

DETALJREGULERING FOR SOLSTRAND BUSTADFELT, PLAN ID R162

ROS-ANALYSE

Datert: 17.02.2022



Dokumentopplysninger

Plan ID:	R162
Plannavn:	Detaljregulering for Solstrand bustadfelt
Kommune:	Hjelmeland
Utgave/dato:	5/17.02.2022
Oppdragsgiver:	JoB Arkitekter AS
Utarbeidet av:	Camilla Bø
Sidemannskontroll:	Eva Kaldestad Esbensen

1 Innledning

I henhold til plan- og bygningslovens § 4-3 skal en ved utarbeidelse av planer for utbygging gjennomføre en risiko- og sårbarhetsanalyse for planområdet. I analysen skal en vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging.

2 Metode

2.1 Generell beskrivelse

I denne ROS-analysen følges metode gitt i Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) sin veileder «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging – Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen». Iht. veileder struktureres ROS-analysen i følgende 5 trinn:

1. Beskrive planområdet
2. Identifisere mulige uønskede hendelser (her: egen ROS-sjekkliste)
3. Vurdere risiko og sårbarhet; sannsynlighet/konsekvens/usikkerhet
4. Identifisere tiltak for å redusere risiko og sårbarhet
5. Dokumentere analysen og hvordan den påvirker planforslaget

2.2 Vurdering av risiko og sårbarhet

Trinn 3 i ROS-analysen er å vurdere risiko og sårbarhet av identifiserte uønskede hendelser (trinn 2). I risiko- og sårbarhetsvurderingen gjøres en risikovurdering av hver identifisert uønsket hendelse, dvs. en vurdering av sannsynlighet for om hendelsen inntreffer og hvilke konsekvenser hendelsen vil få. Sårbarhetsvurderingen omfatter en vurdering av utbyggingsformålet, evt. eksisterende barrierer (eks. tiltak som kan redusere sannsynligheten for og/eller konsekvensen av en uønsket hendelse) og evt. følgehendelser. I denne ROS-analysen vil det benyttes et analyseskjema for hver uønsket hendelse.

2.2.1 Sannsynlighet

Ved sannsynlighet menes i dette tilfelle; hvor trolig en antar at en bestemt hendelse vil inntreffe i det aktuelt planområde, innenfor et gitt tidsrom, gitt vårt kunnskapsgrunnlag. Ved vurdering av uønskede hendelser med tanke på flom/stormflo og skred brukes sannsynlighetskategorier iht. sikkerhetsklasser i TEK17. For andre hendelser brukes følgende sannsynlighetskategorier:

SANNSYNLIGHETS-KATEGORIER	TIDSINTERVALL	SANNSYNLIGHET (PER ÅR)
Høy	Oftere enn 1 gang i løpet av 10 år	> 10 %
Middels	1 gang i løpet av 10-100 år	1-10 %
Lav	Sjeldnere enn 1 gang i løpet av 100 år	< 1 %

2.2.2 Konsekvens

Konsekvens er den virkningen en uønsket hendelse kan få for planområdet og utbyggingsformålet. Iht. veileder benyttes det følgende 3 konsekvenstyper:

- Liv og helse
- Stabilitet
- Materielle verdier

Liv og helse vurderes ut fra antall omkomne, skadde (varige og midlertidige) eller andre som er påført helsemessige belastninger på grunn av den uønskede hendelsen.

Stabilitet vurderes ut fra konsekvenser for befolkningen (antall og varighet) som blir berørt av hendelsen gjennom svikt i kritiske samfunnsfunksjoner, og som kan bidra til manglende tilgang på mat, drikke, husly, varme, kommunikasjon, fremkommelighet etc.

Materielle verdier vurderes ut fra direkte kostnader som følge av den uønskede hendelsen i form av økonomiske tap knyttet til skade på eiendom.

Konsekvenskategorier deles opp på følgende måte:

KONSEKVENSKATEGORIER					
KONSEKVENSTYPER		Store	Middels	Små	Ikke relevant
	Liv og helse				
	Stabilitet				
	Materielle verdier				

Konsekvenskategorien «Ikke relevant» innebærer at det ikke er mulig at den uønskede hendelsen har slike konsekvenser.

2.2.3 Usikkerhet

Under usikkerhet vurderer man om, og eventuelt når uønsket hendelse vil inntreffe, omfanget av hendelsen og hvilke konsekvenser hendelsen vil få. Hensikten med å vurdere usikkerhet er å synliggjøre behovet for ny eller økt kunnskap om planområdet.

2.3 Dokumentere analysen og hvordan den påvirker planlagt tiltak

På bakgrunn av sannsynlighets- og konsekvensvurdering av uønskede hendelser lages det en sammenstilling av risiko for ulike uønskede hendelser som illustreres ved hjelp av en risikomatrise. Det vil presenteres en risikomatrise for hver konsekvenstype iht. DSBs veileder:

KONSEKVENSER FOR <KONSEKVENSTYPER>					FORKLARING
SANNSYNLIGHET		Små	Middels	Store	
	Høy >10 %				
	Middels 1-10 %				
	Lav <1 %				

Risikomatrise for uønskede hendelser knyttet til skred og flom/stormflo benyttes sannsynlighetskategorier iht. sikkerhetsklasser i TEK17.

3 Beskrivelse av planområdet

3.1 Planområdet

Planområdet er på ca. 12,5 daa, og er lokalisert ved Fistervågen i Hjelmeland kommune. Fistervegen, FV 631, krysser planområdet. Planområdet avgrenses av sjø i nordvest, Liarbekken i nordøst, og mot LNF-områder med spredt bebyggelse på sørøst siden av Fistervegen. På andre siden av Fistervegen grenser planområdet mot småbåthavn i nord, og frittliggende småhusbebyggelse/naust i sør. Planområdet ligger på ca. kote 12,0 i sørøst, og skrår ned mot sjøen. Innenfor planområdet er det noe eldre industribebyggelse (snekkerverksted og hermetikkfabrikk), samt frukttrær med en eldre låve og enebolig.

3.2 Foreslått tiltak

Planforslaget legger til rette for etablering av småbåthavn og 22 nye boliger, i form av 7 kjeda boliger fordelt på 2 felt, 5 frittliggende eneboliger og en leilighetsblokk med 10 enheter, samt tilhørende grøntarealer og nødvendig infrastruktur. Adkomst til planområdet er via Fistervegen.

3.3 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

3.3.1 Sikkerhetsklasse flom

Planlagte boliger vurderes ut fra TEK17 å ligge i sikkerhetsklasse F2, da de økonomiske konsekvensene ved skader på byggverket kan være store, men kritiske samfunnsfunksjoner ikke settes ut av spill.

3.3.2 Sikkerhetsklasse for skred

Planlagte boliger vurderes ut fra TEK17 til å ligge i sikkerhetsklasse S2, da dette er byggverk der det normalt oppholder seg maksimalt 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

4 Mulig uønskede hendelser

Det utført en innledende kartlegging av mulige uønskede hendelser ved hjelp av tilhørende ROS-sjekkliste, som er iht. SMART kommunes sjekkliste for risiko og sårbarhetsanalyse for reguleringsplaner.

4.1 Identifiserte uønskede hendelser iht. ROS-sjekkliste

Under gjengis identifiserte uønskede hendelser fra ROS-sjekkliste i tabellform:

	UØNSKEDE HENDELSER	KOMMENTAR
1	Snøskred	Særskilt boliger
2	Usikker byggegrunn	Ifbm. molo/under marin grense
3	Stormflo	Bebyggelse mot sjø på nedsiden av Fistervegen
4	Flom i bekk	Boligblokk (BBB) grenser mot Liarbekken
5	Fare for drukning	Lekeplass planlegges nær Liarbekken. Planområdet grenser mot sjø.
6	Ulykke knyttet til skoleveg	Ikkje fortau/gs-veg langs Fistervegen

5 Risiko- og sårbarhetsvurderinger av uønskede hendelser

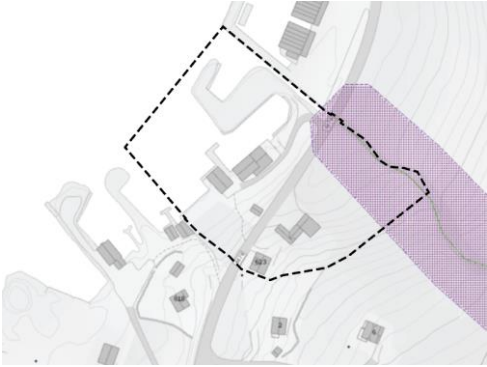
Hver identifisert uønsket hendelse i kapittel 4.1. er vurdert i hvert sitt analyseskjema under.

