Databasuppbyggnad	41
6.3 Leverans av externa data	41
6.4 Tematiska kartor/modeller	43
6.5 Standard och kvalitetssäkring	44
6.6 Tillgänglighet – juridiska aspekter	45
7 REFERENSER	47





# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Spröda strukturer i bergmassan (dvs. sprickor och sprickzoner) är helt avgörande för dess stabilitet och vattengenomsläpplighet och därmed av central betydelse vid all bergbyggnation, grundläggning och uttag av bergmaterial. Dokumentation av sprickkaraktäristik ingår följaktligen som en naturlig del av plan- och byggprocesser i allt från kommunala detaljplaner till stora infrastrukturprojekt. Information om bergmassans sprickighet samlas rutinmässigt in av främst konsultbolag inom ramen för olika byggprojekt. Det läggs betydande ekonomiska resurser på att samla in sprickdata, ofta utan att befintlig data från närliggande områden beaktas, främst p.g.a. bristande tillgänglighet. Detta medför att i det närmaste all bergteknisk data endast används inom enskilda projektet, vilket innebär en onödig samhällsekonomisk belastning.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har, som expertmyndighet för frågor som rör berg, under det senaste decenniet tillgängliggjort de digitala databaser de förfogar över för allmänheten. Detta inkluderar bl.a. berggrundsgeologiska data, bergkvalitetsanalyser och hålldata. Statliga verk/myndigheter och kommuner, samt konsulter, prospektörer, etc. kan på så vis erhålla berggrundsgeologisk information av hög kvalitet, och följaktligen ge optimerade undersökningsprogram och samhällsekonomiska besparingar.

SGUs berggrundsgeologiska karteringsverksamhet har traditionellt bedrivits med fokus på dokumentation och karaktärisering av bergarter, bergartsrelationer och plastisk deformation, medan detaljerad dokumentation av spröda strukturer i berggrunden endast genomförts undantagsvis. Som en konsekvens finns det i nuläget ytterst lite sprickdata i SGUs databaser. För att möta samhällets behov av information om spröda strukturer med nationell samordning planerar nu SGU att upprätta en nationell sprickdatabas. Vid upprättande av databasen planerar SGU att utgå från existerande sprickdata som finns samlade hos Trafikverket (TRV), ett antal statliga och kommunala bolag, samt konsult- och byggbolag. Tanken är att databasen efter upprättandet ska uppdateras genom kontinuerliga leveranser av s.k. extern data (dvs. data från undersökningar som genomförts av andra aktörer i branschen än SGU), främst från undersökningar i samband med infrastrukturprojekt i olika delar av landet. Dessutom planeras att upprätta riktlinjer för sprickdokumentation och datainsamling, med avsikt att tillämpa det i sin verksamhet. SGU har klargjort att de välkomnar synpunkter från bergbranschen, eftersom SGUs intresse vid sprickdokumentation inte nödvändigtvis sammanfaller med bergbyggnadsbranschens önskemål.

## 1.2 Syfte och genomförande

Syftet med denna förstudie är att utreda och presentera bergbyggnadsbranschens behov av och önskemål på en nationell sprickdatabas i SGUs regi. Förstudien ska ses som en möjlighet för branschen att påverka SGUs utvecklingsarbete, för att öka den mer praktiska tillämpningen i bygg- och planeringsprocesser. Med en utformning som tillgodoser branschens önskemål bedöms de ekonomiska och kvalitetsmässiga vinsterna med en nationell sprickdatabas vara betydande.

Ett uttalat önskemål från SGU är att förstudien ska fokusera på tillgänglighet, format och omfattning av existerande sprickdata genom inventering av arkiv och databaser hos olika förvaltare, i enlighet med SGUs regeringsdirektiv för 2014: *“SGU ska utreda och se över möjligheterna att i ökad utsträckning kunna ta emot, kvalitetssäkra, förvalta och tillgängliggöra geologisk information som tagits fram av externa aktörer exempelvis inom större infrastrukturprojekt eller området efterbehandling av förorenad mark. Av utredningen ska det framgå vilken typ av informationsslag som det är lämpligast att börja med samt nytta och bedömd kostnad. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast 15 december 2014.”*

Eftersom materialets omfattning är betydande, samtidigt som det är spritt bland ett stort antal förvaltare, har vi valt att begränsa inventeringen till förvaltare av stora mängder data med betydande geografisk spridning; Trafikverket intar en särställning i detta sammanhang som den utan undantag mest betydelsefulla förvaltaren av sprickdata. Förstudien omfattar däremot ingen insamling av data.

Utöver att kartlägga befintliga, externa data fokuserar förstudien på följande frågeställningar för en framtida, nationell sprickdatabas:

- Standarder
- Internationella jämförelser
- Branschbehov
- Rekommendationer

Det ska betonas att tekniska lösningar för databasens uppbyggnad, kostnadsberäkningar och juridiska frågeställningar inte omfattas av förstudien.

För att diskutera bergbyggnadsbranschens intresse av en nationell sprickdatabas genomfördes en workshop den 5 juni 2014 med 21 representanter från branschen och tre personer från SGU. Synpunkter som framkom under mötet presenteras som ett separat avsnitt i föreliggande rapport och har legat till grund för de rekommendationer som sammanställts som stöd för SGUs utvecklingsarbete.

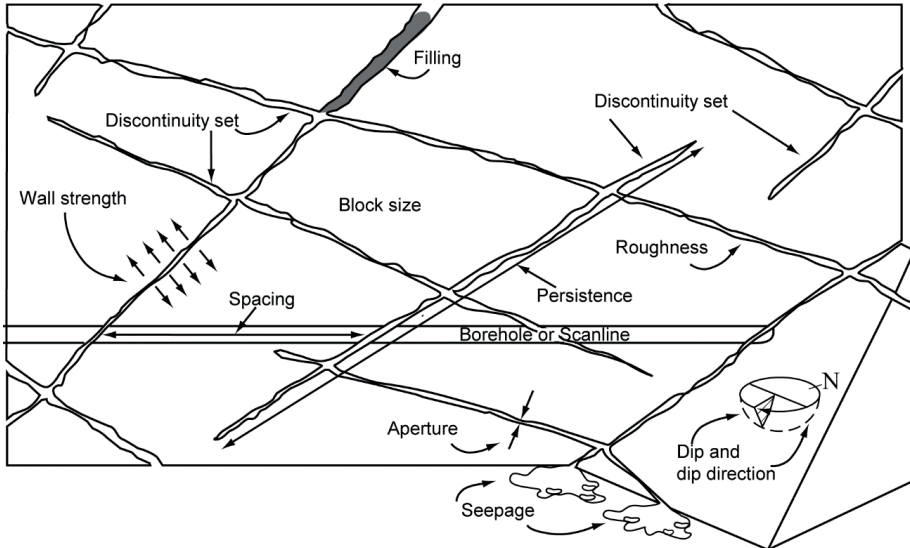
Följande personer har ingått i projektets referensgrupp: Magnus Eriksson, SGI; Lars O Ericsson, Chalmers; Paul Evins, WSP group; Isabelle Olofsson, SKB; Per Tengborg, BeFo; och Sven Wallman, NCC.



## 2 STANDARDER FÖR INSAMLING OCH BENÄMNING AV SPRICKDATA

Det finns bestämmelser angivna i EU-direktivet *Inspire (Infrastructure for Spatial Information in the European Community)* för att inrätta nationella infrastrukturer för geodata inom EU. Direktivet anger även tekniska riktlinjer för specifika datatyper och omfattar bland annat geologiska och hydrogeologiska data (se INSPIRE\_DataSpecification\_GE\_v3.0, <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2>). Specifika standarder för nomenklatur och insamling av sprickegenskaper behandlas dock inte i *Inspire*.

Utgångspunkten för den nomenklatur och metodik som normalt tillämpas vid dokumentation av sprickor i en bergmassa är riktlinjer som presenteras av *the International Society for Rock Mechanics, ISRM (1978, 1980)*, se Figur 2-1. Riktlinjerna upprättades i syfte att göra beskrivningar av enskilda sprickparametrar mer enhetlig och därmed underlätta kommunikationen mellan geologer och bergmekaniker. En standard för identifiering och beskrivning av bergmaterial och bergarter på basis av bl.a. diskontinuiteter och andra parametrar har även utarbetats av den tekniska kommittén ISO/TC 182 Geotechnics.



Figur 2-1. Schematisk presentation av parametrar som huvudsakligen används för att beskriva geometriska egenskaper hos sprickor i berg (Hudson 1989).

Urval av sprickparametrar och den metodik som tillämpas för att identifiera dessa kan variera betydligt mellan olika projekt. I mindre omfattande projekt ligger ofta fokus helt på sprickor med betydelse för stabiliteten. Vissa parametrar som är av låg relevans för stabilitetsanalyser kan därför exkluderas från undersökningsprogrammet. Vid upprättande av ingenjörsgelogiska prognoser i infrastrukturprojekt åt Trafikverket (TRV) finns krav att följande sprickparametrar ska ingå vid beskrivning av bergmassan (Trafikverket 2011, Bilaga 3):

- Sprickgrupper
- Sprick- och krosszoner
- Sprickfrekvens
- Sprickfyllnad med angivande av mineral
- Sprickråhet
- Sprickgruppens samt sprick- och krosszonens strykning och stupning

I stora projekt, så som Citybanan och Förbifart Stockholm, har en bedömning gjorts att TRVs parameterlista är allt för generell och det har därför upprättats projektspecifika riktlinjer för sprickartering och ingenjörsgelogiska prognoser (Swindell och Rosengren 2007; Patel 2012). På uppdrag av dåvarande Banverket sammanställde Lindfors m.fl. (2003) ett underlag för en planerad projekteringshandbok med riktlinjer för dokumentation av bl.a. sprickparametrar. TRV håller för närvarande på att upprätta en projekteringshandbok med riktlinjer förartering och dokumentation av sprickor i bergskärningar och tunnlar. Planerna är att handboken ska vara färdigställd till årsskiftet 2014/2015 (Robert Swindell pers. kommunikation). Det finns inget krav på digitalt underlag och utgångspunkten är den svenska standarden *Geoteknisk undersökning och provning - Benämning och indelning av berg* (SS-EN ISO 14689-1:2004). Även mallar förartering kommer att ingå i handboken.

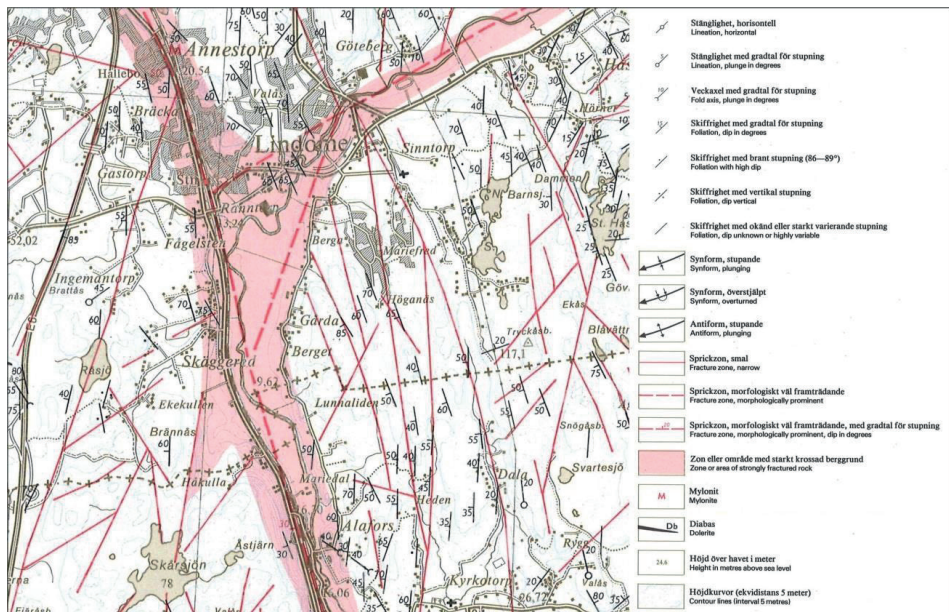
Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har, bl.a. baserat på ISRM:s riktlinjer, låtit sammanställa definitioner och beskrivning av sprickparametrar för tillämpning i sina geovetenskapliga undersökningar (Stråhle 2001). SKB har även en genomarbetad metodik för dokumentation av sprickor och svaghetszoner för att styra utförande och resultatredovisning. Metodbeskrivningarna är interna dokument, som bl.a. omfattar detaljerad sprickundersökning på hållar, samtartering av borrhälar och tunnlar. Metodik för sprickartering i borrhål med SKBs Boremap-system har även börjat tillämpas av konsulter i olika projekt utanför SKBs verksamhet. SKB har även upprättat metodik för statistisk bearbetning av sprickdata för upprättande av DFN-modeller (Munier 2004).

