

NOTAT-10214568-N01-A01 BORHULL FRA LYNGBØVEIEN TIL WALTHERHALLEN

KUNDE / PROSJEKT Vann- og avløpsetaten, Bergen kommune Rammeavtale ingeniørgeologi VA-etaten Bergen	PROSJEKTLEDER Øystein Lid Opsal	DATO 13.01.2021
PROSJEKTNUMMER 10214568	OPPRETTET AV Felix Kluge	REV. DATO
UTARBEIDET AV NAVN Felix Kluge	SIGNATUR  <small>Felix Kluge (13 Jan 2021 13:58 GMT+1)</small>	KONTROLLERT AV NAVN Øystein Lid Opsal
		SIGNATUR 

DISTRIBUSJON:	FIRMA	NAVN
TIL:	Bergen Vann	Øystein Hveem Sveinsgjerd
KOPI TIL:	Vann- og avløpsetaten, Bergen kommune	Ronny Røberg

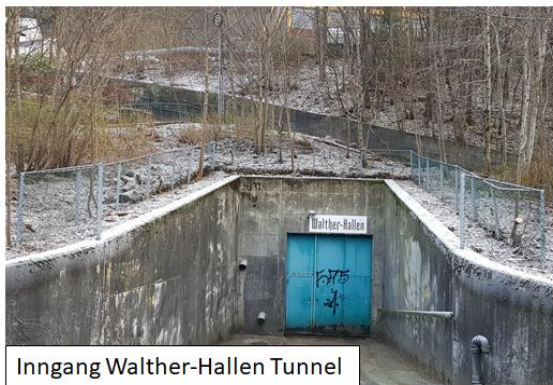
Befaringsnotat vedrørende borhull fra Lyngbøveien til Waltherhallen

Innledning

Sweco Norge AS har iht. rammeavtalen med VA-etaten i Bergen foretatt en befarings av tunnelen Wather-Hallen på Laksevåg (Figur 1). Tunnelen er i overkant av 20 år gammel (åpnet 1998), sammenlagt ca. 900 m lang og ble bygget for å føre avløpsvann fra Nygård, Lyngbø og Gravdal til Holen renseanlegg. Tunnelen brukes også til ventilasjon av renseanlegget, for en hovedvannledning og som idrettsanlegg. Tunnelen ble imidlertid stengt for idrettsformål i 2014 av for høye radonverdier.

Sweco foretok en overordnet inspeksjon av tunnelens tilstand og vurderte ev. konsekvenser for tunnelens stabilitet som følge av et planlagt borehull fra Lyngbøveien ned til og inn i Walther-Hallen. Borehullet er planlagt utført vertikalt like vest for kummen i Lyngbøveien på oppsiden (Figur 1). Hullets planlagte diameter er 550 mm. Det forventes at borehullet treffer i venstre vederlag (blikk innover i tunnelen) eller heng ca. 25 m fra inngangsporten mot Eliasmarken.

Sweco sitt oppdrag er følgelig å vurdere tunnelens detalj- og totalstabilitet i dagens tilstand for det aktuelle området som vil berøres av borearbeidet samt å gi anbefalinger for oppfølging ved gjennomføring av arbeidene.



Inngang Walther-Hallen Tunnel



Lyngbøveien over Walther-Hallen

Figur 1 Oversikt plassering Walther-Hallen like ved Laksevåghallen (nr. 42 på kart) og Lyngbøveien like ovenfor inngangsporten som krysser på tvers av tunnelen/hallen (borhullet er planlagt ved kum til venstre for busstoppet).

Befaring

Sweco v/ingeniørgeologene Øystein Lid Opsal og Felix Kluge foretok en befaring torsdag den 07.01.2021 sammen med tre representanter fra Bergen Vann (kontaktperson: Øystein Hveem Sveinsgjerd). Tunnelen ble befart bare i de første ca. 40 m fra inngangen ved Eliasmarken. Observasjonene ble utført fra bakkenivå. Under befaring ble det innhentet sprekkemålinger og generelle observasjoner av berg og bergsikringen. Lyngbøveien ble også befart i området der borehullet skal ansettes (figur 1 og figur 2). Her ble det innhentet ytterlige observasjoner av bergmassen fra skjæringen på sørøstsiden av veien.