NR.	1	TYPE UØNSKET HENDELSE	Snøskred		
Beskrivelse av uønsket hendelse: Snøskred som medfører skade på boliger og/eller personer i boliger.					
OM NATUR-PÅKJENNINGER (TEK17)		SIKKERHETSKLASSE FLOM/SKRED	FORKLARING		
Ja		S2	Tiltak der snøskred vil føre til middels konsekvenser; frittliggende boliger, kjeda hus og boligblokk med 10 enheter.		
ÅRSAKER					
Området ligger innenfor utløpssone for snøskred, jf. NVE atlas.					
Aktsomhetskart snøskred, kilde: NVE atlas: 					
EKSISTERENDE BARRIERER					
Eksisterende vegetasjon vil kunne fungere som barriere mot snøskred. Iht. utarbeidet skredvurdering av Efla har aktuelle fjellskrenter i området en form hvor det ikke vil kunne samles opp mengder med snø.					
SÅRBARHETSVURDERING					
Hendelsen medfører ikke konsekvenser for kritiske samfunnsfunksjoner.					
SANNSYNLIGHET	HØY	MIDDELS	LAV	FORKLARING	
			x	Sjeldnere enn 1. gang hvert 100. år	
Begrunnelse for sannsynlighet: Iht. Vedlagte skredvurdering vurderes det ikke til å være fare for snøskred i området. Bl.a. pga. terrengform og vegetasjon, samt at det ikke er noen historikk for skredhendelser.					
KONSEKVENSVURDERING					
	Konsekvenskategorier				
	STORE	MIDDELS	SMÅ	IKKE RELEVANT	FORKLARING
Liv og helse		x			Mulighet for 1 dødsfall
Stabilitet				x	
Materielle verdier		x			Skade på en eller flere boliger.
Samlet begrunnelse av konsekvens: En snøskredhendelse kan medføre dødsfall og materielle skader. Iht. rapport fra Efla vurderes det imidlertid til å ikke være snøskredfare i området.					
USIKKERHET			BEGRUNNELSE		
Liten			Området er vurdert av fagkyndig vha. bilder i området, flyfoto og kunnskap fra databaser.		
FORSLAG TIL TILTAK OG MULIG OPPFØLGING I AREALPLANLEGGINGEN OG ANNET					
Tiltak: Det vurderes at fare for snøskred er innenfor sikkerhetsklasse S2 og det er dermed ikke behov for tiltak knyttet til snøskred.			Oppfølging gjennom planverktøy/info til kommune etc.: Ingen.		

NR.	2	TYPE UØNSKET HENDELSE			Usikker byggegrunn
<i>Beskrivelse av uønsket hendelse:</i> Ustabil byggegrunn medfører setning- og stabilitetsproblemer på bebyggelse/anlegg.					
OM NATUR-PÅKJENNINGER (TEK17)		SIKKERHETSKLASSE FLOM/SKRED		FORKLARING	
Nei					
ÅRSAKER					
Det er påvist overliggende løst lagrede masser av gytje og silt ved eks. molo i grunnundersøkelser utført av Procon Stavanger AS datert 21.02.17. Planområdet ligger under marin grense.					
EKSISTERENDE BARRIERER					
Ingen.					
SÅRBARHETSVURDERING					
Dersom det er ustabil byggegrunn, kan dette medføre setnings- og stabilitetsproblemer ved etablering av ny bebyggelse og utvidelse av molo. Hendelsen medfører ikke konsekvenser for kritiske samfunnsfunksjoner.					
SANNSYNLIGHET		HØY	MIDDELS	LAV	FORKLARING
Ustabil grunn				x	Sjeldnere enn 1. gang hvert 100. år
<i>Begrunnelse for sannsynlighet:</i> Procon RI har i senere tid utført nye grunnundersøkelser (2021), i de siste undersøkelsene ble det boret 8 punkter på land og 3 punkter i sjø, samt utarbeidet notat vedr. fundamentering og stabilitet. Iht. Procons vurdering fremstår grunnforholdene generelt sett som faste og godt egnet til direktefundamentering. Ved boligblokk (BBB) anbefales det noe massutskiftning. Ved fylling i sjø anbefales det forbelastning over en lengre periode (min. 180 dager).					
KONSEKVENSVURDERING					
		Konsekvenskategorier			
		STORE	MIDDELS	SMÅ	IKKE RELEVANT
Liv og helse					x
Stabilitet					x
Materielle verdier			x		
Skade på bebyggelse og molo.					
<i>Samlet begrunnelse av konsekvens:</i> Ustabil byggegrunn kan medføre materielle skader på bebyggelse og molo.					
USIKKERHET				BEGRUNNELSE	
Liten				Det er utført grunnundersøkelser med prøvegravinger i 2017 og boring i 2021, samt utført innledende stabilitetsberegninger.	
FORSLAG TIL TILTAK OG MULIG OPPFØLGING I AREALPLANLEGGINGEN OG ANNET					
<i>Tiltak:</i> Detaljprosjektering av regulert tiltak.				<i>Oppfølging gjennom planverktøy/info til kommune etc.:</i> Ivaretas av TEK17.	

NR.	3	TYPE UØNSKET HENDELSE	Stormflo		
Beskrivelse av uønsket hendelse: Boliger langs sjø oversvømmes ved stormflo.					
OM NATUR-PÅKJENNINGER (TEK17)	SIKKERHETSKLASSE FLOM/SKRED	FORKLARING			
Ja	F2	Tiltak der stormflo vil føre til middels konsekvenser; frittliggende boliger og kjeda hus.			
ÅRSAKER					
Det planlegges boliger innenfor et område som iht. Temakart Rogaland er utsatt for stormflo.					
Aktsomhetskart stormflo (gjentaksintervall 200 år, havnivå år 2090), kilde Se Havnivå:					
					
EKSISTERENDE BARRIERER					
Terreng og byggegrunn kan heves over stormflonivå.					
SÅRBARHETSVURDERING					
Hvis det ikke gjøres tiltak, kan stormflo medføre skade på boligbebyggelse.					
SANNSYNLIGHET	HØY	MIDDELS	LAV	FORKLARING	
		x		1 gang i løpet av 10-100 år	
Begrunnelse for sannsynlighet: Iht. kart for stormflo (Se havnivå) vil deler av området oversvømmes også ved stormflo med 20 års gjentaksintervall.					
KONSEKVENSVURDERING					
	Konsekvenskategorier				
	STORE	MIDDELS	SMÅ	IKKE RELEVANT	FORKLARING
Liv og helse			x		Ingen dødsfall, inntil 2 skadde.
Stabilitet				x	
Materielle verdier		x			Skade på en eller flere boliger.
Samlet begrunnelse av konsekvens: En flomhendelse kan ved boligene kan i verste fall medføre personskaade. Det vurderes å være lav sannsynlighet for dette da en stormflohendelse i de fleste tilfeller vil gå over noe tid, slik at personer rekke å evakuere. Hendelsen kan medføre materielle skader på boliger.					
Iht. DSBs veileder «Havnivåstigning og stormflo i planlegging» angis det at et område er stormflosikkert ved å legge til 100 cm på 1000-års returnnivå og legge til havnivåstigning med klimapåslag. Tall for Hjelmeland kommune (tabell 9 i samme veileder) er hhv. 123 cm og 76 cm, når tallene legges sammen og en legger på 100 cm blir stormflosikkert nivå dermed 299 cm, dvs. kote 3,0.					

USIKKERHET	BEGRUNNELSE
Medium	Risiko for stormflohendelser er basert på utarbeidede kart fra Geonorge/Kartverket, og veileder fra DSB.
FORSLAG TIL TILTAK OG MULIG OPPFØLGING I AREALPLANLEGGINGEN OG ANNET	
<i>Tiltak:</i> Hensynssone for 200-års stormflo med havnivå 2090 (iht. Se Havnivå) legges inn i plankart, og det sikres i bestemmelser at bebyggelse innenfor hensynssone skal etableres på min. kote 3,0.	<i>Oppfølging gjennom planverktøy/info til kommune etc.:</i> Sikres i plankart og bestemmelser.

