

Oppdrag:	FV0049 Fossenbrattetunnelen				Fagrapport-nummer:		060879-GEO-NOT -01		
Oppdragsgivar:	Utbygging sør	Planfase:	oppgradering		Ant. vedlegg:	3		Rev.	00
Kommune:	Samnanger	Vegnr.:		Fv49	Vegref.:	S10D1	Km:	4,843-5,502	
UTM 33 ref.:	6728774N, -1416Ø	ÅDT:		2800	PKK/Geoteknisk kategori:				2
Utarbeida av:	Jon Runar Drotninghaug	Kontrollert av:	Tor Ivar Birkeland						

Fv. 49, Fossenbrattetunnelen. Geologisk vurdering av bergmassekvalitet og sikringsbehov i tunnel

Innholdsfortegnelse

1.	Innleiing	2
2.	Retningslinjer og krav	3
3.	Skildring.....	3
3.1	Område og Geologi	3
3.2	Nedfall	3
3.3	Tidlegare arbeid	3
3.4	Registrerte forhold	3
3.4.1	Bergmasse og bergmassekvalitet	4
3.4.2	Eksisterande sikring.....	4
3.4.3	Vatn.....	5
3.4.4	Observerte område med behov for tiltak i tunnel.....	5
4.	Vurdering og tiltak tunnel	7
4.1	Oppsummering tiltak:	7
4.1.1	Mengdeanslag sikring, oppsummering total	7
4.2	Sprenging av grøft/vurdering av kum	7
4.3	Vatn	7
5.	Referanser	8
6.	Vedlegg.....	9

1. Innleiing

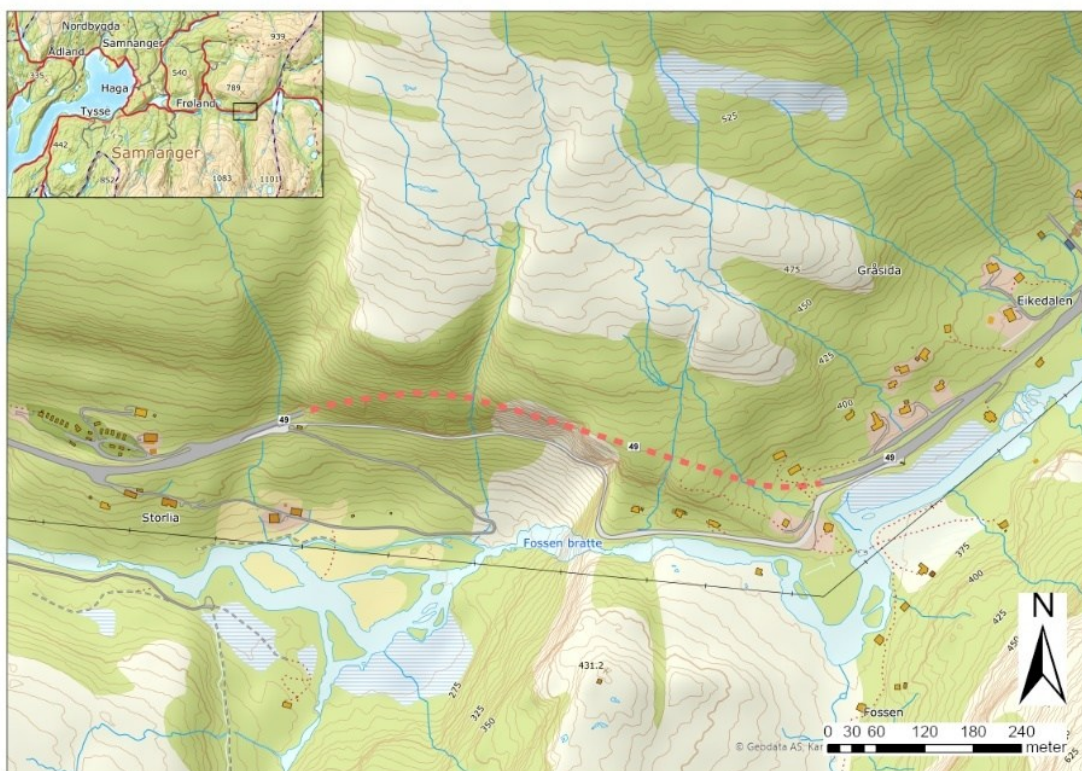
Fossenbrattetunnelen (665m) på FV49 blei opna i 1976, og har eit tverrprofil på 8.5m (Figur 1). Frå vegatlas til Statens Vegvesen er ÅDT er oppgjeven til å vere ca 2800. Tunnelen har ei stigning på 6% frå portalen i vest til portalen i aust.

