

DP 5 Verktøy for risikovurdering

Risikoveiledning

Bjørn Vidar Vangelsten, Torgeir Haugen, Bjørn Kalsnes

BegrensSkade Delrapport nr. 5.2

Begrensning av skader som følge av grunnarbeider

Delprosjekt nr.: 5

Risikoveiledning

Dato: 2015-03-31

Revisjonsdato: 2015-03-31

Revisjonsnr.: 00

Delprosjektleder: Bjørn Kalsnes, NGI

Utarbeidet av: Bjørn Vidar Vangelsten (NGI), Torgeir Haugen (NCC), Bjørn
Kalsnes (NGI)

Kontrollert av: Unni Eidsvig (NGI)

Sammendrag

Denne rapporten tilbyr en veiledning til en metode for risikohåndtering utviklet for BegrensSkade. Den foreslåtte metoden baserer seg konseptuelt på ISO 31000's rammeverk, ved at metodikken som foreslås deles inn i fem faser; Fase 1: Etablere grunnlag. Fase 2: Risikoidentifikasjon; Fase 3: Semi-kvantitativ risikoanalyse; Fase 4: Risikoevaluering; Fase 5: Risikoreduserende tiltak. Metoden er implementert i regnearket BegrensSkadeRisikohandtering.xlsm.

Regnearket består av totalt tre ark:

- 01-Grunnlag
- 02-Risikoidentifikasjon
- 03-Risikoanalyse

Arkene brukes som følger i de ulike fasene av risikohåndteringen:

Fase 1: Etablere grunnlag. Brukeren fyller data i arkene *01- Grunnlag* og *02-Risikoidentifikasjon*.

Fase 2: Risikoidentifikasjon. Brukeren fyller data i arket *02-Risikoidentifikasjon*.

Fase 3: Semi-kvantitativ risikoanalyse. Gjennomføres i arket *02-Risikoidentifikasjon* og *03-Risikoanalyse*.

Fase 4: Risikoevaluering. Gjennomføres i arket *03-Risikoanalyse*.

Fase 5: Risikoreduserende tiltak. Analyse av effekt av alternative tiltakspakker kan gjennomføres som en revisjon av arkene *02-Risikoidentifikasjon* og *03-Risikoanalyse*.

I forbindelse med utviklingen av metoden beskrevet i denne rapporten, har NCCs risikovurdering for Statens vegvesen i forbindelse med utbygging av E6 Trondheim, dagsone vest, Møllenberg vært til god hjelp. Rapporten inneholder derfor også en beskrivelse av prosessen rundt risikovurdering som ble gjort i forbindelse med dette prosjektet.

Innhold

1	Innledning.....	5
2	Standarder og referanser for risikohåndtering	5
2.1	ISO 31000	5
2.2	NS 5815	6
2.3	SGF rapporter 2014	6
3	Metodeforslag	7
3.1	Fase 1: Etablere grunnlag	7
3.2	Fase 2: Risikoidentifikasjon og Fase 3: Semi-kvantitativ risikoanalyse	10
3.3	Fase 4: Risikoevaluering	13
3.4	Fase 5: Risikoreduserende tiltak	18
4	Eksempel på prosess ved semi-kvantitativ risikoanalyse (Risiko/usikkerhetsvurderinger på prosjektet E6 Trondheim, Dagsone vest, byggegrøp Møllenberg (2009-2013), utført av NCC)	18
4.1	Innledning.....	18
4.2	SVV-grunnlag fra 2009.....	19
4.3	Skisseprosjekt	19
4.3.1	NCCs Skisseprosjekt.....	19
4.3.2	Dialogfasen	19
4.4	Tilbudsfasen.....	20
4.5	Utførelsesfasen.....	22
5	Referanser	23

1 INNLEDNING

Bakgrunnen for forskningsprosjektet BegrensSkade er at det ofte oppstår uventede og uønskede skader på naboeiendommer og nærliggende infrastruktur, som følge av grunn- og fundamenteringsarbeider. Det ligger derfor et betydelig potensiale i å utvikle nye metoder og forbedre prosedyrer for å unngå eller begrense slike skader innenfor bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen. Forbedret utførelse gir besparelse ved redusert antall skader, raskere gjennomføring, mindre forsinkelser og færre tvistesaker.

BegrensSkade har som mål å utvikle nye utførelsesmetoder og forbedre samhandlingsprosesser, for å begrense skader som kan tilbakeføres til grunn- og fundamenteringsarbeider innenfor bygg-, anleggs- og eiendomsbransjen. Prosjektet har en bred tilslutning fra den norske BA-bransjen med 23 partnere, med representanter fra alle aktører (bygherrer, entreprenører, underentreprenører, konsulenter, eiendoms- og forsikringselskaper samt forskningsinstitutt og universitet).

Prosjektet ser på hele kjeden av årsaker og forbedringsmuligheter fra prosjektering av grunn- og fundamenteringsarbeider til utførelse og oppfølging. BegrensSkade er delt opp i fem delprosjekter:

DP1+2 Kartlegging av årsaker til skader

DP3 Videreutvikling av metoder for å begrense skader

DP4 Dokumentasjon av nye metoder

DP5 Verktøy for risikovurdering

DP6 Forbedret samhandling i BA-prosessen

Delprosjekt 5 i prosjektet er knyttet til håndtering av risiko. Delprosjektets mål er å utvikle metode(r) for å vurdere og redusere risiko, samt å utarbeide en veiledning for valg av optimal løsning for konkrete problemstillinger.

Denne rapporten presenterer en veiledning til en metode som er utviklet i BegrensSkade for risikohåndtering i konkrete byggeprosjekter. Metoden er utviklet i Excel. Rapporten inkluderer også en beskrivelse av et konkret arbeid med risikovurderinger utført av NCC i forbindelse med byggeprosjekt for E6 ved Møllenberg i Trondheim.

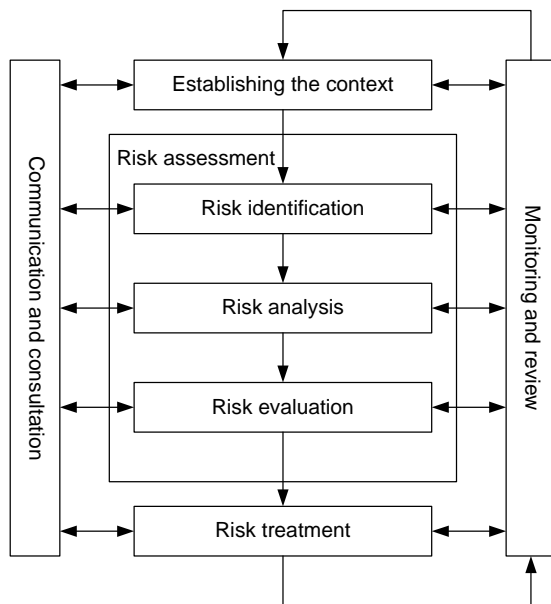
2 STANDARDER OG REFERANSER FOR RISIKOHÅNDTERING

Metodikken utviklet for BegrensSkade baserer seg på rammeverket beskrevet i ISO 31000. I tillegg til dette rammeverket har verdifull informasjon fra NS 5815 og risikorapporter utgitt av SGF i 2014 vært nyttig referansemateriale.