NR.	4	TYPE UØNSKET HENDELSE			Flom i bekk
<i>Beskrivelse av uønsket hendelse:</i> Boligbebyggelse ved Liarbekken (BBB) oversvømmes ved flom i Liarbekken.					
OM NATUR-PÅKJENNINGER (TEK17)		SIKKERHETSKLASSE FLOM/SKRED		FORKLARING	
Ja		F2		Tiltak der flom vil føre til middels konsekvens; boligblokk med 10 enheter.	
ÅRSAKER					
Det planlegges boligblokk innenfor et område som iht. NVE atlas ligger innenfor aktsomhetsområde for flom. Aktsomhetskart flom, kilde: NVE atlas:					
					
EKSISTERENDE BARRIERER					
Liarbekken ligger i en stikkrenne under Fistervegen som fungerer som en flaskehals for vannføring i bekken.					
SÅRBARHETSVURDERING					
Hvis det ikke gjøres tiltak, kan en evt. flomhendelse påvirke boligbebyggelse.					
SANNSYNLIGHET	HØY	MIDDELS	LAV	FORKLARING	
		x		1 gang i løpet av 10-100 år	
<i>Begrunnelse for sannsynlighet:</i> Iht. utarbeidet flomvurdering har eks. stikkrenne under Fistervegen ikke kapasitet til å håndtere vannføring for 20- og 200-års flom.					
KONSEKVENSVURDERING					
	Konsekvenskategorier				FORKLARING
	STORE	MIDDELS	SMÅ	IKKE RELEVANT	
Liv og helse			x		Ingen dødsfall, inntil 2 skadde.
Stabilitet				x	
Materielle verdier		x			Skade på en eller flere boliger.
<i>Samlet begrunnelse av konsekvens:</i> En flomhendelse ved boligene kan i verste fall medføre personskade. Det vurderes å være lav sannsynlighet for dette, da en flomhendelse som regel vil gå over noe tid, slik at beboere rekker å evakuere. Hendelsen vurderes ikke å medføre konsekvenser for stabilitet, men kan medføre materielle skader på en eller flere boliger.					
USIKKERHET			BEGRUNNELSE		
Liten			Risiko for flomhendelser er basert på utarbeidet flomvurdering hvor kapasitet i bekk er vurdert ut fra i innmålte profiler, og kapasitet i stikkrenne er vurdert ut ifra rørdimensjon og fall.		
FORSLAG TIL TILTAK OG MULIG OPPFØLGING I AREALPLANLEGGINGEN OG ANNET					
<i>Tiltak:</i> Det medtas bestemmelse som sikrer at stikkrenne under Fistervegen oppdimensjoneres.			<i>Oppfølging gjennom planverktøy/info til kommune etc.:</i> Sikres i planbestemmelser.		

Det sikres i bestemmelser at bekkeløp utvides fra bakkant av bygg innenfor felt BBB og ned til Fistervegen. Ved gjennomførelse av foreslåtte tiltak vil bekken ha kapasitet til å håndtere en 200-års flom, og vannet vil ikke flomme over til nærliggende områder ved en 200 års flomhendelse. Med bakgrunn i dette anses det ikke som nødvendig med hensynssone.	Sikres i planbestemmelser.
--	-----------------------------------

NR.	5	TYPE UØNSKET HENDELSE	Fare for drukning		
Beskrivelse av uønsket hendelse: Drukningssulykke ifbm. lekeplass ved Liarbekken, eller i sjø.					
OM NATUR-PÅKJENNINGER (TEK17)		SIKKERHETSKLASSE FLOM/SKRED	FORKLARING		
Nei.					
ÅRSAKER					
Det skal anlegges lekeplass like ved eksisterende bekk. Planområdet grenser mot sjø.					
Utsnitt fra illustrasjonsplan, Kilde: JoB arkitekter:					
EKSISTERENDE BARRIERER					
Det er en del eksisterende kantvegetasjon langs Liarbekken som vil kunne ha en barrierevirkning mellom bekk og lekeområde.					
SÅRBARHETSVURDERING					
Hendelser medfører ikke konsekvenser for kritiske samfunnsfunksjoner.					
SANNSYNLIGHET	HØY	MIDDELS	LAV	FORKLARING	
Drukning ifbm. bekk og sjø		x		1 gang i løpet av 10-100 år	
Begrunnelse for sannsynlighet: Kort avstand mellom lekeområde og bekk. Barriere mellom lekeplass og bekk vil redusere sannsynligheten for hendelse. Det er planlagt bebyggelse i umiddelbar nærhet til sjø, samt tilrettelagt for badeplass i tilknytning til sjø. Det legges til grunn at en generelt sett viser høyere aktsomhet med tanke på fare for drukning ifbm. aktivitet ved sjø/badeplass og at barn er under oppsyn av voksen.					
KONSEKVENSVURDERING					
	Konsekvenskategorier				
	STORE	MIDDELS	SMÅ	IKKE RELEVANT	
Liv og helse		x			
Stabilitet				x	
Materielle verdier				x	
Samlet begrunnelse av konsekvens: En ulykke som involverer barn kan i verste fall medføre dødsfall.					
USIKKERHET		BEGRUNNELSE			
Middels		Vanskelig å overføre generell erfaringstall/statistikk på denne typen hendelser.			
FORSLAG TIL TILTAK OG MULIG OPPFØLGING I AREALPLANLEGGINGEN OG ANNET					
Tiltak: Det sikres i planbestemmelser at lekeplass skal sikres med gjerde eller annen barriere som f.eks. tett hekk mot Liarbekken.		Oppfølging gjennom planverktøy/info til kommune etc.: Sikres i planbestemmelser.			

Risiko for drukning i sjø kan reduseres for eksempel ved bruk av redningsvest, samt at barn er i oppsyn av voksne.	Tiltak kan ikke sikres i plan.
--	--------------------------------

NR.	6	TYPE UØNSKET HENDELSE	Ulykke knyttet til skoleveg		
<i>Beskrivelse av uønsket hendelse:</i> Trafikkulykke som involverer barn langs skoleveg.					
OM NATUR-PÅKJENNINGER (TEK17)	SIKKERHETSKLASSE FLOM/SKRED		FORKLARING		
Nei					
ÅRSAKER					
Barn som bor i eller omkring planområdet må benytte Fistervegen som del av skoleveg. Vegen er etablert uten fortau eller gang-/sykkelveg.					
EKSISTERENDE BARRIERER					
Begrenset trafikkmengde på 500 kjt./døgn. Fartsgrense er satt til 50 km/t.					
SÅRBARHETSVURDERING					
Hendelsen medfører ikke konsekvenser for kritiske samfunnsfunksjoner.					
SANNSYNLIGHET	HØY	MIDDELS	LAV	FORKLARING	
		x		1 gang i løpet av 10-100 år	
<i>Begrunnelse for sannsynlighet:</i> Det er uheldig at myke og harde trafikanter ikke er separert, spesielt når det er snakk om skolebarn. Kryssing av Fistervegen for boliger på sjøsiden av vegen er spesielt kritisk da det ikke er etablert gangfelt. Iht. SVVs Vegkart er det registrert 1 trafikkulykke i nærliggende områder.					
KONSEKVENSVURDERING					
	Konsekvenskategorier				
	STORE	MIDDELS	SMÅ	IKKE RELEVANT	FORKLARING
Liv og helse			x		Ingen dødsfall, men inntil 2 skadde.
Stabilitet				x	
Materielle verdier			x		Mindre skader på biler.
<i>Samlet begrunnelse av konsekvens:</i> Lav trafikkmengde langs vegen er positivt, men det er uheldig at det ikke er separering mellom myke og harde trafikanter. Det anbefales at det tilrettelegges bedre for myke trafikanter.					
USIKKERHET			BEGRUNNELSE		
Middels			Det er kjente trafikkdata i området.		
FORSLAG TIL TILTAK OG MULIG OPPFØLGING I AREALPLANLEGGINGEN OG ANNET					
<i>Tiltak:</i> Etablering av separat gang-/sykkel-forbindelse langs Fistervegen innenfor planområdet. Etablering av fotgjengeroverganger med tilhørende fartsreducerende tiltak som f.eks. opphøyd gangfelt ved kryssing av Fistervegen.			<i>Oppfølging gjennom planverktøy/info til kommune etc.:</i> Sikres i plankart. Sikres i plankart og bestemmelser.		

6 Sammenstilling av risiko og tiltak

6.1 Sammenstilling av risiko

Risiko for ulike uønskede hendelser som er analysert i kapittel 5 er oppsummert i risikomatriser for de ulike konsekvenstypene under:

KONSEKVENSER FOR LIV OG HELSE					FORKLARING
SANNSYNLIGHET		Små	Middels	Store	
	Høy >10 %				1) Snøskred 2) Usikker byggegrunn 3) Stormflo 4) Flom i bekk 5) Fare for drukning 6) Trafikkulykke skoleveg
	Middels 1-10 %	3,4,6	5		
	Lav <1 %		1		

KONSEKVENSER FOR MATERIELLE VERDIER					FORKLARING
SANNSYNLIGHET		Små	Middels	Store	
	Høy >10 %				1) Snøskred 2) Usikker byggegrunn 3) Stormflo 4) Flom i bekk 5) Fare for drukning 6) Trafikkulykke skoleveg
	Middels 1-10 %	6	3,4		
	Lav <1 %		1,2		

6.2 Risikoreduserende tiltak

På bakgrunn av utførte risiko- og sårbarhetsvurderinger er det foreslått risikoreduserende tiltak og aktuell oppfølging i videre prosess:

HENDELSE	TILTAK	VIDERE OPPFØLGING	RISIKO ETTER TILTAK
1) Snøskred	Ingen, iht. utarbeidet snøskredvurdering er det ikke reell fare for snøskred i området.	-	-
2) Usikker byggegrunn	Detaljprosjektering av regulert tiltak.	Ivaretas av TEK17.	Risiko for setningsskader/stabilitetsproblemer vurderes å være betydelig redusert etter gjennomføring av tiltak.
3) Stormflo	Hensynssone for 200-års stormflo med havnivå 2090 (iht. Se Havnivå) legges inn i plankart, og det sikres i bestemmelser at bebyggelse innenfor hensynssone skal etableres på min. kote 3,0.	Plankart og bestemmelser.	Risiko for skade på bebyggelse ifbm. stormflo vurderes å være betydelig redusert etter gjennomførelse av tiltak.
4) Flom i bekk	Det medtas bestemmelse som sikrer at stikkrenne under Fistervegen oppdimensjoneres.	Bestemmelser.	Risiko for skade på bebyggelse ifbm. flom i bekk vurderes å være betydelig redusert etter gjennomføring av tiltak.

