

NOTAT

OPPDRA E6 Ranheim –Værnes	OPPDRAGSLEDER Kine Wenberg Jacobsen	DATO 24.11.2014
OPPDRAGSNUMMER 11772001	OPPRETTET AV Margrete Øie Langåker	
OPPDRA GIVER Statens vegvesen Region midt	KONTAKTPERSON Ine Louise Gressetvold	
TIL Ine Louise Gressetvold	FIRMA Statens vegvesen Region midt	

E6 Ranheim-Værnes.

Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan. Uavhengig kontroll.

Bakgrunn og hensikt

Statens vegvesen planlegger utvidelse av strekningen E6 Ranheim-Værnes. Strekningen skal utvides til firefeltsveg og er inndelt i tre delstrekninger:

- Delstrekning I: Fra Reppekrysset til Reitankrysset, inkludert Væretunnelen (ca. 1,6 km)
- Delstrekning II: Fra Reitankrysset til Hommelvikkrisset, inkludert Stavsjøtunnelen (ca. 1,7 km)
- Delstrekning III: Fra Hommelvikkrisset til Værneskrisset, inkludert Helltunnelen (ca. 3,9 km)

Sweco Norge AS har fått i oppdrag av Statens vegvesen Region midt å utføre uavhengig kontroll (tredjepartskontroll) av ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan for Væretunnelen i delstrekning 1. Rapporten er utarbeidet av Reinertsen AS og datert 24.10.2014. Rapporten omfatter utvidelse av Væretunnelen til en firefeltsveg ved etablering av nytt parallelløp på sørsiden av eksisterende tunneltrase.

Grunnlag for uavhengig kontroll

Følgende dokumenter er lagt til grunn for uavhengig kontroll:

- Rapport nr. 2220_088_ING_RAP_002, *Ingeniørgeologisk Rapport for Reguleringsplan – Væretunnelen Delstrekning I*. 24.10.2014, Reinertsen.
- Rapport 2006.01, *Væretunnelen E6 – Ingeniørgeologisk vurdering av fjellforholdene*. 1985, O.T. Blindheim.
- Sluttrapport del 1 og 2, *E6 Trondheim-Stjørdal - Væretunnelen*. 1989, SVV.
- Rapport nr. 2012071171-001, *E6 Ranheim-Værnes, forprosjekt 2012*. 2012, SVV.
- Håndbok (HB) N500 Vegtunneler, SVV.

1 (10)

Sweco
Professor Brochs gate 2
NO-7030 Trondheim, Norge
Telefonnummer +47 73 833500
www.sweco.no

Sweco Norge AS
Org.nr: 967032271
Hovedkontor: Oslo

Margrete Øie Langåker
Ingeniørgeolog
Region Trondheim
Mobil +47 91880134
margreteoie.langaker@sweco.no

- Håndbok (HB) R761 Prosesskode 1 Standard beskrivelse for vegkontrakter, SVV.
- Publikasjon nr. 101: Miljø- og samfunnstjenlige tunneler, Riktig omfang av undersøkelser for berganlegg, Teknologiavdelingen 2003.
- Eurokode 7.
- Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, NBG 2011.

Kontrollpunkter

Oppbygging av rapporten

Rapporten har følgende kapitteinndeling:

GENERELL DEL

- 1 Innledning
- 2 Undersøkelser og grunnlagsmateriale
- 3 Tunnelklasse og linjeføring

FAKTADEL

- 4 Geologi
- 5 Skredfare påhuggsområder
- 6 Resultater utførte undersøkelser og feltkartlegging

TOLKNINGSDEL

- 8 Ingeniørgeologiske vurderinger

RÅDGIVENDE DEL

- 9 Krav, dokumentasjon og oppfølging
- 10 Referanseliste
- 11 Vedlegg

Vedlegg omfatter plan- og profilkart, kartlegging av frostsikring og vannlekkasje i Væretunnelen og notat fra SINTEF om vurdering av avstand til nytt tunnellop i Væretunnelen.

