

Til: Sæterbakken AS  
v/ Kjell Fenstad  
Kopi til: Vianova v/Hege Bjerka Pedersen  
Dato: 2019-08-20  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /  
Dokumentnr.: 20190576-01-TN  
Prosjekt: Støttemur Sæterlia  
Prosjektleder: Katharina Kahrs  
Utarbeidet av: Katharina Kahrs  
Kontrollert av: Vidar Gjelsvik

## Geoteknisk prosjektering av støttemur

### Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Prosjekteringsforutsetninger</b>	<b>2</b>
	2.1 Geometri	2
	2.2 Grunnforhold	4
	2.3 Standarder og forskrifter	7
<b>3</b>	<b>Beregninger</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Utførelse</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>11</b>

### Tegninger

Tegning 010          Dimensjoner støttemur - Prinsipsnitt

### Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

I forbindelse med utbygging av et boligfelt på Sæterlia i Trondheim har Sæterbakken AS engasjert NGI for å utføre geoteknisk prosjektering av en støttemur.

Det nye boligfeltet er planlagt langs med veien Stokkåsen ved foten av Stokkmarka. Som et ledd i utbyggingen skal det etableres en ny vei på oversiden av eksisterende vei. Beliggenheten av muren er indikert med rød sirkel på Figur 1. Muren skal etableres som elementmur. Foreliggende notat angir nødvendig bredde for muren.



Figur 1 Utsnitt fra BIM-modell som viser beliggenheten av den planlagte støttemuren (oversendt av Vianova 10.05.2019)