	Det sikres i bestemmelser at bekkeløp utvides fra bakkant av bygg innenfor felt BBB og ned til Fistervegen.		
5) Fare for drukning	Det sikres i planbestemmelser at lekeplass skal sikres med gjerde eller annen barriere som f.eks. tett hekk mot Liarbekken.	Bestemmelser.	Risiko for drukningsulykke vurderes å være redusert etter gjennomførelse av tiltak.
6) Trafikkulykke skoleveg	Etablering av gang-/sykkelveg langs Fistervegen innenfor planområdet. Etablering av fotgjengeroverganger med tilhørende fartsreducerende tiltak som f.eks. opphøyd gangfelt ved kryssing av Fistervegen.	Plankart og bestemmelser.	Risiko for ulykke er betydelig redusert etter gjennomføring av tiltak.

6.3 Oppsummering

Det er registrert seks mulige uønskede hendelser som kan påvirke planområdet og planlagt tiltak. De uønskede hendelsene er:

- Snøskred
- Usikker byggegrunn
- Stormflo
- Flom i bekk
- Fare for drukning
- Trafikkulykke som involverer barn

Iht. utarbeidet risiko- og sårbarhetsanalyse er planområdet egnet for foreslått utbyggingsformål, såfremt foreslått tiltak sikres i videre prosess.

7 Kilder

- NVE Atlas
- Temakart Rogaland
- Smartkommune.no
- SVV Vegkart
- Klimatilpasning i Norge (2009) - Havnivåstigning
- DSB (2017) – Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging
- DSB (2016) – Havnivåstigning og stormflo
- DSB (2014) – Veileder til helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse

8 Vedlegg

1. ROS-sjekkliste
2. Skredvurdering, utført av Efla rådgivende ingeniører.
3. Geoteknisk rapport, datert 21.02.2017, utført av Procon.
4. Notat innledende geoteknisk vurdering, datert 17.02.2021, utført av Procon.
5. Flomvurdering, utført av Head Energy UP AS.
6. Geoteknisk grunnrapport, datert. 07.12.2021, utført av Procon.
7. Notat fundamentering og stabilitet, datert. 16.02.2022, utført av Procon.

SJEKKLISTE RISIKO OG SÅRBARHETSANALYSE

DETALJREGULERING FOR SOLSTRAND BUSTADFELT, FISTER, PLAN ID R162

Punkter hvor det krysses av for «JA» i sjekklisten eller det er tvil om farenivå vil risiko utredes spesielt i ROS-analyse, og ved behov egne utredningsrapporter.

NATURRISIKO	Forhold som kartlegges	Vurdering		Utrednings-punktnr./kommentar
Sikkerhets-klasse for tiltak i planområdet	Oppgi sikkerhetsklasse eller akseptkriterier etter konsekvens: F1 – liten, F2 – middels, F3 - stor	JA	NEI	
Skred/ras/ustabil grunn (snø, is, stein, leire, jord og fjell)	Er området utsatt for snø- eller steinskred?	x		Området ligger i utløpsområde for snøskred jf. NVE atlas. Efla AS utarbeider egen rapport som vurderer dette. Rapport ettersendes.
	Er området geoteknisk ustabil?	x		Området ligger under marin grense. I temakart Rogaland er det beskrevet som et område hvor det sjeldent kan finnes marin leire, og iht. NVE atlas er det ingen kjente forekomster av kvikkleire i området. Forekomst av marin leire er vurdert i vedlagt snøskredrapport, og iht. den er det ingenting som tyder på forekomst av marine avsetninger/leire. I forbindelse med utbygging av eks. molo er det utført geotekniske grunnundersøkelser av Procon Stavanger AS.

	Er det fare for utglidning/setninger på tilgrensende områder ved masseutskiftning, varig eller midlertidig senkning av grunnvann m.v.?		x	Med utgangspunkt i avstand til eks. bebyggelse og omfang av byggetiltak vurderes det til ikke å være fare.
Flom/stormflo	Er området utsatt for springflo/flom i sjø?	x		Utbyggingsområder grenser mot sjø. Iht. temakart Rogaland ligger deler av planområdet innenfor fareområde for stormflo. Planområdet grenser mot aktsomhetsområde for jord- og flomskred, men selve planområdet ligger ikke innenfor aktsomhetsområde.
	Er området utsatt for flom i elv/bekk (lukket bekk)?	x		Deler av planområdet innenfor aktsomhet for flom tilhørende Liarbekken iht. NVE kart. Det utarbeides en vurdering av flomfare tilknyttet bekk. Rapport ettersendes.
	Kan drenering føre til oversvømmelser i nedenforliggende områder?		x	Området ligger i direkte tilknytning til sjø, med avrenning ned til sjøen.
Radon	Er det radon i grunnen?		x	Iht. temakart Rogaland et det høy fare for radon i området. Krav til radonforebyggende tiltak ivaretas av TEK.
Ekstremvær	Kan området være ekstra eksponert for økende vind/ekstremnedbør som følge av endring i klima?		x	Iht. vindrose for nærliggende værstasjon på Sigmundstad er dominerende vindretning fra øst, men vind er ikke særlig kraftig. Det er ikke erfaring med at området er

				spesielt utsatt for vind/ekstremnedbør som følge av klimaendringer.
Lyng-/skogbrann	Vil skogbrann/lyngbrann i området være en spesiell fare for bebyggelse?		x	Noe skog/vegetasjon i og omkring planområdet, men ingen spesiell brannfare.
Regulerte vann	Er det åpent vann i nærheten, med spesiell fare for usikker is eller drukning?	x		Planområdet grenser mot sjø og bekk. Lekeplass planlegges nær Liarbekken.
Terrengformasjoner	Finnes det terrengformasjoner som utgjør en <i>spesiell</i> fare (stup etc.)		x	Ingen terrengformasjoner innenfor planområdet som utgjør spesiell fare.

VIRKSOMHETS RISIKO	Forhold som kartlegges	Vurdering		Utrednings- punktnr./ kommentar
		JA	NEI	
Tidligere bruk	Er området (sjø/land) påvirket/forurenset fra tidligere virksomheter:			
	Industrivirksomhet, herunder avfallsdeponering?		x	Det har tidligere vært en mindre hermetikkfabrikk på området. Ikke registreringer på kjent forurensning iht. kart fra Miljøstatus.
	Militære anlegg, fjellanlegg, piggrådsperringer?		x	
	Gruver, åpne sjakter, steintipper etc.?		x	
	Landbruk, gartneri?		x	
Virksomheter med fare for brann og eksplosjon	Er nybygging i området uforsvarlig? Vil nybygging utgjøre en økt brannrisiko for omkringliggende bebyggelse dersom spredning?		x	Etablering av boligfelt vurderes til å ikke utgjøre økt brannrisiko.
	Vil nybygging legge begrensninger på eksisterende anleggs mulighet for videreutvikling?		x	Utbygging legger ikke begrensninger på eks. anleggs muligheter for videreutvikling.
Virksomheter med fare for kjemikalieutslipp eller annen akutt forurensing	Er nybygging i nærheten uforsvarlig?		x	Utbygging gjør ikke nybygging i nærheten uforsvarlig.
	Vil nybygging legge begrensninger på eksisterende virksomhet?		x	Utbygging legger ikke

				begrensninger på eksisterende virksomhet.
Høyspent	Går det høyspentmaster eller jordkabler gjennom området som påvirker området med magnetiske felt?		x	Iht. kart fra Lyse blir ikke planområdet berørt av magnetiske felt fra høyspentmaster eller jordkabler.
	Er det spesiell klatrefare i forbindelse med master?		x	Ingen høyspentmaster i området.