2.1 ISO 31000

ISO 31000 definerer risiko som "effekt av usikkerhet på målsetninger". Risikohåndtering er en betegnelse for koordinerte aktiviteter for å vurdere, kontrollere og takle risikoen forårsaket av farer som samfunnet er omgitt av. Formålet med risikohåndteringen er å vurdere og eventuelt redusere risikoen hvis nødvendig. Når konteksten for risikohåndteringer er etablert, er følgende trinn viktige i risikohåndteringsprosessen:

- Trinn 1: Situasjonsbeskrivelse og etablering av grunnlag
- Trinn 2: Risikoidentifikasjon: Potensielle trusler og farer identifiseres. Hva kan skje?
- Trinn 3: Risikoanalyse: Sannsynligheter, potensielle konsekvenser og usikkerheter kombineres. Hvor sannsynlig er det og hvis det skjer, hva er konsekvensene?
- Trinn 4: Risikoevaluering: Risikoen vurderes i forhold til kriterier for akseptabel eller tolerabel risiko. Er risikoen akseptabel?
- Trinn 5: Risikoreduserende tiltak: Hva kan gjøres for å få risikoen ned på et akseptabelt nivå?



Figur 1 Rammeverk for risikohåndteringsprosess (Kilde: ISO-31000: 2009).

Begrepet risikovurdering brukes som samlebegrep for Trinn 2 til Trinn 4, det vil si risikoidentifikasjon, risikoanalyse og risikoevaluering. Risikohåndteringsprosessen er en integrert prosess der risikovurdering og implementering av risikoreduserende tiltak foregår i kontinuerlig dialog og konsultasjon og under kontinuerlig inspeksjon og kontroll.

2.2 NS 5815

NS 5815 "Risikovurdering av anleggsarbeid" er en fagspesifikk standard for anleggsarbeid og er utarbeidet for å gi tilstrekkelig veiledning for å kunne utføre risikovurderinger for ulike anleggsarbeid. Den følger prinsippene gitt i NS 5814 "Krav til risikoanalyser", men går lenger ved at den i tillegg omfatter risikoevaluering. Standardene inneholder videre forslag til konsekvens- og sannsynlighetskategorier som kan være nyttig referansebakgrunn for vurderinger av sannsynlighet og konsekvens i konkrete prosjekter.

NS 5815 definerer risiko som "kombinasjonen av sannsynligheten for en hendelse og konsekvensen av den". Det er denne definisjonen av risiko som ligger til grunn for metoden utviklet i BegrensSkade og beskrevet i denne rapporten.

2.3 SGF rapporter 2014

SGF har i 2014 utarbeidet et par rapporter som veiledning for bruk av risikovurderinger i geotekniske prosjekter. De tar, i likhet med metoden utviklet for BegrensSkade, utgangspunkt i ISO 31000's

rammeverk, se Figur 1. Rapporten "Hantering av geotekniske risiker i prosjekt - krav" (SGF 2014a) gir en relativt grundig beskrivelse av hvordan en risikovurdering kan gjennomføres, med gjennomgang av de ulike faser i en risikovurdering. SGFs rapport " Riskidentifisering – metoder för att hitta hot og möjligheter" (SGF 2014b) behandler metoder som kan brukes for å identifisere mulige hendelser i geoteknisk anleggsarbeid. Metoder som beskrives inkluderer blant annet brainstorming og bruk av intervjuer.

3 METODEFORSLAG

Den foreslåtte metoden utarbeidet i BegrensSkade baserer seg konseptuelt på ISO 31000's rammeverk, ved at metodikken som foreslås deles inn i fem faser; Fase 1: Etablere grunnlag. Fase 2: Risikoidentifikasjon; Fase 3: Semi-kvantitativ risikoanalyse; Fase 4: Risikoevaluering; Fase 5: Risikoreduserende tiltak. Metoden er implementert i regnearket BegrensSkadeRisikohandtering.xlsm. Ved åpning av regnearket må brukeren svare ja på aktivering av makroer dersom man blir spurt om dette.

Regnearket består av totalt tre ark:

- 01-Grunnlag
- 02-Risikoidentifikasjon
- 03-Risikoanalyse

Arkene brukes som følger i de ulike fasene av risikohåndteringen:

Fase 1: Etablere grunnlag. Brukeren fyller data i arkene *01- Grunnlag* og *02-Risikoidentifikasjon*.

Fase 2: Risikoidentifikasjon. Brukeren fyller data i arket *02-Risikoidentifikasjon*.

Fase 3: Semi-kvantitativ risikoanalyse. Gjennomføres i arket *02-Risikoidentifikasjon* og *03-Risikoanalyse*.

Fase 4: Risikoevaluering. Gjennomføres i arket *03-Risikoanalyse*.

Fase 5: Risikoreduserende tiltak. Analyse av effekt av alternative tiltakspakker kan gjennomføres som en revisjon av arkene *02-Risikoidentifikasjon* og *03-Risikoanalyse*.

Det anbefales at bruken av metoden og regnearket utføres av en gruppe hvor fagekspertise på ulike nivåer og relevant for ulike faser av prosjektet, samarbeider. Etter hvert som prosjektet skrider fram og ny informasjon foreligger, må regnearket revideres.

3.1 Fase 1: Etablere grunnlag

I denne fasen klargjøres formålet med analysen, hvilke konsekvenstyper man er interessert i å vurdere, samt at man strukturerer prosjektet slik at man lettere kan identifisere kilder til usikkerhet og potensielle årsaker til uønskede hendelser. Følgende hovedpunkter skal gjennomføres:

1. Bestem hvilke typer av usikkerhet og hvilke konsekvenstyper som skal inkluderes. Dette gjøres ved å revidere informasjonen i tabellene i arket *01- Grunnlag*. Eksempelet inkludert i regnearket inneholder fem typer av usikkerhet og fire konsekvenstyper som vist i Figur 2, men brukeren står fritt til å fjerne og legge til egne typer. For eksempel definerer NS 5815 "Risikovurdering av anleggsarbeid" følgende fire konsekvenstyper: Liv og helse (H), Miljø (M),

Økonomi/materielle verdier (Ø) og Omdømme (O). Maksimalt ti typer av usikkerhet og konsekvenstyper kan defineres. Konsekvenstypene bør være av en slik natur at det for hver av dem er mulig å definere fem konkrete alvorlighetsklasser, se punkt 2 nedenfor. Når listen over konsekvenstyper er ferdig, overføres konsekvenstypene til arket *O2-Risikoidentifikasjon* ved å trykke på knappen "Oppdater O2-Risikoidentifikasjon" som er plassert under listen i Figur 2.

Usikkerhetstype			Konsekvenstyper		
Nr	Kode	Beskrivelse	Nr	Kode	Beskrivelse
1	M	Material	1	H	Liv og helse
2	D	Design	2	M	Miljø
3	U	Utførelse	3	F	Fremdrift
4	N	Naturlaster	4	Ø	Økonomi
5	E	Eksterne faktorer	5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		

Oppdater O2-Risikoidentifikasjon

Figur 2: Konsekvenstyper definert i eksempelet som følger med regnearket

- Definer alvorlighetsklasser for de ulike konsekvenstypene. I Fase 3: Risikoanalyse skal brukeren vurdere alvorlighetsgrad for alle identifiserte konsekvenser. Før dette kan gjøres, må det defineres fem alvorlighetsklasser (klasse 1 til 5) for hver av konsekvenstypene i punkt 1 ovenfor. Dette gjøres ved å fylle inn/revidere dataene på toppen av ark *O2-Risikoidentifikasjon* i regnearket, se eksempel i Tabell 1. To viktige kriterier for valg av alvorlighetsklasser er (a) at de er mest mulig konkrete og (b) at det senere i risikoanalysen er praktisk mulig for brukeren å vurdere hvilken alvorlighetsklasse en konsekvens havner i. Konkrete klassegrenser gjør risikoanalysen mer repeterbar og uavhengig av hvem som utfører analysen. Klassene må tilpasses prosjektet, det vil si at klassegrensene som settes er relevante for prosjektet. NS 5815 "Risikovurdering av anleggsarbeid" har generelle klassegrenser ved bruk av adjektivene K1 = Ufarlig, K2 = Farlig, K3 = Kritisk, K4 = Meget kritisk, K5 = Katastrofal. Disse adjektivene kan brukes som rettesnor når mer konkrete klassegrenser skal defineres.