I samanheng med at Fossenbrattetunnelen skal oppgraderast iht. tunnel sikkerhetsforskriften for fylkesveg (TSFF), var fagressursar frå Geo og Skred med for å inspisere tunnelen og kartlegge eventuelle behov for sikringstiltak før oppgradering startar. Inspeksjon blei utført tysdag 25. mars, mellom kl. 09:00-15:00 med geologar frå VLFK, og til stades var Silje Storevik Moe, Tor Ivar Birkeland og Jon Runar Drotninghaug. Inspeksjonen blei gjennomført i samband med synfaring av tunnelen av fleire ulike fagområde, så fleire andre fagressursar var til stades. Det var styrt trafikkavvikling/kolonne under synfaringa. Inspeksjonen blei gjennomført både til fots, og i korgbil frå austre tunnelportal.

Hensikt med inspeksjon:

- Kartlegge og dokumentere eksisterande sikring
- Vurdere tilstand på eksisterande sikring
- Kartlegge bergmasse og vurdere sikringsbehov for bergsikring

Dette notatet tek føre seg stabilitetsvurderingar i sjølve tunnelen. I tillegg er det gjort stabilitetsvurderingar ved forskjeringar i aust og vest av tunnelportalen, samt gjort vurderingar av oppstilling med tanke på trafikkavvikling/kolonne ved tunneloppgraderingane, og vurdering av plassering av teknisk bygg. Dette er gitt i eige nota, sjå notat 060879-GEO-NOT-02. Eige notat er også gitt ved vurdering av bruk av gamlevegen som omkjøringsveg, og det visast til notat 25044-GEO-NOT-1.



Figur 1: Kart over område ved FV49 Fossenbrattetunnelen.

2. Retningslinjer og krav

Krav angående bergsikring i Handbok N500 Vegtunneler gjeld for nye tunnelar, og det skal vurderast om det er hensiktsmessig å sikre etter desse krava ved ei oppgradering av eksisterande tunnelar (1). For eldre tunnelar, som Fossenbrattetunnelen, må det difor gjerast ei vurdering på kva sikringsnivå som er hensiktsmessig.

For sikringsbehov i Fossenbrattetunnelen, er det difor tatt utgangspunkt i sikringsklassene som er gitt i N500, men også gjort ei grov vurdering på dette sikringsbehovet for å betre tryggleiken i tunnelen.

3. Skildring

Under dette kapittelet vil geologi og forhold registrert under inspeksjonen bli beskrive. Under registrerte forhold er det også sett på områder der det er vurdert behov for sikring. Ei grov kartlegging av tunnelen er også vist i kartleggingsskjema i vedlegg 1.

3.1 Område og Geologi

Fossenbrattetunnelen går igjennom ei bratt sørvendt side i vest, rett ved fossefallet Fossenbratte, til slakare terreng i aust. Tunnelen går frå ca kotepunkt 330-360moh, og høgaste kotepunkt i terrenget ovanfor er ca 410moh. Overdekninga i tunnelen er grovt anslått til å variere rundt 40-60m, og noko lågare nærmare begge tunnelportalane.

I NGU sine bergrunnskart (1:50 000), er området ved tunnelen markert som Dacitt/metadacitt (Vedlegg 2). Frå inspeksjonen er det observert at bergarten i stor grad har ein metamorf karakter, og har ein framtrèdande foliasjon.

3.2 Nedfall

Frå vegatlas til Statens Vegvesen er det registrert ei hending med nedfall frå 2006, med stein som løysna frå tak, og 2 bilar som hadde køyrt inn i steinane og fått skade. Dette var ved m5080, og om ein samanliknar med kartleggingsskjema i vedlegg 1, samsvarer dette med eit område som no er dekt av sprøytebetong og systematisk bolta.

Underteikna er ikkje kjent med andre registrerte hendingar av nedfall i tunnelen.

3.3 Tidlegare arbeid

Tunnelen blei også inspisert i 2018 av VLFK-geolog Tor Ivar Birkeland, og fleire tiltak blei då anbefalt, dette er omtala i notat datert 13.06.2018 (*Inspeksjon av bergsikring i tunellane Haukanes, Fossenbratte og Teigaberg på Fv 7*).

Store delar av bergmassen blei då klassifisert for å vere i sikringsklasse 1 (bergmassekvalitet A), forutan tre kartlagde svakheitssoner som kom i sikringsklasse 2 (bergmassekvalitet C), der det blei gjort tilrådingar for sikring. Desse sonene vart sikra med sprøytebetong i 2021.

3.4 Registrerte forhold

Under inspeksjonen har det blitt sett på eksisterande sikringstiltak gjennom heile tunnelen (samt kontroll av boltemerker), kartlagt bergmassen og vurdert behov for nye sikringstiltak. Det blei under

inspeksjonen også gjort ein grov bomsjekk frå korgbil, og det blei satt rundt ti nye merker for boltar frå denne.

Meterverdiar som er oppgitt vidare, er basert på målehjul, med stigande verdiar frå tunnelportal i aust (0m) mot vest. Dei er også samanlikna med eksisterande meterverdiar som er merka i tunnelen. Vedlegg 1 viser kartleggingsskjema til inspeksjonen. Her er det registrert geologi (oppsprekking, sprekkesett, slepper, utfall), Q-verdi, sprøytebetong og boltesikringa i områder med sprøytebetong.