### 3 DATABASER FÖR GEOLOGISK INFORMATION

#### 3.1 Nationella sprickdata

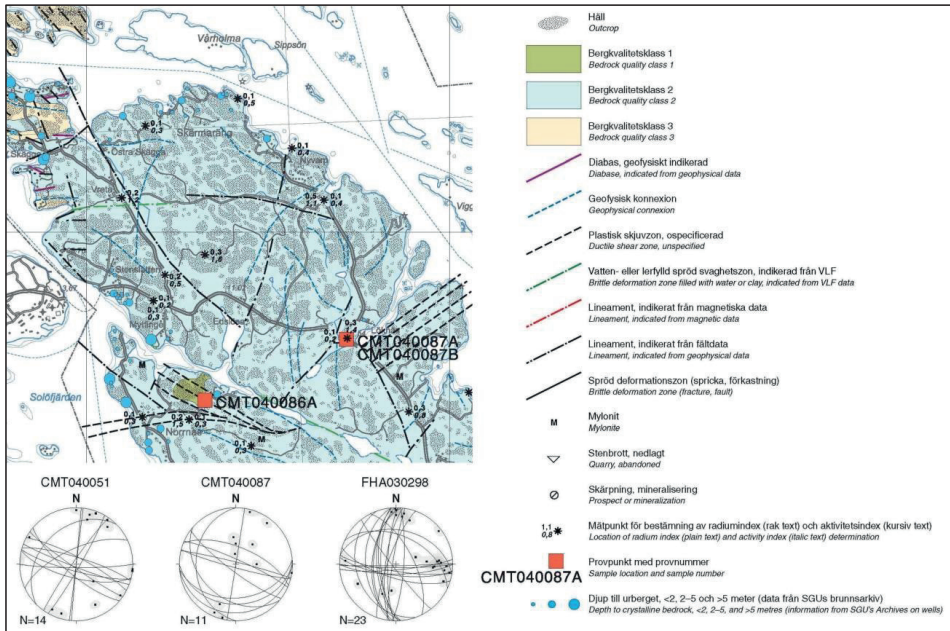
SGU förser samhället med geologisk information i form av bl.a. kartor, databaser, rapporter och publikationer. Under 2014 påbörjades även fotografering och skanning av borrhämnor. SGU deltar också i ett pågående samarbete mellan bl.a. Statens geotekniska institut (SGI), Trafikverket (TRV) och Lantmäteriet med att tillhandahålla en geoteknisk sektorportal (SGI 2014). Portalen utgör en nationell samlingsplats för underlag från redan utförda geotekniska undersökningar och innehåller information om undersökningsområden och borrhämnor.

Beträffande strukturgeologisk information har SGU fram till mitten av 1990-talet framställt strukturgeologiska temakartor inom ramen för den s.k. Af-karteringen i skala 1:50 000 (Figur 3-1). Dessa visar bl.a. sprickzoner och utgör ett viktigt underlag vid planering av förundersökningar. Bristen är att dessa zoner med få undantag enbart är baserade på topografiska lineament utan geologisk verifiering. I SGUs nuvarande berggrundsgeologiska undersökningsverksamhet baseras dock lineament i första hand på flyggeofysiska data samt detaljerade, digitala terrängmodeller.



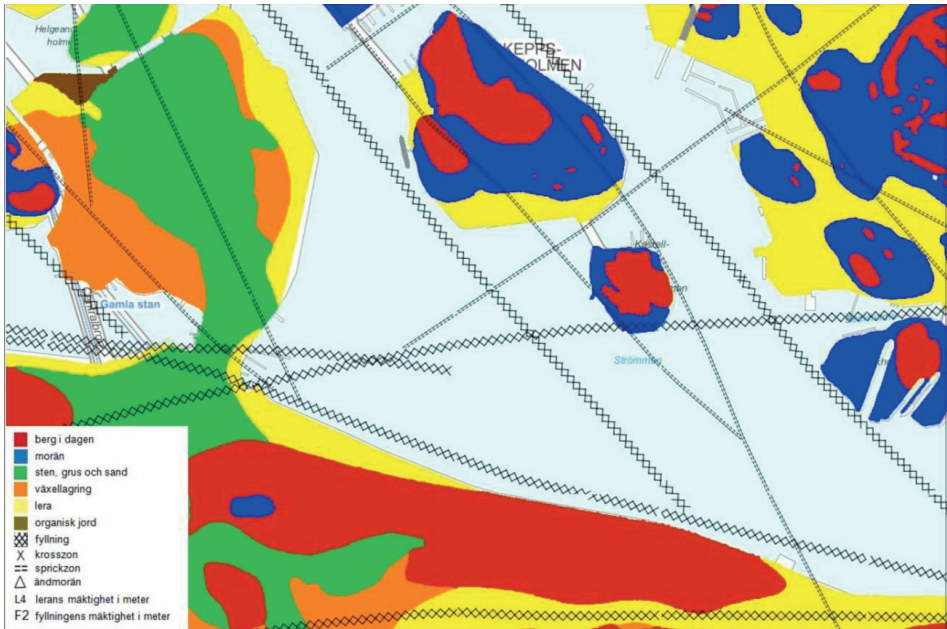
Figur 3-1. Utsnitt ur tektoniska kartan 6B Kungsbacka NO som visar fördelningen av tolkade sprickzoner i anslutning till Lindome (Samuelsson 1982).

I SGUs bergkvalitetskartor finns också strukturgeologisk information och i dessa har det skett en ytterligare indelning för lineament och svaghetszoner, samtidigt som sprickundersökningar på vissa platser presenteras i form av stereografiska projektioner (Figur 3-2). Geologiska egenskaper hos strukturerna saknas sålunda, liksom bakomliggande tektoniska koncept. Detsamma gäller den byggnadsgeologiska kartan för Stockholm (Figur 3-3) som digitaliserats 1997 av miljöförvaltningen (<https://iservice.stockholm.se/open/GeoArchive/>).



Figur 3-2. Utsnitt ur bergkvalitetskartan, del av Värmdö kommun som visar bergkvalitetsundersökningar på norra delen av Värmdö (Hartvig och Persson 2008).





Figur 3-3 Utsnitt ur den byggnadsgeologiska kartan över Stockholm som är baserad på kartering i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet av fastighetskontorets geobyrå (idag Stockholm stads gearkiv). Kartan omfattar både jord och berg och i kartan särskiljs kross- och sprickzoner, bägge baserade på topografiska lineament, samt kartering av tunnlar och avrymningar.

### 3.2 Internationellt perspektiv på sprickdatabaser

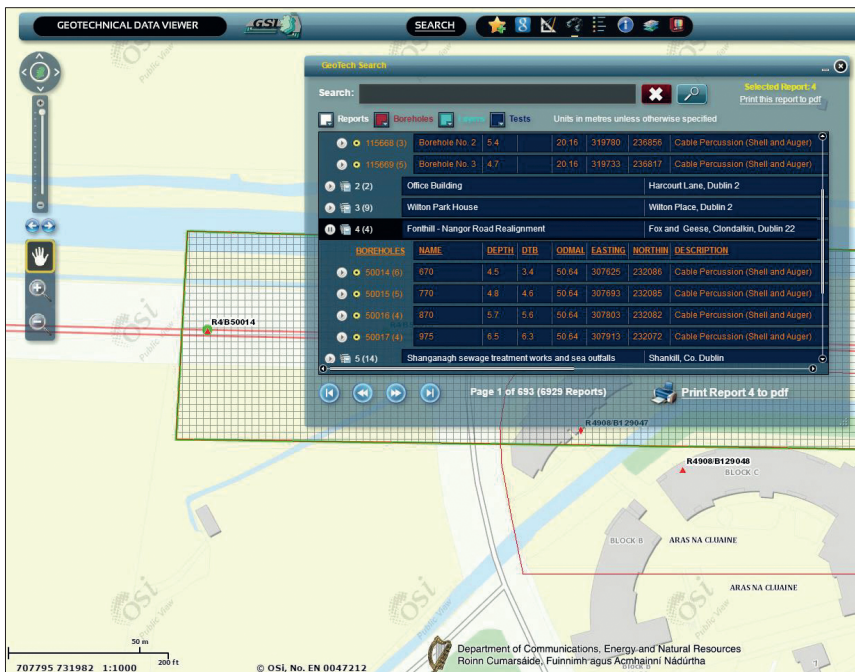
I arbetet med en nationell sprickdatabas har det även ingått att studera om det erbjuds liknande typer av databaser från myndigheter som ansvarar för geologiska undersökningar i andra länder. Ett tiotal geologiska undersökningar har undersökts, och de länder som har bedömts som intressanta att ta upp i denna rapport är Irland, Storbritannien, Frankrike, Nederländerna, Danmark, Finland, Norge och USA.

Idag erbjuder flertalet myndigheter som ansvarar för geologiska undersökningar runt om i världen möjlighet att kostnadsfritt eller mot en avgift ladda ner insamlade data från olika typer av markundersökningar, både utförda av myndigheten och av externa aktörer. Via myndigheternas hemsidor erbjuds främst traditionella, tvådimensionella geologiska kartor, samt några typer av kompletterande databaser som t.ex. kan utgöras av geologiska 3D modeller, borrhål, brunnar, seismiska profiler och olika typer av markundersökningsrapporter. Ingen av de i denna studie undersökta myndigheterna

tillhandahöll databas med specifik inriktning på sprickdata, men nedan presenteras exempel på databaser som i olika former kan tillgängliggöra sprickdata för användaren.

Flertalet myndigheter erbjuder olika tjänster för att hitta och få tillgång till projektdata från markundersökningar (geotekniska, geologiska och geofysiska) i ett område. Nedan ges exempel på sådana databaser.

Irlands geologiska undersökning (*Geological Survey of Ireland*, GSI) erbjuder en geoteknisk databas *National Geotechnical Borehole Database* som baseras på rapporter från både privata och offentliga projekt, framförallt från infrastrukturprojekt (se Figur 3-4). Det finns inga krav på leverans till GSIs databas utan de är beroende av välvilja från konsulter, markundersökningsföretag, lokala myndigheter och andra aktörer. Databasen innehåller rapporter, samt laborietester och data från borrhål, provgropar, och sonderingsborrningar med fältmätningar. Databasen omfattar för närvarande både arkiverade papperskopior och information i digitalt format, där de senare tillhandahålls kostnadsfritt.



Figur 3-4 Sökvy från GSIs *National Geotechnical Borehole Database*.

Både Frankrikes och Storbritanniens geologiska underökningar erbjuder liknande databaser. *British Geological Survey* (BGS) har en databas, *National Geotechnical Properties Database*, som också länkad till annan information hos BGS, såsom geologiska 3D modeller och hydrogeologiska forskningsresultat. BRGM (*Bureau de Recherches Géologiques et Minières*) erbjuder databasen *InfoTerre*, varifrån det även är möjligt att ladda hem borrhålsdata och information om bl.a. skred och förorenad mark.

Nederländernas geologiska undersökning (*TNO Geological Survey of the Netherlands*) tillhandahåller en databas som är uppdelad mellan ytlig och djupare markdata; *Data and Information on the Subsurface of the Netherlands* (DINO). DINO-systemet samlar exempelvis information från undersökningsborrhål i jord och berg, grundvattendata, geofysiska undersökningar och resultat från geologiska och geotekniska laboratorietester.

I Danmark finns en lag som fastslår att kopior på all data som samlas in vid aktiviteter i dansk undermark ska sändas till *De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland* (GEUS). En stor del av dessa data hamnar i *Jupiter*, vilket är en nationell databas som mot en avgift erbjuder data om grundvatten, dricksvatten, bergtäkter, miljö och geoteknik. I Jupiter ingår bland annat *borearkivet* och *undergrundarkivet* vilka innehåller vatten-, miljö- och geotekniska borrhålsdata och beskrivningar av borrhål och jordprover, samt seismiska data.

I Finland finns den *Geologiska forskningscentralen* (GTK) som har till uppgift att producera och sprida geologisk information. Via hemsidan finns tillgång till deras söktjänst *Hakku*, som finns både på finska och på engelska. Hakku fungerar som distributionskanal som förmedlar exempelvis en karttjänst med visning och nedladdning av grundundersökningsdata (*Pohjatutkimukset*, PTR). Denna innehåller främst markundersökningar från vägar och järnvägar ägda av det finska trafikverket (*Liikennevirasto*). Det finns också en tjänst som förmedlar bergborrningsdata från närmare 30 000 djupa borrhål som i första hand har producerats av GTK och av *Outokumpu Oy*. Databasen tillhör ett nationellt borrhålsarkiv som har funnits sedan 1989 i vilken även information från äldre borrhål har digitaliserats och lagts in. Hakku förmedlar även information om ca 700 000 berghällar, exempelvis innehållande information om bergarter, sprickset, bilder, petrofysiska mätningar, tektoniska observationer, gångbergarter, och bergkvalitet som beskriver bergets lämplighet för undermarksanläggningar och användning som bergmaterial (ballast).