Tabell 1: Alvorlighetsklasser definert i eksempelet inkludert i regnearket.

Alvorlighets-Klasse (NS 5815)	Konsekvenstype			
	Liv og helse	Miljø	Fremdrift	Økonomi
1 (ufarlig)	Skader uten fravær	Små miljøskader	Forsinkelse < 1 uke	<50 000 kr
2 (farlig)	Fravær < 10 dager	Miljøskader. Rest. Tid < 1 år	Forsinkelse på 1 uke til 1 måned	50-250 000 kr
3 (kritisk)	Fravær > 10 dager	Betydelig. Rest tid 1-3 år	Forsinkelse på 1 måned til 3 måneder	250 000 - 1 mill kr
4 (meget kritisk)	Alvorlige skader	Alvorlig. Rest tid 3-10 år	Forsinkelse på 3 måneder til 1 år	1-5 mill kr
5 (katastrofal)	Dødsfall	Rest tid > 10 år	Forsinkelse > 1 år	> 5 mill kr

3. Definer sannsynlighetsklasser for de ulike hendelsene. Som for konsekvensklassene er kriteriene at (a) at de er mest mulig konkrete og (b) at det senere i risikoanalysen er praktisk mulig for brukeren å vurdere hvilken sannsynlighetsklasse en uønsket hendelse havner i. Eksemplet gitt i regnearket bruker følgende adjektiver som veiledning for brukeren (Tabell 2): S1 = Ekstremt lite sannsynlig, S2 = Svært lite sannsynlig, S3 = Meget lite sannsynlig, S4 = Lite sannsynlig, S5 = Noe sannsynlig. I eksempelet inkludert i regnearket er det valgt å bruke årlig sannsynlighet for hendelsen, fra mindre enn 0.1% per år for klasse S1 til mer enn 10% per år for klasse S5. NS 5815 opererer med sannsynlighetskategorier fra lite sannsynlig til svært sannsynlig med beskrivelse av hyppighet for 3 eksempler. Disse er gjengitt i Tabell 3 under. SGF (2014a) opererer også med sannsynlighetskategorier, der de gir sannsynligheter for at en hendelse skal skje i et prosjekt fra < 1% (S1) til > 50% (S5).

Tabell 2: Sannsynlighetsklasser definert i eksempelet inkludert i regnearket.

		Beskrivelse sannsynlighet
(Adjektiver sannsynlighet)	Klasse	
(S1 = Ekstremt lite sannsynlig)	1	< 0.1% per år
(S2 = Svært lite sannsynlig)	2	0.1-1% per år
(S3 = Meget lite sannsynlig)	3	1-3% per år
(S4 = Lite sannsynlig)	4	3-10% per år
(S5 = Noe sannsynlig)	5	> 10% per år

Tabell 3: Eksempler på hyppighet for sannsynlighetskategori S1 til S5 (NS 5815)

Sannsynlighets-kategori	Betegnelsen	Eksempel 1	Eksempel 2	Eksempel 3
S1	Lite sannsynlig	>5 år	Sjeldnere enn en gang per 10 år	Aldri registrert lignende hendelse
S2	Mindre sannsynlig	1 år – 5 år	1 gang hvert 5 – 10 år	Har vært registrert lignende hendelse
S3	Sannsynlig	6 måneder – 1 år	1 gang hvert 1 – 5 år	Har vært registrert i sammenlignbare prosjekter
S4	Meget sannsynlig	14 dager – 6 måneder	1-10 ganger hvert år	Vil kunne skje i prosjektet
S5	Svært sannsynlig	0 – 14 dager	Mer enn 10 ganger i året	Forventes å skje i prosjektet

4. Definere hovedprosesser i prosjektet: For at det skal bli lettere å finne kilder til usikkerhet og potensielle årsaker til uønskede hendelser, skal hovedprosessene i prosjektet identifiseres, nummereres og listes opp i de to første kolonnene i hovedtabellen i arket *02-Risikoidentifikasjon*. Hvordan prosjektet deles opp, er opp til brukeren. Prosessene kan for eksempel ordnes kronologisk og/eller i henhold til hvem som er utførende/ansvarlig for prosessen. I Fase 2 skal årsaker til uønskede hendelser og mulige konsekvenser identifiseres for hver av prosjektprosessene.

Tabell 4: Prosjektprosesser identifisert i eksempelet inkludert i regnearket.

Nr	Prosjektprosess
1	Prosjektering og planlegging
2	Forberedende arbeider
3	Forgraving for spunt
4	Spuntarbeider
5	Utgraving, byggegrøp
6	Avstiving med puter og stivere
7	Omgivelser

3.2 Fase 2: Risikoidentifikasjon og Fase 3: Semi-kvantitativ risikoanalyse

Slik regnearket er bygget opp er det hensiktsmessig å beskrive Fase 2: Risikoidentifikasjon og Fase 3: Semi-kvantitativ risikoanalyse sammen.

Dette arbeidet starter i arket *02-Risikoidentifikasjon*. Fase 2 Risikoidentifikasjon innebærer å gå gjennom alle hovedprosessene i prosjektet slik de er definert i Fase 1, og identifisere risikokilder og årsaker til uønskede hendelser. Samtidig starter man på Fase 3 Semi-kvantitativ risikoanalyse, ved at man estimerer sannsynlighet for hendelsen og potensielle konsekvenser. Informasjonen som skal legges inn for hver risikokilde er listet i Tabell .

Tabell 5: Liste over informasjon som skal oppgis for hver risikokilde

V.nr	Variabelnavn	Eksempel på underkategorier	Variabeltype	Beskrivelse
1	Nr		Heltall	Teller for prosjektprosess. Starter på 1 og teller opp til totalt antall prosesser
2	Prosjektprosess		Tekst	Beskrivende navn på prosjektprosessen
3	Nr		Heltall	Teller for usikkerhetskilder tilhørende prosjektprosessen. Starter på 1 for hver prosjektprosess og teller opp til antall kilder tilhørende den aktuelle prosjektprosessen
4	Årsak til uønsket hendelse / kilde til usikkerhet		Tekst	Navn på usikkerhetskilden / årsaken til uønsket kilde
5	Usikkerhetstype	Material	x eller ingen verdi	Sett x for de kategoriene (en eller flere) som er kilde til usikkerheten. Cellen skal stå tom for kategorier som ikke er kilde til usikkerheten.
		Design		
		Utførelse		
		Naturalaster		
		Eksterne faktorer		
6	Sannsynlighet		Heltall	Anslå sannsynlighet (1 til 5) ved å bruke klassifiseringen definert i Fase 1.
7	Beskrivelse konsekvens			Kort beskrivelse av usikkerhetskilden / årsaken til uønsket kilde
8	Konsekvens	Liv og helse	Heltall eller ingen verdi	Anslå alvorlighet (1 til 5) ved å bruke klassifiseringen definert i Fase 1 for de konsekvenstypene som den uønskede hendelsen forventes å ha. Cellen skal stå tom for konsekvenstyper som hendelsen ikke forventes å forårsake.
		Miljø		
		Fremdrift		
		Økonomi		
9	Nærmere beskrivelse		Tekst	Beskrivelse av evt andre forhold av relevans for forståelsen av årsak og konsekvenser
10	Tiltak		Tekst	I Fase 4 Risikoevaluering skal brukeren vurdere om risikoreducerende tiltak er nødvendige. Dersom svaret er ja, skal de i Fase 5 Risikoreducerende tiltak beskrives i denne cellen i regnearket. Det vil da kunne gi grunnlag for å modifisere sannsynligheter og konsekvens (V.nr 6 og 8) og oppdatere risikomatrisen (se beskrivelse nedenfor).

