

# HANTERING AV GEOTEKNISKA RISKER I BYGGPROJEKT

*Ett praktiskt tillämpningsexempel*

**Johan Spross**

**Lars Olsson**

**Staffan Hintze**

**Håkan Stille**

**2015-10-08**



## Förord

Det krävs kunskap, erfarenhet och riskmedvetande för att bygga i jord och berg på ett säkert sätt. Vi vill med denna skrift förmedla kunskap om hur man kan hantera geotekniska risker i olika skeden i byggprocessen. Kunskapen om hantering av geotekniska risker är viktigt eftersom skador till följd av utfall av negativa geotekniska risker kostar stora summor för svensk byggindustri.

För att stärka byggsektorns användning av effektiva metoder för hantering av geotekniska risker har Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) tidigare tagit fram en metodbeskrivning: Rapport 1: 2014 Hantering av geotekniska risker i projekt – krav.

Riskhanteringsprocessen i denna skrift beskrivs genom en praktisk fallstudie baserad på metodbeskrivningen. Fallstudien exemplifierar och diskuterar genomförandet av riskhantering för ett verkligt byggprojekt som innehåller geotekniska risker.

Skriften har sammanställts av Johan Spross (Jord- och bergmekanik, KTH), Lars Olsson (Geostatistik Lars Olsson), Staffan Hintze (NCC) och Håkan Stille (Geokonsult Stille) i samarbete med en referensgrupp bestående av Frode Burman (SEKO/NCC), Tommy Ellison (Besab), Axel Hallin (Grontmij), Ulf Håkansson (Skanska), Åsa Jönsson (SGF/SGI) och Per Tengborg (BeFo).

Arbetet har finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) och de medverkande företagen. Skriften är fritt nedladdningsbar från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfonds hemsida [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se).

Stockholm i oktober, 2015

Staffan Hintze, Projektledare



## Sammanfattning

Skador till följd av utfall av negativa geotekniska risker kostar stora summor för svensk byggindustri. Det krävs därför en effektiv och transparent riskhantering som kan minska kostnaderna. I dagsläget används sällan de verktyg som finns tillgängliga för riskhantering fullt ut i byggprojekten.

Denna rapport visar hur ett sådant verktyg, Svenska Geotekniska Föreningens metodbeskrivning för geoteknisk riskhantering (SGF Rapport 1:2014), kan användas i praktiken. Vi ger ett omfattande illustrativt exempel på hur riskhantering kan utföras i alla skeden av ett typiskt geotekniskt projekt från idéfas till driftskede. Exemplet är fingerat men baserar sig på schakt och grundläggning till utbyggnaden av Hästsportens hus vid Solvalla travbana från 1992.

Det är vår uppfattning att metodiken i SGF Rapport 1:2014 är tillämpbar på alla skeden i byggprocessen, från idéfas till driftfas, i både stora och små projekt. Det är dock avgörande att riskhanteringen *anpassas* till varje nytt projekt eller projektskede. Det strukturerade arbetssättet som metodiken ger höjer kvalitén på riskhanteringen jämfört med ett ad hoc-betonat arbetssätt, som man ofta ser i dagens projektstyrning.

Med tanke på denna höjda kvalitet menar vi att riskkostnaderna kan bli mindre. En absolut grund för detta är dock att man uppfyller de fyra baskraven. Dessa syftar dels till att skapa och upprätthålla en kultur där man är medveten om risker som finns hur de påverkar projektet, dels till att definiera och tydliggöra riskhanteringen inom organisationen så att inget faller mellan stolarna. Därför är det viktigaste kravet att den som bestämmer har en medveten risksyn.



## Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund och syfte.....	1
1.2	Disposition och omfattning.....	2
2	Hästsportens hus – inspirationen till vårt exempel .....	3
2.1	Ett sponthaveri.....	3
2.2	Bakgrund och förutsättningar.....	4
2.3	Förundersökningar .....	5
2.4	Anbudsskede.....	6
2.5	Upphandlingsskede.....	7
2.6	Utförandeskede .....	7
2.7	Skadeutredningsskede .....	7

## Del I – Grunderna i praktisk riskhantering

3	Riskhantering i geotekniska projekt .....	13
3.1	Byggprocessens aktörer, skeden och produkter .....	13
3.2	Riskhantering i olika skeden i byggprocessen .....	13
3.4	Krav på riskhanteringen.....	22
3.5	Definitioner av terminologin .....	22

## Del II – Tillämpningsexemplet

4	Översikt över tillämpningsexemplet .....	29
5	Entreprenörens detaljerade design .....	31
5.1	Beskrivning av skede – detaljerad design.....	31
5.2	De fyra baskraven – detaljerad design.....	32
5.3	Etablering av riskhanteringen – detaljerad design.....	33
5.4	Riskidentifiering – detaljerad design .....	34
5.5	Riskanalys – detaljerad design – generella kommentarer .....	37
5.6	Riskanalys – Geoteknisk osäkerhet.....	38

5.7	Riskutvärdering och riskbehandling – Geoteknisk osäkerhet .....	40
5.8	Riskanalys – olämplig konstruktionslösning.....	40
5.9	Riskutvärdering – olämplig konstruktionslösning.....	44
5.10	Riskbehandling – olämplig konstruktionslösning.....	46
5.11	Riskidentifiering – uppdaterad design .....	51
5.12	Riskanalys – uppdaterad design .....	52
5.13	Riskutvärdering – uppdaterad design .....	52
5.14	Dokumentation och kommunikation – detaljerad design.....	53
5.15	Uppföljning av riskhanteringen – detaljerad design.....	53
5.16	Kommentarer och överväganden – detaljerad design .....	54

### **Del III – Översiktliga exempel för övriga skeden**

6	Idéfas .....	57
6.1	Beskrivning av skedet – idéfas .....	57
6.2	Etablering av riskhanteringen – idéfas .....	58
6.3	Riskidentifiering – idéfas.....	59
6.4	Riskanalys – idéfas .....	59
6.5	Riskutvärdering – idéfas.....	60
6.6	Riskbehandling – idéfas .....	61
6.7	Dokumentation och kommunikation – idéfas .....	61
7	Preliminär design (Byggherren).....	63
7.1	Beskrivning av skedet – preliminär design (Byggherren) .....	63
7.2	Etablering av riskhanteringen – preliminär design (Byggherren).....	64
7.3	Riskidentifiering – preliminär design (Byggherren).....	65
7.4	Riskanalys – preliminär design (Byggherren) .....	66
7.5	Riskutvärdering – preliminär design (Byggherren).....	70
7.6	Riskbehandling – preliminär design (Byggherren).....	71
7.7	Dokumentation och kommunikation – preliminär design (Byggherren)	71
8	Preliminär design (Anbudsgivaren) .....	73
8.1	Beskrivning av skedet.....	73
8.2	Etablering av riskhanteringen – preliminär design (Anbudsgivaren) .....	74
8.3	Riskidentifiering – preliminär design (Anbudsgivaren) .....	74
8.4	Riskanalys – preliminär design (Anbudsgivaren).....	76
8.5	Riskutvärdering – preliminär design (Anbudsgivaren) .....	77
8.6	Riskbehandling – preliminär design (Anbudsgivaren).....	77
8.7	Dokumentation och kommunikation – preliminär design (Anbudsgivaren) .....	78



9	Upphandling.....	79
9.1	Beskrivning av skedet.....	79
9.2	Etablering av riskhanteringen – upphandling .....	79
9.3	Riskidentifiering – upphandling .....	80
9.4	Riskanalys och riskutvärdering – upphandling .....	80
9.5	Riskbehandling – upphandling .....	81
9.6	Dokumentation och kommunikation – upphandling.....	81
10	Utförandeskede.....	83
10.1	Beskrivning av skedet.....	83
10.2	Etablering av riskhanteringen – utförandeskede .....	84
10.3	Riskidentifiering – utförandeskede .....	84
10.4	Riskanalys – utförandeskede .....	85
10.5	Riskutvärdering – utförandeskede.....	86
10.6	Riskbehandling – utförandeskede .....	86
10.7	Dokumentation och kommunikation – utförandeskede .....	86
11	Driftskede .....	87
11.1	Etablering av riskhanteringen – driftskede .....	88
11.2	Riskidentifiering – driftskede .....	88
11.3	Riskanalys – driftskede .....	88
11.4	Riskutvärdering – driftskede .....	88
11.5	Riskbehandling – driftskede .....	88
11.6	Dokumentation och kommunikation – driftskede.....	89
12	Avslutande kommentarer.....	91
13	Referenser.....	93
14	Bilaga: Kraven på riskhanteringen i varje steg.....	95
14.1	De fyra baskraven .....	95
14.2	Krav på etableringen av riskhantering i geotekniska projekt.....	96
14.3	Krav på riskidentifieringen .....	97
14.4	Krav på riskanalysen.....	97
14.5	Krav på riskutvärderingen .....	99
14.6	Krav på riskbehandlingen.....	100
14.7	Krav på riskkommunikationen .....	100
14.8	Krav på uppföljningen .....	101



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund och syfte

Skador till följd av utfall av negativa geotekniska risker kostar stora summor för svensk byggindustri. Det krävs därför en effektiv och transparent riskhantering som kan minska kostnaderna. I dagsläget används sällan de verktyg som finns tillgängliga för riskhantering fullt ut i byggprojekten.

För att stärka byggindustrins användning av effektiva metoder för hantering av geotekniska risker har Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) tagit fram en metodbeskrivning: *Rapport 1:2014 Hantering av geotekniska risker i projekt – krav – Metodbeskrivning*. Där saknas dock praktiska exempel som underlättar tillämpning.

Denna rapport kompletterar metodbeskrivningen i detta avseende genom att ge ett illustrativt exempel på hur riskhantering kan utföras i alla skeden av ett typiskt geotekniskt projekt från idéfas till driftskede. Vi har valt ut grundläggningen till utbyggnaden av Hästsportens hus vid Solvalla travbana, som utfördes 1992. Exemplet syftar till att visa på hur man kan behandla geoteknisk information i byggprocessens olika skeden. Även om det i det verkliga fallet skedde ett sponthaveri ska dock inte föreliggande rapport ses som en pekpinne för hur man borde ha gjort där och då med dåtidens kunskap och förutsättningar. Exemplet syftar istället till att visa på hur man i dag med dagens kunskap och förutsättningar i praktiken kan hantera vanliga geotekniska risker i liknande projekt.

Vi vill redan nu framhäva poängen med vår rapport: Riskhantering ska alltid anpassas efter projektet. Hur detta görs beror på svaren på följande frågor:

- – När görs den? – Skede i projektet
- – För vem görs den? – Part i projektet
- – Vilken typ av risker gäller det, d.v.s. vilka är osäkerheterna?

Detta beskrivs SGF:s Rapport 1:2014 i Kapitel C, särskilt C6 och C7, samt även i Kapitel D.

## 1.2 Disposition och omfattning

Denna rapport är indelad i 12 kapitel. Kapitel 2 beskriver vad som verkligen skedde vid utbyggnaden av Hästsportens hus, som vi till denna rapport låtit utgöra bakgrundsgrund, för att ge mer liv åt diskussionen. Kapitel 3 ger en överblick över hur riskhantering enligt SGF:s metodbeskrivning bör genomföras i ett i geotekniskt projekt. Kapitel 4 ger en översikt över tillämpningsexemplet (en fiktiv version av Hästsportens hus). Själva exemplet utgör resterande del av rapporten. Kapitel 5 är relativt omfattande och exemplifierar i detalj hur kraven i SGF:s metodbeskrivning kan uppfyllas i skedet för Entreprenörens detaljerade design vid en totalentreprenad i ett geotekniskt projekt. Kapitlen 6–11 exemplifierar riskhantering i övriga projektskeden och är uppbyggda på samma sätt som kapitel 5, men ger en mer översiktlig bild av hur vissa av kraven i SGF:s metodbeskrivning kan tillämpas i de olika skedena. Vi har dock strävat efter att i möjligaste mån löpande peka ut vilka ytterligare mått och steg som vi anser att man i verkligheten bör ta hänsyn till. Rapporten avslutas med några avslutande generella kommentarer i Kapitel 12. Kraven på hantering av geotekniska risker från SGF:s rapport 1:2014 finns bilagda längst bak för att underlätta läsningen av vårt exempel.

Data och omständigheter till vårt exempel har så långt som möjligt lånats från grundläggningen av Hästsportens hus, som genomfördes 1992. Där data och information om situationen 1992 saknats eller varit onödigt komplicerad har vi dock tillåtit förenklingar och antaganden, för att kunna tydliggöra själva riskhanteringsprocessen. Föreliggande exempel kan därför antas utspela sig i ett parallellt, idealt universum.

En viktig aspekt som diskuteras i denna rapport är att risker bör hanteras under hela byggprocessen. Samma procedurer för riskhantering återkommer därför gång på gång i projekt, men med olika ansvariga riskägare och olika risker. Speciellt komplicerade blir i praktiken de risker som har flera olika riskägare vid olika skeden i projektet och där det därför är extra viktigt med en fungerande riskkommunikation. Ett förekommande problem är att ansvarig riskägare försöker överföra risken till någon annan i stället för att hantera den, vilket kan göra att den faller mellan stolarna.

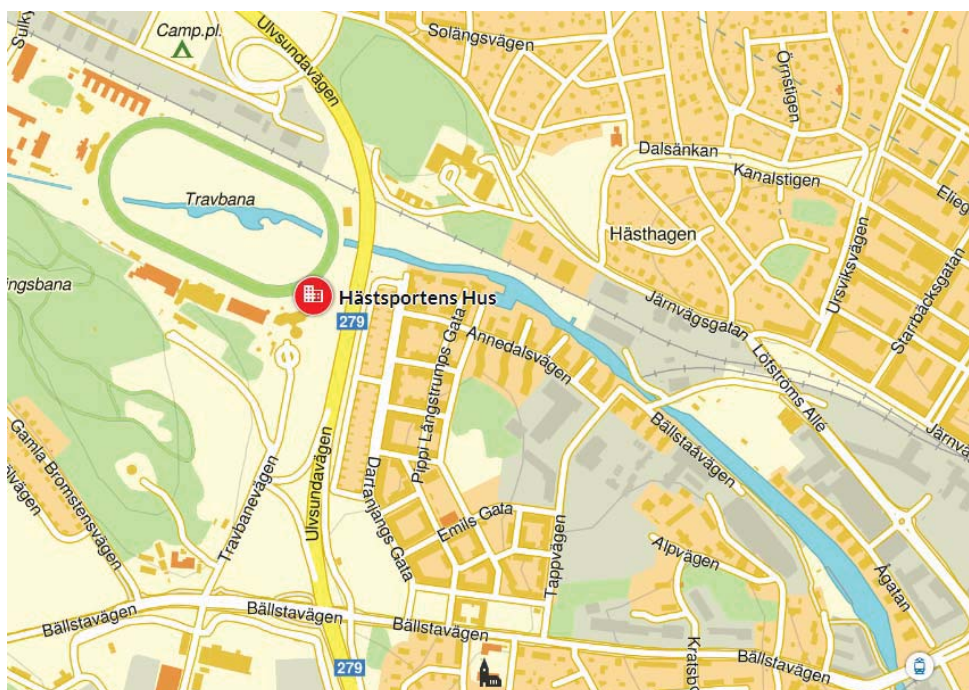
De viktigaste kraven som måste uppfyllas enligt SGF:s metodbeskrivning (1:2014) finns som bilaga i Kapitel 14, men metodbeskrivningen kan med fördel läsas parallellt detta tillämpningsexempel. Detta gäller även de kommenterande delarna i metodbeskrivningens bilagor.

## 2 Hästsportens hus – inspirationen till vårt exempel

I detta kapitel beskrivs vad som hände i verkligheten vid grundläggningen till Hästsportens hus. Från detta verkliga fall har vi så långt som möjligt lånat förutsättningar och aktörer till vårt eget exempel, som diskuterar hur geoteknisk riskhantering kan utföras i praktiken (Kapitel 4–11). Viktiga skillnader finns dock mellan det verkliga fallet och vårt tillämpningsexempel. Man ska därför inte se denna rapport som en kritik av de verkliga aktörerna.

### 2.1 Ett sponthaveri

Byggherren AB Trav och Galopp planerade under 1991 för att bygga ut Hästsportens hus (Figur 1-2) vid Solvalla för att bättre kunna utföra sin verksamhet. I



Figur 1 Översikt över Hästsportens hus, Solvalla, Sundbyberg. Publicerat med tillstånd av hitta.se.



**Figur 2 Hästsportens hus vid Solvalla efter färdigställande av projektet. Tillbyggnaden som diskuteras i denna rapport ligger längst till höger i fotot. Foto: Johan Spross.**

samband med schaktning och spontning för utbyggnaden fredagen den 13 mars 1992 uppkom stora jordrörelser. Rörelserna uppkom när schaktningen utförts från ursprunglig marknivå och nått ned till hammarbandsnivån, men innan stagen spänts upp. Schaktningen skulle efter uppspanning av stag ha fortsatt till slutlig schaktnivå. Konsekvensen av rörelserna blev mycket allvarliga och kostsamma och ledde till att arbetet stoppades.

## **2.2 Bakgrund och förutsättningar**

Byggherren handlade upp mark- och grundläggningsentreprenaden under konkurrens som en totalentreprenad. Den planerade byggtiden för mark- och grundläggningsarbetena var februari fram till sommaren 1992. Under maj månad skulle det viktiga Elitloppet genomföras vid travbanan och hänsynen till de mycket värdefulla hästarna krävde att travbanan var plan och jämn; en skadad häst på grund av oväntade markrörelser var helt oacceptabelt.



**Figur 3** Arbetet med schaktning och spontning för utbyggnaden (t.v.) utfördes bara några meter från travbanan. Foto: Johan Spross.

Schaktning och spontning skulle utföras mycket nära travbanan och befintlig byggnad, Hästsportens hus, se Figur 3. Det hade påpekats i flera äldre utredningar att området var både sättningskänsligt och känsligt för grundvattensänkningar, samt hade låg skjuvhållfasthet.

### **2.3 Förundersökningar**

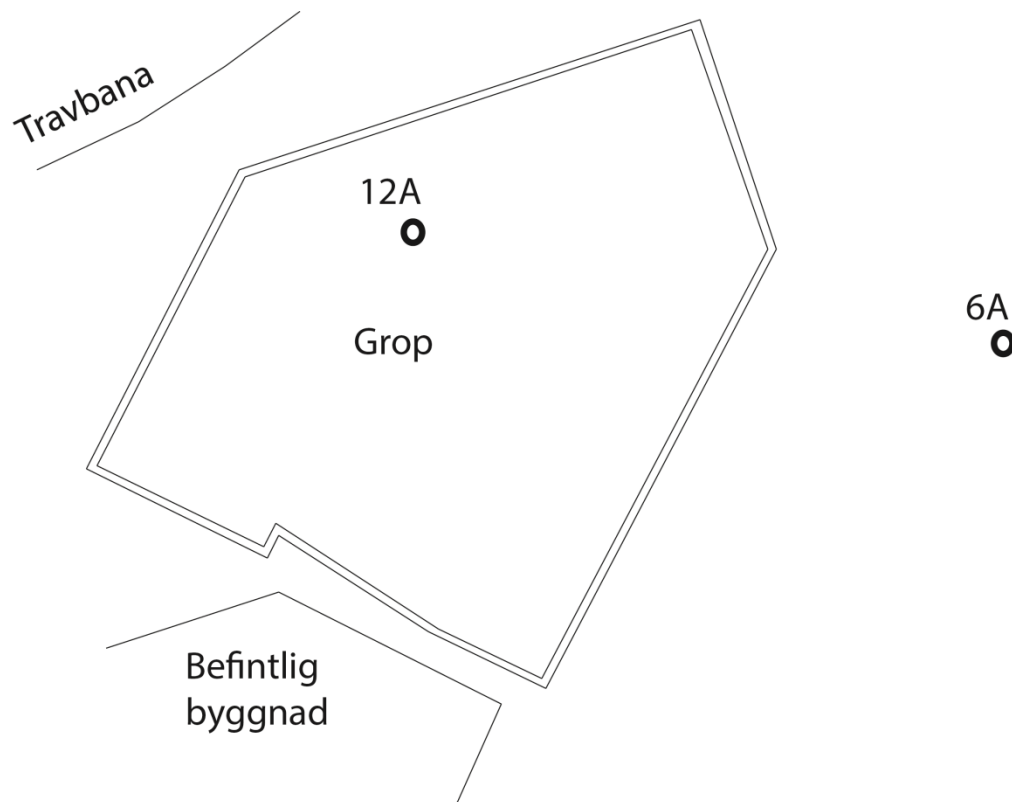
Redan 1981 hade beställaren utfört undersökningar i området genom en första geoteknisk konsult. Dessa äldre undersökningar i området visade på skjuvhållfastheter mellan 9-11 kPa. Denna äldre geotekniska utredning valde dock beställaren senare att inte redovisa i förfrågningsunderlaget; kanske hade utredningen fallit i glömska.

Beställaren anlät istället en andra geoteknisk konsult under 1990/91 för att ta fram de geotekniska förutsättningarna till förfrågningsunderlaget. Provtagning av jorden, sondering och laboratorieanalys utfördes av konsulten 1991-01-07 samt 1991-08-29 som underlag för entreprenörens anbud och projekteringen av spon-

ter och schakter. Skjuvhållfastheten undersöktes i 2 punkter (12A mitt i schakten och 6A öster om schakten, se Figur 4). I förfrågningsunderlaget angavs senare att ”leran har låg skjuvhållfasthet och hög vattenkvot. Skjuvhållfastheten är lägst 9,6 kPa och högst 16 kPa (en nivå dock 36 kPa)”.

## 2.4 Anbudsskede

Beställarens ombud skickade ut förfrågningsunderlaget till ett antal byggentreprenörer för att handla upp mark- och grundläggningsentreprenaden som en totalentreprenad. I förutsättningarna för anbudet ingick, förutom att lämna pris, även att redovisa planering av schaktutförandet.



Figur 4 Spontgropens läge i plan och provtagningspunkter i designskede. Sponten var belägen nära travbanan och befintlig del av Hästsportens hus. Vissa dokument anger att en jordvall för läktare tidigare legat på platsen.



I förfrågningsunderlaget redovisade beställaren de geotekniska undersökningar som utförts 1991 och redovisning av befintliga konstruktioner och ledningar i området. De stora skillnaderna i skjuvhållfasthet mellan provpunkterna i den geotekniska undersökningen lämnades okommenterade.

Beställarens tekniska konsult hade angivit att den nya byggnaden skulle grundläggas på stödpålar eller grävpålar till fast botten. Schaktslänter, provisoriska slänter eller eventuell jordförstärkning skulle dimensioneras med sådan säkerhet att verksamheten på travbanan inte äventyrades.

## **2.5 Upphandlingskedde**

Förfrågningsunderlaget skickades ut i december 1991. Tiden för att lämna anbud var kort och anbudet skulle lämnas in före jul- och nyårsledigheten. De geotekniska- och grundvattenförhållandena var komplexa och krävde relativt avancerade beräkningar av totalstabilitet och omgivningspåverkan. Upphandling av entreprenör för arbetet skedde i början av 1992.

## **2.6 Utförandeskede**

Entreprenören startade mark- och grundläggningsarbetena i februari. Stora rörelser uppkom fredagen den 13 mars 1992 när schaktningen utförts från ursprunglig marknivå och nått ned till hammarbandsnivån och innan stagen spänts upp.

Rörelserna blev mycket stora och arbetet stoppades. Jordrörelserna sträckte sig cirka 10 m från sponten och ut i travbanan där en flera decimeter bred spricka uppstod. Samtidigt hävde schaktbotten sig cirka 0,5 m uppåt.

## **2.7 Skadeutredningsskede**

De stora jordrörelserna resulterade i förstärkningsåtgärder. Ett flertal redan slagna pålar skadades. Kostnaderna blev stora för den kompletterande förstärkningen av spont, extra pålning för att ersätta skadade pålar, pålar för att skydda befintlig byggnad och försening av arbetet.

Byggherren, Byggherrens tekniska konsult, Byggherrens ombud och Entreprenören bestred samtliga ansvar för rörelserna. Entreprenören hävdade att skjuvhållfastheten i leran var väsentligt sämre än den skjuvhållfasthet som angivits i förfrågningsunderlaget. Beställare och Entreprenör enades om att man skulle bilda

en expertgrupp om två personer som skulle utreda de tekniska frågorna och fungera som skiljemän avseende de tekniska faktorerna i entreprenaden.