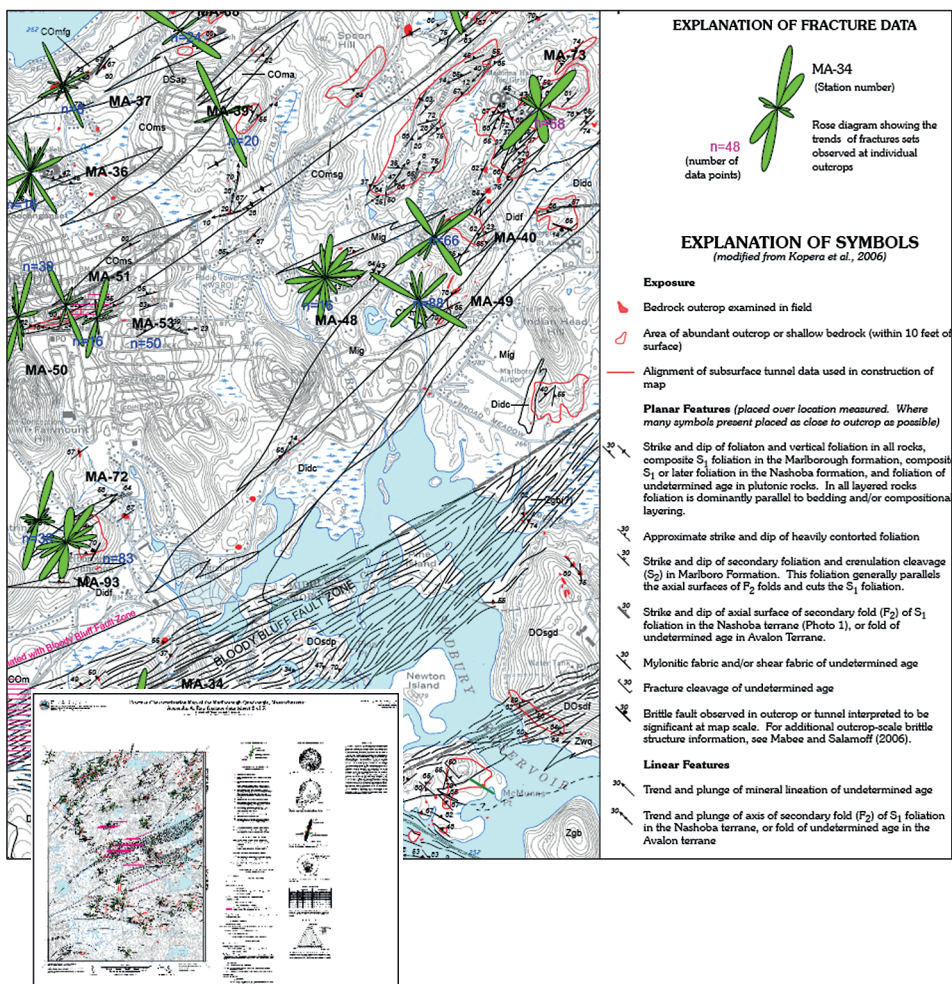
I Norge pågår utveckling med en nationell databas för markundersökningar (*Nasjonal database for grunnundersøkelser*, NADAG). Denna ska redovisa var markundersökningar är genomförda, dvs. borrhål (punkter), och även ge möjlighet att

importera och exportera data. I nuläget finns en version 1.0 tillgänglig och den visar enbart punkter med geotekniska data, begränsat till ett litet testområde i Oslo. Tanken är dock att databasen förutom geotekniska data i framtiden även ska innehålla data från grundvatten- och bergborrningar, samt att data ska kunna importeras och exporteras (NGU 2013). Tillgång till kartdatabaser och brunnarkiv för Norge, liknande de databaser som idag finns tillgängliga via SGUs hemsida, fås via *Norges geologiske undersøkelse* (NGU).

Flertalet av de ovan nämnda europeiska myndigheter som förmedlar markundersökningsrapporter har en kartvisare där användaren kan se vilken typ av rapporter som finns registrerade för ett visst område, samt dess metadata. I tjänsterna finns också beskrivningar av hur data får användas, exempelvis med instruktioner om hur hänsyn ska tas till copyright, publiceringstillstånd och begränsningar. Dataformat varierar mellan olika typer av nationella databaser och är beroende av status hos det inlämnade materialet. Flera myndigheter nämner också att databaserna bygger på att de som utnyttjar data även ska bidra med egen data.

En generell anledning till att myndigheterna tillhandahåller denna typ av geotekniska databaser är att optimera effektiviteten hos platsundersökningar och projektering, eftersom projektörer får tillgång till en ökad mängd av testdata. Databaserna används främst av konsulter som en del i skrivbordsstudier vid exempelvis platsval och planering av platsundersökningar, men de underlättar också tillgängligheten av data för akademiska institutioner.

Ett exempel på en mer direkt förmedling av sprickdata presenteras av *Massachusetts Geological Survey* (OMSG). De har utvecklat en ny typ av geologisk karta som är avsedd för hydrogeologiska applikationer, kallad *Fracture Characterization Map*. Kartan består av 4–5 kartblad som klassificerar berggrunden med avseende på hydrogeologiska egenskaper och förekomst av större sprickgrupper i ett område. Exempel på en *Fracture Characterization Map* illustreras i Figur 3-5.



Figur 3-5 Utsnitt ur kartblad 2 från Fracture Characterization Map of the Marlborough Quadrangle, Massachusetts. Kartbladet summerar 3066 spröda sprickkarteringar insamlade från 68 berghällar. Informationen som samlades in vid varje sprickhäll inkluderar strykning och stupning, förkastningar, sprickzoner, längd, sprickavstånd, mineralisering, sprickzoners vidd, samt öppenhet och vattenflöden hos sprickor (Från OMSG, 2014).





## 4 RESULTAT FRÅN WORKSHOP

Den 5 juni 2014 genomfördes en workshop med 21 personer från bergbyggnadsbranschen i syfte att diskutera bergbranschens intresse av den nationella sprickdatabas som SGU avser att upprätta. Deltagarna var konsulter, entreprenörer samt representanter från statliga verk, företag och institutioner med följande representation: Geosigma, Golder, Grontmij, KTH, NCC, Norconsult, Pöyry SwedPower, Ramböll, SGI, Skanska, SKB, TeliaSonera, Trafikverket, Tyréns, WSP Group och ÅF. Även representanter från SGU deltog för att presentera sina planer och ta del av diskussionerna. Som stöd för diskussionerna formulerades ett antal övergripande diskussionspunkter. Diskussionerna genomfördes gruppvis under ledning av personer i projektets referensgrupp, som även förde anteckningar och presenterade slutsatserna under en avslutande, gemensam diskussion.

I flertalet av de frågeställningar som behandlades under gruppdiskussionerna rådde stor enighet, trots att diskussionerna förts i enskilda grupper. En sammanfattning av slutsatserna från diskussionerna följer nedan.

### 4.1 Externa vs. interna data

Den planerade databasen har diskuterats i termer av två separata delar:

- (i) En databas som samlar dokumentation från externa sprickundersökningar
- (ii) En databas med en struktur som listar sprickparametrar.

Den senare databasen byggs upp dels genom att SGU tillför sprickdata från sin planerade karteringsverksamhet och dels genom att extrahera information från rapporter och tabeller från externt utförda undersökningar. Ytterligare en möjlighet som diskuterades är att bygga upp tematikarter med utgångspunkt från extern och/eller intern data, med exempelvis uppdelning i sprickdomäner.

Flertalet deltagare gav uttryck för en positiv inställning till alla tre av de ovan nämnda typerna av produkter. Mest angeläget är dock att SGU upprättar ett geografiskt sökbart arkiv som samlar olika sprickundersökningar. En sådan databas skulle kunna inkludera allt från rapporter till foton och ritningar. Formen är av underordnad betydelse. Det viktiga är att materialet samlas och är geografiskt och lätt sökbart.

Idén att begränsa sig till att enbart extrahera rådata från externt producerat material ställer man sig dock kritisk till. Det blir visserligen möjligt att på ett enkelt vis sortera och filtrera data, men problemet är att väsentliga metadata, metodik, tolkningar och kopplingen till övriga data, som t.ex. bergarter och hydrogeologiska mätningar, går

förlorad. Metodik och metadata avseende det bolag eller den myndighet som utfört dokumentationen bedöms viktigt för användbarheten.

Funderingar väcktes om hur databasen ska kunna hållas aktuell genom kontinuerligt underhåll och uppdateringar. Det gäller att skapa incitament för leverans av externa data till databasen. En möjlighet som diskuterades är kontraktskrav (dvs. att utföraren av undersökningarna förbinder sig att leverera data till SGU i samband med uppdrag erhålls) eller att data levereras till SGU via beställare, t.ex. TRV.

Klargörande om ägandet av externa data betonades (se avsnitt 6.6 för en diskussion kring frågan), liksom användare ska kunna tillhandahålla information från databasen kostnadsfritt.

## **4.2 Tillämpning**

Två huvudsakliga tillämpningsområden har identifierats: undermarksbyggnad och grundvatten. Den allmänna åsikten är att databasen främst kan komma att användas i tidiga projektskedet, vid planering av förundersökningar.

Användbarheten borde rimligtvis vara störst i de expansiva storstadsregionerna. I dessa områden finns ofta redan omfattande dokumentation, det gäller bara att data görs åtkomliga. Det framfördes även tankar om att data från SGUs egen karteringsverksamhet skulle vara användbara i oexploaterade områden, eftersom ytterligare information saknas, t.ex. längs stora delar av den planerade Götalandsbanan mellan Jönköping och Göteborg.

## **4.3 Innehåll i databasen**

SGU bör besluta hur de ska bygga upp databasen med existerande data som utgångspunkt. Det föreslås att SGU inledningsvis upprättar databasen som ett mindre omfattande pilotprojekt. Efter utvärdering kan databasen utvecklas utifrån insamlade data, eventuellt till att omfatta produktion av tematiska kartor. Ett förslag är att uppdatera den byggnadsgeologiska kartan över Stockholm.

Olika synpunkter framfördes på vilka datatyper som borde inkluderas i databasen. En grupp tyckte att som del av SGUs reguljära karteringsverksamhet borde fokus ligga på data från hållar/skärningar, en annan betonade vikten av att inkludera olika datatyper, eftersom de ger svar på olika frågeställningar: hållar och skärningar kan ge spricklängder, borrhål har ofta kopplade hydrauliska data och tunnlar kan bidra till den tredimensionella sprickfördelningen.



Det framfördes uttalade önskemål om att fokusera på svaghets-/sprickzoner snarare än enskilda sprickor, eftersom zoner ofta vållar störst bekymmer vid undermarksbyggnation. Ett förslag var att endast extrahera information för zoner till en parameterdatabas, medan externt utförda undersökningar som omfattar sprickdata kan samlas i en geografiskt sökbar dokumentdatabas.

Enskilda sprickparametrar diskuterades utan att man helt kunde enas. Dock framfördes önskemål om att utesluta bergmekaniska parametrar och "allt för subjektiva parametrar". En synpunkt var att det inte var nödvändigt med parametrar för enskilda sprickor, utan att det var fullt tillräckligt med parameterdata för sprickgrupper.

#### **4.4 Standard**

Det rådde konsensus beträffande ett behov av en branschstandard, inklusive nomenklatur. Lämpligen utgår SGU från befintliga standarder efter att de genomfört en inventering. För att öka acceptansen bland beställare föreslås att utvecklingsarbetet sker i samråd med TRV. En gemensam redovisningsstandard skulle dessutom underlätta inlagring av externa data i SGUs databas.



## 5 EXTERNA DATA TILL EN NATIONELL SPRICKDATABAS

På önskemål av SGU ställdes ett antal frågor angående existerande sprickdata till alla mötesdeltagare efter genomförd workshop. Frågorna besvarades dock enbart av ett fåtal deltagare. Frågeställningarna har även dryftats med ett flertal beställare av sprickundersökningar som kontaktats under arbetet med förstudien. De frågor som ställdes till mötesdeltagarna var följande:

1. Vilka typer av data har ni tillgång till genom de undersökningar ni utfört eller i er eventuella roll som beställare?
2. Vilket format har data? Har ni möjlighet att skicka över exempel skulle det uppskattas.
3. Omfattning av datamängd. Det är önskvärt om ni generellt kunde klargöra antalet projekt, typ och storlek på projekt, samt geografisk spridning.
4. Hur bedöms tillgängligheten – är ni villiga att dela med er av data till en nationell sprickdatabas, om vi bortser från de hinder ekonomi och beställarkontrakt eventuellt skulle utgöra?

Svaren ger en relativt entydig bild av hur bergbyggerbranschen uppfattar ovanstående frågeställningar, och beskrivs i följande avsnitt.

### 5.1 Förvaltare av sprickdata

Relevant sprickdata är spridda bland ett stort antal kommuner, statliga verk och bolag, samt entreprenörer och konsult-, gruv- och energibolag. Alla ägare/förvaltare av berganläggningar kan förväntas ha relationshandlingar, inklusive sprickdata, som underlag för underhåll. En förteckning över ett stort antal svenska berganläggningar presenteras i en utredning av Werner et al. (2012) där syftet var att inventera tillgången på mätdata för effekter av grundvattenavledning. Förteckningen omfattar 160 anläggningar, fördelat på 120 väg- och järnvägstunnlar, ett antal berggrum för oljelager, fem anläggningar för mellan- och slutförvar för avfall, 13 gruvor, två forskningsanläggningar, 17 tunnlar för överföring av el, tele eller vatten, samt två kyl- och varmvattenlager. En sammanställning av bergtunnlar för väg, järnväg och övrig spårbinden transport i Sverige finns på <http://sv.wikipedia.org/> (sökord: vägtunnlar, järnvägstunnlar).

Omfattningen har gjort det nödvändigt att begränsa inventering av förvaltare enligt följande kriterier:

1. Förvaltare av flera berganläggningar och därmed större mängder data.

2. Förvaltare som kan förväntas tillgängliggöra data med lägesangivelser för anläggningar.
3. Stor geografisk spridning av anläggningar och/eller närhet till storstadsregioner där behovet kan förväntas vara som störst.