Fase 3 Semi-kvantitativ risikoanalyse starter med å legge inn tallverdier for sannsynligheter og konsekvens for alle risikokilder som beskrevet i Tabell . Når tabellen i arket *02-Risikoidentifikasjon* er ferdig, går brukeren videre til arket *03-Risikoanalyse* hvor dataene i arket *02-Risikoidentifikasjon* skal presenteres i en risikomatrise. I risikomatrisen (Figur 3) plottes sannsynlighet (på skala 1 til 5) mot konsekvens (på skala 1 til 5) for risikokildene spesifisert i Fase 2 Risikoidentifikasjon.

Sannsynlighet	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
Konsekvens						

Figur 3: Eksempel på risikomatrix hvor sannsynlighet er plottet mot konsekvens. Fargekodene illustrerer risikonivå fra meget lav (grønn) til meget høy (rød).

I arket *03-Risikoanalyse* har brukeren muligheter til å bestemme hvilke risikokilder som skal tas med i matrisen (Figur 4). Valg av prosjektprosess, usikkerhetstype og konsekvenstype gjøres ved å sette en x i cellen ved den opsjonen en ønsker å inkludere i matrisen mens de øvrige cellene settes tomme.

a) Valg av hvilke prosjektprosesser som skal plottes i risikomatriksen		
Nr	Prosess	Plot = x
1	Prosjektering og planlegging	x
2	Forberedende arbeider	
3	Forgraving for spunt	
4	Spuntarbeider	x
5	Utgraving, byggegrop	x
6	Avstiving med puter og stivere	
7	Omgivelser	
b) Valg av hvilke usikkerhetstyper som skal plottes i risikomatriksen		
Kode	Usikkerhetstype	Plot = x
M	Material	x
D	Design	
U	Utførelse	x
N	Naturlaster	x
E	Eksterne faktorer	
c) Valg av hvilke konsekvenstyper som skal plottes i risikomatriksen		
Kode	Konsekvenstype	Plot = x
H	Liv og helse	x
M	Miljø	x
F	Fremdrift	
Ø	Økonomi	

Figur 4: Eksempel på konfigurasjon av risikomatrix. Brukeren setter en x ved de alternativene som skal inkluderes i plottet.

Når brukeren er fornøyd med valgene av prosjektprosess, usikkerhetstype og konsekvenstype, fylles matrisen ved å trykke på knappen "Oppdater risikoanalyse" i ark *03-Risikoanalyse*, se eksempel i Figur 5. Hver risikokilde blir da angitt i matrisen med en kode som følger:

P:U-K

Koden tolkes som følger:

- P = nummer på prosjektprosess (variabel nummer 1 i Tabell)
- U = nummer på usikkerhetskilde (variabel nummer 3 i Tabell)

- K = kode for konsekvenstype(r) for risikokilden (variabel nummer 8 i Tabell). For risikokilder som har flere konsekvenstyper, for eksempel både Fremdrift (F) og Økonomi (Ø) plottes begge bokstavene, og koden blir FØ.

Dersom flere risikokilder fra samme prosjektprosess skal plottes i samme rute i risikomatriksen, gjentas ikke nummeret på prosjektprosessen. I Figur 5, i ruten for Sannsynlighet = 2 og Konsekvens = 3, finner vi både usikkerhetskilde nr 1 og 2 for prosjektprosess nr 2. De to usikkerhetskildene skilles ved bruk av komma, og de plottes dermed som følger:

2: 1-FØ, 2-HM

Usikkerhetskilde nr. 1 har konsekvenser for Framdrift (F) og Økonomi (Ø), mens kilde nr 2 har konsekvens for Liv og helse (H) og Miljø (M).

Sannsynlighet	5	5:1-MFØ				
	4	5:6-MØ	1:3-FØ, 4-FØ			
	3		2:3-FØ			
	2	3:1-FØ, 2-FØ 5:4-Ø, 9-HF	2:1-FØ, 2-HM 4:1-Ø, 2-Ø 6:6-FØ 7:2-MØ	1:1-FØ 5:11-HFØ, 12-FØ 6:1-F, 2-HØ, 3-FØ, 4-FØ, 5-FØ 7:1-MØ		
	1		2:4-MFØ	5:10-FØ 6:7-FØ	1:2-HMFØ 5:2-MFØ, 3-HMFØ, 5-Ø, 7-H, 8-H	
		1	2	3	4	5
		Konsekvens				

Figur 5: Utfylt risikomatrikse basert på dataene i eksempelet gitt i regnearket

3.3 Fase 4: Risikoevaluering

Risikoevaluering vil si å sammenligne beregnet risiko med risikokriterier for å avgjøre om risikoreduserende tiltak er nødvendig. I arket *03-Risikoanalyse* er det bygget inn noen enkle verktøy for å bistå i denne prosessen, men det er viktig å påpeke at hvilke risikokilder som krever tiltak til syvende og sist ikke bare er en teknisk beslutning.

For å illustrere ulike risikomodeller og betydning av risikoaversjon (som er det motsatte av villighet til å ta risiko) har regnearket to brukervalg (Figur 6).

a) Valg av risikomodell

Risikoevaluering	Valg = x
Trapp	x
Konstant risiko	
Konsekvensaversjon	

b) Valg av nivå på risikoaversjon (= motsatt av risikovillighet)

Risikoaversjon	Valg = x
Lav	
Middels	x
Høy	

Figur 6: Brukervalg relatert til risikoevaluering

Det første brukervalget er relatert til hvilken risikomodell man ønsker å bruke (Figur 6a). I en semi-kvantitativ metode av den type som er implementert i regnearket måler vi ikke risiko eksplisitt. * Fargene i matrisen relateres til risiko ved å gjøre ulike antagelser om hvordan de relative skalaene (1 til 5) vi bruker i denne metoden for sannsynlighet og konsekvens er koblet til fysisk sannsynlighet og konsekvens. Følgende brukervalg for fargekoding er implementert i regnearket:

- Trapp:** Denne metoden betyr at grensene mellom de fem ulike fargene i matrisen ser ut som en trapp, illustrert i Figur 5. Ved bruk av denne metoden tilsvarer fargegrensene konstant risiko dersom de relative skalaene (1 til 5) på de to aksene i matrisen tilsvarer eksponentiell skala for fysisk sannsynlighet (s) og konsekvens (k). Det vil si at en økning av relativ sannsynlighet eller konsekvens (n) på én tilsvarer å multiplisere fysisk sannsynlighet eller konsekvens med en konstant (dvs at s_{n+1}/s_n og k_{n+1}/k_n er konstanter).
- Konstant risiko:** Denne metoden betyr at grensene mellom de fem ulike fargene i matrisen er hyberbler, se illustrasjon i Figur 7. Matematisk er dette formulert ved at skillelinjene er gitt ved konstant verdi for produktet av sannsynlighet og konsekvens. Ved bruk av denne metoden tilsvarer fargegrensene konstant risiko dersom de relative skalaene (1 til 5) på de to aksene i matrisen tilsvarer lineær skala for fysisk sannsynlighet og konsekvens.