2 (8)

NOTAT-10214568-N01-A01 BORHULL FRA
LYNGBØVEIEN TIL WALTHERHALLEN
13.01.2021

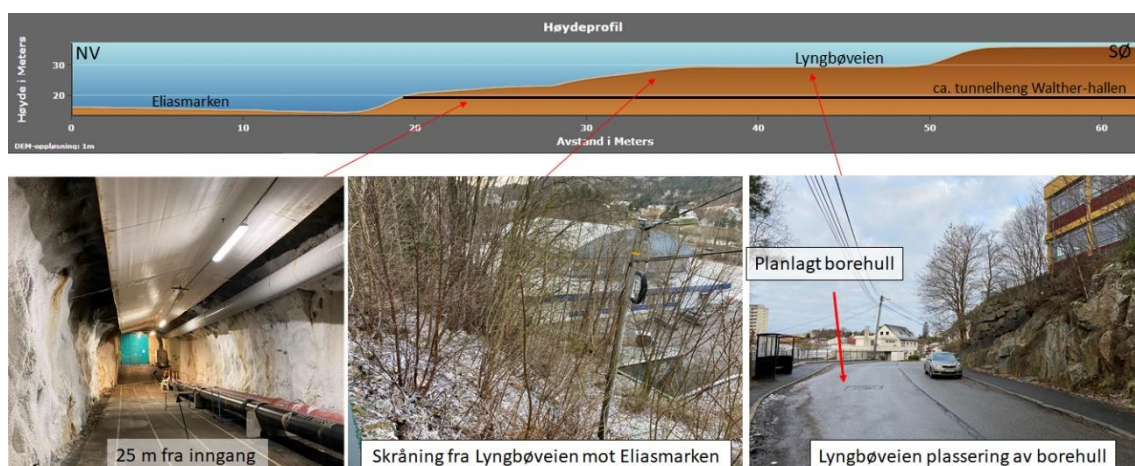
Observasjoner og grunnlag for vurderinger

Generelt

Tunnelprofilen er hesteskoformet med ca. 6 m bredde og ca. 5 m høyde under hengen (tunneltverrsnitt ca. 25-30 m²). Tunnelens lengdeakse er orientert ca. nordvest-sørøst med tilsynelatende lett fall mot sørøst.

Den totale overdekning fra innvendig tunnelheng til overkant Lyngbøveien fremstår å være i underkant av 10 m (ifølge Høydedata.no). På sørøstsiden av Lyngbøveien er det observert berg i dagen, men ikke på nordvestsiden (i skråning). Det antas at Lyngbøveien delvis ligger på en fylling. Tunnelens totale bergoverdekning er derfor uviss og sannsynligvis noe mindre enn 10 m.

På venstre siden av tunnelen (med blikk innover i tunnelen) befinner det seg i dag en rørtrasé med to støpejerns-rør opplagret på tversgående støpeklosser på sålen; ett rør til vann og ett rør til kloakk, hver på 400 mm diameter. Planlagt nytt borehull skal iføres et rør som kobles på den eksisterende rør-traséen, i området omtrent ved 2. støpekloss sett fra portalinnang. I venstre vederlag henger det i dag en ventilasjonskanal i det aktuelle området for nedføring av røret. Tunnelhengen er også dekket med WG tunnelduk ifm. vannsikring. Under tunnelduken henger det elektrisk tunnelbelysning.



Figur 2 Oversikt over utseende på innside tunnel (område for planlagt gjennom boring er som vist med pil omtrent ved 2. støpekloss sett fra portalinnang, der hvor løpehinderet står ut i løpebanen) samt topografi/skråning ved/over tunnelen, og Lyngbøveien (omtrentlig ansett for borehull er vist med pil).

Bergmasse og bergmassekvalitet

I tunnelen er bergmassen ikke godt synlig da konturen stort sett er påført sprøytebetong og hvitmalt fra såle til såle. Bergmassen ble derfor inspisert på to steder: ved skjæringen i dagen på sørøstsiden av Lyngbøveien (Figur 2) og i tunnelen nede ved sålen.