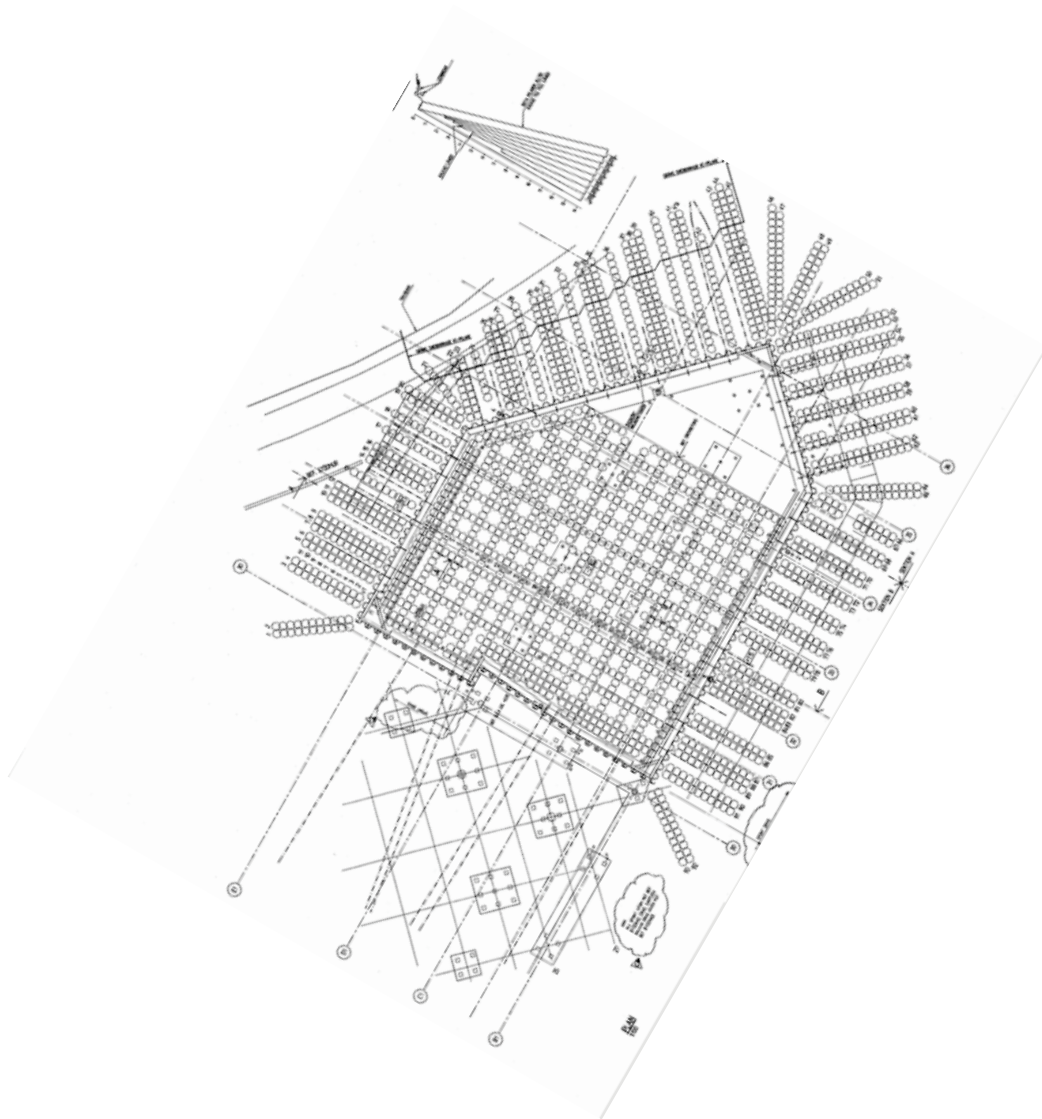
Expertgruppen konstaterade att de stora rörelserna som uppkommit berodde på att totalstabiliteten blev för låg med det valda schaktutförandet och val av dimensionerande skjuvhållfasthet. I projektet hade man inte klarlagt de svåra geotekniska förhållandena tillräckligt noga och inte utfört en effektiv och transparent riskhantering. Det visade sig också att det fanns ett område som tidigare varit förbelastat av en tidigare uppfyllnad samt träläktare, vilket framgick av den tidiga undersökningen från 1981 (Figur 4). Expertgruppen menade att skillnaden i skjuvhållfasthet mellan de två provpunkterna sannolikt kunde förklaras av denna uppfyllnad, men denna omständighet hade inte beskrivits i förfrågningsunderlaget.

I mars–april 1992 utförde en ny konsult på uppdrag av beställaren kompletterande provtagningar i området som visade lägre skjuvhållfastheter än de redovisade i anbudsunderlaget, både inom spontområdet och utanför området.

Konsulten tog också fram ett förslag till förstärkning av jorden för att kunna fortsätta entreprenaden. Man försökte stabilisera schaktbotten med ett mothåll av grovbetong men detta misslyckades. Senare fick man gå över till att stabilisera schakten med kalkcementpelarförstärkning (Figur 5), och detta lyckades.

Rörande ansvaret för sponthaveriet ansåg den utsedda expertgruppen att både Entreprenören och Byggherren hade del i orsaken. Entreprenören borde i sina beräkningar ha använt en lägre skjuvhållfasthet än den som redovisades och dessutom beaktat att ett vattentryck kan bildas i sprickor i torrskorpan. Dessutom borde inte Entreprenören ha antagit att torrskorpan skulle samverka med underliggande lera på det sätt som gjordes. Å andra sidan borde Byggherren ha upplyst om storlek och utbredning på tidigare fyllning och att provtagningspunkten 12A inte var representativ för hela områdets hållfasthetsegenskaper, utan kunde vara påverkad av den tidigare fyllningen. Byggherren borde på grund av detta dessutom ha tillhandahållit fler provtagningar. Slutligen ansåg expertgruppen att Byggherren fackmässigt borde ha upplyst om att leran kunde vara av sådan karaktär att kalkstabilisering borde övervägas.

Tvisten slutade i förlikning.



Figur 5 Kalkcementpelarförstärkning som sista åtgärd



# Del I

## Grunderna i praktisk riskhantering



## 3 Riskhantering i geotekniska projekt

Detta kapitel ger en översiktlig bild över hur riskhantering kan utföras i vanliga geotekniska projekt och hur riskhantering står i relation till det vanliga, vardagliga ingenjörskapet. Vi anser att riskhantering bör ses som en del av det vanliga ingenjörskapet och bidra med ytterligare infallsvinklar, insikter och på så sätt förbättra ingenjörskapet totala kvalitet.

För att riskhanteringen ska vara effektiv och för att den ska accepteras som en del av det vanliga arbetet måste den anpassas till de olika skedena i byggprocessen. I det efterföljande exemplet visar vi hur de generella begrepp som presenteras i detta kapitel kan tolkas i den praktiska tillämpningen i ett verkligt projekt.

### 3.1 Byggprocessens aktörer, skeden och produkter

Byggprocessen består av flera skeden. I denna rapport, som bygger på en totalentreprenad, har vi valt att definiera dem som idéfas, preliminär design, anbud, upphandling, detaljerad design, utförandeskede och driftskede. Varje skede har sina olika aktörer som eftersträvar att skapa ett visst resultat innan nästa skede tar vid. Vi kallar detta resultat för skedets ”produkt”. Produkten ska uppfylla vissa kvalitetskrav: den ska uppfylla eller överträffa intresseägarens uttalade och outtalade, berättigade krav och önskemål. Exempel på aktörer, produkter och kvalitetskrav i olika skeden ges i Tabell 1.

### 3.2 Riskhantering i olika skeden i byggprocessen

#### 3.2.1 Steg i en systematisk riskhantering

På vägen mot en färdig produkt i ett skede av ett geotekniskt projekt finns alltid osäkerheter, som kan förhindra att man uppnår produktens kvalitetskrav. Målet med geoteknisk riskhantering är att på ett strukturerat sätt hitta och minska oönskade eller oacceptabla effekter av dessa osäkerheter till en acceptabel nivå.

För att säkerställa att riskhanteringen blir effektiv måste den göras systematiskt och följa vissa steg i en lämplig ordning. De steg som ingår i en strukturerad risk-

**Tabell 1. Exempel på aktörer, produkter och kvalitetskrav i olika skeden av byggprocessen.**

Skede	Aktörer	Produkt	Produktkrav
Idéfas	Potentiell investerare, blivande byggherre och anlitad konsult	Rapport som underlag till beslut om byggnation	Objektivt beslutsunderlag med projektets för- och nackdelar
Preliminär design*(Byggherren)	Byggherren och anlitad konsult	Förfrågningsunderlag	Tekniskt korrekt, relevant, kalkylerbart
Anbud	Anbudsgivare (entreprenadföretag)	Anbud	Konkurrenskraftigt, vinstgivande
Upphandling	Byggherren och Entreprenören	Entreprenadavtal	Rättvist, förutsägbart
Detaljerad design*	Entreprenören (projektledare och konstruktörer)	Arbetshandlingar, ritningar, beskrivningar	Konstruktioner enligt god praxis.
Utförandeskede	Entreprenören och underentreprenörer	Utförd entreprenad	Konstruktionen uppfyller avtalets villkor. Kostnadsramen hålls.
Driftskede	Ägaren	Underhåll av byggd konstruktion	Tillförlitlighet hos konstruktionen genom implementerat underhållssystem

\* Entreprenadformen avgör i vilket skede den detaljerade designen görs för permanenta konstruktioner.

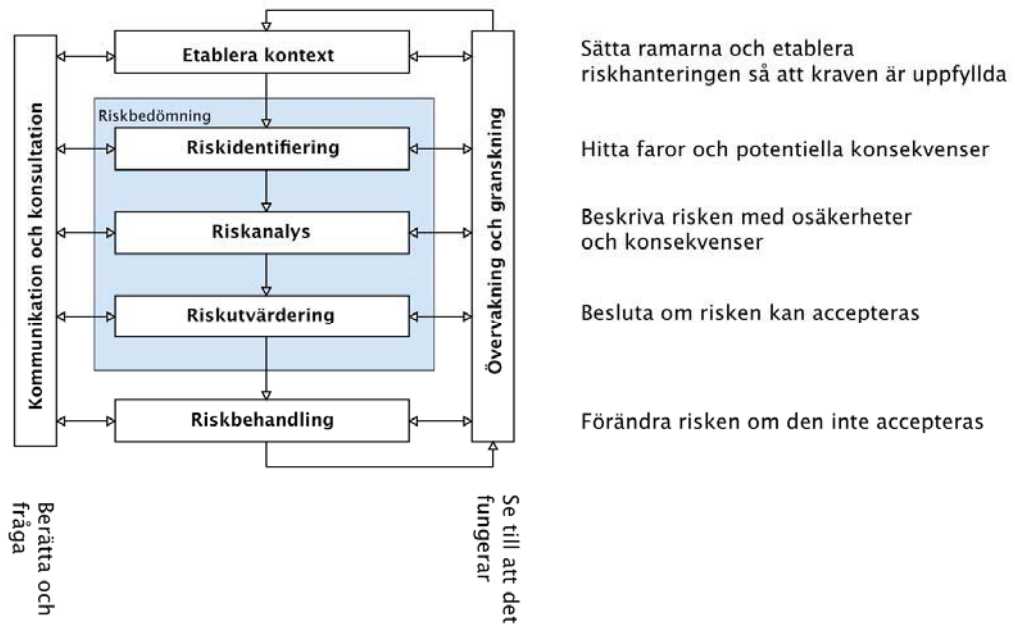
hantering visas i Figur 6. Dessa steg kommer man i ett projekt att gå igenom flera eller till och med många gånger, eftersom nya risker kan dyka upp hela tiden i projekt.

### **3.2.2 Riskhanteringsens steg i skedena i byggprocessen**

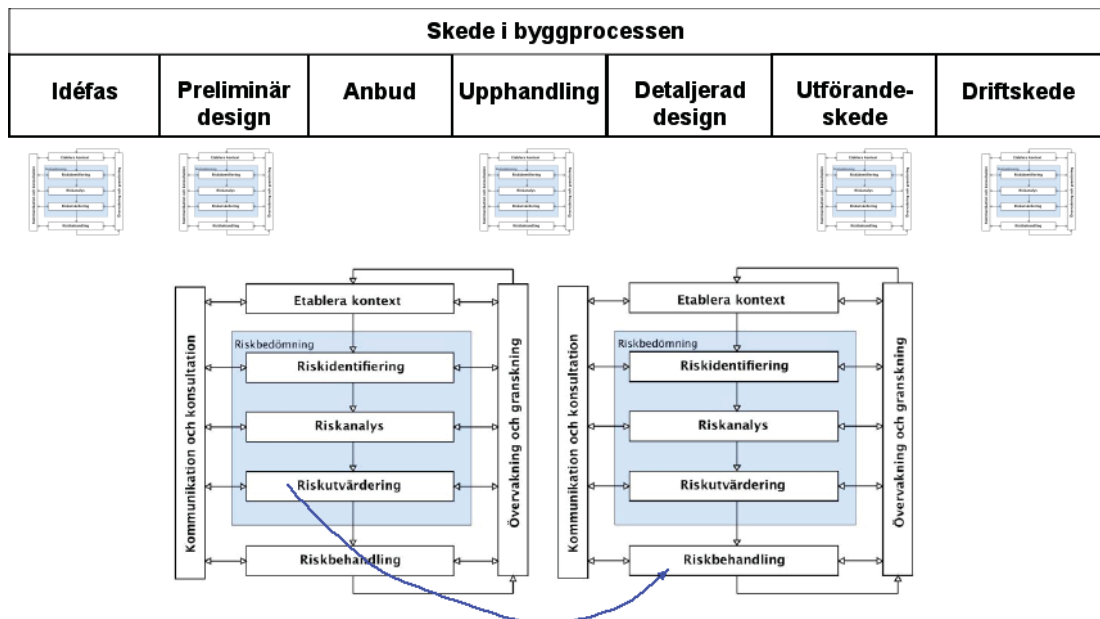
Den strukturerade riskhanteringen är en del av varje skede i byggprocessen. Detta illustreras i Figur 7 där stegen i Figur 6 upprepas för de olika skedena. I Figur 7 illustreras hur en riskbehandling som beslutats under riskutvärderingen i skedet Anbud utförs i det senare skedet för Detaljerad design.

Detta illustrerar något som är väsentligt med den strukturerade riskhanteringen, nämligen att den skall vara anpassad (eng. tailored) för det specifika projektet (eller projekt delen) så att den blir praktisk och passar in i övrig projektstyrning. Detta gör dels att man ibland inte behöver alla riskhanteringsstegen i alla skeden av byggprocessen, dels att de kan förenklas, dels att behandlingen av en risk kan utföras i ett senare skede. Men man måste tänka på





Figur 6 Stegen i en strukturerad riskhantering (Efter SS-ISO 31000:2009)



Figur 7 Riskhanteringsens steg upprepas i alla skeden i byggprocessen. Skedena ska dock inte ses som isolerade processer: pilen visar hur en behandling av en risk, som identifierats och analyserats i anbudsskedet, utförs i det kommande detaljerade designskedet.

- att informationsflödet fungerar, t.ex. om riskbehandling skall göras i senare skeden,
- att fundera igenom om förenklingen är vettig (tänk igenom om kraven i riskhanteringsstegen blir uppfyllda)
- att baskrav II och III är uppfyllda (se Avsnitt 3.4).

Hur riskhanteringsmål relaterar till skedets produkt och produktkrav visas i Tabell 2. Eftersom varje skede i byggprocessen har sina egna aktörer, produkter och produktkrav måste geoteknisk riskhantering utföras om och om igen i en cyklisk process. Allteftersom identifierade risker behandlas, exempelvis genom förändrade konstruktionslösningar, kan dessutom nya risker dyka upp under projektets gång. Dessa måste naturligtvis också hanteras!

En effekt av att det är olika personer som arbetar i projektet i de olika skedena är att det ställs stora krav på dokumentation och kommunikation mellan skedena. Annars kan information om identifierade och hanterade risker som kan falla ut i senare skeden gå förlorad, vilket naturligtvis är oacceptabelt.

Man måste också beakta att det är olika aktörer i olika skeden och att de äger olika typer av risker, även om de har sitt ursprung i geotekniken. Beställaren äger risker såsom budget, tid, kvalitet i handlingarna, etc. Totalentreprenören äger de-

**Tabell 2 Riskhanteringsmål i olika skeden och exempel på vad som bör kommuniceras mellan skedena**

Skede	Riskhanteringsmål	Kommunikation till senare skeden
Idéfas	Hitta väsentliga faror och risker med projektet.	Faror och risker. Specifika förhållanden.
Preliminär design (Byggherren)	Identifiera frågor och faror som skall följas upp vid utförandet. Välja en fördelaktig entreprenadform för projektet.	Geotekniska förhållanden med osäkerheter och risker.*
Preliminär design (Anbudsgivare)	Underlag för utförande och ett lämpligt satt pris.	Gjorda tolkning av av FU och gjorda antaganden om utförande
Upphandling	Rättvist kontrakt ur riskdelnings-synpunkt.	-
Detaljerad design	Säker och ekonomisk konstruktion som uppfyller kraven	Risker som ska behandlas i utförandeskedet
Utförandeskede	Identifiera kritiska arbetsmoment, förhållanden och resurser	Delar av den byggda konstruktionen som kräver särskilt underhåll.
Driftskede	Identifiera frågor som kräver speciellt underhåll	

\*Förfrågningsunderlaget innehåller inte nödvändigtvis en fullständig katalog över risker. Dess främsta uppgift är för att ge jämförbara anbud. Det är alltså en oerhörd förenkling av projektet.

sign, utförande, och sin profit, etc. Riskhanteringen skall därför anpassas till riskägaren och riskägarens behov när det gäller att uppnå det utsatta målet.

En mycket stor fara ligger i bristande kommunikation mellan skedena och deras aktörer. Ett exempel är att man i ett designskede har gjort en riskanalys och baserat designen på vissa tekniska förutsättningar som sedan faller bort under upphandlingskedet, och alltså inte överförs till utförandeskedet.

### **3.2.3 Vems är den geotekniska risken i varje skede?**

Vad innebär begreppet riskägare och vad är riskägarens uppgift?

Ur SGF Rapport 1:2014: *Den/de som ansvarar för projektet eller delar av projektet skall också ansvara för hantering av riskerna som är kopplade till ansvarsområdet. De är riskägare och kan och skall besluta om åtgärder för riskbehandling. Men det är också väsentligt att de tillhör den part som bär risken ekonomiskt.*

*Riskägaren skall fatta beslut om en risk skall accepteras eller inte. Eftersom riskhanteringen skall ses som en del av ingenjörsarbetet bör den som har ansvar för att man uppnår ett mål också äga och ansvara för hanteringen av de risker som är kopplade till detta mål.*

Vi har alltså inte en utan flera riskhanteringar i ett projekt, med olika mål som skall ”skyddas”. Några exempel:

- Beställaren funderar över tidsramar och kostnader och politiska risker.
- Projektören funderar på vilka risker som är förknippade med designen.
- Entreprenören funderar över tid och kostnader och hur arbetena skall utföras.

### **3.2.4 Fler aspekter på riskhantering i ett byggprojekt**

Förutom hanteringen av risker som en del av det ”vanliga” ingenjörsarbetet finns det annan riskhantering. Det är viktigt att all riskhantering har en lämplig nivå och upplevs som ett hjälpmedel. Olika sorters riskhantering har olika syften och olika krav och utförs därför på olika sätt och av olika aktörer. Man skall härvid se till att undvika onödigt dubbelarbete och att något faller mellan stolarna. Och som alltid är en fungerande kommunikation väsentlig. Följande funktioner hantear också risker i byggprojekt:

### Kontrollplan enligt PBL

Kontrollplaner skall upprättas av byggherren och fastställas och eventuellt kompletteras av den kommunala byggnadsnämnden bl.a. för att säkerställa att de tekniska egenskapskraven uppfylls.

### GK3-granskare

Byggherrens fristående granskare som skall analysera risker för att identifiera vissa kritiska moment.

### AMA Anläggning 13

Skriftligt underlag för arbetsberedning skall upprättas av entreprenören och delges beställaren.

### Arbetsmiljö

Huvudansvaret ligger på entreprenadföretaget i sin roll som arbetsgivare. Byggherren är dock ansvarig för samordning av arbetsmiljöfrågor mellan alla inblandade under projektering och planering (Bas-P), samt under utförandet (Bas-U).

## **3.3 Stegen i riskhanteringscykeln**

Stegen i riskhanteringscykeln (Figur 6) beskrivs kortfattat nedan. Utförligare kommentarer ges i SGF rapport 1:2014.

### **3.3.1 Etablering av kontexten för riskhanteringen**

Med etablering avses att man organiserar och anpassar arbetet med riskhanteringen så att det fungerar i det aktuella projektet eller projektskedet.

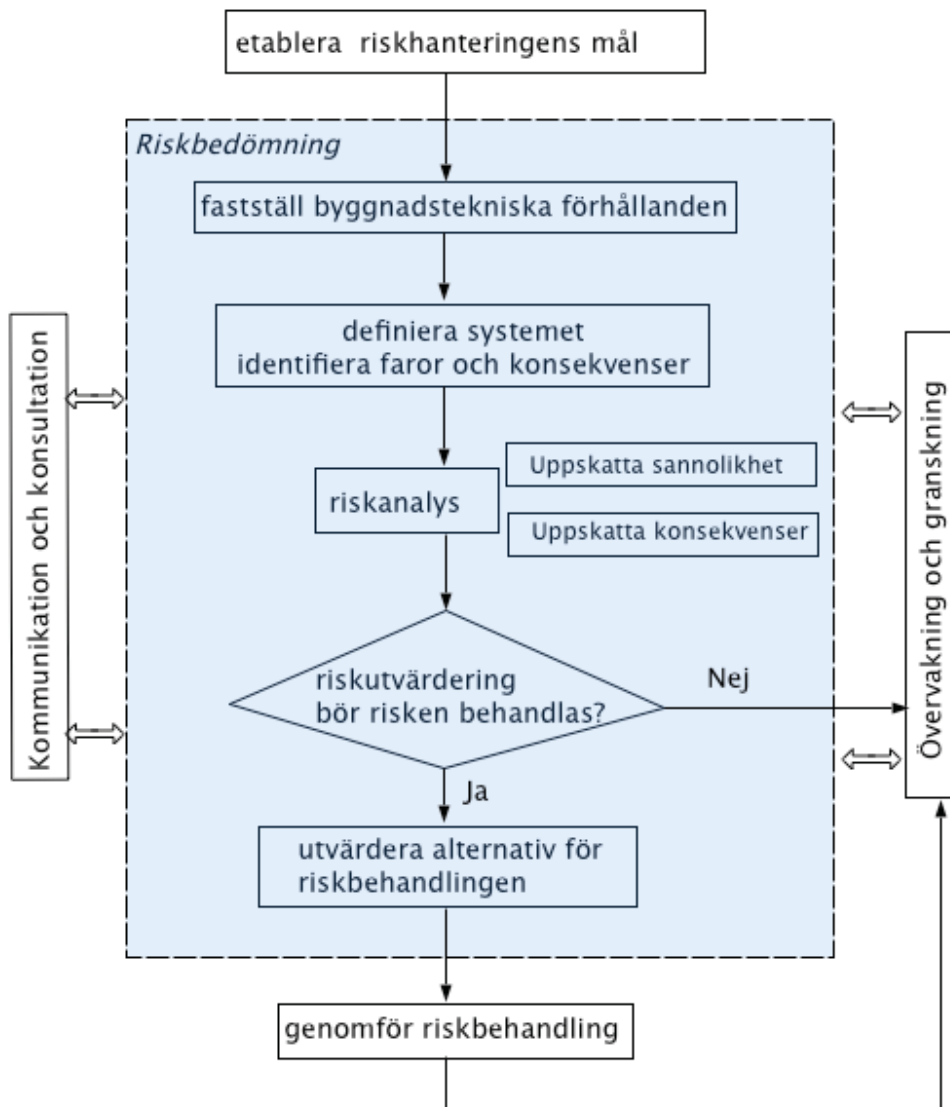
Först fastställer man målet och ramarna för riskhanteringen. Det görs genom att man (1) bestämmer omfattning för och avgränsar arbetet med riskhanteringen, (2) tydliggör vem som är riskägare och därmed kan ta beslut om risker, (3) ger nödvändiga resurser till dem som hanterar riskerna, (4) fastställer kommunikationsvägar för dokumentation så att resultatet av riskhanteringen når rätt personer, samt (5) fastställer riktlinjer för hur stora risker man är beredd att acceptera utan åtgärd.

Härvid kan det vara av intresse att se till den något annorlunda struktur för riskhanteringsens steg som finns i ISO 13824, se Figur 8.