TRAFIKK SIKKERHET	Forhold som kartlegges	Vurdering		Utrednings-punktnr./ kommentar
		JA	NEI	
Ulykkespunkt	Er det kjente ulykkespunkt på transportnettet i området.		x	Iht. SVVs Vegkart er det 1 registrert trafikkulykke nord for planområdet.
Farlig gods	Er det transport av farlig gods gjennom området?		x	Ingen kjennskap til at det foregår transport av farlig gods på Fistervegen.
	Foregår det fylling/tømming av farlig gods i området?		x	Ingen kjennskap til tømming/fylling av farlig gods.
Myke trafikanter	Er det spesielle farer forbundet med bruk av transportnettet for gående, syklende og kjørende innenfor området? (Ved kryssing av vei, dårlig sikt, komplisert trafikkbilde, lite lys, høy fart/fartsgrense)			Det er ikke etablert fortau langs Fistervegen som vil være del av skoleveg. Fistervegen har ÅDT på 500 kjt./døgn og fartsgrense er 50 km/t.
	• Til barnehage/skole	x		
	• Til idrettsanlegg, nærmiljøanlegg	x		
	• Til forretninger	x		
	• Til busstopp	x		
Støy- og luft-forurensning	Er området utsatt for støy?		x	Det er ikke registrert støyhendelser, jf. Kart fra Miljøstatus. Det kan være noe vegtrafikkstøy fra Fistervegen, men ÅDT er relativt lav på 500 kjt./døgn.

	Er området utsatt for luftforurensning fra f.eks. eksos fra biler, utslipp fra fabrikker?		x	Ingen kjente kilder til luftforurensning, utenom biltrafikk fra veg. Trafikkmengde er så lav at det ikke vil påvirke planlagt bebyggelse i nevneverdig grad.
	Er området utsatt for svevestøv fra piggdekk/masseuttak eller lignende?		x	Ingen kjente masseuttak i området. Pga. lav trafikkmengde på Fistervegen anses ikke svevestøv fra piggdekk til å utgjøre sjenanse for planlagt bebyggelse.
Ulykker i nærliggende transportårer	Vil utilsiktede/ukontrollerte hendelser som kan inntreffe på nærliggende transportårer utgjøre en risiko for området i forbindelse med:			
	Hendelser på veg		x	Fistervegen anses ikke om transportåre. Godstrafikk vil sannsynligvis benytte Ryfylkevegen.
	Hendelser på jernbane		x	Ikke jernbane i nærheten.
	Hendelser på sjø/vann/elv		x	Iht. Kystverkets kart er Fisterfjorden definert som bifarled, men farledsareal berører ikke Fistervågen hvor planområdet er lokalisert.
	Hendelser i luften		x	Området ligger ikke i innflyvningszone.

SAMFUNNS-SIKKERHET	Forhold som kartlegges	Vurdering		Utrednings-punktnr./kommentar
		JA	NEI	
Kritisk infrastruktur	Medfører bortfall av tilgang på følgende tjenester spesielle ulemper for området:			
	Elektrisitet		x	

	• Tele, data og TV-anlegg		x	Bortfall av oppgitte tjenester vurderes til ikke å medføre spesielle ulemper for området.
	• Vannforsyning		x	
	• Renovasjon/spillvann		x	
	• Veier, broer og tunneler (særlig der det ikke er alternativ adkomst)		x	
	Finnes det alternativ tilgang/forsyning ved brudd/bortfall?		x	Ikke kjent. Bortfall ikke kritisk for denne typen tiltak.
Høyspent/ energiforsyning	Vil tiltaket endre (svekke) forsyningssikkerheten i området?		x	Det reguleres inn nettstasjon i området som sikrer energiforsyning i området.
Brann og redning	Har området utilstrekkelig brannvannforsyning (mengde og trykk)?		x	Vannledning innenfor området oppgraderes fra 110 mm til 160 mm ved utbygging. Ref. beskrivelse av VA i planbeskrivelse.
	Har området bare en mulig adkomstrute for brannbil?		x	Planområdet er tilgjengelig via Fistervegen som har to tilknytninger til Ryfylkevegen.
Terror og sabotasje	Er det spesiell fare for terror eller kriminalitet i området? (ved plassering av utsatt virksomhet)		x	Innenfor planområdet planlegges ikke utsatt virksomhet som medfører terrorfare i området.
	Er tiltaket i seg selv et sabotasje/terrormål?		x	Nei, det tilrettelegges for et mindre boligfelt og småbåtanlegg.
	Er det evt. terrormål i nærheten?		x	Ingen spesielle virksomheter som medfører terrorfare i området.
Skipsfart	Er det planlagt en sjønær utbygging? Vil dette få konsekvenser for farleder eller strømforhold?			Ja, det planlegges sjønær utbygging. Fisterågen omfattes ikke av farledsareal tilknyttet bifarled i Fisterfjorden. Hurtigbåt legger til ved Fister kai, ca. 270 m i luftlinje fra plan-området. Utbygging anses ikke til å medføre
	Er det fare for at skistrafikk fører til:			
	• Utslipp av farlig last		x	
	• Oljesøl		x	
	• Kollisjon mellom skip		x	
	• Kollisjon med bygning		x	
	• Kollisjon med infrastruktur		x	

				konsekvenser for farleder og strømforhold. Kun mindre båter som ferdes i Fistervågen.
--	--	--	--	---

NOTAT

PROSJEKT NR.

8749-001-071-MIN-001-V01

DATO

20.11.2020

SENDER

Stefan Geir Arnason

PROSJEKT/OPPDRA

ROS Fister - Skredvurdering

OPPDRA

Head Energy Up AS

DISTRIBUSJON

Camilla Bø (Head Energy Up AS)

TEMA

Vurdering av skredfare, snøskred

VERSJONSHISTORIE

REV.	UTARBEIDET	DATO	KONTROLLERT	DATO	GODKJENT	DATO
01	Stefan Geir Arnason	20.11.20	Jon Haukur Steingrímson	20.11.20	Jon Skuli Indridason	20.11.20
	Ferdig notat					

Innledning

Eiendom 74/7 (gårdsnummer 74, bruksnummer 7) i Fister, Hjelmeland kommune, er under regulering. Innenfor planområdet skal det oppføres boligbebyggelse. Det planlegges 22 boenheter og småbåtanlegg, 12 av boligene vil være kjedeboliger og fritt stående eneboliger. Det planlegges og en mindre boligblokk (BBB) med 10 leiligheter. Planforslag vises i figur 1 her nedenfor og illustrasjonsplan vises i figur 2.



FIGUR 1. Planforslag tomt 74/4, Fister.



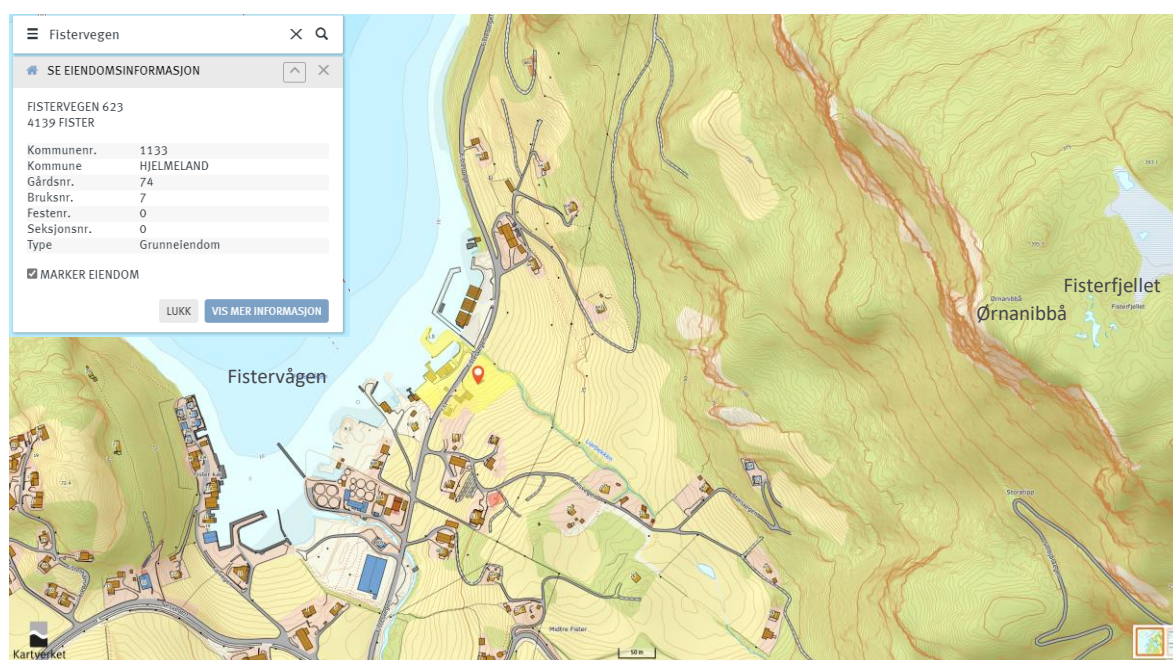
FIGUR 2. Illustrasjonsplan tomt 74/7, Fister.

Store deler av planområdet er innenfor aktsomhetsområde for skred i bratt terreng, er innen utløpsområde for snøskredⁱ. Samt som området ligger under marin grense.