Ifølge NGU's berggrunndatabase er bergarten på stedet beskrevet som «Øyegneis til flaserigneis, for det meste granittisk, rød, biotittrik». Observasjoner samsvarer med dette der

bergarten fremstår som en rødlig gneis med granittisk sammensetning. Bergarten fremstår imidlertid som relativt glimmerfattig på lokaliteten.

Det er observert 3 hovedsprekkesett samt sporadiske sprekker i bergmassen både i skjæring i dagen og i tunnel. Sprekkeorienteringen i tunnelen kunne ikke bli målt direkte med kompasset grunnet den magnetiske interferensen fra metall i tunnelen (støpejernsrør, stålfiber etc.). Orienteringen og sprekkeavstand til to av sprekkesettene varierer tilsynelatende mellom skjæringen og tunnelen (tabell 1).

Tabell 1 Observerte sprekkeorienteringer (merk at strøkmålingene i tunnel er utelatt som følge av forstyrrelser på kompasset pga. rørtraseen etc.)

Sprekkesett	Orientering (strøk)	Ca. fallretning /fall	Ca. sprekkeavstand	Utholdenhet
1	Skjæring: NNØ-SSV (~på tvers av tunnelaksen)	258/90	0.5-1 m	Gjennomgående
	Tunnel: NNØ-SSV (~på tvers av tunnelaksen)	NA/75	0.5-1 m	Gjennomgående
2	Skjæring: NV-SØ (~parallelt med tunnelaksen, fall mot nordvest)	014/75	0.5-1 m	Moderat – liten
	Tunnel: NV-SØ (~parallelt med tunnelaksen, fall mot venstre vegg)	NA/45	0.5-1 m	Liten
3	Skjæring: NV-SØ (~parallelt med tunnelaksen)	010/10	0.5-1 m	Moderat – liten
	Tunnel: NV-SØ (~parallelt med tunnelaksen, fall mot høyre vegg)	NA/60	0.5-1 m	Liten

Sprekkeflatenes observerte ruhet varierer mellom plan og ru, og bølget og ru. Det er ikke observert sprekkefyll.

I skjæringen ved Lyngbøveien fremstår bergmassen grovblokket, mens sprekketettheten i tunnelen er noe høyere (kan være økt opprissing pga. sprengningsarbeidene).

Bergmassen er klassifisert iht. til Q-metoden ved begge lokaliteter (tabell 2). Bergmasseklasse C (i nedre sjikt), dvs. middels kvalitet, anses som representativt for bergmassen i det gjeldende området for borehullet. Tunnelen fremstår ellers i det aktuelle området som tørr med bare sporadiske drypplekkasjer. Ang. bergspenninger vil tunneler/bergrom nært overflaten ofte være forbundet med lave spenninger i bergmassen, noe som igjen kan medføre økt sannsynlighet for nedfall av blokk/stein.