I ISO 13824 tar man explicit upp att man skall fastställa byggnadstekniska förhållanden och att man skall definiera systemet, fast under riskbehandlingsfasen och

inte under etableringsfasen som i Figur 6, där man gör det under etableringsfasen. Man har ju ”Krav på etableringen som styrs av geotekniska och byggtkniska osäkerheter”; för ytterligare diskussion av detta, se avsnitt 14.2.2.

Hur omfattande riskhanteringen behöver vara indikeras av vilken riskhanteringsklass som riskägaren sätter på projektet eller projektskedet vid etableringen av riskhanteringen. Klasserna relaterar till hur troligt riskägaren bedömer att det är att önskvärd kvalitet i slutprodukten för projektet eller projektskedet inte uppnås (se även SGF rapport 1:2014, bilaga E).



Figur 8 Riskhanteringssteg enligt ISO 13824

### **3.3.2 Riskidentifiering**

Riskidentifiering handlar främst om att hitta hot mot projektet. Man bör skilja på själva hoten och deras konsekvenser. Riskidentifieringen ska ses som en ingenjörssuppgift. För att få en så bred bild av problemen som möjligt och för att inte ignorera några problem bör man involvera personer med olika kompetenser. Det finns flera olika metoder för att identifiera risker; brainstorming är kanske den mest kända. Den metoden och flera andra diskuteras i exempelvis van Staveren (2006) och SGF rapport 2:2014. Alla metoder har naturligtvis olika för- och nackdelar och ofta kan det räcka med en mindre formell diskussion (kallas intervju i SGF 2:2014) eller kanske bara ett kort samtal med en kollega.

### **3.3.3 Riskanalys**

Riskanalysen är ett av stegen i riskhanteringsprocessen även om uttrycket ibland används som om man avser hela riskhanteringen. I denna fas skaffar man sig en tydlig bild av risken så att den kan beskrivas med

- Scenario (händelsekedja)
- Konsekvenser
- Trolighet

Efter riskanalysen förstår man risken och kan också beskriva den för andra.

#### Anmärkning

Liksom i SGF Rapport 1: 2014 använder vi här ordet ”trolighet” när vi avser det engelska begreppet ”likelihood”, vilket definieras som ”chance of something happening” och är lösligare än engelskans ”probability”. I SS-ISO 31000:2009 har man valt att använda ordet ”sannolikhet”, men vi är av åsikten att det är bättre om ”sannolikhet” huvudsakligen används när man beskriver hur stor chansen är i matematiska termer.

### **3.3.4 Riskutvärdering**

I detta steg tar riskägaren ställning till om risken kan accepteras eller om man bör göra något åt den. Beslutet är riskägarens och riskägaren avgör om några hjälpmedel behövs. Det vanligaste är riskmatriser, där man kan se riskens komponenter, trolighet och konsekvens, men ibland kan man direkt fatta beslutet (till exempel vid mycket små risker). I andra, komplicerade fall, kan beslutsteoretiska metoder vara lämpliga (Olsson & Stille, 1980). Väsentligt är att man tar hänsyn till alla olika kategorier av konsekvenser.

### **3.3.5 Riskbehandling**

Risker kan behandlas genom att minska sannolikheten för att händelsen inträffar eller genom att minska konsekvensen av att händelsen inträffar. I vissa fall kan man också överföra risken till någon annan, exempelvis ett försäkringsbolag.

Det förekommer också att man riskbehandlar genom att i kontraktet överföra risker mellan parterna. Detta skall endast användas om man når syftet att riskägaren skall vara den som kan göra något åt risken (och tillhör den part som har ansvar för ekonomin för det aktuella arbetet).

I många fall kan riskbehandling innebära att man arbetar om det riskhanterade förslaget, exempelvis en konstruktionslösning eller proceduren för ett arbetsmoment. Det är då mycket viktigt att komma ihåg att även det nya förslaget måste genomgå en riskhantering, eftersom förändringarna kan ha inneburit att nya risker har tillkommit. Notera att även den behandlade risken kan finnas kvar efter utförd riskbehandling, om än i mindre omfattning tack vare de åtgärder som genomförts.

Riskbehandlingen bör *ingå* i ett för arbetsprocessen lämpligt dokument. Separata dokument som enbart handlar om risker bör undvikas, eftersom dessa då lätt hamnar utanför det vardagliga arbetet.

### **3.3.6 Kommunikation och konsultation**

I alla projekt med många inblandade måste risker kommuniceras kontinuerligt både internt och externt, så att resultaten av utförd riskhantering når de personer som berörs av riskerna. Intern kommunikation avser både att man tar upp risker på alla relevanta möten och att risker tas upp i de handlingar som skickas mellan olika projektskeden. Extern kommunikation avser exempelvis kommunikationskanaler för kontakt med allmänheten.

Att beskriva risker på ett sätt som är lätt att ta till sig för andra kan ofta vara svårt. I mer komplicerade fall kan olika visuella hjälpmedel vara till god hjälp.

### **3.3.7 Övervakning och granskning**

I detta steg skall man övervaka och granska dels den riskbehandling som man beslutat om så att den verkligen utförs, men man bör också granska själva riskhanteringen. Den skall givetvis vara anpassad, men man bör då och då fundera över om den uppfyller de krav (enligt SGF 1:2014) som bör ställas på den.

### **3.4 Krav på riskhanteringen**

Det är avgörande för ett framgångsrikt projekt att också själva riskhanteringen sköts med tillräckligt hög kvalitet. I SGF:s rapport 1:2014 formuleras och diskuteras vilka krav som bör ställas på själva riskhanteringen. Dessa krav är dels av övergripande natur (baskrav), dels relaterade till riskhanteringsens steg (Figur 6).

#### **3.4.1 De fyra baskraven**

Dessa fyra övergripande krav syftar dels till att definiera och tydliggöra riskhanteringen inom organisationen så att inget faller mellan stolarna, dels till att skapa och upprätthålla en kultur där man är medveten om hur risker påverkar projektet. De fyra baskraven är:

1. riskhanteringsens objekt och syfte skall ha angivits,
2. den som bestämmer skall ha en risksyn,
3. varje ingenjör som har ett ansvar skall ha nödvändiga kunskaper om riskhantering, och
4. det skall finnas system för kommunikation och informationsöverföring.

#### **3.4.2 Kraven i varje steg**

I Tabell 3 sammanfattas kraven som ställs på varje steg i riskhanteringscykeln. I denna rapport har själva kraven bifogats (Kapitel 1), men den läsare som önskar en diskussion kring kraven hänvisas till SGF:s rapport 1:2014.

### **3.5 Definitioner av terminologin**

I rapporten har vi valt att definiera nedanstående termer på följande sätt.

#### **Aktör**

En aktör är någon som har betydelse för riskhanteringen. Det är viktigt att komma ihåg att det gäller roller (funktioner) och inte personer: en viss person kan ju byta roll under resans gång. Exempelvis kan Byggherrens designkonsult gå över till att bli rådgivare vid upphandlingen. Man skall inte heller glömma att det särskilt i utförandeskedet kan vara flera aktörer hos en "huvudaktör". Exempelvis kan någon ansvara för schakten och någon annan för grundläggningen.

#### **Produkt**

Produkt är ett visst producerat resultat. Ägare till produkten ställer kvalitetskrav på detta resultat. Exempel på produkter är förfrågningsunderlag, anbud eller en färdig konstruktion.



**Tabell 3 Krav vid riskhanteringen**

Steg	Krav
Etablering	<p>Tydliggör vem som är riskägare.</p> <p>Anpassa etableringen till projektet eller projektdelen och till projektskedet.</p> <p>Gör på ett tidigt skede en första bedömning av osäkerheternas effekt på målet.</p> <p>Ansätt lämplig riskhanteringsklass.</p>
Riskidentifiering	<p>Se riskidentifieringen som en ingenjörsuppgift!</p> <p>Få med alla som kan bidra.</p> <p>Utgå från det mål i projektet som kan vara hotat.</p> <p>Titta på helheten och sammanhangen.</p> <p>Skaffa information.</p>
Riskanalys	<p>Riskanalysens resultat skall redovisas i ett dokument, som är lättillgängligt för de berörda.</p> <p>Skapa och utveckla möjliga händelsekedjor.</p> <p>Bedöm alla olika kategorier av konsekvenser.</p> <p>Använd om möjligt beskrivningar av troligheten som är kopplade till sannolikheter.</p> <p>Se till att riskanalysen innehåller underlag för beslut.</p>
Riskutvärdering	<p>Riskägaren ansvarar för utvärderingen.</p> <p>Riskutvärderingen skall beakta konsekvens och trolighet tillsammans, men redovisas separerade.</p>
Riskbehandling	<p>Se till att en ansvarig är utsedd.</p> <p>Gör en riskbedömning av riskbehandlingen. Den kan medföra nya risker.</p> <p>Beskriv riskbehandlingen i ett för arbetsprocessen lämpligt dokument.</p>
Riskkommunikation	<p>Starta riskkommunikationen i tid.</p> <p>Informera alla berörda.</p>
Uppföljning	<p>Gör en uppföljning av:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– riskbehandlingen</li> <li>– riskhanteringsprocessen</li> </ul> <p>Skapa underlag för erfarenhetsåterföring.</p>

## **Projektrisker**

Man bör skilja på risker i projekt och projektrisker, där det senare avser risker som kan hota genomförbarheten av hela projektet (se SGF rapport 1:2014, bilaga C).

## **Riskhanteringsklass**

Riskhanteringsklassen sätts av riskägaren under etableringen av riskhanteringen. Klassen indikerar hur omfattande riskhanteringen behöver vara genom att relatera till hur troligt riskägaren bedömer att det är att önskvärd kvalitet i slutprodukten för projektet eller projektskedet inte uppnås (se även SGF rapport 1:2014, bilaga E).

## **Riskägare**

Den/de som ansvarar för projektet eller delar av projektet skall också ansvara för hantering av riskerna som är kopplade till ansvarsområdet. De är riskägare och kan och skall besluta om åtgärder för riskbehandling, d.v.s. om en risk ska accepteras eller inte.

Riskhanteringen är en integrerad del av ingenjörsarbetet så den som har ansvar för att uppnå kvalitetskraven på en viss produkt skall också äga och ansvara för hanteringen av de risker som är kopplade till produktens kvalitet.

Ett exempel på riskägare under skedet för Entreprenörens design är Entreprenörens projektledare, som ansvarar för kvaliteten på producerade arbetshandlingar, ritningar och beskrivningar (produkter).

För enkelhets skull har vi ibland valt att endast skriva Byggherre, Entreprenör eller Anbudsgivare. Då avses en person inom respektive organisation som har befogenhet att fatta beslut i den aktuella frågan.

## **Skede i byggprocessen**

En byggprocess kan delas in i ett antal olika skeden. Dessa ser lite olika ut beroende på entreprenadform. I vårt tillämpningsexempel diskuterar vi en totalentreprenad och har definierat skedena som idéfas, Byggherrens preliminära design, Anbudsgivarens preliminära design, upphandling, upphandlad Entreprenörs detaljerade design, utförandeskede och driftskede.

## **Steg i riskhanteringen**

Med riskhanteringsens steg avses de olika delarna av en riskhanteringscykel (Figur 6).



# Del II

## Tillämpningsexemplet



## 4 Översikt över tillämpningsexemplet

Byggprocessen i ett geotekniskt projekt kan delas in i olika skeden (avsnitt 3.1), där olika aktörer är inblandade. Resterande delar av denna rapport exemplifierar hur riskhantering kan utföras i alla olika skeden i enlighet med kraven på riskhantering i SGF Rapport 1:2014. Detta görs med utgångspunkt i filosofin att riskhantering i grunden är en del av vanligt ingenjörsarbete, men mer strukturerat och ibland med utnyttjandet av effektiva specialverktyg. Av utrymmesskäl har vi valt att särskilt lyfta fram ett av skedena för en mer ingående diskussion av hur riskhantering kan utföras, medan resten av skedena behandlas mer översiktligt. Det betyder dock inte att vi anser att just det framlyfta skedet är särskilt viktigt; riskhantering ska utföras efter samma krav i alla skeden av projektet!

Det detaljstuderade projektskedet som vi valt att framhäva i denna Del II är designskedet för en spont i en totalentreprenad. Dispositionen följer den riskhanteringscykel som presenterades i avsnitt 3.3. Övriga skeden behandlas i Del III: kapitel 6–11. Trots att skedena skiljer sig åt i innehåll används samma övergripande struktur på arbetssättet i samtliga skeden. Vi gör detta genom att i varje skede titta på

- vilken produkt som ska produceras i respektive projektskede,
- vilka krav som rimligen kan ställas på produkten,
- vad som kan hota kvaliteten på produkten,
- vilka aktörerna är i respektive skede och vilket ansvar de har för produktens kvalitet, och
- hur de ansvariga aktörerna (riskägarna) kan möta hoten mot produkten genom riskhantering.

Data och omständigheter har i möjligaste mån lånats från sponten vid Hästspontens hus. Där data och information om situationen 1992 saknats eller varit onödigt komplicerad har vi dock inte avhållit oss från att göra förenklingar och antaganden, för att istället kunna fokusera på att illustrera själva riskhanteringsprocessen. Exempelvis har kunskapsläget om vissa tekniska detaljer gått framåt sedan 1992; i vårt exempel har vi utgått ifrån vad man som ingenjör borde känna till i

dag. Denna rapport ska därför inte ses som en pekpinne för hur man borde ha gjort där och då med dåtidens förutsättningar, utan vårt exempel utspelar sig i dag i ett parallellt, idealt universum.

Läsaren som vill följa hela byggprocessen från början till slut rekommenderas här att nu hoppa över kapitel 5 och börja med idéfasen i kapitel 6. Läsaren hoppar sedan tillbaka till den detaljerade designen i kapitel 5 efter kapitel 9, som handlar om upphandlingen. Den som är mest intresserad av riskerna som berör själva designen fortsätter nu med kapitel 5.



## 5 Entreprenörens detaljerade design

### 5.1 Beskrivning av skede – detaljerad design

Skedet för Entreprenörens detaljerade design börjar efter att kontrakt tecknats för totalentreprenaden för schakt och grundläggning av Hästsportens hus (se kapitel 6-9 för riskhantering av de skeden som föregår designskedet). I kontraktet ingår att Geoteknisk klass GK 2 och Riskhanteringsklass RK 2 skall användas. I anbudsskedet tog Entreprenören fram en design för kostnadsberäkning till anbudet. Denna design baserades på en tidigare bedömd skjuvhållfasthet.

Entreprenören skall nu ta fram en detaljerad design och arbetsbeskrivningar för arbetet med schakt och grundläggning. Som underlag för detta antas i vårt exempel Entreprenören ha kontraktshandlingarna (inkl. förfrågningsunderlaget) och även intern dokumentation från arbetet med det egna anbudet till sitt förfogande. Underlaget antas även inkludera en egen besiktning av platsen. (Om det istället hade varit en utförandeentreprenad hade schaktprinciper och detaljkonstruktioner tagits fram av Beställaren och redovisats i förfrågningsunderlaget). Ett exempel på intern dokumentation är det konstruktionsantagande om lerans skjuvhållfasthet, som Entreprenörens anbud baserar sig på (se vidare avsnitt 8.7).

För att ge en intressantare diskussion i detta exempel har vi låtit Entreprenören i detta exempel i anbudsskedet göra bedömningen att det geotekniska underlaget i FU är otydligt vad gäller skjuvhållfastheten i området. Entreprenören bestämde sig därför i sin anbudsstrategi att anta ett relativt högt värde på skjuvhållfastheten, trots att Entreprenören misstänkte att värdet skulle kunna vara lägre i verkligheten (se kapitel 8). Vi låter alltså Entreprenören göra bedömningen att kostnadsökningen på grund av den eventuellt lägre skjuvhållfastheten förväntas kunna täckas av en ÄTA, enligt ABT 06 Kapitel 1, § 4 och § 6 (Byggandets kontraktskommitté, 2007).

Hur detta antagande påverkar arbetet med designen av konstruktionen diskuteras i detta kapitel från ett riskhanteringsperspektiv.

## Sammanfattning av skede

**Aktörer:** Entreprenörens projektledare för schakt och grundläggning, samt Entreprenörens konsult(er).

**Produkt:** Arbetshandlingar, ritningar, beskrivningar, etc.

**Produktkrav:** Producerade handlingar ska vara av sådan kvalitet att projektet ges bästa möjlighet att utföras i tid, utan skador och ge vinst åt entreprenören.

**Tillgänglig information:** Dokumentation från anbudsskedet i form av identifierade geotekniska osäkerheter och en egen besiktning av platsen.

**Riskinformation från tidigare skeden:** Den egna anbudsstrategin.

## **5.2 De fyra baskraven – detaljerad design**

SGF:s metodbeskrivning ställer upp fyra baskrav som gäller generellt för hela riskhanteringsprocessen (se även avsnitt 3.4.1). I det följande ges exempel på hur baskraven (*i kursivt*) kan uppfyllas i Entreprenörens designskede.

*Riskhanteringsens objekt och syfte ska anges.*

Riskhanteringen i skedet ”Entreprenörens design” har schakt och grundläggning som objekt. Det innefattar design och utförande av de temporära och permanenta konstruktionerna. Det som skall studeras är de geotekniska osäkerheterna och deras inverkan på val av utförande av schakten och även på utformningen av den permanenta grundläggningen. (Enligt kontraktet ska byggnaden grundläggas på pålar).

*Den som bestämmer (riskägaren) ska ha en risksyn*

Riskägaren, entreprenörens projektledare för schakt och grundläggning har naturligtvis redan vid de inledande projektmötena blivit informerad om målen, om de geotekniska osäkerheterna och om kravet att travverksamheten inte får påverkas. Eftersom svårigheter befarades på grund av den eventuellt låga skjuvhållfastheten, har Entreprenören tillsatt en projektledare som är bekant med riskhanteringsmöjligheter att stötta i styrningen av projektet.

*Alla ingenjörer med ansvar för något i projektet ska ha för arbetsuppgiften nödvändiga kunskaper om riskhantering.*

Varje ingenjör som är delaktig i projektet måste ha viss kunskap i hur man hantear osäkerheters påverkan på det aktuella projektet. I det ingår att ingenjören vet

när han/hon behöver rådgivning. I det aktuella projektet har man sett till att kravet uppfylls genom att använda ingenjörer med lång erfarenhet, särskilt i granskning och godkännande av konstruktioner.

*Det ska finnas system för kommunikation och informationsöverföring mellan projektets skeden.* Eftersom byggprojekt ofta har långa ledtider måste mycket information lagras för framtida bruk eller överförs mellan olika organisationer och personer. Början till ett sådant system etablerades redan i anbudsskedet och tas nu i drift i enlighet med företagets projektrutiner.

### **5.3 Etablering av riskhanteringen – detaljerad design**

SGF:s metodbeskrivning anger nedanstående krav (*i kursiv*) på vad som ska uppfyllas vid etableringen av riskhanteringen. Se även avsnitt 3.3.1.

*Anpassa etableringen till projektet eller projektdelen och till projektskedet.*

Etableringens omfattning styrs av att man valt Riskhanteringsklass RK2, som kräver att risker ska identifieras, analyseras, utvärderas och kommuniceras (SGF Rapport 1:2014, avsnitt E.3.1). Som vi ska se klassas projektet senare i detta skede om till RK3. Då ges delprojektledaren stöd av expertis, i detta fall främst inom spontdimensionering. Dessutom konsulteras en riskhanteringsexpert angående rutinerna i delprojektet.

*Tydliggör vem som är riskägare.*

Riskägare för detta skede är Entreprenörens projektledare, som därmed ansvarar för riskhanteringen. Poängen är att den part som bär den ekonomiska risken också ska besluta om vilka åtgärder som ska sättas in – om riskägaren bedömer att riskerna är för stora – och när dessa åtgärder ska vidtas.

*Se till att riskhanteringen görs av personer med rätt kompetens och egenskaper.*

Riskhanteringen utförs av Entreprenörens konsult(er). Konsulterna måste i ett projekt av denna svårighetsgrad vara kompetenta och erfarna och får inte falla in i ett alltför riskbenäget beteende vid val av lösningar. De ska ha för vana att rapportera risker och osäkerheter så att inga oacceptabla risker lämnas obehandlade.

I projektet löses detta genom att man endast anlitar konsulter med referenser från liknande, svåra projekt.

*Säkerställ att riskhanteringen fungerar ända tills projektet är klart.*

I detta skede kan riskhanteringen behöva utföras i flera cykler, för att alla relevanta risker som är kopplade till olika arbetsmoment ska kunna hanteras. Varje

riskhanteringscykel slutar med en riskbehandling, som anger om risken kan accepteras eller om – och i så fall vilka – åtgärder som ska genomföras (exempelvis att en ny konstruktionslösning måste tas fram). Dessa åtgärder medför ofta att nya risker introduceras i projektet och att de också måste hanteras. Riskhanteringen i detta steg är färdig, när samtliga risker är hanterade. Det är viktigt att man, trots den tidspress som ofta uppkommer i slutet av delprojektskedet, inte avbryter riskhanteringen för tidigt; den sista utförda riskbehandlingen får inte föra med sig nya risker som lämnas obehandlade!

När projektet fortsätter in i nästa skede måste information om behandlade och kvarvarande risker förmedlas till rätt personer i projektorganisationen i nästa skede. I detta exempel kan risker dokumenteras på lämpligt sätt och kommuniceras till Entreprenörens projektledare. Att och hur detta ska göras fastställs under etableringen av riskhanteringen.

*Se till att det finns en stödjande organisation om det krävs.*

Projektledaren kommer senare i detta skede tillsammans med Beställaren omvärdera riskhanteringsklassen till RK3. Denna uppgradering medför då en ökad etablering genom att projektledaren tar in specialiststöd inom både riskhantering och det specifika tekniska problemet (spontkonstruktion). Dessa två kompetenser kan naturligtvis innehas av samma person; avgörande är att båda expertkompetenserna finns tillgängliga. Notera att uppgraderingen till RK3 formellt kan betraktas som en riskbehandling i sig: projektledaren minskar risken att något problem ska inträffa på grund av att man *inte* tagit in expertstöd.

*Se till att det finns kriterier för vilka risker som kan accepteras.*

Riskägaren (Entreprenörens delprojektledare) har ansvaret för att uppnå målet: en säker och ekonomisk schakt med en grundläggning som uppfyller satta krav. Med hänsyn till riskhanteringsklassen RK3 och de potentiellt mycket stora konsekvenserna hänskjuts beslut om högkonsekvensrisker till Projektledaren för hela projektet.

## **5.4 Riskidentifiering – detaljerad design**

Uppgiften i detta skede är att:

*Identifiera hot mot ett framgångsrikt genomförande, samt hotens följder (konsekvenser).*

Riskidentifieringen ska ses som en ingenjörsuppgift, där alla som kan bidra med insikter ska vara med. Med hänsyn till osäkerheterna görs en förnyad riskidentifiering för att komplettera tidigare gjorda. Detta görs som en brainstorming där

Entreprenörens projektledare samlar en grupp med konsulter, arbetsledare och även en representant för Beställaren. Denne skall bidra med kunskaper om travverksamhetens krav. För att se till att alla deltar aktivt och för att få riskerna mer objektivt bedömda tar Riskägaren in en extern facilitator (se SGF Rapport 2:2014) som leder brainstormningen och gör deltagarna uppmärksamma på psykologiska faktorer som kan påverka riskbedömningen.

Det är viktigt att de som deltar förbereder sig inför mötet genom att granska den information som finns från tidigare skeden (t.ex. FU) och att komma ihåg att titta på helheten och sammanhangen. Projektledaren sammanställer och justerar resultatet för vidare analys. Riskidentifieringen är kedjans svagaste länk: en oupptäckt risk kan aldrig hanteras!

Några exempel på risker för spontkonstruktionen visas i följande tabell. (Av utrymmesskäl väljs i detta exempel endast två hot ut för vidare analys i riskhanteringen – markerat i **fetstil** nedan. I verkligheten måste naturligtvis samtliga identifierade hot hanteras.)

