

# KOMMUNIKATION KRING GEORISKER I STORA TUNNELPROJEKT

Johan Spross

Catrin Edelbro

Tina Karrbom Gustavsson

STIFTELSEN BERGTEKNISK FORSKNING  
ROCK ENGINEERING RESEARCH FOUNDATION

# **KOMMUNIKATION KRING GEORISKER I STORA TUNNELPROJEKT**

**Communication Related to Geotechnical  
Risks in Large Tunnel Projects**

Johan Spross

Catrin Edelbro

Tina Karrbom Gustavsson

BeFo Rapport 255  
Stockholm 2026  
ISSN 1104-1773  
ISRN BEFO-R-255-SE

## FÖRORD

Kommunikation kring georisker i stora tunnelprojekt är ett angeläget forskningsområde, eftersom genomtänkta kommunikationsstrategier utgör en central del av en strukturerad riskhantering, samtidigt som förståelsen av hur kommunikationen av risker sker i stora tunnelprojekt är bristfällig. En studie har därför utförts på KTH inom det BeFo-finansierade projektet ”Kommunikation av information och kunskap om geologiska och geotekniska risker i bergbyggnadsprojekt”. Forskningen har pågått under 2022–2025.

Studien har syftat till att undersöka, identifiera och kartlägga den interna kommunikationen kring georisker i bergtunnelprojekt och vidareutveckla rådande praxis och riktlinjer. Målet har varit att skapa bättre förutsättningar för beställare, projektörer och entreprenörer att planera och organisera kommunikationen kring georisker så att tunnelprojekt kan genomföras mer effektivt. Arbetet i forskningsprojektet har utförts genom intervjuer med stöd av dokumentanalys.

Arbetet med studien har stöttats av en referensgrupp, som författarna och BeFo riktar ett särskilt tack till. Referensgruppen har bidragit med muntliga kommentarer under projektets gång och skriftliga kommentarer på slutrapporten. Följande personer medverkade i referensgruppen: Ola Forssberg, Trafikverket; Jonas Sundell, Trafikverket; Johanna Merisalu, Chalmers; Anna Kadefors, KTH; Håkan Stille, KTH; samt Patrik Vidstrand. Arbetet var samfinansierat av BeFo, Trafikverket, KTH genom medel från Formas (anslag 2018-01017), samt Itasca Consultants AB.

## PREFACE

Communication of geotechnical risks in underground construction projects is an important field of research, since well-designed communication strategies constitute a central part of structured risk management, while the understanding of how risk communication actually takes place in such projects remains limited. A study has therefore been conducted at KTH Royal Institute of Technology within the BeFo-funded research project “Communication of information and knowledge about geological and geotechnical risks in rock” (project no. 441). The research was carried out during the period 2022–2025.

The aim of the study was to investigate, identify, and map the internal communication concerning geotechnical risks in rock tunnel projects, and to further develop current practices and guidelines. The overall goal was to create better conditions for clients, designers, and contractors to plan and organize the communication of geotechnical risks so that tunnel projects can be implemented more efficiently. The work in the research project has been conducted through interviews supported by document analysis.

The work has been supported by a reference group, to which the authors and BeFo wish to express their sincere appreciation. The reference group contributed with comments during the execution of the project and the finalization of the final report. The following people participated in the reference group: Ola Forssberg, Trafikverket; Jonas Sundell, Trafikverket; Johanna Merisalu, Chalmers; Anna Kadefors, KTH; Håkan Stille, KTH; and Patrik Vidstrand. The work was co-funded by BeFo, Trafikverket, KTH via Formas (grant 2018-01017), and Itasca Consultants AB.

## SAMMANFATTNING

Tunnelprojekt för transportinfrastruktur är ofta stora, komplexa och riskfyllda investeringar som innebär avancerade tekniska lösningar, logistiska, politiska och organisatoriska utmaningar samt målkonflikter. Historien visar dessutom att flertalet stora tunnelprojekt överskrider såväl tidplan som budget. I dessa projekt kombineras hög komplexitet med hög osäkerhet om bland annat markförhållandena vilket ställer stora krav på beställarens förmåga på att organisera såväl kommunikation som riskhanteringsarbete. Otillräcklig kommunikation är en ofta återkommande orsak till problem i byggprojekt och en välfungerande kommunikation inom projektet såväl som med dess intressenter anses ofta vara en nyckelfaktor.

Föreliggande rapport handlar om kommunikation kring georisker i stora tunnelprojekt, eftersom denna typ av risker är speciellt utmanande och många olika aktörer är involverade i arbetet med att identifiera, värdera, hantera och kommunicera dessa risker. Dessutom saknas vetenskapliga studier och litteratur som belyser kommunikation av georisker i stora tunnelprojekt.

Syftet med studien var att undersöka, identifiera och kartlägga kommunikationen kring georisker under planering och projektering i stora tunnelprojekt och vidareutveckla rådande praxis och riktlinjer. Målet var att skapa bättre förutsättningar för beställare och projekterande konsulter att planera och organisera kommunikationen kring georisker så att tunnelprojekt kan genomföras mer effektivt. Som forskningsmetod har semistrukturerade intervjuer använts. De intervjuade har haft olika roller i beställarens respektive den projekterande konsultens organisationer under projekteringen av två stora svenska bergtunnelprojekt. Intervjuerna utfördes under perioden 2022–2025.

Resultatet av intervjuerna tecknar en bild av hur olika roller under planering och projektering kommunicerar information om georisker till varandra i tunnelprojekten. Studien visar att samordningen av kommunikationen kring georisker inom såväl beställarorganisationen som den projekterande konsultorganisationen ligger på den relativt nya rollen *risksamordnare*. Studien har identifierat minst en risksamordnare inom beställarorganisationen och minst en risksamordnare inom den projekterande konsultorganisationen. Risksamordnarens främsta verktyg för risksamordningsarbetet är den så kallade *risklistan* som ska samla och beskriva de identifierade riskerna, samt dokumentera eventuella åtgärder som beslutats kring respektive risk. Det finns alltså flera olika risklistor inom ett och samma tunnelprojekt eftersom det finns flera olika risksamordnare. Studien visar också olika utmaningar som uppkommer i arbetet med risklistorna.

Övergripande ger intervjuerna bilden av att informationen kring georisker ofta är tydlig när den överförs från den projekterande konsultorganisationen till beställarorganisationen, men att återkopplingen från beställarorganisationen till den projekterande konsultorganisationen är mer otydlig. Intervjuerna visar också att kommunikationen inom den projekterande konsultorganisationen, dvs mellan olika konsultgrupper, är i behov av förbättring.

Baserat på resultaten av studien ges ett antal förslag hur riskhanteringsarbetet i svenska tunnelprojekt kan förbättras, specifikt avseende organisering av kommunikation kring georisker. Ett konkret förslag är att beställaren tar fram policydokument och/eller vägledningar för hur riskhanteringsarbetet förväntas gå till inom och mellan beställare och projekterande konsultorganisation. Liknande policys och vägledningar kan också tas fram på branschnivå, exempelvis hos branschorganisationer eller föreningar.

**Nyckelord:** georisk; kommunikation; tunnelprojekt; megaprojekt

## SUMMARY

Tunnel projects for transport infrastructure are often large, complex, and high-risk investments that involve advanced technical solutions as well as logistical, political, and organisational challenges and conflicting objectives. Historical experience furthermore shows that many large tunnel projects exceed both their planned schedules and budgets. These projects combine high complexity with considerable uncertainty, not least regarding ground conditions, which places substantial demands on the client's ability to organise both communication and risk management activities. Inadequate communication is a frequently recurring cause of problems in construction projects, and effective communication within the project as well as with its stakeholders is often regarded as a key factor for project success.

This report addresses communication related to georisks in large tunnel projects, as this type of risk is particularly challenging and involves many different actors engaged in identifying, assessing, managing, and communicating these risks. In addition, there is a lack of scientific studies and literature that shed light on the communication of georisks in large tunnel projects.

The purpose of the study was to investigate, identify, and map communication related to georisks during the planning and design phases of large tunnel projects, and to further develop existing practices and guidelines. The objective was to create better conditions for clients and design consultants to plan and organise communication related to georisks so that tunnel projects can be carried out more efficiently. Semi-structured interviews were used as the research method. The interviewees held different roles within the client organisation and the design consultant organisation during the design of two major Swedish rock tunnel projects. The interviews were conducted during the period 2022–2025.

The interview results provide a picture of how different roles involved in planning and design communicate information about georisks within the tunnel projects. The study shows that the coordination of communication related to georisks within both the client organisation and the design consultant organisation is assigned to the relatively new role of *risk manager*. The study identified at least one risk manager within the client organisation and at least one risk manager within the design consultant organisation. The risk manager's primary tool for risk coordination is the so-called *risk register*, which is intended to compile and describe the identified risks and to document any measures decided for each risk. Consequently, several different risk registers exist within a single tunnel project, as there are multiple risk coordinators. The study also identifies various challenges associated with the use of these risk registers.

Overall, the interviews indicate that information related to georisks is often clear when transferred from the design consultant organisation to the client organisation, whereas feedback from the client organisation to the design consultant organisation is less clear. The interviews further show that communication within the design consultant organisation, that is, between different consultant groups, needs improvement.

Based on the study results, proposals are presented for improving risk management practices in Swedish tunnel projects, with a specific focus on the organisation of communication related to georisks. One concrete proposal is that the client should develop policy documents and/or guidelines describing how risk management is expected to be conducted within and between the client organisation and the design consultant organisation. Similar policies and guidelines could also be developed at an industry level, for example by industry organisations or professional associations.

**Keywords:** Geotechnical risk; tunnel project; communication; megaprojects

## INNEHÅLL

1.	INLEDNING .....	1
1.1	Kommunikation och risker i stora tunnelprojekt.....	1
1.2	Syfte och forskningsfråga .....	2
2.	METOD .....	3
2.1	Angreppssätt .....	3
2.2	Intervjuer.....	3
2.3	Analys av intervjuerna.....	6
3.	KOMMUNIKATION OCH ORGANISATION .....	7
4.	RISK OCH RISKHANTERING.....	9
4.1	Olika definitioner av risk.....	9
4.2	En konceptuell modell för georisker.....	10
4.3	Riskhantering enligt standarder.....	11
5.	PROJEKTPROCESSEN .....	15
5.1	Begreppet projekt .....	15
5.2	Planläggningsprocessen i Sverige .....	15
6.	RESULTAT AV INTERVJUER.....	21
6.1	Organisering av stora tunnelprojekt.....	21
6.2	Vad är en georisk? .....	24
6.3	Hantering av risker i olika skeden .....	26
6.4	Riskhanteringens praktik .....	30
7.	DISKUSSION.....	35
7.1	Hur förstås risk i praktiken? .....	35
7.2	Centraliserat eller decentraliserat riskarbete? .....	36
7.3	Gränser och gränsöverskridanden.....	38
7.4	Riskhanteringens olika skepnader .....	41
8.	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	49
8.1	Slutsatser .....	49

8.2	Praktiska rekommendationer till bergbyggnadsbranschen .....	50
8.3	Rekommendationer för fortsatt forskning.....	53
	REFERENSER.....	55
	BILAGA 1 – INTERVJUFRÅGOR .....	57

## 1. INLEDNING

### 1.1 Kommunikation och risker i stora tunnelprojekt

De globala hållbarhetsmålen om rent vatten, hållbara städer, och hållbar industri, produktion och infrastruktur ställer stora krav på såväl planering, projektering som produktion av transportinfrastruktur. Ett sätt att nå hållbarhetsmålen är att planera och genomföra byggnationer under mark (Kadefors och Bröchner, 2015). Det handlar bl.a. om stora tunnelprojekt för väg och järnväg. Dessa projekt är ofta stora, komplexa och riskfyllda investeringar som, likt megaprojekt (Flyvbjerg, 2014), innebär avancerade tekniska lösningar, logistiska, politiska och organisatoriska utmaningar och målkonflikter. Tidigare studier av megaprojekt visar att majoriteten av stora transportinfrastrukturprojekt överskrider såväl tidplan som budget (se vidare den detaljerade litteraturstudien av Mohammadi (2024)). Oförutsedda eller endast delvis kända markförhållanden är karaktäristiskt för tunnelprojekt, och geologisk osäkerhet är den främsta orsaken till kostnadsöverskridanden (Lundman, 2011).

I stora tunnelprojekt kombineras hög komplexitet med osäkerhet om markförhållandena. Detta ställer stora krav på beställarens förmåga på att organisera såväl kommunikationen som riskhanteringen (Flyvbjerg et al., 2003), samt förmågan att involvera intressenter (Hallin et al., 2024, Eskerod et al., 2015). Exempel på egenskaper hos dessa projekt är att de innebär hög risk eftersom de både har långa planeringshorisonter och flera komplexa gränssnitt. Därtill är såväl teknik som konstruktionsutformning oftast unik för varje enskilt projekt. Projektets beslutsfattande, planering och ledning är också vanligen processer som förutsätter flera inblandade aktörer – beställaren, projekterande konsulter och entreprenörer. Det kan även finnas inlåsnings-, eller infångandeeffekter av en viss projektidé redan i tidigt skede, vilket gör att alternativa lösningar och analyser blir svaga eller uteblir.

Otillräcklig kommunikation är en ofta återkommande orsak till problem i byggprojekt (Hallin et al., 2024; Thunberg et al., 2017) och kommunikationen anses ofta vara en nyckelfaktor till ett lyckat projekt (Chen et al., 2013). Speciellt viktig och utmanande är kommunikationen i projekt med hög komplexitet och osäkerhet eftersom projektarbetet genomförs under en begränsad tid och budget och syftar till att skapa förändring (Hallin et al., 2024). Relationen mellan beställare och entreprenör i byggprojekt har studerats tidigare och där kan man se att relationerna är tillfälliga och regleras av formella kontrakt snarare än av förtroendefulla relationer (Kadefors et al., 2024; Bresnen et al., 2025). Tidigare studier av stora tunnelprojekt, där fokus varit på relationen mellan beställare och entreprenör, har också lyft fram kommunikationen som en viktig faktor att undersöka närmare och försöka utveckla bättre kunskap kring (Kadefors och Bröchner, 2008; Kadefors och Bröchner, 2015).

Beställaren är den aktör som initierar och är ytterst ansvarig för att leda och organisera ett tunnelprojekt och som har i uppgift att tillse att kommunikationen i projektet som helhet fungerar. Beställaren tar också den största risken, eftersom förseningar och/eller fördyringar ytterst drabbar beställarens förutsättningar att sälja (om beställaren är en kortsiktig utvecklare) eller använda och förvalta byggnaden eller anläggningen (om beställaren är en långsiktig ägare av fastigheter eller infrastruktur). Beställaren har alltså ett intresse av att organisera projektet och dess kommunikation så att projektet och dess riskhanteringsprocesser blir så välfungerande som möjligt (Winch, 2010). Riskhantering ingår också som en av de centrala processerna i den internationella projektledningsstandarden ISO 21502 (2020b).

## 1.2 Syfte och forskningsfråga

Föreliggande rapport handlar om kommunikation kring georisker i stora tunnelprojekt. I fokus står alltså georiskerna, d.v.s. de risker som kan kopplas till de geologiska och geotekniska förutsättningarna. Även andra risker kommer delvis att beröras när de beror på, eller har kopplingar till, georiskerna. Mohammadi (2024), som studerat risker kring tunnelprojekt, diskuterar hur byggtid och kostnad i ett tunnelprojekt är starkt kopplade till de geologiska förutsättningarna längs tunnelsträckningen. Samtidigt saknas normalt detaljerad information om dessa förutsättningar, vilket kan göra att georiskerna underskattas eller förbises. Hur hanteringen av sådana risker ska organiseras i praktiken i ett stort tunnelprojekt är inte självklart, men god kommunikation mellan de involverade kan ses som en förutsättning. Hur sådan kommunikation kring georisker går till i praktiken, mellan beställare och projekterande konsultorganisation i tunnelprojekt, har inte studerats tidigare i den vetenskapliga litteraturen, såvitt vi känner till.

Syftet med denna rapport är därför att undersöka, identifiera och kartlägga kommunikationen kring georisker under planering och projektering i stora tunnelprojekt, samt att vidareutveckla rådande praxis och riktlinjer. Målet är att skapa bättre förutsättningar för beställare och projekterande konsulter att planera och organisera kommunikationen kring georisker under planerings- och projekteringsskedena, så att tunnelprojekt kan genomföras mer effektivt.

Det ska noteras att studien avser den projektinterna kommunikationen i utförandet av riskhanteringsarbetet avseende georiskerna inom stora tunnelprojekt. Detta skiljer sig från extern kommunikation om risker, som avser att informera utomstående (allmänheten) om de risker som ett projekt eller annan aktivitet kan medföra.

Föreliggande rapport fortsätter med en beskrivning av den metod som använts, de resultat som framkommit och en diskussion om hur kommunikation kring georisker i stora tunnelprojekt kan planeras och organiseras bättre. I slutsatserna ges rekommendationer till fortsatta studier och praktik.

## 2. METOD

### 2.1 Angreppssätt

Studien har genomförts med kvalitativ metod, där främst litteraturstudier och intervjuer har använts. Angreppssättet är utforskande och kan beskrivas som abduktivt där forskarna itererat mellan litteratur och empiri för att undersöka och bättre förstå hur kommunikationen kring georisker fungerar idag mellan beställare och projekterande konsultorganisation, samt inom den projekterande konsultorganisationen, och hur den kan utvecklas framöver. Detta angreppssätt är bra när syftet är att bättre förstå ett fenomen i dess sammanhang (Saunders, 2023).

### 2.2 Intervjuer

Intervjuerna har varit semistrukturerade vilket innebär att respondenterna har tillåtits komma in på sidospår under intervjuerna vilket också möjliggjort olika följdfrågor. Frågorna som ställts har varit öppna och syftet har varit att få respondenterna att dela med sig av sina erfarenheter och uppfattningar kring kommunikation kring georisker i stora tunnelprojekt.

Vid valet av respondenter har vi framför allt intresserat oss för hur kommunikationen i två aktuella svenska tunnelprojekt med inriktning mot väg- och spårtrafik fungerar idag. Projekten har initierats av olika offentliga beställare. Majoriteten av respondenterna medverkar, eller har tidigare medverkat i något av de två tunnelprojekten. Syftet att utgå från aktuella projekt är dels att få tillgång till respondenter och dokumentation, dels att studera så kallade *critical cases* (Flyvbjerg, 2006), d.v.s. projekt som förväntas få stor betydelse för kunskapsutvecklingen inom området och där det förväntas finnas mycket information att hämta.

För att få en så bred bild som möjligt av kommunikation kring georisker är de utvalda respondenterna antingen experter med djup erfarenhet inom tunnelområdet (benämns som senior expert i det följande), eller medverkande i något av projekten. Vi har avgränsat oss till att fokusera på planerings- och projekteringsfas i intervjuerna. Själva produktionen i byggskedet (byggfas) och kommunikation av georisker utifrån entreprenörens perspektiv ingår alltså inte i den här studien. Representanter för såväl beställarorganisationerna som den projekterande konsultorganisationen har valts ut. Tabell 1 presenterar respondenternas roller och tidpunkten för intervjuerna. För att upprätthålla anonymiteten hos de intervjuade har vi valt att kategorisera dem och benämna dem enligt de begrepp / roller de själva använder.