Tabell 2 Vurderte bergmasseparametre iht. Q-metoden

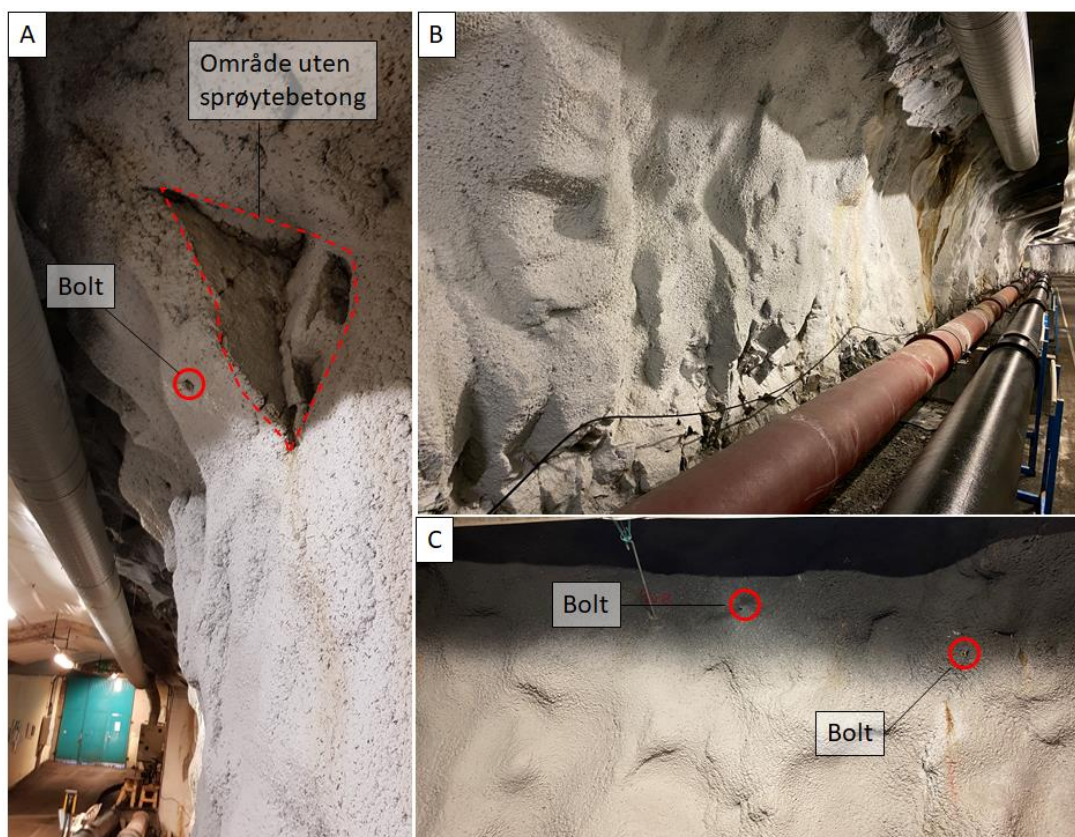
Parameter	Lyngbøveien skjæring		Tunnel	
	Verdi	Betydning	Verdi	Betydning
RQD	90 - 70	8 – 13 sprekker/m ³	65 - 50	15 - 20 sprekker/m ³
Jn	9 - 12	3 sprekkesett/ + sporadisk	9 - 12	3 sprekkesett/+ sporadisk
Jr	3 - 1,5	Bølget - plan ru sprekkeplan	3 - 1,5	Bølget - plan ru sprekkeplan
Ja	1	Bare overflateoksidasjon	1	Bare overflateoksidasjon
Jw	1	Tørt	1	Tørt
SRF	2,5	Lave spenninger	2,5	Lave spenninger
Q	12 – 3,5		8,6 - 2,5	
Bergklasse	B - D	Godt - Dårlig	C - D	Middels - Dårlig

Eksisterende bergsikring

I det gjeldende området er tunnelstabiliteten sikret med sprøytebetong og muligens spredt bolting (vanskelig å observere bolter på stedet). Det er i tillegg installert en WG tunnelduk i heng og vederlag. Ifølge oversendt notat fra Kommunal Teknisk Utbygging ble tunnelduken installert som sikring mot mindre nedfall slik at anlegget kunne brukes til idrettsformål [1]. Visuelt virker dukens tilstand god; det er ikke observert skader på duken i området.

Sprøytebetongen er fiberarmert; stedvis med plastfiber og stedvis med stålfiber. Stålfiber fremstår i overflaten som sterkt korrodert. Tykkelse og kvalitet av sprøytebetongen er uviss. På øyemål anslås sprøytebetongens midlere tykkelse å være ca. 5 cm. Noen steder fremstår sprøytebetongen en del tynnere og det er også observert sporadiske usprøytete flekker. Ved enkel stikkprøvekontroll for bom er det ikke avdekket heftbrudd mellom betong og berg. Det er ikke observert sår etter avskalling eller sprekker i betongen. Det tas forbehold om at hvitmalingen på toppen av sprøytebetongen ev. skjuler skader på betongen og at heng/vederlag i stor grad blir skjult av tunnelduken og ventilasjonsrør.

Det er stedvis observert utstikkende bolteender som kan tyde på spredt boltesikring i vederlaget. Boltene er nesten helt dekket av sprøytebetong; tilstand, type, dimensjon og lengde av ev. sikringsbolter er likevel ukjent.