<b>Hot</b>	<b>Konsekvens</b>
<b>Stor osäkerhet om geotekniska förhållanden</b>	Kan leda till val av för högt dimensionerande värde på skjuvhållfastheten och en underdimensionerad spontkonstruktion.
<b>Entreprenören bestämmer sig för en tekniskt mindre lämplig konstruktion av okunnighet eller på grund av att geotekniska osäkerheter kvarstår trots den extra utredningen.</b>	Den projekterade sponten kan råka ut för något av följande problem, se exempelvis Sponthandboken (Ryner, m.fl., 1996): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bristande totalstabilitet</li> <li>• Instabil schaktbotten, t.ex. bottenuppträckning</li> <li>• Bristande rotationsstabilitet</li> <li>• Brott i konstruktionen: alltför klen spont, dålig vertikalstabilitet, momentbrott i hammarband, brott i stagens förankringszon, brott i själva staget eller brott i stämp.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stora rörelser i spontkonstruktionen vid slagning och stagmontering.</li> </ul> <p>Projektet blir i och med detta dyrare, fördröjt och/eller medför skador på person och materiel. Exempelvis markrörelser i travbanan som kan medföra viten.</p>
Entreprenörens konstruktion visar sig vara opraktisk och svår genomförbar.	Stora kostnader för entreprenören, då en ny teknisk lösning måste tas fram.
Designen får en olycklig utformning med avseende på arbetsmiljön	Personskador. Fördröjning.
Konstruktionen klarar inte upptryckskrafter från grundvattnet.	Om grundvattnet stiger innan byggnaden har tillräcklig tyngd kan uppflytningsrörelser ge tryck mot gravitationsbetongen.
Byggherren accepterar inte föreslagen konstruktion, utan ytterligare arbete krävs med att ta fram en ny.	Även om detta förmodligen regleras med ÄTA kan Entreprenören få extra kostnader genom att personal blir uppbunden med att göra en ny konstruktion, trots att personalen kanske behövs bättre i något annat projekt.
Icke gynnsamt samspel med byggherren, som ogillar föreslagna lösningar och försöker detaljstyra mer än vad som är tillbörligt i en totalentreprenad.	Projektet blir administrativt mer tungrott och ineffektivt, vilket ger lägre vinst på grund av onödig arbetsbelastning på personalen.
Erforderliga tillstånd som krävs från myndigheter är försenade.	Projektet försenas.

Identifierade risker dokumenteras. Projektledaren kan också ha ett eget dokument eller minnesanteckningar för att ha en övergripande kontroll över vilka risker som man kommer att hantera framöver. I dokumentationen tar man upp hoten och deras möjliga konsekvenser, samt data kring själva identifieringen (d.v.s. vilka personer som deltog, när den utfördes, vilken metod som användes, etc.).

Överväganden som behöver göras vid riskidentifiering:

- Har en ordentlig insamling av information gjorts?
- Har alla som kan bidra vid identifieringen uttalat sig? Det vill säga faktiskt sagt något, inte bara fått tillfälle att göra det.

## **5.5 Riskanalys – detaljerad design – generella kommentarer**

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

Riskanalysen ska ge som resultat att man förstår risken så att man kan beskriva de händelsekedjor som kan leda fram till konsekvenserna och att man kan beskriva risken med trolighet och storlek på konsekvenser, så att man i ett senare skede kan ta beslut om risken kan accepteras eller inte.

SGF:s metodbeskrivning anger nedanstående krav på vad som ska uppfyllas vid etableringen av riskhanteringen.

Resultatet:

- Riskanalysens resultat skall redovisas i en risklista (riskregister).
- Se till att riskanalysen innehåller underlag för beslut.
  - o Beskrivning av scenariot (händelsekedjan) som leder fram tillkonsekvenserna.
  - o Beskrivning av konsekvenserna.
  - o Skattad trolighet att risken faller ut.

Kommentar: Dokumentation skall givetvis anpassas till projektets behov och utformas därefter. Tänk på att informationen skall användas i nästa steg i riskhanteringen och kanske av en annan aktör.

Konsekvensbedömningen:

- Utgå från listan över faror.
- Skapa och utveckla möjliga händelsekedjor.
- Bedöm alla olika kategorier av konsekvenser såsom personskador, miljöskador, tider och kostnader.
- Ta hänsyn till skyddsåtgärder som man vidtagit.

### Skattning av trolighet:

- Utgå från listan över faror.
- Använd om möjligt beskrivningar som är kopplade till sannolikheter.

I det följande diskuteras den fortsatta riskhanteringen för de två i fetstil markerade riskerna i tabellen för identifierade risker ovan. För överblickbarhetens skull i exemplet har vi valt att redovisa den fortsatta riskhanteringen kronologiskt. Eftersom osäkerheter kring de geotekniska förhållandena påverkar vilken konstruktionslösning som väljs, presenteras riskhanteringen för osäkra geotekniska förhållanden före riskhanteringen för konstruktionslösningen. I andra fall kan det vara lämpligt att göra stegen parallellt istället.

## **5.6 Riskanalys – Geoteknisk osäkerhet**

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

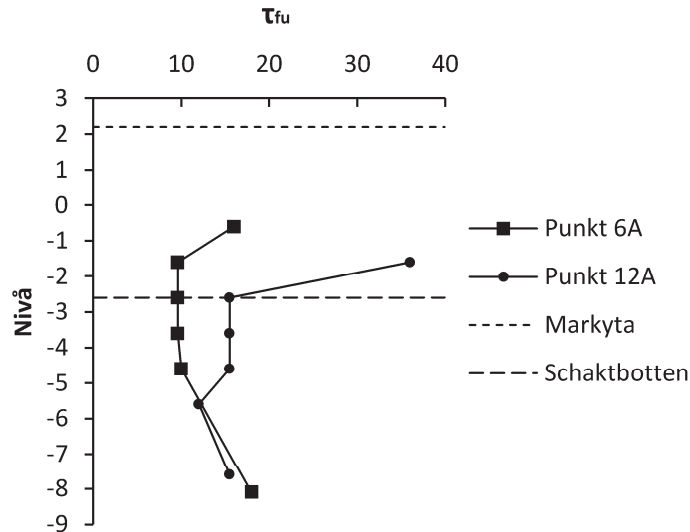
Den geotekniska osäkerheten är en ofta förekommande risk och inverkar på hur omfattande riskhanteringen skall vara, se SGF Rapport 1:2014, Kapitel 3.1.2. I exemplet har Entreprenören redan i anbudsskedet uppmärksammat att det finns stora variationer hos den skjuvhållfasthet som redovisats i FU. Detta har identifierats som en risk och kommunicerats till designskedet. Risken är inte i sig den geotekniska osäkerheten utan de konsekvenser den kan leda till och hur troligt det är att den leder till de konsekvenserna.

I riskanalysen i exemplet gör projektledaren (riskägaren) därför först en genomgång av händelsekedjor som utgår från de geotekniska osäkerheterna och som kan leda till konsekvenser.

Det geotekniska underlaget utgörs av ett geotekniskt utlåtande med två provtagningspunkter. I dessa skiljer sig den uppmätta skjuvhållfastheten avsevärt (Figur 9). Även sonderingarna, även om det är viktsonderingar, pekar på variationer inom området. Innan man fått klarhet i orsakerna till variationerna kan man inte anta annat än att skjuvhållfastheten kan variera kraftigt över området och att den åtminstone lokalt kan understiga de uppmätta värdena.

Ett övervägande av dels metoder att utföra schakten, dels svårigheterna med schakten, dels hur stora konsekvenserna kan bli om den verkliga skjuvhållfastheten är mycket låg, gör att man värderar risken som oacceptabel och att man som riskreducerande åtgärd skaffar ytterligare geotekniska data. Projektledaren i de-





**Figur 9** Den uppmätta skjuvhållfastheten (oreducerad) skiljer sig signifikant mellan de två punkterna. Punkternas läge ses i Figur 4. Markytan ligger kring nivå +2,2 inom sponten och planerad schaktbotten ligger på nivå -2,6.

signskedet bestämmer sig därför för att göra ytterligare en kontroll av de geotekniska förutsättningarna för att förbättra sitt underlag. Sökande i arkiv (såsom Sektorsportalen och kommunens Tekniska nämnd) ger som resultat att Entreprenören hittar ett geotekniskt utlåtande från 1981, som skrevs i samband med att en näraliggande kontorsbyggnad skulle uppföras. I detta utlåtande noteras mycket låga skjuvhållfastheter (vingsond 9 kPa, konförsök 11 kPa). Dessutom påpekades det att det pågick sättningar inom området, orsakade av utbredda uppfyllningar.

Man kan också på ritningar se att det funnits en lokal uppfyllning för en åskådarläktare inom området och nära borrhål 12A. Den uppfyllningen kan möjligen vara en förklaring till skillnaderna mellan borrhål 12A och borrhål 6A.

Eftersom det äldre utlåtandet skiljer sig kraftigt från FU (som angav 16 kPa för en punkt mitt i schakten) bestämmer sig projektledaren för att utföra en egen undersökning i fält. De kompletterande undersökningarna<sup>1</sup> visar sig efter utvärdering styrka det lägre värdet på 10 kPa i skjuvhållfasthet i stora delar av schakten.

<sup>1</sup> Formellt sett kan man se beslutet om och utförandet av kompletterande undersökningar som en utvärdering respektive behandling av risken kopplad till alltför stora geotekniska osäkerheter, snarare än en del av riskanalysen. Vi har dock valt att diskutera undersökningarna i detta avsnitt om riskanalys, för att kunna redovisa händelserna i projektet någorlunda kronologiskt.

Det höga värdet som uppmättes i punkt 12A (Figur 4) och redovisades i FU visar sig vara en lokal avvikelser. Denna information spelar stor roll för hur man går vidare i arbetet med designen nedan. Den design som i slutändan tas fram baseras naturligtvis på resultatet av samtliga utförda undersökningar.

När de signifikanta skillnaderna i skjuvhållfasthet mellan uppgifterna i FU och Entreprenörens egen undersökning påvisas för Byggherren accepterar denna de högre kostnader som den låga skjuvhållfastheten medför. Detta regleras genom en ÄTA. I denna betalar Beställaren, förutom för fördyrningen av konstruktionen, även för att man ökar Riskhanteringsklassen till 3 och de ökade kostnaderna för riskhanteringen som förväntas uppkomma. I ÄTA:n ingår att samråd skall ske kring riskhanteringen. Som motiv för den höjda Riskhanteringsklassen ligger de stora konsekvenser som kan uppkomma.

#### Kommentar

En relativt vanlig komplikation som uppstår i samband med detaljdesignen är att man upptäcker att anbudsskedet inte gjort en tillräckligt djup analys av de tekniska förutsättningarna eller att man velat göra besparingar för att vinna upphandlingen. Detta kan innebära att den slutliga konstruktionen blir betydligt dyrare än man tänkt sig i anbudet, vilket kan minska möjligheterna till vinst eller till och med ge upphov till tvist mellan parterna.

### **5.7 Riskutvärdering och riskbehandling – Geoteknisk osäkerhet**

*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

Projektledaren är nöjd med minskningen i geoteknisk osäkerhet som de extra undersökningarna lett till och beslutar att man i det fortsatta arbetet ska förutsätta att skjuvhållfastheten ligger på 10 kPa i området. Risken att förhållandena är ännu sämre än undersökningarna visat accepteras. Ytterligare riskbehandling av denna risk utförs därför inte.

### **5.8 Riskanalys – olämplig konstruktionslösning**

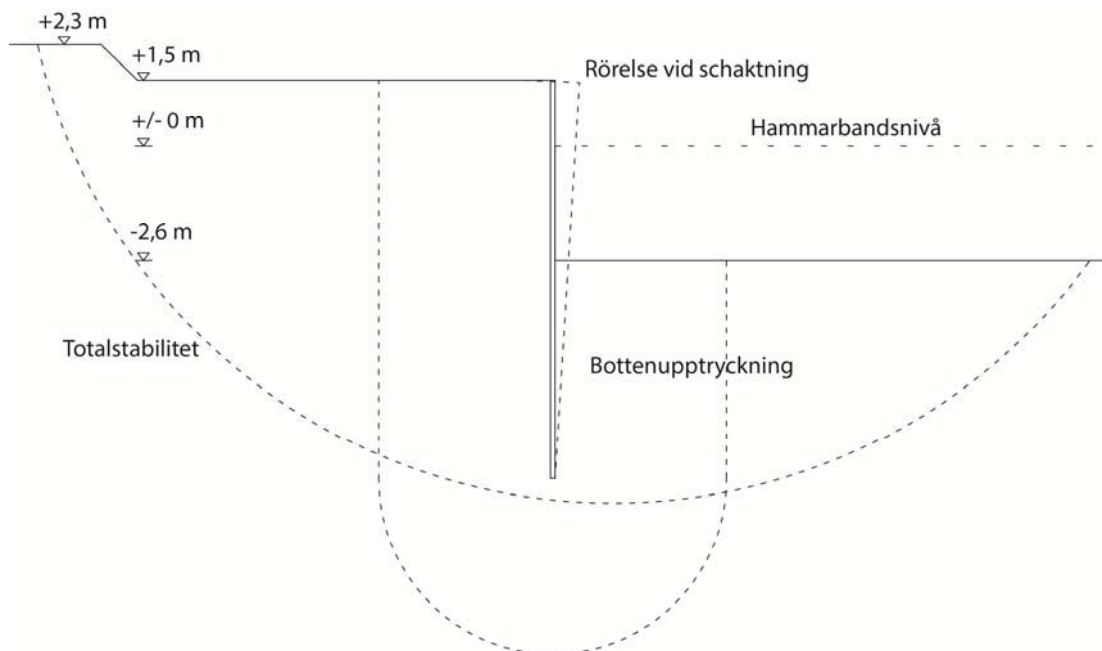
*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

Efter att ha hanterat risken med geotekniska osäkerheter fortsätter riskhanteringen med valet av konstruktionslösning genom att utföra en riskanalys. Den första ansatsen till arbetsförfarande är att schakta inom en bakåtförankrad spont. För

det antagna arbetsförfarandet med en förankrad spont görs bedömningar av hur troligt det är att vissa risker faller ut och hur stora konsekvenserna blir, givet den information man har. Ett urval av möjliga brottyper som måste beaktas visas i Figur 10. (Här bör påpekas att troligheten för totalstabilitetsbrott inte påverkas av sponten såvida den inte slås djupt och är styv.)

Risken analysen görs dels genom att man konstruerar händelsekedjor, dels genom en konventionell dimensionering med beräkning av totalsäkerhetsfaktorer. Dessa båda ansatser kopplas sedan genom att man använder totalsäkerhetsfaktorerna som input när man bedömer troligheter. Att partialkoefficientmetoden inte används beror på att problemställningen inte är dimensionering utan överslagskontroll av trolighet för brott.

Händelsekedjorna utvecklas ända fram till konsekvenserna som beskrivs med typ (skador på människor, miljö etc.) Även om det inte är nödvändigt i enkla fall, rekommenderas att man ritar upp kedjorna grafiskt. Det underlättar både när man bygger upp händelsekedjan och när man ska beskriva den för andra personer. I Figur 11 visas ett urval av möjliga händelsekedjor för brottyperna i Figur 10 i form av ett händelsetråd.



**Figur 10** Ett urval möjliga brottyper för spontkonstruktionen: a) bristande totalstabilitet, b) bottenuppträckning, och c) rörelser vid schaktning.

När man studerar händelsekedjorna ska man beakta olika typer av konsekvenser (även personskador, miljöskador etc.) Händelsekedjor som leder fram till olika konsekvenstyper från samma grundhändelse är inte alltid identiska, så för samma grundkedja kan de olika konsekvenstyperna ha olika trolighet<sup>2</sup>.

I trädet i Figur 11 har inte miljöskador tagits upp, eftersom de bedöms som osannolika. Motsvarande gäller för personskador. De stora konsekvenserna är ekonomiska, t.ex. om man måste göra om pålningen och måste göra en jordförstärkning (som i det verkliga fallet). Till dessa fördyringar av entreprenaden kan komma kostnader för avbrott i travets verksamhet, skador på hästar och också goodwill-förluster.

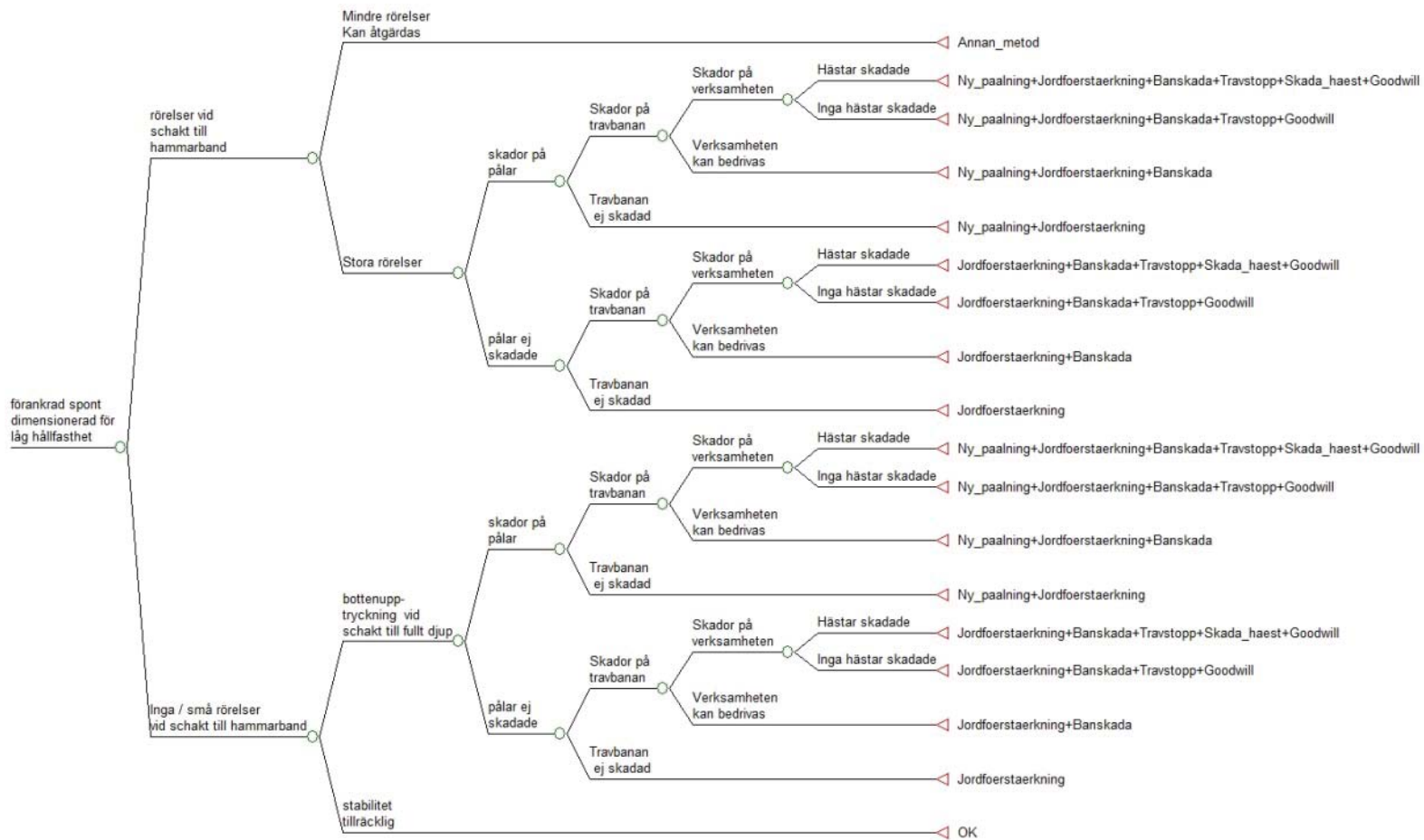
Trolighetsbedömningen görs i detta fall utgående från exempelvis subjektiva erfarenheter eller branschpraxis för val av säkerhetsfaktorer. Här är det viktigt att varken vara riskbenägen eller konservativ, utan att ha en realistisk syn och vara medveten om psykologiska faktorer som kan ge en felaktig bedömning. I exemplet hjälper experten på riskhantering till genom att göra deltagande personer uppmärksamma på olika typer av psykologisk ”bias” (snedvridning).

I Tabell 4 har brottyperna i Figur 10 och några ytterligare möjliga skador klassificerats efter trolighet och konsekvensens allvarlighet. Beräkningar av säkerhetsfaktorn för bottenuppträckning ger resultat i storleksordningen 1,15–1,3 med 10 kPa i lägsta skjuvhållfasthet, såvida inga åtgärder görs. Detta gör att bottenuppträckning bedöms vara i klassen ”ovanlig” – en sådan skada kan alltså absolut inte uteslutas, eftersom säkerhetsfaktorn ligger lägre än 1,3. Notera att om man inte hade utfört ytterligare undersökningar, så att man blivit relativt säker på 10 kPa, så hade det varit svårt att utesluta en ännu lägre säkerhetsfaktor.

Säkerhetsfaktorn för totalstabilitet hamnar i storleksordningen 1,1–1,2 med 10 kPa i lägsta skjuvhållfasthet, såvida man inte slår sponten till fast botten. Även detta bedöms ge trolighetsklassen ”ovanlig”.

---

<sup>2</sup> Vi har i denna rapport valt att skilja på begreppen trolighet och sannolikhet, även om de ofta används synonymt. Trolighet är ett mått på möjligheten att ett hot realiserar. Exempel på trolighetsklasser ges i Tabell 4. Sannolikhet har vi reserverat för den rent statistiska betydelsen. Se även avsnitt 3.3.3 för en mer ingående förklaring.



Figur 11 Ett urval av händelsekedjor och möjliga konsekvenser vid förankrad spont.

I dokumentationen från analysen registreras för risken:

- Namn på risken
- Kort beskrivning av händelsekedjor
- Trolighetsklass
- Konsekvensklass
- Kommentarer
- Administrativa uppgifter: datum, riskägare, dokumentation, etc.

## 5.9 Riskutvärdering – olämplig konstruktionslösning

*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

För att underlätta utvärderingen redovisas riskerna i en riskmatris. I en första omgång görs den baserad på risk- och konsekvensklasser. Skulle det visa sig att utvärderingen är svår kan man ytterligare förfinas riskanalysen (och riskmatrisen), så att man beskriver troligheten i sannolikhetstermer och måttsetter konsekvenserna.

**Tabell 4 Trolighets- och konsekvensklasser**

Nr	Skadetyyp	Trolighetsklass	Konsekvensklass
1	Bottenupptryckning	Ovanlig	Allvarlig
2	Totalstabilitetsbrott	Ovanlig	Katastrofal
3	Stora rörelser vid schakt ner till hammarband (konsolspont)	Ovanlig	Måttlig
4	Sättningar vid slagning av spont	Trolig	Liten
5	Sättningar vid stagsättning	Trolig	Liten

Anmärkning

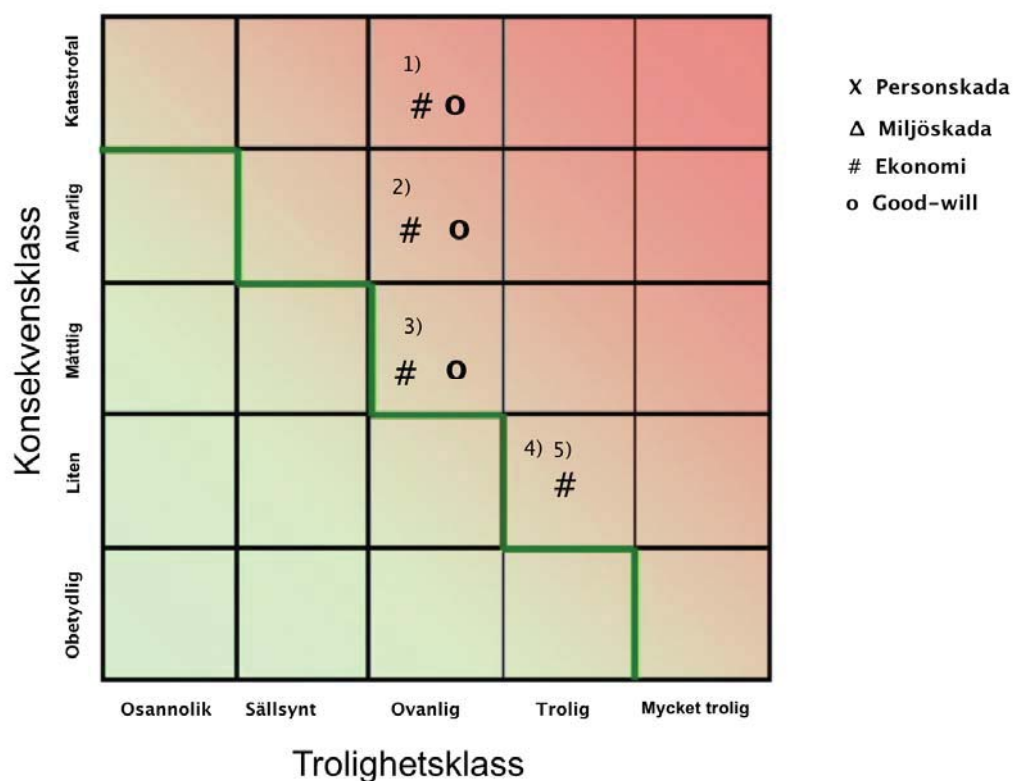
Trolighetsklasser och konsekvensklasser anges i detta fall enligt nedan.