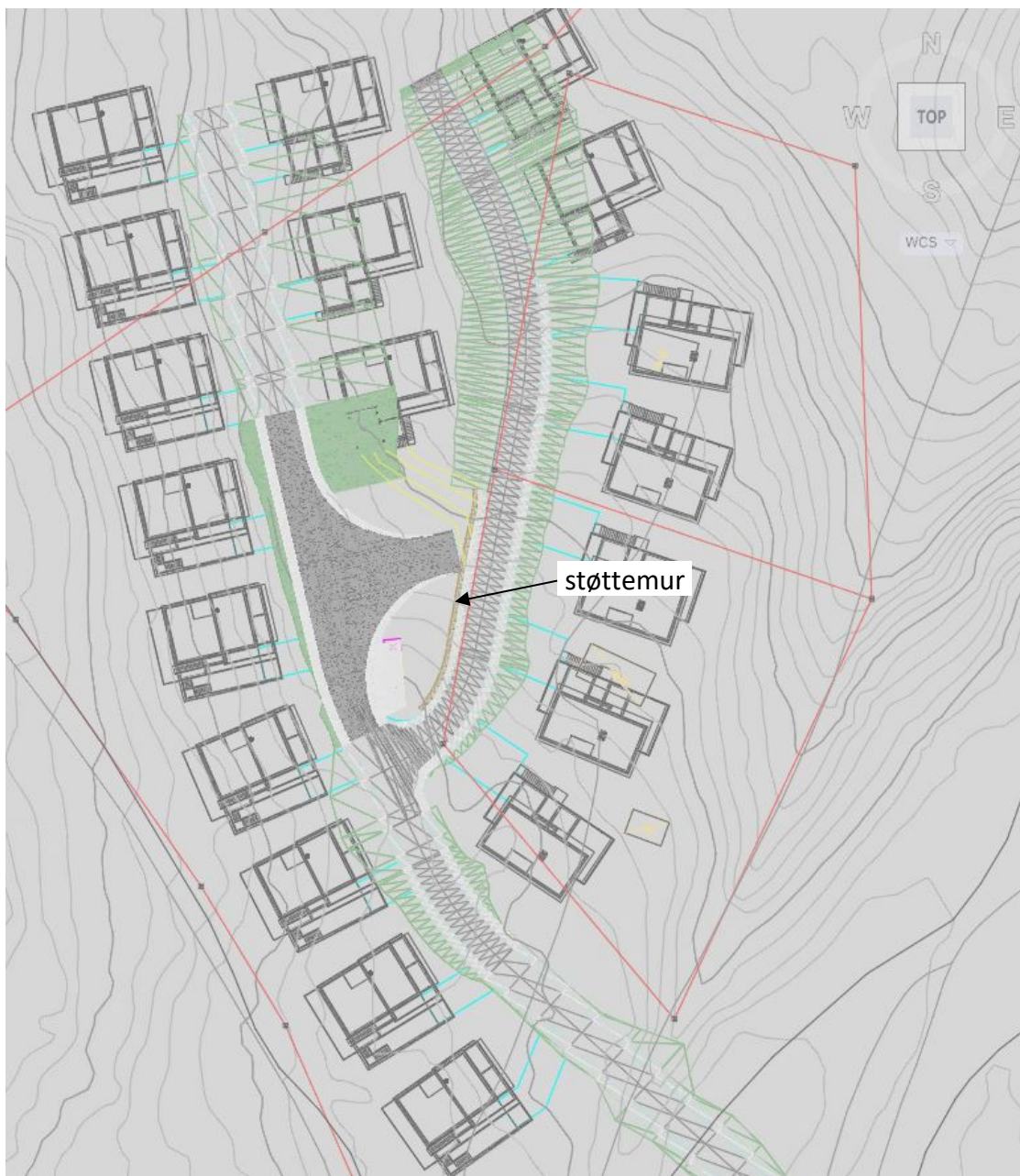
## 2 Prosjekteringsforutsetninger

### 2.1 Geometri

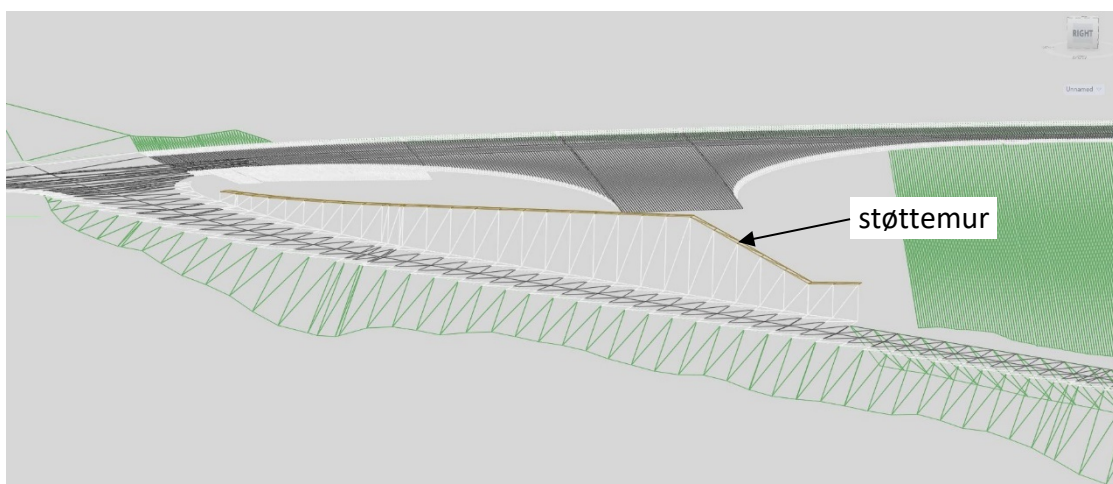
Som grunnlag for murens geometri fikk NGI oversendt følgende filer av Vianova den 03.07.2019:

- ↗ T\_KART\_3D.dwg
- ↗ T\_KART\_Illustrasjonsplan.dwg
- ↗ T\_GEOM\_001.dwg
- ↗ 3DT\_VEG.dwg
- ↗ Koter fra arkitekt.dwg

Utsnitt som viser muren i plan og i 3D er vist på Figur 2 og Figur 3. Oppstøttingshøyden er maksimalt ca. 3 meter.