3.4.1 Bergmasse og bergmassekvalitet

Observert bergmassekvalitet framstår i stor grad som lite oppsprukken og hard. Bergmassen verkar å vere godt innspent, og det er hovudsakleg observert god konturkvalitet. I store delar av tunnelen framstår bergarten som massiv med lite oppsprekkingsgrad, men har nokon områder med meir oppsprekking. Det blei også observert eit område det tilsynelatande hadde vore utfall, men av ukjent alder (Vedlegg 3). Somme områder i tunnelen er det litt endra karakter på bergmassen i form av meir glimmerrik bergart.

For å vurdere bergmassekvaliteten ved nokon områder er det brukt Q-metoden, som er basert på seks parameter som angir bergmassen si kvalitet (2). Ei oppsummering av Q-verdiar frå fem områder er lista opp i tabell 1, og er også synt i kartleggingsskjemaet i vedlegg 1. Eit område viste dårligare bergmassekvalitet (445-467m), og er innanfor sikringsklasse 2.

Tabell 1: Q-verdi ved nokon punkt for å vurdere bergmassekvalitet i tunnelen.

Område	Q-verdi	Bergmassekvalitet/sikringsklasse
60m	~15	B/sikringsklasse 1
270m	~40	A/sikringsklasse 1
445-467m (felt 3)	~6,7-8,3	C/sikringsklasse 2
490m	~12,5-13,8	B/sikringsklasse 1
630m	~17,5	B/sikringsklasse 1

3.4.2 Eksisterande sikring

Store delar av tunnelen er lettare sikra med sporadisk bolting, og det ser ut til å vere tre generasjonar på boltane; ein som sannsynligvis stammar frå då tunnelen blei bygd, og to andre og nyare som er satt i boltemerker sidan (Figur 2 og 3). Ved somme områder med meir oppsprekkingsgrad er det satt fleire boltar. Boltane framstår i stor grad til å vere i god stand og utan observert rust på gjenger, mutter, halvkule eller plate. Andel bergboltar er ikkje registrert, men andel merka punkt for bolt er telt. Til saman blei det telt 116 merker for boltar som ikkje er satt.

Det er registrert 9 soner med sprøytebetong, der 6 av desse også er systematisk bolta med 2x2m. 3 av desse samsvarer med tiltak frå tunnelinspeksjon i 2018 (ved ca 0-30m, 425-445m og 500-530m i kartleggingsskjemaet). Eit av områda var det noko tynnare med sprøytebetong (30-50m, Felt 2).



Figur 2 Eldre bolt, ukjent alder. Foto: VLFK 25.03.2025



Figur 3: Nyare, gyst bolt, ukjent alder. Foto: VLFK 25.03.2025

3.4.3 Vatn



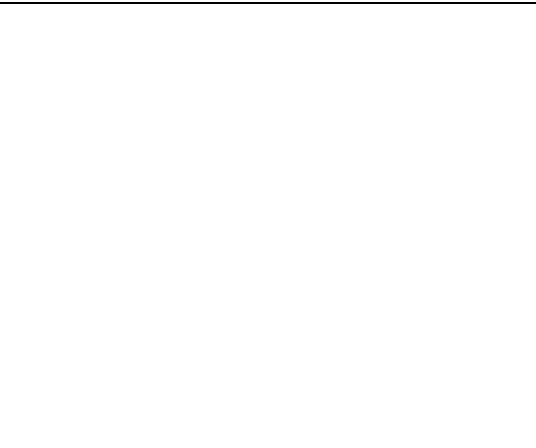
Tunnelen er generelt ein veldig tørr tunnel, men det er registrert to punkt med drypp på vegbane, eit ved tunnelportal i aust (1m) og eit ved 345m (venstre vederlag), også markert i kartleggingsskjema i vedlegg 1.

3.4.4 Observerte område med behov for tiltak

Under inspeksjonen var nokon områder sett nærmare på som blei vurdert som hensiktmessig å gjere tiltak, og desse felta er omtala i tabell nedanfor. Det er her gitt ein kort beskrivelse av felta, eksisterande sikring i dei, og kva som er vurderte vidare tiltak.