Det har inneburit att vissa förvaltare av stora mängder sprickdata, så som exempelvis gruvbolag och Fortifikationsverket exkulderats, med anledning av sekretess, geografisk begränsning och/eller lokalisering till glest befolkade delar av landet. Den i särklass mest betydelsefulla förvaltaren av sprickdata i olika former är Trafikverket, därtill har vi även valt att inkludera följande förvaltare:

- Gryaab AB
- Göteborgs Stad
- Kraftbolag (E.ON, Skellefteå Kraft, StatKraft och Vattenfall)
- Stockholms läns landsting (SLL)
- Stockholm Vatten AB
- Svenska kraftnät (SVK)
- Svensk kärnbränslehantering (SKB)
- TeliaSonera AB

Även kommuner låter genomföra ett stort antal undersökningar i samband med detaljplanläggning, byggnation och inspektion av bergslanter. Under arbetet med förstudien har bl.a. ett stort antal kommunala beställare av bergundersökningar kontaktats. Dessa personer har olika befattningar i skilda delar av den kommunala organisationen. Arkivering av leveranser har inte skett regelmässigt med hänvisning till omorganisationer, bolagsbildningar och tillfälliga anställningsformer. Bedömningen är att tillgängligheten av sprickdata från kommunala bergundersökningar är låg och arbetsinsatsen för att få tillgång till data inte står i proportion till utfallet. Det kan ändå vara värt ett försök, t.ex. i kommuner med VA-system som är förlagda i bergtunnlar såsom i Göteborg och Stockholm.

I de fall bergbyggnadsprojekt utförts som totalentreprenader genomförs viss bergteknisk dokumentation av entreprenadbolag, så som NCC, Skanska, Veidekke och Peab. Det är i nuläget endast ett mindre antal tunnelprojekt som drivits i denna entreprenadform och dokumentationen är normalt mer begränsad än vid utförandeentreprenader då beställaren generellt anlitar konsulter för dokumentation. Informationen samlas dock in, förvaltas och överlämnas av entreprenören. Bedömningen är därför att det för projekt som utförts som totalentreprenader finns sprickdata hos entreprenören.

Det finns åtminstone ca 140 anläggningar där petroleumprodukter lagras i bergrum (Naturvårdsverket, 2003). Statens oljelager med tidigare uppgift att avveckla den statliga civila beredskapslagringen av petroleumprodukter, har sedan 1988 upphört som egen myndighet och verksamheten har istället inordnats under SGU, som arbetar med att avveckla cirka 40 av dessa anläggningar. Byggnationen utfördes ofta på totalentreprenad och den geologiska informationen som bevarats för beredskapslagren är i det närmaste obefintlig.

Åtkomsten till insamlad data är ett genomgående problem hos flertalet förvaltare. Rutiner för arkivering är i vissa fall bristfälliga, framför allt när det gäller äldre material som inte digitaliserats, men även för data av senare datum. Vid leverans till förvaltare/beställare har ibland informationen inte kommit längre än till den ansvarige handläggaren och i samband med pensionering, flytt eller omorganisation har materialet gått förlorat.

I de fall data förkommit hos förvaltaren/beställaren är en ofta framgångsrik strategi att kontakta det bolag som utfört undersökningarna. Eftersom det normalt är kommersiella konsultbolag lämnar de inte med nödvändighet ifrån sig data utan viss kostnad. Det ska understrykas att även vissa förvaltare/beställare ställer sig tveksamma till att avsätta personal för arkivsökning. Frånsett förvaltare av anläggningar med sekretesskydd, förefaller däremot flertalet förvaltare/beställare vara villiga att bistå med data förutsatt att SGU utför övervägande delen av arbetet.

#### 5.1.1 Trafikverket (TRV)

Sprickdata som förvaltas av TRV är insamlade i och i anslutning till väg- och järnvägstunnlar samt i bergskärningar längs järnväg. Även data från bergskärningar längs väg existerar, men generellt är informationen mer begränsad än för övriga objekt.

Trafikverket har främst fyra databaser för arkivering av sprickdata, varav två är mer omfattande dokumenthanteringssystem:

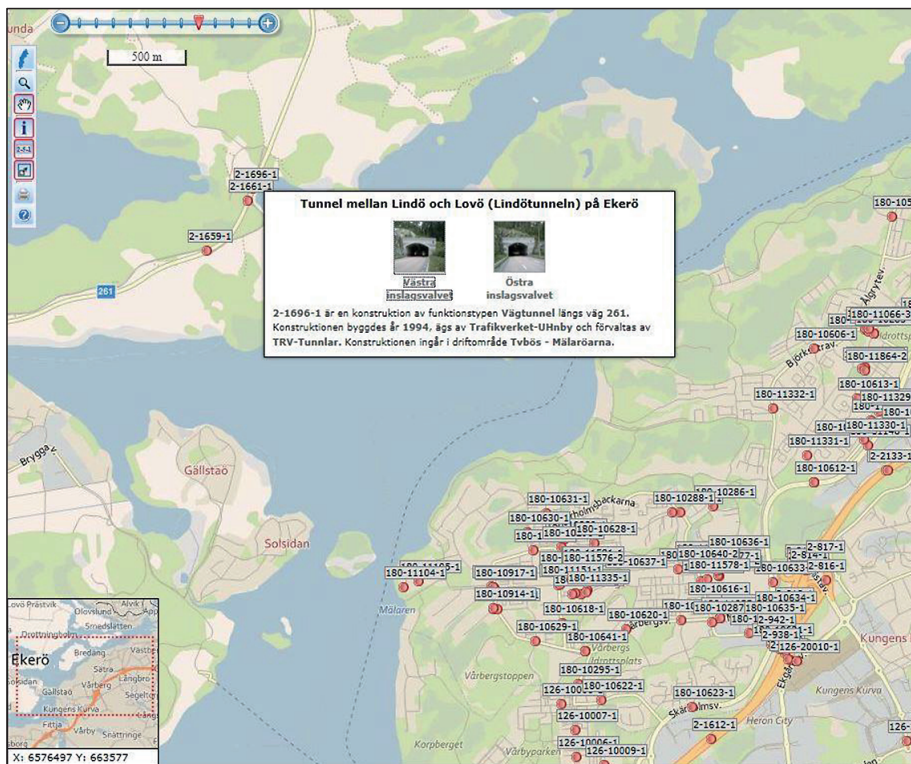
- (i) **Chaos:** Ett system för ritningar och tekniska beskrivningar för vägprojekt
- (ii) **IDA:** Ursprungligen Banverkets dokumenthanteringssystem för järnvägsprojekt

För projekt som pågått under de senaste 15 åren ska all sprickdata vara arkiverade i dessa två databaser. För äldre objekt kan TRV ha låtit skanna in relationshandlingar som underlag för förvaltning, medan material från tidigare projektskeden (förundersökningar, byggnation, etc.) i regel saknas i de bägge databaserna. Den intresserade är istället hänvisad till TRVs arkivcenter på 3 000 m<sup>2</sup> i Mölndal söder om Göteborg.

I april 2013 började Förbifart Stockholm, som första projekt, att använda Trafikverkets nya dokumenthanteringssystem i **ProjectWise**-miljö. Systemet används för närvarande parallellt med de två äldre databaserna och data från Förbifart Stockholm kommer att levereras till Chaos. Tanken är att ProjectWise på sikt ska ersätta IDA och Chaos.

Den fjärde databasen som inkluderar stora mängder sprickdata är en i nuläget inofficiell **databas för underhåll av bergskärningar** längs hela Sveriges järnvägsnät. På sikt ska den integreras i BIS – TRVs datasystem för att lagra information om banrelaterade anläggningar och händelser.

Eventuell ytterligare sprickdata kan finnas lagrad i **BaTMan** (Bridge and Tunnel Management), en databas för förvaltning av broar, tunnlar och andra typer av byggnadsverk. Systemet omfattar rapporter, ritningar och information som underlag för att organisera och utföra förvaltning av olika anläggningar. Förekomsten av sprickdata begränsar sig generellt till digitaliserade relationsritningar för bergtunnlar (pdf-filer). Det ska noteras att ritningar saknas för flertalet objekt i databasen, samt att nära nog alla av de ritningar för TRVs anläggningar som finns i BaTMan även finns att tillgå i Chaos eller IDA. Till skillnad från TRVs övriga databaser är BaTMan baserad på geografisk sökning (se Figur 5-1). Systemet är till viss del öppet med åtkomst utan användarkonto (<https://batman.vv.se/batman/logon/logon.aspx?url=https://batman.vv.se/batman/>) och kan lämpligen användas för att inventera alla väg- och järnvägstunnlar som existerar i ett område.



Figur 5-1. Sökvy för BaTMan där alla tunnlar och broar i ett område sydväst om Stockholm visas.

## Chaos

Databasen introducerades i slutet på 1990-talet för projekt Södra länken och omfattar data från vägprojekt av senare datum, så som Norra länken och Norrortsleden. TRV har generellt även inkluderat äldre digitala leveranser från 1995 och framåt. Chaos använder en SQL databas där samtliga data lagras. Detta möjliggör en omfattande sökning på både metadata, filer och händelser. Projekten är fördelade i olika geografiska regioner, men det saknas koppling till ett GIS system.

För åtkomst till handlingar och filer i Chaos behövs ett konto med personliga inloggningsuppgifter, vilket kräver en kortare e-utbildning (<http://webnet.vv.se/chaosutbildning/>). Data från slutförda vägprojekt är offentlig handling och beviljas utan vidare diskussioner av Åke Gabrielsson, datasamordnare.

## IDA

Introducerades år 2000 av dåvarande Banverket, även om det redan tidigare existerade ett mer tungrott UNIX-baserat dokumenthanteringssystem. Den huvudsakliga uppdelningen av systemet är investering och underhåll. Material från pågående projekt, så som förundersökningar och tunnelkarteringar, sorterar under investering, för att sedan flyttas över till underhåll när anläggningarna övergår i förvaltningsskedet. I samband med att databasen introducerades skedde överflyttningen inte konsekvent och tillgängligt material kan för en del anläggningar begränsa sig till relationsritningar, som lagrats direkt under ingången underhåll. För vissa äldre tunnlar, som uppförts innan IDA existerade, har TRV låtit digitalisera arkiverade relationsritningar, men flertalet finns i TRVs arkivcenter.

Liksom i Chaos är projekten/objekten fördelade i olika geografiska regioner, och på en lägre nivå i geobandelar, men det saknas grafiskt sökgränssnitt. För att kontrollera enskilda bandelars läge rekommenderas <http://jnbkarta.trafikverket.se/2015/> och <http://www.trafikverket.se/Foretag/Trafikera-och-transportera/Trafikera-jarnvag/Kartor-trafikledningsomraden/>. Bandelarnas position kan även erhållas i ett geografiskt användargränssnitt från Jan-Eric Oscarsson, Trafikledning, TRV.

För att få tillgång till IDAs utforskare krävs användarkonto i externa IDA. Ett beställningsformulär finns att hämtas via Banportalen (som nås via Trafikverkets webbplats) eller kontakta Kundservice Järnväg (e-post: [kundservice.jarnvag@trafikverket.se](mailto:kundservice.jarnvag@trafikverket.se)).

## Databas för underhåll av järnvägsskärningar

I nuläget innehåller databasen knappt 4 000 skärningar spridda längs järnvägsnätet i det närmaste hela Sverige. För flertalet skärningar finns sprickdata som omfattar ett antal parametrar för enskilda sprickgrupper och zoner med betydelse för blockstabiliteten i den aktuella bergskärningen (Tabell 5-1). Även bergartsparameterar anges för flertalet bergskärningar.

*Tabell 5-1. Parametrar för enskilda sprickgrupper och zoner i TRVs databas för underhåll av järnvägsskärningar*

<b>Sprickgrupp</b>	<b>Zon</b>
Strykning	Strykning
Stupning	Stupning
Sprickfylld (Ja)	Läge längs skärningen
Sprickvidd	
Råhet	



Informationen är tillgänglig på begäran i Microsoft Excel- eller Access-format från Peter Lund eller Wilder Méndez på TRV. Positionen för enskilda bergskärningar anges med längd längs de aktuella bandelarna. Bergskärningarnas position kan även erhållas i ett geografiskt användargränssnitt från Jan-Eric Oscarsson, Trafikledning, TRV.

### 5.1.2 *Gryaab AB*

Gryaab AB svarar för avloppsvattenreningen i Göteborgsregionen och ägs av Göteborgs kommun tillsammans med kranskommunerna Ale, Härryda, Kungälv, Lerum, Mölndal och Partille. Bolaget äger reningsverket Ryaverket och ett system av bergtunnlar för fritt spill- och dagvatten med en totallängd på 11,5 mil, varav de mer kända är Lerumstunneln (8 km, uppfördes 2007–2011) och Rödbotunneln (2,8 km, uppfördes 1970–1972). Tunnlar i vilket spill- och dagvattnet är rörburet ägs av förvaltningen Kretslopp och vatten i Göteborgs Stad (se avsnitt 5.1.3).

Efter samtal med Sven-Ove Pettersson, teknisk försörjning, framgår att anläggningssekretessen för Gryaab inte är lika strikt som för förvaltare av tunnlar för tele- och vattenförsörjning. Delar av anläggningar kan dock vara gemensamma. Gryaab vill ha förtydliganden av SGUs planer innan data längs tunnelsträckningar kan tillgängliggöras. Enligt Hans Aspfors, Bergab, som arbetat med tunnelarna finns relationsritningar i arkivet hos förvaltningen Kretslopps och vatten. Det är för vissa anläggningar möjligt att det även finns material från geologiska förundersökningar, men regelbundna arkivrensningar gör att mycket data kan ha gått förlorat. Även Gryaab har ett arkiv, men det skulle krävas att sökningen utförs av en person med geologisk kompetens för att få fram önskvärd information.

