

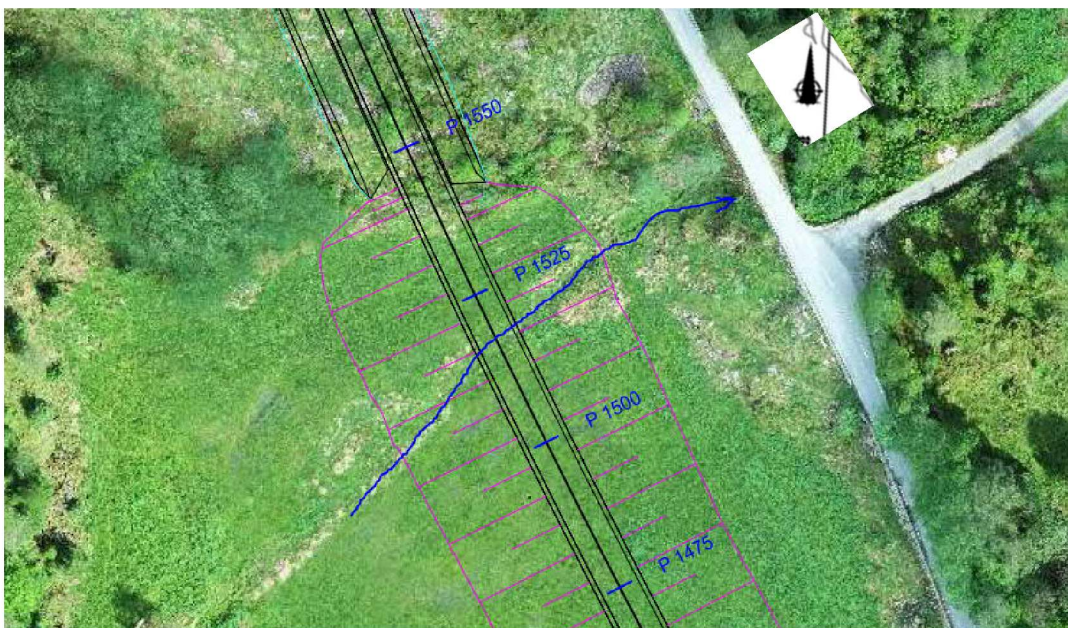
10222884-RIG-N01-A01

Prosjekt Fv.565 Marås – Soltveit	Prosjektleder Finn Estensen	Dato 29.10.2021
Prosjektnummer 10222884	Opprettet av Andreas Roald	Rev. dato [Legg inn dato]
Utarbeidet av Krishna Aryal	 Krishna Prasad Aryal (29. Oct. 2021 18:56 GMT+2)	
Kontrollert av Andreas Roald		
Godkjent av [Navn]		
Distribusjon	Firma [Firma]	Navn [Navn]
Til		
Kopi til		

Avlasting på betongrør som ligger under vegfylling

1. Innledning

Sweco har utarbeidet nødvendig tiltak for å etablere bekkeløp i betongrør på prosjektet Fv 565 Marås – Soltveit ved profil 1520 (se Figur 1). Massene i dalen består av torv som skal utskiftes med sprengstein til faste masser. Mektighet på torven varierer fra få meter til maks. 9 meter.