Tabell 2: Observerte områder i tunnelen med behov for tiltak. Alle foto: VLFK 25.03.2025

Område	Beskriving	Foto
Felt 1 0-30m (ca 4850- 4880)	<p>Oppsprukke område venstre side, Basert på oppsprekkingsgrad ville det vere naturleg å fortsette sikringa på venstre side.</p> <p>Eksisterande sikring: Sporadisk bolta venstre vederlag/heng, høgre vederlag/heng/vegg sprøytebetong og bolta 2x2m.</p> <p>Vurdert tiltak: E700 Sprøytebetong 8cm, overgang vegg/vederlag til heng (venstre side). systematisk bolting 2x2m (3m fullt innstøpt bolt) utanpå betongen. Systematisk bolting må sammenfalle med høgre profil/side</p> <p>Mengdeanslag sikring: ~28m³ med sprøytebetong. ~30stk boltar</p>	

Felt 2 30-50m (ca 4880- 4910)	<p>Betong tynt sprøyta venstre vederlag. Fukt og kalkutslag. Sidan det er sprøytebetong her antek vi at det er snakk om eit oppsprukke område. Vi vurderer det som hensiktsmessig at dette også då blir systematisk bolta.</p> <p><u>Eksisterande sikring:</u> Sprøytebetong</p> <p><u>Vurdert tiltak:</u> Systematisk bolting 2x2m, 3m fullt innstøypte boltar. Må sammenfalle og vere ein fortsettelse frå systematisk bolting i felt 1 (0-30m)</p> <p><u>Mengdeanslag sikring:</u> ~44stk boltar</p>	
Felt 3 445- 467m (ca 5295- 5317)	<p>Oppsprukke berg, lågare bergmasse kvalitet etter Q-metoden (bergmasse kvalitet C), som tilseier sikringsklasse 2.</p> <p><u>Eksisterande sikring:</u> Sporadisk bolta</p> <p><u>Vurdert tiltak:</u> Sprøytebetong 8cm, E700, systematisk bolting 2x2m utanpå sprøytebetong, 3m fullt innstøyt bolt. Frå overgang vegg/vederlag til motsatt vegg/vederlag</p> <p><u>Mengdeanslag sikring:</u> ~40m³ med sprøytebetong ~48 stk boltar</p>	
Felt 4 467- 472m (ca 5317- 5322)	<p>Sprøytebetong utan bolt. Same vurdering som for Felt 2.</p> <p><u>Eksisterande sikring:</u> Sprøytebetong</p> <p><u>Vurdert tiltak</u> Systematisk bolting 2x2m, 3m fullt innstøypte boltar. Må sammenfalle og vere ein fortsettelse frå systematisk bolting i felt 3.</p> <p><u>Mengdeanslag sikring:</u> ~12 stk boltar</p>	

4. Vurdering og tiltak

Det er avdekka forhold i tunnelen med behov for tiltak. Ei oppsummering av desse er lista opp nedanom. Foreslått sikring vil gjere at tunnelen blir vurdert som tilstrekkeleg sikra.

Før arbeidet med å oppgradere tunnelen, er det viktig å presisere at ein aller først må utføre ein spettreinsk langs heile tunnelen, og merke for bolt i blokker med usikker stabilitet.

4.1 Oppsummering tiltak:

- Spettreinsk langs heile tunnelen, merk for bolt i blokker med usikker stabilitet. **Må utførast før arbeidet med oppgradering av tunnelen startar.**
- Sette 3m fullt innstøpte bolt der det er merka for bolt. Totalt 116 merker vart telt under inspeksjonen + i tillegg kjem boltar som vert merka under spettreinsk.
- Felt 1 (0-30m): E700 sprøytebetong 8cm, systematisk bolting 2x2m med 3m fullt innstøpte boltar utanpå sprøytebetong (vederlag/heng) – Det skal sprøytast frå overgang vegg/vederlag (2m opp frå venstre såle) til heng. Systematisk bolting skal sammenfalle med eksisterande bolting i høgre vederlag.
- Felt 2 (30-50m): Systematisk bolting 2x2m med 3m fullt innstøpte boltar (vederlag/heng). Systematisk bolting skal sammenfalle med eksisterande bolting og bolting i Felt 1.
- Felt 3 (445-467m): E700 sprøytebetong 8cm, systematisk bolting 2x2m med 3m fullt innstøpte boltar utanpå sprøytebetong (vederlag/heng), frå overgang vegg/vederlag til motsatt vegg/vederlag (sprøytebetong frå ~2m opp frå såle).
- Felt 4 (467-472m) Fortsettelse frå felt 3, med systematisk bolting 2x2m og 3m fullt innstøpte boltar (vederlag/heng).

4.1.1 Mengdeanslag sikring, oppsummering total

Tabell 3: Anslått mengde for anbefalt sikring

	Mengde
Sprøytebetong	~70 m ³
Boltar på eksisterande merker	116 + merka etter spettreinsk
Boltar utanpå sprøytebetong	~134

Mengda er eit anslag, og kan fravvike.

4.2 Sprenging av grøft/vurdering av kum

Angående grøftesprenging, så må det gjerast slik at det ikkje går utover stabiliteten av bergmassen i tunnelen. Dette må følgjast opp av geolog under anleggsfasen.