### 5.1.3 *Göteborgs Stad*

Trafikkontoret förvaltar kommunens väg- och bananläggningar, och därmed beståndet av spårvägstunnlar som uppgår till en total längd av drygt 7,5 km, vilket inkluderar Hammarkulletunneln, Chalmerstunneln, Frölundatunneln och Bergsjötunnelarna. Digitaliserade relationsritningar med den geologiska karteringen för tunnelarna finns arkiverade i Trafikverkets förvaltningsdatabas BaTMan för bl.a. Chalmerstunneln (se avsnitt 5.1.1). Övrig geologisk information för tunnelarna från exempelvis förundersökningar kan finnas hos Trafikkontoret, men sannolikt bara för Chalmerstunneln som togs i drift 2002, enligt Mikael Andersson på Väg och bana som administrerar bergtunnlar. Även förvaltningsdata för bergskärningar som förvaltas av Trafikkontoret finns lagrade i BaTMan, även om det generellt saknas information av geologiskt värde.

Förvaltningen Kretslopp och vatten i Göteborgs Stad har tillsammans med Gryaab AB uppskattningsvis 13 mil bergtunnlar. Tunnlar för vattenförsörjning samt rörbundet spill-

och dagvatten administreras av Kretslopp och vatten (se avsnitt 5.1.2). Allt material är sekretessbelagt och i vissa fall hemligstämpelat.

#### 5.1.4 Kraftbolag

Bolag med vattenkraftanläggningar förväntas inneha sprickdata från kraftverkstunnlar och grundläggning av dammar. Vattenfall, E.ON, Fortum, Jämtkraft, StatKraft och Skellefteå Kraft har kontaktats under arbetet med förstudien. Av dessa har fyra bolag redovisat om de har material som kan vara av intresse för SGU, samt om de är villiga att offentliggöra data. Även om svar från två av bolagen uteblivit ger svaren från de övriga rimligtvis en övergripande bild av kraftverksbranschen med avseende på åtkomsten av sprickdata.

##### E.ON Vattenkraft

Anläggningsbeståndet omfattar 77 hel- och delägda vattenkraftverk, lokaliserade från Lycksele i norr till Kristianstad i söder. Den geografiska fördelningen är 38 i Norrland, 8 i Mellansverige och 31 i södra Sverige. Data finns i fysiska arkiv och Anders Isander, dammsäkerhetschef, ser inga juridiska hinder för att delge SGU denna typ av data. Bedömningen är dock att det krävs omfattande arkivsökningar. E.ON har inte möjlighet att tillhandahålla resurser för sådan verksamhet.

##### Skellefteå Kraft

I dag Sveriges femte största kraftproducent, som driver ett 30-tal vattenkraftanläggningar i norra Sverige. Åsa Burman, dammtekniskt sakkunnig, har gett följande information: Existerande sprickdata är begränsade till förundersökningar för kraftstationer längs Skellefteälven, vilka samlats i ett centralt arkiv. Skellefteå Kraft är inte villiga att låta SGU ta del av materialet för att tillgängliggöra det i en databas med lägesangivelser och hänvisar till OSL (Offentlighets- och sekretesslagen) 18 kap 8§ punkt 1.

##### StatKraft

StatKraft grundades 1992 och driver som Sveriges fjärde största kraftproducent 55 vattenkraftanläggningar koncentrerade till trakterna kring Laholm och Sollefteå. Enligt Mikael Hernqvist finns en hel del material från byggtiden i form av geologiska undersökningar, men även en del kompletterande undersökningar av senare datum. StatKraft ser inga problem med att låta SGU ta del av det material de har, men är i nuläget osäkra på om allt material kan offentliggöras med hänvisning till OSL.

##### Vattenfall

Beståndet av vattenkraftverk omfattar 48 kraftverk i norra Sverige och 8 fördelade på Dalälven och Göta älv i södra/mellersta Sverige. Flertalet är uppförda före 1992, innan

Statens vattenfallsverk ombildades till aktiebolag, som en förberedelse för avregleringen av elmarknaden som genomfördes 1996. Mats Persson, dammtekniskt sakkunnig, anger att rapporter, ritningar och protokoll med eventuella sprickdata från byggnationen av anläggningarna arkiverats centralt hos Vattenfall. Vattenfall har även material i kärmarkivet i Malå. I grunden är man positiv till att låta SGU ta del av det arkiverade materialet, men Mats Persson reserverade sig mot att viss information inte får offentliggöras. För flertalet anläggningar ser han dock inget problem att SGU redovisar undersökningarnas exakta läge. Bedömningen är det krävs betydande arkivsökningar för att hitta relevant information. Vid större om/nybyggnation av anläggningar är det möjligt att Vattenfall kan leta fram och delge SGU material. Det bör noteras att Vattenfall initierat ett databasprojekt för att samla all information för sina jorddammar.

#### *5.1.5 Stockholms läns landsting (SLL)*

Landstinget har det övergripande ansvaret för Stockholms kollektivtrafik. Enligt SLLs förvaltningsplan för tunnelbana uppgår beståndet av berganläggningar till närmare 100 km bergtunnel (inklusive tvärtunnlar, f.d. arbetstunnlar, etc.), 38 stationer, 130 bergskärningar och fem ventilationsschakt.

Enligt Lars Bergkvist (Nitro Consult) och Anna Engström (Bergab) som arbetat med bergfrågor på konsultbasis för SLL finns det mycket begränsat med geologisk information från tunnelbanenätet. Det har inte gjorts någon systematisk sprickkartering och av de relationsritningar som existerar framgår normalt endast förstärkningsinsatser. För lokalbanor, så som Tvärbanan (inkl. Alvikstunneln, Tranebergstunneln och Årstadalstunneln) och Saltsjöbanan (inkl. Stadsgårdstunneln) finns dock relationsritningar som presenterar sprickdata. I de fall det utförts underhållsinspektioner har de arkiverats i TRVs förvaltningsdatabas BaTMan. Tillgängligheten för data från förundersökningar är mycket liten, även för yngre bandelar.

Kontaktperson: Thomas Sträng på avdelningen för strategisk utveckling. För lokalbanor är Nathalie Pettersson primär kontaktperson.

#### *5.1.6 Stockholm Vatten AB*

Stockholm vatten AB har ett stort antal tunnlar för vattenförsörjning, samt spill- och dagvatten, varav den TBM-borrade Saltsjötunneln (7,5 km) och Ormen (2,7 km) är mer kända. Samtal med Nasrin Kiasat på Stockholm vatten: Alla ritningar och undersökningsresultat som rör Stockholm vattens berganläggningar är klassade som hemliga. Det krävs att SGU skickar en formell förfrågan som beskriver uppdraget mer i detalj, samt att det utarbetas förslag på hur tillgängliggörandet ska lösas med avseende på sekretess.

### 5.1.7 Svenska kraftnät (SVK)

Inom projekt Stockholms Ström är den 900 m långa Mörbytunneln i Danderyd i det närmaste färdigställd. Nästa etapp i projektet blir den cirka 14 km långa kabeltunneln CityLink som binder samman norra och södra Stockholmsområdet. Arbetet med tunneln beräknas starta 2016. Omfattande geologisk dokumentation existerar och mer förväntas tillkomma.

Enligt Sofia Högfeldt är SVK positiva till att låta SGU ta del av data från utförda kärnboringar, etc. De vill dock att SGU skickar en formell förfrågan som beskriver uppdraget mer i detalj, samt hur databasen är tänkt att användas och vilka som kommer att ha tillgång till den.

### 5.1.8 Svensk kärnbränslehantering AB (SKB)

Med uppdrag att omhänderta allt radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken intar SKB en tydlig särställning vid insamling och arkivering av sprickdata. Förekomst och egenskaper hos sprickor i berggrunden är väsentliga för den långsiktiga säkerheten i bergförvar för radioaktivt avfall. SKB har därför låtit genomföra omfattande sprickundersökningar. Existerande förvars- och forskningsanläggningar är samlade på två platser i nära anslutning till kärnkraftverken i Östhammars och Oskarshamns kommun och omfattar följande:

- Mellanlager för använt kärnbränsle (Clab), Oskarshamns kommun. Uppförd 1980–85 respektive 1999–2004
- Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall (SFR), Östhammars kommun. Planerad utbyggnad för att ta emot rivningsavfall från kärnkraftverken
- Äspö Hard Rock Laboratory (HRL), Oskarshamns kommun. Uppförd 1990–95

Omfattande undersökningar genomfördes 2002–2007 i Forsmarksområdet i Östhammar kommun och Laxemar-Simpevarpsområdet i Oskarshamns kommun för att undersöka möjligheten att bygga slutförvarsanläggning i berggrunden för använt kärnbränsle (Figur 5-2). Bland annat finns detaljerade sprickdata från närmare 30 km borrhälsa och ett stort antal berghällar och avrymningar. Även förundersökningen inför utbyggnaden av SFR och försöksverksamheten i Äspö HRL har genererat en mängd sprickdata, liksom tidigare undersökningar som genomförts i olika delar av landet från 1970-talet fram till 1990 (Figur 5-2). Specifika sprickarteringsprojekt har bl.a. genomförts i regionen mellan Västervik och Oskarshamn inför lokaliseringen av Äspö HRL (Lars O. Ericsson, pers. kommunikation).

Data från de platsundersökningar som utförts under 2000-talet finns samlade i SKBs databas *Sicada*. Tolkningar och begränsade mängder data presenteras även i SKBs

offentliga rapportserier. Relationsritningar och resultat från förundersökningar inför byggnationen av existerande anläggningar har i vissa fall digitaliserats och finns i SKBs dokumenthanteringssystem SKBdoc. SKB har kontaktats med en förfrågan om hur de ställer sig till att SGU får nyttjanderätt till sprickdata från Sicada. Enligt Peter Wikberg, chef för Forskning och Säkerhetsanalys på SKB, får SGU inte inkludera sprickdata från SKBs undersökningar i databasen, med motiveringen att SKB äger data och därmed ansvarar för kvaliteten. En annan orsak är problem relaterade till dubbellagring.



Figur 5-2. Platser i landet där SKB genomfört undersökningar under perioden från mitten på 1970-talet. Modifierad från SKB (2010).

### 5.1.9 *TeliaSonera*

TeliaSonera förvaltar ett stort antal ledningstunnlar i storstadsregionerna. Ett problem är dock offentliggörandet. Man vill inte att det tydligt ska framgå var tunnlar är belägna. En möjlighet är att endast extrahera den data som "drunknar" i data från närbelägna anläggningar/undersökningar, så som korsande trafikstunnelar. Det viktiga är att inte tunnelnas läge framgår, vilket kraftigt kan begränsa materialet som är tillgängligt för en dokumentdatabas. Kent Lundin (TeliaSonera) och Rikard Gothäll (Tyréns) håller för närvarande på att utarbeta ett förslag på hur sprickdata från tunnlar med sekretesskydd ska kunna tillgängliggöras, men det är oklart när det kommer att vara färdigställt. SGU kommer att kontaktas för diskussioner och förhoppningen är att även andra förvaltare av sekretessbelagt material kan ställa sig positiva till förslaget. Det är främst relationsritningar från tunnlar som skulle kunna göras tillgängliga, medan det är mer osäkert i vilken omfattning det finns material från förundersökningar bevarat.

## 5.2 **Dataformat**

Sprickdata av potentiellt intresse för en nationell databas har i det närmaste uteslutande samlats in som underlag för bergbyggnation, samt efterföljande anläggningsförvaltning. Byggnation föregås generellt av skeden med förstudier och framtaganden av system- och bygghandlingar, under vilka framför allt två typer av undersökningar som genererar sprickdata genomförs: kartering av blottlagt berg (dvs. hållar och skärningar) och kärnborrhål. Under byggnation, t.ex. en tunneldrivning, genomförs kontinuerlig dokumentation av sprickor och dess egenskaper, som slutligen sammanställs i en relationshandling. I den senare saknas rådata och sprickinformation redovisas generellt på ritningar, ibland med kompletterande stereogram.

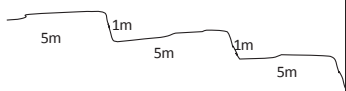
Undersökningar för grundläggning, stabilitetsbedömningar av bergslänter och kommuners planarbeten begränsar sig normalt till dokumentation av blottlagt berg. Kärnboringar genomförs endast undantagsvis.

Äldre ritningar som återfinns i förvaltarnas arkiv är generellt kopior eller utskrifter med varierande kvalitet och grad av svärta. Vid digitalisering har dessa ritningar skannats. Därav kan kvaliteten även på de digitala ritningarna vara något undermålig (se t.ex. Figur 5-6 och Figur 5-7). Det är även värt att notera att lägesbestämningar kan saknas eller anges i lokala koordinatsystem, samt att det ibland är oklart om riktningsangivelser relaterar till magnetisk eller geografisk nordpol.