* Ved bruk av kvantitative metoder beregnes ofte absolutt risiko (R) som produktet av fare (H), sårbarhet (V) og verdien av det utsatte elementet (E), dvs $R = H \cdot V \cdot E$. Fare, H , er sannsynligheten (mellom 0 og 100%) for at en uønsket hendelse skal inntreffe i en gitt tidsperiode. Sårbarhet måles på en skala fra 0 til 1 og angir forventet skadegrad for det utsatte elementet. Skadegrad lik én betyr totalskade. Ligningen ovenfor sier dermed at risiko er produktet av sannsynlighet og forventet konsekvens og har fysisk enhet forventet tap i en gitt tidsperiode.

Sannsynlighet	5	5:1-MFØ				
	4	5:6-MØ		1:3-FØ, 4-FØ		
	3			2:3-FØ		
	2	3:1-FØ, 2-FØ 5:4-Ø, 9-HF	2:1-FØ, 2-HM 4:1-Ø, 2-Ø 6:6-FØ 7:2-MØ	1:1-FØ 5:11-HFØ, 12-FØ 6:1-F, 2-HØ, 3-FØ, 4-FØ, 5-FØ 7:1-MØ		
	1		2:4-MFØ	5:10-FØ 6:7-FØ	1:2-HMFØ 5:2-MFØ, 3-HMFØ, 5-Ø, 7-H, 8-H	
		1	2	3	4	5
	Konsekvens					

Figur 7: Illustrasjon av metoden Konstant risiko for risikoevaluering. Fargeskillene følger linjer gitt ved konstant verdi for produktet av sannsynlighet og konsekvens (hyperbler)

- c) Konsekvensaversjon: Ved risikoevaluering vil i mange tilfeller aksepten for mange uønskede hendelser med små skader/tap være større enn aksepten for én stor hendelse med store skader/tap, selv om totaltapet over en gitt tidsperiode er den samme for de to tilfellene. Dette kan kalles konsekvensaversjon. I noen modeller for risikoakseptkriterier, er konsekvensaversjon implementert ved at tiltak alltid vil være nødvendig for potensielle konsekvenser over en viss størrelse, uansett hvor lav sannsynligheten er. I regnearket er modellen for konsekvensaversjon en trappemodell tilsvarende punkt a) ovenfor, men hvor trappen er brattere. Dette gjør at risikokilder med høy konsekvens relativt sett vil få en høyere fargekoding enn i trappemodellen i punkt a), se illustrasjon i Figur 8.

Sannsynlighet	5	5:1-MFØ				
	4	5:6-MØ		1:3-FØ, 4-FØ		
	3			2:3-FØ		
	2	3:1-FØ, 2-FØ 5:4-Ø, 9-HF	2:1-FØ, 2-HM 4:1-Ø, 2-Ø 6:6-FØ 7:2-MØ	1:1-FØ 5:11-HFØ, 12-FØ 6:1-F, 2-HØ, 3-FØ, 4-FØ, 5-FØ 7:1-MØ		
	1		2:4-MFØ	5:10-FØ 6:7-FØ	1:2-HMFØ 5:2-MFØ, 3-HMFØ, 5-Ø, 7-H, 8-H	
		1	2	3	4	5
	Konsekvens					

Figur 8: Illustrasjon av metoden Konsekvensaversjon for risikoevaluering. Fargeskillene følger en bratt trapp.

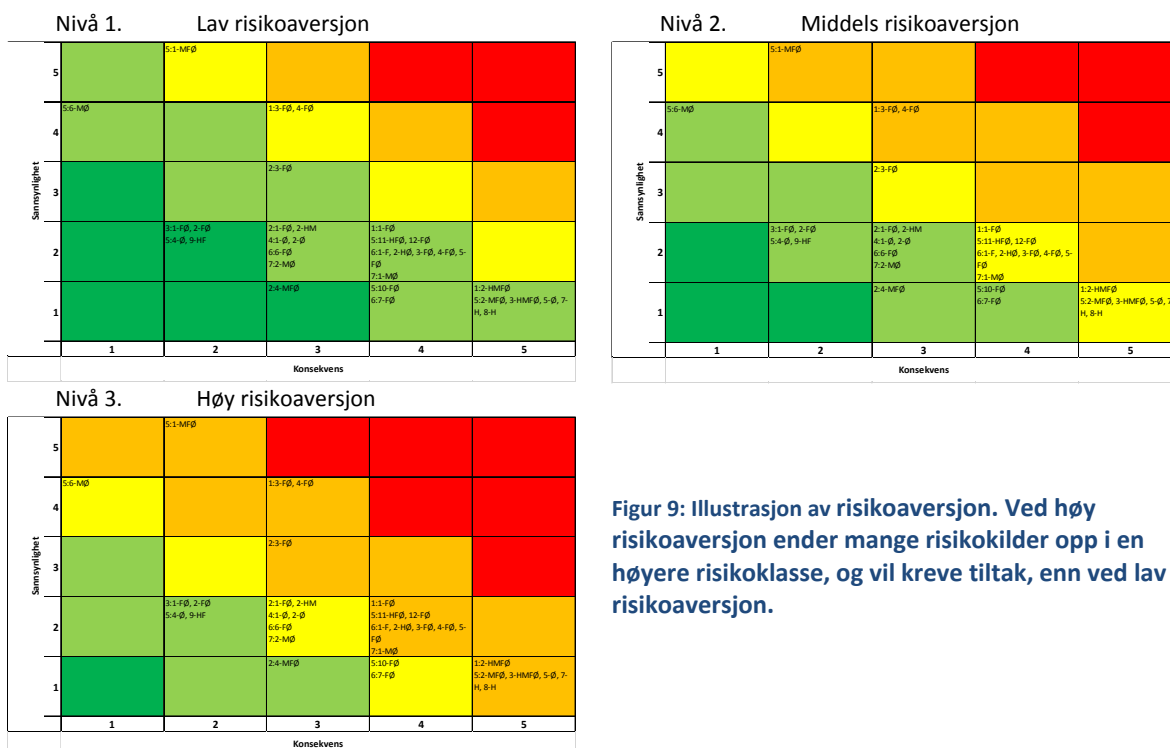
Hvilken risikomodel som skal brukes vil være opp til brukeren. I valget mellom *Trappemodell* og *Konstant risikomodel*, bør brukeren se på definisjonen av alvorlighetsklassene (Tabell 1) og sannsynlighetsklassene (Tabell 2). Dersom klassifiseringen hovedsakelig innebærer en eksponentiell

Økning i sannsynlighet og konsekvens fra klasse til klasse, bør *Trappemodellen* brukes, mens dersom økningen fra klasse til klasse er relativt lineær kan *Konstant risikomodellen* brukes. Om konsekvensaversjon skal brukes vil måtte være en subjektiv/politisk vurdering gitt de konsekvensene som er identifisert.

Det andre brukervalget (Figur 6b) er relatert til nivå av risikoaversjon. Risikoaversjon er manglende vilje til å ta risiko. I et kost/nytte-perspektiv kan risikovillighet gi gevinst, og viljen til å ta risiko vil ofte være avhengig av hvilke konsekvenstyper risikokilden innebærer og hvor store de potensielle konsekvensene er (ref diskusjonen om konsekvensaversjon ovenfor). For å illustrere betydningen av risikoaversjon er tre nivåer av risikoaversjon lagt inn i regnearket (Figur 9).

- a) Lav (Figur 9a).
- b) Middels (Figur 9b).
- c) Høy (Figur 9c).

Figuren viser at økning i risikoaversjon, medfører at flere av risikokildene ender opp i høyere risikoklasser og vil kreve tiltak.