Figur 2 Utsnitt fra T\_GEOM\_001.dwg, T\_KART\_Illustrasjonsplan.dwg, T\_KART\_3D.dwg, 3DT\_VEG.dwg og Koter fra arkitekt.dwg som viser støttemuren i plan



Figur 3 Utsnitt fra 3DT\_VEG.dwg som viser støttemuren i 3D

## 2.2 Grunnforhold

### 2.2.1 Topografi

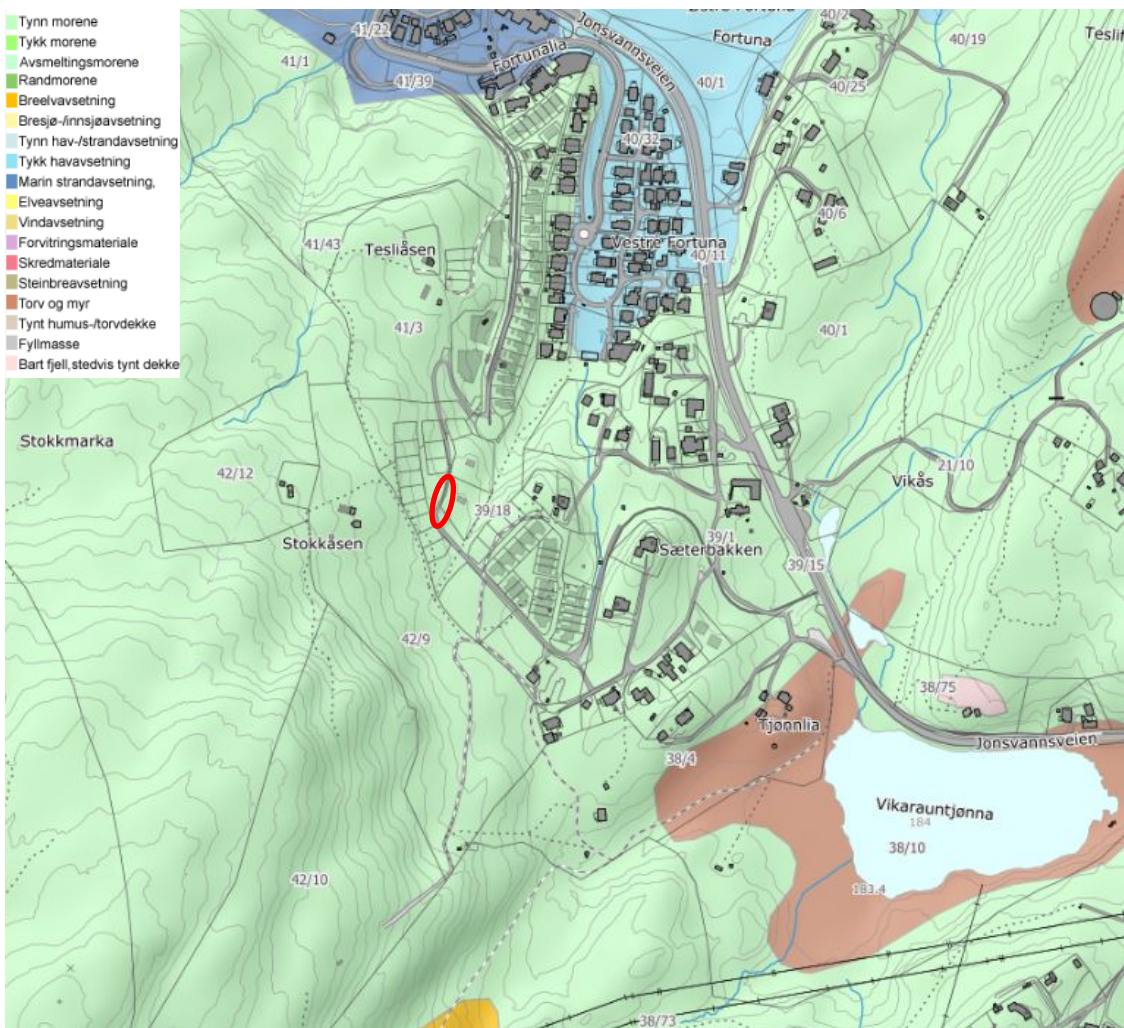
Det planlagte boligfeltet ligger i hellende terreng ved foten av Stokkmarka. Veien Stokkåsen stiger fra ca. kote +209 ved murens nordlige ende til ca. kote +215 ved murens sørlige ende. Den nye veien på oversiden av eksisterende vei er planlagt på kote +215. Et utsnitt fra topografisk kart er vist på Figur 4.