**Tabell 1. Respondenter i intervjustudien, samt tidpunkt för intervjun.**

<b>Roll</b>	<b>Aktör</b>	<b>När</b>
Projektchef	Beställare	April 2022
Projektledare	Beställare	April 2022
Projektledare	Beställare	April 2022
BAS-P	Beställare	Oktober 2022
Teknisk specialist hydrogeologi	Beställare	Oktober 2022
BAS-P	Konsult	November 2022
Teknisk specialist bergteknik	Beställare	Februari 2023
Senior expert	Konsult/entreprenör	Mars 2023
Risksamordnare	Beställare	Mars 2023
Projektör, TA	Konsult	Maj 2023
Projektör, bitr uppdragsledare	Konsult	Maj 2023
Projektör tätning	Konsult	Augusti 2023
Projekteringsledare/uppdragsledare	Konsult	Augusti 2023
Projektör tätning	Konsult	Augusti 2023
Projekteringsledare	Konsult	Augusti 2023
Bitr. projektledare berg	Beställare	September 2023
Teknisk specialist hydrogeologi	Beställare	Januari 2024
Riskspecialist	Beställare	April 2025

I rapporten förkommer därför följande roller, i enlighet med dessa beskrivningar:

**Projektchef** är en roll hos beställaren med ansvar för övergripande ledning och styrning av projektet under planering och projektering.

**Projektledare** är beställarens ansvariga för en viss del av ett projekt. Projektledaren är underställd projektchefen och rapporterar till denne.

**Teknisk specialist** är en av beställaren anställd expert inom en disciplin, exempelvis hydrogeologi, tätning (injektering) eller bergteknik. Den tekniska specialisten har i uppgift att kontrollera och godkänna den projekterande konsultens levererade handlingar.

**Projekteringsledare** kallas den roll hos den projekterande konsulten som leder och ansvarar för projekteringsarbetet i konsultorganisationen. Denna person är också ofta konsultens uppdragsledare i avtalet med beställaren. Viktigt att notera är att det även i beställarorganisationen finns projekteringsledare, men att begreppet i detta arbete avses konsultens projekteringsledare.

**Teknikansvarig (TA)** är den konsult i den projekterande konsultorganisationen som är ansvarig för den tekniska lösningen inom sitt teknikområde/disciplin.

**Projektör** kallas den projekterande konsulten, d.v.s. den konsult som utför det praktiska dimensioneringsarbetet i konsultorganisationen inom sin disciplin, exempelvis injektering eller bergmekanik. Konsultföretaget är upphandlat av beställaren.

**Risksamordnare** är en administrativt stödjande roll som återfinns i både beställarens och den projekterande konsultens organisation. Arbetet avser att dokumentera och samordna riskhanteringsarbetet i sin respektive organisation, ofta genom att hålla en så kallad risklista kontinuerligt uppdaterad.

**Riskspecialist** är en externt upphandlad konsult som fungerar som ännu en stödfunktion till beställarorganisationen. Riskspecialisten har kunskap i hur man organiserar riskhanteringsarbete, men sällan tekniskt relevant kunskap inom tunnelbyggnad.

**BAS-P** är byggarbetsmiljösamordnare för planering och projektering och har ansvar för att samordna de projekterande konsulternas arbetsmiljöarbete. BAS-P utses av beställaren och kan vara anställd hos beställaren eller en upphandlad konsult. Vi använder i denna rapport benämningen BAS-P även för biträdande roller som sköter arbetsmiljösamordning på uppdrag av BAS-P.

**Senior expert** är en person med lång erfarenhet av svenskt undermarksbyggande och är väl bekant med den svenska kontexten.

Utöver ovanstående roller som intervjuats, nämns ytterligare ett antal roller i intervjumaterialet:

**GK3-granskare** är en särskild extern granskare som normalt tillsätts av beställaren för att särskilt granska en teknisk lösning ur ett övergripande systemperspektiv, d.v.s. med fokus på att rätt frågeställningar beaktats, snarare än en detaljerad kontroll av beräkningar. Syftet är att minimera risken för påverkan på tredje man och omgivningen i särskilt utmanande förhållanden (som klassats som Geoteknisk Kategori 3). Vi har inte intervjuat någon GK3-granskare, men deras roll i riskhanteringsarbetet nämns i intervjumaterialet.

**Oberoende granskare** är en extern granskare som kontrollerar lämpligheten i den tekniska lösningens åtgärder. Denna granskning kan vara mer fokuserad på utförda beräkningar. Benämns ibland 'second opinion'. Vi har inte intervjuat någon oberoende granskare, men deras roll i riskhanteringsarbetet nämns i intervjumaterialet.

**Riskägare** är inte en organisatorisk roll, utan benämningen används för den som ansvarar för en risk. En riskägare ska ha mandat att besluta om åtgärd för att minska risken och ha tillgång till medel för detta. Detta gör att rollen ofta ligger hos beställarens projektchef eller projektledare för beställarens risker och hos den projekterande konsultens projekteringsledare för konsultorganisationens risker. Rollen definieras i ISO 31000 och beskrivs ytterligare i avsnitt 4.1.

Inledningsvis intervjuades en erfaren projektchef i syfte att få en övergripande bild hur beställarsidan ser på risker och riskhanterings roll. Därefter intervjuades två projektledare och andra roller som mer konkret hanterar georisker i sitt dagliga arbete i beställarorganisationen respektive den projekterande konsultorganisationen för respektive projekt. Intervjuerna har framför allt fokuserat på två discipliner: bergmekanik och bergteknik, respektive hydrogeologi och tätning (injektering). Detta i syfte att möjliggöra jämförelser mellan disciplinerna.

Respondenterna kontaktades först per e-post med en förfrågan om att medverka. Intervjuerna hölls sedan digitalt och varade i ca 90 min. Vid intervjuerna medverkade oftast två, ibland alla tre forskarna. Det var vid alla intervjuer en av forskarna som ledde intervjun och ställde majoriteten av frågorna. De övriga hade möjlighet att ställa fördjupande följdfrågor. De inledande frågorna vid varje intervju handlade om att respondenten berätta om projektet och sin roll och erfarenhet. Därefter handlade frågorna mer om georisker och hur organisationen och processerna kring georisker såg ut för respektive roll/respondent. Intervjufrågorna som vi utgick ifrån presenteras i Bilaga 1.

### **2.3 Analys av intervjuerna**

Intervjuerna har transkriberats och analyseras utifrån en tolkande ansats. Analysen har grundats på att finna mönster (likheter), dels inom respektive projekt initierade av samma beställare, dels genom att göra jämförelser mellan projekt initierade av olika beställare. När det gäller hur georisker förstås och definieras av respondenterna har vi sammanställt och kategoriserat deras svar utifrån gemensamma kategorier/teman.

### 3. KOMMUNIKATION OCH ORGANISATION

Begreppen kommunikation och organisation används på olika sätt i olika sammanhang. Här förstås kommunikation som sociala processer där människor interagerar och där information och kunskap delas mellan människor (Berger & Luckmann, 1998). Med kommunikation avses alltså inte enbart enkelriktad informationsöverföring via exempelvis e-post, utbyte av dokument eller utbytet av data mellan tekniska system, utan också den sociala – synkrona – interaktion som sker när människor möts för att lösa problem tillsammans och dela information, kunskap och erfarenheter.

Kommunikationen inom och mellan projekt är ofta utmanande och samtidigt mycket betydelsefull (Wikforss et al., 2006). Ett lyckat projekt är beroende av att kommunikationen och samarbetet mellan projektets olika intressenter och roller fungerar, både internt och externt (Hallin et al. 2024). I komplexa projekt, såsom stora tunnelprojekt, är det viktigt att beställaren får tillgång till information om faktiska förutsättningar och kan bygga vidare på tidigare kunskap och erfarenheter inom liknande projekt. Såväl beställarens interna medarbetare som externa projekterande konsulter spelar här en viktig roll för att ta fram information för att göra analyser, beräkningar, dimensioneringar baserat på sin kunskap och erfarenhet.

Med organisation menas den uppsättning och kombination av funktioner och roller som ingår i projektet och deras inbördes relationer och rutiner. Enligt standarder och etablerade arbetsätt styrs projektorganisationer av en styrgrupp, leds av projektledare och utförs av olika projektgrupper (Hallin et al. 2024). Hur bygg- och anläggningsprojekt organiseras i praktiken beror också till stor del på val av entreprenadform. Vid utförande-entreprenader upphandlar beställaren projekterande konsulter för projektering och därefter upphandlas entreprenörer för produktion, och vid totalentreprenader upphandlar beställaren en entreprenör för både projektering och produktion, vanligen efter att själv ha utfört en övergripande systemstudie av möjliga konstruktioner. Valet av entreprenadform beror i sin tur på projektets förutsättningar, dess komplexitet och osäkerhet samt på beställarens kompetens och resurser. I större tunnelprojekt är det vanligt att anläggningen delas in i flera delentreprenader, uppdelade geografiskt (Tunnelsträcka A eller B, arbetstunnel C, etc.) eller efter funktion (ett fläktfundament eller andra installationer kan exempelvis ingå som totalentreprenad i en tunnel som upphandlas som utförande-entreprenad).

Byggprojekt organiseras dessutom ofta som s.k. *spegelorganisationer*. Med spegelorganisationer menas att beställarens och utförarens respektive organisationer och roller motsvarar – speglar – varandra (Hallin et al. 2024). Till exempel speglas beställarens projektledare ofta av uppdragsledaren hos konsulten och tekniska specialister hos beställaren speglas av specialister (projektörer) hos konsulten. Spegelorganisationer kan underlätta problemlösning och beslutsfattande eftersom det finns en motpart med motsvarande mandat/kompetens, men det innebär samtidigt att det finns två parallella

organisationer (en hos beställaren och en hos utföraren) för varje projekt och därmed ökar utmaningarna att organisera kommunikationen på ett effektivt sätt.

## 4. RISK OCH RISKHANTERING

### 4.1 Olika definitioner av risk

Begreppet risk kan ha många olika – om än ofta näraliggande – betydelser (Aven, 2012). Det finns olika tekniska definitioner av risk (som kan variera mellan olika discipliner) och dessutom används ordet risk ofta i vardagligt språk på andra sätt än i enlighet med de tekniska definitionerna. Det gör att riskhantering kan uppfattas som abstrakt och svår att få grepp om. I följande avsnitt beskrivs några vanliga definitioner och i bergbyggnadsbranschen förekommande policy- och vägledningsdokument om risk och riskhantering. Därutöver kan även nämnas den generella projektledningsstandarden ISO 21502 (2020b), som kort behandlar riskhantering ur ett projektledningsperspektiv.

Ofta används definitionen av risk som ges i den generella riskhanteringsstandarden ISO 31000 (2018) och som även rekommenderas för riskhantering i geotekniska byggprojekt av Svenska geotekniska föreningen (SGF, 2017):

**Risk (enligt ISO 31000)**  
osäkerhetens effekt på mål

Denna definition tydliggör vikten av att fastställa och förstå den beaktade aktivitetens mål och att risker har sitt ursprung i osäkerheter som kan påverka möjligheten att uppnå målet. Definitionen är kompatibel med den ofta använda definitionen

risk = händelses sannolikhet × händelsens konsekvens,

om man definierar händelsen som att ett mål inte uppfylls. Osäkerheten i om målet kommer uppfyllas eller inte medför att det finns en sannolikhet för denna händelse.

För att illustrera dessa begrepp kan följande enkla exempel ges. Tänk dig att sannolikheten är 10% att ett konsultbolags leverans av handlingar försenas och att detta i så fall medför ett vite på 1 miljon kronor för konsultbolaget. Konsultbolagets risk kopplad till denna händelse kan då kvantifieras till  $0,10 \times 1\,000\,000 = 100\,000$  kr. Beställarens risk kopplad till samma försening utgörs dock av en annan konsekvens, nämligen att byggnationen inte kan påbörjas som planerat, vilket kan minska vinst (eller samhällsnytta). Vinstbortfallet kompenseras i detta fall av konsultbolagets vite, men kanske inte fullt ut. Exemplet illustrerar att olika aktörer i ett projekt kan påverkas olika mycket och på olika sätt av samma oönskade händelse. Detta illustrerar det centrala begreppet *riskägare*. ISO 31000 (2018, s. 7) definierar riskägaren som den ”person eller enhet som ansvarar för och har befogenhet att hantera en risk.” I exemplet ovan har inte konsulten ansvar för eventuella negativa konsekvenser av en försening avseende beställarens minskade nytta, men i konsultbolagets organisation bör finnas någon som ansvarar för risken kopplad till eventuell utbetalning av vite. Denna person bör enligt ISO 31000 också ha befogenhet att utföra åtgärder som minskar den risken.

För att minska negativ påverkan från risker i projekt tillsätts ofta en *riskhanteringsprocess* i organisationen. ISO 31000 (2018) och framtagna vägledningar för dess användning i geotekniska byggprojekt (t.ex. SGF, 2017) förordar att detta sker på ett strukturerat sätt. I de följande avsnitten i den här rapporten diskuteras hur detta kan göras för just georisker i stora tunnelprojekt, med fokus på kommunikationen i riskhanteringsarbetet.

ISO 31000 (2018, s. 9) beskriver kommunikation som något som ”avser att öka medvetenhet om och förståelse för risker och hur de hanteras”, bland annat med syfte att ”skapa en känsla av delaktighet och ägarskap bland dem som påverkas av risker”. Kommunikationen som utförs i enlighet med ISO 31000 riktar sig dock tydligt mot externa grupper. Det framgår dock inte av ISO 31000 hur kommunikationen ska ske för att främja riskhanteringsprocessen projektinternt, såväl inom beställar- respektive konsultorganisationen, som mellan dessa organisationer.

ISO 31000 är inte allenarådande. Vid en genomgång av svenska tunnelprojekt finner vi att alternativa definitioner av risk förekommer. Exempelvis definierar Region Stockholms förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT), begreppet *risk* som:

**Risk (enligt FUT, 2020)**

en tänkbar framtida händelse som negativt påverkar förmågan och förutsättningarna för att uppfylla fastställda mål; nå långsiktig varaktighet och hållbarhet; bedriva verksamheten ändamålsenligt, säkert och effektivt; följa tillämpliga lagar, beslut, föreskrifter, avtal, styrande dokument med mera; ha tillförlitlighet i rapportering och information.

Till skillnad från definitionen i ISO 31000 och den klassiska kombinationen av sannolikhet och konsekvens, så definierar FUT risk som enbart den negativa händelsen, utan att samtidigt beakta osäkerheten (sannolikheten) kopplad till händelsen i definitionen.

Att en stor offentlig beställare definierar och använder begreppet risk på annat sätt i sina respektive vägledande dokument än man gör i ISO 31000, illustrerar en av utmaningarna med praktisk riskhantering. Om definitionen av risk är olika i olika projekt, innebär det att beskrivningen av de risker som identifieras i ett projekt principiellt bör skilja sig från varandra, även om de i grunden avser samma sorts händelse. Värt att notera är att FUT:s definition ansluter sig till en grupp definitioner av risk som en negativ händelse, som även Aven (2012) identifierat i sin kartläggning.

## 4.2 En konceptuell modell för georisker

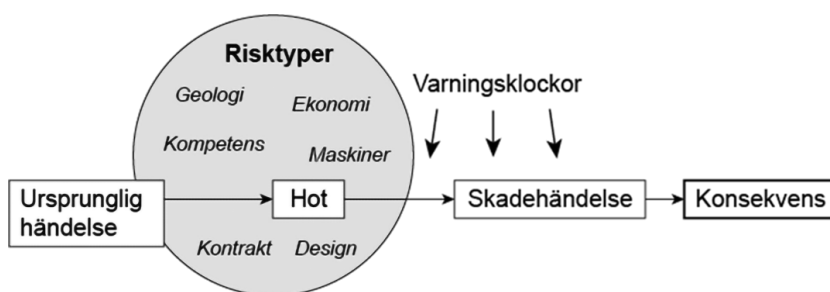
Ett försök att tydliggöra de olika koncept som man kan behöva särskilja för att uppnå en stringens i riskhanteringen gjordes av Sturk (1998). Han föreslog en konceptuell modell för att förstå risk i bergbyggnadsprojekt under mark (Figur 1). Modellen vidareutvecklades av Mohammadi et al. (2024) och beskriver hur ett hot, ibland kallat fara (eng.

*hazard*), kan uppstå ur en ursprunglig händelse (*initiating event*) och i slutändan ge upphov till en negativ konsekvens i termer av ekonomisk förlust, försening eller negativ påverkan på liv och hälsa. Hotet uppstår i en ”svaghet” inom någon risktyp, som kan ses som en övergripande kategori av risker med likartat tekniskt ursprung. Skadehändelsen (*damage event*) är den händelse som leder till den negativa konsekvensen. Riskmodellen uppmärksammar tidsperspektivet genom att synliggöra att många skadehändelser under byggtiden föregås av ”varningsklockor”, som ska förstås som indikationer på en nära förestående skadehändelse. Sådana indikationer utgör ofta grund för uppsatta larmgränser i kontrollprogram och annan uppföljning under byggtiden. Mohammadi et al. (2024) diskuterar hur risker kan beskrivas med denna modell, både georisker och andra risker.

Avseende begreppet risktyp kan det noteras att begreppet inte är helt etablerat och att flera begrepp används i litteraturen för ungefär samma sak. Risktyp används i SGF:s riskstruktureringsverktyg (SGF, 2020). Mohammadi et al. (2024) använder ordet riskdomän och gör uppdelningen något annorlunda än SGF. I Sturks (1998) ursprungliga modell användes riskobjekt, vilket dock avser det fysiska objekt som påverkas av risken. För själva riskhanteringen som sådan spelar det rent principiellt ingen roll hur uppdelning görs, utan det kan anpassas efter behov med avseende på hur man i riskhanteringsprocessen önskar kunna sortera riskerna i sammanställningar.

### 4.3 Riskhantering enligt standarder

När man organiserar en process för att hantera risker i ett projekt används ofta ISO-standarderna ISO 31000 som grund. Detta är en allmänt hållen standard för alla typer av aktiviteter där det kan förekomma risker som man önskar hantera på ett strukturerat sätt. Därutöver finns en kompletterande standard ISO 13824 (2020a), som specifikt avser riskhantering kopplat till konstruktioners säkerhet, inom de ramar som sätts av ISO



**Figur 1.** Riskmodell för bergbyggnadsprojekt under mark, utvecklad från Sturk (1998). Cirkeln exemplifierar några risktyper (riskdomäner) där hot ofta kan finnas i tunnelbyggnadsprojekt.

31000. När det gäller risker i geotekniska byggprojekt har SGF tagit fram en metodbeskrivning (SGF 2017), som främst bygger på ISO 31000, men delvis även på ISO 13824. Praktiska vägledningsdokument och tillämpningsexempel har tagits fram för att illustrera hur SGF:s metodbeskrivning kan användas i verkliga projekt (Olsson et al. 2019; Spross et al. 2015). Nedanstående är en kort sammanfattning av de centrala principerna för riskhantering, i enlighet med SGF:s metodbeskrivning och tillhörande vägledningar.