Figur 9: Illustrasjon av risikoaversjon. Ved høy risikoaversjon ender mange risikokilder opp i en høyere risikoklasse, og vil kreve tiltak, enn ved lav risikoaversjon.

Når brukeren har valgt risikomodell og nivå på risikoaversjon kan man oppdatere risikoevalueringen ved å kjøre risikoanalysen på nytt (trykk på knappen merket *Kjør risikoanalyse*). Fargeleggingen av rutene i risikomatrisen vil endre seg i henhold til valgene brukene har gjort.

Det siste steget i risikoevalueringen er å bestemme handlinger tilknyttet de ulike fargene. Regnearket har fem ulike risikoklassene/fargekoder; grønn, lysegrønn, gul, oransje og rød. En (ekspert)gruppe må vurdere hvilke av de fem risikoklassene som tilhører følgende tre tiltaksklasser:

1. Høy risiko: Tiltak må iverksettes
2. Middels risiko: Nærmere analyse er nødvendig for å vurdere om tiltak er nødvendig
3. Lav risiko: Tiltak ikke nødvendig

Et eksempel på hvordan dette kan gjøres er vist i Figur 10.

Sannsynlighet	5	5:1-MFØ			Tiltak nødvendig	
	4	5:6-MØ		1:3-FØ, 4-FØ	Tiltak nødvendig	
	3			2:3-FØ	Nærmere analyse nødvendig	
	2	2:1-FØ, 2-FØ 5:4-Ø, 1-FØ	2:1-FØ, 2-HM 4:1-Ø, 2-Ø 6:6-FØ 7:2-MØ	1:1-FØ 5:11-HFØ, 12-FØ 6:1-F, 2-HØ, 3-FØ, 4-FØ, 5-FØ 7:1-MØ	Nærmere analyse nødvendig	
	1			5:10-FØ 6:7-FØ	1:2-HMFØ 5:2-MFØ, 3-HMFØ, 5-Ø, 7-H, 8-H	
		1	2	3	4	5
		Konsekvens				

Figur 10: Eksempel på resultat fra risikoevaluering. De fem fargene er delt inn i tre tiltaksklasser. Rød farge betyr tiltak nødvendig. Oransje og gul farge betyr nærmere analyse nødvendig for å avgjøre om tiltak er nødvendig. Lysegrønn og mørkegrønn farge betyr at tiltak ikke er nødvendig.

Risiko er et resultat av usikkerhet. Uten usikkerhet har vi ingen risiko. Dersom vi vet med 100% sikkerhet at et uønsket utfall ikke vil skje, er risikoen null. Tilsvarende er uønskede utfall vi med 100% sikkerhet vet vil inntreffe, samt når det vil skje, noe som det må planlegges for men som ikke innebærer risiko. I håndteringen av risiko kan vi snakke om usikkerhet på to nivåer:

- Nivå 1. Nivå 1 usikkerhet eller første ordens usikkerhet er usikkerheten som er grunnlaget for risikohåndtering. Vi har manglende data og kunnskap om ulike prosesser i natur og samfunn som gjør at vi ikke kan forutsi om og når noe vil skje. Basert på data og ulike ekspertvurderinger kan vi estimere sannsynligheter for at ulike scenarier vil inntreffe, og bestemme hvordan risikoen relatert til scenariet skal håndteres. Nivå 1 usikkerhet håndteres ved å benytte ulike typer metoder for risikovurdering.
- Nivå 2. I arbeidet med å estimere sannsynligheter og konsekvenser for risikovurderingen trenger vi data. I mange tilfeller er disse dataene mangelfulle og i noe tilfeller finnes ikke data for det aktuelle tilfellet i det hele tatt. Da blir selve sannsynligheten heftet med usikkerhet. Dette kan vi kalle andre ordens usikkerhet eller nivå 2 usikkerhet. Nivå 2 usikkerhet håndteres for eksempel ved å ta i bruk ulike typer probabilistiske teknikker, som i kombinasjon med risikovurderingsmetodikken på Nivå 1 gir et bedre estimat på det reelle risikonivået.

Metodikken presentert i denne rapporten, og implementert i regnearket er en metode for å håndtere Nivå 1 usikkerhet. Risikomatriksen tar ikke hensyn til Nivå 2 usikkerheter. En typisk Nivå 2 usikkerhet er at brukeren pga manglende informasjon har vanskeligheter med å vurdere hvilken sannsynlighetsklasse eller konsekvensklasse som er riktig for en risikokilde. For risikokilder som blir plassert i kategoriene "Tiltak nødvendig" eller "Nærmere analyse nødvendig", bør brukeren gjøre et arbeid for å analysere Nivå 2 usikkerheter. Når Nivå 2 usikkerheten er høy er det naturlig å konservativt

plassere risikokilden i en høyere sannsynlighetsklasse eller konsekvensklasse enn det man tror er mest sannsynlig for å ta høyde for usikkerheten. Dersom bedre informasjon er tilgjengelig, kan det være kostnadseffektivt å gjøre et arbeid for å redusere Nivå 2 usikkerhet. Kostnaden ved å skaffe denne informasjonen kan være lavere enn kostnaden ved de ekstra tiltakene som blir nødvendige dersom risikokilden havner i en høy tiltaksklasse som resultat av dårlig informasjon og konservatisme.

3.4 Fase 5: Risikoreduserende tiltak

Risikoreduserende tiltak kan struktureres i to grupper; (1) reduksjon av sannsynlighet og (2) reduksjon av konsekvens. For å strukturere tiltakene ytterligere kan man ta utgangspunkt i usikkerhetstypene og konsekvenstypene definert i Fase 1. I eksempelet inkludert i regnearket er følgende typer definert:

1. Reduksjon av sannsynlighet/usikkerhet:
 - a. Material (M)
 - b. Design (D)
 - c. Utførelse (U)
 - d. Naturlaster (N)
 - e. Eksterne faktorer (E)
2. Reduksjon av konsekvens. Tiltak for å skjerme de utsatte elementene fra skade:
 - a. Liv og helse (H)
 - b. Miljø (M)
 - c. Framdrift (F)
 - d. Økonomi (Ø)

I arket *02-Risikoidentifikasjon* er det lagt inn mulighet til å legge inn beskrivelse av risikoreduserende tiltak (Variabel nummer 10 i Tabell). Det anbefales at man lagrer versjonen av regnearket som inneholder tiltaksdelen som en egen fil. Ulike tiltakspakker kan analyseres separat og hver tiltakspakke kan lagres som egen regnearkfil. For hver tiltakspakke reviderer brukeren tallverdi for sannsynlighet og konsekvens (variabel nummer 6 og 8 i Tabell) og risikoanalysen i arket *03-Risikoanalyse* kjøres på nytt. Brukeren får da en vurdering av om tiltakene kan forventes å ha tilstrekkelig effekt.

4 EKSEMPEL PÅ PROSESS VED SEMI-KVANTITATIV RISIKOANALYSE (RISIKO/USIKKERHETSVURDERINGER PÅ PROSJEKTET E6 TRONDHEIM, DAGSONE VEST, BYGGEGROP MØLLENBERG (2009-2013), UTFØRT AV NCC)

4.1 Innledning

I utviklingen av metodikken for utføringen av risikovurderingen beskrevet i denne rapporten har gjennomføringen av risikovurdering for prosjekt E6 Trondheim, dagsone vest, byggegrop Møllenberg, vært til stor nytte. Risikovurderingen for dette prosjektet er foretatt av NCC. Mye av metodikken som er brukt i E6 prosjektet samsvarer med metodikken foreslått for BegrensSkåde. Dette kapitlet inneholder derfor en nærmere redegjørelse for hvordan risiko/usikkerhetsvurderinger ble behandlet for Møllenberg-prosjektet, og hvordan risikomatrixen ble utviklet og brukt av NCC for oppdragsgiver Statens vegvesen. Den videre teksten er i helhet skrevet av NCC.