Figur 3 Oversikt bergsikring. A) Avgrenset blokk som delvis mangler sprøytebetong, men som ser ut til å være sikret med en bolt. B) Sprøytebetong i vegg er stort sett ført ned til ca. 1 m over såle ved rørtraseen for vann og kloakk. C) Tilsynelatende innsprøytede boltende i vegg og vederlag.

Vurderinger og anbefalinger

Bergkvaliteten i tunnelen vurderes på det aktuelle området som middels – dårlig iht. Q-systemet. Konvensjonell bergsikring etter Q-metoden krever denne typen berganlegg ved observert bergmassekvalitet 5 – 6 cm E-500j sprøytebetong og systematisk boltesikring med c/c 2 – 2,2 m. Da tunnelen tilsynelatende ikke er sikret med systematisk bolting, fremstår tunnelen noe undersikret etter dagens standard.

Ved installasjon av tunnelduken ble det tatt utgangspunkt i at bergsikringen ivaretar stabiliteten i tunnelen til den grad at konstruksjoner og personell med sporadisk opphold og verneklær ikke kommer til skade. Basert på foreliggende informasjon og observasjoner vurderer Sweco tunnelens totalstabilitet ved det aktuelle området for borehullet å være ivaretatt.

Da tunnelduken ble installert med formål å skjerme publikum uten verneklær mot mindre nedfall og det ellers som nevnt er observert få bolter og tynn sprøytebetong, antas det at tunnelens vederlag og heng er undersikret. WG tunnelduk er kun en vannsikring, for selv om den har en viss sikringskapasitet mot mindre nedfall av stein skal den ikke anses som en bergsikring. Det

6 (8)

NOTAT-10214568-N01-A01 BORHULL FRA
LYNGBØVEIEN TIL WALTHERHALLEN
13.01.2021

må derfor påregnes at mindre nedfall kan forkomme, og dersom disse ikke går gjennom duken kan de trilles/føres ut i vederlagene og potensielt falle ned på og skade eksisterende rørtrasé.

Med forbehold om at heng og vederlag ikke er inspisert i detalj, er Sweco's foreløpige vurdering at boreoperasjonen ikke vil nedsette totalstabiliteten til tunnelen (dvs. at arbeidet ikke vil føre til tunnelkollaps). Det er imidlertid mulig at boreprosessen kan løsne mindre blokker/sprøytebetongen (flak) eller kan føre til lokal oppsprekking og økt ustabilitet i sprøytebetongen. Det anbefales derfor geologisk oppfølging av arbeidene i tre steg:

1. Demontering av installasjoner i heng/vederlag og geologisk oppfølging før boring

Det er i dag opphengt ventilasjonskanal, tunnelduk og elektriske føringer for lys i tunnelheng og vederlag. Disse installasjonene kan komme i konflikt med boreoperasjonen og anbefales demontert min. 3 m radius rundt borehullets planlagte gjennombrudd. Tunnelduk trengs vanligvis ikke demonteres i sin fulle lengde, men kan normalt kuttes lokalt og senere sveises sammen igjen (anbefales bruk av fagperson fra leverandøren av duk for dette arbeidet).

Tunnelheng og vederlag er ikke inspisert av geolog ennå. Her kan det forekomme avgrensede blokker/tak-kiler som ev. vil løsne pga. boreprosessen. Geolog skal derfor inspisere heng/vederlag etter ventilasjonskanal og tunnelduk er demontert. Det bør i denne sammenheng også utføres en bomkontroll (heftkontroll) av sprøytebetongen i det avdekkede området.

Dersom spesielt ugunstige forhold skulle foreligge, må det gjeldende området etter-sikres med bergbolter og/eller steinsprangnett før boring gjennomføres (punkt 2). Det anbefales derfor at geolog innkalles min. 2 uker før planlagt boring slik at en ev. bergsikringsjobb ikke fører til forsinkelser på anlegget.

2. Sikring av rørtrasé før boring

Ved boring er det fare for at bergblokker eller sprøytebetong løsner og faller på rør-traséen. Basert på observert blokkstørrelse til den inspiserte bergmassen, vurderes det som lite sannsynlig at ev. nedfall vil være større enn ca. 0.25 m^3 ($1 * 0.5 * 0.5 \text{ m}$). Sikring av rørene må detaljprosjekteres etter inspeksjon av heng/vederlag (i punkt 1).