4.3 Vatn

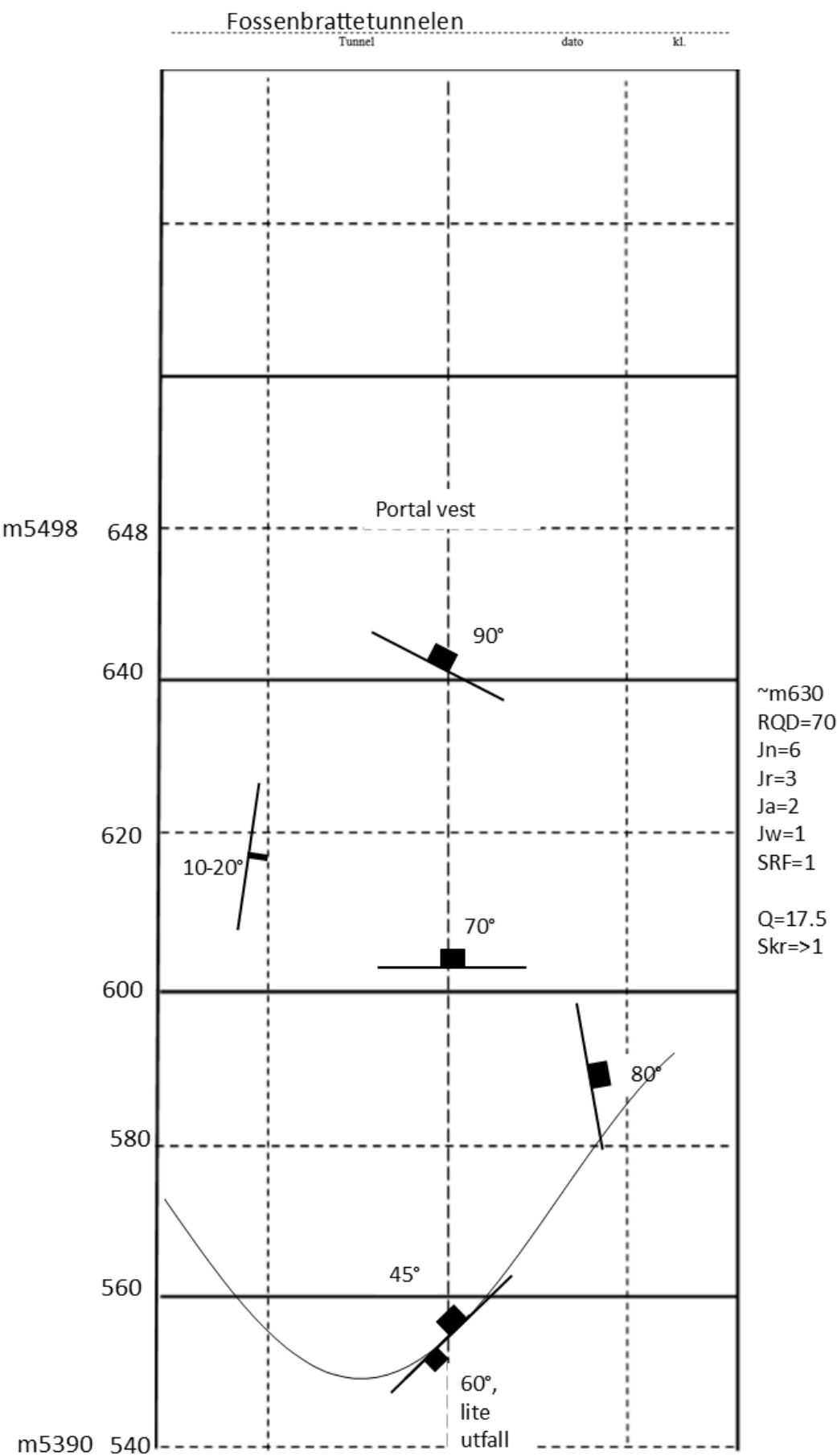
To punkt med drypp frå vederlag/heng blei avdekka (1m og 345m). Det er foreløpig ikkje satt nokon tiltak her, men om dette skulle forverre seg, f.eks etter grøftesprenging, bør det gjerast vurdering for behov for tiltak med vatn/frostsikring. Det kan då gjerne kartleggast for vatn etter grøftesprenging.

5. Referanser

1. **SVV.** *N500 Vegtunneler, N500:2024.* 2024.
2. **NGI.** *Håndbok: Bruk av Q-systemet. Bergmasseklassifisering og bergforsterkning.* . 2022.

