

# NOTAT

Garten - Storfosna

Notat nr.:  
567773/nt nov 2009

Dato  
27.11.2009

Til:

Navn	Firma	Fork.	Anmerkning
Jon Foss	Ørland kommune		

Kopi til:

Fra:

Bent Aagaard	Sweco Norge AS
--------------	----------------

## UNDERSJØISK TUNNEL GARTEN –STORFOSNA KOSTNADSREVISJON ETTER UTFØRT KJERNEBORING

### Bakgrunn og hensikt

Som et ledd i å redusere usikkerheten i prosjektet samt gi et enda bedre grunnlag for kostnadsestimatet, ble det i høst utført en kjerneboring fra Tjuvholmen og vestover. Borhullet hadde en lengde på 448,4 meter. Pga noe avvik ble boringene stoppet der man antar at hullet har gått ut i løsmasser.

Hullet har gitt god kjernefangst i hele lengden. Foreliggende notat beskriver hvordan informasjoner fra borhullet er brukt for å kvalitetssikre evt. korrigere kostnadsestimatet som ble gjort i mai 2009.

### Forutsetninger for kostnader knyttet til bergkvalitet

I våre anslag for bergmassekvalitet har vi til nå benyttet generell kunnskap om bergartene, kartlegging i felt og refraksjonsseismiske undersøkelser. For å kunne beregne sikringsmengder, har vi klassifisert bergmassen langs traseen ut fra Q-systemet, som er det mest brukte kartleggingssystemet i Norge.

I vedlegg 4 til notat av 15. mai 2009 er mengder sikring for hver bergmasseklasse angitt. Denne tabellen er generell for type/størrelse av tunnel og bergmasseklasse. Vedlegg 4 i samme notat viser hvordan vi har antatt bergmasseklassifiseringen langs tunnelen.

pmd03n.2008-05-16

Det er to forhold som er viktige.

1. Hvor stor del av tunnelen kan klassifiseres i de beste klassene? I prognosen fra mai er 74,7% av tunnelen i sikringsklasse 1 og 2, se tabell 1.
2. Hvor mektig er de såkalte svakhetssonene og hvor dårlig er disse?

Boringen har bidratt til å gi svar på begge disse spørsmålene.

### Sikringsfordeling ekskl. påhugg

	Q- klasse	Bolting	Spr.betong
Skringsklasse	%	%	%
6	0,3	1,4	0,7
5	1,9	8	4,9
4	5,5	13	8
3	17,6	24	18
2	62,4	50	58
1	12,3	3	11
	100	100	100

Tabell 1 Sikringsfordeling i estimat mai 2009

### Ny vurdering av fordeling av bergmasseklasse langs traseen

#### Dårlig til god bergmasseklasse

Når det gjelder strekning av tunnelen med dårlig til godt berg, har boringene bekreftet antagelsene. Bergegninger av Q-verdier ut fra kjerne loggingen gir verdier mellom 1,8 og 22 for de gode delene av hullet. Det betyr at hoveddelen av tunnelen ligger i det som kan betegnes som middels berg, og at deler av den "gode" tunnelen også ligger i dårlig og god ihht Q-systemet.



Bilde 1 Kjerner fra 107 til 114 m, sandstein/arkose



Bilde 2 Kjerner fra 208 til 215, konglomerat

*Borehullet har bekreftet våre antagelser og det er derfor ikke grunn til å endre fordelingen langs tunnelen for bergmasseklassene 1, 2 og 3. Borehullet har også bekreftet at det ikke er svakhetssoner i den delen av borehullet som går øst for der det er målt seismikk (ca 300 m).*

Svært dårlig til eksepsjonelt dårlig bergmasseklasse

De seismiske målingene har avdekket lavhastighetssoner flere steder langs tunnelen. Lave hastigheter indikerer oppsprukket og leirrikt berg, muligens også med vannlekkasjer.