Generell kommentar til inndeling av rapporten

Geologisk rapport for reguleringsplan skal ifølge HB N500 inneholde all relevant informasjon, eventuelt med henvisning til grunnlagsdata i rapporter fra tidligere faser. Det er også krav om at rapporten skal skille mellom måleresultater, faktiske observasjoner og tolkninger. Rapportens oppbygging oppfyller for så vidt disse kravene, men i teksten presenteres stadig fakta og vurderinger om hverandre. Dette bør skilles tydeligere. Generelt fremstår rapporten som noe uoversiktlig for leseren. En opprydding i kapitteinndelingen kan bedre dette.

I oppdragsrapporten (første side) er det oppgitt navn på forfattere og data for kvalitetssikring. Det fremgår tydelig av tittelen hvilken planfase rapporten gjelder.

Sammendraget inneholder en grov oppsummering av fakta for prosjektet, utførte undersøkelser, bergmassekvalitet og miljøpåvirkninger. Det bør også inneholde kortfattet informasjon om tolkninger/vurderinger samt valgt geoteknisk kategori.

2 (10)

NOTAT
24.11.2014

Rapportens innhold

Som nevnt inneholder HB N500 kapittel 2.1, 2.3 og 2.4 en rekke krav til innhold i ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan. Kravene er presentert i tabell 1, med tilhørende kommentarer fra Sweco.

Tekst som er merket **gul** er avvik ifølge gjeldende krav og må implementeres i endelig rapport. Øvrige punkter er merknader som må vurderes og svares ut.

Tabell 1: Krav i HB N500 og kommentarer til rapportens innhold

Pkt.	Krav i HB N500, kapittel 2.1, 2.3 og 2.4	Kommentarer til rapporten fra Sweco
1.1	Løsmasser, typer og mektighet.	I kapittel 4.1 er det gitt en beskrivelse av løsmasser i påhuggsområdene og langs traseen på grunnlag av kvartærgeologisk kart fra NGU. Rapporten beskriver at løsmassemektighet er bestemt av tidligere utførte geotekniske borer. Her bør rapporten gi en kortfattet beskrivelse av løsmassemektighet. Løsmassekart i figur 3 har noe dårlig lesbarhet og Væretunnelen kunne vært markert tydeligere i kartet. Dette bør vurderes å endres, og målestokk (1:50 000) kan godt oppgis i figurtekst. Flere steder i rapporten er det beskrevet at det er funnet kvikkleire ved østre påhugg. Her bør rapporten referere til geoteknisk rapport.
1.2	Bergarter og bergartsgrenser	I kapittel 4.2 er det gitt en generell beskrivelse av bergartene basert på rapportering fra eksisterende tunnel og berggrunnskart fra NGU. Her bør rapporten oppgi alle typer bergarter som forventes langs traseen iht. berggrunnskartet fra NGU. Observasjoner av bergarter fra feltkartlegging er fordelt over to kapitler (4.2 og 6). Det er mer hensiktsmessig å samle all informasjon fra feltkartlegging i ett kapittel. Berggrunnskartet i figur 4 har noe dårlig lesbarhet som bør vurderes å endres eller evt. fjernes da berggrunnskartet er tydeligere framstilt i vedlegg 1. Farger i figur 4 samsvarer ikke med farger i kartet i vedlegg 1. Væretunnelen bør også merkes tydeligere i kartet. I kapittel 2.2 er målestokk for berggrunnskart oppgitt som 1:250 000, mens det i