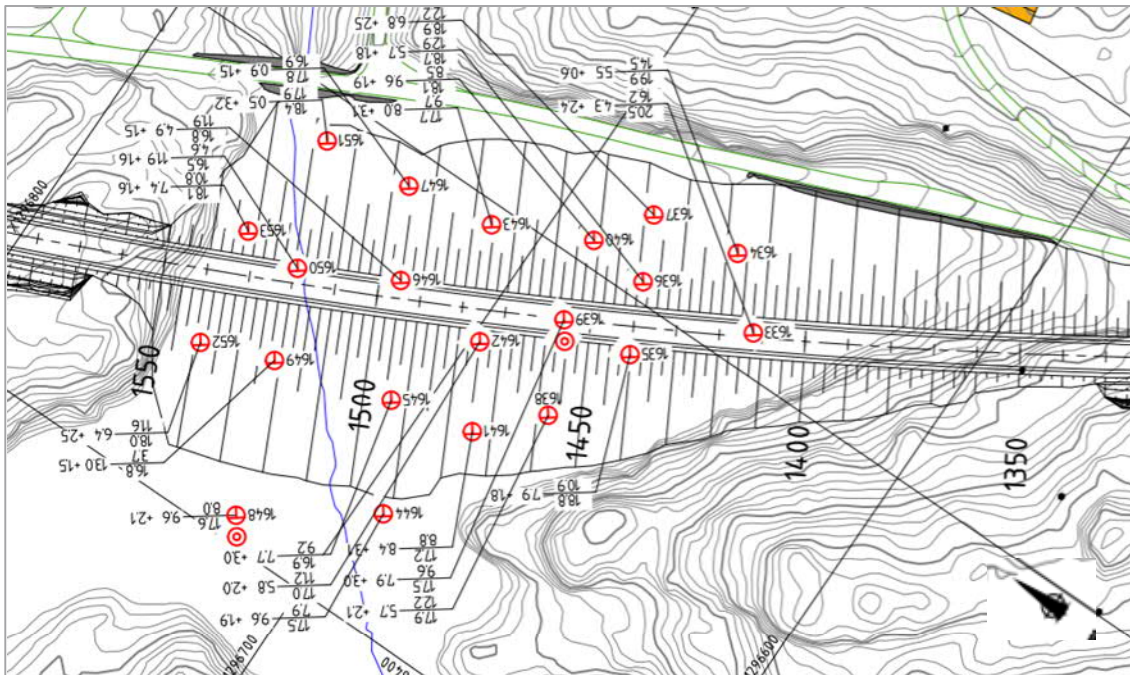


Figur 1: Område der det skal masseutskiftes til faste masser og legges vegfylling på ca. 13,5 høy i det laveste punkt. Vannløpsrør er prosjektert omtrent på dagens terrengnivå.

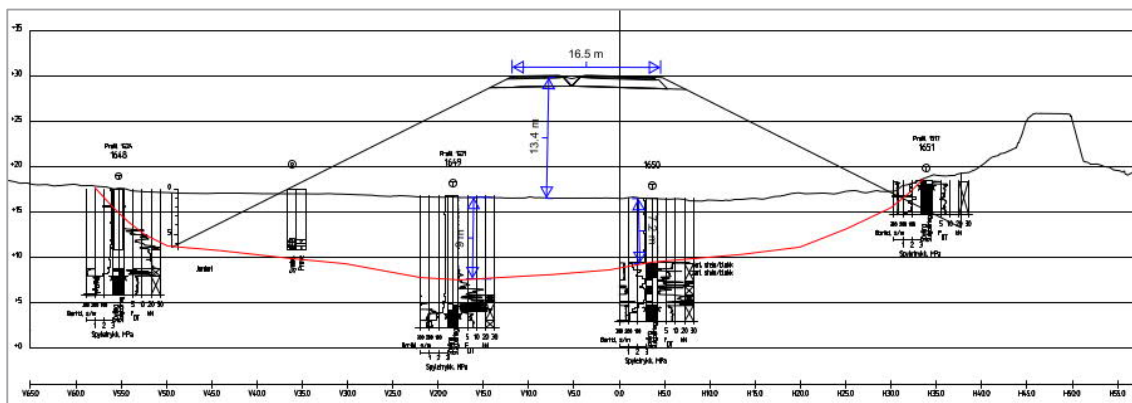
I dette notatet er det vurdert tiltak for å redusere setning og vertikaltrykk på betongrøret som er en stiv konstruksjon. For tiltaket anbefales det å benytte EPS 100 plate som skal redusere vertikal trykk på røret. I tillegg er det satt krav til masseutskifting og lagvis komprimering for å redusere setning i fyllingen.

2. Grunnforhold

I dalen, der bekkeløp er prosjekt i rør, er det påvist torv med ulike mektigheter, se Figur 3.



Figur 2: Utførte grunnundersøkelser, V002 [5]



Figur 3: Grunnforhold ved profil 1520. Det skal masseutskiftes fra få meter på begge sider til 7-9 m i midten.

3. Grunnlag for prosjektering

Et stivt rør har større stivhet enn omfyllingsmassene. Dette medfører en omlagring av vertikaltrykket som vist på Figur 4.