Begreppet ”riskhantering” definieras i ISO 31000 (2018, s. 1) som ”samordnade aktiviteter för att styra och leda en organisation med avseende på *risk*”. Aktiviteterna följer arbetsgången i Figur 2. Kortfattat kan stegen beskrivas enligt nedan, där de fetstilade begreppen kommer från SGF:s (2017) metodbeskrivning; begreppen återfinns i figuren. För ytterligare detaljer om stegen hänvisas läsaren till SGF:s metodbeskrivning och tillhörande vägledningar. Notera att ISO 31 000 uppdaterades 2018 från en tidigare version (2009), vilket man ska vara uppmärksam på när man läser äldre metodbeskrivningar och vägledningar, eftersom vissa begrepp och definitioner ändrats i standarden.

**Organisering av riskhanteringen.** Detta första steg avser att sätta ramarna för riskhanteringen, inklusive att definiera omfattningen, förutsättningarna och vilka kriterier som ska användas vid beslut om slutlig riskbehandling. I detta arbete ingår att fastställa riskhanteringsarbetets kontext i termer av vilka risktyper och typer av skadehändelser som ska beaktas i arbetet, för att undvika alltför breda – och därmed långa och svårhanterliga – sammanställningar. När detta är klarlagt utförs riskbedömningen.

**Riskbedömning.** Består av följande steg:

**Systemförståelse.** Att skapa sig systemförståelse innebär att skaffa sig tillräcklig grundkunskap om den aktuella problemställningen i det aktuella projektet för att ha möjlighet att identifiera relevanta hot mot att projektets mål uppnås. Ofta handlar det om att bryta ner komplexa problem i analyserbara bitar. (Detta steg framgår inte explicit av ISO 31000, men steget har införts i den kompletterande standarden ISO 13824, där kallat *Definition of the system*, och används i SGF:s metodbeskrivningar och tillhörande vägledningar.)

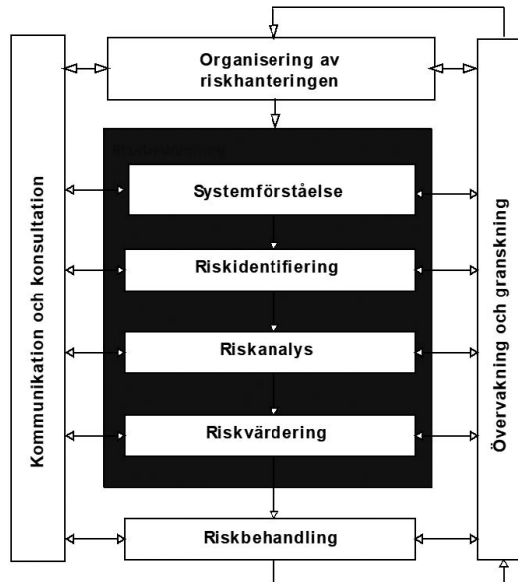
**Riskidentifiering.** Baserat på erhållen systemförståelse identifierar man hot mot projektets mål och beskriver hur hoten kan leda fram till en negativ konsekvens.

**Riskanalys.** För samtliga identifierade risker analyserar man riskens storlek i termer av sannolikheten för att den inträffar och storleken på konsekvensen ifall den inträffar. Detta ger ett sammanvägt mått på riskens storlek.

**Riskvärdering.** Även kallat riskutvärdering. För varje analyserad risk värderar man ifall dess storlek är acceptabel eller inte. Detta görs företrädesvis med hjälp av fördefinierade kriterier. Ofta används riskmatriser för att visualisera detta steg.

**Riskbehandling.** Även kallat riskhanteringsåtgärd. Risker som bedöms som för stora behandlas genom att någon riskreducerande åtgärd genomförs. Det kan handla om att minska sannolikheten för händelsen, minska konsekvensen om händelsen inträffar, eller att man genom avtal låter risken övergå till någon annan (t.ex. ett försäkringsbolag eller en annan aktör i projektet).

**Kommunikation och konsultation (samråd).** Den vänstra sidopanelen i Figur 2 indikerar, enligt SGF:s metodbeskrivning för riskhantering (SGF, 2017), att riskhanteringsprocessen behöver stödjas av god kommunikation kring risker och riskhantering både internt inom projektet (d.v.s. inom och mellan olika ömsesidigt beroende projekt och anläggningsdelar, samt olika discipliner), och externt med berörda intressenter. Begreppet konsultation (kallat samråd i ISO 31000:2018) avser att information om intressenters uppfattning kring risker inhämtas innan beslut om risken fattas. Här ska det noteras att den generella riskhanteringsstandarden ISO 31000 helt fokuserar på den externa kommunikationen och inte alls nämner intern kommunikation. Enligt ISO 31000 syftar denna externa kommunikation till att bygga en känsla av inkludering och ägandeskap hos dem som påverkas av risken.



Figur 2. Arbetsgången för strukturerad riskhantering enligt SGF:s metodbeskrivning och tillhörande vägledning (SGF 2017; Spross et al. 2015; Olsson et al. 2019). Arbetsgången följer principerna i ISO 31000 och ISO 13824.

**Övervakning och granskning (översyn i ISO 31000:2018)** avser att riskhanteringsprocessen som sådan behöver kvalitetssäkras, så att den utförs på ett ändamålsenligt sätt i organisationen. Det behöver också säkerställas att beslutade riskhanteringsåtgärder verkligen utförs. För dessa stödjande aktiviteter finns ingen eller mycket lite vägledning i standarder och befintliga vägledningar.

## 5. PROJEKTPROCESSEN

### 5.1 Begreppet projekt

Projekt är en arbets-/organisationsform, alltså ett ofta förekommande sätt att organisera en tillfällig uppgift (Hallin et al. 2024). Ett projekt initieras av projektägaren/beställaren och genomförs vanligen genom på varandra följande faser där första fasen är initiering, därefter följer planering, genomförande och styrning samt avslutning/överlämning. Detta sätt att organisera projekt finns också etablerat internationellt i PMBOK (Project Management Body of Knowledge), som ges ut av Project Management Institute. När ett bygg- eller anläggningsprojekt ska initieras i en svensk kontext är det dock något andra begrepp som vanligen används. Det är dessutom något olika begrepp och skeden/faser beroende på om det är byggnader eller anläggningar som ska uppföras och vilken myndighet eller process som berörs vilket exemplifieras i Figur 3.

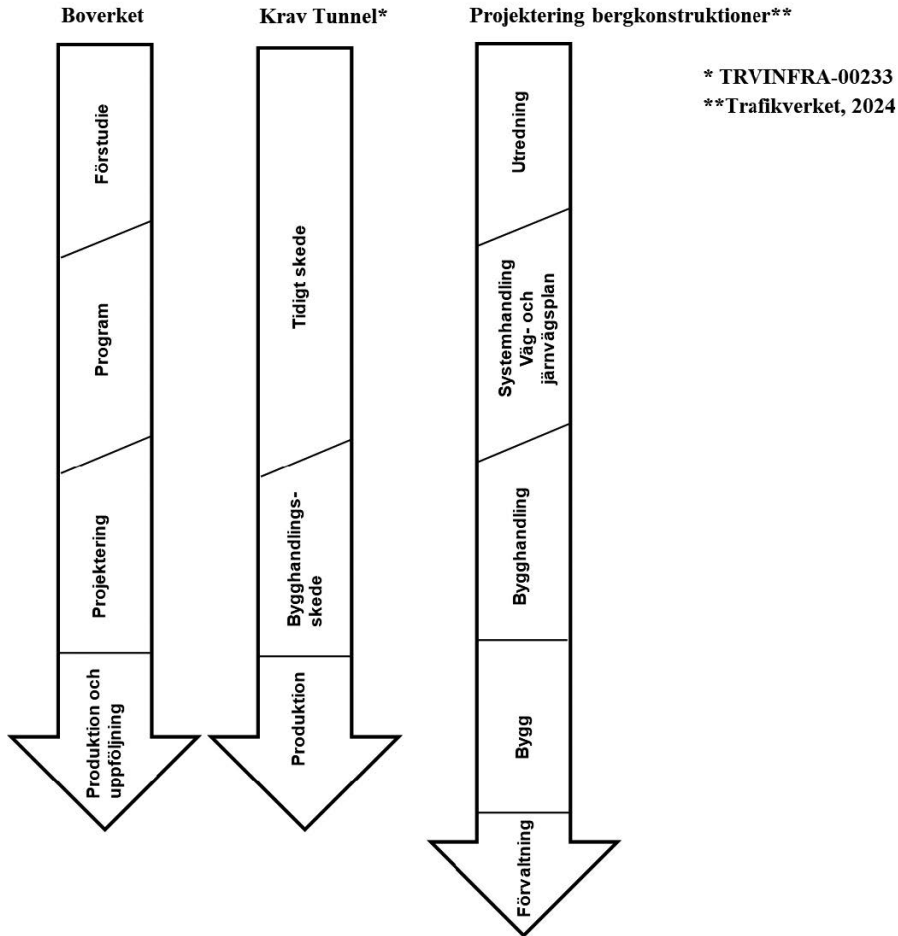
Nedan beskrivs den terminologi som idag vanligen används i planering, byggande och förvaltning av vägar och järnvägar, i syfte att ge läsaren nödvändig kontext för rapportens resultat och diskussion.

### 5.2 Planläggningsprocessen i Sverige

Planering, byggande och förvaltning av vägar och järnvägar och tillika undermarks-konstruktioner i berg regleras huvudsakligen av följande lagar:

- Lag om byggande av järnväg (1995:1649)
- Förordning om byggande av järnväg (2012:708)
- Väglagen (1971:948)
- Vägförordningen (2012:707)
- Plan- och bygglagen (2010:900)
- Plan och byggförordning (2011:338)
- Miljöbalken (1998:808).

Lagarna tillämpas främst genom de regelverk som åberopas av en beställare vid upphandling av leverantörer. Beställaren är ofta den kontrollerande enheten som ansvarar för kontroll av konstruktionshandling för berg-, betong-, geo- och stålkonstruktioner, i enlighet med de krav Plan- och bygglagen (PBL) ställer avseende byggnadsverkets tekniska egenskaper. Även efter beställarens godtagande av konstruktionsredovisningen är det fortfarande konstruktören (projektören) som har konstruktionsansvaret (se t.ex. Trafikverket, 2021).



**Figur 3. Exempel på benämningar av olika faser och skeden inom bygg och anläggning (Figur skapad med innehåll från Boverket, 2025; TRVINFRA-00233 och Trafikverket, 2024).**

Rekommenderade metoder och tillvägagångssätt för utredning av en bergkonstruktions förutsättningar, samt krav på dimensionering och verifiering av bärförmåga för bärande huvudsystem i bergtunnel hänvisas i TRVINFRA-00233 (Trafikverket. 2025) till rådsdokumentet ”Projektering av bergkonstruktioner” (Trafikverket, 2024) som rådande branschpraxis. Trafikverket har också tagit fram handledningar och rådsdokument som redogör både för den övergripande planläggningsprocessen och för projekterings roll i de olika skeden som ingår i projektprocessen. Detta redovisas översiktligt i följande avsnitt.

Vid planläggning av väg och järnväg följs en process där både beställaren och företrädare för samhället medverkar. Planläggningen av vägar och järnvägar föregås av förberedande studier, normalt en åtgärdsvalsstudie. Sådana förberedande studier har en principiell karaktär och inte så stark inriktning mot utformning av konkreta fysiska åtgärder. Åtgärdsvalsstudien ska behandla vilka typer av åtgärder, oavsett transportslag, som är möjliga att vidta för att lösa ett transportbehov.

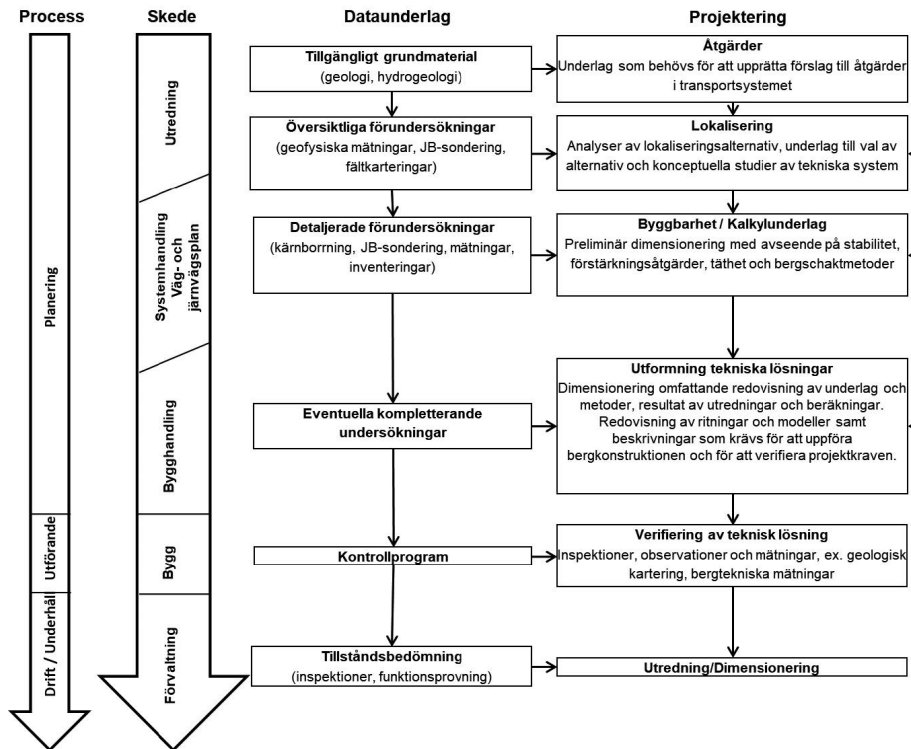
Planlägningsprocessen regleras i väglagen (1971:954) och lag om byggande av järnväg (1995:1649) och syftar till att förfarandet vid byggande av transportinfrastruktur ska få en god anknytning till övrig samhällsplanering och till miljölagsstiftningen. Även kommuner och banehållare kan bedriva planläggning enligt dessa lagar. Vid planläggningen deltar normalt flera parter så som länsstyrelser, kommuner, statliga myndigheter, etc. Planlägningsprocessen ser olika ut beroende på om Länsstyrelsen bedömer att projektet kan ha en betydande miljöpåverkan, om alternativa korridorer ska utredas eller om separat tillåtlighetsprövning behövs. Under planlägningsprocessen analyseras och beskrivs väg- eller järnvägsanläggningens lokalisering och utformning alltmer detaljerat. Stora, komplexa och särskilt riskfyllda väg- och järnvägsprojekt tillåtlighetsprövas av regeringen, med stöd i miljöbalken (1998:808, kap. 17). Slutligen läggs lokalisering och detaljutformning fast. En fastställd vägplan eller järnvägsplan innebär att anläggningen får byggas under förutsättning att övriga tillstånd uppfylls. Parallellt med, eller efter, planarbetet ska ansökan om miljötillstånd (t.ex. för vattenverksamhet) prövas. Den nuvarande planlägningsprocessen har varit giltig sedan den 1 januari 2013 (Trafikverket, 2014). Innan dess fanns tre planeringssteg: förstudie, utredning och plan.

Projektering av bergkonstruktioner vid anläggning av väg eller järnväg är en process som tidsmässigt sträcker sig från att planeringsprocessen startat, till att byggskedet avslutas och det verifierats att kvalitetskraven hos de tekniska lösningarna har uppfyllts. De namn på processer och skeden som används för att beskriva projekteringen, samt exempel på tillhörande dataunderlag och delredovisningar, redovisas översiktligt i Figur 4 och mer utförligt i texten nedan. Exemplifieringen av projekteringsprocessen i Figur 4 följer Trafikverkets (2024) vägledning. Detta är ofta den förekommande praxisen oberoende av beställare av svenska tunnelprojekt.

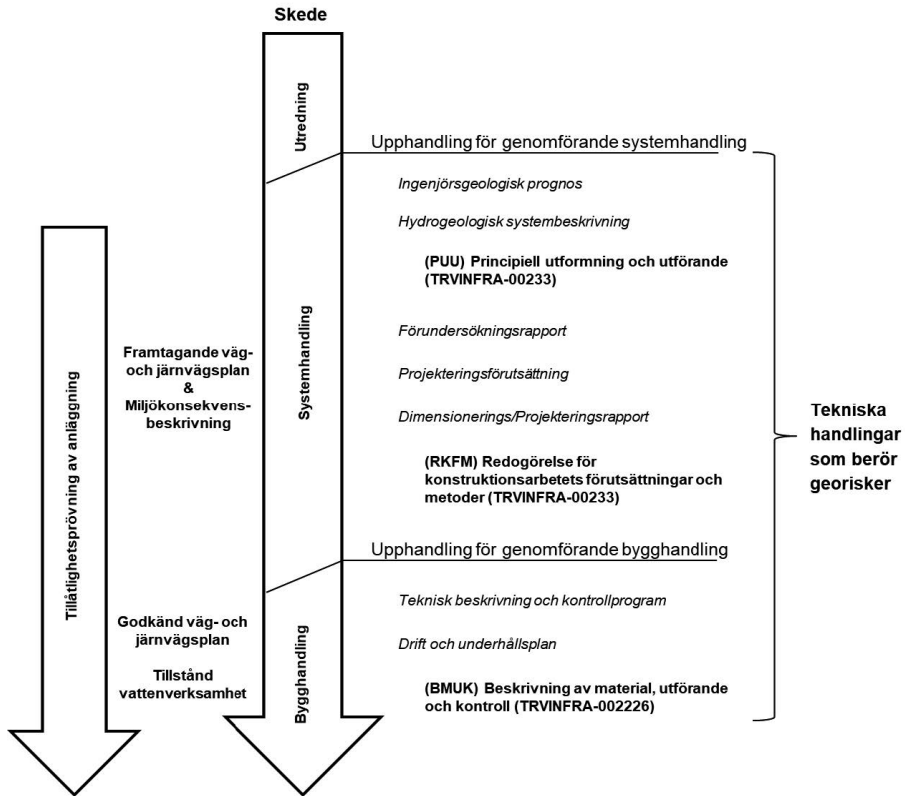
Detaljeringsgraden ökar successivt under planeringsprocessen och för varje skede, genom utredningar, planer och bygghandlingar. Projektering förväntas även inkludera en systematisk riskbedömning. Enligt dokumentet *Krav Tunnel* (Trafikverket, 2025) ska man under utformningen av en tunnel beakta risken för skador på människor, miljö och andra byggnadsverk både under byggtiden och när tunneln är i drift.

Kopplat till processen finns ett antal handlingar som redovisar georisker i de olika skedena, se *TRVINFRA-00233* (Trafikverket, 2025) och *Projektering bergkonstruktioner* (Trafikverket, 2024). Handlingarna redovisas i Figur 5. Dokument som påbörjats i systemhandlingsskede kan uppdateras och färdigställas under bygghandlingsskede.