		figurtesten er oppgitt som 1:50 000. Dette er misvisende og bør endres.
1.3	Sprekkemønster, sprekketetthet, strøk og fall. Lagdeling og foliasjon.	Oppsprekking er beskrevet i kapittel 4.3 og 6. Beskrivelse av oppsprekking i kapittel 4 er noe tynt og kan med fordel slås sammen med kapittel 6. Kapittel 6.2 presenteres resultater fra feltkartlegging for 7 lokaliteter. Tittel på de forskjellige lokaliteter kan endres fra Hattkallåsen X til Lokalitet X, slik at det samsvarer med innholdet, eller omvendt. Sprekkemålinger er oversiktlig presentert i tabell og sprekkeroser. Rapporten kan gjerne referere til figur med sprekkerose i teksten. Observerte bergmasseparametere er presentert for hver lokalitet. Disse er basert på definisjoner i Q-systemet. Her bør rapporten henvise til senere kapittel som forklarer Q-systemet eller henvise direkte til Q-metoden. Det stilles spørsmål til om det statistiske grunnlaget for sprekkerosene er noe tynt. I henhold til publikasjon nr. 101 er det anbefalt at ca. 100 målinger bør ligge til grunn for sprekkerose. Det er mulig at sprekkemålinger fra flere lokaliteter kan slås sammen. Eventuelt kan sprekkemålinger oppgis med sprekkesymbol for sprekkesett istedenfor sprekkeroser i vedlegg 1. Rapporten kommenterer i innledning til kapittel 6 at feltobservasjoner ikke samsvarer med erfaringer fra driving av eksisterende tunnel presentert i kapittel 4.3.1. Dette er en vurdering som heller bør presenteres i tolkningsdelen, for eks. i kapittel 8.2 Sprekkemateriale av leire og kloritt blir nevnt, men ikke kommentert ytterligere. Rapporten bør kommentere om dette kan være svellende materiale.
1.4	Svakhetssoner, strøk og fall	Svakhetssoner blir omtalt i kapittel 4.3, 4.4 og 6.1. Siste del av kapittel 4.3 om strukturgeologi er mer naturlig å ta inn i kapittel 4.4 om svakhetssoner som igjen kan slås sammen med kapittel 6.1. Med grunnlag i registreringer av svakhetssoner i eksisterende tunnelløp og tolkninger fra ortofoto

4 (10)

NOTAT
24.11.2014

		er svakhetssoner i nytt tunnellop presentert i tabell 2 i kapittel 4.4 og inntegnet i geologisk kart i vedlegg 1. Det er observert feil romertall på siste svakhetssone i tabell 2: XIII skal være XII. Vedlegg 1 viser geologisk plan- og profil kart. Nummer for svakhetssone VII er plassert feil i forhold til inntegnet svakhetssone. Det bør differensieres mellom svakhetssoner og anslåtte svakhetssoner i tegning og figurforklaring. Eksempelvis kan anslåtte svakhetssoner markeres med stiplet linje. Kapittel 6.1 beskriver observerte svakhetssoner fra feltkartlegging som stemmer bra med svakhetssoner i tabell 2. Bilder i figur 8 og 9 i rapporten skal vise de mest markante svakhetssoner, men det er vanskelig å se svakhetssone i figur 8. Strøk for svakhetssonene fremgår av figur i vedlegg 1, men rapporten bør også oppgi strøk for sonene, for eksempel kan det inkluderes i tabell 2.
1.5	Bergoverdekning	Bergoverdekning og topografi omtales i kapittel 8.1. Kapittelet inneholder kun fakta og innholdet bør flyttes fram til faktadelen.
1.6	Fastlegging av tillatte innlekkasjer langs tunneltraseen og vurdering av aktuelle tiltak for å oppfylle fastsatte lekkasjekrav.	Kapittel 4 omhandler vannforhold og er oppdelt i tre underkapitler. Disse kunne vært slått sammen til ett kapittel. I siste del av kapittel 4.6.1 er vurderinger knyttet til grunnvannsforhold presentert, og dette burde flyttes til tolkningsdelen. I kapittel 4.6.2 presenterer rapporten et resultat fra en grunnvannsbrønn i kapittel 4.6.2, som er merket i figur 5. Resultatet fra grunnvannsbrønnen bør kommenteres. Kart i figur 5 har noe dårlig lesbarhet og bør vurderes å endres. Rapporten beskriver at det er en risiko for at det finnes uregistrerte brønner i området, dette bør avklares med kommunen. (Kommunen kan også ha informasjon om det finnes øvrige eksisterende anlegg i fjell). Kapittel 4.6.3 kommenterer vedlegg 2 som viser kartlegging av vannlekkasjer i eksisterende tunnellop. Rapporten kan med fordel ta inn erfaringer fra driving av eksisterende tunnel som