Vertikal trykk:

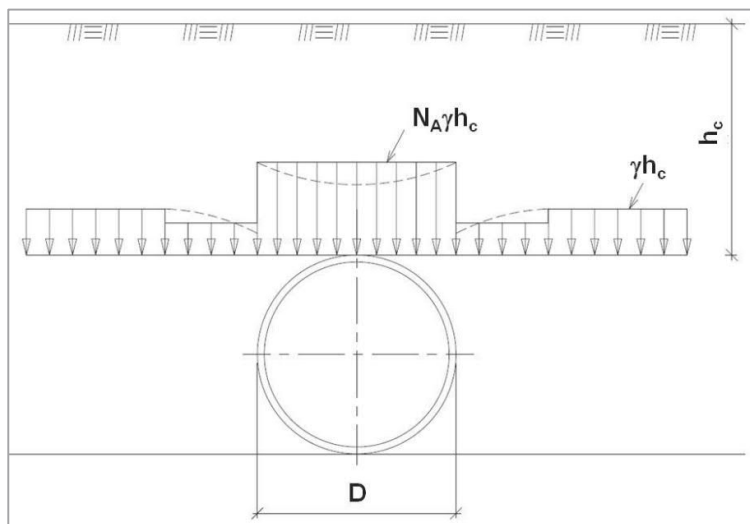
- Egenvekt av fylling over rør 13,4 m: $p_v = 20 \times 13,4 = 268 \text{ kN/m}^2$
- Trafikklast 20 kPa, og lastfaktor 1,3 men det anses ikke lastvirkning under 5 m

Horisontaltrykk:

- Full mobilisert skjærspenning = $268 \cdot \tan 40^\circ = 225 \text{ kN/m}^2$
- Hviletrykk koeffisient $K_0 = 1 - \sin \theta_d = 1 - \sin 33^\circ = 0,46$
- Horisontal trykk $p_h = K_0 \cdot p_v = 0,46 \cdot 268 = 123 \text{ kPa}$

Rør dimensjon pr opplysning fra VA-ingeniør som jobber på prosjektet:

- Innvendig diameter av rør (DN) 1200 mm
- Godstykkelse 136 mm av røret



Figur 4: Vertikal jordtrykk på et stivt rør [1]

Vertikaltrykket over røret kan uttrykkes som en faktor N_A multiplisert med overlagingstrykket: $p_v = N_A \cdot \gamma \cdot H$. Over en stiv konstruksjon vil det bli en spenningskonsentrasjon slik at N_A blir større enn 1 som vist i Figur 4 [1]. Ifølge Canadian Highway Bridge Design Code varierer N_A fra 1,35 til 1,40 for stiv konstruksjon som betongrør [1].

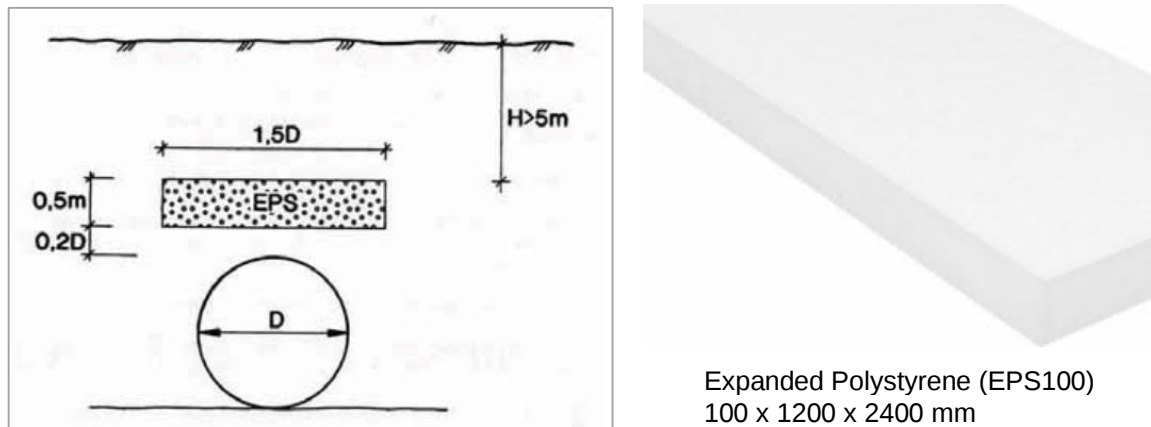
Vertikal trykk:

- $p_v = 1,4 \times 20 \times 13,4 = 375 \text{ kN/m}^2$

Horisontaltrykket er også avhengig av stivheten og beregnes fra uttrykket, $p_h = K \cdot p_v$, K avhenger av rørdeformasjoner og omlagring av omfyllingsmassene. Sidetrykket på røret avhenger av kvaliteten og komprimeringsgraden. Betongrør som en stiv konstruksjon deformeres svært lite, og en får ikke utnyttet skjærstyrken i omfyllingsmassene.

4. Trykkreducerende tiltak

Etter at området er masseutskiftet med faste masser skal det legges betongrør for bekkeløp. Deretter etableres vegfylling over røret. Betongrøret skal legges på komprimert steinfylling og beskyttes rundt med finpukk.



Figur 5: EPS som er mest brukt for belastningsreduksjon i vegbygging [1]

Tabell 1 viser to type materialer EPS som anbefales å benytte for trykkreducerende og isolasjonstiltak.

Tabell 1: Material EPS

Material	Trykk, kN	Funksjon
EPS 100: 100 x 1200 x 2400	100	Fordeling belastning, isolasjon

5. Setningsvurdering

Torven vil gi langvarige setninger i vegfylling. Det er derfor anbefalt fullstendig masseutsifting med sprengstein. Hvor effektiv masseutsifting blir, er veldig usikker, grunnet utgraving av masser under grunnvann. I tillegg blir egensetning i steinfylling etter erfaringer ca. 1% av fyllingshøyden. Med maks. 9 m masseutsiftingsdybde under røret estimeres grov 90 mm setning i de utfylte massene. Klarer man ikke fullstendig masseutsifting, blir setninger enda mer. Store skeivsetninger kan skade rør i skjøter.

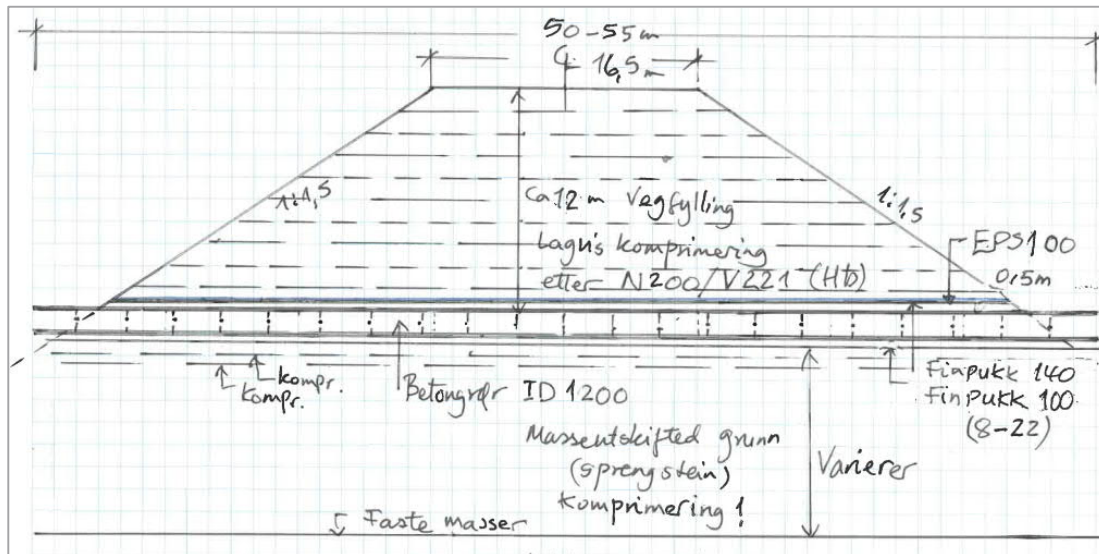
Det er derfor svært viktig å sikre fullstendig masseutsifting og komprimering lagvis både under og over vannrør, dvs. hele vegfyllingen. Langs rørtraseen må det sikres at det blir minimal setning. Dette må dokumenteres ved platebelastning «plate load test» at massene er fast og ikke gir avgjørende skeivsetninger. Det henvises til Hb R211 avsnitt 15.328 om detaljprosedyrer for platebelastning [4]. Platebelastning utføres på tre punkt, et pkt. på senter og 2 pkt. på begge sider med 10 m avstand.