*Principiell utformning och utförande* (PUU) avser övergripande utredningar, beräkningar, beskrivningar och ritningar som redovisar en principiell utformning och strategi för en samordnad tunnelloösning. *Redogörelse för konstruktionsarbetets förutsättningar och metoder* (RKFM) är en del i konstruktionsredovisning, som i sig innebär mer detaljerade utredningar, beräkningar, beskrivningar och ritningar. Arbetet med konstruktionsredovisning startar först efter att PUU har avslutats och leder fram till underlag för en bygghandling. I TRVINFRA-00233 anges inte *Beskrivning av material, utförande och kontroll* (BMUK) som en leverans i tunnelprojekt. Däremot finns pågående och avslutade tunnelprojekt i Sverige som hämtat inspiration från allmänna krav för *Bro och broliknande konstruktioner* och därmed följer dess benämningar av leveranser i bygghandlingsskedet.



**Figur 4.** Översikt av processer och skeden i projekteringen av en bergkonstruktion samt exempel på dataunderlag och delredovisningar från projektering i projektets olika skeden (Modifierad från Trafikverket, 2024).



Figur 5. Översikt av handlingar i planeringsskede (innan byggskede) som är kopplade till georisker vid utförandeentreprenad. Figur utvecklad baserad på information i kravdokumentet TRVINFRA-00233 och TRVINFRA-00236 (Trafikverket, 2025) och Projektering av bergkonstruktioner (Trafikverket, 2024).

## 5.2.1 Planeringsskede

Planläggningsarbetet innebär att lokaliseringalternativ och alternativa utformningar som kan tillgodose ändamålet formas (d.v.s. vad som ska uppnås i projektet, vilka behov som ska tillgodoses och vilka problem som ska lösas). Därefter vidtar arbetet med att studera och jämföra alternativens eller korridorernas effekter, konsekvenser och kostnader gentemot projektets ändamål och de mer preciserade projektmålen.

Den tidiga planeringsfasen följs av systemhandling och inledande projektering, där en principiell utformning och utförande tas fram, beskrivet i bland annat TRVINFRA-00233 (Trafikverket, 2025) och där mer specifika tekniska lösningar analyseras och utvärderas. Under systemhandling tas bland annat den ingenjörsgelogiska prognosen och

motsvarande hydrogeologiska underlag fram. En färdig systemhandling brukar krävas för att kunna söka väg- eller järnvägsplan och ska också svara på om den tänkta anläggningen är byggbar. Efter systemhandling påbörjas detaljprojektering, där underlag och tekniska lösningar utvärderas för att identifiera de kompletterande undersökningar och analyser som behövs för en komplett teknisk lösning för anläggningen. Första versionen av förundersökningsrapporter och projekterings-PM tas ofta fram i systemhandlingskedet (Figur 5).

Detaljprojekteringen utgör underlaget för bygghandlingar, där den projekterade lösningen också beskrivs med avseende på hur den ska konstrueras och verifieras under byggskedet. Bygghandlingsprojekteringen mynnar ut i tekniska beskrivningar, kontrollprogram och ritningar vilka utgör förfrågningsunderlag vid upphandlingen av entreprenörer.

### **5.2.2 Bygg- respektive driftskede**

I byggskede används observationer av deformationer (sättningar), från inläckagemätningar, ingenjörsgelogisk kartering av berget, mm för att verifiera den projekterade tekniska lösningen. I de fall som observationerna hamnar utanför vad projekteringen tagit höjd för, alltså utanför ”designens giltighet”, behöver en omprojektering genomföras.

När anläggningen är färdigbyggd kontrolleras den mot projekterad lösning genom inspektion. Det utförda arbetet dokumenteras genom ritningar och kontroller (checklistor) som tillsammans med inspektionerna utgör del i relationshandlingar, vilka lämnas över till förvaltningen. När anläggningen tagits i drift utgör relationshandlingarna en bas för underhållsåtgärder och eventuella kompletterande åtgärder.

## 6. RESULTAT AV INTERVJUER

Här redogör vi för det empiriska materialet. Vi inleder med en övergripande redogörelse för hur organiseringen av beställar- respektive projekterande konsultorganisation kan se ut i praktiken. Därefter följer förståelsen av georisker och hur kommunikationen kring georisker ter sig, samt hur riskhanteringen utförs i praktiken. Kapitlet avslutar med hur risklistor används. Vår diskussion baserat på det empiriska materialet följer sedan i kapitel 7.

### 6.1 Organisering av stora tunnelprojekt

Ett tunnelprojekt för väg- eller spårtrafik är omfattande i fråga om både tid, resurser och komplexitet. Stora tunnelprojekt kan därför bäst beskrivas som program, d.v.s. bestående av flera olika, ömsesidigt beroende, projekt eller anläggningsdelar, vilka i sin tur kan vara indelade i flera olika entreprenader. För varje entreprenad upphandlar beställaren leverantörer, d.v.s. projekterande konsulter och entreprenörer, beroende på val av entreprenadform.

Organisationerna på både beställare och konsultsidan följer ofta en traditionellt hierarkisk struktur med en ytterst ansvarig beslutsfattare (på beställarsidan är det beställarens projektchef och på konsultsidan är det uppdragsledaren), som i sin tur delegerar ansvar vidare "nedåt" i organisationen. I stora och komplexa projekt (som ofta är fallet för tunnlar) kan det finnas projekt- eller projekteringsledare på flera nivåer, beroende på de tekniska avgränsningar och entreprenadindelningar som finns i projektet. Konsulterna försöker normalt spegla beställarens organisation, vilket kan försvåras av otydliga ansvarsområden och återkommande förändringar i beställarorganisationen över tid.

I det följande redogör vi generellt för beställarens respektive den projekterande konsultens organisationer. Vi har kursiverat rollbeteckningarna. Dessa rollbeteckningar kan i praktiken variera något mellan olika projekt och organisationer.

#### 6.1.1 Beställarorganisationen

Beställarorganisationen utgörs i huvudsak av:

- en *projektchef*, ibland även kallad programchef, som har huvudansvar för hela tunnelprojektet (d.v.s. hela programmet med alla ingående projekt- eller anläggningsdelar) från beställarsidan,
- en eller flera *projektleddare* som är ansvariga för respektive projekt / anläggningsdel, samt
- centralt / internt anställda *tekniska specialister* som granskar handlingar för att upptäcka risker.

Beställarorganisationerna har stödfunktioner i form av bl.a. *BAS-P* och utpekade *risksamordnare*. *BAS-P* (inkl. underställda roller kopplade till arbetsmiljö) och risksamordnare kan vara upphandlade konsulter eller anställda. Medan *BAS-P*-rollerna arbetar för att samordna och identifiera arbetsmiljörisiker vid planering och projektering, handlar risksamordnarnas arbete om att leda och samordna riskhanteringen av projektrisiker kopplade till projektets tid och kostnad. Både *BAS-P*-rollerna och risksamordnarna utför sitt arbete genom att kalla till möten och workshops med projektets olika aktörer.

Beställarnas tekniska specialister har i uppgift att granska de åtgärder som konsulten föreslagit i sina tekniska lösningar för identifierade georisker. De får information om dessa georisker genom konsultorganisationens leveranser.

### 6.1.2 Konsultorganisationen

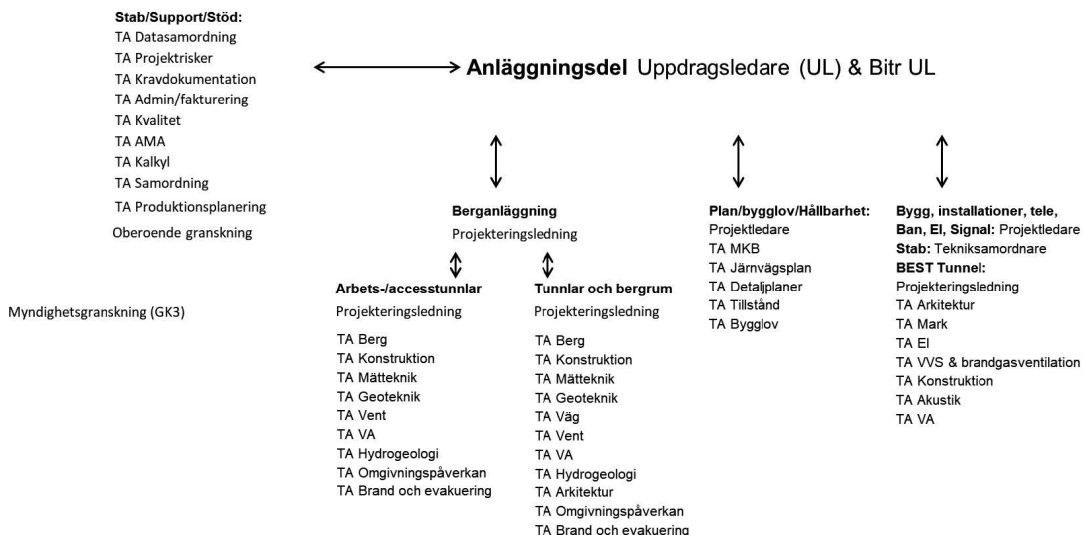
En projekterande konsultorganisation leds vanligen av en *uppdragsledare*, som samtidigt även kan ha rollen som konsultens *projekteringsledare*. Den projekterande konsultens uppdragsledare ansvarar för att samordna konsultföretagets alla olika projekteringsledare, vilka i sin tur kan vara ansvariga för områdena berganläggning, plan & bygglov, bygg & installationer och stödfunktioner. Uppdragsledaren är ytterst ansvarig för den tekniska lösningen som presenteras för beställaren.

Den projekterande konsultens projekteringsledare (eller projekteringsledarna när det finns flera) ansvarar i sin tur för att samordna de olika projekterande konsultföretagets *teknikansvariga (TA)*, ha löpande kontakt med beställarorganisationens projektledare och dessutom stämma av med det projekterande konsultföretagets projekteringsledare för andra anläggningsdelar. Det är mycket kommunikation och samordning internt inom den projekterande konsultorganisationen som ska fungera, varför både uppdragsledaren och den projekterande konsultens projekteringsledare (eller projekteringsledarna) kan ha en biträdande person som stöd.

Det ingår vanligen ett stort antal olika teknikområden/discipliner i ett tunnelprojekt. Baserat på resultat från intervjuer har vi skapat en schematisk bild över exempel på TA-roller för en anläggningsdel i berg under system- och bygghandlingsskedet (Figur 6). TA-rollen kan organiseras för en eller flera anläggningsdelar. Det förekommer också att TA förutom att vara teknikansvarig samtidigt är projekterande konsult i uppdraget. Det finns även exempel där TA har en biträdande TA med ansvar för olika undersektioner.

Varje TA inom berganläggning leder i sin tur en grupp projekterande konsulter inom t.ex. bergteknik, konstruktion, geoteknik, hydrologi. Respektive grupp av projekterande konsulter kan vara liten (5–6 personer) eller stor (10–20 personer).

Hur det organiseras i det specifika projektet beror bland annat på hur uppdraget är upphandlat och TA:s specifika tekniska kompetens.



**Figur 6. Schematisk bild över Teknikansvarigroller (TA) för en anläggningsdel i berg.**

Projekteringsarbetet går övergripande till så att den projekterande konsulten tar fram handlingar för de tekniska lösningarna (ingenjörsgelogisk prognos, projekterings-PM). Därutöver tas även andra handlingar fram, som t.ex. miljökonsekvensbeskrivning (MKB), ansökan om miljötillstånd, m.fl., men det är mestadels i en process som är separat från arbetet med de tekniska lösningarna (se översikten i Figur 5). Handlingarna granskas först av konsultens egna TA och sedan av konsultens projekteringsledare och uppdragsledare (ev. även oberoende granskning), innan de lämnas över till beställarens projektledare och beställarens tekniska specialister för granskning. Konsultens olika TA och konsultens projekteringsledare har gemensamma avstämningsmöten med beställaren på återkommande basis, s.k. ”teknikmöten”, där handlingarna (de tekniska lösningarna) går igenom mer i detalj. Innan dessa teknikmöten har den projekterande konsultorganisationen internt stämt av handlingar och frågeställningar.

Den upphandlade projekterande konsultorganisationen kan bestå av flera olika projekterande företag som samarbetar i ett konsortium. Därutöver kan det ingå flera olika underkonsulter i ett och samma konsultuppdrag. Konsulten och dess underkonsulter kan fysiskt vara stationerade på olika orter vilket innebär att möten kan vara fysiska, hybrid och/eller på distans genom hela projektet. Det kan vara så många som 50–80 projekterande konsulter som lägger tid i projektering av berganläggning för respektive anläggningsdel vilket innebär att ett stort och viktigt koordinerings- och informationsansvar mellan teknikområden hamnar på projekteringsledaren.

I praktiken innebär konsultens projekteringsledning för en anläggningsdel flera återkommande möten varje dag och omfattande samordning mellan olika discipliner, olika TA:s områden inom respektive anläggningsdel, liksom samordning mellan olika anläggningsdelar och regelbundna avstämningar med beställaren. Varje grupp träffas och har möten någon gång per vecka. Ibland är samarbetet tätare än så, med kontinuerliga avstämningar i digitala mötesverktyg. De veckovisa mötena kan pågå mellan en halv och två timmar, efter behov. Under mötena går projektörerna igenom hur projekteringen fortskrider, hur det går med ritningar och modeller. Genom dessa möten delar de information med varandra. Andra möten rör specifikt själva riskhanteringen. De organiseras av konsultens *risksamordnare*.

### 6.1.3 Skillnader och likheter mellan beställar- och konsultorganisationerna

En skillnad mellan beställar- och konsultorganisationerna är dess stödfunktioner, där en beställare normalt kan ”kosta på sig” flera roller som stöttar projektchefen och projektledarna. Det kan handla om personal som bemannar och hanterar stabsfunktioner, ekonomi, datasamordning, plan och fastighet, dokumentation och projektrisken. För den projekterande konsultens organisation ingår dessa uppgifter i större utsträckning i uppdragsledarens, projekteringsledarens och biträdande projekteringsledarens roller och ansvarsområden.

Både beställaren och den projekterande konsultens organisationer har stödfunktioner för riskhantering, så kallade *risksamordnare* (de kan ha olika benämningar, exempelvis riskadministratör eller TA Risk). Risksamordnarens arbetsuppgifter är huvudsakligen att administrera och samordna arbetet med den så kallade risklistan. Risklistan dokumenterar riskhanteringsarbetet i den egna organisationen och utgör även underlag för kommunikationen om risker mellan beställare och konsultorganisationerna. Risklistans centrala betydelse som verktyg för riskhantering och kommunikation kring risker, och det faktum att det finns flera olika risklistor i ett och samma tunnelprojekt, utvecklas i avsnitt 6.4.

Trots ambitionen att organisationerna (såväl beställare som konsult) för olika anläggningsdelar ska vara så lika som möjligt i struktur för att underlätta överblick, kommunikation, beslutsfattande och samordning uppkommer variationer över tid. Såväl roller som kommunikations- och beslutsvägar varierar över tid och mellan projekt och organisationerna har en tendens att ”divergera” över tid. Det innebär i praktiken att organisationerna växer med allt fler roller och personer.

## 6.2 Vad är en georisk?

Som framgår av avsnitt 4.1 är riskbegreppet svårfångat och används med olika betydelse av olika personer och i olika sammanhang. I intervjuerna har vi frågat: ”Vad är georisker för dig?” Nedan har vi sorterat svaren i olika kategorier (fetstil), i syfte att visa på

spridningen i svaren. Citaten är direkt från intervjuerna. Kursiveringen indikerar kopplingen till den fetstilade kategorin.

Ett antal intervjuade indikerar att georisker ofta är kopplade till **osäkerhet eller okunskap** om markförhållanden eller till konstruktionens beteende:

”Det är väl att vi har *fel uppfattning* om hur materialet ska bete sig.”

”Det är ju risker som avser *geologiska osäkerheter* i min värld. Geologi innefattas och hydrogeologi, berggrundsgeologi, kvartärgeologi. Ja, geologiska risker.”

”En georisk är en risk som kräver *mer än vad vi hade räknat med*.”

”Jo, georisker övergripande handlar om alla risker som har att göra med bergkonstruktionen, särskilt när det gäller berget i sig. Det påverkar direkt dimensioneringen, projekteringen och resultaten. Det är något vi alltid måste ta hänsyn till. För mig kan georisker variera beroende på vilket uppdrag det gäller. Beroende på vad som ska göras och hur *komplexiteten* ser ut, samt hur geologin ter sig. Så det är en övergripande term som jag anser täcker in *säkerheten* i berg och jordmaterial. Det inkluderar allt som kan uppstå på grund av *osäkerheterna*. Det kan ju också vara så att uppdraget som sådant är så komplext att man behöver ta till dimensioneringsmetoder eller lösningar som inte tidigare har testats, åtminstone inte under svenska förhållanden. Det innebär en viss risk som är kopplad till uppdragets beskaffenhet och dess natur.”

Georisker uppfattas också som en **kombination av sannolikhet och konsekvens**:

”Det är en *oönskad händelse som har en viss sannolikhet och konsekvens att inträffa*. Den har med undermarken att göra.”

Andra indikerar att georisker utgörs av **svåra, komplicerade markförhållanden**:

”*Djupa schakter, lös lera, lite för branta slänter*.”

”*Stabilitet*. Det påverkar också ofta samhället. Speciellt jordstabilitet. *Grundvatten* också. Det är ofta inte en arbetsmiljörisk.”

”Ja, det är alla *risker kopplade till jord, berg, hydro*. Det är väl det jag kommer på.”

”Men framför allt så tänker jag georisker i det här fallet om ett tunnelprojekt så är det då *bergkvaliteter och risker kring uttag och sättningpåverkan* och sånt där.”

”När projektören måste vara den som dimensionerar och *beräknar stabilitet och sådana saker.*”

”De kan klassas vid i olika kategorier, men det finns en kategori av georisker som ligger på feasibility-nivån. Som kan hindra genomförandet, omöjliggöra ett projekt. Och de här första kategorin av risker, alltså de som kan omöjliggöra projekt, det är då *stora mängder vatten, bergytans läge.* Och i den tidiga skeden gäller det att verkligen få korn på vilka risker som kan omöjliggöra ett projekt. Sen finns det andra geotekniska risker som fördyrar och försenar projektet. Men på inget sätt omöjliggör det eller äventyrar genomförbarheten. Men om man kollar på genomförbarhet så är det då *stora mängder vatten, stora krosszoner, eller zoner med sand och silt som dyker upp i projektet.*”

Det förekommer även beskrivningar av georisker som är av mer **övergripande karaktär**, som t.ex. naturkatastrofer:

”Ja, men det handlar säkert om naturkatastrofer och så.”

### 6.3 Hantering av risker i olika skeden

Att projektera och bygga en tunnel handlar om att hantera många risker. Intervjuerna visar att riskhantering uppfattas som ‘själva kärnan’ i tunnelprojektering eller med en av respondenternas egna ord: ”Vi hanterar riskerna när vi projekterar och bygger tunneln.”

En återkommande uppfattning är att riskhantering av georisker numera kommer in relativt sent i processen. Tidigare, innan det kom en ny planläggningsprocess år 2014, kom de tekniska riskerna och riskhanteringen in redan i förstudie och utredningsskedet. Nu däremot, kommer dessa in först i system- och bygghandlingsskedet. Tidigare togs även så kallade robust- och säkerhetsplaner samt jämförelser mellan olika tunnelalternativ fram redan tidigt i utredningsskedet. Dessa låg sedan till grund för beslut om vilket alternativ som kan anses mest hållbart och säkert.