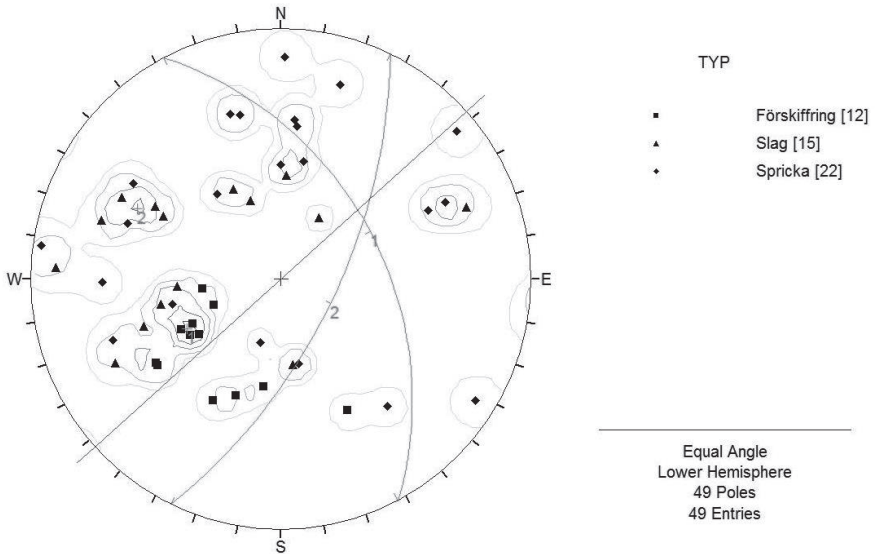
### 5.2.1 *Berghållar, slänter och skärningar*

Sprickdokumentation av blottlagt berg omfattar främst sprickors orientering. På många hållar är det svårt att få mer information än just orientering och sprickavstånd (Figur

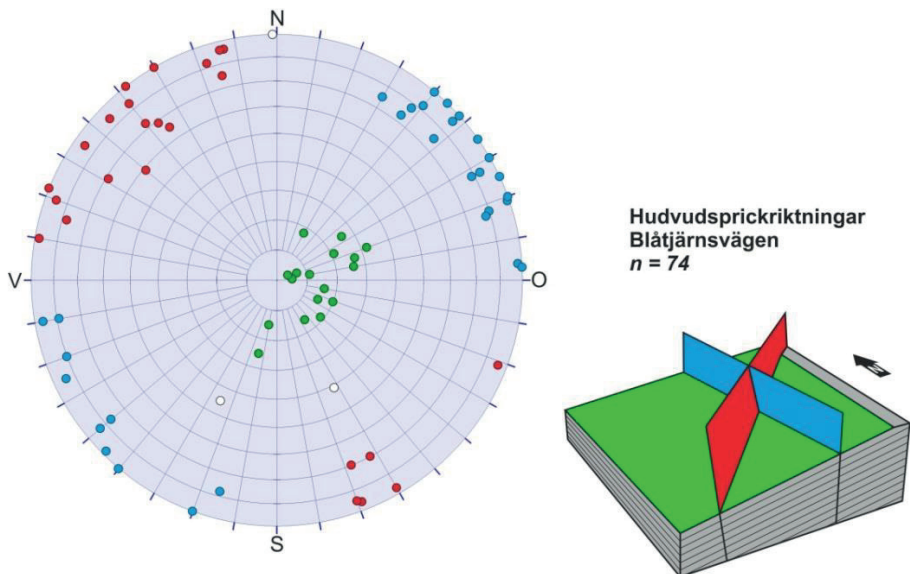
5-3). Det är mycket sällan som positionen för en enskild spricka redovisas. Istället redovisas de i stereogram och/eller som huvudsprickgrupper för en håll, längs en linje eller ett område som är lägesbestämt (Figur 5-4 och Figur 5-5). Egenskaper, så som sprickavstånd, råhet, bedömning av friktionsvinkel, sprickfyllnad, etc., redovisas i bästa fall för en sprickgrupp och mycket sällan för enskilda sprickor. Redovisning av sprickegenskaper är inte alltid tabellerade utan kan vara invävda i rapporttexten. Eftersom presentationerna dessutom är grafiska bedöms det i många fall vara problem att extrahera sprickegenskaperna till en databas.

Bergarter Strukturer Större svaghetszoner	Strykning	stupning	Sprickutällighet	Sprickytlinning	Sprickräthet (r-X)	Sprickområdestjälk ( $L_p$ )	Väntetid (oxidation etc)	Spricköppning (mm)
Häll 3013	70	70						
Gnejsgranit	100	60						
N6578238 E662249	350	20						
	65	80						
	180	20						
liten förkastningsyta	310	80						
	20	50						
Häll 3014	130	60						
Gnejsgranit	190	20						
N6578224 E662169								
trappstegsformade hålltytor i naturen								
								
strykning/stupning på "förkastningsytar"	10	80						
Häll 3015	40	90						
Gnejsgranit	130	40						
N6578168 E662092	110	80						

Figur 5-3. Exempel på dokumentation av sprickor på tre hållar från projekt Förbifart Stockholm, Trafikverket.



Figur 5-4. Stereografisk presentation som visar poler för sprickor, samt markeringar för huvudsprickriktningar i en skärning längs väg 45 Torpa-Stenröset.



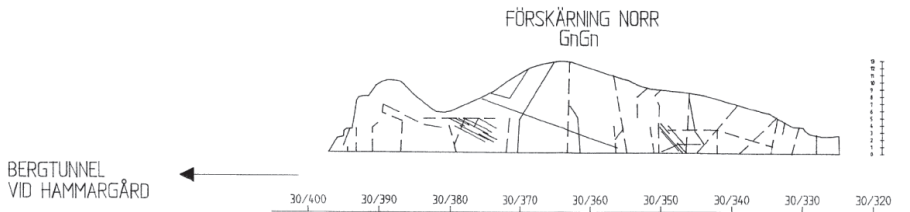
Figur 5-5. Stereografisk presentation av poler till uppmätta sprickorienteringar i ett kommunalt planområde söder om Alingsås. Definierade sprickgrupper har fått en unik färg.



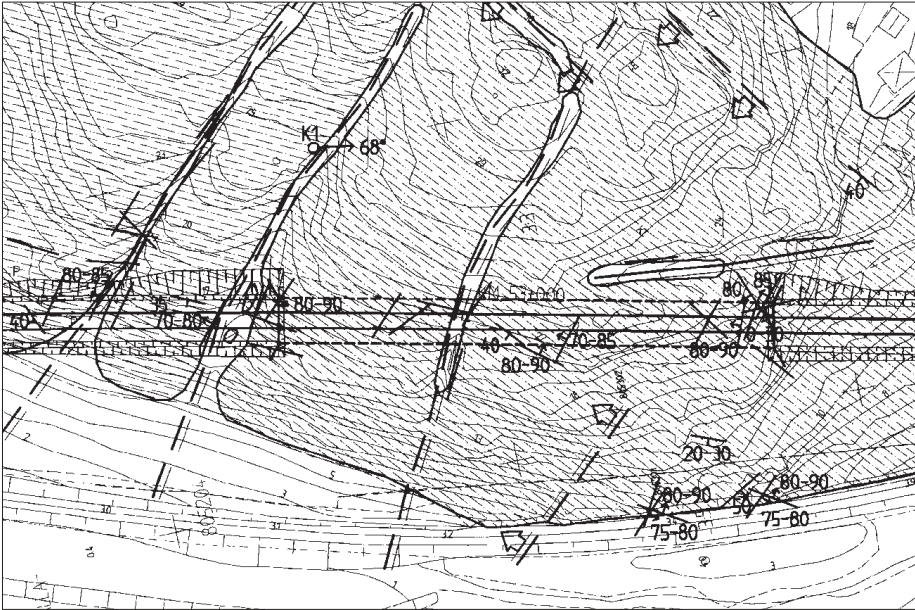
Svaghetszoner eller slag som påträffats är generellt mer väldokumenterade med positionsangivelser. I fall där de bedömts vara av betydelse för den storskaliga stabiliteten i en bergskärning kan de vara inmätta.

I vissa fall existerar relationsritningar för väg-/järnvägsskärningar. Fördelen är att de anger exakta lägen för enskilda sprickor och zoner, men den profil som presenteras anger endast skenbara orienteringar för sprickor och zoner (Figur 5-6), vilket begränsar användbarheten.

Sammanställningar av sprickdata från hållkartering till geologiska och ingenjörsgelogiska prognoser bedöms kunna vara av stort värde. I många fall saknas detaljerad sprickinformation, men för vissa projekt kan denna typ av ritningar existera (Figur 5-7).



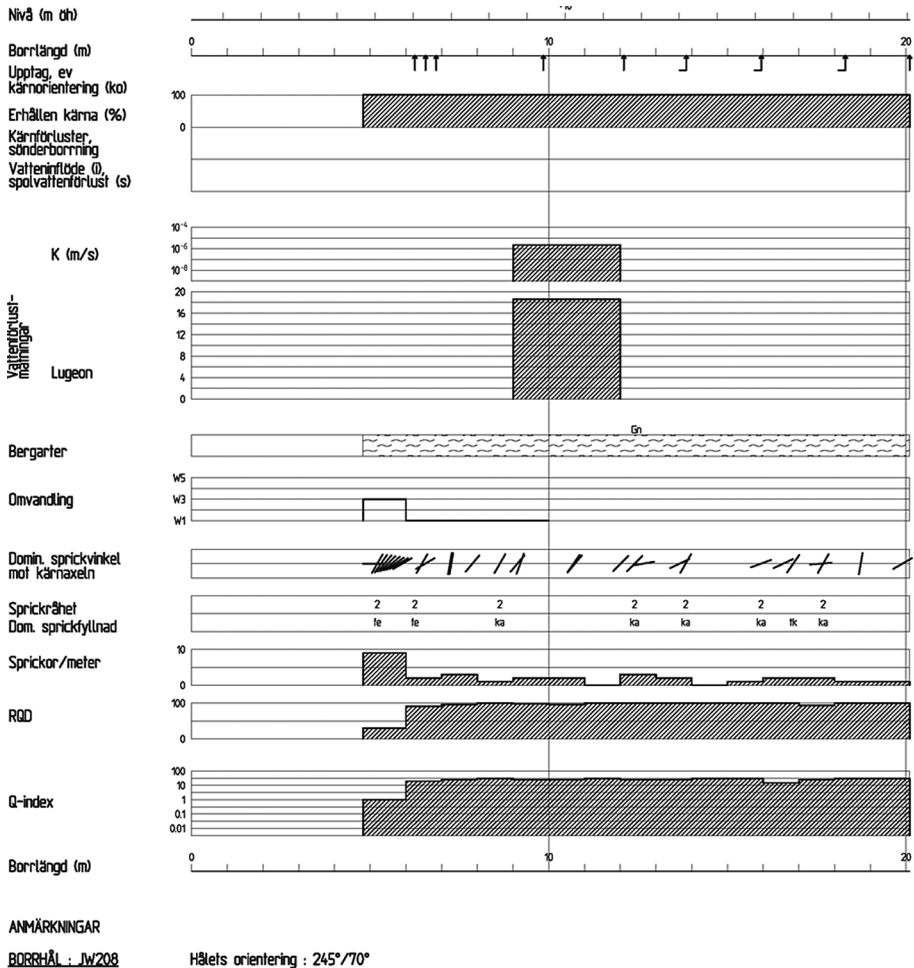
Figur 5-6. Relationsritning som visar en förskärning till Hammargårdstunneln, Väst kustbanan.



Figur 5-7. Utsnitt från geologisk prognos för Löftaskogtunneln, Väst kustbanan.

### 5.2.2 Kärnbrorrhål

Information från kärnbrorrhål är generellt sammanställda till loggar (ritningar) som anger sprickfrekvens, RQD och/eller bergklassning med RMR eller Q-systemet. Viss information om enskilda sprickors orientering kan förekomma i de fall borrkärnan orienterats, liksom sprickfyllnad och råhet (Figur 5-8). Loggarna ingår ofta i system- eller bygghandlingar, medan rådata som regel gått förlorade. I en del fall kan även information om borrhålets position och orientering saknas, vilket i praktiken gör data obrukbara. För äldre borrhål kan positioner anges i lokala koordinatsystem.



Figur 5-8. Logg som redovisar den geologiska karteringen av 20 m långt kärnborrhål, tillsammans med resultat från vattenförlustmätningar. Borrhål JW208, Västerleden, Stockholm.

Under det senaste decenniet har det även genomförts kartering på fotografiska avbildningar (t.ex. BIPS, Borehole Image Processing System och Optical televiewer) av själva borrhålen som komplement till borrhållarna. Metodiken utvecklades av SKB under platsundersökningarna för lokalisering av ett djupförvar för utbränt kärnbränsle. På kommersiell basis har borrhållskarteringar av denna typ hittills endast genomförts av Geosigma på uppdrag av TRV inom projekten Citybanan och Förbifart Stockholm, samt ett fåtal gruvbolag. Karteringen inom ramen för uppdragen som utförts för TRV omfattar ett stort antal parametrar för enskilda sprickor, inklusive läge, orientering,

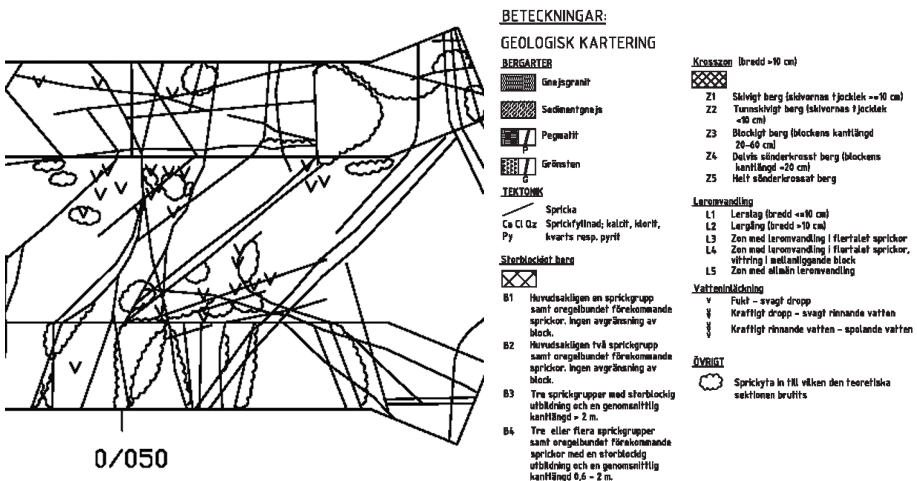
vidd, apertur, omvandling och mineralfyllnad, samt enskilda parametrar som krävs för klassning med RMR- och Q-systemet.