Figur 4 Utsnitt fra topografisk kart. Beliggenheten av den planlagte støttemuren er indikert med rød sirkel (fra: [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)).

## 2.2.2 Løsmasser og dybde til berg

Kvartærgeologisk kart indikerer et usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale over berg i området. Morenematerialet har normalt en mektighet på mindre enn 0,5 m.



Figur 5 Utsnitt fra kvartærgeologisk kart. Beliggenheten av den planlagte støttemuren er vist med rød sirkel (fra: [geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil)).

Strekningen langs veien Stokkåsen der muren er planlagt ble befart av NGI ved Katharina Kahrs den 08.07.2019. Det ble observert berg i dagen på begge sider av veien langs hele strekningen bortsett fra de nordligste ca. 10 m av muren.

### 2.2.3 Grunnvann og poretrykk

NGI kjenner ikke til at det er utført poretrykksmålinger i området.

## 2.3 Standarder og forskrifter

Geoteknisk prosjektering skal utføres i henhold til gjeldende standarder og forskrifter:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [1]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler [2]
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger [3]
- N200 Vegbygging [4]
- V220 Geoteknikk i vegbygging [5]

### 2.3.1 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori skal bestemmes i henhold til NS-EN 1997-1 [2] (Eurokode 7) avhengig av kompleksitet og risiko. Støttemuren plasseres i geoteknisk kategori 2: konvensjonelle typer konstruksjoner uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold.

### 2.3.2 Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)

Konsekvens- og pålitelighetsklasser skal bestemmes i henhold til NS-EN 1990 [1] (Eurokode 0). Konsekvensklasse bestemmes i henhold til Tabell B1 i Tillegg B:

Tabell 1 Oversikt konsekvensklasser etter Eurokode 0 [1]

Konsekvensklasse	Beskrivelse
CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Muren skal støtte opp en vegfylling. Dersom muren går til brudd, vil vegfyllingen kunne rase ut. Dette vil føre til skader på den planlagte vegen på oversiden av eksisterende veg. Siden både planlagt og eksisterende veg er lite trafikkerte veier gjennom boligfelt og muren er relativt lav, vurderes konsekvensen av et brudd i form av tap av menneskeliv å være liten og økonomiske, sosiale og miljømessige konsekvenser å være uvesentlige. Støttemuren plasseres derfor konsekvensklasse CC1.

I henhold til N200 kap. 202.3 Tabell 202.2 velges pålitelighetsklasse RC1.

### 2.3.3 Tiltaksklasse

I henhold til byggesaksforskriften (SAK10) klassifiseres tiltak og oppgaver knyttet til tiltak i tre tiltaksklasser avhengig av kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser mangler og feil kan ha for helse, miljø og sikkerhet. Tiltaksklasse 1 omfatter fundamentering for anlegg og konstruksjoner som i henhold til Eurokode 0 plasseres i pålitelighetsklasse (CC/RC) 1. Støttemuren klassifiseres dermed i tiltaksklasse 1.

### 2.3.4 Seismisk klasse og grunntype

Seismisk klasse skal bestemmes i henhold til NS-EN 1998 [3] (Eurokode 8). Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler er gitt i Eurokode 8 Tabell NA.4(902). Støttemuren langs med den planlagte vegen vil ha en maksimal høyde på 3,1 m og skal dermed plasseres i samme seismiske klasse som vegen. Det forutsettes at vegen er plassert i seismisk klasse II. I henhold til Tabell NA.4(901) settes seismisk faktor  $\gamma_I = 1,0$ .

Grunntype bestemmes i henhold til Eurokode 8 Tabell NA.3.1. Grunntype bestemmes til A: Fjell eller fjell-lignende formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten. I henhold til Tabell NA.3.3 settes  $S = 1,0$ .