Trolighetsklasser

- Osannolik
- Sällsynt
- Ovanlig
- Trolig
- Mycket trolig

Konsekvensklasser

- Obetydlig
- Liten
- Måttlig
- Allvarlig
- Katastrofal



Figur 12 Riskmatris för schaktrisker.

Ett sätt att förfinas bedömningen av brottsannolikhet är att använda sannolikhetsbaserade beräkningsmetoder, t.ex. Monte Carlo-simulering eller att använda metoder för sannolikhetsbaserad dimensionering. Sådana metoder kräver dock en kunskap om både metoderna och hur man beskriver dimensioneringsvärden statistiskt korrekt.

I Figur 12 visas riskerna från Tabell 4 i den cell som svarar mot trolighets- och konsekvensklassen. I riskmatrisen syns att det framför allt är de stora konsekvenserna som gör att den valda konstruktionen är tveksam. Ett avbrott i spelverksamheten eller skador på hästarna är både mycket kostsamt ekonomiskt och kan ha stor negativ påverkan på goodwill. Dessa konsekvenser är också mycket svåra att påverka. Riskägaren väljer därför att inte acceptera riskerna, utan i stället behandla dem.

## 5.10 Riskbehandling – olämplig konstruktionslösning

*Minska oacceptabla risker till en acceptabel nivå genom att minska konsekvenserna eller sannolikheten eller båda.*

Risken för bottenuppträckning och låg totalstabilitet (Figur 10) hanteras genom att konstruktörerna tar fram en ny teknisk lösning för konstruktionen. Med detta strävar man efter att minska sannolikheten för att osäkerheter om jordens egenskaper ska ge skador. Den nya lösningen minskar de risker som man bedömt vara oacceptabla på både lång och kort sikt. Nedan följer några förslag på åtgärder som minskar riskerna.

Flertalet åtgärder för att behandla risken för bottenuppträckning och låg totalstabilitet görs för att minska sannolikheten för att skada inträffar under schaktskedet:

- Observationsmetodens ramverk används för att genom noggrann övervakning och etappvis utförande anpassa konstruktionen till de faktiska markförhållandena. Detta beskrivs utförligt nedan.
- En kraftig spont används för att minska rörelserna. Sponten kvarlämnas i sidan mot befintligt hus.
- Avschaktning av mark utanför sponten minskar det pådrivande vertikala trycket utanför sponten.
- Successiv gjutning av gravitationsbetong görs för att ge ökat mothåll under utförandeskedet.
- Byggnationen organiseras så att arbetet kan ske fort, för att minska upptryckningen under själva byggtiden: schaktbotten får exempelvis inte stå öppen över helgerna.
- Sponten slås till fast botten.

Men som extra säkerhetsåtgärd, ifall rörelsemätningar eller andra observationer visar att bottenuppträckning eller annan instabilitet kan föreligga, gör man följande förberedelser för att kunna hinna med att minska konsekvenserna och att förhindra ett fullt utvecklat ras:

- Åtgärder förbereds för att hantera en situation med otillåtna rörelser. Maskor och maskiner skall alltid finnas tillgängliga för att mothåll skall kunna ordnas.



För att minska sannolikheten att pålarna under den blivande tillbyggnaden knäcks på grund av förväntad krypning dimensioneras de för att klara ett sidotryck motsvarande en horisontell rörelse i leran på ungefär 2-5 cm.

Entreprenören inser att den låga skjuvhållfastheten gör konstruktionen komplicerad. Arbetena kommer att kräva noggrann kontroll, analys och styrning under arbetets gång, det vill säga tillämpning av observationsmetoden (Eurokod 7, 2004). Då bör arbetena utföras i etapper med början i den ur skadesynpunkt minst känsliga delen av schakten, för att möjliggöra observation av konstruktionens beteende, samtidigt som man minimerar risken för skador på omgivningen.

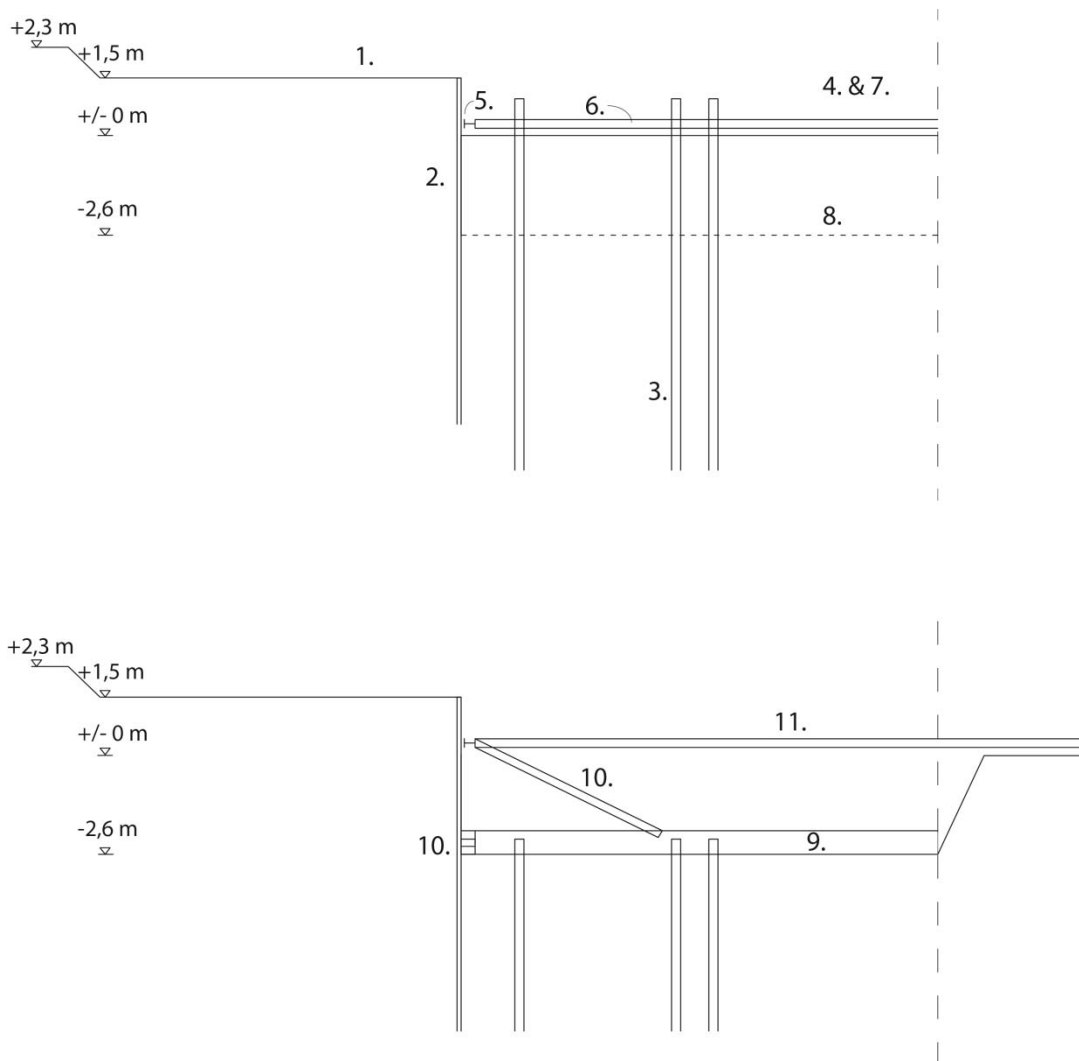
Observationsmetodens ramverk erbjuder ett stringent sätt att hantera osäkerheter i komplexa byggprojekt. Kortfattat innebär metoden att man övervakar konstruktionens beteende i relation till den eller de brottmoder som anses mest troliga. Mätprogram och analysverktyg, samt tydliga gränser för vilket beteende som kan accepteras sätts upp innan konstruktionen påbörjas. Därutöver förbereds de åtgärder som ska vidtas, ifall gränserna för acceptabelt beteende överskrids, och det fastställs att åtgärderna är möjliga att sättas in, innan brott inträffar. I detta fall innebär tillämpning av observationsmetoden att rörelser i sponten och marken observeras där rörelserna förväntas bli mest kritiska under schaktningen, att en maximal tillåten deformation definieras för respektive schaktdjup, och att åtgärder förbereds, som kan vidtas om denna deformation överskrids. Spross (2014) ger en fördjupad diskussion om hur och när observationsmetoden kan användas.

#### **5.10.1 Ett förslag på uppdaterad teknisk lösning**

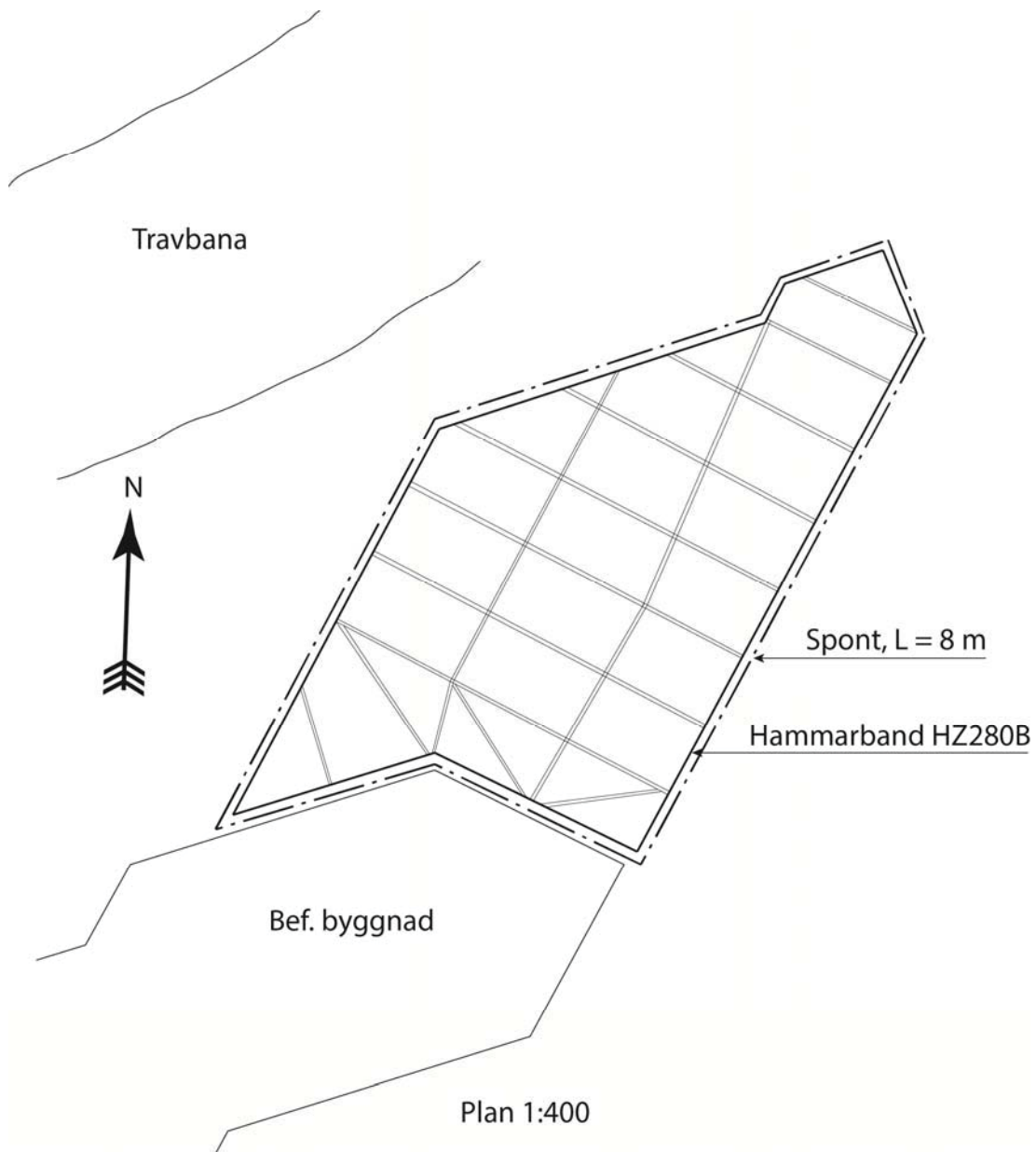
Ett förslag på en teknisk lösning som beaktar de föreslagna åtgärderna i riskbehandlingen ges i det följande. Entreprenörens konstruktörer har utarbetat förslaget i samråd med den anlitade experten på spontkonstruktion. Experten bedömer att konstruktionen är genomförbar, trots låga säkerhetsfaktorer. Notera dock att ansvaret för konstruktionen alltid ligger på Entreprenören (och inte på den externa experten), men att Entreprenören inte nödvändigtvis måste följa expertens råd. Detta följer av att det är riskägaren som har ansvaret och tar besluten och konsekvenserna av dessa. Den föreslagna arbetsgången för den nya lösningen ges nedan och illustreras i Figur 13-15.

1. Avschaktning till nivån +1,5 m både inom schakten och ut till 8 m från schakten.
2. Spontning av hela gropen.
3. Pålning med betongpålar.
4. Schaktning i gravar till nivån +/- 0 m.

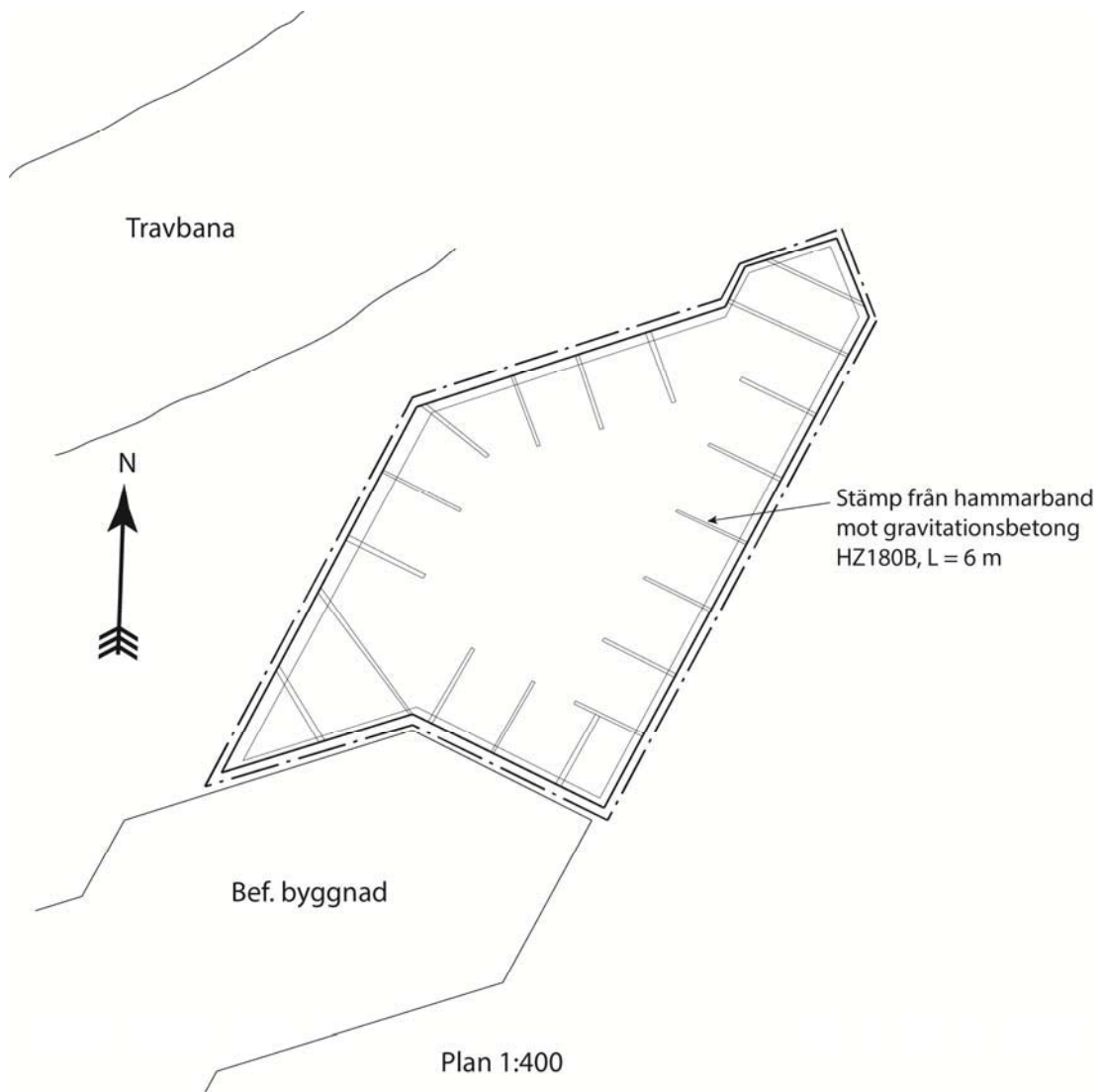
5. Montering av hammarband.
6. Montering av provisorisk stämp tvärs över hela gropen.
7. Avschaktning till +/- 0 m inom hela gropen.
8. Försiktig schaktning i etapper till nivå -2,6 m (bredd: 13 m, längd: 5 m), så att inte pålarna skadas.
9. Gjutning av gravitationsbetong.
10. Stämning mot plattan på 2 nivåer efter två utförda schaktetapper.
11. Demontering av provisorisk stämp.



**Figur 13** Skiss över arbetsgången för spontkonstruktionen efter analys av stabiliteten med avseende på bottenuppträckning. Numreringen avser arbetsgången i listan.



Figur 14 Sponten i plan efter punkt 7 i arbetsgången.



Figur 15 Sponten i plan efter punkt 11 i arbetsgången

Innan arbetet påbörjas tas åtgärder fram, som ska sättas in om övervakningen av markens och spontens rörelser visar att jordrörelserna är större än vad som från början definierats som acceptabelt. Exempel på åtgärder är att omedelbart kunna avbryta schaktningen, återfylla och förstärka spontens aktivsida med kalkcementpelare. Detta görs för att styva upp jorden och därigenom minska aktivtrycket mot sponten.

### 5.10.2 Fortsatt riskhantering

Även om en ny teknisk lösning har tagits fram för att minska oacceptabla risker, betyder inte det att den nya lösningen inte innebär några allvarliga risker. Den nya tekniska lösningen måste alltid riskhanteras även den, vilket alltså innebär att riskhanteringscykeln går igenom igen! Även åtgärderna som planeras inom ramen

för observationsmetoden medför risker som måste identifieras, analyseras, utvärderas och behandlas under designskedet, så att man från början vet att de kan utföras utan problem. Exempel på detta ges kortfattat i det följande.

## 5.11 Riskidentifiering – uppdaterad design

*Identifiera hot mot ett framgångsrikt genomförande, samt hotens följder (konsekvenser).*

Riskidentifiering för den uppdaterade tekniska lösningen ger följande risker:

<b>HOT</b>	<b>KONSEKVENNS</b>
Kvarvarande geotekniska osäkerheter, trots tidigare utförd riskbehandling	En underdimensionerad spontkonstruktion.
Pålarna skadas eller rubbas under schaktningen ner till lägsta nivå.	Kostnad och tid för ersättandet av pålar (t.ex. borrarade stålpålar)
Gravitationsbetongen kan inte gutas kvickt nog.	Bottenupptryckning och skador på pålar
Vatten tränger upp längs med pålarna.	Hydraulisk uppträckning av den gjutna betongen.
En sträva skadas vid schaktningen till nivå -2,6 m.	Fördröjning och kostnader för att ersätta med ny sträva.
Myndighetsinskränkning i när arbeten får utföras på grund av exempelvis buller.	Den uppdaterade designen blir omöjlig att genomföra, eftersom den innehåller vissa tidskritiska arbeten, som inte alltid kan skjutas fram. En ny teknisk lösning måste tas fram.

Sponten hinner röra sig för mycket innan återfyllningen kan göras.	Oacceptabla rörelser uppstår, det vill säga skada.
Kalkcementpelarmaskin finns inte tillgänglig när den behövs.	Projektet försenas.
Själva installationen av kalkcementpelare orsakar oacceptabla jordrörelser i travbanan.	Travlopp kan behöva ställas in.

### Anmärkning

Notera att det fortfarande kvarstår osäkerhet kring jordens egenskaper, trots de kompletterande undersökningarna. Hotet finns alltså fortfarande kvar, om än i mindre omfattning. Sannolikheten för att spontkonstruktionen är underdimensionerad har dock minskat, tack vare den ökade kunskapen.

## **5.12 Riskanalys – uppdaterad design**

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

Arbetsutförandet analyseras i detalj med avseende på de identifierade riskerna, på samma sätt som tidigare. I enklare fall kan den enskilda konstruktörens kunskaper räcka för att göra en subjektiv bedömning, men man ska vara uppmärksam på risken för olika typer av psykologisk bias i bedömningen. I fall med stora konsekvenser som detta kan det vara lämpligt att konsultera en eller flera experter inom den aktuella frågan, för att göra en bedömning av sannolikheten att hotet faller ut. En sådan mer formell process brukar kallas Expert elicitation (se t.ex. O’Hagan, m.fl. 2006). Det kan exempelvis användas i syfte att uppfylla ett av kraven i Eurokod 7 vid tillämpning av observationsmetoden: ”Gränserna för möjligt beteende skall beräknas och det skall visas att sannolikheten för att det verkliga beteendet ligger inom de acceptabla gränserna är godtagbar”.

## **5.13 Riskutvärdering – uppdaterad design**

*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

Entreprenören är nöjd med sin tekniska lösning. Entreprenören accepterar de kvarvarande riskerna.

## 5.14 Dokumentation och kommunikation – detaljerad design

*Dokumentera riskhanteringen så att nytillkomna personer i projektet enkelt kan ta del av riskerna. Risker ska kommuniceras kontinuerligt både internt och externt, så att resultaten av utförd riskhantering når de personer som berörs av riskerna. Kommunicera aktivt riskerna både inom och utanför den egna organisationen.*

Nu återstår att producera ritningar, tekniska beskrivningar, kontrollplaner för uppföljning under byggtiden (provtagningar m.m.), samt instruktioner för hur observationsmetoden ska tillämpas för att säkerställa att konstruktionen får tillräcklig säkerhet.

För att inte kommunens administration kring startbeskedet ska fördröja byggstarten kommunicerar man tidigt den ändrade konstruktionsmetoden till kommunen. Byggherrens kontrollplan måste exempelvis uppdateras med vald metod för att kommunen ska kunna ge ett startbesked. Ändringen skall dokumenteras tillsammans med orsaken till den. Eventuellt kräver kommunen samråd kring ändringen.

## 5.15 Uppföljning av riskhanteringen – detaljerad design

I designskedet är det uppföljningen av riskbehandlingen som är det väsentliga. Det innebär beslut om följande:

- Vad som skall följas upp
- Av vem
- Hur ofta
- Vad som räknas som en avvikelse
- Hur avvikelser skall hanteras
- Hur dokumentationen skall utföras

Viktigt är att man ser till att nödvändig information om riskbehandlingen finns i relevanta dokument (ritningar, arbetsbeskrivningar etc.) så att de verkligen blir lästa.

Här antar vi att Entreprenören har ett system för detta, liksom att det finns system för annan riskhantering (arbetsmiljö etc.).

## 5.16 Kommentarer och överväganden – detaljerad design

Det väsentligaste kravet som om det är uppfyllt bidrar till minskade risker är det som finns vid etableringen av riskhanteringen:

*Att riskhanteringen görs av personer med kompetens och rätta egenskaper.*

Om man är osäker på om man uppfyller detta krav bör man (som i vårt exempel) konsultera experter.

Riskhantering görs ofta genom att man ändrar arbetsutförandet. Det finns då en fara att man upplever att risken blivit acceptabel fast man inte kontrollerat detta med en riskbedömning av den nya lösningen.

### Saker att framhålla

- Ha en kultur där man erkänner att det finns risker och där man talar öppet om dem, även mellan parter (negativism är positivt!)
- Bryt inte informationsflödet.
- Det strukturerade arbetssättet fångar effektivare upp risker.
- Ha ett fungerande system för riskutvärdering, så att resurser inte slösas på små risker och samtidigt som oacceptabla risker accepteras.
- Var tydlig med vem som är riskägare och alltså äger risken och ansvarar för den.



# Del III

Översiktliga exempel för övriga  
skeden



## 6 Idéfas

Resten av rapporten ger exempel på hur riskhantering kan utföras i övriga skeden av ett byggprojekt, från idéfas till driftskede. På detta sätt vill vi framhäva att riskhantering ska ske i varje skede av byggprojektet och på så sätt genomsyra hela projektet – helt enkelt ska riskhanteringen utgöra en naturlig del av det vardagliga arbetet. Varje skede i byggprocessen ägnas fortsättningsvis ett kapitel var, som är uppbyggt enligt samma struktur som riskhanteringscykeln (Figur 6).