		er nevnt i sluttrapport for Væretunnelen, SVV 1989. Lekkasjekrav er presentert i kapittel 8.8 som 15 liter/min/100 m tunnel. Dette kravet er basert på antagelse om lav sårbarhetsgrad på miljøet over tunnelen. Dersom innlekkasje i tunnel overstiger dette anbefaler rapporten forinjisering med sement som beskrevet i kapittel 8.11. Injeksjonsklasse C er vurdert for hele tunnelen. Vann- og frostsikring er omtalt i kapittel 8.12 og er basert på erfaringer fra eksisterende tunnel.
1.7	Kvalitet på steinmateriale med tanke på eventuell bruk i vegbygging.	I kapittel 8.13 er kvalitet og anvendelse av tunnelmasse beskrevet med bakgrunn i undersøkelser i forbindelse med prosjektering av eksisterende tunnel. Rapporten burde også se til faktiske erfaringer fra driving av eksisterende tunnel. Verdier for sprøhetstall og slitasjeevne som er presentert i kapittel 8.13 bør oppgis med forklaring eller referanse. Det er ikke gitt at en leser vet hva de oppgitte verdiene betyr. Det antas at massene kun kan brukes for fyll under vegoverbygning, men at nye tester og prøver av materiale kan utføres. Her kan rapporten gjerne gi forslag til hvilke. Finnes det resultater fra testing i forbindelse med eksisterende tunnel som kan oppgis?
1.8	Påhuggsmuligheter, forskjæringer og skredfare.	Kapittel 5 omtaler skredfare i påhuggsområder basert på aktsomhetskart og observasjoner fra felt. Rapporten bør presisere hvilke skredtyper som er vurdert. Aktsomhetskart i figur 6 og 7 mangler målestokk, anvisning av himmelretning, en tegnforklaring som beskriver informasjon i kartet og utsnittet bør dekke et større område. Aktsomhetskart i figur 6 viser potensielle løseområder også i terrenget ovenfor/sør for nytt påhugg som ikke er omtalt i rapporten. Observasjoner om skredfare fra felt i kapittel 5 er noe tynt beskrevet. Valg av påhuggsplassering blir omtalt i kapittel 8.7. Rapporten gir en lang forklaring for plassering av tunneltrase. Dette kunne vært nevnt innledningsvis og latt det være en forutsetning for

6 (10)

NOTAT
24.11.2014

		prosjektet. Portaler er anslått til 39 m i rapporten, noe som fremstår som noe langt tatt i betraktning at det er vurdert å ikke være skredfare i påhuggsområdene. Rapporten burde beskrive bakgrunnen for valg av portallengde. Vurdering av utforming av påhugg er gitt i kapittel 8.7. Dette kunne kommet som et underkapittel til bergsikring i Kapittel 8.10 med kommentarer for anslått sikring av påhugg. Her kunne rapporten også kommentert behov for forbolting, redusert salvelengde osv. Bergpilaren mellom nytt og eksisterende tunnellop er nøye beregnet og vurdert tilfredsstillende i vedlegg 3.
1.9	Gjennomgang av resultater fra tidligere grunnundersøkelser. Planlegging og gjennomføring av supplerende grunnundersøkelser inkludert verifikasjon av tidligere konklusjoner.	Kapittel 2 omtaler omfang av utførte undersøkelser. Resultater fra grunnundersøkelser omtales i flere kapitler. Det foreslås at alle resultater fra utførte undersøkelser samles i et eget kapittel i rapportens faktadel.
1.10	Rystelser. Grenser for tillatte rystelser innen influensområdet fastlegges.	Rystelser er omtalt i vedlegg 3 fra SINTEF. Rapporten kunne presentert konklusjon og henvist til vedlegget i kapittel 8.5, istedenfor å gi en delvis omtale for å unngå repetisjon.
1.11	Et bergmasseklassifikasjonssystem (Q-systemet) skal brukes ved feltkartlegging og eventuell kjernelogging i alle faser av tunnelprosjekter.	Rapporten benytter Q-systemet for registrering av bergmasseparametere i kapittel 6. I kapittel 8.9 er Q-systemet benyttet til bergklassifisering og sikringsklasser. Rapporten bør henvise til Q-systemet og inkludere en referanse til Håndbok om bruk av Q-systemet, utgitt av NGI 2013.
1.12	Geologisk rapport for de ulike planfasene skal gi en oversikt over antatt sikringsmengde og aktuelle sikringsmetoder, basert på de geologiske forholdene som kan forventes.	Kapittel 8.10 omfatter bergsikring og angir aktuelle sikringsmengder i tillegg til anslått sikringsomfang basert på erfaringer fra eksisterende tunnellop og Q-systemet. Rapporten kunne henvist til figur 21 tidligere, for eksempel i kapittel 8.9. Introduksjon av tabell 17 i tekst i kapittel 8.9 ser ut til å være feil, det skal muligens være bergmasseklasser og ikke sikringsklasser. Tall i tabellen mangler forklaring eller enhet. Tabell 18 i samme kapittel som angir fordeling av