Det finns en generell uppfattning att det förr fanns större tekniska insikter tidigare i processen som underlag för olika val och beslut. Utan dessa tekniska insikter tidigt i processen är det svårt att göra, vad respondenterna beskriver som, en ”genomtänkt riskbedömning”.

#### 6.3.1 Planeringsprocess och utredningsskede

Som tidigare beskrivet handlar arbetet i planeringsprocessen i första hand om att utreda olika lokaliseringalternativ och utformningar som ska tillgodose ett utpekad syfte för samhällets behov. I detta skede har därför hänsyn till georisker låg prioritet. Den hantering

av risker som sker är också mer övergripande och dessutom allt oftare baserad på tidigare erfarenhet och extern senior expertis, än på faktiska utförda mätningar och undersökningar eftersom sådana normalt är få i detta skede.

Det är i tidiga skeden som man har behov att identifiera så kallade ”showstoppers” (med en respondents egna ord). Det avser risker vars konsekvens är att projektet inte går att genomföra. Här föreligger en paradox, eftersom behovet att identifiera och adressera de stora georiskerna och eventuella ”showstoppers” uppstår tidigt i processen, medan de konkreta undersökningarna av geologiska förhållanden genomförs först senare.

Nu är förekomsten av just geotekniska showstoppers sällsynta i praktiken, utan de flesta showstoppers som dyker upp är snarare planmässiga (juridiska), exempelvis i form av näraliggande skyddade naturområden. Det är också vanligtvis enbart de riktigt stora georiskerna som kan påverka valet av lokalisering i detta tidiga skede, eftersom de samhällsekonomiska vinsterna och maximal samhällsnytta på lång sikt för den användarmässigt optimala dragningen blir betydligt större, än storleken på eventuella fördyringar av att ha lokaliserat tunneln i utmanande geologiska förhållanden.

I utredningsskedet görs sedan en bedömning att föreslagen sträckning är rimlig och genomförbar. I detta skede är det centralt att ha en gedigen ingenjörskompetens som har förmågan att förstå det geotekniska sammanhanget, d.v.s. kan koppla ihop den geologiska modellen med konstruktionen – byggandet – och därur härleda konsekvenser av olika val. I detta skede är det geotekniska sammanhanget omfattande och det räcker här inte att enbart vara skicklig konstruktör inom ett smalare område. Att tänka brett och samla rätt kompetens så att rätt underlag föreligger kan vara en utmaning i detta skede.

Det framkom också av intervjuerna att arbetssättet i utredningsskedet har förändrats jämfört med hur det gick till tidigare. Det förefaller som man dag inte arbetar lika mycket med tekniska risker i utredningsskedet som det gjordes tidigare, och att de som idag arbetar i utredningsskedet inte har samma tekniska detaljkunskaper som tidigare. Det framkom också att det just inom väg- och järnvägsprojekt verkar läggas mindre vikt vid georisker jämfört med hur det är inom andra typer av anläggningsprojekt, eftersom det är fler parametrar som läser projektet tidigt, på grund av tillåtna radier och lutningar och exempelvis järnvägsstationers placeringar i lämpliga knutpunkter.

### **6.3.2 Planeringsprocess och systemhandling**

De risker som identifierats i utredningsskedet följer, via beställaren, med till systemhandlingsskedet då projekteringen också intensifieras. Den projekterande konsultorganisationen växer i detta skede och börjar också utföra större datainsamling som underlag för mer djupgående analyser av tekniska lösningar. Dessa analyser ska svara på

frågan om anläggningen är byggbar, vilket kräver utökad samordning mellan olika teknikdiscipliner. Projekteringen behöver hantera de risker som identifierats i utredningsskedet och identifiera samt adressera de tillkommande risker som skulle kunna omöjliggöra eller fördyra projektet. En stor del av arbetet med georisker är att bedöma hur mycket undersökningsdata som krävs för att den kvarstående risken ska vara acceptabel.

När väg- eller järnvägsplan är fastställd är en tunnels lokalisering och läge låst och en otillräckligt undersökt bergtäckning eller annan geoteknisk utmaning kan få stora konsekvenser. Den framtagna tekniska lösningen styrs dessutom av tid och kostnad vilket innebär att riskhanteringsarbetet också handlar om att undvika att behöva tillämpa en teknisk lösning eller lokalisering som är onödigt kostsam eller tidsödande. Ett exempel är mindre förflyttningar av specifika anläggningsdelar så att de exempelvis kan förläggas i berg istället för i jord, eller för att undvika en påträffad svaghetszon. Inom ramen för vissa satta gränser finns ett utrymme att optimera.

Parallellt med bergprojekteringen påbörjas i systemhandlingsskedet också utredningar och riskarbete kopplat till hydrogeologi. Detta arbete sker till största del separerat från bergprojekteringen då det är mer orienterat mot den miljödömdom som ska sökas och den MKB som tas fram för de miljöfrågor som är kopplade till byggandet av tunneln.

Det framkommer att kommunikationen mellan konsultorganisationens bergtekniker och hydrogeologer är bristfällig. Eftersom bergteknikern och hydrogeologen har olika kunskaper menar flera respondenter att kommunikationen mellan bergtekniker och hydro-geologer behöver förbättras redan i detta skede.

Under planeringsprocessen behöver beställaren beakta arbetsmiljön under byggskedet. *Bas-P* och ev. underställda roller har ansvar att samordna detta arbetsmiljöarbete under projekteringen, med målet att förebygga arbetsmiljörisker under byggskedet. Hur detta samordningsarbete görs i praktiken kan se olika ut i olika projekt.

I särskilt utmanande förhållanden (klassade som Geoteknisk Kategori 3) granskas georisker enligt svensk branschpraxis av s.k. *GK3-granskare*. Denna granskning görs ur ett övergripande systemperspektiv, principiellt alltså att rätt frågeställningar beaktats. Hur GK3-granskningen görs i praktiken varierar dock och beror bl.a. på tillgänglig tid. GK3-granskning kan vara ett övergripande stöd till projekterande konsulter. Utöver GK3-granskning kan det på beställarens initiativ finnas en separat *oberoende granskning* av de lösningar som den projekterande konsulten tagit fram. Sådana granskningar kan göras mer i detalj, på beräkningsnivå, än GK3-granskningar.

### 6.3.3 Planeringsprocess och bygghandling

De risker som identifierats i planerings- och systemhandlingsskedet följer, via beställaren, med till detaljprojekteringen som ligger till grund för bygghandling och färdig utformning av anläggningen. Mellan systemhandlings- och bygghandlingsskedet kan en ny projekterande organisation ha upphandlats, vilket ställer krav på dokumentationen av identifierade risker. Detaljprojekteringen behöver reducera de kvarvarande osäkerheterna till acceptabel nivå. Utöver att detaljprojekteringen för en tunnel ska leverera tekniska lösningar för att hantera möjliga utfall i bergkvalitet eller inläckage, behöver projekteringen också beakta genomförandet. Om den tekniska lösningen inte går att utföra eller om produktionsaspekter inte beaktats på lämpligt sätt, skapas kontraktsrisker som får konsekvenser på både tid och kostnad. En stor del av arbetet med georisker består därför också i att bestämma riskfördelningen i entreprenadkontrakten, så den teoretiska avgränsningen mellan georisker och juridiska risker blir därmed otydlig.

I ett av de studerade tunnelprojekten var exempelvis miljödomens villkor inte fastställda innan förfrågningsunderlaget, vilket gjorde att man inte hade kunnat specificera tillräckliga krav kopplat till inläckage. Detta skapade i sin tur problem i byggskedet. Många lösningars lämplighet behöver också verifieras i byggskedet, eftersom markens faktiska beskaffenhet inte är känd i förväg. Detaljprojekteringen ska därför svara på vilka kontroller som behöver utföras under byggnation. Där geotekniska risker kvarstår efter detaljprojekteringen, och det samtidigt är små marginaler för den tekniska lösningen, används ofta så kallade tullgränser. Det innebär att produktionen stoppas på en förutbestämd plats, till dess att faktiska förhållanden konstaterats falla inom designens giltighet. Den projekterande konsultorganisationen byggs därmed ut med ännu fler kompetenser och stödfunktioner, för att hantera alla de aspekter som behöver beaktas i nästa skede. En intervjuad teknisk specialist i hydrogeologi lyfter särskilt behovet av ytterligare och bättre samarbete mellan hydrogeologer, bergspecialister och projektörer av injekteringen, för att lösa projekteringsfrågor kopplade till hydrogeologi och tätning.

### 6.3.4 Utförandeprocess och byggskede

När byggskedet börjar ska alla framtagna planer och handlingar förverkligas. I idealfallet följer den projekterande konsultorganisationen med till byggskedet för att implementera de kontroller och tekniska lösningar som tagits fram, men detta är inte alltid fallet. Istället övertas arbetet ofta av byggledning och annan personal i den byggande organisationen. Denna övergång kräver ofta ett aktivt arbete med att föra över riskarbetet, så att rätt kontroller utförs, med rätt frekvens och på rätt sätt.

I denna fas är en välfungerande kommunikation central eftersom många nya aktörer med olika kompetens och erfarenhet involveras, liksom aktörer som inte har samma bakgrund

eller förståelse av riskbilden. Beställarorganisationen arbetar också intensivt med att hantera georisker under byggskedet eftersom eventuella fel ofta resulterar i stora kostnader. Ofta består denna hantering av georisker av reaktivt arbete (i motsats till proaktivt arbete). I slutändan kan stora resurser komma att läggas på att hantera de juridiska tvister som uppstår i de fall som georisker faller ut.

### 6.3.5 Drift- och underhållsskede (förvaltning)

Hur framgångsrik riskhanteringen varit under föregående skeden visar sig när anläggningen ska lämnas över till förvaltningen. Oavsett om merparten av riskerna fallit ut eller blivit släckta, behöver information om samtliga risker lämnas över till förvaltningen, vilket sker dels genom korrekt dokumentation och uppföljning i byggskedet, dels genom de inspektioner och besiktningar som utförs i samband med överlämningen (se även avsnitt 5.2.2). Denna information ligger sedan till grund för planerat drift och underhåll. De risker som fallit ut kan få betydelse för det kontinuerliga underhållet av anläggningen, vilket är mest uppenbart för hanteringen av inläckage av vatten. Där berget inte blivit tillräckligt tätat kan det inläckande vattnet påverka omgivningen under avsevärd tid, vilket kan kräva en kostsam infiltration för att återställa det grundvatten som dräneras bort, dessutom med en snabbare nedbrytningsprocess av konstruktionselementen som följd.

## 6.4 Riskhanterings praktik

### 6.4.1 Samordning i risklistor

I de studerade tunnelprojekten används s.k. *risklistor* för att dokumentera riskhanteringsarbetet och deras centrala roll för kommunikationen kring olika risker lyfts ofta fram i intervjuerna. En risklista är ett dokument som successivt fylls på med de risker som identifieras under projektets gång. En förutsättning för att inkluderas i listan är att någon roll i den egna organisationen har riskägarskap. Risklistor finns alltså både inom beställarens organisation som inom den projekterande konsultens organisation. Risklistorna kan innehålla olika risker på grund av olika riskägarskap. Risklistorna utgörs primärt av Excel-tabeller eller liknande verktyg, med kolumner för ursprunglig orsak och bedömningar av sannolikhet för utfall och konsekvensens storlek. Listorna inkluderar även när risken upptäcktes, vad åtgärdsplanen är om risken är för stor för att accepteras, samt vem som är ansvarig för åtgärden. Den information som förväntas dokumenteras för varje identifierad risk kan vara tämligen omfattande, och antalet risker i ett projekt kan uppgå till flera hundra. I risklistan blandas georisker med projektets övriga risker eftersom alla delar av projektet förväntas bidra med sina identifierade risker till risklistan.

Detta i syfte att kunna ge riskägaren (projektledare, projektchef, projekteringsledare, uppdragsledare) en sammanställning av alla identifierade risker i projektet.

Av intervjuerna framkommer att georiskerna i beställarens risklista inte utgör särskilt stor andel av det totala antalet risker i den risklistan. De georisker som förekommer hos beställaren avser mestadels övergripande effekter på projektet från markförhållandena på ett aggregerat plan. Information om georiskerna kommer normalt till beställaren från konsultorganisationen, eftersom det är hos den projekterande konsultorganisationen som det mesta av riskhanteringsarbetet avseende georisker utförs i praktiken.

#### **6.4.2 Rollen risksamordnare**

Risklistorna administreras av särskilt utsedda risksamordnare, vilket är en stödjande roll till riskägaren. Inom den projekterande konsultorganisationen kan stödfunktionen som risksamordnare vara integrerad med andra roller (ex. TA, biträdande uppdragsledare). Eftersom risklistorna både är långa, omfattande och svåröverblickbara, är det av betydelse att risksamordnaren arbetar strukturerat och är skicklig på att formulera sig tydligt.

Risksamordnaren inom den projekterande konsultorganisationen har som arbetsuppgift att samordna och dokumentera de tekniska riskerna för att sedan ta dem vidare till TA och projekteringsledare, samt därefter löpande dokumentera hur arbetet med riskerna fortskrider.

Hos beställarorganisationen framkommer det att risksamordnarens arbete kan utgöra ett stöd till projektchefen. Fokus hos beställarens riskhanteringsarbete ligger på olika osäkerheters effekt på projektets byggtid och kostnad.

#### **6.4.3 Det konkreta arbetet med risklistan**

Den generella uppfattningen hos de projekterande konsulterna är att risklistor är centrala verktyg i riskhanteringsarbetet. Arbetet med risklistan i den projekterande konsultorganisationen kan gå till så att vid månadsvisa möten med TA stämmer projekteringsledaren av de aktuella riskerna. Om beställaren har begärt det, överlämnas risklistan varje månad till beställaren. Beställaren kan få kontinuerlig tillgång till risklistan via ett digitalt verktyg. Vid möten mellan beställaren och den projekterande konsultorganisationen ligger dock fokus enbart på ett fåtal högt prioriterade risker. Vilka risker som prioriteras att lyftas fram till beställaren avgörs av konsultens projekteringsledare. Det framkommer att hos den projekterande konsulten identifieras enbart riskerna som är kopplade till konsultens uppdrag, medan beställaren anses ha ansvar för sina egna risker, även om gränsdragningen inte alltid är lätt att göra. Det förekommer viss frustration hos konsultorganisationen över att inte veta vem på

beställarsidan som är mottagare av konsultorganisationens risklista, och att inte heller veta hur informationen kring riskerna hanteras eller förs vidare inom beställarorganisationen.

Uppfattningen hos projekteringsledare hos den projekterande konsulten är att risklistan på ett sätt utgör grunden för konsultens uppdrag. Konsultens risksamordnare samordnar arbetet. I ett av de studerade projekten framgår att enbart topp 5 prioriterade risker diskuteras månatligen på möten med beställaren.

I slutet av projekteringsarbetet skickas en särskild risklista till beställaren som utgörs enbart av de risker som projekteringsorganisationen inte förmått släcka i det egna arbetet. En av konsulternas projekteringsledare beskriver hur dessa kvarvarande risker plockas ut från en egen intern risklista. I praktiken finns alltså fler än en risklista som risksamordnaren har att hantera. Avseende den konkreta kommunikationen så framgår i intervjumaterialet en utmaning med klassificeringen av prioriterade risker om man också ska beakta tid. En nära förestående mindre risk kan få hög prio-flagg för att den blivit akut tidsmässigt att hantera, medan en betydligt större risk längre fram, som skulle kräva åtskilligt med arbete för att åtgärda, kan få en lägre prioritet trots sin storlek.

#### **6.4.4 Utmaningar med risklistor**

I intervjuerna hur vi frågat hur arbetet med risklistor fungerat, när detta verktyg kommit på tal. I detta avsnitt redogör vi för de möjliga och reella problem som de intervjuade tagit upp.

En projekterande konsult inom berg, tillika TA, uttryckte viss skepsis inför arbete med risklistor, baserat på tidigare erfarenheter. Anledningen var en oro kring att risker kan förvanskas om de lämnas över till andra att dokumentera och följa upp. Konsultens sätt att komma runt det var att beskriva riskerna i ett eget avsnitt i slutet av det specifika projekterings-PM:et som risken rörde. I den beskrivningen beaktades både riskens sannolikhet och konsekvens, exempelvis genom att beskriva scenarion där det kan få allvarliga konsekvenser om produktionen stoppas och man måste backa och göra om designen.

Konsulten beskrev vidare diskussioner kring potentiellt dåliga beslut som kan påverka ekonomin under tunneldrivningen, eller vad som händer om designens giltighet överskrids. Ambitionen var att alltid inkludera lösningar eller åtgärder i PM:et, så att planer är förberedda ifall någon risk faller ut. Just i det aktuella projektet fungerade det dock relativt väl i arbetet med risklistan, enligt konsulten. Detta eftersom de involverade möts i längre riskworkshops där risklistan går igenom.

Avseende gränsdragningen mellan beställarens och projekterande konsults risker, så upplevdes gränsdragningen som svår hos konsulterna i de studerade projekten, och de fastnade ofta i diskussioner om beställarens risker, trots att dessa inte ingår i konsultuppdraget (dock ska sådana risker meddelas beställaren ifall beställaren inte har kännedom om risken sedan tidigare). Input till riskhanteringen kommer ofta från tidigare skeden, där man dokumenterat var det finns osäkerheter i underlaget, exempelvis på grund av otillräckligt med undersökningar.

I intervjumaterialet lyftes också upp ett annat problem med risklistor: att det vid tidsbrist eller när det finns många stora risker som behöver prioriteras, inte finns tid att diskutera de medelstora riskerna på risksamordnarens möten, utan fokus kan ligga exempelvis på topp 5, såsom beskrivits ovan. Det får till följd att hanteringen av vissa risker inte samordnas på det sätt som egentligen hade behövts för att komma fram till bra åtgärder som fungerar för alla teknikområden.

Det finns en skillnad mellan dels hur projekterande konsulter i en konsultgrupp på sina månatliga möten med risksamordnaren pratar om risker, dels hur projektörerna pratar om risker på sina teknikmöten med beställaren. En respondent anger att ”där [på teknikmötena] brukar vi inte prata om risk på samma sätt”. En annan respondent ger ett annat exempel på att vissa risker diskuteras i andra forum än i möten med risksamordnaren: när det finns behov att samordna projekteringen av injekteringen med bergteknik, så att uttagsordning och förstärkningslösningar synkar med den projekterade injekteringslösningen, diskuteras risken och åtgärder kopplade till detta snarare i projekteringsmöten med berörda projektörer, än i risksamordnarens möten. Sådana projekteringsmöten organiseras ibland från högre upp i organisationen och ibland på initiativ av projektörerna själva. Det innebär att det för vissa georisker finns andra kommunikationsvägar än via risksamordnarens möten.