Idéfasen – eller genomförbarhetsstudien – ingår i denna rapport för fullständighetens skull, trots att den vanligen inträffar långt före den punkt när geoteknikern kommer in i bilden.

### 6.1 Beskrivning av skedet – idéfas

Under idéfasen formulerar markägaren (Aktiebolaget Trav och Galopp i detta fall) en idé om en ny byggnad på sin mark. Bland annat ska det byggas en ny datorhall. ATG får därmed rollen som Byggherre.

För att visualisera och konkretisera sin idé anlitar Byggherren en konsult, vars uppdrag är att i en rapport utreda byggprojektets fördelar och nackdelar, samt göra en genomförbarhetsstudie.

I rapporten beskriver konsulten Byggherrens krav på den färdiga byggnadens kvalitet och funktion när byggnaden är i drift. Som en del i utredningen ingår en bedömning av de risker som projektet kan medföra för Byggherren. Resultatet av riskhanteringen i idéfasen ger byggherren underlag till ett beslut om man ska gå vidare med projektet.

#### Sammanfattning av skede

**Aktörer:** Byggherren (markägaren) och Byggherrens anlitade konsult.

**Produkt:** Rapport för underlag till beslut om att gå vidare med projektet eller inte.

**Produktkrav:** Rapporten ska möjliggöra objektiva bedömningar av de omständigheter som vid denna tidpunkt kunde antas påverka projektet.

**Tillgänglig information:** Genomförbarhetsstudien.

**Riskinformation från tidigare skeden:** Ingen.

## 6.2 Etablering av riskhanteringen – idéfas

*Fastställ följande: riskhanteringsmål och omfattning, vem som äger risken, tillgängliga resurser i form av kompetens och arbetstid, hur risken ska kommuniceras med berörda, rutiner för dokumentation, vilka kriterier som eventuellt ska gälla för beslut om åtgärder, samt vilken riskhanteringsklass som ska gälla i detta skede.*

Under idéfasen gäller riskhanteringen hela byggprojektet med syftet att hantera de övergripande risker som kan hota dess genomförande, s.k. projektrisker. Målet med riskhanteringen är att Byggherren skall kunna ta ett välgrundat beslut om man bör gå vidare med projektet eller inte. Ur geoteknisk synpunkt gäller det att hitta och översiktligt bedöma om det finns några stora geotekniska stoppklossar som uppenbart skulle göra byggprojektet mycket svår genomförbart.

Riskägare är den projektansvariga hos Byggherren, som kan fatta beslut om riskbehandling.

Organisationen för riskhanteringen är i detta tidiga skede liten: projektansvarig och upphandlad konsult som utreder byggprojektets möjligheter åt Byggherren. Riskhanteringen sker inom ramen för konsultens uppdrag och projektansvarigs arbetsuppgifter. Då organisationen är så liten behöver inte projektansvarig uppätta någon formell kommunikationsstruktur, utan kommunikationen sker direkt mellan de inblandade parterna.

Dokumentation kring idéfasens riskhantering ingår i konsultens uppdrag och sker i konsultrapporten. På så sätt lever information om riskerna i projektet vidare till nästa skede.

Beslut om man ska gå vidare med projektet tas av Byggherren (styrelse eller möjligen VD) baserat på det beslutsunderlag som lämnas av projektansvarig. Underlaget ska rättvisande beskriva byggprojektets fördelar och nackdelar, så att beslutet kan tas så objektivt som möjligt.

De osäkerheter som hanteras i idéfasen är endast till en mindre del geotekniska, så det är i detta fall för tidigt att åsätta någon riskhanteringsklass.

### Kommentar

I detta skede är troligen skillnaden mellan ”vanligt” förfarande för att hantera risker och att gå efter SGF rapport 1:2014 inte så stor, men kraven (både baskraven och kraven på etableringen) blir en bra checklista.

## **6.3 Riskidentifiering – idéfas**

*Identifiera hot mot ett framgångsrikt genomförande, samt hotens följder (konsekvenser).*

Identifieringen av risker som hotar byggprojektet utförs genom informella ”intervjuer” (se SGF Rapport 2:2014) och diskussioner inom projektorganisationen.

Exempel på risker av den typ som identifieras i detta skede och som kan hota byggprojektets framgång ges i tabellen:

<b>HOT</b>	<b>KONSEKVENNS</b>
Ingen lämplig plats kan lokaliseras för byggnaden.	Projektet kan ej genomföras.
Problem med kostnadsnivån (alltför dyrt projekt).	Projektet kan ej genomföras.
Byggarbetet kan orsaka problem för företagets egen och andras verksamhet i närheten.	Ekonomiska förluster på grund av uteblivna intäkter och goodwill-förlust, samt eventuellt skadestånd till andra.
Oväntade myndighetskrav under bygglovsansökan	Ökad kostnad och/eller förseningar för projektet
Riskkommunikationen med berörda parter inom och utanför projektet fungerar dåligt.	Risker kopplade till de särskilda kraven hanteras dåligt.

## **6.4 Riskanalys – idéfas**

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

I detta skede av byggprojektet görs ingen avancerad analys av de identifierade riskerna. Man nöjer sig med den subjektiva ”känslan” av hur troliga riskerna är och överslagsmässiga uppskattningar av konsekvensernas storleksordning. Man

är ju främst intresserad av risker som kan hota hela projektet. Det är dock viktigt att man vid konsekvensbedömningen får med alla relevanta konsekvenskategorier, alltså inte bara ekonomi, utan även miljö och goodwill. Det skall också här påpekas att eftersom det är Byggherrens eget beslut och att beslutet skall återspegla Byggherrens värderingar, måste Byggherrens representant vara aktiv i samarbetet och inte bara invänta konsultens rapport.

Resultatet av riskanalysen dokumenteras av konsulten. Dokumentation bör beskriva

- hotet
- scenariot som leder till konsekvensen
- konsekvensen och hur stor den är
- troligheten att risken faller ut

Sådan dokumentation kan utformas ganska fritt.

Överväganden som behöver göras vid riskanalys i idéfasen:

- Är riskanalysen dokumenterad?
- Har man tänkt igenom händelsekedjor som kan leda fram till en konsekvens?
- Är troligheten bedömd?
- Är alla konsekvenskategorier bedömda?
  - Glöm inte goodwill!

## 6.5 Riskutvärdering – idéfas

*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

I detta skede skall Byggherren främst ta ett övergripande beslut. Om man anser att ingen enskild risk är så stor att den har en avgörande effekt på beslutet om att gå vidare från idéfasen, så fattas beslutet om att acceptera riskerna ”i klump”. I annat fall kan det vara aktuellt med riskbehandling av vissa risker.

Beslutsunderlaget presenteras i konsultens rapport, och eftersom projektledaren deltagit i riskanalysen blir den ett korrekt beslutsunderlag som återspeglar beslutsfattarens värderingar.

I exemplet utgår Byggherren från rapporten och beslutar i detta läge att acceptera de flesta risker som presenterats i konsultens utredning och att gå vidare med projektet. Byggherren bedömer dock att risken med dålig riskkommunikation måste behandlas. Vid utvärderingen tar man hänsyn till företagets riskpolicy. Man

bör också beakta den totala riskexponeringen: även om varje enskild risk kan vara acceptabel, bör man som beslutsfattare fråga sig om summan av alla risker också är det. Vid svåra beslut kan man förstås också välja att utreda frågan ytterligare eller använda en mer formell beslutsanalys med exempelvis beslutsträd eller riskmatriser.

## **6.6 Riskbehandling – idéfas**

*Minska oacceptabla risker till en acceptabel nivå.*

Risken för dåligt fungerande riskkommunikation behandlas genom att den externa riskkommunikationen påbörjas med möjlighet för berörda parter att få och lämna information. En person utses som ansvarig för detta och får ta fram en lämplig form för hur detta ska gå till.

## **6.7 Dokumentation och kommunikation – idéfas**

*Dokumentera riskhanteringen så att nytillkomna personer i projektet enkelt kan ta del av riskerna. Kommunicera aktivt riskerna både inom och utanför den egna organisationen.*

Riskkommunikation görs under hela byggprojektet och organiseras tidigt.

Konsultens rapport är underlag för Byggherrens preliminära design av byggprojektet. I rapporten tas resultaten av riskanalysen och riskutvärderingen med.





## 7 Preliminär design (Byggherren)

Från och med detta avsnitt tittar vi enbart på den riskhantering som gäller geotekniska osäkerheter vid schakt och grundläggning, alltså risker som geotekniker normalt ställs inför, samt vissa viktiga kontraktuella aspekter. Även om vi inte behandlar själva byggnaden i rapporten, gäller i princip samma förhållningssätt till risker i alla delar av projektet.

### 7.1 Beskrivning av skedet – preliminär design (Byggherren)

I detta skede skall Byggherren ta fram ett förfrågningsunderlag (FU) för grundläggningen. I detta arbete ligger att fatta beslut om entreprenadform: utförande-entreprenad eller totalentreprenad.

De krav som skall uppfyllas av den färdiga grundläggningen fastställs i detta skede. De kan specificeras explicit eller vara underförstådda. Eftersom det rör sig om en tillbyggnad intill en befintlig serverhall där all travspelsverksamhet hantearas, ställs till exempel krav på att byggandet inte stör denna verksamhet. Utförandet baseras på tidigare arkitektskisser från föregående skede samt på byggherrens specifikationer.

Det råder osäkerhet om de geotekniska förhållandena på platsen. Därför beställer Byggherren en geoteknisk undersökning och ett utlåtande för schakt och grundläggning av byggnaden av en konsult.

#### Sammanfattning av skede

**Aktörer:** Byggherren och Byggherrens anlitade konsult och dess underkonsulter.

**Produkt:** Förfrågningsunderlag (FU).

**Produktkrav:** FU skall vara tekniskt korrekt, relevant och kalkylerbart. Det skall också ha lämplig form avseende entreprenadform (total- eller utförande-) och ta hänsyn till osäkerheter i byggprojektet och kompetenser hos de inblandade.

**Tillgänglig information:** Konsultens rapport och genomförbarhetsstudie, geoteknisk undersökning, utlåtande för schakt och grundläggning.

**Riskinformation från tidigare skeden:** Konsultens rapport och genomförbarhetsstudie.

## **7.2 Etablering av riskhanteringen – preliminär design (Byggherren)**

*Fastställ följande: riskhanteringsmål och omfattning, vem som äger risken, tillgängliga resurser i form av kompetens och arbetstid, hur risken ska kommuniceras med berörda, rutiner för dokumentation, vilka kriterier som eventuellt ska gälla för beslut om åtgärder, samt vilken riskhanteringsklass som ska gälla i detta skede.*

Etablering av riskhanteringen för detta skede beställs av Byggherren i konsultuppdraget. Byggherren begär i beställningen att konsulten uppfyller krav på kompetens i riskhantering (se Bilaga 1, baskraven (kapitel 14.1) och kraven för etablering (kapitel 14.2). Detta gäller också eventuella underkonsulter som huvudkonsulten anlitar.

Målet med riskhanteringen i detta skede är att välja en så fördelaktig entreprenadform som möjligt, med tanke på skillnaden i risker som de olika möjliga entreprenadformerna medför. Etablering av riskhanteringen görs därför i två omgångar.

Riskägare är Byggherren, som tar risker förknippade med övergripande beslut (t.ex. entreprenadform). En viktig aktör (men inte riskägare) är konsulten som ska arbeta med designriskerna i detta skede. Konsulten och Byggherrens projektansvariga ska ha rätt kompetens. Riskhanteringen utförs inom ramen för deras ordinarie arbetsuppgifter.

Den första etableringen är inriktad på att identifiera risker som kan styra val av entreprenadform. Riskhanteringen etableras av byggherrens projekterande konsult. Detta kan ske i samråd med eventuell underkonsult.

Efter att Byggherren har valt entreprenadform fortsätter riskhanteringen utifrån den premissen. Om man väljer en utförandeentreprenad görs en kompletterande etablering för en mer detaljerad och omfattande analys i Byggherrens arbete med att ta fram handlingar för en utförandeentreprenad. Väljer man i stället en totalentreprenad görs den detaljerade analysen i ett senare skede och då av den valda Entreprenören.

Oavsett val av entreprenadform tas i detta skede beslutet om vilken geoteknisk kategori (GK) som de geotekniska arbetena i bygget skall anses höra till och också vilken riskhanteringsklass (RK) som skall användas i fortsättningen, från och med den etablering som görs för den detaljerade riskhanteringen. Detta är en grannliga uppgift, som kan få långtgående konsekvenser i fortsättningen och den bör därför baseras på den riskanalys som görs i detta skede.

En annan möjlighet för att bestämma GK och RK är att Anbudsgivarna föreslår dem i sina anbud, och sedan kan Byggherren ta ställning till och godkänna förslaget. Alternativt kan utsedd Entreprenör föreslå GK och RK i samband med detaljprojekterings tekniska lösningar, som här förutsätts granskas av Byggherren. Vilket sätt som är lämpligast får avgöras från fall till fall. Oavsett vilket, så är det fördelaktigt om både Byggherren och Anbudsgivaren genomför en varsin strukturerad riskhantering, så att båda kan ta ställning till valet av GK och RK.

Etableringen av riskhanteringen dokumenteras i detta skede i arbetshandlingar och protokoll från arbetet med FU och i själva FU.

### 7.3 Riskidentifiering – preliminär design (Byggherren)

*Identifiera hot mot ett framgångsrikt genomförande, samt hotens följder (konsekvenser).*

I samband med preliminär design görs riskidentifieringar främst enskilt utifrån personalens erfarenhet och kompetens. Brainstorming kan också vara lämplig när man vill ha med representanter för olika fackområden samtidigt.

Riskidentifieringen baseras på byggherrens kravlista (funktionskrav, alltså det uppställda målet) och på det geotekniska utlåtandet för byggprojektet.

Risker som är markerade i **fetstil** har valts ut av författarna att diskuteras i detalj i följande avsnitt. Men samma metodik för riskhantering ska följas för samtliga identifierade risker.

HOT	KONSEKVENNS
<b>Projektets svårighetsgrad felbedömd.</b>	Projektet kan bli dyrare, fördröjt och/eller medföra skador på person och materiel, om problemet uppdagas för sent.
<b>Olämplig entreprenadform väljs.</b>	Projektet ger större kostnader för Byggherren än annan entreprenad-

	form.
Förbisedda osäkerheter i förfrågningsunderlaget.	Entreprenören har lämnat ett alltför optimistiskt anbud och drabbas så hårt att tvist och osämja uppstår, såvida inte Byggherren skjuter till mer pengar.
Designen får en olycklig utformning med avseende på arbetarnas arbetsmiljö.	Sannolikheten för att en olycka ska inträffa blir hög.
Felaktigt formulerade krav på kompetens i FU.	Vald entreprenör klarar inte av att genomföra projektet.
Låg egen kompetens hos Byggherren och/eller hos inhyrd konsult.	FU brister i kvalitet, vilket kan leda till felaktigt prissatta anbud och kommande konflikter mellan Byggherre och Entreprenör.
Det är ingen eller bristande informationsöverföring om risker till nästa skede.	Identifierade risker som hamnat mellan stolarna kan falla ut, om riskerna skulle ha behandlats i senare steg.

Identifierade risker dokumenteras, så att informationen lätt kan överföras till senare skeden. I dokumentationen specificeras hotet och möjliga konsekvenser därav, samt dessutom uppgifter kring själva identifieringsprocessen (vem deltog, när gjordes den och vilken metod användes). Ofta är uppgifterna kortfattade, men det skall finnas möjlighet att hitta kompletterande uppgifter (helst genom länkning).

## 7.4 Riskanalys – preliminär design (Byggherren)

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

Här diskuteras hur en riskanalys kan genomföras för de två **feta**, identifierade riskerna i föregående stycke.

### 7.4.1 Projektets svårighetsgrad felbedömd

Även om svårighetsgraden i projektet främst påverkar i det detaljerade detaljskedet och i utförandeskedet är det lämpligt att Byggherren tidigt har en egen uppfattning om projektets svårighetsgrad, exempelvis eftersom detta påverkar omfattningen av den egna riskhanteringen.

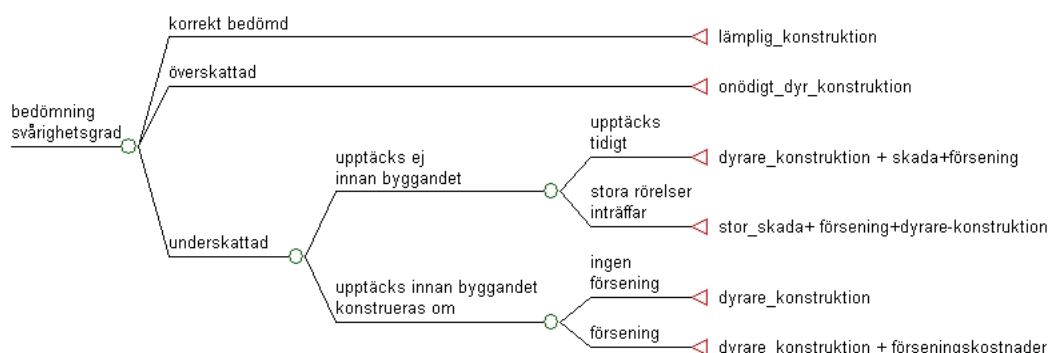
En översiktlig analys av möjliga händelsekedjor och konsekvenser bör göras. Den kan vara kvalitativ som i Figur 16. Även sekundära effekter av förseningar och skador bör analyseras. I detta fall kan sekundäreffekterna av att deformationer uppstår på omkringliggande mark ha stora ekonomiska konsekvenser, eftersom travbanan är belägen där. Redan möjligheten till sprickor i marken skulle medföra att tävlingar måste ställas in, eftersom man omöjligen kan tillåta att hästarna skadar sig genom att trampa ner i hålen i marken. Den näraliggande befintliga ser-verhallen för ATG:s spelverksamhet får heller inte störas.

En underskattad svårighetsgrad kan naturligtvis leda till allvarliga konsekvenser. Bedömningen av hur troligt det är att man underskattar svårigheten (oftast skapad av de geotekniska osäkerheterna) kommer därmed att spela stor roll för projektet.

Som grund för analysen av denna risk finns det geotekniska utlåtandet. Hur svårighetsgraden bedöms visas i valet av geoteknisk kategori, säkerhetsklass och riskhanteringsklass. Några relevanta upplysningar för riskanalysen citeras från det geotekniska utlåtandet för byggprojektet:

”Leran har låg skjuvhållfasthet och hög vattenkvot. Skjuvhållfastheten är lägst 9,6 kPa och högst ca 16 kPa (en nivå dock 36 kPa)”<sup>3</sup>.

”Byggnaden skall grundläggas med stödpålar eller grävpålar till ’fast botten’.”



**Figur 16 Händelsetråd över felbedömd svårighetsgrad hos projektet.**

<sup>3</sup> Med dagens terminologi skulle man ha skrivit ”extremt låg till mycket låg skjuvhållfasthet”.

”Källaren skall utföras i vattentät konstruktion. För beräkning av uppkrafter skall gälla att vattenytan i Bällstaån kan stiga till +1,2m.”

”Schaktslänter, provisoriska sponter eller eventuell jordförstärkning skall dimensioneras med sådan säkerhet att verksamheten på travbanan ej äventyras.”

”Befintlig byggnad skall kontrolleras genom vibrationsmätning och precisionsavvägning av dubbar.”

I detta exempel låter vi för enkelhets skull Byggherren göra bedömningen att schakten och grundläggningen tillhör GK2, baserat på det geotekniska utlåtandet, även om vissa aspekter skulle kunna motivera GK3 (t.ex. att schakten är nästan 5 m djup och p.g.a. den stora variationen i skjuvhållfasthet).

Byggherren bedömer också att det finns ”någon risk för allvarliga personskador”, således sätts säkerhetsklass 2 (SK2).

En kombination av GK2 och SK2 innebär att man väljer RK2 (se SGF Rapport 1:2014, bilaga E.4), som har kraven på riskhanterings omfattning att riskerna skall vara

- Identifierade,
- analyserade,
- utvärderade,
- kommunicerade,

och att deltagande personer skall vara

- handläggare med utbildning och träning i riskhantering.

#### **7.4.2 Val av entreprenadform**

Olika entreprenadformer har olika fördelar och nackdelar, beroende på förutsättningarna. Några aspekter som bör bedömas är

- Den egna kompetensen. En låg egen kompetens kan exempelvis göra det fördelaktigt för beställaren att välja en entreprenadform som gör att man kan utnyttja entreprenörens högre kompetens (givet att så är fallet).
- Om projektet är brådskande kan det vara fördelaktigt att välja en form där entreprenören kan projektera parallellt med byggandet.

- Om entreprenören har stor eller liten vana av de tänkta arbetsmetoderna; det senare kan vara skäl för beställaren att behålla större möjligheter till styrning av arbetsmetoderna och till insyn i projektet.
- Hur en lämplig riskfördelning av identifierade risker kan göras.

Vid valet av totalentreprenad gör man ofta bedömningen att Entreprenören kan göra en bättre arbetsplanering eller att Byggherren inte har tillräcklig egen (eller inhyrd) kompetens. Det förekommer också att Byggherren har den tveksamma uppfattningen att det går att överföra vissa risker till Entreprenören.

Även om totalentreprenad väljs, så har Byggherren möjlighet att i kontraktet reglera vissa aspekter för att minimera både de egna och de totala riskerna i projektet. Exempelvis kan Byggherren kräva att den valda entreprenören genomför en ordentlig riskhantering och att få godkänna konstruktionen (eventuellt via ett kompetent beställarombud) innan byggnation påbörjas.

Vid valet av entreprenadform listar Byggherren fördelar och nackdelar med entreprenadformerna:

### **Totalentreprenad**

- Entreprenören prissätter viss risk, vilket kan ge onödig kostnad om risken inte faller ut.
- Projekteringen görs i samverkan med byggaren.
- Mindre involvering av beställaren, både i projektering och i produktion.

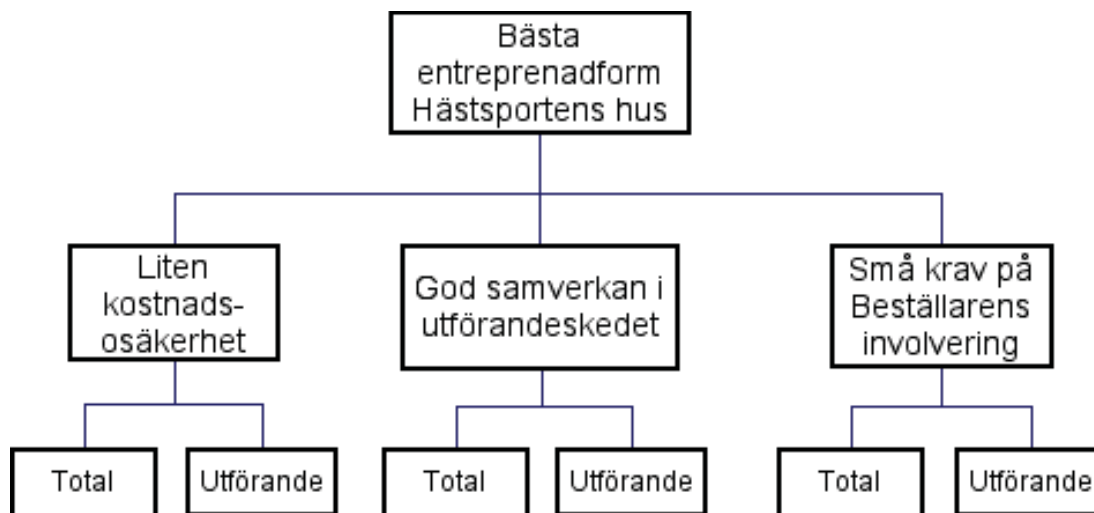
### **Utförandeentreprenad**

- Kan kräva större närvaro och involvering av Byggherren och Byggherrens projektör.

Vi låter nu Byggherren fatta beslutet att välja en totalentreprenad enligt ABT 06.