Referansespissverdien for berggrunnens akselerasjon  $a_{gR}$  settes lik  $0,8a_{g40Hz}$ , der  $a_{g40Hz}$  er spissverdien for berggrunnens akselerasjon med en returperiode på 475 år. For Trondheim er  $a_{g40Hz} = 0,36 \text{ m/s}^2$ . Dette gir  $a_{gS} = \gamma_I \cdot a_{gR} \cdot S = 0,29 \text{ m/s}^2$ .

I henhold til NA.3.2.1(5)P kreves dermed ikke påvisning av tilstrekkelig sikkerhet mot jordskjelv.

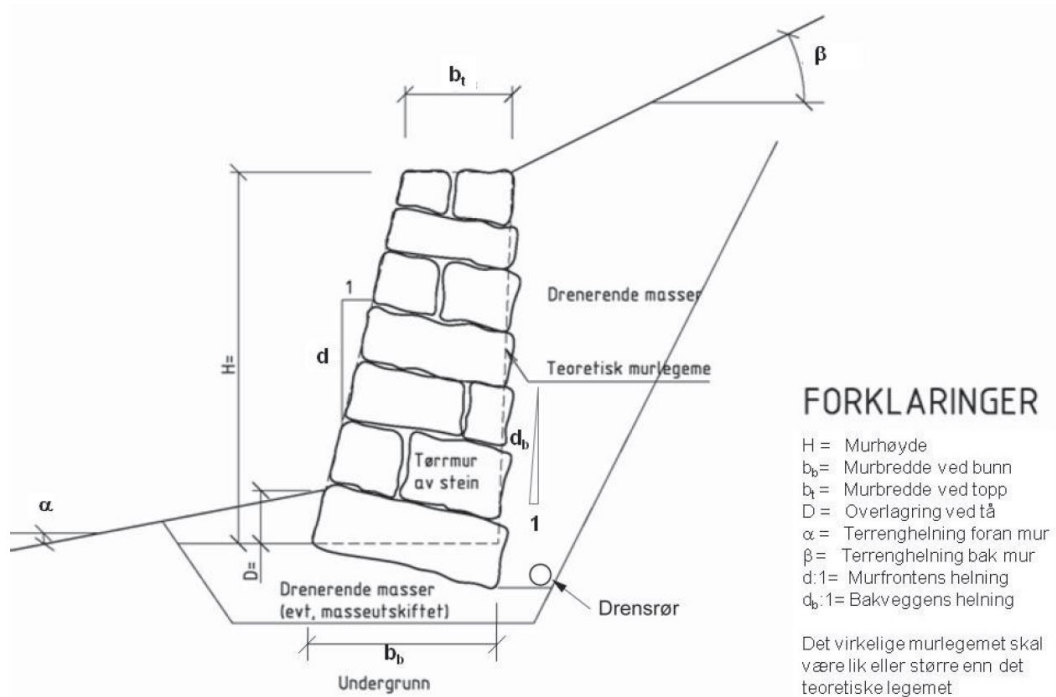
## 3 Beregninger

Støttemuren er beregnet som tørrmur i henhold til V220 kap. 9.3.

Figur 6 viser en prinsippskisse av tørrmuren med forklaring av geometriske parametere. Følgende parametere er benyttet i beregningen:

- ↗ Terrenghelning foran mur: 0 (flatt terreng)
- ↗ Terrenghelning bak mur: 0 fra vegkryss til snuplass, 3:5 fra snuplass
- ↗ Murfrontens helning: 10:1
- ↗ Fotdybde: 0 m





Figur 6 Prinsippkisse tørrmur med forklaring av geometriske parametere (utsnitt fra Figur 9.5 i V220)

Det forutsettes at muren i sin helhet fundamenteres på berg. Dersom hele eller deler av muren skal fundamenteres på løsmasser istedenfor berg, må sikkerhet mot bæreevnebrudd kontrolleres av geotekniker.

Det forutsettes at det benyttes sprengstein til vegfyllingen. Det er benyttet erfaringsverdier fra V220 Figur 2.39 for sprengsteinens tyngdetetthet, friksjonsvinkel og attraksjon:  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi = 42^\circ$  og  $a = 0 \text{ kPa}$ . Det antas seigt, dilatant brudd. I henhold til V220 Figur 0.3 er det benyttet materialfaktor  $\gamma_M = 1,25$ . For blokker i muren er det benyttet tyngdetetthet  $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ .

I henhold til V220 kap. 0.3.5 er det benyttet trafikklast på vegen bak støttemuren  $q = 20 \text{ kPa}$  og lastfaktor  $\gamma_Q = 1,3$ .

Det er utført beregninger for fem ulike murhøyder: <1 m, 1-2 m, 2-3 m, 3-4 m og 4-5 m. Murhøyden er regnet fra bergnivå. Beregningsresultatene er oppsummert i Tabell 2.

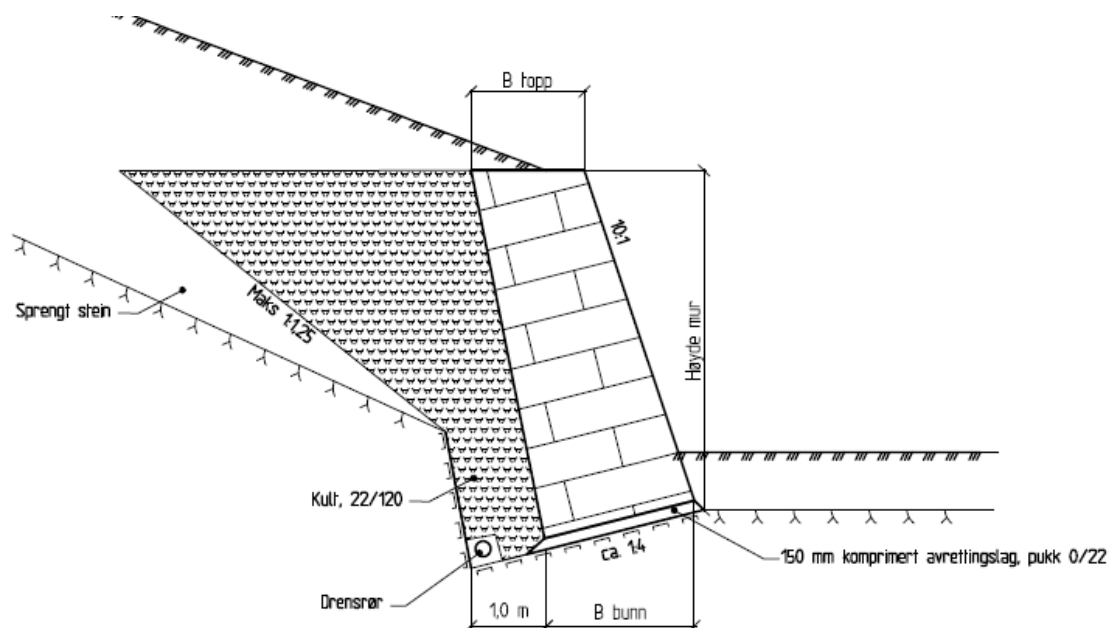
Tabell 2 Beregnet nødvendig bunn- og toppbredde for muren

	Murhøyde [m]	Murbredde bunn [m]	Murbredde topp [m]
Flatt terreng bak mur	< 1 m	0,6	0,6
	1-2 m	0,9	0,9
	2-3 m	1,1	1,1
	3-4 m	1,4	1,4
	4-5 m	1,6	1,6
Hellende terreng bak mur	1-2 m	1,1	1,1
	2-3 m	1,4	1,4
	3-4 m	1,8	1,8
	4-5 m	2,1	2,1

Dersom det skal brukes blokker med mindre bredde enn angitt i tabellen, må egenstabiliteten av bakfyllmassene forbedres, for eksempel ved å bygge muren med slakere front-helning. Dette må kontrolleres av geotekniker.

## 4 Utførelse

Utførelse av støttemuren er illustrert med et prinsippssnitt på Figur 7 og Tegning 010.



Figur 7 Prinsippssnitt som illustrerer utførelse av støttemuren

- ↗ Det legges et 150 mm tykt avrettingslag av pukk (fraksjon 0/22) under det nederste blokklaget mot berget
- ↗ Blokkene legges ut med helning ca. 1:4
- ↗ Bak muren fylles 1 m med drenerende masser av kult (fraksjon 22/120) og det etableres drenerør for å samle opp og lede vekk vann.