6. Vedlegg

Vedlegg 1: kartleggingsskjema

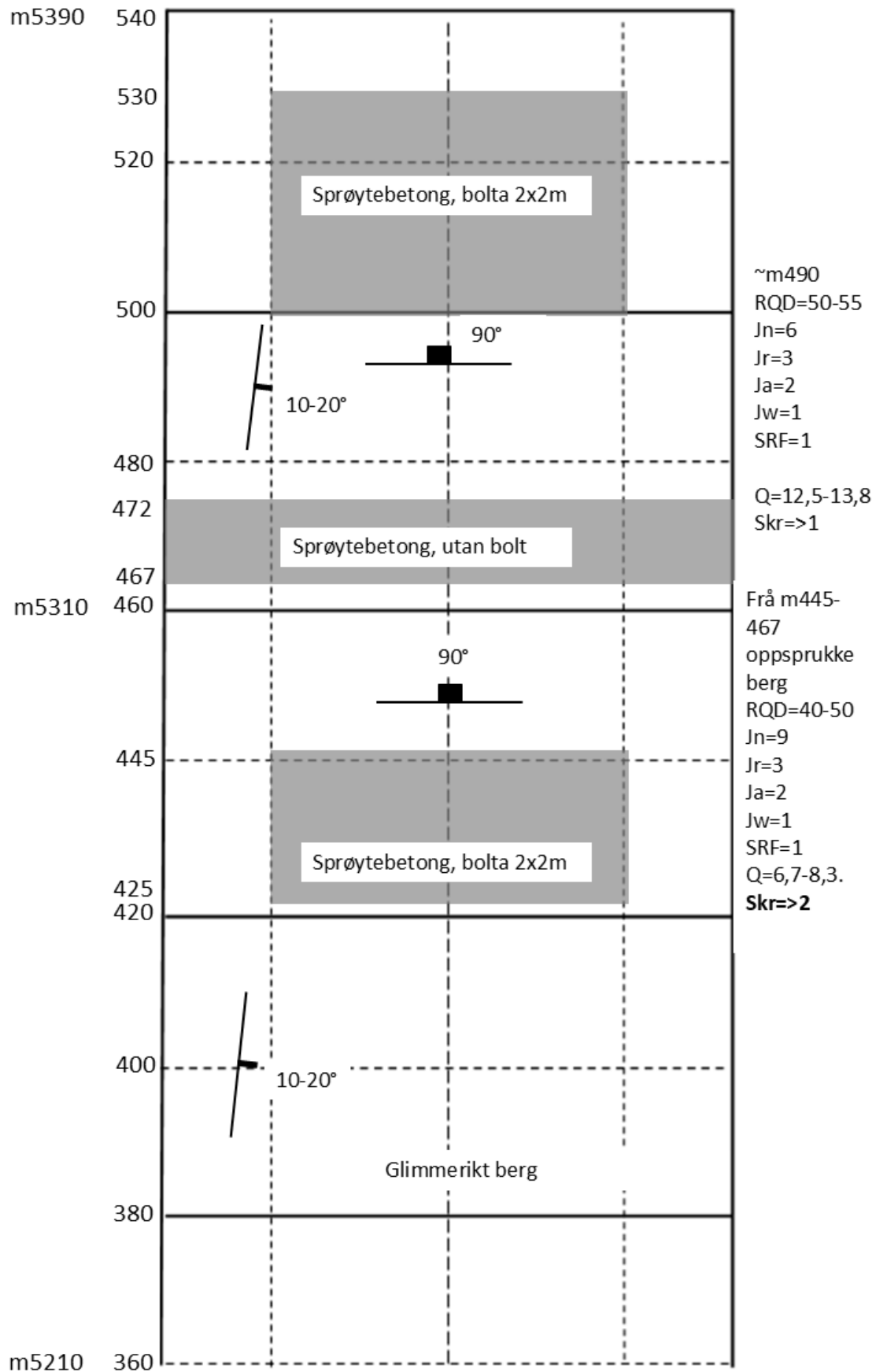


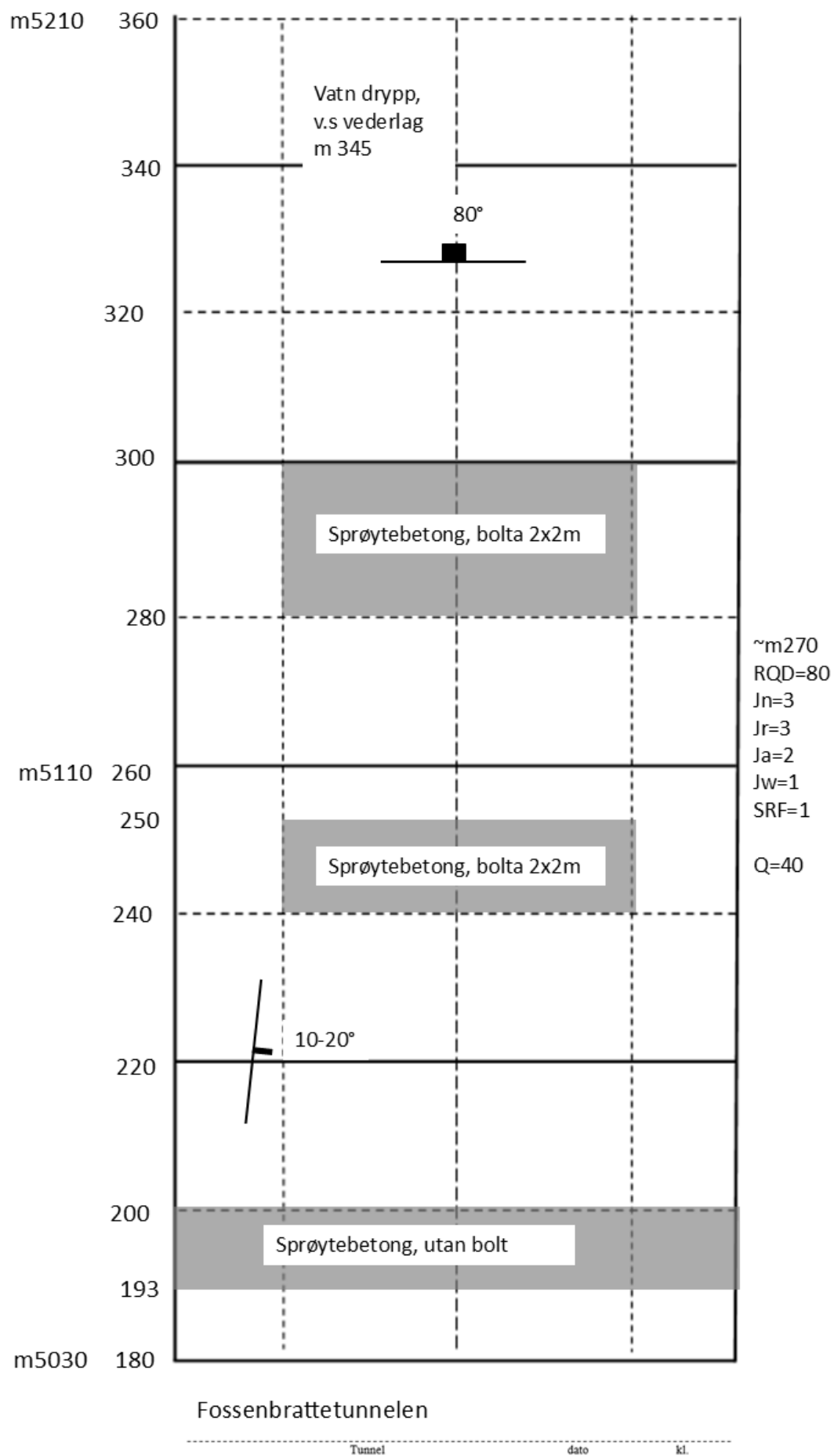