6. Utførelse

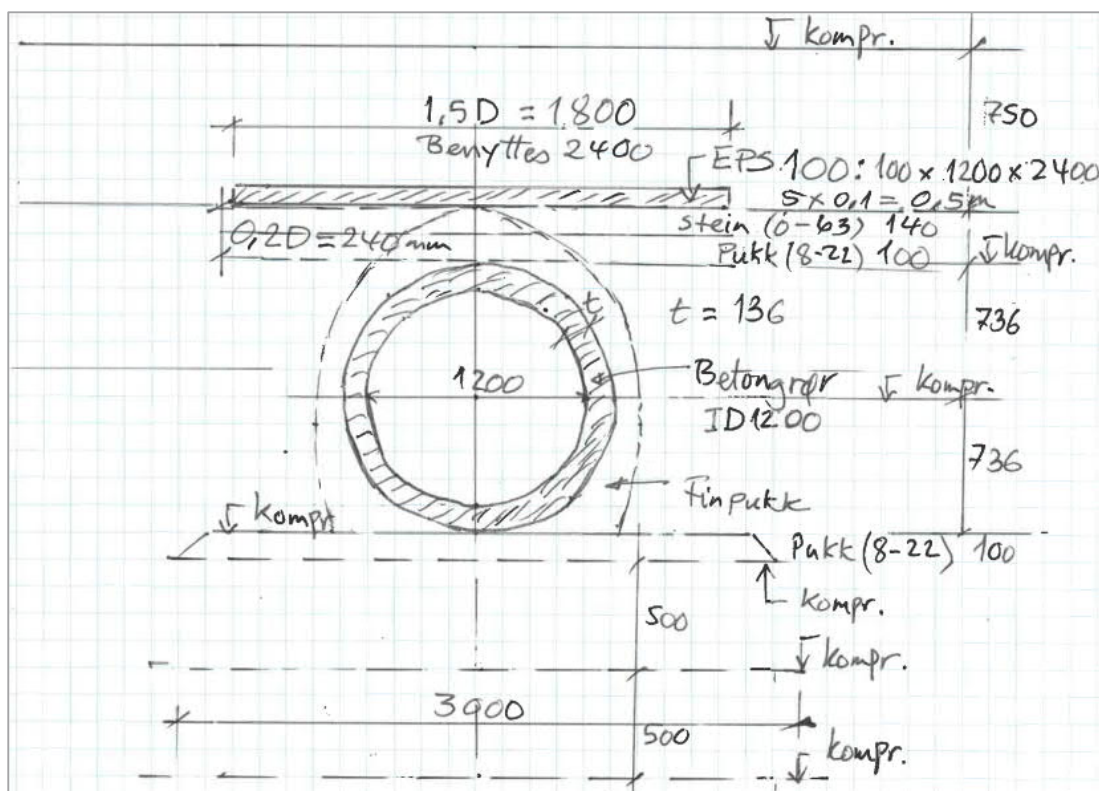
Under rørledning og vegfylling må det utføres fullstendig masseutsifting til faste masser. Masseutsifting dybde vil variere fra få meter i kantene og 7-9 m i midten (se Figur 3). Grøftvann som blir samlet i byggegrop må pumpes ut. Det legges sprengstein fortløpende og lagvis med lag tykkelse 1-2 m opptil nivå 0,5-1,0 m under planum. Lengste sidekant på stein skal være mindre eller lik 2/3 av lagtykkelsen og maksimalt 1,0 m i alle lag. Hvert lag skal komprimeres. Lagtykkelser, utstyr og prosedyre for komprimering utføres etter komprimeringskrav som stilles etter Hb V221 figur 2-0-14: komprimering av under bygning (fyllinger) [3].