I forbindelse med dette har Efla gjort en vurdering av skredfare for planområdet. Vurderinger er baserte på analyser og studier av kart, tidligere utførte grunnundersøkelser, dagens vegetasjons- og klimaforhold. Det er ikke gjort noen befaring i området, men gjort nytte av bilder som er tatt i området, ortofoto fra Norgebilder.no, samt kjørebilder fra Google maps. Vurderinger er utført av Stefan Geir Arnason.

Grunnforhold og topografi

Planområdet er ved Fistervågen. Det strekker seg fra strandlinjen og opp mot kote ca. 12 moh. Nærmest kysten og mot Fistervegen er terrenget forholdsvis flatt. Fra Fistervegen stiger terrenget sakte i retning mot SØ, med helning varierende mellom $\sim 1:4$ til $\sim 1:6$. Topografisk kart av Fister vises i figur nedenfor, planområdet vises med gult og rød markør.



FIGUR 3. Topografisk kart, Fisterⁱⁱ

Område rundt omkring planområdet betegnes stort sett som dyrket mark og ca. 150 m øst for planområdet begynner terrenget å stige, opp Fisterfjellet, som strekker seg opp til ~ 396 moh. Fisterfjellet kjennetegnes med NV-SØ gående stupbratte skrenter og slakere partier derimellom.

Kvartærgeologisk kart av området (www.ngu.no) angir at grunn innen lavlandet ved Fistervågen består sammenhengende dekke av morenemateriale, stedvis med stor mektighet. Morenematerialet er vanligvis dårlig sortert og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk.

I 2017 ble det gjort grunnundersøkelser i forbindelse med utbygging av eksisterende moloⁱⁱⁱ. Undersøkelsene ble gjort på sjøbunn og de viste at antatte stedeagne masser består av sand med stein samt silt og finsand.

Klima- og vegetasjonsforhold

Værstasjonen Fister/Sigmundstad (45870) er den værstasjonen som ligger nærmest planområdet, ca. 3 km sørvest fra området. Stasjonen har vært i drift fra slutten av mai 2007 og den ligger på 30 moh.

Normal nedbør i året er rundt 1600 mm. For stasjonen gjelder at største delen av nedbøren kommer om høsten, perioden september-desember, og faller vanligvis som regn. Vindrose for stasjonen viser at vind fra østlig retning er herskende, samt at den ikke er særlig kraftig. Figur nedenfor viser vindrose fra stasjonen samt gjennomsnittlig temperatur pr. måned^{iv}.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

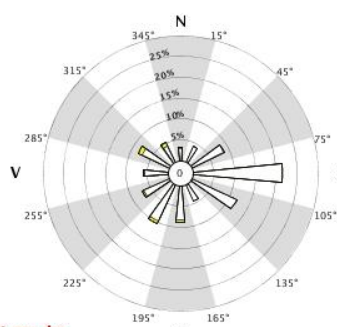
Vindhastighet (m/s)

- > 25
- 18,9-25
- 12,7-18,8
- 6,5-12,6
- 0,3-6,4

Stille (%)

0

45870 FISTER - SIGMUNDSTAD



År: 2007 - 2019

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

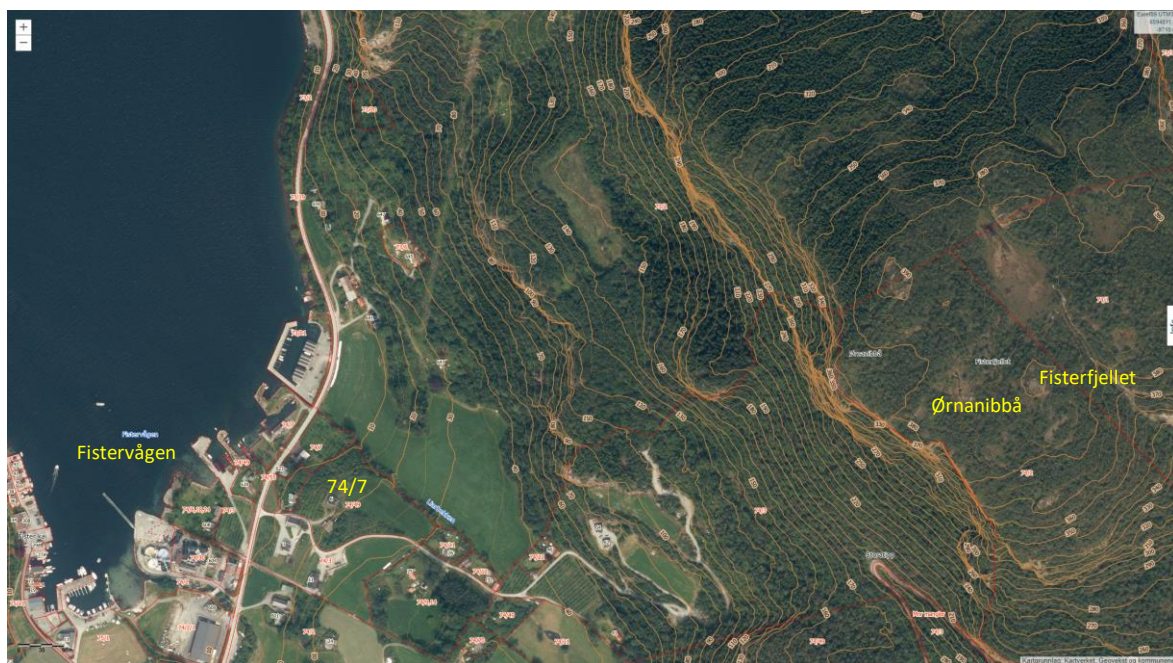
Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

Month normals 1961 - 1990 for TAM, Mean temperature

St.no	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
45870	0,8	0,6	2,6	5,6	9,8	12,8	14,1	14,1	11,3	8,4	4,3	2,1	7,2

FIGUR 4. Vindrose og gjennomsnittlig temperatur for værstasjon Fister/Sigmundstad (45870)

Ortofoto, figur 5, samt bilder fra området, figur 6, viser dyrket mark på lavlandet og hvordan SV lien til Fisterfjellet er dekket med skog. Lauvskog dominerer over mindre felt med barskog.



FIGUR 5. Ortofoto av planområdet, ved Fistervågen. Fotoet er tatt fra Norge i bilder^v.

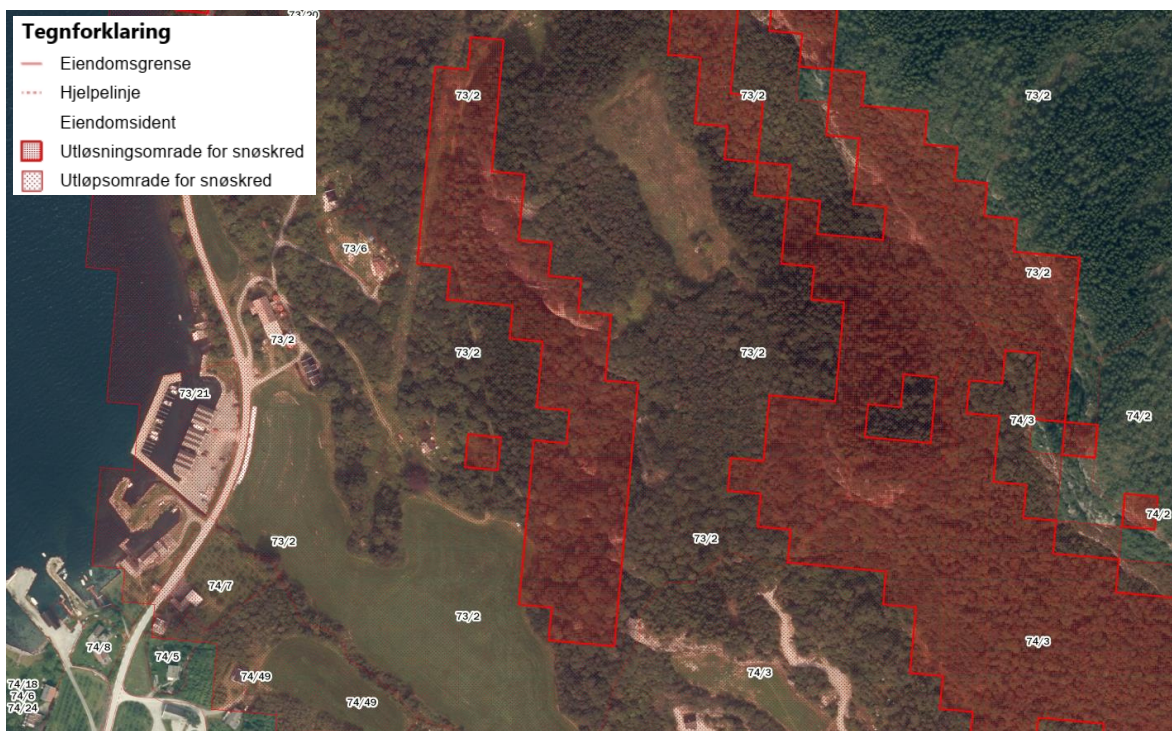


FIGUR 6. Google maps street view, fra planområdet mot Fisterfjellet.