Fossenbrattetunnelen

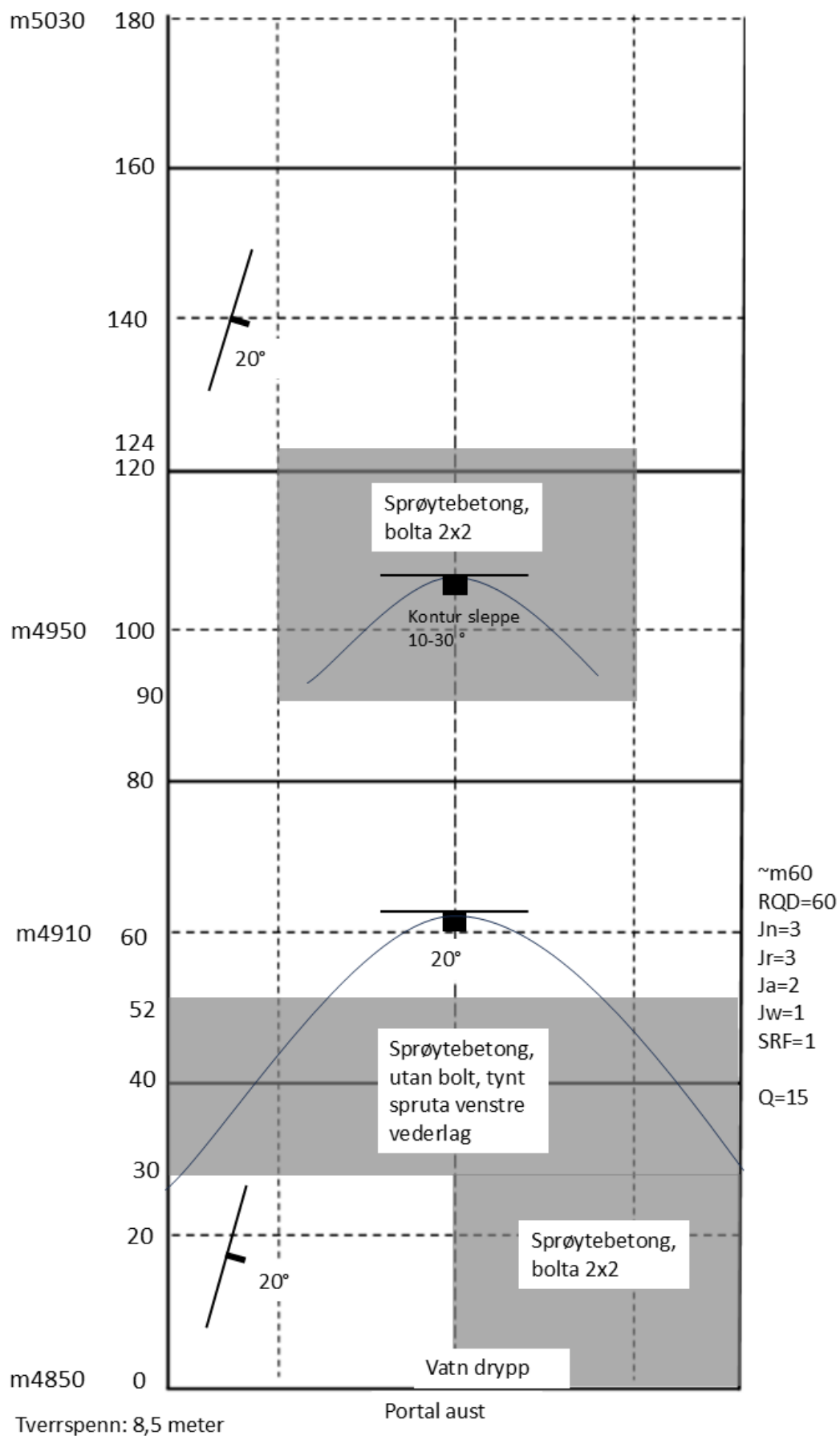
Tunnel

dato

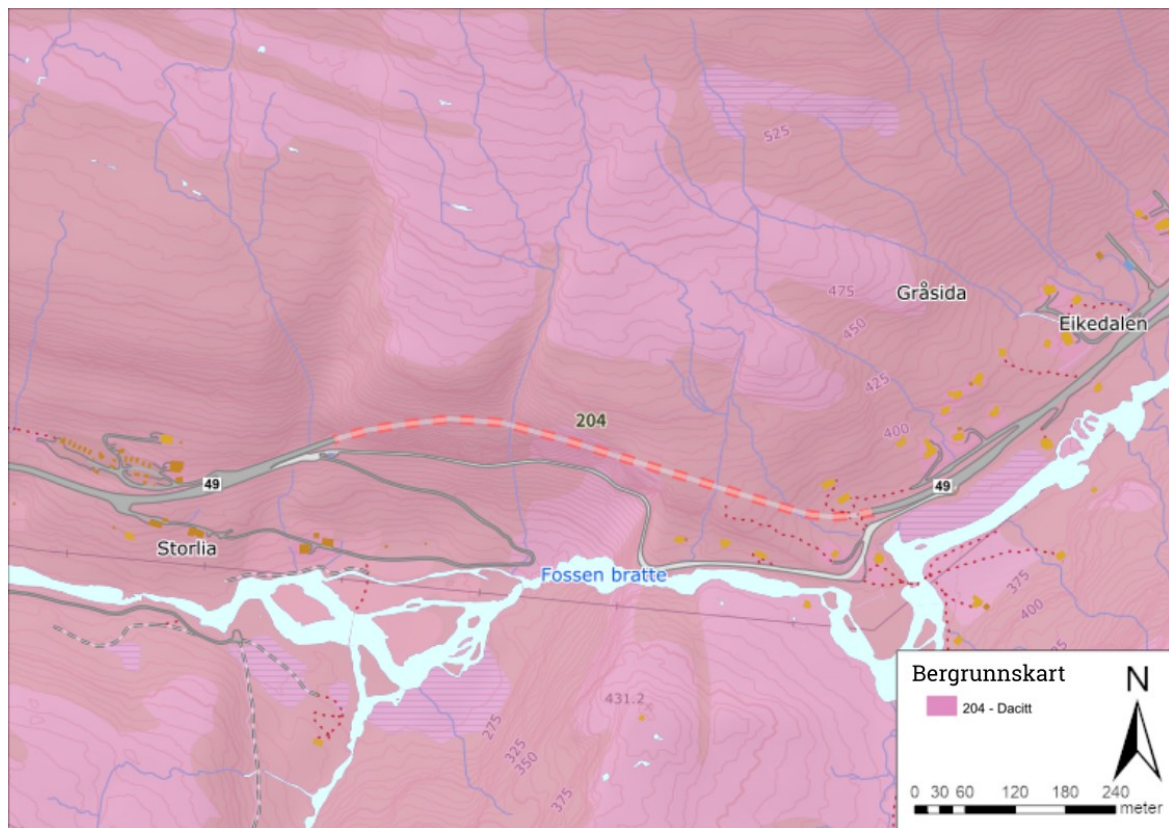
kl.







Vedlegg 2: Bergrunnskart over områder som syner heile området er dekket av Dacitt.



Vedlegg 3: Eldre utfall i heng, ved ca650m. Foto: VLFK 25.03.2025