Tabell 2: Komprimeringskrav for sprengt stein i vegfylling [3]

Underbygnings-material	Kon-sistens	Komprimeringsutstyr	Statisk linjelast [kN/m]	Masse [tonn]	Lagtykkelse etter komprimering [mm]	Antall passer-inger
Sprengt stein	-	Vibrerende vals	> 45		Utlagt på endetipp 500-2000	10
			> 30			5



Figur 6: Lengdesnitt av vannløp betongrør, steinfylling under og over røret som skal beskyttes med finpukk (8-22) og EPS over.



Figur 7: Tverrsnitt vannløp betongrør, finpukk under og over røret og EPS over for å redusere trykk.

Tabell 3: Krav til materialer og utførelse for sidefylling/beskyttelseslag til rørledning [2].

Sidefylling/- beskyttelseslag, materialer og utførelse	Rørmaterial (diameter DN, mm)					
	Betong		Termoplast			Stål
Materialer, øvre siktstørrelse (D)	DN < 400	DN ≥ 400	DN ≤ 300	300 < DN ≤ 600	DN > 600	Maks. 32 mm
		Maks. 63 mm	Maks. 120 mm	Maks. 22 mm	Maks. 32 mm	
Lagtykkelse komprimering	Maks. 200 mm	Maks. 300 mm	Maks. 200 mm			Maks. 200 mm
Tykkelse beskyttelseslag	Min. 300 mm	Min. 300 mm	Min. 300 mm			Min. 300 mm
Lagtykkelse over rør før trafikk ¹⁾	Min. 500 mm dersom annet ikke er angitt		Min. 600 mm			Min. 500 mm dersom annet ikke er angitt
¹⁾ Anleggstrafikk på ujevn veg gir større belastninger enn normal trafikk ved overdekningen rørene er dimensjonert for. Lastreduserende eller lastfordelende tiltak vurderes i anleggsperioden.						

Maksimal tillat kornstørrelse i masser til gjenfylling over ledningssonen er 300 mm, og maksimalt 2/3 av lagtykkelsen ved oppfylling. Stein større enn 100 mm skal være jevnt fordelt i massene.

Referanser

- [1] Statens vegvesen (2018): «Håndbok V220», Geoteknikk i vegbygging, Veiledning.
- [2] Statens vegvesen (2018): «Håndbok N200», Veigygging, Normal.
- [3] Statens vegvesen (2014): «Håndbok V221», Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, Veiledning.
- [4] Statens vegvesen (2014): «Håndbok R211», Feltundersøkelser Retningslinjer.
- [5] Statens vegvesen (2018): Grunnundersøkelser, Fv. 565 Marås -Snekkevika, Geoteknisk datarapport for totalentreprise.
- [6] Eurockode 7 (2016): NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016.





10222884_RIG-N01-A01

Endelig revisjonsrapport

2021-10-29

Opprettet:	2021-10-29
Av:	Krishna Prasad Aryal (krishna.aryal@sweco.no)
Status:	Signert
Transaksjons-ID:	CBJCHBCAABAAtS6d7XCmxC4iRNnGYQnXcaFVDaPjcRUv

"10222884_RIG-N01-A01"-historikk

-  Dokument opprettet av Krishna Prasad Aryal (krishna.aryal@sweco.no)
2021-10-29 - 16:54:21 GMT - IP-adresse: 85.19.65.84
-  Dokument e-signert av Krishna Prasad Aryal (krishna.aryal@sweco.no)
Signaturdato: 2021-10-29 - 16:56:10 GMT - Tidskilde: server- IP-adresse: 85.19.65.84
-  Dokument sendt via e-post til Andreas Grov Roald (andreasgrov.roald@sweco.no) for signering
2021-10-29 - 16:56:11 GMT
-  E-postmelding vist av Andreas Grov Roald (andreasgrov.roald@sweco.no)
2021-10-29 - 17:24:17 GMT - IP-adresse: 77.16.59.66
-  Dokument e-signert av Andreas Grov Roald (andreasgrov.roald@sweco.no)
Signaturdato: 2021-10-29 - 17:25:48 GMT - Tidskilde: server- IP-adresse: 77.16.59.66
-  Avtale fullført.
2021-10-29 - 17:25:48 GMT