		sikringsklasser hører mer naturlig til kapittel 8.10 om bergsikring. I kapittel 8.10 blir det nevnt at sikring av forskjæring er tatt med i rapport om skjæringer, men det mangler henvisning til denne. Se utfyllende kommentarer vedrørende sikringsmengder sist i notatet.
1.13	Geologisk rapport skal for reguleringsplanfasen inneholde forslag om bemanning, nødvendig kompetanse og erfaring til de som skal følge opp i byggefasen, ut fra forventede geologiske utfordringer.	Rapporten omtaler godt krav til ingeniørgeologisk oppfølging og kompetanse i byggefasen i kapittel 9.2.

Øvrige kommentarer til rapporten

Tabell 2 inneholder kommentarer som Sweco mener er relevant for rapporten.

Tabell 2: Øvrige kommentarer til rapporten

Pkt.	Kommentarer til rapport fra Sweco
2.1	Kapittel 7 mangler i rapporten.
2.2	Normalt ønsker SVV at et skjema med valg av geoteknisk kategori/konsekvens-/pålitelighetsklasse og oversikt over utført prosjekteringskontroll presenteres tidlig i en rapporten (etter oppdragsrapporten). Rapporten beskriver valg av geoteknisk kategori i kapittel 9.1 i RÅDGIVENDE DEL som er siste del av rapporten. Dette kapittelet kan med fordel flyttes tidligere i rapporten. For valg av geoteknisk kategori (GK) i kapittel 9.1 er det henvist til NS-EN 1990. Valg av GV er noe uklart beskrevet. GK i tabell 20 samsvarer ikke med tekst i rapporten. Tabellen gir GK 2/3 mens tabelltekst beskriver GK 2 og rapporten konkluderer med GK 3. Utførelseskontroll for GK 2 er beskrevet i rapporten selv om GK 3 er valgt. Dette bør samsvares og i tillegg kan det henvises til kapittel 4.2.2 om utførelseskontroll i NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Det anbefales også å henvise til Veileder for bruk av eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, utgitt av NBG i 2011.
2.3	Hva er gjort innenfor ingeniørgeologi i tidligere planfaser? Rapport til reguleringsplan bygger på det som er gjort i en eventuell gjennomførbarhetsanalyse og i oversiktsplan (fylkesdelplan/kommunedelplan).

8 (10)