4.2 SVV-grunnlag fra 2009

Statens vegvesen valgte høsten 2008 å anvende en ny anskaffelsesform, «Konkurransepreget dialog» for den planlagte 300 m lange løsmassetunnelen i kvikkleire i entreprisen for E6 Trondheim, Dagsone vest. Dette var første gang denne anskaffelsesformen ble brukt i Norge. De sentrale personer i Statens vegvesen på denne saken uttalte til Byggeindustrien i november 2008 følgende:

«Det vi egentlig føler behov for å få fram for næringen er det oppsiktsvekkende i at man tar i bruk en helt ny anskaffelsesprosedyre, og at det er Statens vegvesen som går foran og tar initiativ - strekker seg ut mot bransjen og spør entreprenørene – hvordan mener dere at vi skal løse dette?»

Første trinn i prosessen var prekvalifisering. Deretter inneholdt arbeidet en utarbeidelse av skisseprosjekt fra de prekvalifiserte entreprenører. I samme Byggeindustrien uttaler SVV følgende: *«Det blir forventet at de utvalgte entreprenørgrupperinger lager et skisseprosjekt gjerne fulgt opp med risikoregister og risikoanalyser i forhold til den foreslåtte løsning.»*

Dette viser at prosjekt- og prosessledere i Statens vegvesen fra dag 1 var klare på at **risikovurderinger** skulle inngå i prosjektutviklingen, i et samarbeid med entreprenørene.

4.3 Skisseprosjekt

Statens vegvesen definerte følgende 4 hovedkrav knyttet til levering av Skisseprosjekt, forut for dialogfasen:

1. Skisser som beskriver hvordan oppdraget er planlagt utført. Ved hjelp av plan, lengde- og tverrsnitt skal det vises hvordan tunnelen foreslås etablert.
2. Metodebeskrivelser. Dvs beskrivelser av produkter, metoder, organisering og noen løsningsdetaljer.
3. Usikkerhetsvurdering. Usikkerheten skal belyses i form av en risikoplan, der en kan identifisere uønskede/kostnadsdrivende forhold med årsaker, mulige konsekvenser og grad av sannsynlighet.
4. Estimert over kostnader.

4.3.1 NCCs Skisseprosjekt

Tiden for utarbeidelse av Skisseprosjekt var knapp, spesielt for NCC, siden ingen i vårt team hadde kjennskap til prosjektet fra tidligere faser. I praksis hadde vi 5 uker på oss for å utarbeide et Skisseprosjekt. Når det gjelder pkt 4. Usikkerhetsvurdering, avstedkom dette en del interne diskusjoner i NCC om hvordan vi på dette stadiet best kunne tilfredsstille byggherrens krav. Vår besvarelse bestod av en redegjørelse for arbeidsmetode for vurdering av usikkerhet og risiko i henhold til våre interne rutiner i NCC. Videre identifiserte vi de risikomomenter som vi mente var aktuelle for vår løsning, uten at disse på dette tidspunkt ble gjenstand for nærmere analyser. Til slutt påpekte vi en del forhold vedrørende ansvar og risiko, som kunne få konsekvenser for prisingen i et senere tilbud.

4.3.2 Dialogfasen

Skisseprosjekt datert 9. mars 2009 ble presentert for SVV 11. mars 2009, i det som ble kalt dialogmøte 1. Skisseprosjektet ble videreutviklet fram mot dialogmøte 2, 1. april 2009, basert på kommentarer og spørsmål fra SVV. Til dialogmøte 2 forelå det ingen systematisk risikomatrix. De grunnleggende tekniske løsningene hadde størst fokus, men bak disse lå det fra NCCs side bevisste valg når det gjelder å velge robuste løsninger med så lav risikoprofil som mulig. Hensikten var å utvikle systematikken i

risikovurderingene videre gjennom dialogfasen. Det forelå ingen bestemt mal for dette, hverken fra NCCs eller SVVs side, så vi opplevde dette som et slags nybrottsarbeid.

Utdrag fra referat fra dialogmøte 2, 1. april 2009:

«Pkt. 7 Videre prosess. SVV oversender uke 16/2009 en risikomatrix til NCC basert på løsningsforslaget slik det nå framstår. SVV og NCC gjør innledningsvis individuelle vurderinger av denne matrisen. Det er SVVs forventning at det skal defineres korrigerende/motvirkende tiltak for alle risikoforhold med risiko over en spesifisert akseptgrense. SVV ønsker at denne prosessen pågår fram til neste møte og at partene i dialogen utveksler sine risikobetraktninger underveis. Målsetting for neste møte er å definere fyllestgjørende korrigerende/motvirkende tiltak i den grad risikovurderingen underbygger behov for dette. SVV forventer at møtet avslutter dialogen omkring de tekniske aspekter, og at resten av dialogen benyttes til å fastsette ansvars- og risikofordeling som skal legges til grunn for tilbudsfasen og eventuell kontrakt.»

Rammeverket for en mulig risikomatrix begynte med dette å ta form. Basert på et rammeverk fra SVV (utarbeidet av byggeleder Anders Beitnes) utviklet NCC sin matrix videre fram mot dialogmøte 3, 7. mai 2009. Dette arbeidet pågikk parallelt med at NCC i denne perioden forberedte et forslag til SVV om bruk av rørsput som byggegrop-vegg i den indre sonen av byggegropa, hvor en god overgang mellom spuntvegg og berg var avgjørende. Videre så vi på muligheter for små linje-justering for å gjøre byggegropa smalere, samt at vi gjorde detaljstudier av bergforhold for å justere påhugg og dermed oppnå en kortere byggegrop. Begge disse 2 siste forhold ville ha betydning for antallet hus som måtte rives eller flyttes før byggestart.

Det er viktig å understreke at NCC i denne prosessen, og generelt gjennom hele dialogfasen, involverte flere parter i diskusjonene, dvs underentreprenører og eksterne rådgivere, i tillegg til sentrale personer i egen organisasjon. Resultatet ble et bra gjennomarbeidet dokument: Vurdering av risiko og usikkerhet, risikomatrix, framlagt for SVV på dialogmøte 3, 7. mai 2009. Risikomatriksen for NCCs løsningsforslag ble gjennomgått på dialogmøte 3.

Viktige forhold vedrørende poretrykksreduksjoner og setninger ble behandlet i risikomatriksen, og avstedkom viktige tekniske diskusjoner på dialogmøte og i tiden etterpå. På den måten kan vi si at fokuset på usikkerheter og risiko førte til en bevisstgjøring omkring risikoelementer, noe som skjerpet alle de involverte.

Fram til siste dialogmøte 4, 2. juni 2009, ble det ikke gjort særlig mer med den foreliggende risikomatriksen, bortsett fra supplerende innspill fra SVV v/byggeleder Anders Beitnes. Dette illustrerer det viktige forhold at prosessen omkring utvikling av en god risikomatrix foregikk i et samarbeid mellom partene, til tross for at det ennå ikke var inngått noen kontrakt. Det er verdt å påpeke at vi på det tidspunkt fortsatt var i en innledende dialogfase, forut for senere tilbudsarbeid, og at SVV på det tidspunkt hadde dialog med flere entreprenører. Vi i NCC opplevde det slik at byggherren på dette tidspunkt var tilfreds med detaljeringsgraden i NCCs risikomatrix, og anså den tilstrekkelig for en endelig samlet vurdering av NCCs løsningsforslag.