Utöver sprickkartering utförs normalt dokumentation beträffande bergart och omvandlingar, liksom hydrogeologiska och i vissa fall geofysiska mätningar. Kopplingen mellan olika datatyper i borrhål är ofta av stort värde, vilket bör beaktas i de fall SGU väljer att extrahera enbart sprickdata från borrhål.

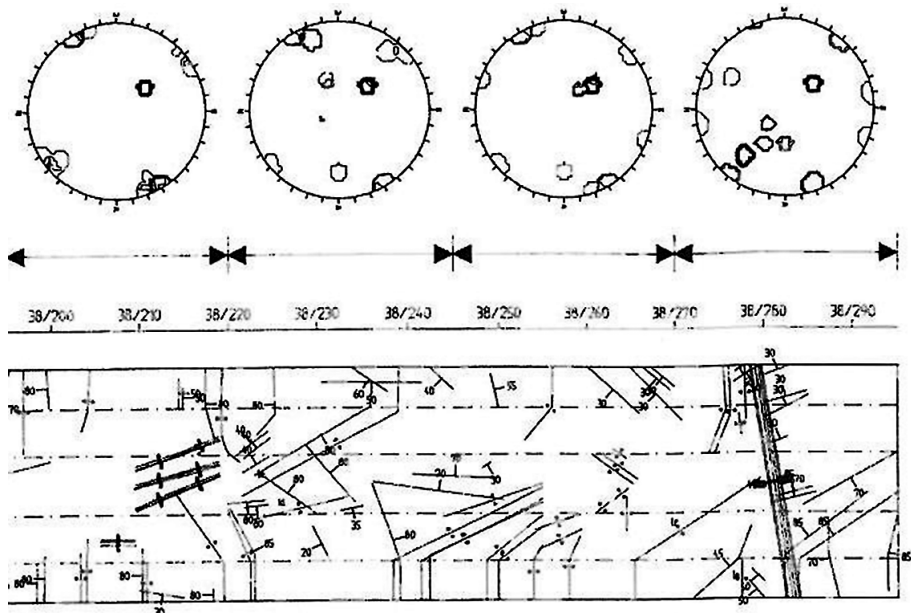
### 5.2.3 Tunnelkartering

För bergförlagda anläggningar så som tunnlar finns generellt två typer av sprickdata. Det ena är karteringsprotokoll från byggnationen av anläggningen och det andra är relationshandlingar i vilka sprickdata från byggnationen sammanställts till ritningar. Karteringens omfattning varierar, men normalt anges läge och egenskaper för huvudsakliga sprickgrupper och slag, vilka är av betydelse för bergstabiliteten.

Det material som generellt är enklast att komma åt är relationsritningar. De ger en översikt av fördelningen av sprickor och svaghetszoner längs tunneln/anläggningen, men med undantag för bl.a. Citybanan anges sällan detaljer för enskilda sprickor (Figur 5-9). I det fall information om orientering krävs måste det mätas i ritningarna. På vissa ritningar är sprickriktningarna längs en given längd presenterade i stereogram (Figur 5-10).



Figur 5-9. Utsnitt ur relationsritning som sammanfattar sprickkarteringen för en sektion av en arbetstunnel till Södra länken.



Figur 5-10. Utsnitt ur en äldre relationsritning som sammanfattar sprickkarteringen för en sektion av Fjäråstunneln, Västkustbanan.



## 6 REKOMMENDATIONER

De rekommendationer som presenteras nedan grundar sig i stora drag på diskussioner som förts under den workshop som genomfördes i juni 2014, synpunkter från projektets referensgrupp, samt efterföljande kontakter med enskilda konsulter och förvaltare vid inventering av existerande sprickdata.

Bergbyggnadsbranschen ställer sig generellt positiv till SGUs planer på att upprätta en nationell sprickdatabas, framförallt inkluderandet av externa data. Under de diskussioner som förts med branschfolk under arbetet med förstudien är det dock tydligt att flertalet skulle vilja se en databas som inte är begränsad till enbart sprickdata utan samlar information från alla bergundersökningar. Om databasen begränsas till sprickdata är man angelägen om att inte kopplingen till andra typer av data, så som flödesmätningar och geofysiska egenskaper, ska gå förlorade.

Det framgår av avsnitt 5.1 att flertalet större förvaltare inte motsätter sig att SGU tar del av de sprickdata som de förfogar över. Ett problem är dock arkivsökningar och leveranser medför kostnader för förvaltarna även om SGU själva utför mycket av arbetet. Det gäller även leveranser av data från framtida projekt, i ett skede då databasen planeras att vara i drift. Enskilda förvaltare kommer följaktligen att väga egennyttan av databasen mot kostnaden. Istället för en databas begränsad till enbart sprickdata skulle TRV, som är den mest betydelsefulla förvaltaren av sprickdata, sannolikt se en större nytta med en uppdatering av den byggnadsgeologiska kartan över Stockholm (se Figur 3-3) eller en databas som samlar information från alla typer av bergundersökningar (Robert Swindell pers. kommunikation). Detta skulle även harmoniera väl med SGUs regeringsdirektiv.

Markplaneringen försvåras av att det inte existerar någon samlad bild av de undersökningar som utförts i ett område. Denna okunskap gör att det vid upprepade tillfällen utförts bergundersökningar i redan väldokumenterade områden eller att undersökningar utförs oberoende av varandra i närliggande områden. Det är därför branschens förhoppning att SGU vid inkluderande av externa data inte begränsar det till att extrahera sprickdata ur ritningar och undersökningsrapporter, utan väljer att lagra originaldokumenten med sprickdata. Risken är annars att metadata och information om insamlingsmetodik, samt kopplingen till andra data går förlorad. Urval och sökning i databasen bör snarare vara geografisk än att begränsas av undersökningsmetodik eller datatyper. Generellt visar erfarenheter att det finns så lite geologisk/bergteknisk information tillgänglig från tidigare utförda undersökningar för flertalet områden att man vill ha all data man kan få.

Behovet av sprickdata bedöms vara störst i anslutning till storstadsområdena där det för närvarande planeras och pågår flera storskaliga infrastrukturprojekt, ledningsdragningar och bostadsbyggnad. Liksom för SGUs berggrundskartor, kan behovet av en nationell sprickdatabas förväntas vara som störst i ett relativt tidigt projektskede, vid planering av förundersökningar, samt möjligen som stöd för kostnadsprognoser. I senare skeden, när inledande förundersökningar genomförts, finns normalt ett mer platsanpassat underlag för fortsatt planering. Undantagsvis, exempelvis då det existerar omfattande dokumentation från närliggande berganläggningar eller borrhål, kan befintliga data fungera som ett värdefullt komplement även under byggskedet.

Den påtagliga svårigheten att få tillgång till befintliga externa data, vilket inventeringen under förstudien tydligt visat, understryker vikten av att upprätta en nationell databas för bergundersökningar där sprickdata är en viktig del. Data existerar generellt; det stora problemet är arkiveringsrutinerna hos förvaltarna. Därför är bergbyggnadsbranschens förhoppning att en nationell sprickdatabas i SGUs regi ska inkludera både data från SGU (interna data) och befintliga externa data, samtidigt som det är önskvärt att det sker en kontinuerlig uppdatering av databasen med både interna och externa data.

## 6.1 Omfattning

En av de delar som bedöms kräva störst arbetsinsats inför etablerandet av en nationell sprickdatabas är att få kännedom och tillgång till befintliga externa data. Det är angeläget att inkludera så mycket av dessa data som möjligt. För att inte arbetsuppgiften ska bli övermäktig bör SGU inleda med ett pilotprojekt som begränsar urvalet. Ur branshperspektiv rekommenderas att begränsningen snarare är geografiskt betingad än att den sker på grundval av datatyp. Ett mindre område definieras, förslagsvis en av storstadsregionerna, för att sedan successivt utökas till att omfatta ytterligare delområden. Inledningsvis skulle databasen då definitionsmässigt inte vara strikt nationell, åtminstone med avseende på befintliga externa data. Fokus bör i första hand vara digital information som insamlats under 2000-talet för att undvika omfattande digitaliseringsarbete. Äldre data i form av geologiska tunnelkarteringar som ingår i relationshandlingar bör i de fall de existerar även inkluderas, eftersom förnyad dokumentation normalt inte medges på det sätt som är möjligt för en håll eller skärning.

Efter insamling av externa data för en given region bör SGU, innan man väljer att utöka den geografiska omfattningen, utvärdera vad som ska inkluderas i databasen och hur. SGU bör bl.a. överväga om data kan extraheras ur rapporter och ritningar till en parameterdatabas med rådata, om fokus ska läggas på större strukturer som svaghetszoner och/eller huruvida kartor eller geometriska modeller ska skapas.



## 6.2 Databasuppbyggnad

Det rekommenderas att två databaser etableras parallellt: en parameterdatabas och en dokumentdatabas. I en parameterdatabas arkiveras egenskaper, så som orientering, vidd, mineralogi, råhet, etc., för enskilda sprickor eller sprickgrupper. Fördelarna med en sådan är många. Framför allt är det möjligt att sorter/filtrera data, samtidigt som det ger en stor valfrihet vid visualisering. En parameterdatabas bedöms lämplig för arkivering av data från SGUs planerade sprickkartering, men även i de fall rådata från externa undersökningar är tillgängliga, förutsatt att ursprunget tydligt framgår. Däremot ställer sig branschen tveksam till att extrahera data från rapporter och ritningar, eftersom det dels skulle krävas en enorm arbetsinsats och dels att kopplingar till tolkningar och övriga undersökningar går förlorade. Det kan även uppstå problem beträffande kvalitetssäkring av data. Istället skulle undersökningsrapporter, ritningar och kartor samlas i dokumentdatabasen. Dataformatet är ovidkommande och kan bl.a. inkludera pdf-, dwg- och xls-filer. Bedömningar av datakvaliteten skulle då vara upp till den enskilde användaren av databasen. En viktig aspekt om två databaser etableras är att i de fall det finns en koppling mellan data i bägge databaserna ska detta tydligt framgå.

Geografisk sökning via ett webb-gränssnitt rekommenderas starkt för båda databaserna. Vid markering på en karta ska det framgå var det existerar data från sprickundersökningar. Markerar man en punkt eller ett område visas en ruta med metadata för den aktuella undersökningen, samt möjlighet att ladda ned data. För externa data är ett alternativ som övervägts att undersökningsmaterial inte ingår i en av SGU administrerad databas, utan användaren får information om var data kan beställas eller hämtas från databaser hos olika förvaltare. Detta senare alternativ bedöms både tungrott och ogenomförbart, med tanke på att det då krävs separata gränssnitt för kommunikation med olika förvaltares databassystem eller en betydande arbetsinsats i de fall materialet finns i ett fysiskt arkiv.

SGU bör redan inledningsvis beakta utvecklingspotentialen hos databasen. Behov och krav kommer med tiden säkerligen att förändras. Det är därför viktigt att SGU väljer en flexibel databaslösning.

## 6.3 Leverans av externa data

Inledningsvis bedöms det nödvändigt att SGU själva ansvarar för inlagring och kvalitetskontroll. Kostnaden och tidsåtgången för denna inledande del kommer sannolikt bli omfattande. Efter att en sprickdatabas etablerats är det centralt att den underhålls med kontinuerlig uppdatering genom leveranser av externa data. Det förfarande som rekommenderas är att de som utför undersökningarna också sköter leveransen av data till databasen. I samband med att uppdraget erhålls förbinder sig

utföraren genom kontraktsskrav att leverans av material till SGU sker parallellt med leverans till beställaren. Det förutsätter att berörda beställare arbetar in kravet på leverans till SGU i förfrågningsunderlag inför upphandling av geologiska eller bergtekniska undersökningar. En möjlighet som bör studeras är att leverans av data är en lagstadgad skyldighet på samma sätt som vid leverans av data till Danmarks databaser och till SGUs brunnsarkiv.

För att underlätta för SGU krävs att det upprättas en leveransmall. Data levereras lämpligen via ett gränssnitt i en webb-applikation som kräver användarkonto. Leveransformat till en parameterdatabas är förslagsvis filer från alla de större kalkylprogrammen på marknaden, medan leverans till en dokumentdatabas bör kunna ske oavhängigt av filformat. En geografisk lägesmarkering för data krävs vid leverans, lämpligtvis genom markering på en karta som är tillgänglig via ett webb-gränssnitt. Ett förslag är att SGU utvecklar en mobilapplikation för dokumentation av sprickor i fält och som medger direkt dataleverans utan omvägen via olika mallar. God funktionalitet med ett lättöverskådligt menysystem och nomenklatur som följer en av SGU antagen standard bör säkerställa att applikationen används av konsulter och entreprenörer vid fältundersökningar. Det väsentliga för att vinna acceptans är att applikationen ger användaren ett mervärde i form av exempelvis förenklad datahantering. Lämpligtvis tillhandahålls den kostnadsfritt.