Aktsomhetskart og vurdering av fare for snøskred.

Figur 6 viser utsnitt av aktsomhetskart for snøskred, figuren er skrevet ut fra NVE Atlas^{vi}. Figuren viser to teoretiske utløsningsområder for snøskred i Fisterfjellet. Store deler av planområdet er innenfor teoretisk utløpsområde for snøskred fra disse utløsningsområdene.

Aktsomhetskartene er basert på analyser av terrengmodeller og tilsier kun om terrenget er teoretisk bratt nok for utløsning av skred og i tilfelle beregnes teoretiske utløpslengder.



FIGUR 7. Aktsomhetskart, skred i bratt terreng. Snøskred

De teoretiske utløsningsområdene følger først og fremst de stupbratte skrentene, som vises både i høydekurver i figurer 3 og 5 og som vises på foto i figur 6. I tillegg defineres bratt terreng under skrentene som teoretisk utløsningsområde.

Herskende vindretning og orientering til lien til Fisterfjellet, NV-SØ orientering, er slik at teoretisk ville det kunne gi høyde for oppsamling av snø i lien, fra østlig vindretning.

De selve skrentene er dog for bratte for oppsamling av tilstrekkelige snømasser som kunne utgjøre et snøskred. I tillegg vokser trær helt inntil toppen av skrentene, som ortofoto og figur 6 viser. Dermed blir det ikke noen oppsamling av snø i skavler på toppen av skrentene. Øvrige deler av utløsningsområder, nedenfor skrentene, er bevokst med skog, hvor trær binder ned snøen, og utløsning av snøskred dermed ikke mulig.

Fjellskrentene er forholdsvis rette og det er ingen typiske terrengformer i lien, kløfter eller slike former, hvor det ev. kunne samles opp mengder med snø.

Ortofoto viser ingen tegn til skredbaner, som kunne tyde på skredaktivitet. NVE registreringer av tidligere skredhendelser viser og at det er ingen registrerte snøskredhendelser i Fister.

Marin grense og forekomst av marin leire

Planområdet er under marin grense og dermed kan forekomst av marine avsetninger i utgangspunktet ikke utelukkes. Kvartærgeologisk kart viser dog at løsmasser i området består av morenemateriale, tykk sammenhengende forekomst. Grunnundersøkelser i forbindelse med utbygging av eksisterende molo viste stedegne løsmasser av silt, sand og stein. Tidligere er det og utført graving av prøvegrøp i forbindelse med fiskeoppdrett, like sør for planområdet. Der ble det gravd i faste morene masser^{vii}.

Morene er materiale som er avsatt av en isbre, enten under breen, ved siden av den eller mellom to breer. Slik at morene ble dannet under breenes framstøt og ble liggende igjen når breene trakk seg tilbake. Når breene trakk seg fulgte havet med og under slike omstendigheter kunne det dannes marin leire foran breene. Landheving som følge av avlastning etter at breene trakk seg gjorde at leiren ble hevet over havnivå. Derfor dannes vanligvis morenen først og i tilfelle det dannes marin leire da ville den bli avsatt ovenpå morenen.

Ved Fister er morene i overflaten og ingenting som tyder på forekomst av marine avsetninger/leire, selv om området er under marin grense. I tilfelle det forekommer lag med leire under morenen da må den være gammel og ha vært utsatt for breenes siste framstøt og dermed med stor sannsynlighet være overkonsolidert.

Konklusjon

Terrengform, vegetasjon (skog) i Fisterfjellet samt historikk for skredhendelser er slik at fare for snøskred vurderes å ikke være til stede.

ⁱ NVE, Skrednett. <https://temakart.nve.no/tema/aktsomhet>

ⁱⁱ Kartverket, Norgeskart. <https://www.norgeskart.no/>

ⁱⁱⁱ Procon Stavanger AS, 2017. 16-237 Fister molo, Geoteknisk grunnrapport.

^{iv} www.eklima.no

^v <https://www.norgebilder.no/>

^{vi} NVE Atlas, <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

^{vii} Jon Skuli Indridason, muntlig meddelelse

16-237 Fister molo, Geoteknisk grunnrapport

Dato 21.02.2017
Revisjon nr. A

Dokumentnavn: 16-237.01 Fister Molo RIG Grunnrapport

A		SL	EH	21.02.2017	
Rev.	Revisjon gjelder	Utført	Kontr.	Sign.	Dato

Sammendrag

På oppdrag fra Ryfylke Trelast AS har Procon Stavanger AS den 2. februar 2017 utført prøvegraving i sjøbunn ved eksisterende molo på eiendom med gnr/bnr 74/7 i Fister kommune.

I flere av prøvegroppene ble det registrert stor mektighet av løst lagrede masser som gytje og silt. Den store mengden tilførte masser benyttet til bygging av eksisterende molo gjorde det utfordrende å nå helt ned til uforstyrrede og stedegne faste masser. Stedegne faste masser av sand er allikevel antatt påtruffet i prøvegropp 5. Fjell er ikke påtruffet i noen av de seks prøvegroppene.

Innledende vurderinger tilsier at overliggende løst lagrede masser av gytje og silt må masseutskiftes for å unngå setning- og stabilitetsproblemer. Anbefalinger med krav og retningslinjer til geoteknisk prosjektering fremlegges i eget geoteknisk dokument.

Innhold

1	Innledning	3
1.1	Kvartærgeologisk kart	4
1.2	Tidligere grunnundersøkelser	4
2	Feltundersøkelser	4
2.1	Kvalitet	4
2.2	Laboratorieundersøkelser	5
3	Grunnforhold	5
4	Innledende geotekniske vurderinger	5
5	Vedlegg	7
5.1	Reguleringsplan	7
5.2	Utomhus	8
5.3	Utført prøvegraving	9
5.4	Prøvegrop 1 – 6 (PG1 – PG6)	10
5.5	Diverse bilder fra befaring	17

1 Innledning

Procon Stavanger AS har blitt engasjert av Ryfylke Trelast AS for utførelse av geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med utbygging av eksisterende molo for etablering av fritidsbebyggelse, se vedlegg 4.1 og 4.2. Eiendommen har gnr./bnr: 74/7 Fister kommune. På moloen i dag står det ingen bygg.

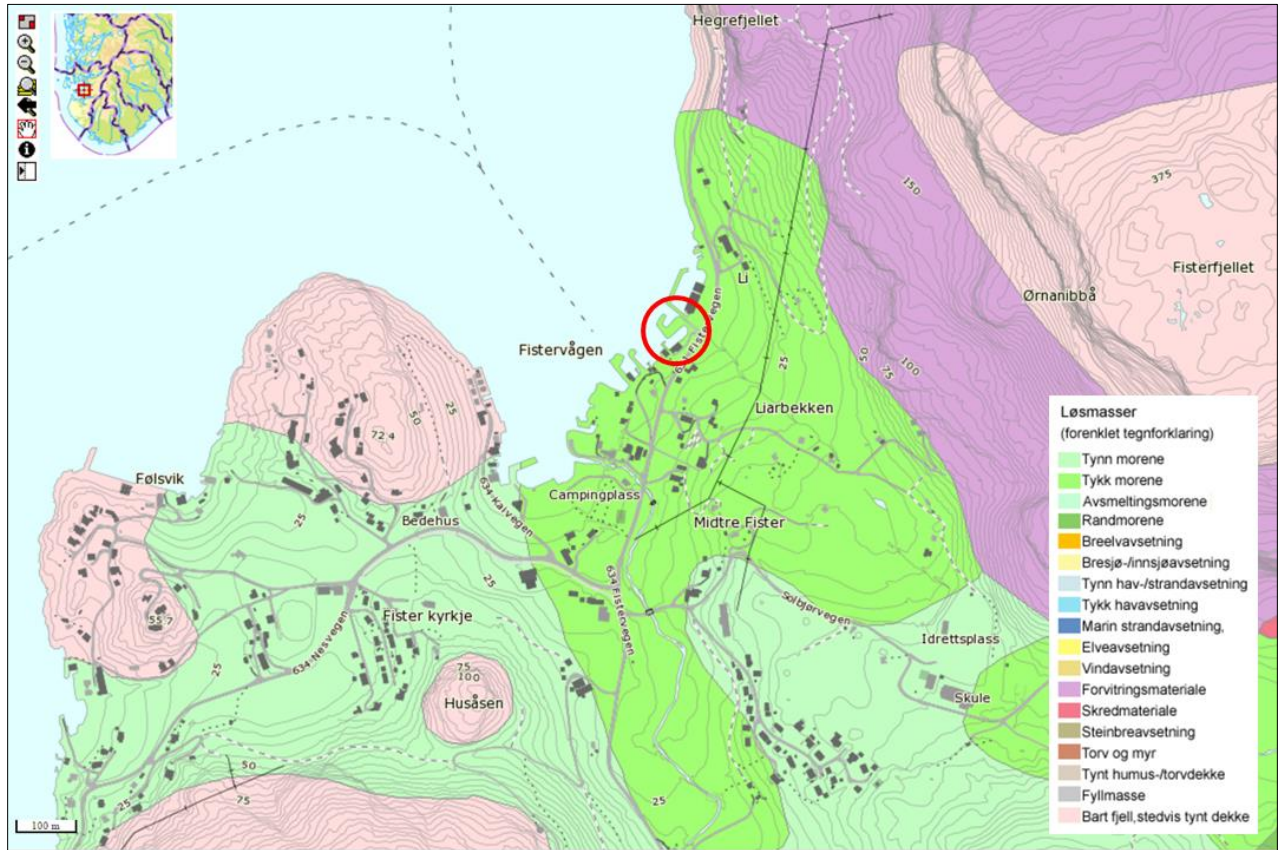
Program for grunnundersøkelsene er utarbeidet av Procon. Denne datarapporten inneholder resultatene av grunnundersøkelsene, en beskrivelse av de registrerte grunnforholdene, og skal danne grunnlag for videre geoteknisk prosjektering.