## 7. DISKUSSION

### 7.1 Hur förstås risk i praktiken?

Samtidigt som de flesta intervjuade är medvetna om att de ingår i en eller flera riskhanteringsprocesser genom sina arbetsuppgifter och ansvarsområden förekommer också flera olika – tämligen skilda – uppfattningar om vad en georisk egentligen är. Hela fyra olika kategorier av betydelser kan ses i intervjumaterialet (se avsnitt 6.2). Att begreppet risk förstås olika, och därtill kommuniceras på olika sätt, skapar utmaningar för riskhanteringsarbetet, inte minst när risker ska samordnas och dokumenteras i centralt administrerade risklistor. Risklistorna blir svåra att överblicka och använda. Värderingen av olika risker, d.v.s. skattningen av sannolikhet och konsekvens för respektive risk, kan också bli missvisande, vilket i sin tur kan leda till sämre prioriteringar mellan risker.

I jämförelse med projektörens dimensioneringsberäkningar, där det finns gemensamt framtagna och vedertagna riktlinjer, är det uppenbart att det i de två studerade projekten saknades nomenklatur för såväl värderingen av risker, som dokumentationen av risker i risklistor och kommunikationen kring risker mellan olika aktörer. Någon form av branschgemensam riktlinje eller vägledning skulle sannolikt ge arbetet med risker och kommunikationen kring risker bättre förutsättningar. SGF:s metodbeskrivning och tillhörande vägledningar (se avsnitt 4.3) kan ge en grund, men de behöver i så fall kompletteras med vägledningar för hur dokumentation och kommunikation av riskhanteringsarbetet kan göras effektivt och verkningsfullt.

För svenskt undermarksbyggande i stort är det ett talande exempel att en stor offentlig beställare av undermarksanläggningar i Sverige använder en egen definition av risk i sitt policydokument, istället för att följa den internationella standarden ISO 31000 (se avsnitt 4.1). Det innebär att en konsult som arbetar i uppdrag åt den beställaren förväntas specialanpassa sitt arbete och sin kommunikation kring risker, exempelvis genom att ha en annorlunda riskbeskrivning, jämfört med om konsulten arbetat i ett projekt som följer ISO 31000. En sådan situation är knappast något som förenklar riskhanteringsarbetet, särskilt i ett läge där det redan verkar råda viss osäkerhet om vad en georisk egentligen är. Här skulle man på branschnivå önska sig att alla inblandade aktörer teoretisk förhöll sig till riskbegreppet på samma sätt, så att alla gjorde samstämmiga värderingar av sannolikhet och konsekvens förutsatt att de har samma information och bakgrunds-förståelse. I praktiken är förstås samstämmiga bedömningar svårt att uppnå, eftersom riskbedömningar också bygger på enskilda aktörer och individers specifika kunskap och erfarenhet. En viss spridning i resultatet är därför att förvänta och även acceptabelt. Samma sak gäller för övrigt vanligt dimensioneringsarbete där olika ingenjörer kommer att komma fram till något olika lösningar, även om de har exakt samma information om

markförhållandena och använder samma standarder, exempelvis för att ingenjörerna bedömer osäkerheten om markförhållandena på olika sätt.

En mer gemensam nomenklatur kring risker och riskarbete i undermarksbyggnad, i kombination med en tydligare beskrivning av hur kommunikationen kring i första hand georisker bör te sig, skulle kunna fungera som ett första steg i riktning mot branschgemensamma riktlinjer.

## 7.2 Centraliserat eller decentraliserat riskarbete?

Att det finns olikheter i hur risker uppfattas och hur riskarbete genomförs har vi beskrivit ovan, men det finns också likheter. Det är exempelvis flera av de intervjuade som beskriver själva projekteringsarbetet, d.v.s. dimensioneringen av anläggningen, som ett sätt att arbeta med risk. Miniriskmetoden med den klassiska riskmatrisen (sannolikhet multiplicerat med konsekvens som ger ett riskvärde) är också välbekant för många som arbetat med utformning och dimensionering av tunnlar. Dessutom är grundfrågeställningarna i dimensioneringen – att minska problem och farliga situationer som kan uppstå under byggnation och drift – detsamma sedan lång tid tillbaka.

Vi ser också att organisering av riskarbete med speciellt utsedda centrala risksamordnare (eller *risk managers* som de ibland kallas internationellt) som arbetar med workshops och centralt sammanställda risklistor, är rekommenderat och etablerat inom såväl den svenska och internationella projektledningslitteraturen, som i projektledningsstandarder. Som den här studien visar, är arbetet med samordningsmöten, workshops och risklistor som sköts av risksamordnare också relativt etablerat i praktiken inom olika tunnelprojekt i Sverige, även om branschgemensamma rutiner och riktlinjer ännu saknas.

Att antalet samordnande roller i bygg- och anläggningsprojekt ökat under senare år är välkänt (Karrbom Gustavsson, 2018). Ett skäl till detta är att beställarna vill ha ökad kontroll och möjlighet till styrning under projektets gång. En respondent hävdar att detta – åtminstone inom svensk tunnelbyggnad – delvis beror på att de stora projekterande konsultbolagen tappat seniora projektörer, som tidigare självmant stod för samordningen. En annan bidragande orsak kan vara att såväl beställare som utförare allt oftare förordar att genomföra komplexa projekt i samverkan (projektpartnering). Då initieras ofta gemensamma workshops. Samverkan kan bidra till riskarbetet genom att dra nytta av beställarens och utförarens strukturkapital (d.v.s. organisatoriska kunskap), och samtidigt göra projekten mindre beroende av enskilda individers kunskaper och erfarenheter.

Ett alternativ till att ha centralt utsedda risksamordnare, återkommande risksamordningsmöten, gemensamma riskworkshops och centralt administrerade risklistor, är att ha en mer decentraliserad organisation, som bygger på ökad autonomi. Då läggs mer ansvar på

enskilda individer/roller, d.v.s. en specifik TA, projekteringsledaren, projektledaren eller projektchefen. En sådan strategi kräver att varje roll har kunskap, mandat och erfarenhet. Dessutom ska rollen ges rätt förutsättningar att inhämta information om olika risker och ha förmågan att värdera informationen, samt kommunicera den vidare på ett strukturerat sätt. En mer decentraliserad strategi bygger också på att det finns ett upparbetat förtroende mellan beställare och utförare, något som inte alltid finns i praktiken. Så länge beställaren inte kan lita på att leverantören (den projekterande konsulten) alltid sätter projektets bästa i centrum kommer behoven av kontroll- och styrmekanismer att finnas, även om de, från utförarens perspektiv, är omständliga och tar mer tid i anspråk.

En aspekt av samordning kring risklistorna, som inte nämns specifikt av respondenterna, men som skulle kunna ge problem i andra fall, är när olika projektörer har olika behörighet att ta del av säkerhetsskyddsklassad information (enligt säkerhetsskyddslagen (2018:585), 4 kap.). Olika personer får i sådana fall olika tillgång till information i handlingar och risklistor. Även om detta inte förefaller vara en upplevd utmaning i de studerade projekten, finns det skäl att anta att det kan påverka riskhanteringsarbetet i vissa komplexa anläggningsprojekt.

Ytterligare en potentiell utmaning kopplad till samordning av risker med hjälp av risklistor är hur aktörerna ska hantera risker med mycket olika storleksordning på sannolikheterna, när aktörerna blandar risker från olika delar av ett tunnelprojekt. Vissa georisker kan vara fullständigt oacceptabla om de inträffar med större sannolikhet än 1 / 1000, medan allt under 1% sannolikhet kan vara oväsentligt att ens prata om inom andra verksamhetsområden. De sannolikhetsklasser som används i bedömningen av riskens storlek i risklistan kan då bli svår att fastställa så att de ger tillräcklig upplösning över det relevanta sannolikhetsspannet.

Ett annat intressant resultat av intervjuerna är då det pekas på brister i förtroende och samverkan dels mellan olika kontraktsparter (beställare och projekterande konsultföretag), dels mellan olika discipliner inom samma projekterande konsultorganisation. Effekten blir att varje teknikslag/disciplin tenderar att fokusera enbart på "sina" georisker, medan de georisker som ligger i gränslandet mellan två teknikområden/discipliner riskerar att falla mellan stolarna. Bristfällig kommunikation av georisker kan på detta sätt vara en risk i sig.

Utmaningarna att identifiera risker i gränslandet mellan olika teknikområden/discipliner är också beroende av projektets och organisationernas storlek. Det kan vara svårt som enskild projektör (individ) att identifiera risker som ligger i utkanten av det egna ansvarsområdet/disciplinen, eller som är av mer abstrakt karaktär. Den projekterande konsultens projekteringsledare och beställarens projektledare är två exempel på roller som här kan fylla en viktig funktion som brygga mellan discipliner och organisationer.

Även seniora projektörer kan bidra till detta, genom sin erfarenhet från att ha hanterat komplexa gränssnitt i tidigare projekt. Sådana personers förmåga att fånga upp, samordna och/eller vidarebefordra risker mellan discipliner, mellan organisationer, och inom respektive organisation kan vara avgörande för en framgångsrik hantering av georisker. I ett stort och komplext tunnelprojekt behöver därför resurser läggas på att koordinera och samordna mellan olika teknikområden/discipliner och anläggningsdelar, samt mellan beställarorganisation och projekterande konsultorganisation, för att riskerna succesivt ska följas upp. Detta gäller oavsett om dessa möten har formatet riskworkshop eller ett klassiskt teknikororienterat möte. Eftersom den projekterande konsultorganisationen har fler uppgifter än att identifiera georisker, skulle arbetet med riskhantering troligen underlättas av en tydlig återkoppling från beställaren kring hur riskerna hanterats. En sådan återkoppling ger projekteringsarbetet ett tydligare värde vilket i förlängningen leder till att det prioriteras högre.

### 7.3 Gränser och gränsöverskridanden

#### 7.3.1 Teoretiska begrepp i diskussionen

För att bättre förstå organisering, risker och kommunikation i tunnelprojekt, och hur kommunikation kring georisker fungerar och bäst kan organiseras, kan teoretiska begrepp som *gränser*, *gränsöverskridanden*, *gränsgångare*, *gränsobjekt* och *gränsaktiviteter* vara till hjälp (Karrbom Gustavsson och Gohary 2012; Kerosuo, 2006).

När ett projekt initieras av beställaren skapas gränser. Det kan exempelvis vara gränser för vad som ingår i projektet/uppdraget och inte. Val av entreprenadform och upphandlandet av konsulter respektive entreprenörer skapar också gränser för vilka som är beställare och utförare, vilka som är interna och externa, vilka som har vilket ansvar, o.s.v. En förutsättning för att projekt ska fungera är alltså att olika gränser skapas. Exempelvis behöver olika faser definieras, ansvarsområden förtydligas, roller etableras; det riskeras annars att projektet blir fullständigt kaos. Samtidigt behöver gränser också överskridas eftersom olika discipliner behöver samarbeta och dela kunskap och information. Förtroenden behöver också byggas mellan olika parter i ett avtal och tekniska lösningar behöver implementeras på systemnivå för att en komplex tunnellsättning ska kunna utvecklas och levereras. Ett lyckosamt genomförande av ett tunnelprojekt innebär alltså att gränser först skapas, och sedan överskrids.

Begreppen *gränsgångare*, *gränsobjekt* och *gränsaktiviteter* kan användas för att tolka, förstå och förbättra gränsöverskridanden och därmed kommunikationen.

- Med *gränsgångare* menas individer som har förmågan att förstå förutsättningarna på båda sidor om en gräns och som förmår att bygga förtroenden och därigenom

kan förena olika sidor kring en fråga, ett problem. Grängångarna kan med trovärdighet gå fram och tillbaka över en eller flera gränser.

- Med *gränsobjekt* menas artefakter (icke-mänskliga ting) som kan förstås och användas på båda sidor om en gräns och som därmed kan bära och förmedla kunskap och information över gränsen. Exempel på gränsobjekt kan vara ritningar, modeller, listor, rutiner och checklistor.
- Med *gränsaktiviteter* menas sådana aktiviteter där aktörer från båda sidor om en gräns kan mötas och dela erfarenheter, t.ex. möten och workshops.

### 7.3.2 Gränsöverskridanden under projektering i tunnelprojekt

Gränser som skapas under projektering av tunnelprojekt är ofta lika mellan olika projekt, men inte helt identiska. Beställarna, vilka är de som makt över hur projekten ska organiseras, utgår ofta från hur liknande projekt vanligen organiseras enligt etablerad branschpraxis. Utgångspunkten för organiseringen av tunnelprojekt i Sverige följer i praktiken ofta Trafikverkets rutiner, mallar och regelverk och hur Trafikverket som en stor beställare och ledande branschaktör inom tunnelbyggande vanligen organiserar liknande tunnelprojekt.

Intervjuerna i den här studien visar att en avgörande gräns för en välfungerande kommunikation av georisker mellan beställare och den projekterande konsultorganisationen är den organisatoriska och avtalsmässiga gränsen som skapats mellan projektledare (beställare) och uppdragsledare (utförare). Uppdragsledaren kommunicerar de av projektörerna identifierade och prioriterade tekniska och omgivningspåverkande riskerna till projektledaren vid möten och via risklistan. Vilka risker som i praktiken lyfts till projektledaren på möten avgör uppdragsledaren utifrån vald prioriteringsprincip. Övriga risker som finns dokumenterade i risklistan lyfts inte, och riskerar därmed att inte uppmärksammas. Om, hur och när de lyfta riskerna sedan ska hanteras av beställaren beslutas av projektledaren. Det innebär att beställarens projektledare och konsultens uppdragsledare har nyckelroller för gränsöverskridandet – kommunikationen – gällande georisker. Eftersom georiskerna dokumenteras i risklistan och lyfts vid möten är risklistan ett centralt gränsobjekt och mötena blir centrala gränsaktiviteter.

Det har i intervjuerna framförts viss kritik mot risklistan, främst från de projekterande konsulterna. Det gäller dels att risklistan förväntas innehålla alla typer av risker, och därmed blir listan alltför omfattande och otydlig, dels vem/vilka på beställarsidan som faktiskt får och tar till sig, och för vidare den information som risklistan förmedlar. Samtidigt som de projekterande konsulterna främst uppmärksammar risker kopplade till teknik och omgivningspåverkan, uppmärksammar beställaren främst risker kopplade till tid och ekonomi. De olika uppfattningarna av risker utgör därför en gräns i sig. Medan

risker på beställarsidan förknippas med projektets tid och ekonomi, förknippas risker på konsultsidan med teknik och omgivning.

Hur gränsöverskridandet mellan beställare och konsultorganisation i fråga om georisker fungerar är alltså till stor del avhängigt beställarens projektledares och den projekterande konsultens uppdragsledares kompetenser, förmågor och relation, risklistans utformning och funktion samt mötenas utformning och genomförande.

Intervjuerna visar också att det skapats gränser inom den projekterande konsultorganisationen som försvårar en effektiv kommunikation kring georisker. De olika disciplinerna kommunicerar inte självklart mellan varandra, utan främst inom respektive disciplin. Exempelvis har det lyfts fram att hydrogeologer och injekteringsspecialiser inte självklart når fram till varandra med information från respektive disciplin, vilket kan förklaras av de organisatoriska stuprör som skapats mellan olika discipliner. De faktorer som lyfts fram i intervjuerna som möjliga orsaker till bristande kommunikation i konsultorganisationen är utbildningsbakgrund respektive om det finns internationellt etablerade mallar och rutiner inom den specifika disciplinen eller inte. Ett konkret exempel är när ansökan om miljötillstånd ska tas fram och det finns en mängd olika rapporter, som tas fram i stuprör och som slutligen ligger till grund för ansökan. Enligt en respondent är situationen sådan att det ”i dagsläget är täta skott mellan olika kompetensområden”.

Hur gränsöverskridandet inom den projekterande konsultorganisationen i fråga om georisker fungerar är alltså till stor del avhängigt förmågan att samarbeta med andra discipliner – interdisciplinärt samarbete – men även TA:s, projekteringsledarens och risksamordnarens kompetens att kombinera kompetenser, samt deras förmåga att bygga tvärdisciplinära relationer och därmed ta rollen som gränsöverskridare. Att skapa gränsobjekt och gränsaktiviteter som kombinerar och för samman olika discipliner förefaller också vara en möjlig väg framåt.

### 7.3.3 Gränser och gränsöverskridanden – resultat

Projekteringen har följt projekteringsprocessen (se Figur 4 i kap. 5). I utredningsskedet utreddes bl.a. olika lokaliseringalternativ. Där medverkade beställare, samhällsplanerare och andra samhällsekonomiska experter. Enligt intervjuerna (avsnitt 6.3.1) var det samhällsekonomiska perspektivet styrande valet av lokalisering. Det enda med geoteknisk bäring som skulle kunna stoppa det mest samhällsekonomiskt lönsamma lokaliseringalternativet var om det bedömdes finnas ”geotekniska showstoppers”, exempelvis mycket svårhanterliga problem med bergets kvalitet. Redan under planeringen pågår alltså flera gränsaktiviteter där olika discipliner och experter – gränsgångare – samarbetar kring tunnelns lokalisering.

I systemhandlingsskedet togs järnvägsplanen fram, miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) gjordes och parallellt med att projektörer i bergteknik och ingenjörsgéologer

dimensionerade tunnelkonstruktionen tog projektörerna inom hydrogeologerna fram ansökan om miljötillstånd. Vid större arbeten under grundvattenytan krävs ett miljötillstånd enligt miljöbalken och beroende på hur tillståndet utformas skapas olika förutsättningar och frihetsgrader för dimensionering och tätning av tunneln. Såväl järnvägsplan som MKB och miljötillståndsansökan kan ses som gränsobjekt under projektering, eftersom de följer projekteringsprocessens olika skeden och flyttar kunskap och information över gränser. När miljötillståndet erhållits kan även det ses om gränsobjekt eftersom det länkar samman projektering och produktion av tunneln.

Om miljötillståndet tidigare uppfattats som en rutinsak har miljötillståndet under senare år kommit att uppfattas allt mer som en strategisk fråga för tunnelprojektets beställare och projekterande konsulter, eftersom det sätter ramarna för hur mycket grundvattenpåverkan, specifikt inläckage, som tillåts under produktion och drift och därmed även vilken flexibilitet i fråga om metod som kan väljas för tätning av berget, och därmed även hur mycket tunnelprojektet kommer att kosta. Hydrogeologernas arbete inför miljötillståndet ses numera av beställaren som en fråga av högsta strategiska betydelse för tunnelprojektets tidplan och slutkostnad.

Under bygghandlingsskedet arbetar respektive teknikområde/disciplin med sin specifika del av projekteringen. Medan bergteknikerna dimensionerar konstruktionen utifrån sina prognoser och beräkningar, har injekteringsprojektörerna fullt upp med injekteringsdesignen utifrån sina förutsättningar. Varje teknikområde/disciplin arbetar relativt enskilt och utan direkt samordning med andra teknikområden. De gränser som skapats mellan respektive teknikområde överskrids alltså inte självklart under projekteringen, utan varje TA rapporterar eventuella georisker från sitt specifika teknikområde direkt till projekteringsledaren vid projekteringsmöten och georiskerna dokumenteras i risklistan av risksamordnaren.

Gränsen mellan beställarorganisationen och den projekterande konsultorganisation överskrids i samband med projekteringsmöten. Dessa möten kan ses som exempel på gränsaktiviteter och då medverkar både beställarens projektledare och konsultens projekteringsledare, vilka båda kan ses som gränsgångare. I samband med dessa möten kommunicerar projekteringsledaren de fem mest prioriterade riskerna till beställaren och en del av risklistan (den del som beskriver de fem mest prioriterade riskerna) utgör alltså ett gränsobjekt.