### En anmärkning

Det finns effektiva metoder för beslutsstöd i situationer som dessa där man arbetar med jämförelser mellan hur mycket man värderar olika egenskaper. En sådan är Analytic Hierarchy Process (AHP). Vid utvärderingen jämför man olika egenskaper eller alternativ parvis med varandra, men endast med hänsyn till närmast ovanliggande nivå i trädstrukturen. Jämförelsen görs efter en särskild skala. I Figur 17 jämför man "Liten kostnadsosäkerhet" med "God samverkan i utförandeskedet" och sedan med "Små krav på Beställarens involvering". På samma nivå jämförs också "God samverkan i utförandeskedet" med "Små krav på Beställa-



Figur 17 AHP-struktur för val av entreprenadform.

rens involvering”. Alla dessa jämförelser görs med avseende på hur viktig respektive faktor är för valet av bästa entreprenadform. Sedan jämförs total- med utförandeentreprenad för var och en av de tidigare nämnda faktorerna, detta med avseende hur bra entreprenadformerna är för att uppfylla faktorn. Slutligen kan man beräkna vilken entreprenadform som är att föredra. En utförligare beskrivning finns i Lambert m.fl. (2001).

Överväganden som behöver göras i skedet preliminär design vid riskanalysen:

- Uppfylls kravet vid etableringen att riskhanteringen görs av:  
”Någon som har som vana att fråga sig: Vad händer om? (What-if)?”
- Fungerar kommunikationen om risker hela vägen genom projektet?  
Vissa av Beställarens risker skall kanske hanteras först i driftskedet.

## 7.5 Riskutvärdering – preliminär design (Byggherren)

*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

### 7.5.1 Projektets svårighetsgrad felbedömd

Analysen visade att verksamheten är störningskänslig, med stora ekonomiska konsekvenser om något går fel. Det gäller dels själva travbanan där det kan bli avbrott i tävlingsverksamheten eller skador på hästarna, dels den befintliga datorhallen som hanterar allt spel. Schakt- och grundläggningsarbetet bedöms ändå inte vara mycket komplicerat, eftersom det är frågan om en relativt vanlig konstruktion. Man väljer dock att göra en riskbehandling innan risken accepteras.



### **7.5.2 Val av entreprenadform**

Totalentreprenad valdes efter analys av risken.

## **7.6 Riskbehandling – preliminär design (Byggherren)**

*Minska oacceptabla risker till en acceptabel nivå.*

### **7.6.1 Projektets svårighetsgrad felbedömd**

I FU skrivs in att Entreprenören skall göra en riskhantering i RK2 för det arbets sätt som Entreprenören föreslår. Riskhanteringen skall redovisas för Byggherren innan arbetet påbörjas.

## **7.7 Dokumentation och kommunikation – preliminär design (Byggherren)**

*Dokumentera riskhanteringen så att nytillkomna personer i projektet enkelt kan ta del av riskerna. Kommunicera aktivt riskerna både inom och utanför den egna organisationen.*

De identifierade riskerna i detta skede dokumenteras, så att informationen följer med till senare skeden.

FU ska vara tydligt, så att geotekniska risker lätt kan uttolkas av anbudsgivarna. I FU ska också objekt som är känsliga för påverkan under byggnationen pekas ut. Till exempel skall krav ställas att travbanan inte får skadas, eftersom lopp måste kunna genomföras parallellt med byggnationen, och att den befintliga serverhallen måste kunna vara i gång hela tiden.



## 8 Preliminär design (Anbudsgivaren)

Byggherren har valt en totalentreprenad som gäller hela tillbyggnaden av huset. I det följande behandlar vi enbart schaktarbeten och grundläggning.

### 8.1 Beskrivning av skedet

Riskhanteringen i anbudsskedet avser entreprenadföretagens<sup>4</sup> arbete med att ta fram ett konkurrenskraftigt anbud till byggherren. Att identifiera och ta ställning till riskerna med entreprenaden spelar därmed en stor roll i anbudsgivarnas val av utförandemetod och prissättning. Som underlag i sin bedömning av riskerna har anbudsgivarna förfrågningsunderlaget och den egna besiktningen av området. Riskhanteringen inverkar på utfallet av de beslut som fattas i detta skede: anbudsgivarens föreslagna utförandemetod och anbudssumma.

#### Sammanfattning av skede

**Aktörer:** Anbudsgivaren.

**Produkt:** Anbud.

**Produktkrav:** Anbudet ska vara konkurrenskraftigt och vinstgivande för entreprenadföretaget.

**Tillgänglig information:** FU och en egen besiktning, samt eventuellt egna undersökningar.

**Riskinformation från tidigare skeden:** FU

---

<sup>4</sup> I denna rapport skiljer vi på entreprenadföretagens roller som anbudsgivare och entreprenörer. Entreprenadföretagen benämns därför *Anbudsgivare* tills företagets anbud accepterats. Därefter benämns valt företag *Entreprenör*.

## **8.2 Etablering av riskhanteringen – preliminär design (Anbudsgivaren)**

*Fastställ följande: riskhanteringsens mål och omfattning, vem som äger risken, tillgängliga resurser i form av kompetens och arbetstid, hur risken ska kommuniceras med berörda, rutiner för dokumentation, vilka kriterier som eventuellt ska gälla för beslut om åtgärder, samt vilken riskhanteringsklass som ska gälla i detta skede.*

Målet med riskhanteringen i anbudsskedet är att ge entreprenadföretaget ett underlag för valet av utförandemetod/arbetsmetodik, samt att kunna sätta ett konkurrenskraftigt pris som ändå tar höjd för de risker som projektet innebär för anbudsgivaren, om man skulle få entreprenaden.

Riskerna i detta skede ägs av entreprenadföretaget och riskhanteringen sköts av den projektledare hos anbudsgivaren som ansvarar för att lämna ett anbud på Projektet. Denna person ska uppfylla kompetenskraven, se Bilaga 1.

Resultatet av riskhanteringen dokumenteras och delges dels entreprenadföretagets kalkylatorer, om dessa inte redan är involverade, dels den byggande personalen inom företaget som i fortsättningen kommer att komma i kontakt med byggprojektet, om anbudet skulle accepteras.

Kriterier för beslut om vilka risker som entreprenadföretaget är berett att ta bör framgå av entreprenadföretagets interna policy för anbud.

Även om Byggherren har angivit sin bedömning av riskhanteringsklass (RK) i FU bör Anbudsgivaren i detta skede göra en egen bedömning av vilken RK som ska gälla i arbetet med anbudet, så att insatsen för att hantera riskerna görs på en lämplig nivå. Bedömning av RK görs på liknande sätt som beskrivits för Byggherren i avsnitt 7.2 och även avsnitt 7.4.1.

## **8.3 Riskidentifiering – preliminär design (Anbudsgivaren)**

*Identifiera hot mot ett framgångsrikt genomförande, samt hotens följder (konsekvenser).*

### Anmärkning

Begreppet risk avser osäkerheters effekt på mål. En typ av osäkerheter som hanteras i detta skede är sådana som gäller kvantiteten hos ett arbete som man vet skall utföras t.ex. omfattningen av pålningen. Man vet att pålar skall slås, men inte exakt hur långa. Denna typ av osäkerheter hanteras i anbudskalkylen och ofta separat från övrig riskhantering. Påpekas bör att den skiljer sig från risker kopp-

lade till osäkerheter av typen lerans skjuvhållfasthet. En sådan osäkerhet kan leda till byte av arbetsmetod eller till oväntade oönskade konsekvenser och inte bara till ändrad omfattning av ett arbete.

Anbudsgivaren identifierar de risker som förknippas med olika tekniska lösningar för konstruktionen som ska byggas. Några exempel är:

HOT	KONSEKVENNS
Osäkerhet om geotekniska förhållanden.	Felaktig prissättning, så att det egna anbudet antingen blir alltför optimistiskt, vilket ger förlust, eller så väljer byggherren ett annat, billigare anbud, om osäkerheterna bedömts alltför konservativt.
Låg egen kompetens i relation till projektets komplexitet.	Det egna anbudet tar inte hänsyn till faktorer som i hög grad kommer att påverka byggprojektet, vilket kan medföra förlust för det egna företaget.
Tvetydigt utformat FU.	Det egna och andras anbud bygger på felaktiga antaganden, vilket gör att den egna lösningen inte får entreprenaden, även om den utgör det bästa anbudet givet de faktiska förhållandena.
Tiden räcker inte till för att göra ett genomarbetat anbud.	Det egna anbudet blir antingen alltför optimistiskt givet förhållandena, alternativt inte tillräckligt konkurrenskraftigt.
För hög egen riskacceptans.	Det egna anbudet medför stort risktagande för entreprenadföretaget, vilket innebär relativt stor sannolikhet för förlust för företaget.
Felbedömda möjligheter (negativa risker).	Möjligheterna till besparingar och smarta lösningar infrias inte, vilket gör det egna anbudet till en förlustaffär.
Riskkommunikationen till senare skeden fungerar dåligt eller inte alls.	Informationsöverföring till senare skeden missar avgörande aspekter som framkommer i detta skede, vilket gör att risker kvarstår, trots att dessa identifierats och hanterats.

De identifierade riskerna dokumenteras (se avsnitt 8.7). I det följande diskuteras hotet **osäkerhet om geotekniska förhållanden**.

#### **8.4 Riskanalys – preliminär design (Anbudsgivaren)**

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

Anbudsgivaren ska hitta en teknisk lösning som uppfyller de i FU ställda kraven och bedömer då hur stora riskerna är för olika alternativ, exempelvis genom att göra överslagsmässig riskbedömning för olika situationer som kan uppkomma. De fastställda kraven är att verksamheten inte får störas och att konstruktionen skall vara vattentät och att hänsyn skall tas till vattenståndsvariationer i Bällstaån. Det finns också ett krav att grundläggningen skall göras på pålar eftersom en teknisk lösning med pålar föreskrivits. (ABT 06 Kap 1 § 8 påpekar att entreprenören skall anpassa sina lösningar till vad beställaren föreskrivit (Byggandets kontraktskommitté, 2007)). Den mer detaljerade riskhanteringen görs i detta fall i ett senare skede (se Entreprenörens detaljerade design, Kapitel 5)

Inför beslutet gör Anbudsgivaren en analys av de geotekniska förhållandena, vilken baseras på möjliga tolkningar av geotekniska dimensioneringsdata. Ett exempel är en analys av vilka faktiska värden på skjuvhållfastheten som en viss spontkonstruktion klarar med avseende på en viss brottmod (t.ex. bottenuppträckning). Man kan då väga prissättningen för olika möjliga konstruktionslösningar mot sannolikheten för olika utfall av faktisk skjuvhållfasthet. Hänsyn kan också tas till kostnader för ytterligare provtagning i egen regi, för att få ett bättre underlag inför sin detaljerade design, om man skulle vinna upphandlingen. En avgörande aspekt att analysera är om man har den kompetens och tid som skulle krävas för att bygga konstruktionen, om projektet blir mycket mer komplicerat, på grund av att skjuvhållfastheten är mycket lägre än vad som framgår av förfrågningsunderlaget.

För dramaturgins skull låter vi Anbudsgivaren i vårt exempel göra (den i verkligheten tveksamma) bedömningen att ABT 06 ger en öppning att basera anbudet på den högre skjuvhållfastheten (ABT 06 Kapitel 1, § 4 och § 6, Byggandets kontraktskommitté, 2007). Detta eftersom Anbudsgivaren anser att det geotekniska underlaget i det här fallet är otydligt vad gäller skjuvhållfastheten. Om skjuvhållfastheten skulle visa sig vara lägre, skulle det kunna vara skäl till att få igenom en ÄTA i ett senare skede.

Anbudsgivaren gör också bedömningen att om större delen av leran har den lägre skjuvhållfastheten så krävs en kraftig spont, eventuellt kompletterad med jordförstärkning (KC-pelare på aktivsidan) medan en mer ”normal” spont räcker om skjuvhållfastheten har det högre värdet.

Givet dessa bedömningar kan frågeställningarna kring beslutet om anbudet illustreras grafiskt i det beslutsträd som visas i Figur 18. Beslutsträdet är endast kvalitativt: värden har inte satts på vare sig kostnader eller sannolikheter. Sådana grafiska metoder är ofta till stor hjälp för att strukturera problemet.

## 8.5 Riskutvärdering – preliminär design (Anbudsgivaren)

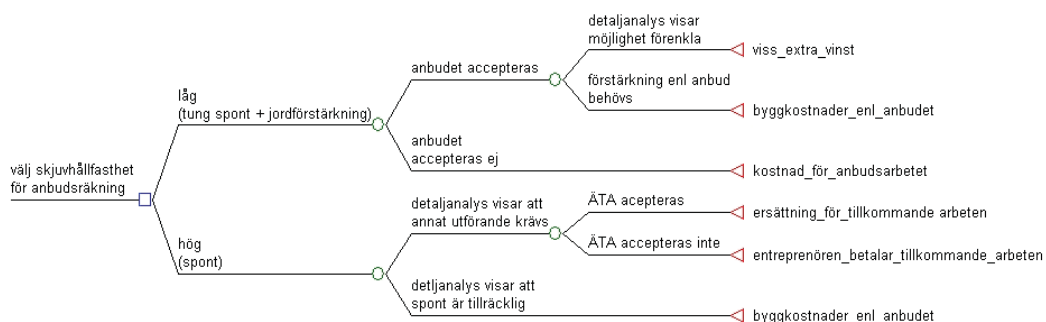
*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

Anbudsgivaren utvärderar resultatet av analysen, för att avgöra om ett anbud ska läggas. I detta fall misstänker Anbudsgivaren att skjuvhållfastheten sannolikt kan vara mycket låg, men väljer ändå att lämna ett anbud baserat på en något högre skjuvhållfasthet för att kunna lämna ett attraktivt anbud. De ökade kostnader som en låg skjuvhållfasthet skulle medföra räknar Anbudsgivaren ska kunna täckas av en ÄTA.

## 8.6 Riskbehandling – preliminär design (Anbudsgivaren)

*Minska oacceptabla risker till en acceptabel nivå.*

Eftersom anbudsgivaren väljer att lämna ett anbud på en för honom fördelaktigt tolkad skjuvhållfasthet, måste kunskapen om markförhållandena utredas ytterligare innan arbetet med detaljkonstruktion, arbetsbeskrivningar och utförande kan påbörjas. Anbudsgivaren noterar därför att ytterligare utredningar måste utföras,



Figur 18 Kvalitativt beslutsträd för anbudsstrategi.

om anbudet accepteras, och att avdelningen som ska utföra den detaljerade designen i så fall måste få information om både vald anbudsstrategi och behovet av en noggrann riskhantering i fortsättningen.

För de identifierade risker som efter riskbehandlingen kvarstår adderas en riskpeng (eng. contingency) på anbudet, för att ta höjd för eventuella ofördelaktiga utfall. I priset bakas också in kostnaden för den extra provtagning som planeras till detaljskedet.

## **8.7 Dokumentation och kommunikation – preliminär design (Anbudsgivaren)**

*Dokumentera riskhanteringen så att nytillkomna personer i projektet enkelt kan ta del av riskerna. Kommunicera aktivt riskerna både inom och utanför den egna organisationen.*

Entreprenörföretagets anbudsavdelning kommunicerar resultatet av riskhanteringen i detta skede skriftligen till den personal som ska utföra den detaljerade designen, om man skulle vinna upphandlingen.



## 9 Upphandling

### 9.1 Beskrivning av skedet

I detta skede väljer byggherren entreprenör till projektet utifrån de anbud som kommit in och tecknar avtal om totalentreprenaden.

#### Sammanfattning av skede

**Aktörer:** Byggherren och Byggherrens konsult (projektledaren).

**Produkt:** Entreprenadavtal.

**Produktkrav:** Entreprenadavtalet ska vara rättvist och förutsägbart (tydligt formulerat utan tvetydiga klausuler).

**Tillgänglig information:** Inkomna anbud och FU.

**Relevant riskinformation från tidigare skeden:** -

### 9.2 Etablering av riskhanteringen – upphandling

*Fastställ följande: riskhanteringsens mål och omfattning, vem som äger risken, tillgängliga resurser i form av kompetens och arbetstid, hur risken ska kommuniceras med berörda, rutiner för dokumentation, vilka kriterier som eventuellt ska gälla för beslut om åtgärder, samt vilken riskhanteringsklass som ska gälla i detta skede.*

Målet med riskhanteringen i detta skede är att ge Byggherren möjlighet till en så bra bedömning som möjligt av lämnade anbud, så att rätt Entreprenör väljs. Åtminstone ska man kunna välja bort de uppenbart dåliga.

Riskägare i detta skede är Byggherren.

Riskhanteringen sköts av Byggherrens projektledare och utgör en stor del av arbetet med att välja det mest fördelaktiga anbudet.

Konceptet med Riskhanteringsklass är inte tillämpligt i detta skede, utan gäller endast geotekniska risker.

### 9.3 Riskidentifiering – upphandling

*Identifiera hot mot ett framgångsrikt genomförande, samt hotens följder (konsekvenser).*

I valet av anbud identifieras följande risker av Byggherren:

HOT	KONSEKVENNS
Byggherren accepterar ett anbud som baseras på en olämplig teknisk lösning. (Anbudsgivaren har slarvat eller saknar kompetens att bedöma projektets svårighetsgrad.)	Projektet blir svårgenomförbart och dyrt för entreprenören. I värsta fall uppstår skador på person och materiel, med stora kostnader och juridiska tvister som följd. Entreprenören kan göra konkurs.
Byggherren accepterar för lågt anbud för att byggherren inte insett projektets komplexitet, men det har Entreprenören, som därför utnyttjat entreprenad-juridiska regler vid tolkningen av FU.	Projektet blir dyrare än Byggherren tänkt sig, på grund av oväntade ÅTA från Entreprenören.

### 9.4 Riskanalys och riskutvärdering – upphandling

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

Byggherren analyserar riskerna genom att jämföra anbuden mot en egen kostnadsberäkning. Om det exempelvis finns flera anbud, och något sticker ut, kan det vara ett tecken på att den anbudsgivaren har missbedömt projektets komplexitet och att det därför kan innebära en risk. I princip innebär detta att Byggherren får göra en subjektiv bedömning av de olika anbuden vad gäller möjliga extrakostnader, tidsförlängningar, alltför låg teknisk kompetens hos Anbudsgivarna, samt troligheten för att dessa potentiella problem ska inträffa. För att kunna göra en bra bedömning, måste upphandlande enhet säkerställa att man har tillräcklig teknisk kompetens för detta, annars bör sådan tas in utifrån.

## **9.5 Riskbehandling – upphandling**

*Minska oacceptabla risker till en acceptabel nivå.*

Om Byggherren bedömer att ett attraktivt anbud ger ett oväntat lågt pris, kan risken att råka ut för senare problem minskas dels genom att istället välja en entreprenör som ger ett seriöst och rimligt anbud, dels i kontraktet reglera hur utfallet av osäkerheter i FU ska fördelas mellan parterna (se även diskussionen av skälen till att välja totalentreprenad i 7.6).

## **9.6 Dokumentation och kommunikation – upphandling**

*Dokumentera riskhanteringen så att nytillkomna personer i projektet enkelt kan ta del av riskerna. Kommunicera aktivt riskerna både inom och utanför den egna organisationen.*

Riskerna med upphandlingen är en del av spelet vid kontraktsskrivningen. Någon dokumentation och kommunikation görs därför inte.



## 10 Utförandeskede

Notera att skedet för Entreprenörens detaljerade design ligger mellan upphandling och utförandeskede. Den detaljerade designen diskuteras ingående i Kapitel 5.

### 10.1 Beskrivning av skedet

Inför utförandeskedet har Byggherren godkänt det av Entreprenören föreslagna utförandet med schakt inom spont och tillämpning av observationsmetoden (se avsnitt 5.10). Entreprenören utför nu arbetet med schakt och grundläggning. Riskerna som identifieras och sedan hanteras i detta skede är främst relaterade till kritiska arbetsmoment och de logistiska problem som kan uppstå under produktionen.

Utöver hanteringen av dessa risker utgörs en stor del av riskhanteringen i utförandeskedet av att genomföra beslutad behandling av risker som inte kunde behandlas tidigare. Detta sker exempelvis genom att använda observationsmetoden för att följa upp att vald design är tillräckligt säker (eller utföra åtgärder för att göra den tillräckligt säker) och genom att följa kontrollplaner för exempelvis testning av betongens kvalitet.

Notera att en korrekt tillämpning av observationsmetoden kräver att planeringen av hur och när åtgärder ska sättas in redan ska ha gjorts när konstruktionen påbörjas. Det är alltså exempelvis inte lämpligt att installera mätutrustning, utan att ha förbestämda gränser för vad som ska räknas som acceptabelt beteende och åtgärder redo att sätta in om gränsvärdet överskrids.

#### Sammanfattning av skede

**Aktörer:** Entreprenörens projektledare och underentreprenörerna.

**Produkt:** Entreprenadarbetet (d.v.s. den faktiska, utförda grundläggningen).

**Produktkrav:** att grundläggningen utförs enligt avtalet och de tekniska specifikationerna, att tidplanen och budgeten hålls, och att arbetsmiljön är god.

**Tillgänglig information:** Ritningar, beskrivningar, kontrollplaner, instruktionen för observationsmetodens tillämpning, samt material för ekonomisk uppföljning under projektet.

## 10.2 Etablering av riskhanteringen – utförandeskede

*Fastställ följande: riskhanteringsens mål och omfattning, vem som äger risken, tillgängliga resurser i form av kompetens och arbetstid, hur risken ska kommuniceras med berörda, rutiner för dokumentation, vilka kriterier som eventuellt ska gälla för beslut om åtgärder, samt vilken riskhanteringsklass som ska gälla i detta skede.*

Målet med Entreprenörens riskhantering inför och under utförandeskedet är att se till att entreprenadarbetet uppfyller produktkraven ovan.

Riskägare i detta skede är Entreprenörens platschef/projektledare för schakt och grundläggning. Denna person ska uppfylla kraven på kompetens inom riskhantering. Riskhanteringen utförs inom ramen för ordinarie arbetsuppgifter.

Riskerna kommuniceras med berörda (i huvudsak dem som utför arbetet på plats) genom möten, gruppdiskussioner och arbetshandlingar.

Entreprenörens projektledare tar beslut om åtgärder i huvudsak baserat på sunt förnuft och grundläggande ingenjörskunskaper. På grund av klassningen som RK3 bör besluten dock tas efter samråd med specialisterna på riskhantering och spontkonstruktion som tagits in i byggprojektet.

## 10.3 Riskidentifiering – utförandeskede

*Identifiera hot mot ett framgångsrikt genomförande, samt hotens följder (konsekvenser).*

Riskidentifiering görs inför varje arbetsskede av den/de som har ansvar för att ta fram arbetsbeskrivningen för detta. Lämplig form är diskussion i grupp (se SGF Rapport 2:2014).

<b>HOT</b>	<b>KONSEKVENSER</b>
Arbete med maskiner nära stämp.	Skada orsakad av stämbortfall.
Skada på mätutrustning på grund av oförsiktigt beteende.	Projektet försenas och kostnader för att ersätta skadan med ny detalj eller utrustning.
Kontroller som specificerats görs ej	Skador på konstruktionen.

eller görs inte i tid.	
Fel larmvärden har satts som gräns för acceptabelt beteende.	Skador på konstruktionen.
Bristande analys- och informationsrutiner för insats av åtgärder, när acceptabelt beteende överskridits.	Åtgärd inom observationsmetoden sätts in för sent. Skada uppkommer.
Logistiken kring projektet har planerats dåligt.	Projektet försenas.
Konstruktionen svårutförd.	Projektet försenas.
Nyckelpersoner ej tillgängliga.	Projektet försenas och skada kan uppstå om oacceptabelt beteende hos konstruktionen inte upptäcks på grund av att ansvarig person inte är närvarande.
Olycksfall har inträffat.	Projektet försenas, då olyckan måste utredas och personalen ska återhämta sig.
Extremt väder med mycket regn.	Projektet försenas.
Brist på kompetent folk, material eller maskiner.	Projektet försenas, till exempel i väntan på att personal med rätt specialistkompetens blir tillgänglig. Projektet blir dyrare än beräknat.
För stor riskvilja hos Entreprenörens personal.	Ökad risk för olycka eller skador och konstruktionen.
Entreprenören känner inte till samtliga lagar och regler som påverkar Projektet.	Myndighet kan oväntat stoppa bygget.
Samarbetsproblem, dålig kommunikation, kulturkrock och språkförbistring på arbetsplatsen.	Projektet försenas.

## 10.4 Riskanalys – utförandeskede

*Beskriv riskerna i termer av trolighet och konsekvenser för att ge ett bra underlag för beslut om Projektets framtid.*

Många risker som identifieras i detta skede rör rena olyckshändelser, arbetsmiljörisker eller miljörisker: exempelvis att konstruktionsdetaljer eller mätutrustning går sönder på grund av oförsiktig hantering. Sådana risker försöker man minimera när man tar fram arbetshandlingarna.