4.4 Tilbudsfasen

Kort tid etter avsluttet dialog, fikk vi i NCC invitasjon til å gi tilbud på den foreslåtte løsningen. Dette lå i kortene før avslutningen av dialogen, og NCC startet derfor planleggingen av tilbudsarbeidet umiddelbart etter avsluttet dialog. Det endelige konkurransegrunnlaget for tilbudsarbeidet forelå 24. juni 2009. Under del C Kontraktsbestemmelser ble kravene omkring risikovurderinger beskrevet

nærmere. Dette tas med i denne orienteringen, siden det belyser hvor grundig dette ble forberedt og vektlagt:

«C2.7.6 Risikovurdering

Totalentreprenøren skal sørge for at det finnes arbeidsinstruks for aktiviteter som medfører risiko. Der Statens vegvesen allerede har utarbeidet arbeidsinstruks (for eksempel i håndbøker), skal disse følges med mindre hovedbedriftens egne instruks er strengere en Statens vegvesens.

Byggherren utfører projektrisikovurdering, det vil si risikovurdering ut fra prosjektets rammebetingelser som kan innebære fare for liv og helse. Totalentreprenøren skal utføre arbeidsrisikovurdering, det vil si risikovurdering for valgt framgangsmåte for utførelse av den enkelte aktivitet som kan innebære fare for liv og helse.

Totalentreprenøren skal utarbeide detaljerte risikoanalyser. Sikker-Jobb-Analyser (SJA), arbeidsinstruks og lignende med utgangspunkt i Byggherrens projektrisikovurdering og Totalentreprenørens selvstendige arbeidsrisikovurderinger, skal utarbeides. Følgende forhold skal vektlegges spesielt:

- *Arbeid som innebærer særlig risiko for denne kontrakt, herunder blant annet:*
 - *Fare for ikke å opprettholde tilstrekkelig poretrykk i grunnen*
 - *Uønskede deformasjoner*
 - *Utfordringer knyttet til transport, logistikk og leveranser*
 - *Arbeider som kan utsette omgivelser for større belastninger enn forutsatt*
- *Anvendelse av helse- og miljøfarlige stoffer og materialer*
- *Arbeidsprosesser med særlig risiko som nødvendigvis skal utføres i områder som samtidig skal være arbeids-, ferdsel- eller oppholdsområde for andre*
- *Andre forhold som Byggherren gjør oppmerksom på, eller som Totalentreprenøren oppdager*
- *Arbeidsoperasjoner knyttet til framtidig drift og vedlikehold*

Totalentreprenøren skal kontinuerlig ajourføre et register som viser alle arbeidsoperasjoner som kan være risikofylte for denne kontrakten, angi risikomoment og aktuelt tiltak/henvisning. Der det er aktuelt, beskrives også plassering eller utstrekning på arbeidsstedet.

Arbeidsinstruks skal forelegges Byggherren senest en uke før oppstart av de aktuelle arbeidsoppgavene. Hvilke vurderinger som er gjort skal kunne framlegges skriftlig. Totalentreprenøren kan ikke påberope framleggelse for Byggherren som begrensende for sine forpliktelser etter dette punktet. Arbeidsinstruksene skal være underskrevet av det stedlige verneombudet. Arbeidsinstruks for relevante risikoutsatte arbeidsoperasjoner skal oppbevares hos hovedbedrift og hos HMS-koordinator. Den enkelte virksomhet skal oppbevare alle aktuelle arbeidsinstruks, gjennomgå og informere alle aktuelle arbeidstakere om hvordan disse arbeidsoppgavene kan utføres på en sikker måte.»

Risikovurderingene og risikoanalysene er det overordnede arbeidsredskap. Avsnittet ovenfor, fra kontraktsgrunnlaget, beskriver på en god måte hvordan dette så tas videre inn i det daglige arbeidet på en anleggsplass, i form av SJA, arbeidsinstruks, informasjon ut til alle involverte osv.

Avsnittet ovenfor synliggjør de forhold, relatert til risiko-oppfølging, som Totalentreprenøren måtte ta hensyn til og bygge inn i sitt tilbud. Tilbudet som ble levert ved månedsskiftet august/september 2009 inneholdt ingen oppdatert risikoplan, men tankegangen var implementert gjennom dialogfasen. Så langt i prosessen var risikoplanen et redskap og et hjelpemiddel for å oppnå tekniske løsninger med

akseptabelt risikonivå. Hensikten var imidlertid å bruke dette redskapet videre inn i utførelsesfasen, og regelmessig vedlikeholde og revidere risikomatrisen.

4.5 Utførelsesfasen

Kontrakt mellom SVV og NCC ble inngått 26. oktober 2009. Deretter fulgte en intens prosjekterings- og planleggingsfase; først for å få fram tilstrekkelig grunnlag for de første aktivitetene ved anleggsstart, men prosjektering og planlegging pågikk videre, parallelt med utførelsen, gjennom hele prosjektet. Hele prosessen var en sammenhengende kjede av parallelle aktiviteter som beregninger, utarbeidelse av tekniske detaljer, tegningsproduksjon, godkjeningsprosess mot Vegdirektoratet, utarbeidelse av arbeidstegninger, utfyllende skisser, byggeplassoppfølging og dokumentasjon.

For å følge opp risikovurderingene inn i utførelsesfasen ble det nedsatt følgende 5 arbeidsgrupper som skulle ta for seg risikovurderingene knyttet til utvalgte viktige hovedaktiviteter:

- A. Kalksementstabilisering
- B. Installasjon av rørspunt
- C. Injeksjon og tetting
- D. Arbeider i byggegrop generelt (mange parallelle aktiviteter innenfor en begrenset sone)
- E. Berguttak og bergsikring

Egne gruppemøter ble avholdt, med representanter fra de parter som var involvert. Hensikten var selvsagt å sikre rett kompetanse plassert i rett gruppe, og at man på denne måten kunne gå meget detaljert til verks innenfor hvert fagområde. Arbeidene i disse gruppene ble ledet av NCCs kvalitetssikringsleder Per Nautvik, som ajourførte risikomatrisen kontinuerlig. I tillegg til byggeleder Anders Beitnes bidrog Sigbjørn Rønning, Multiconsult, betydelig i denne prosessen. Rønning var gjennom hele utførelsesfasen innleid til SVV for å ivareta geoteknisk oppfølging fra byggherrens side.

Så ble det avholdt nokså regelmessige fellesmøter med alle gruppene, for en felle gjennomgang og status, men etter behov.

Igjen bør det understrekes at alle parter, fra byggherre, hovedentreprenør, til underentreprenører og rådgivere var viktige bidragsyttere i denne prosessen. I den grad arbeidet i disse gruppene kunne få kontraktsmessige konsekvenser ble det løftet opp på et høyere nivå, dvs til byggemøter. Gjennom hele prosessen rådde en felles oppfatning og målsetting hos alle parter om at risikovurderingene skulle bidra til å senke risikonivået i prosjektet.

5 REFERANSER

ISO 31000 (2009) Risk management - Principles and guidelines. International Standard, 2009-11-15.

NS 5814:1991. Krav til risikoanalyser.

NS 5815:2006. Risikovurdering av anleggsarbeid.

SGF (2014a). Hantering av geotekniske risikoer i prosjekt- krav. Metodbeskrivning. SGF rapport 1:2014. Linkøping 2014.

SGF (2014b). Riskidentifisering – metoder for att hitta hot og möjligheter. Metodbeskrivning. SGF rapport 2:2014. Linkping 2014.