NOTAT
24.11.2014

2.4	Det stilles spørsmål til om det i stor nok grad er sett til erfaringer fra eksisterende Væretunnel ved utarbeiding av rapporten. Sluttrapporten beskriver blant annet følgende om erfaringer fra driving Væretunnelen: «(...) betydelige bore- og ladevansker og stadige rytmeforstyrrelser på grunn av de varierende fjellforholdene.» Dette bør omtales i rapporten. Det kan med fordel være et eget kapittel med oppsummering av erfaringer fra driving av eksisterende tunnel. Alternativt kan det vurderes å legge ved utdrag fra sluttrapport som omhandler blant annet geologi, anlegg og sikring.
2.5	Faktadelen i rapporten er noe uoversiktlig. Observasjoner fra befaring er gitt i flere kapittel. Navn på kapittel 6 kan med fordel endres til noe sånt som «observasjoner fra feltkartlegging», da «Resultater utførte undersøkelser og feltkartlegging» kan blandes med tolkning
2.6	Bergspenninger er omtalt i kapittel 4.5, 8.4 og vedlegg 3. Kapittel 4.5 kan slås sammen med kapittel 8.4, da innholdet er mye likt og gir en vurdering. Spenninger er detaljert omtalt i vedlegg 3 fra SINTEF. Rapporten kunne i kapittel 8.4 presentert konklusjon og henvist til vedlegget istedenfor å gi en delvis omtale slik at informasjon blir gitt dobbelt opp.
2.7	Sidetall kan godt merkes også med det totale sideantall, for eksempel <i>side x av x</i> .
2.8	Rapporten mangler merking av vedlegg (dato, referanse til rapport osv.)
2.9	Kapittel 9.3 omfatter videre undersøkelser, og her står det at det ikke vil være behov for videre undersøkelser. Dette samsvarer ikke med forslag om nye prøver og tester for kvalitet og anvendelse av tunnelmasse som beskrevet kapittel 8.13. Heller ikke om visuell inspeksjon for å kartlegge sikringsmetoder, omfang og tilstand i eksisterende tunnel som er beskrevet i kapittel 8.6. Eller for vurdering av kvikkleireskred før sprengningsarbeid starter.
2.10	Kapittel 8.5 og 8.6 kan flyttes lenger bak slik at all beskrivelse av geologi og sikring kommer først.
2.11	Det er mer naturlig at kapittel 8.13 om anvendelse av tunnelmasse inngår i kapittel 9.3 om forslag til videre undersøkelser.
2.12	Restriksjoner i følge av nærhet til eksisterende tunnel blir omtalt i kapittel 8.6 og i Prosjektnotat fra SINTEF Byggforsk i vedlegg 3. Her kunne også rapporten i kapittel 8.6 presentert konklusjon og henvist til vedlegget istedenfor å gi en delvis omtale slik at informasjon blir gitt dobbelt opp. Prosjektnotatet oppgir en god del formler og beregninger som kunne vært nummerert for bedre flyt og oversikt i notatet.
2.13	I kapittel 3 er havarinisjer i nytt tunnelløp beskrevet. Her kunne rapporten lagt ved en figur fra Hb N500 som viser utforming av havarinisjer, da vedlegg 1 er for lite detaljert til å kunne lese dette.

Kommentarer vedrørende sikringsmengder

Ved gjennomgang av beregnede sikringsmengder får Sweco avvikende verdier ifht. verdier oppgitt i rapporten, og har følgende kommentarer:

- Omfang av fiberarmert sprøytebetong virker lavt. Antall m³ per løpemeter ligger noe lavt i alle (tre) sikringsklasser.
- Det totale bolteantall er høyt og samsvarer ikke med verdier oppgitt i tabell 19. I klasse 3 fremstår 13 stk bolter pr løpemeter som høyt.
- Antall sprøytebetongbuer er lavt. Det gjøres oppmerksom på at buer skal etableres der Q er lavere enn 0,2, dvs. at buer vil være aktuelt også i sikringsklasse 4. Her er det ikke medtatt buer i beregningen.
- Antall forbolter er lavt. Forbolting skal også inngå i sikringsklasse 4, dette er ikke tatt med i beregningen.
- Det er lagt opp til montering av et høyt antall bolter i påhuggsflatene, totalt 400 forbolter og 240 stk sikringsbolter.
- Det er anvist 10 m³ fiberarmert sprøytebetong på de to påhuggene, noe som virker lavt. Det er dessuten anvist 50 mm tykkelse, noe som avviker fra krav i HB N500 om minste tykkelse på 80 mm for sprøytebetong.

Sikringsnivå for tverrforbindelser er ikke oppgitt.

Sweco Norge AS



Margrete Øie Langåker
Ingeniørgeolog



Kine Wenberg Jacobsen
Kvalitetskontroll