Hantering av arbetsmiljörisker kan vara integrerad i övrig riskhantering i projektet. Detta kan också gälla miljörisker. Dessa typer av risker hanteras ibland av personer med särskild kompetens och styrs av tillämpliga lagar och regler. I vissa projekt har man en särskild riskhantering som är helt inriktad på arbetsmiljörisker respektive miljörisker.

En viktig aspekt att analysera är kompetensförsörjning till projektet i händelse av semester eller sjukdom. Projektledaren måste ha en klar bild över vem som gör vad och att ersättare finns utsedda redan innan någon försvinner. Rapportvägarna för exempelvis mätningar måste också vara tydligt definierade i arbetsbeskrivningar så att en ersättare lätt kan ta över arbetsuppgiften, om det blir nödvändigt.

### **10.5 Riskutvärdering – utförandeskede**

*Besluta om riskerna kan accepteras eller ej, eller om man behöver en ytterligare analys av dem.*

Beslutet om en risk ska accepteras tas av den som utformar respektive arbetshandling. Vid behov anlitas expertis, både byggteknisk och på riskhantering.

### **10.6 Riskbehandling – utförandeskede**

*Minska oacceptabla risker till en acceptabel nivå.*

För oacceptabla risker som identifierats i detta skede utformas riskbehandlingsåtgärder i samråd med berörda. Det kan till exempel röra sig om en åtgärdsplan som följs ifall en sträva blir påkörd och skadas under schaktningen, eller vilka förebyggande åtgärder som ska vidtas om väderleksprognosen bjuder på mycket nederbörd de kommande dagarna. En ny riskbedömning genomförs naturligtvis för var och en av de planerade åtgärderna, så att man visar att åtgärderna faktiskt går att genomföra. Denna riskbedömning är en del av arbetet med att ta fram riskbehandlingen, och kan formellt ses som en egen riskhanteringscykel inom riskbehandlingen.

### **10.7 Dokumentation och kommunikation – utförandeskede**

*Dokumentera riskhanteringen så att nytillkomna personer i projektet enkelt kan ta del av riskerna. Kommunicera aktivt riskerna både inom och utanför den egna organisationen.*

Resultatet av riskhanteringen dokumenteras i arbetsbeskrivning och eller på ritningar, så att rätt person enkelt kan ta del av riskerna vid rätt tillfälle.



## 11 Driftskede

Riskerna i driftskedet är Byggherrens (ägarens). Risker i driftskedet har en tendens att bli styvmoderligt behandlade i jämförelse med risker i de andra skedena, kanske främst på grund av tidsaspekten. Vi vill dock framhålla att kopplingen mellan tidigare skeden och driftskedet är central för att hålla nere totalkostnaden för konstruktionen beräknad för hela livscykeln. En billig konstruktionslösning kan ju vara känsligare i ett längre perspektiv. Det finns därför stor anledning att som beställare och eventuellt framtida ägare trycka på att långtidsperspektivet tas med i valet av konstruktionslösning.

Riskhanteringsmålet under driftskedet rör främst uppföljningen av att den utförda konstruktionen uppfyller ställda funktionskrav, att den inte medför skador på omgivning och tredje man, samt att den är ekonomisk. Ekonomisk skada kan orsakas dels av att konstruktionen inte längre kan användas som avsett, dels om underhålls- och reparationskostnader blir för höga, t.ex. om underhållet inte kan planeras, utan blir akut. Riskerna som sådana bör dock ha identifierats redan i tidigare designskeden, men en sammanställning och uppdatering bör göras baserad på all information.

Ibland finns det rekommendationer om riskbehandling från tidigare skeden. Hur detta ska ske kommuniceras lämpligen till framtida riskägare i en drift- och underhållsplan med avseende på geotekniska risker.

Ägaren till en anläggning (som också är riskägare) har naturligtvis rätt att ta risker med sin egen anläggning, så länge riskerna endast påverkar den egna ekonomin. Riskägaren får dock naturligtvis inte utsätta tredje man för oacceptabelt stora risker. Den kommunala Byggnadsnämnden utövar tillsyn över att fastighetsägarna tar sitt ansvar att underhålla sina byggnader.

Ett exempel på risker som kan påverka den utförda tillbyggnaden till Hästsporens hus diskuteras översiktligt i det följande.

## **11.1 Etablering av riskhanteringen – driftskede**

Någon särskild etablering görs inte i driftskedet, utan riskhanteringen görs av Byggherrens projektledare under byggets gång och avslutas efter besiktningen.

## **11.2 Riskidentifiering – driftskede**

Riskidentifieringen i driftskedet görs med blick bakåt på tidigare skeden. Under designskedet identifierade man rörelser på grund av krypning (bottenupptryckning) som en risk. Man noterade också i tidigare utlåtanden att det kunde förekomma pågående sättningar. Eftersom den nya byggnaden är grundlagd på pålar kan dessa skadas på grund av påhängskrafter av sättningar och av sidorörelser från krypningen.

En annan risk är markrörelser på grund av bristande packning mot källarvägg som kan ge markrörelser i travbanan.

## **11.3 Riskanalys – driftskede**

Storleken på krypningen är osäker och beror på exempelvis hur mycket grundvattnivån stiger efter byggnationen. Om sättningarna på grund av rörelserna visar sig bli signifikanta kan detta påverka travbanan, eftersom den ligger i direkt anslutning till byggnaden.

## **11.4 Riskutvärdering – driftskede**

Man har i designen dimensionerat pålarna för viss sidorörelse och vissa påhängslaster men inte för ett övre möjligt värde. Man vill därför inte acceptera dessa risker utan väljer en riskbehandling att utföras i driftskedet.

## **11.5 Riskbehandling – driftskede**

Riskbehandlingen baseras på en uppföljning av skadliga rörelser och ett åtgärdsprogram baserat på mätresultaten, alltså en tillämpning av observationsmetoden.

Mätprogrammet bör omfatta ett system för precisionsavvägning av byggnaden och markpeglar för att kontrollera sättningar nära travbanan. Dessutom sätts peglar nära eventuella rörelsekänsliga ledningar och inklinometerrör monteras nära huset och en noggrann nollmätning görs.

Mätssystemen dokumenteras i den *drift- och underhållsplan* som upprättas för byggnaden. I planen ges gränsvärden för rörelser som skall utlösa åtgärder och förslag till sådana åtgärder. Det skall framgå vem som ansvarar för att mätningarna beställs, vem som analyserar mätdata och vem som beslutar om åtgärder. Dessutom ska det framgå hur mätningarna dokumenteras.

Förutom detta bör utförliga relationshandlingar från schakt- och grundläggning finnas som underlag för eventuella modifieringar av åtgärderna.

## **11.6 Dokumentation och kommunikation – driftskede**

Dokumentationen i driftskedet omfattar exempelvis drift- och underhållsplanen för byggnaden inklusive mätprogrammet, mätresultaten och eventuella åtgärder. I driftskedet behöver det för underhållets skull även finnas utförliga och kompletta relationshandlingar, vilket gäller de flesta byggen. Relationshandlingarna ska vara ordnade på ett sådant sätt att de är lätta att läsa och följa och att utan osäkerheter. Sådana handlingar kan också vara en fördel vid en försäljning av byggnaden, eftersom den nya ägaren kan vilja ha tekniska uppgifter om objektet.



## 12 Avslutande kommentarer

I SGF:s *Rapport 1:2014 Hantering av geotekniska risker i projekt – krav. Metodbeskrivning* sägs:

”Se till att riskhantering används med förstånd och till rätt ändamål och på rätt sätt. I detta ligger att riskhantering skall göras för alla projekt, små som stora, men inte efter en stereotyp mall, utan på ett sätt som är *anpassat* till projektet, till fasen i projektet och åt vilken aktör i projektet den görs.”

För att se hur man kan tillämpa Rapport 1:2014 i verkligheten har vi analyserat ett fingerat exempel med verklighetsbakgrund: schakt och grundläggning för Hästsportens hus, Solvalla. Vi har använt rapportens metodik på alla skeden i byggprocessen, från idéfas till driftfas, och det är vår uppfattning:

- att metodiken fungerar hela vägen genom ett projekt,
- att metodiken fungerar för projekt av olika storlek,
- att det strukturerade arbetssättet höjer kvalitén på riskhanteringen jämfört med ett ad hoc-betonat arbetssätt, som man ofta ser i dagens projektstyrning.

Med tanke på denna höjda kvalitet menar vi att riskkostnaderna ofta kan bli mindre. En absolut grund för detta är dock att man uppfyller de fyra baskraven:

- I. Det överordnade kravet är att riskhanterings objekt och syfte har angivits.
- II. Den som bestämmer har en risksyn
- III. Varje ingenjör som har ett ansvar skall ha nödvändiga kunskaper om riskhantering.
- IV. Det skall finnas system för kommunikation och informationsöverföring.

Vi anser att risker bäst hanteras genom att man låter en strukturerad riskhantering med dess effektiva hjälpmedel och verktyg vara en naturlig del av det dagliga arbetet. Det behöver inte vara komplicerat: ett enkelt projekt får en enkel riskhantering. Men kom ihåg att inget projekt är fritt från risker!

## 13 Referenser

- Byggandets kontraktskommitté. 2007. *ABT 06 Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnads-, anläggnings- och installationsarbeten*. Stockholm: Svensk Byggtjänst.
- Eurokod 7. 2004. *Eurokod 7 Dimensionering av geokonstruktioner – del 1: allmänna regler*. SS-EN 1997-1. Bryssel: TC 250, CEN.
- IEG. 2009. *Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 9, Stödkonstruktioner*. IEG Rapport 2:2009, rev 1. Stockholm.
- ISO. 2009a. *ISO 13824:2009: Bases for design of structures – general principles on risk assessment of systems involving structures*. Genève.
- ISO. 2009b. *ISO 31000: risk management – principles and guidelines*. Genève.
- Lambert, J., Haimes, Y., Li, D., Schooff, R., Tulsiano, V. 2001. Identification, ranking and management of risks in a major system acquisition. *Reliability Engineering and System Safety*, 72, 315 -325.
- O'Hagan, A., Buck, C.E., Daneshkhah, A., Eiser, J.R., Garthwaite, P.H., et al. 2006. *Uncertain judgements: eliciting experts' probabilities*. Chichester: Wiley.
- Olsson, L., Stille, H. 1980. *Lönar sig en kompletterande grundundersökning? Beslutsteori tillämpad på ett spontningsobjekt*. BFR Rapport R174:1980. Stockholm: Byggeforskningsrådet.
- Ryner, A., Fredriksson, A. & Stille, H. 1996. *Sponthandboken för konstruktion och utformning av sponter*. Stockholm: Byggeforskningsrådet.
- SGF. 2014a. *Hantering av geotekniska risker i projekt – krav: metodbeskrivning*. Rapport 1:2014. Linköping.
- SGF. 2014b. *Riskidentifiering – metoder för att bitta hot och möjligheter*. Rapport 2:2014. Linköping.
- Spross, J. 2014. *A critical review of the observational method*. Licentiatuppsats, TRITA-JOB 2024. Stockholm: KTH.
- van Staveren. 2006. *Uncertainty and ground conditions: a risk management approach*. Oxford: Butterworth-Heinemann.





## 14 Bilaga: Kraven på riskhanteringen i varje steg

I denna bilaga listas de krav som finns formulerade i Kapitel 2- 9 i SGF Rapport 1:2014. För kommentarer etc. hänvisas.

### 14.1 De fyra baskraven

Följande baskrav skall ställas:

I. Det första och överordnade kravet är att riskhanteringsens objekt och syfte har angivits.

Vilken del av projektet, vilka arbetsmoment etc. har studerats i riskhanteringen?

- Vilken typ av osäkerheter och vilken typ av påverkan har studerats?
- Vilken sorts beslut påverkas av riskhanteringen?

II. Det andra kravet är att den som bestämmer har en risksyn

- Den som bestämmer är den som har ansvaret för projektet eller projektdelen och som har beslutanderätt, ofta kanske en projektledare.
- Denna person måste vara informerad om projektmålen och typer av osäkerheter som kan hindra att de uppfylls
- Personen måste också vara informerad om riskhanteringsens principer och möjligheter

III. Det tredje kravet är att varje ingenjör som har ett ansvar skall ha nödvändiga kunskaper om riskhantering.

- Eftersom ingenjörsarbetet alltid innefattar att man tar hänsyn till osäkerheter, d.v.s. riskhantering, måste varje ingenjör ha nödvändig kunskap om de olika delarna i riskhanteringen och kunna sätta det i sitt tekniska sammanhang d.v.s. anpassa det till aktuell problemställning.

IV. Det fjärde kravet är att det skall finnas system för kommunikation och informationsöverföring.

- Projekt har ofta långa ledtider. Därför skall information överföras från ett skede till ett annat.

## 14.2 Krav på etableringen av riskhantering i geotekniska projekt

### 14.2.1 Generella krav

- Anpassa etableringen till projektet eller projekt delen och till projektskedet
- Tydliggör vem som är riskägaren
  - o Den/de som ansvarar för projektet eller delar av projektet skall också ansvara för hantering av riskerna som är kopplade till ansvarsområdet. De är riskägare och kan och skall besluta om åtgärder för riskbehandling. Men det är också väsentligt att de tillhör den part som bär risken ekonomiskt
  - o Riskägarna skall ges resurser för riskbehandling av identifierade risker
- Se till att riskhanteringen görs av personer med kompetens och rätta egenskaper. Personen skall vara:
  - o Någon som är en duktig geotekniker
  - o Någon som har som vana att fråga sig: Vad händer om? (What-if)
  - o Någon som kan rapportera till beslutsfattare när åtgärder behövs eller själv kan besluta
  - o Någon som ser till att man kontinuerligt diskuterar möjliga risker
  - o Någon som inte faller in i ett alltför riskbenäget beteende
- Se till att det finns kriterier för acceptans.
  - o I vanliga fall har riskägaren egen beslutanderätt (han/hon har ansvaret för att uppnå målet). I vissa fall kan kriterier ställas upp till stöd för riskägarens beslut (ofta baserade på företagspolicy)
- Se till att det finns en stödjande organisation om det krävs.
  - o Man skall inte ha en för stor sådan organisation för att hantera riskerna, men inte heller en som är så liten att den inte orkar med uppdraget.
  - o Vid behov ta hjälp av en riskanalytiker
- Säkerställ att riskhanteringen fungerar ända till dess projektet är klart
  - o Se till att det finns rutiner för uppföljning och dokumentation av riskhanteringen
  - o Avsätt tillräcklig tid för riskarbetet
  - o Skapa ett system för kommunikation om riskerna

### 14.2.2 Krav på etableringen som styrs av geotekniska och byggtekniska osäkerheter

Omfattningen på arbetet med riskhanteringen beror på osäkerheternas effekt på målet. Bedömningen görs av den person som har ansvaret för beslutet och grun-

das på kunskap och erfarenhet av liknande frågeställningar och projekt. Till stöd kan riskhanteringsklasser användas.

- Gör på ett tidigt skede en första bedömning av osäkerheternas effekt på målet:
  - o Med avseende på robusthet såsom spröd konstruktion eller känsligt arbetsutförande
  - o Med avseende på geotekniska förhållanden: Råder osäkerhet om de geotekniska förhållanden eller finns det stora variationer i dem?
- Ansätt lämplig riskhanteringsklass

### 14.3 Krav på riskidentifieringen

Anmärkning: riskidentifiering handlar, namnet till trots, snarare om att hitta faror (hot). De konsekvenser som hoten kan leda till bör också identifieras i riskidentifieringen.

#### KRAV PÅ RISKIDENTIFIERINGEN

Om man inte identifierar ett hot kommer man inte att vidta några åtgärder. Riskidentifieringen är därför en springande punkt i riskhanteringskedjan.

- Se riskidentifieringen som en ingenjörsuppgift!
  - o Få med alla som kan bidra
  - o Utgå från det mål i projektet som kan vara hotat
  - o Titta på helheten och sammanhangen
  - o Skaffa information
  - o Särskilj mellan hot och konsekvenser
  - o Skapa rätt attityd
  - o Fokusera på att hitta risker, inte på att lösa problem
- Välj lämplig metod
  - o Använd SGF:s Rapport 2:2014 Riskidentifiering – Metoder för att hitta hot och möjligheter. Metodbeskrivning
- Dokumentera resultatet så det kan utnyttjas i den fortsatta riskhanteringen
  - o Ibland kan det vara tillräckligt att identifiera riskerna och sedan direkt fatta beslut om åtgärd behövs, t.ex. om det är uppenbart att man inte kan acceptera en viss risk eller att riskerna är acceptabla.

### 14.4 Krav på riskanalysen

Riskanalysen skall utmynna i en beskrivning av risken i termer av trolighet och konsekvens och som lämpar sig som underlag för beslutfattandet under momenten riskutvärdering och riskbehandling.

## KRAV PÅ RISKANALYSENS RESULTAT

- Riskanalysens resultat skall redovisas i en risklista (riskregister).
  - Se till att riskanalysen innehåller underlag för beslut
    - o Beskrivning av scenariot (händelsekedjan) som leder fram tillkonsekvenserna
    - o Beskrivning av konsekvenserna
    - o Skattad trolighet att risken faller ut

## KRAV PÅ KONSEKVENSBEDÖMNINGEN

- Utgå från listan över faror.
- Skapa och utveckla möjliga händelsekedjor
  - o Använd vid behov lämpliga verktyg, t.ex. trädmetoder
- Bedöm alla olika kategorier av konsekvenser såsom personskador, miljöskador, tider och kostnader
- Ta hänsyn till skyddsåtgärder som man vidtagit

## KRAV PÅ SKATTNING AV TROLIGHET

- Utgå från listan över faror.
  - o Det för vilket troligheten skall skattas måste vara entydigt beskrivet
  - o Skatta troligheten utan att samtidigt beakta konsekvensernas storlek
  - o Använd sätt att beskriva troligheter som är anpassade till projektet
  - o Om möjligt undvik att beskriva troligheter bara med ord t.ex. ”Ganska stor”, särskilt om de skall kommuniceras vidare
  - o Motverka psykologiska felkällor. Var helst flera personer som samarbetar
- Använd om möjligt beskrivningar som är kopplade till sannolikheter
  - o Använd om nödvändigt ett spann på sannolikheten om den är osäker
  - o Använd lämplig metod för skattning av sannolikheter
  - o De som skattar sannolikheter bör vara tränade i detta
  - o Tänk statistiskt korrekt i händelsekedjor
  - o Undvik att skatta sannolikheter som är mycket små
  - o Skaffa bakgrundsdata t.ex. ur databaser
  - o Om det är frågan om upprepade händelser, ta hjälp av riskanalytiker

## 14.5 Krav på riskutvärderingen

Vid riskutvärderingen skall riskägaren avgöra om en risk behöver åtgärdas eller inte och i så fall hur. Ofta stöder man sig vid utvärderingen på kriterier som fastställs vid etableringen av riskbehandlingen, men riskägaren tar det slutgiltiga beslutet som ju också skall väga in kostnaden för eventuella åtgärder

### SAMMANFATTANDE KRAV PÅ RISKUTVÄRDERINGEN

- Riskägaren ansvarar för utvärderingen
- Riskutvärderingen skall återspegla projektets/företagets riskpolicy och riskbenägenhet
- Riskutvärderingen skall beakta konsekvens och trolighet tillsammans men separerade.
  - o Använd inte riskindex och liknande som är produkten av trolighet och konsekvens som enda beslutskriterium
  - o Använd vid behov en riskmatris
  - o Använd formell beslutsanalys vid komplicerade fall
  - o Överväg om man behöver ta hänsyn till den totala riskexponeringen från flera risker när man beslutar om en enstaka risk
- Ta hänsyn till olika kategorier av konsekvenser

### KRAV PÅ VERKTYG OCH METODER SOM ANVÄNDS FÖR RISKUTVÄRDERING

De verktyg man kan använda vid riskutvärderingen skall anpassas till behovet. I vissa fall är en enkel screening med en riskmatris lämpligast, ibland kan en mer kvalificerad metod vara befogad.

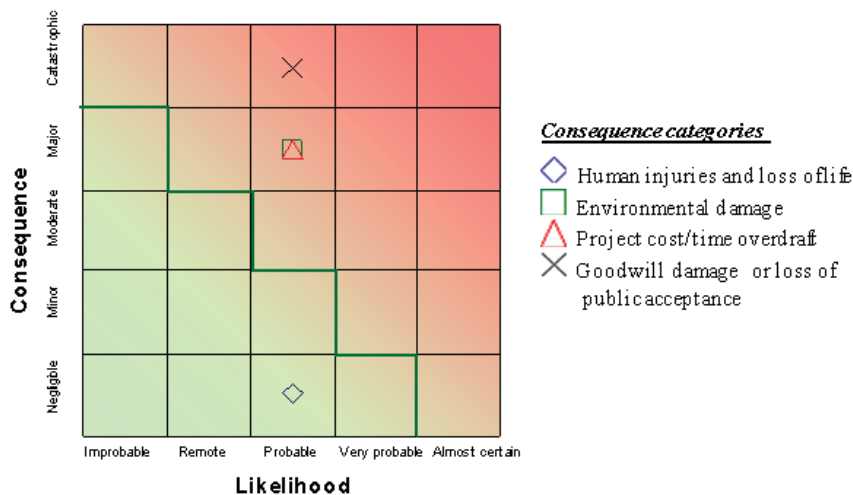
#### **Krav på riskmatriser**

- Riskmatrisens trolighets- och konsekvensklasser skall vara tydligt definierade
  - o Trolighet bör uttryckas med sannolikhet som grund
- Om celler i matrisen skall användas som beslutsgrund, skall matrisen kalibreras
- Olika konsekvenskategorier skall kunna anges i matrisen

Ett exempel på riskmatris ges i Figur 19.

#### **Krav vid användning av beslutsanalysmetoder**

- Använd formell beslutsanalys vid mer svårbedömda fall
- Anlita riskanalytiker vid användning av formell beslutsanalys.



Figur 19 Exempel på riskmatris.

## 14.6 Krav på riskbehandlingen

Riskbehandlingen rör de åtgärder som vidtas med risken om man inte vill acceptera den.

- Se till att det finns en ansvarig för genomförandet av riskbehandlingen
  - o Utred i god tid kontraktuella aspekter: Vem äger risken?
- Utnyttja en eller flera av principerna för att behandla en oacceptabel risk
  - o Minska konsekvenserna om händelsen skulle inträffa, d.v.s. att risken faller ut
  - o Minska sannolikheten att risken faller ut exempelvis genom kontroller
  - o Överför eller dela risken med någon annan, t.ex. genom försäkring
  - o Om osäkerheterna är stora kan observationsmetoden övervägas
  - o Riskbehandlingen innebär kanske att vi får nya risker. Gör en riskbedömning!
- Se till att riskbehandlingen beskrivs/ beställs i ett för arbetsprocessen lämpligt dokument.
  - o Undvik att införa nya dokument som bara behandlar risker.
- Följ upp riskhanteringen (i dess helhet)

## 14.7 Krav på riskkommunikationen

Riskkommunikation skall genomföras kontinuerligt under hela projektet mellan olika skeden och mellan olika parter, både internt och externt

#### KRAV PÅ DEN INTERNA RISKKOMMUNIKATIONEN

- Starta den interna riskkommunikationen redan från början, vid riskidentifieringen
  - o Använd lämplig metod för att beskriva risker
  - o Beakta faran för missförstånd
- Informera och involvera alla berörda
  - o Ta upp risker vid alla relevanta möten

#### KRAV PÅ DEN EXTERNA RISKKOMMUNIKATIONEN

- Planera extern riskkommunikation i god tid
  - o Använd lämplig metod för att beskriva risker
  - o Beakta faran för missförstånd
- Utse personer som kommunicerar externt
  - o Se till att det finns handledning för extern riskkommunikation

### **14.8 Krav på uppföljningen**

Uppföljningen gäller både att riskerna hanteras och att riskhanteringen som sådan fungerar

#### KRAV PÅ UPPFÖLJNINGEN AV RISKBEHANDLING

- Bestäm vid beslut om riskbehandling
  - o Vad som skall följas upp
  - o Av vem
  - o Hur ofta
  - o Hur avvikelser skall hanteras
  - o Hur dokumentationen skall utföras

#### KRAV PÅ UPPFÖLJNINGEN AV RISKHANTERINGSPROCESSEN

- Gör vid behov en uppföljning av själva riskhanteringsprocessen
  - o Dokumentera hur den accepteras och utnyttjas
  - o Dokumentera om oidentifierade faror har inträffat
  - o Bedöm om sannolikhetsuppskattningarna varit rimliga jämfört med utfallet
- Skapa ett underlag för erfarenhetsåterföring
  - o Dokumentera incidenter, eng. "Near misses".
  - o Dokumentera inträffade skador
  - o Dokumentera effektiva åtgärder (riskbehandling) som genomförts