I estimat fra mai 2009 sone 3 og sone 1 i dypålen mellom Storfosna og Tjuvholmen var berg av ekstremt dårlig berg, klasse 5, (begge med 15 m lengde) og at sone 2 også hadde en sentral del med eksepsjonelt dårlig berg. Total lengde på sone 2 var estimert til 60 m.

Kjernene som ble logget i området der sone 3 var forventet, viser en Q-verdi mellom 0,2 og 0,6, dvs. berg av svært dårlig kvalitet, sikringsklasse 4 over en lengde på 19 m. Det er imidlertid målt relativt stor vanninnngang på dette stedet ved hjelp av en såkalt Lugeon-test. Det betyr at det i tillegg til mye sikring også må forventes behov for tetting (injeksjon) på dette stedet. Bredden på sonen er større enn antatt, men det forventes generelt at sonen har noe mindre bredde dypere ned (i tunnelnivå). Ut fra funnene fra kjerneboringen forventer vi nå at bare en smal del av sonen er i klasse 5, men at det kan være tilgrensende berg som er i klasse 4, totalt 10 + 15 m.



Bilde 3      *Kjerner fra sentral del av sone 3*

Sone 2 har større mektighet og er målt til å ha generelt noe lavere seismisk hastighet enn sone 3 og 1. Ut fra den bergmassekvaliteten som ble funnet for sone 3, er det grunn til å anta at også sone 2 er noe bedre enn antatt, men at det også her vil være vannlekkasjer. I ny prognose er bergmasseklasse 6 redusert fra 10 til 5 m, mens total bredde av sonen er beholdt.

For sone 1 er tilsvarende oppjustert noe fra 15 m med klasse 5 til at denne sonen både kan sikres etter klasse 4 og 5.

Lydhastigheten som er målt i berget mellom sonene er entydig høyt. Klare overganger bekreftes også av kjerneprøvene. Vi har derfor opprettholdt antagelsene om klasse 2 og 3 i nærheten av sonene.

Antagelsene om svakhetssonene har stort sett blitt bekreftet. Borkjernene viser noe bedre berg enn antatt, men det er samtidig påvist åpne vannveger i tilknytning til sonene. Det er ikke funnet svakhetssoner utenom det som er registrert med seismikken.

### Sikringsfordeling ekskl. påhugg

	Q-klasse	Bolting	Spr.betong
Skringsklasse	%	%	%
6	0,1	0,7	0,4
5	1,7	7	4,3
4	6,1	15	9
3	17,4	23	18
2	62,4	50	58
1	12,3	3	11
	100	100	100

Tabell 2 Sikringsfordeling revidert nov 2009

Som det framgår av tabell 2, er det svært små endringer i sikringsanslagene i forhold til tidligere, men med noe total reduksjon i sikring for sonene.

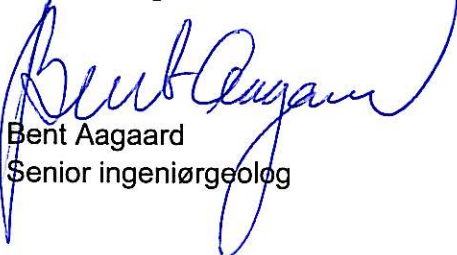
### Endring i kostnadsoverslaget

Kjerneborhullet har bekreftet mange av antagelsene som ble gjort for sikringsanslaget. Selv om ikke anslaget for total sikringsmengde ikke er endret, er usikkerheten knyttet til mengdeanslaget redusert.

Som følge av resultatene fra vanntapsmålingene og sprekkeobservasjoner generelt, er anslaget på forbruk av injeksjonsmasse økt med drøyt 100 tonn.

Som en følge av redusert usikkerhet, er forventede anleggskostnader redusert fra 170,4 mill. til 168,5 mill og usikkerheten i prosent fra 4,7% til 4,5%.

Sweco Norge AS



Bent Aagaard  
Senior ingeniørgeolog