## 5 Referanser

- [1] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.
- [2] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler,» 2016.
- [3] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger,» 2014.
- [4] Statens vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2018.
- [5] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2014.

574960

574970

574980

574990

575000

7031410

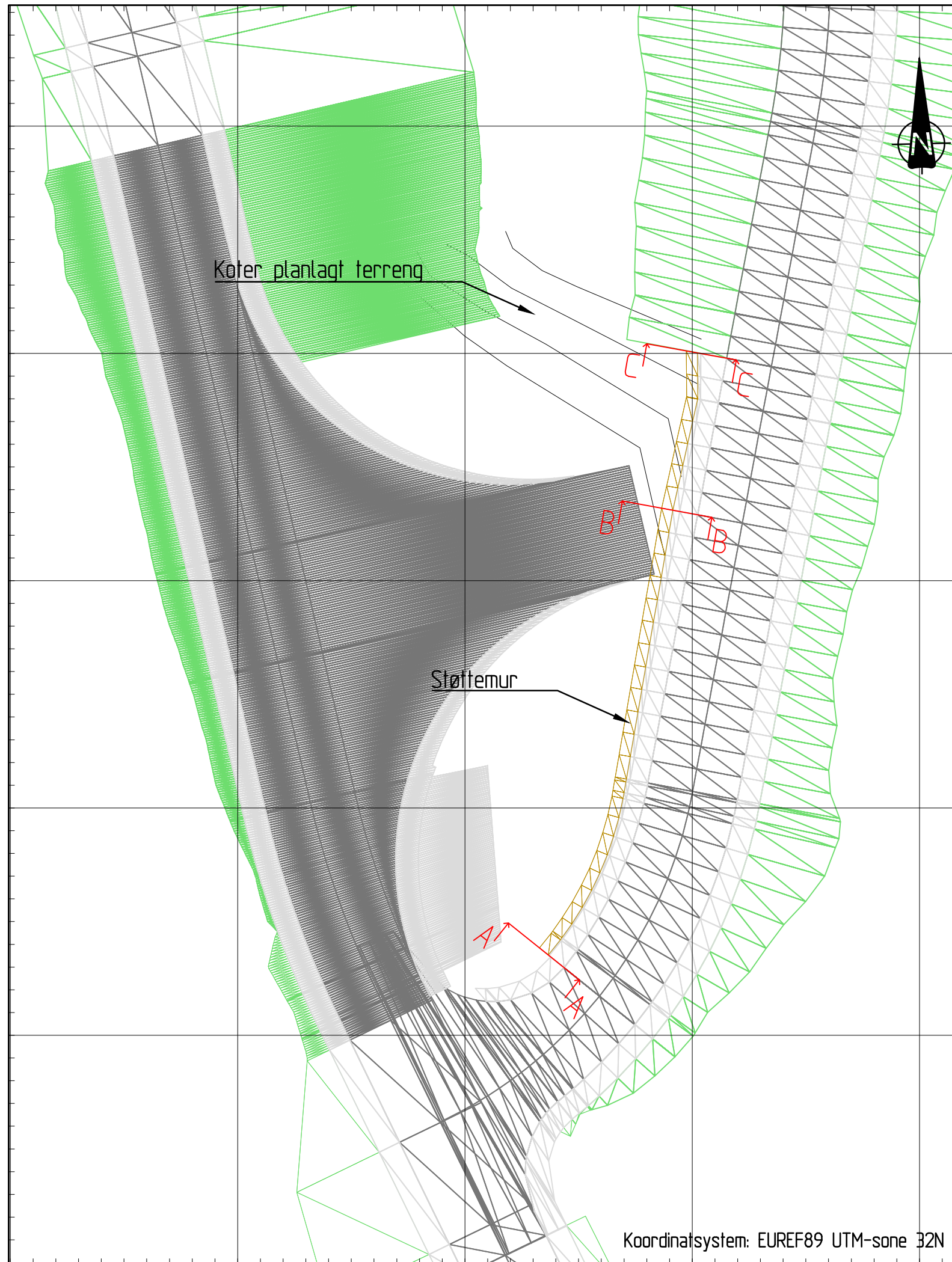
7031400

7031390

7031380

7031370

7031360



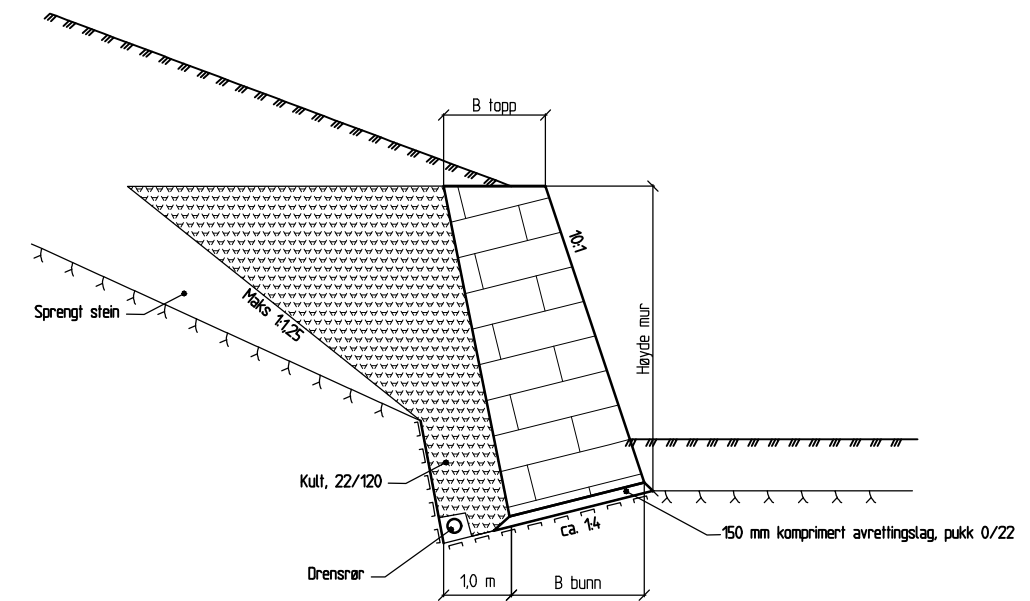
## MERKNADER

Det forutsettes at muren fundamenteres på berg.  
Muren skal ha følgende dimensjoner:

	Høyde mur [m] (fra bergnivå)	Bredde bunn [m]	Bredde topp[m]
Flatt terreng bak mur (Snitt A-B)	<1,0	0,6	0,6
	1,0-2,0	0,9	0,9
	2,0-3,0	1,1	1,1
	3,0-4,0	1,4	1,4
Hellende terreng bak mur (Snitt B-C)	4,0-5,0	1,6	1,6
	1,0-2,0	1,1	1,1
	2,0-3,0	1,4	1,4
	3,0-4,0	1,8	1,8
	4,0-5,0	2,1	2,1

Drensrør skal omfylles med egnede masser for anvendt rør.

Prinsippsnitt:



00	Originaltegning	12.07.2019	KKs	APP	KKs
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Sæterbakken AS Støttemur Sæterlia		Status —			
Dimensjoner støttemur Prinsippsnitt		Original format A-3			
		Tegningens filnavn stoetttemur.dwg			
		Målestokk 1:200			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 12.07.2019	Konstr./Tegnet KKs		
		Oppdragsnr. 20190576	Tegningsnr. 010	Rev. 00	

Koordinatsystem: EUREF89 UTM-sone 32N

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Geoteknisk prosjektering av støttemur		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20190576-01-TN
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical note	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Sæterbakken AS	<b>Dato/Date</b> 2019-08-20
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr. &amp; dato/Rev.no. &amp; date</b> 0 /
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Støttemur, Gravitasjonsmur		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Trøndelag	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Trondheim	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Sæterlia	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b> Trondheim 1621 IV	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: 32 Øst: 574978 Nord: 7031368	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2019-08-13 Katharina Kahrs	2019-08-19 Vidar Gjelsvik		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 20. august 2019	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Katharina Kahrs
---	-------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