#### **7.4 Riskhanteringsens olika skepnader**

Som resultat av intervjuerna kan vi urskilja riskhanteringsarbete i åtminstone fem olika skepnader i de studerade stora bergtunnelprojekten:

- Beställarorganisationens direkta riskhantering av projektet
- Hydrogeologens riskhantering inför ansökan om miljötillstånd

- Konsultorganisationens interna riskhanteringsarbete
- Projektörens individuella riskbaserade dimensioneringsarbete
- BAS-P:s samordning av arbetsmiljörisker

Uppdelningen i olika skepnader syftar till att belysa att riskhanteringsarbetet i de studerade tunnelprojekten sker runt olika nav i organisationen. Mellan naven är det begränsad insyn om och förståelse av varandras perspektiv, insikter och prioriteringar (ordet *begränsad* anspelar här medvetet på föregående avsnitts diskussion om gränser). Alla skepnaderna är dock en del av projektets sammanlagda riskhanteringsarbete, som i grunden ägs och styrs av beställaren. De fem skepnaderna illustreras i Figur 7 och diskuteras i det följande.

#### 7.4.1 Beställarorganisationens direkta riskhantering av projektet

Beställaren kan organisera ett riskhanteringsarbete för att hantera sina egna projektrisker. Med projektrisker avses här potentiella negativa händelser som kan påverka möjligheten att uppnå projektets mål, framför allt påverkan på tidplan och kostnader. Detta avser inte enbart georisker, utan kan även avse vitt skilda risker från många olika områden.



Figur 7. Ellipserna söker illustrera riskhanteringsens fem olika skepnader i tunnelprojekt. Det finns tre större skepnader, vilka involverar många personer (och representeras av heldragen linje), samt två mindre skepnader, vilka är enmans- eller fåmansarbeten (streckad linje).

Exempel på detta är risker kopplade till samordning med andra samhällsaktörer såsom kommunen, eller juridiska risker kopplade till problem med detaljplan och järnvägsplan. Ansvaret för arbetet att hantera riskerna ligger på projektchefen, som dock kan delegera ansvaret för att åtgärda icke acceptabla risker till någon annan. Projektchefen blir då riskägare för dessa risker, enligt den terminologi som används i ISO 31000 (se avsnitt 4.1).

Projektchefen kan ha en stödfunktion i form av en risksamordnare, som har som uppgift att säkerställa att projektets risklista hålls uppdaterad samt kalla till möten med relevanta personer i beställarens organisation som bedöms kunna bidra till riskhanteringsprocessen. Risksamordnaren kan också ha kontakt med uppdragsledaren för det konsultföretag som leder projekteringen. I det mötet får beställarens risksamordnare information om vilka risker som den projekterande konsulten identifierat men lyckats åtgärda själv, samt vilka risker som är kvarstående. Informationsöverföringen kan exempelvis ske genom att migrera risker från konsultorganisationens egen risklista till beställarens risklista. Alternativt får beställaren kunskap om konsultorganisationens kvarstående risker genom konsultens leveranser (se vidare avsnitt 7.4.3 nedan), vilket dock ställer större krav på beställaren att verkligen fånga upp de relevanta riskerna bland all annan information som levereras.

En annan möjlighet är att beställaren har en anställd eller anlitad riskspecialist, som är kunnig inom riskhantering generellt, istället för att enbart ha en administrativ risksamordnare. Riskspecialisten kan stödja i riskhanteringsprocessen. Varken riskspecialisten eller risksamordnaren har normalt den tekniska kompetensen inom bergbyggnad för att på djupet förstå och bedöma georisker.

Hos en av beställarna i de två studerade projekten finns även interna tekniska specialister, som dels ger stöd och råd åt beställarens projektledare under projektet, dels succesivt ska kvalitetssäkra leveranserna från de projekterande konsulterna och kontrollera dem mot gällande regelverk. Deras arbete skapar bättre överblick och möjlighet till att arbeta långsiktigt, men kan ibland innebära en motsättning mellan rollerna som stöd och kontrollant, då en teknisk lösning som är snabb och billig inte alltid lever upp till kvalitetskraven i beställarens regelverk och därmed ändå behöver underkännas av specialisten. Eftersom en entreprenör inte kan bygga baserat på underkända handlingar, så har beställarens tekniska specialist ett formellt mandat att hantera risker kopplade till kvalitén på anläggningen (dock begränsat till när det krävs ett godkännande av konstruktionsredovisning).

## 7.4.2 Hydrogeologisk riskhantering i tillståndsprocessen för miljödom

Inom beställarorganisationen sker även ett annat riskhanteringsarbete som ligger utanför beställarens direkta riskhantering, nämligen arbetet med att hantera projektets utmaningar med miljötillståndet. Rent konkret handlar detta om att projektet ska ges rimliga krav i miljödomen. Detta beror på att det ofta råder stora osäkerheter om hur stort inläckaget av grundvatten kommer bli under tunnelns bygg- och drifttid, liksom hur stora konsekvenserna på omgivningen blir av ett sådant inläckage.

Riskerna som hanteras är ofta inte enbart tekniska georisker, utan det finns även en juridisk dimension på dem. Om miljödomen skulle ställa förhållandevis hårda krav (på exempelvis tillåtet inläckage), trots att det inte är motiverat av faktisk miljöpåverkan, innebär det att mycket tid och resurser sannolikt kommer att behöva läggas på att tätta tunneln, trots att samhälls- och miljönyttan med tätningen är tveksam. Att å andra sidan som beställare yrka på förhållandevis låga krav (i jämförelse med genomsnittlig miljödom) skulle medföra en risk att domstolen helt avfärdar yrkade kravnivåer och villkor, och istället fastslår krav på ett för beställaren oväntat format.

Hydrogeologisk riskhantering hos beställaren handlar om att navigera bland dessa frågeställningar och ta fram ett underlag för miljödomstolen, så att miljödomen ger ett tillstånd där inläckagekraven ger acceptabelt skydd för miljön utan att vara onödigt kostnadsdrivande för tätningen. En utmaning i arbetet är att det kräver stor framförhållning på grund av de långa juridiska processerna. Samtidigt saknas generellt etablerade rutiner och fastlagda strategier för hur tillståndsansökan ska tas fram för att ge relevanta och genomförbara krav och villkor, vilket gör att det ofta blir olika tillvägagångssätt i ansökan i olika projekt. Erfarenheten har också varit att det är svårt att förutspå hur miljödomstolen ska resonera, vilket skapar stor osäkerhet i arbetet. I jämförelse med den projekterande konsultens arbete, där konsulten under arbetets gång kan stämma av den tekniska lösningen med beställarens tekniska specialist, finns ingen motsvarande motpart för beställarens hydrogeolog hos domstolen, som kan ge en indikation om hur strategin i tillståndsansökan kan komma att tas emot av domstolen. En del av det hydrogeologiska riskhanteringsarbetet tas senare över av projektören av injekteringsdesignen (se vidare avsnitt 7.4.4).

En svårighet i kommunikation mellan hydrogeologer och övriga teknikslag/discipliner är skillnader i utbildning och bakgrund, arbetssätt och i regelverk. Detta exemplifieras tex med de huvudsakliga skillnaderna mellan hydrogeologernas och bergsspecialisternas arbete. Bergsspecialisternas arbete kan beskrivas som *dimensionering*, d.v.s. att föreslå en konstruktions tekniska utformning så att den uppfyller ställda säkerhetskrav, medan hydrogeologernas arbete snarare kan beskrivas som en riskbedömning för att beskriva och analysera möjlig påverkan av tunnelprojektet på omgivningen. En bidragande orsak

till denna skillnad kan vara att bergsspecialister normalt har en byggvetenskaplig ingenjörutbildning, där stort fokus under utbildningen ligger på just dimensionering av olika typer av byggnadsverk. Många hydrogeologer har, i motsats, en naturvetarutbildning eller en ingenjörutbildning i miljö och vattenteknik. Även projektören av injekteringsdesignen har normalt gått en byggvetenskaplig ingenjörutbildning.

En annan orsak till kommunikationssvårigheterna kan vara att tunneltätning genom injektering i hårt sprickigt berg är ett relativt smalt forskningsområde internationellt, samtidigt som injekteringsbrukets beteende inuti berget är svårt att beskriva och därmed behäftat med stora osäkerheter. Det gör att tillgängliga metoder för injekteringsdesign inte är lika väletablerade och standardiserade som de metoder som bergsspecialisterna använder för att dimensionera bergförstärkningen. Som belägg för detta kan nämnas att dimensionering av grundvattenkontrollåtgärder infördes som eget kapitel i den europeiska geotekniska dimensioneringsstandarden Eurokod 7 först i dess 2:a generation, som nyligen publicerades (EN1997-3 (SIS 2025)), och då enbart för ovanmarkskonstruktioner.

### 7.4.3 Konsultorganisationens interna riskhanteringsarbete

Den projekterande konsultorganisationens interna riskhanteringsarbete syftar dels till att samordna de individuella projektörernas / disciplineras frågeställningar och dimensioneringsproblem när de påverkar varandra, dels till att värdera vilka identifierade risker i konsultuppdraget som kan komma att påverka beställaren och därför behöver kommuniceras med beställaren. Även uppdragsledningens icke-tekniska risker ingår. Baserat på intervjuerna kan man urskilja två delvis åtskilda riskhanteringsprocesser: en mer formell process som sköts av risksamordnare och en mer informell process som löper vid sidan av och sköts av enskilda projektörer.

Såsom vi redogjort för i avsnitt 6.4, utgör den så kallade risklistan ett centralt verktyg för att dokumentera riskhanteringsarbetet i det formella riskhanteringsarbetet, där detta arbete drivs framåt av risksamordnaren. Det praktiska arbetet med risklistan sker i specifika möten avsatta för riskhantering, där TA och uppdragsledningen normalt ingår och mötets resultat dokumenteras av risksamordnaren genom att risklistan uppdateras. För dessa risker kan uppdragsledaren ses som *riskägare* (definierad i avsnitt 4.1). Under mötet går man igenom status på risklistans risker med berörda TA. Uppdragsledningens icke-tekniska risker kan diskuteras separat med uppdragsledaren utanför mötet. Risker som berör beställaren tas sedan upp i de leveranser som görs till beställaren eller genom att beställarens risksamordnare får en risklista migrerad till sig eller delad på annat sätt. Av särskild vikt är så kallade *kvarstående risker* som projektörerna inte förmått minska

till acceptabel nivå genom projekteringsarbetet, utan där man behöver hitta lösningar under byggskedet. Eftersom de risklistor som levereras till beställaren inte innehåller samtliga risker som konsulorganisationen hanterat, kan det i praktiken finnas flera olika versioner av risklistan med delvis olika risker, beroende på vem som tar del av den.

En utmaning i det praktiska riskhanteringsarbetet i ett tunnelprojekt är att veta hur tekniska risker och andra projektrelaterade risker ska särskiljas, och det finns här ett möjligt problem i att en risksamordnare eller annan person kan tolka riskerna på ett sätt som inte var avsett, och som får beskrivningen av riskerna att ändras eller förvanskas, innan det är skarpt läge i produktionen. Ett uttryck för detta gavs i intervjumaterialet (avsnitt 6.4.4), där en projektör helst önskade presentera “sina” risker specifikt i “sitt” PM, för att undvika detta problem. En möjlig lösning som projektören nämner kan vara att skapa en risklista med enbart georisker eller att det finns ett sätt att markera dessa risker i risklistan. Nu ”klumpas de ihop” med andra risker och riskerar att försvinna i mängden, menar projektören.

Parallellt med det formella riskhanteringsarbetet hanteras georisker även i andra forum, utan att detta riskhanteringsarbete involverar risksamordnaren och risklistan. Ett typiskt exempel är när en projektör inser att olika teknikområdets tekniska lösningar behöver samordnas. Då diskuteras risker kopplade till detta snarare i projekteringsmöten med berörda projektörer istället för av TA på risksamordnarens möten. Sådana möten kan ske både på projektörens eget initiativ eller på uppdragsledningens. Här ses en kollision mellan det inarbetade arbetssätt som projektören traditionellt har och införlivandet av en projekt- eller uppdragsgemensam riskhanteringsmetodik där alla risker ska sammanställas av risksamordnaren. Även BAS-P kan ha egna aktiviteter kopplade till projektörens riskhantering (se nästkommande avsnitt).

#### **7.4.4 Projektörens individuella riskbaserade dimensioneringsarbete**

Många georisker både identifieras, analyseras, utvärderas och åtgärdas inom ramen för projektörens dimensioneringsarbete. Det är många olika frågeställningar som behöver beaktas när en bergtunnel dimensioneras; principiellt kan de övergripande delas upp i bergmekaniska och bergtekniska frågor å ena sidan, och hydrogeologiska frågor och injekteringsdesign å andra sidan. Den riskhantering som sker inom ramen för dimensioneringsarbetet är dock principiellt likartad i båda områden. Riskhanteringen utgör en integrerad del av projektörens dagliga arbete att ta fram designlösningar som ska fungera, trots en stor osäkerhet om bergmassans egenskaper och förväntade beteende. Arbetet innebär att osäkerheter och hot som påverkar den tänkta designlösningens lämplighet identifieras och analyseras med olika verktyg, exempelvis analytiska och numeriska beräkningar. Baserat på resultatet av analysen justerar projektören

designlösningen så den fungerar inom det som bedöms som rimliga antaganden om bergmassans egenskaper.

Även frågeställningar som berör tunneldrivningens ekonomiska aspekter beaktas. Normalt behöver det sedan under byggskedet verifieras att bergmassan verkligen uppfyller de antaganden som gjorts, för att designen ska anses uppfylla säkerhetskraven (för stabilitetsfrågor) och inläckagekraven (för tätningsfrågor). Det finns därmed kvarstående risker från dimensioneringen som behöver åtgärdas i byggskedet. Detta görs normalt genom att projektören förbereder olika kontrollplaner för vilka mätningar eller andra observationer som behöver utföras i byggskedet. Det kan avse att identifiera de verkliga bergförhållandena och visa att tunnelkonstruktionens beteende är såsom förväntat, eller att mäta mängden inläckande grundvatten. Värt att notera är att projektörens dimensioneringsarbete traditionellt inte benämns och beskrivs med riskhanteringsterminologi.

För de risker som den enskilde projektören omedelbart kan åtgärda genom justerad utformning, kan projektören ses som riskägare. Mer komplicerade risker som inte direkt kan åtgärdas, kommuniceras till risksamordnaren i stående möten, där teknikansvariga och eventuellt utvalda projektörer medverkar. Såsom beskrivs i intervjumaterialet, utgår man i sådana möten från risksamordnarens risklista. Man går igenom statusen på identifierade risker, lägger in nya, och redogör för utförda riskreducerande åtgärder. Det verkar dock hos vissa projektörer finnas en tveksamhet i att ett sådant tillvägagångssätt leder till en bra hantering av georiskerna. Detta kan leda till att projektörens eget arbete med georisker inte fullt ut integreras med konsultorganisationens övriga riskhanteringsarbete, d.v.s. det som sköts av risksamordnaren. I sådana fall kan vissa risker komma att hanteras i separata informationsflöden, exempelvis genom egna möten med andra projektörer där inte risksamordnaren medverkar eller genom att risken dokumenteras enbart i projekterings-PM, för att den inte ska förvanskas. Förtroendet för risksamordnarens kompetens och förmåga att driva på riskhanteringsarbetet verkar vara centralt för en välfungerande process.

En särskild aspekt av projektörens riskhanteringsarbete är GK3-granskningen, som innebär att man tar hjälp av en extern person att granska dimensioneringen av särskilt riskfyllda konstruktionsdelar (se även avsnitt 6.3.2). GK3-granskningen kan teoretiskt ses som en standardiserad riskhanteringsåtgärd som rutinmässigt genomförs för att minska risken kopplad till mänskliga fel. Ett liknande resonemang kan göras för så kallade oberoende granskningar av dimensioneringen.

#### 7.4.5 BAS-P:s samordning av arbetsmiljörisker

Beställaren har ett övergripande ansvar att förebygga arbetsmiljörisker. Det sker bl.a. via rollen BAS-P, som beställaren ska utse enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter. BAS-P har i uppgift att samordna projektörernas arbete för att minska arbetsmiljörisker. En del av dessa arbetsmiljörisker kan härröra från georisker. Intervjuerna som vi gjort med BAS-P (och dess biträdande roller) indikerar att detta arbete kan vara mer eller mindre integrerat med risksamordnarens arbete. Det är idag otydligt vilken roll BAS-P ska ha i relation till både beställarens och konsultens respektive risksamordnare och huruvida identifierade arbetsmiljörisker ska inarbetas i risksamordnarens risklista eller inte. Ur projektörens synvinkel skulle detta kunna uppfattas som rörigt och onödigt, exempelvis ifall BAS-P och risksamordnaren kallar till egna separata riskworkshops för att diskutera projektörens risker.

## 8. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

### 8.1 Slutsatser

Syftet med den här studien var att undersöka, identifiera och kartlägga kommunikationen kring georisker i bergtunnelprojekt och vidareutveckla rådande praxis och riktlinjer. Vi har gjort detta genom att intervjua olika respondenter i (främst) två pågående bergtunnelprojekt i Sverige under perioden 2022–2025 med frågor kring hur de uppfattar att riskhanteringsarbetet avseende specifikt georisker sker i praktiken i deras dagliga arbete. Vi har fokuserat på roller hos beställaren och projekterande konsultorganisation, men inte fokuserat på kopplingen till entreprenörens riskhanteringsarbete.

Resultatet av intervjuerna tecknar en bild av hur olika roller kommunicerar information om georisker till andra roller i tunnelprojekten. Ofta handlar kommunikationen om identifierade problem som inte en enskild roll kan lösa på egen hand, utan som berör mer än ett teknikområde/disciplin. Då behöver georiskerna lyftas till ett forum där dess frågeställning dels kan samordnas, dels värderas i syfte att hjälpa projekt- eller projekteringsledningen hos beställare respektive konsultorganisationen att prioritera bland de frågeställningar som behöver lösas. I de två studerade tunnelprojekten har detta landat i att samordningen i den egna organisationen fått administreras av den relativt nya rollen *risksamordnare*. Beställarens projektledare och den projekterande konsultorganisationens projekteringsledare har alltså varsin risksamordnare som stöd i riskarbetet.

Risksamordnarens främsta verktyg är risklistan, som ska samla och beskriva organisationens samtliga identifierade risker, inklusive bedömd allvarlighetsgrad, samt dokumentera eventuella åtgärder som beslutats. Från intervjuerna framkommer att det i praktiken kan finnas flera risklistor i ett projekt, ibland delvis överlappande, beroende på vad syftet med listan är. Vissa risklistor är aktiva dokument eller databaser som kontinuerligt uppdateras, medan andra kan vara en del av en leverans från konsultorganisationen till beställaren, exempelvis en lista med kvarstående risker som konsultorganisationen inte kunnat projektera bort. Från intervjuerna framkommer det dock att kommunikationen av georisker inte enbart går via risksamordnaren, utan att parallella kommunikationsvägar också finns. Dessa kan uppstå spontant när problem behöver lösas, exempelvis genom att georisker diskuteras projektörer emellan på projekteringsmöten.