Tatt utgangspunkt i nåværende forståelse av de foreliggende forholdene, stipuleres følgende løsning (Figur 4):

Heng/vederlag og ev. deler av vegg rundt det aktuelle området kles inn med steinsprangnett, ev. bruk av flettverksnett, Macmat-nett eller tilsvarende kan vurderes av geolog. Det forventes behov for ca. 30 m^2 nett. Nettet festes med bolter i heng/vederlag og vegg. Det forventes behov for $\text{Ø}20\text{mm}/\text{L}1.5 \text{ m}$ nett-bolter; ev. benyttes sporadiske bergbolter $\text{Ø}20\text{mm}/\text{L}2.4 - 3 \text{ m}$ dersom det samtidig er behov for å sikre større stabile blokker. Bolter kan være endeforankret (polyester/lim-bolter) eller fullt inngyste, men bør være dobbelt korrosjonsbeskyttet slik at de kan inngå i permanentsikringen. Det kan forventes behov for sammenlagt ca. 10 – 20 bolter i området.

Nettet vil få en «håv-effekt» og samle ev. nedfall, noe som medfører at nedfallet må fjernes forsiktig fra nettet i etterkant. Nettet bør derfor monteres på en slik måte at masser kan renskes ut og at det ikke kommer i konflikt med boreprosessen, f.eks. på skrå fra vederlag mot vegg

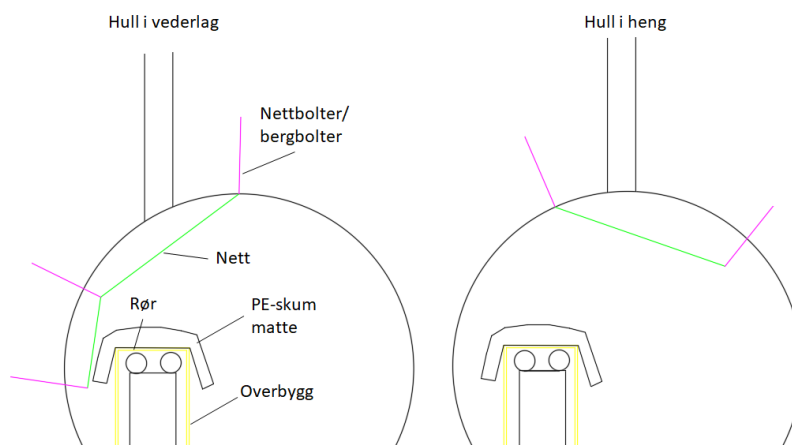
med noe avstand fra berg (skisse figur 4). Bolter bør samtidig installeres slik at de ikke kommer i konflikt med boreprosessen.

I tillegg til nettsikring anbefales det at rørene under gjennomslaget beskyttes/polstres med f.eks. et enkelt stål-/treoverbygg/stilaskonstruksjon og/eller PE-skum matter eller tilsvarende støtdempende matter.

Nettet må helt eller delvis demonteres etter utført boring for å gi arbeidsrom for installasjon av rør i borehullet og tilkobling til eksisterende rørtrasé.

3. Oppfølging etter boring

Etter utført boring skal geolog inspisere vederlag og heng på nytt. Det anbefales at geolog tilkalles snarest etter utført boring. Ved ev. skade på sprøytebetong eller mistanke om at blokker i konturen har nedsatt stabilitet etter boring, kan det bli behov for at vederlag og heng må ytterligere etter-sikres lokalt. Det forventes da i hovedsak bruk av sporadiske bergbolter og ev. nett, men påføring av ny fiberarmert sprøytebetong kan heller ikke utelukkes.



Figur 4 Skissert forslag til beskyttelse av rørtrasé i tunnel før boring. Alternativ er gitt både ved boring mot vederlag og boring mot heng. Dette er å anse som foreløpige forslag siden duk/ventilasjonskanal ikke er fjernet enda.

Referanser

- [1] I. Kalland, Sentrum Syd Hovedapløpsanlegg. Vudering av bruk av Lyngbøtunnelen til idrettsformål, Oslo : Kommunalavdeling Teknisk Utbygging, 1998.