Följande metadata bedöms vara nödvändiga för varje enskild undersökning:

- Handläggare (geolog/bergtekniker)
- Företag eller ägare av data
- Projekt
- Datum
- Geografiskt läge (markering på karta eller koordinater)
- Koordinatsystem
- Magnetisk deklination, inkl. noggrannhet
- Format/datatyp (berghällar/slänt/skäring, borrhälar eller tunnel)
- Mätmetod (analog kompass, kompassapplikation till mobiltelefon, televiewer, goniometer, etc.)

Andra viktiga element vid leverans är kopplingen till andra undersökningar och data, samt leveransen av kompletterande fotografier. Uppgifter om handläggare, företag och projekt möjliggör att databasanvändare har möjlighet att kontakta personer som varit involverade i undersökningarna och därmed ges tillgång till ytterligare detaljer

beträffande metodik, utförande och associerade data. Eventuella reservationer för projekt belagda med sekretess bör övervägas.

#### **6.4 Tematiska kartor/modeller**

Ett önskemål från bergbyggnadsbranschen är att SGU på sikt uppdaterar befintliga strukturgeologiska kartor och bergkvalitetskartor eller upprättar nya kartor med fokus på spröda strukturer, med utgångspunkt från de data som samlats i den nationella sprickdatabasen. Liksom för insamlingen av externa data, rekommenderas att arbetet inledningsvis sker för någon av storstadsregionerna. För Stockholmsområdet skulle information från den byggnadsgeologiska kartan (Figur 2-3) kunna integreras i en ny tektonisk karta eller bergkvalitetskarta.

Ett fokus på svaghetszoner rekommenderas. Uppdelningen i olika typer av zoner och lineament som tillämpas i bergkvalitetskartorna är bra, men det finns önskemål om att upprätta sammanställningar av egenskaper och data (egenskapstabeller) för enskilda zoner när sådana finns att tillgå. Vid användning av externa data är det väsentligt att ange underlaget; i en digital produkt kan de ritningar och kartor som utgör underlag inkluderas som separata skikt/lager. Mer genomarbetade tektoniska kartor som omfattar indelningar i olika sprickdomäner och zontyper, samt utökade tektoniska modeller/beskrivningar/koncept skulle vara av stort värde för bergbyggnadsbranschen. Av betydelse är att även tolkningsunderlaget och att typen av datakällor (dvs. direkta observationer på håll eller i borrhål/tunnel, geofysiska indikationer, topografiska lineament, etc.) framgår.

En grundläggande komponent i SGUs arbete vid upprättandet av geologiska kartor är ett genetiskt koncept som avgör de inbördes relationerna mellan olika bergartsled och eventuell metamorfos. Ett likartat förhållningssätt är önskvärt även för redovisning av sprödtektoniska data. Idag redovisas ofta sprödtektonisk data i den strukturgeologiska kartan eller bergkvalitetskartan utan allt för djupgående analys. Det skulle vara av stort värde för bergbyggnadsbranschen om SGU kunde utarbeta tektoniska koncept eller modeller för olika områden som ramverk för de sprickundersökningar som branschen själva utför. Det skulle ge en generell bild av sprödtektionen för ett område eller en bergmassa där man istället för att ange egenskaper för en svaghetszon eller en håll där det genomförts sprickartering exempelvis kan tillskriva zoner med en given orientering vissa egenskaper och domäner med likartade sprickegenskaper kan definieras. De sprickundersökningar som branschen låter genomföra är generellt begränsade till ett mindre område eller en smal korridor längs väg- eller ledningssträckningar. Den geografiska begränsningen i kombination med brist på tektoniskt sammanhang försvårar

ofrånkomligen analysen av data; väldefinierade ramverk eller sammanhang är därför ett önskvärt tolkningsstödstöd.

## 6.5 Standard och kvalitetssäkring

Det rekommenderas att SGU efter inventering av befintliga riktlinjer/standarder utarbetar en metodbeskrivning för sprickkartering som även omfattar nomenklatur. Riktlinjer för sprickdokumentation ingår i den projekteringshandbok som TRV för närvarande arbetar med att upprätta. För att säkerställa en bredare implementering och ökad formalisering föreslås att SGU och TRV inleder ett samarbete för att ta fram gemensamma riktlinjer. Även expertis från SKB skulle kunna involveras. En gemensam redovisningsstandard skulle dessutom underlätta inlagring av externa data i SGUs databas.

Även om insamlingen av sprickdata inom SGUs verksamhetsområde begränsar sig till hållar/skärningar/slänter, samt identifiering av lineament i geofysiska och topografiska data, är det önskvärt att de riktlinjer eller den standard som utarbetas även omfattar sprickkartering i borrhål och tunnlar, eftersom dessa bidrar till en bättre förståelse av sprickor och zoner i tre dimensioner. Även dokumentation av svaghetszoner bör ingå. En förutsättning för inlagring av data från undermarksanläggningar och svaghetszoner är att det finns en tillämplig redovisningsstandard.

Vid framtagande av riktlinjer för dokumentation av sprickparametrar ska det betonas att även krav beträffande metadata bör formuleras. Det rekommenderas att SGU ställer krav på att fotografering blir obligatorisk vid insamling av sprickdata, samt att information om trunkeringsstorlek och karteringstyp (t.ex. linje- och fönsterkartering) alltid anges. Önskemål angående vilka enskilda sprickparametrar som bör inkluderas vid dokumentation har inte formulerats, men det är viktigt att sprickdata inte begränsar sig till enskilda sprickor utan även omfattar mått på bergmassans sprickighet, genom exempelvis sprickavstånd och blockstorlek eller mer generella mått på bergkvalitén (GSI, RMR eller Q). Information om spårlängder bör bl.a. ingå. Egenskaper för sprickgrupper är av lika stort värde som parametrar för enskilda sprickor.

Externa rådata som hämtas ur arkiv eller levereras till en databas kan innehålla felaktigheter. Ansvar för uppgifter framtagna i konsultuppdrag regleras av bestämmelserna i ABK 09, där konsulten med vissa begränsningar svarar för den skada som orsakats beställaren genom vårdslöshet eller försummelse. För uppgifter som lämnas ut från myndigheter och kommuner som underlag för upphandling är den som lämnar ut uppgifterna ansvarig för eventuella felaktigheter. Om uppgifterna istället är att betrakta som råd/upplysning kan inget skadeståndsansvar krävas. Det senare bör gälla

för alla externa sprickdata som tillgängliggörs via en nationell databas, med argumentet att databasen principiellt ska uppfattas som ett informationssystem.

Bergbyggnadsbranschens önskemål är att externa undersökningsresultat ska inkluderas förbehållslöst, och att kvalitetssäkringen är upp till användarna av databasen. En motsvarande princip för ansvarsfrihet har sedan flera år tillämpats av Geoarkivet som ägs av Stockholms stad genom dess exploateringskontor: "Staden tar ej ansvar för riktigheten i de uppgifter som finns i arkivet." En liknande begränsning i ansvaret bör övervägas för en nationell sprickdatabas.

## **6.6 Tillgänglighet – juridiska aspekter**

För att reda ut de juridiska aspekterna på tillgängligheten för sprickdata har vi utgått från en motsvarande diskussion för geotekniska undersökningsresultat som presenteras av Rydell (2002). Det rekommenderas att SGU dessutom kontrollerar hur problem med rättigheter och spridning av data lösts vid arbetet med Geoteknisk Sektorsportal.

Normalt gäller ABK 09 då konsulter genomför olika geovetenskapliga undersökningar om inte avtalet/kontaktet anger något annat:

- §1 Beställaren har, om inte annat avtalats, rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat endast för det med uppdraget avsedda ändamålet.
- §7 Beställaren får inte överlåta nyttjanderätten eller andra rättigheter till uppdragsresultatet på någon annan, om inte konsulten fått avtalsenlig betalning eller godtagbar säkerhet ställts.

Konsulten har enligt ABK 09 äganderätt till originalhandlingar, liksom de datafiler och elektroniska konfigurationer som legat till grund för handlingar, etc. På beställarens begäran ska konsulten lämna kopior av arkiverade handlingar och datafiler. En betydande andel av undersökningarna genomförs på uppdrag av TRV och olika kommunala beställare. Undersökningsresultat framtagna inom ramen för denna verksamhet sorterar under offentlighetsprincipen och är därmed allmänt tillgängliga. Med hänsyn till bestämmelserna i ABK 09 rekommenderas dock att de större beställarna (se avsnitt 6.2) kontaktas för att leverans och tillgängliggörande i SGUs databaser och kartor tydliggörs vid upphandlingar av sprickundersökningar.

En jämförelse kan göras med den uppgiftsskyldighet som gäller för grundvattentäktundersökning och brunnsborrning, vilken är reglerad via lagstiftning (SFS 1975:424). Med argumentet att bergtekniska undersökningar kan ses som en allmännyttighet skulle lagstiftningen teoretiskt kunna tillämpas även för sprickdata.

För att få oinskränkt tillgång till data från olika förvaltare, samt att leveranskrav inarbetas vid upphandling av undersökningar och att en bred implementering uppnås av de riktlinjer/standarder som upprättas, rekommenderas att SGU formaliserar sina kontakter med de större beställarna av sprickundersökningar.

Förvaltare av data från berganläggningar av samhällskänslig karaktär, så som tunnlar för överföring av el, tele och vatten, kan generellt inte lämna ut information som röjer anläggningens läge p.g.a. sekretesskrav. Data bedöms vara värdefulla, framför allt vid projektering av väg- och järnvägstunnlar i storstadsregionerna. För att få tillgång till materialet föreslås att SGU skickar en formell förfrågan som beskriver uppdraget mer i detalj, samt att det utarbetas förslag på hur tillgängliggörandet ska lösas med avseende på sekretess. Ett sätt att inkludera dessa data skulle kunna vara att endast göra dem tillgängliga för användare som tilldelas särskild behörighet, t.ex. personal på myndigheter och kommuner. En möjlighet är också att starkt begränsa informationen som offentliggörs. Ett alternativt förslag för tillgängliggörande av data utarbetas av Kent Lundin (TeliaSonera) och Rikard Gothåll (Tyréns), men det finns för närvarande inget underlag för diskussioner med SGU. Förhoppningen är att även andra förvaltare av sekretessbelagt material kan ställa sig positiva till förslaget.

## 7 REFERENSER

- Hartvig, F., Persson, L., 2008: *Bergkvalitetskartan, del av Värmdö kommun*. SGU Ser. K123.
- Hudson, J.A., 1989: *Rock Mechanics Principles in Engineering Practice*. CIRIA/Butterworths, London.
- ISO 14689-1, 2003: *Geoteknisk undersökning och provning – Identifiering och klassindelning av berg – Del 1: Identifiering och klassindelning*. 16 pp.
- ISRM, 1977: Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 15, pp. 319-368.
- ISRM, 1980: Basic geotechnical description of rock masses. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 18, pp. 85-110.
- Lindfors, U., Sjöberg, J., Perman, F., 2003: Karaktärisering och klassificering av berg – Underlag för projekteringshandbok. Banverket Järnvägssystem. Rapport 1685000-1.
- Munier, R., 2004: *Statistical analysis of fracture data, adapted for modelling Discrete Fracture Networks-Version 2*. SKB R-04-66, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Naturvårdsverket: Avveckling av oljelager i oinklädda berggrum. Branschfakta, utgåva 2.
- NGU, 2013: *Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) – forundersøkelse* Rapport nr. 23/2013. Utgiven av: Norges vassdrags- og energidirektorat i samarbeide med Statens vegvesen och Jernbaneverket.
- OMSG, 2014: *Fracture Characterization Map of the Marlborough Quadrangle, Massachusetts: Appendix A: Raw fracture data (sheet 2 of 5)*. Tillgänglig: <http://www.geo.umass.edu/>
- Rydell, B., 2002: *Nationell databas för geotekniska undersökningar – Förstudie*. Statens geotekniska institut, Varia 518.
- Samuelsson, L., 1982: *Tektoniska kartan 6B Kungsbacka NO*. SGU Ser. Af 124.
- SGI, 2014: *Geoteknisk sektorsportal - nationell datainfrastruktur för tillgång till genomförda geotekniska undersökningar*. Tillgänglig: <http://gjs.swedgeo.se/startgsp/>
- SKB, 2010: *Referensområden. En sammanställning och utvärdering av typområdesundersökningar med mera*. SKB P-10-46, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Strähle, A., 2001: *Definition och beskrivning av parametrar för geologisk, geofysisk och bergmekanisk kartering av berg*. SKB R-01-19, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Swindell, R., Rosengren, L., 2007: *Riktlinjer för kärnkartering och upprättande av ingenjörsgelogisk samt bergteknisk prognos – Underlag för projektering och bygghandling*. Citybanan i Stockholm, dokument nr 9564-13-025-004.

Trafikverket, 2011: TRVK Tunnel 11. TRV publ 2011:087.

Werner, K., Onkenhout, J., Löf, Å., 2012: *Effekter på grund och vattenförhållanden vid grundvattenbortledning från berganläggningar*. BeFo rapport 117.







Box 5501  
SE-114 85 Stockholm

info@befonline.org • www.befonline.org  
Besöksadress: Storgatan 19

ISSN 1104-1773