Intervjuerna visar också att arbetet med risksamordningen genom dokumentation i risklista inte ses som odelat positivt av alla. Ett grundproblem kan vara att de inblandades teoretiska förståelse för det tämligen abstrakta begreppet risk varierar kraftigt från person

till person, vilket kan göra kommunikationen otydlig. Andra, mer praktiska problem, är att listans omfattning gör att man på risksamordnarens möten sällan hinner till de medelstora riskerna, som också behöver lösas, eftersom mötestiden gått åt till att diskutera ett fåtal större risker. Enskilda projektörer kan också vara obenägna att släppa ifrån sig kontrollen över "sina" risker till en central risklista, utan vill hellre dokumentera dem i sina egna PM på sitt eget sätt, för att inte beskrivningen av dem ska råka förvanskas. Det är värt att notera att i konsultorganisationens risklista finns i allt väsentligt enbart tekniska risker, medan beställarens risklista innehåller beställarens projektrisker (främst med fokus på tid och kostnad), och mer sällan de rent tekniska riskerna.

Vi har i denna studie inte helt kunnat belägga en tydlig kommunikationsväg mellan den projekterande konsultorganisationens risksamordning och beställarens risksamordning. Om sådan kommunikation saknas eller är bristfällig, försämras förutsättningarna för beställaren att få en sammanvägd bild av projektets totala risker. En samlad bild av intervjuerna är att information om risker tydligt kommuniceras *från* konsultorganisationen, men att det är svårt att se vilken återkoppling som ges från beställaren tillbaka till konsulterna.

Utifrån den bild som tecknas över det praktiska riskhanteringsarbetet i de två studerade bergtunnelprojekten går det att reflektera över hur vägen framåt kan se ut. Behövs mer och striktare samordning för att normera riskhanteringsarbetet, eller är sådan samordning ogörlig i stora tunnelprojekt? Är det istället bättre att minska på samordandet för och därigenom minska allas administrativa arbete? Oavsett val av väg framåt är det för riskhanteringsarbetets legitimitet viktigt att de inblandade aktörerna är väl införstådda med avsikten med projektets riskhanteringsprocess(er) och riskhanteringsarbete(n). Ett sätt att stärka legitimiteten är att beställaren tar fram policydokument eller vägledningar för hur riskhanteringsarbete förväntas ske. Detta kan också ske på branschnivå, exempelvis i branschorganisationer eller föreningar.

## 8.2 Praktiska rekommendationer till bergbyggnadsbranschen

Här lyfts centrala frågeställningar som behöver adresseras när beställare bygger upp projektorganisationer i framtida tunnelprojekt:

- **Är det tydligt för alla inblandade hur riskhanteringsprocessen förväntas ske?** I stora komplexa projekt blir kommunikationen över gränser (organisatoriska, kontraktsmässiga och mellan olika discipliner) särskilt viktig för att riskhanteringsarbetet ska hänga ihop. Om det inte är tydligt bör det övervägas att ta fram policydokument eller andra vägledningar för att tydliggöra vilka förväntningar som de inblandade rollerna kan ha på kommunikationen. I sådana

dokument är det också lämpligt att definiera vilken definition av risk som ska användas när riskerna dokumenteras och kommuniceras. Den stora spridningen hos de intervjuade i uppfattningen av vad en georisk är, indikerar även ett behov av utbildningsinsatser i generella riskhanteringsprinciper.

- **Mer integrerat arbete mellan hydrogeologer och bergtekniker?** I denna studie har det framkommit att hydrogeologers och bergteknikers riskhanteringsarbete till stor del sker i separata spår (“stuprör”). Det kan skapa problem när de respektive tekniska lösningarna kommer i konflikt med varandra. Ett förslag är att dessa två discipliner i tidigt skede tar fram en gemensam undersökningsstrategi. Det skulle ge förutsättningar att skapa integrerade lösningar. Ett första steg kan vara att beställaren krävställer att konsultens leverans (i relevanta delar) sker i gemensam produkt som inkluderar både hydrogeologers och bergteknikers arbete.
- **Kräver samordning av risker en risksamordnare?** I litteraturen beskrivs geoteknisk riskhantering ofta som ett i grunden ingenjörsmässigt arbete, där den enskilde ingenjören har ett professionellt ansvar för att identifiera, sammanställa, bedöma och hantera risker inom sitt kompetensområde. Riskhanteringen blir då inte ett fristående administrativt moment, utan en integrerad del av den enskildes tekniska problemlösningarbete.

Samtidigt innefattar riskhantering i komplexa projekt även samordning mellan flera olika teknikdiscipliner, då risker ofta uppstår i gränssytor mellan olika tekniska lösningar. Detta samordningsbehov förändrar dock inte det grundläggande ansvarsförhållandet, d.v.s. att varje aktör ansvarar för att kommunicera identifierade risker till berörda discipliner, exempelvis vid tekniska möten, projekterings-PM eller i gemensamma listor. Om detta ansvar fullgörs konsekvent inom respektive teknikområde/disciplin, och om etablerade forum för teknisk samordning används ändamålsenligt, bedrivs riskhanteringen som en del av den ordinarie projekteringsprocessen. Under sådana förutsättningar tillför en separat risksamordnarfunktion begränsat mervärde, eftersom riskidentifiering, bedömning och kommunikation redan är inbyggda i ingenjörernas professionella ansvar och arbetssätt.

Det kan dock förekomma att projektets styrande dokument eller beställarens policy föreskriver en särskild risksamordnarfunktion samt användning av en gemensam risklista, exempelvis för att säkerställa att riskhanteringsarbetet faktiskt bedrivs och prioriteras. Eftersom arbetet med risklistan till stor del handlar om att kortfattat beskriva komplexa bergtekniska fenomen på ett precist och entydigt sätt, för att underlätta när riskens storlek ska bedömas, behöver en

risksamordnare både en god förmåga att uttrycka sig tekniskt korrekt i skrift liksom förståelse och erfarenhet av ingenjörsarbete inom tunnelbyggnad. Därutöver är det rimligt att en risksamordnare också har grundläggande teoretiska kunskaper i riskhanteringsmetoder, exempelvis kunskap om hur risker kan beskrivas på ett stringent sätt, samt kunskap om olika felkällor (bias) som är viktiga att hålla i åtanke vid bedömning av riskers storlek. I avsaknad av sådan kompetens finns en uppenbar risk att riskerna förvanskas, misstolkas eller omprioriteras på ett sätt som inte speglar deras faktiska tekniska innebörd.

Mot denna bakgrund framstår det som problematiskt att betrakta risksamordnaren som en huvudsakligen administrativ funktion, vilket är hur den beskrivits i vissa intervjuer. Tvärtom indikerar både arbetsuppgifternas karaktär och de kompetenskrav som de medför att rollen i praktiken är starkt teknisk. Detta stärker ytterligare argumentet att riskhantering i grunden bör ligga hos projekterande ingenjörer och integreras i det ordinarie tekniska arbetet, snarare än organiseras som en fristående administrativ funktion för den projekterande organisationen.

#### **Är det lämpligt att blanda georisker med andra typer av risker i risklistan?**

Särskilt på beställarsidan förekommer det att georisker blandas med andra typer av projektrisker i risklistan, exempelvis IT-risker eller juridiska risker kopplade till detaljplaner och miljödömmar. Eftersom olika verksamhetsområden/discipliner i ett tunnelprojekt kan ha tämligen olika typer av risker kan det vara lämpligt att sortera olika verksamhetsområdets risker i olika risklistor. Det möjliggör exempelvis att använda olika kalibrerade sannolikhetsklasser (1-5) inom olika verksamhetsområden i bedömningen av riskens storlek, för att undvika att ett läge där ett helt verksamhetsområdes risker i stort sett alltid hamnar i lägsta sannolikhetsklass, säg < 1% sannolikhet. Det finns dessutom redan idag en separat process för arbetsmiljörisker, som sköts av BAS-P. Det är därför viktigt att också fundera på om och hur BAS-P:s arbete kan synkas med övrigt riskhanteringsarbete för att undvika dubbelarbete eller att risker hamnar mellan stolar.

- **Hur ska medelstora risker hanteras?** I intervjumaterialet är det tydligt att risklistan kan bli väldigt omfattande. Även om det förstås är rimligt att prioritera de allvarligaste riskerna, behöver även identifierade medelstora risker behandlas för att inte falla ut. Det kan förtydligas, exempelvis i ovan nämnda policy-dokument, hur ansvaret för den vidare hanteringen av medelstora risker är fördelat, i den mån det inte är tydligt i dagens projektorganisationer.

- **Vart tar de identifierade riskerna vägen?** Om den projekterande konsultorganisationen inte får återkoppling på hur beställaren agerar på den information om identifierade risker, som återkommande levereras till beställaren, skapas en otydlighet i konsultorganisationen. Det kan vara en grogrund för frustration hos enskilda projektörer, när det inte är uppenbart att resultatet av det egna arbetet beaktas av mottagaren. Beställaren behöver alltså klargöra vilken återkoppling som projektörerna kan förvänta sig från beställaren avseende levererade risklistor och i vilken form sådan återkoppling kommer ske, även om beställaren förstås inte nödvändigtvis behöver följa konsultens alla råd.

### 8.3 Rekommendationer för fortsatt forskning

Denna studie är såvitt vi känner till den första som undersöker kommunikation kring georisker i bergtunnelprojekt. Inte heller i geotekniskt byggande ovan mark finns vetenskapliga studier av sådan kommunikation. Det innebär att kunskapsläget är tämligen bristfälligt, även efter att denna studie avslutats. Följande frågeställningar skulle komplettera bilden som ges av vår studie:

- Eftersom denna studie avgränsades till att enbart undersöka kommunikationen av georisker hos beställare och projekterande konsulter, finns ett behov av en kompletterande studie där kommunikationen inom entreprenörens organisation och även kommunikationen mellan entreprenören och beställarsidan studeras. Detta för att få en helhetsbild av kommunikationen av georisker inom tunnelbyggnadsprojekt.
- En jämförande studie avseende motsvarande situation i andra länder skulle kunna belysa hur kommunikation av risker sker i olika kulturella kontexter och när andra förutsättningar för tunnelbyggande ges. I föreliggande studie blev det tydligt att tillståndsprövningen i mark- och miljödomstolen har stor påverkan på hur man i svenska tunnelprojekt agerar avseende risker kopplade till inläckage och tunneltätning. Men hur ser det ut i länder som inte har sådan lagstiftning? Det är möjligt att riskhanterings praktik påverkas av den typen av förutsättningar.
- Det skulle också vara av vetenskapligt värde att komplettera de två studerade tunnelprojekten med liknande studier av ytterligare projekt, för att utröna hur stor variationen kan vara mellan olika tunnelprojekt och/eller anläggningsdelar i Sverige. Även tunnelprojektens storlek och huruvida de betraktas som lyckade eller ej kan vara intressanta variabler att beakta.

## REFERENSER

- Aven, T. (2012). The risk concept—historical and recent development trends. *Reliability Engineering & System Safety*, 99, 33-44.
- Berger, P., Luckmann, T. (1998). *Kunskapssociologi: Hur individen uppfattar och formar sin sociala verklighet*. Stockholm: Wahlström & Widstrand.
- Boverket (2025). *Olika skeden i byggandet*. [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/metod\\_byggande/skeden/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/metod_byggande/skeden/). Hämtad: 2025-09-23.
- Bresnen, M., Lennie, S-J., Marshal, N. (2025). Revisiting and re-examining partnering, alliancing and related forms of collaboration in construction. *Construction Management and Economics*, 43(2), 79-84.
- Chen, Q-L., Wei, C-S., Huang, M-Y., Wei, C-C. (2013). A model for project communication medium evaluation and selection. *Concurrent Engineering*, 21(4).
- Eskerod, P., Huemann, M., Ringhofer, C. (2015). Stakeholder Inclusiveness: Enriching Project Management with General Stakeholder Theory. *Project Management Journal*, 46(6), 42-53.
- Flyvbjerg, B., N. Bruzelius, and W. Rothengatter. 2003. *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Flyvbjerg, B (2006) Five misunderstandings about case study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245.
- Flyvbjerg, B. (2014). What you should know about megaprojects and why: An overview. *Project Management Journal*, 45(2), 6-19.
- FUT (2020). *Rutin för riskhantering*. FUT 2020-0813. Region Stockholm.
- Hallin, A., Karrbom Gustavsson, T., Gustavsson, T. (2024). *Projektledning*. Liber, Malmö.
- ISO (2018) *ISO 31000 Risk management — Guidelines*, Geneve.
- ISO (2020a) *ISO 13824 Bases for design of structures — General principles on risk assessment of systems involving structures*. Geneve.
- ISO (2020b) *ISO 21502 Project, programme and portfolio management—Guidance on project management*, Geneve.
- Kadefors, A., Bröchner, J. (2015). *Organisering och kontrakt i bergtunnelprojekt – kunskap i samverkan*. BeFo rapport 138. ISSN 11-04-1773.
- Kadefors, A., Bröchner, J. (2008). *Observationsmetoden i bergbyggande: Kontakt och samverkan*. SveBeFo rapport K28.
- Kadefors, A., Aaltonen, K., Gottlieb, S C., Klakegg, O. J., Lahdenperä, P., Olsson, N OE., Rosander, L., Thuesen, C. (2024). Relational contracting in Nordic construction – a comparative longitudinal account of institutional fields development. *International Journal of Managing Projects in Business*, 17(8), 22-46.
- Karrbom Gustavsson, T. (2018). Liminal roles in construction project practice: exploring change through the roles of partnering manager, building logistics specialist and BIM coordinator. *Construction Management and Economics*, 36(11), 599-610.

- Karrbom Gustavsson, T., & Gohary, H. (2012). Boundary action in construction projects: new collaborative project practices. *International Journal of Managing Projects in Business*, 5(3), 364-376.
- Kerosuo, H. (2006). *Boundaries in action: An activity-theoretical study of development, learning, and change in health care organization for patients with multiple and chronic illnesses*. Doktorsavhandling, Helsingfors Universitet.
- Lundman, P (2011) *Cost management for underground infrastructure projects: A case study on cost increase and its causes*, Doktorsavhandling, Luleå University of Technology, Luleå, 2011.
- Mohammadi, M. (2024) *Risk management in tunneling projects: Estimation and planning*. Parallellt publicerad som BeFo-rapport 227B och doktorsavhandling vid KTH, Stockholm.
- Mohammadi, M., Spross, J., & Stille, H. (2024). Models to analyze risk in time and cost estimation of tunneling projects. *Geotechnical and Geological Engineering*, 42(2), 1445-1457.
- Olsson, L., Spross, J., Hintze, S., Stille, H. & Båtelsson, O. (2019). *Verktyg för hantering av geotekniska risker*. SBUF rapport 13417.
- Saunders, M. (2023). *Research methods for business students*. 9 ed. Pearson Education
- SGF, 2017. *Hantering av geotekniska risker i projekt – krav. Metodbeskrivning*. Rapport 1:2014. 2:a utgåvan. Svenska geotekniska föreningen, Linköping
- SGF, 2020. *Riskstruktureringsverktyg (RBS): Stöd vid identifiering av risker i geoprojekt*. Rapport 1:2020. Svenska geotekniska föreningen, Linköping
- SIS (2025) EN 1997-3, Eurocode 7 — Geotechnical design — Part 3: Geotechnical structures.
- Spross, J., Olsson, L., Hintze, S. & Stille, H. (2015). *Hantering av geotekniska risker i byggprojekt. Ett praktiskt tillämpningsexempel*. SBUF rapport 13009.
- Sturk, R. (1998), *Engineering geological information — its value and impact on tunnelling*. Doktorsavhandling, KTH, Stockholm.
- Thunberg, M., Rudberg, M., Karrbom Gustavsson T. (2017). Categorizing on-site problems: A supply chain management perspective on construction projects. *Construction Innovation*, 17(1), 90-111.
- Trafikverket. 2014. *Planläggning av vägar och järnvägar*. Version 1.0. TRV 2012/85426. Utgivningsdatum 2014-09. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. 2024. *Projektering av bergkonstruktioner*, nr 2024:179. Sundbyberg: Trafikverket.
- Trafikverket. 2021. *KRAV med RÅDSTEXT TRVINFRA-00233*, Version 1.0, Publiceringsdatum 2021-01-11, Borlänge, Trafikverket.
- Trafikverket. 2025. *KRAV TRVINFRA-00233*, Berg och tunnel, Version 2.0, Publiceringsdatum 2025-07-01, Borlänge, Trafikverket.
- Wikforss Ö. (red) (2006). *Kampen om kommunikationen*. Rapport TRITA-IEO R 2006:01
- Winch, G. (2010). *Managing construction projects*. Chichester: Wiley-Blackwell

## BILAGA 1 – INTERVJUFRÅGOR

Denna bilaga redovisar den övergripande strukturen för utförda semi-strukturerade intervjuer; se kapitel 2 för detaljer i intervjumetodiken.

*Inledning:* Forskargruppen presenterar sig. Johan Spross (KTH), Catrin Edelbro (KTH / Itasca Consultants AB) och Tina Karrbom Gustavsson (KTH).

Vi arbetar i ett BeFo finansierat forskningsprojekt där vi ska kartlägga flöden av information och kunskap om geologiska och geotekniska risker i stora undermarksprojekt. Med hjälp av dig, din erfarenhet och befattning vill vi inledningsvis kartlägga nuvarande rutiner och tillvägagångssätt. I ditt fall ligger fokus på din roll som [projektör, projektchef, risksamordnare, etc.], när det kommer till hantering av georisker. Dina svar kommer att anonymiseras.

*Intervjufrågor:* Följande frågeställningar avhandlades under intervjuerna, med mindre anpassningar efter relevans.

- (i) Din roll
- (ii) Om du fick beskriva med ord, bild och gester en organisationsstruktur för typiska stora undermarksprojekt – hur skulle den då se ut?
- (iii) Riskhantering generellt för undermarkskonstruktioner
  - a. Vad betyder riskhantering för dig?
  - b. Kan du ge exempel på hur du arbetat med riskhantering
  - c. Finns det tydliga beskrivningar för en xxx (projektör, projektchef etc.) hur riskhantering ska gå till.
  - d. Metodik, verktyg för riskhantering (excel, fysiska möten, workshops osv),
  - e. Kan du beskriva riskhanteringen som en process – både i teori och hur det faktiskt är.
- (iv) Georisker
  - a. Vad är georisker för dig?
  - b. När lyfts georisker för första gången i byggprocessen, Om vi återigen pratar om utredning (lokalisering), systemhandling, bygghandling, byggskede, förvaltning
  - c. Vem, vilken roll lyfter georiskerna i tidigt utredningsskede?
  - d. Vem, vilken roll lyfter georisker i system- respektive bygghandling?
  - e. Hur flödar georiskerna vidare, hur överlämnas georiskerna till nästa byggskede?
  - f. Hur mäts georisker (kostnad, miljöpåverkan,..),
  - g. Kan du ge något exempel på när georisker styrt dimensionering och planläggning?)



Box 5501  
SE-114 85 Stockholm

info@befoonline.org • www.befo.se  
Besöksadress: Storgatan 19, Stockholm

ISSN 1104-1773