Figur 1: Oversiktskart over prosjektområdet ved Fister (kartverket.no/QGIS).

1.1 Kvartærgeologisk kart

I følge kvartærgeologisk kart (NGU) består løsmassene på land i undersøkelsesområdet av tykk morene (figur 2).



Figur 2: Kvartærgeologisk kart (ngu.no).

1.2 Tidligere grunnundersøkelser

Procon kjenner ikke til tidligere grunnundersøkelser i området.

2 Feltundersøkelser

Undersøkelser er gjennomført med befaring av geotekniker på stedet og prøvegraving med gravemaskin. Prøvegraving ble utført av Stangeland Maskin AS den 02.02.2017 på bestilling av Procon. Det ble gravet 6 stk. prøvegroper i sjøbunnen, hele tiden med gravemaskin plassert på land. Se vedlegg 4.3 for utført graveplan med oversikt av prøveresultat.

2.1 Kvalitet

Den store mengden av tilførte masser benyttet til bygging av eksisterende molo gjorde det utfordrende å nå dypt nok ned til de stedeagne underliggende massene. Prøvegraving i

sjø/sjøbunn gjør at man ikke kan studere materialet i urørt tilstand i prøvegroppen, men i delvis omrørt tilstand i graveskuffen. Nedfall fra veggene i prøvegroppen vil også blande seg med massene som hentes opp fra bunnen av prøvegroppa. Dette medfører en «grovere» undersøkelse som ikke gir like nøyaktige resultater som ved graving på land.

2.2 Laboratorieundersøkelser

Det ble samlet inn poseprøver fra tre av prøvegroppene hvor massene var løsest lagret. Prøvene er ikke analysert i geoteknisk laboratorium.

3 Grunnforhold

På innsiden av molo som skal fylles igjen, er det mye finstoff som er svært setningsømfintlig (PG1-PG3). I PG1 ble det ikke truffet på faste masser ved graving ca. 2 m under sjøbunn. Faste masser som ble påtruffet i PG2 og PG3 er antatt å være fyllmasse (fot til molo). Gravemaskinen kom ikke dypt nok ned til å grave gjennom laget med fyllmassene for å finne ut hvilke masser som er under. Faste masser av stein og blokker i PG4 er sannsynligvis også del av molofylling.

I PG5 ble det under et topplag av gytje og silt (ca. 0,5 m) påtruffet et lag av sand med stein, som antas å være stedegne masser. Dersom laget av sand og stein underligger molofylling, er det en stabil byggegrunn.

I PG6 og PG7 ble det også observert et topplag av gytje på ca. 0,5 -1 m. Under dette laget ble det i PG6 påtruffet fyllmasse og sand med stein, og i PG7 ble det påtruffet silt og fin sand.

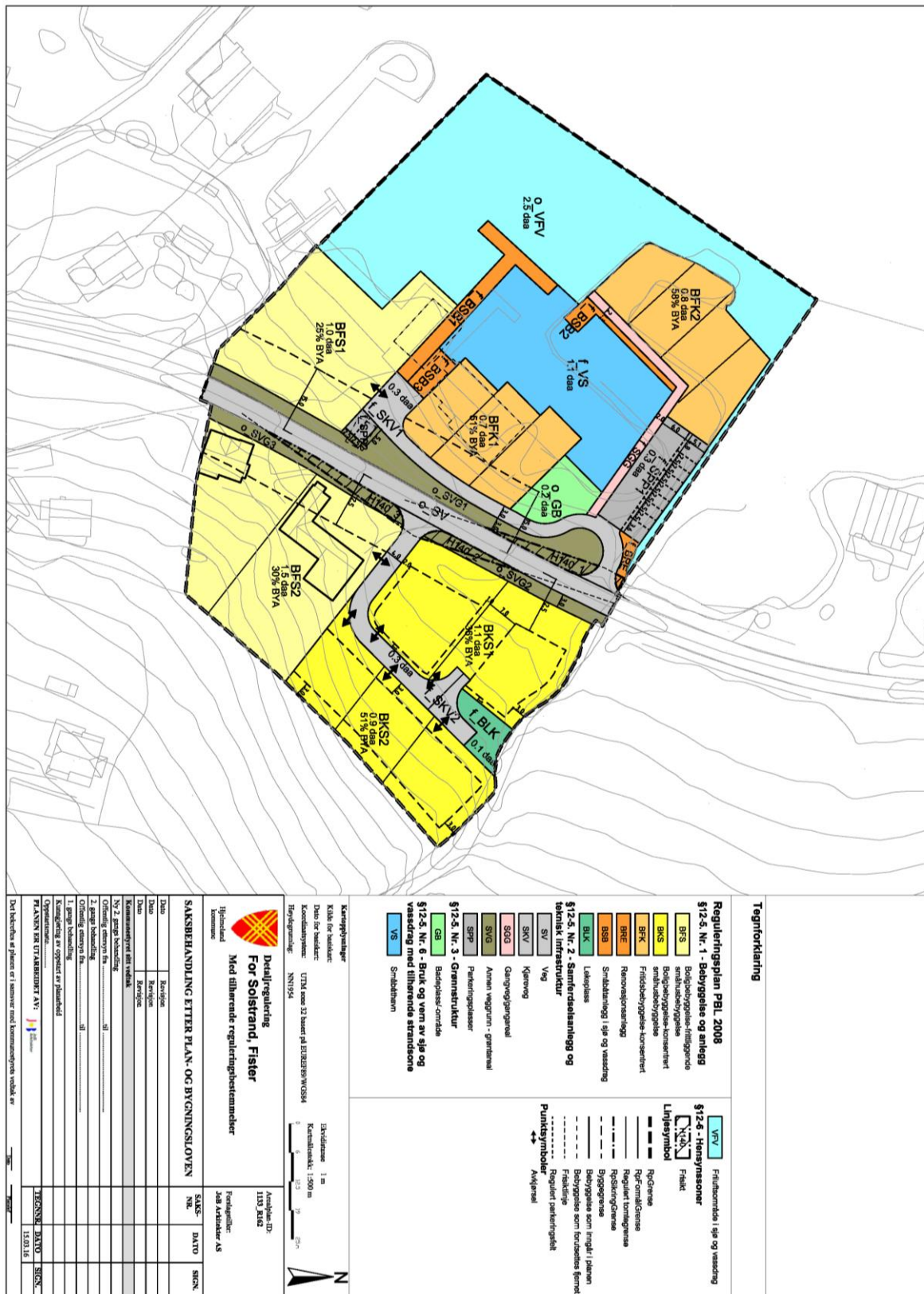
Dybden til stedegne faste morenemasser eller fjell er ukjent for hele undersøkelsesområdet.

Det er verdt å nevne at langs den nordlige eiendomsgrensen renner det en bekk/liten elv. Denne frakter med seg finstoff inkludert organisk materiale, og det er antageligvis årsaken til at det er registrert stor mektighet av finstoff, spesielt i PG1.

4 Innledende geotekniske vurderinger

Fine masser av gytje og silt som er løst lagret må masseutskiftes før ny fyllmasse overlegges ved utvidelse av eksisterende molo. Det bør også gjøres en ny prøvegraving til større dybde ved lokalitet til PG1, PG2 eller PG3 for å undersøke hvilke masser som ligger under eksisterende molofylling. Det for **å unngå setning- og stabilitetsproblemer**. Den nye prøvegravingen til større dyp kan utføres i forbindelse med utvidelsen til moloen.

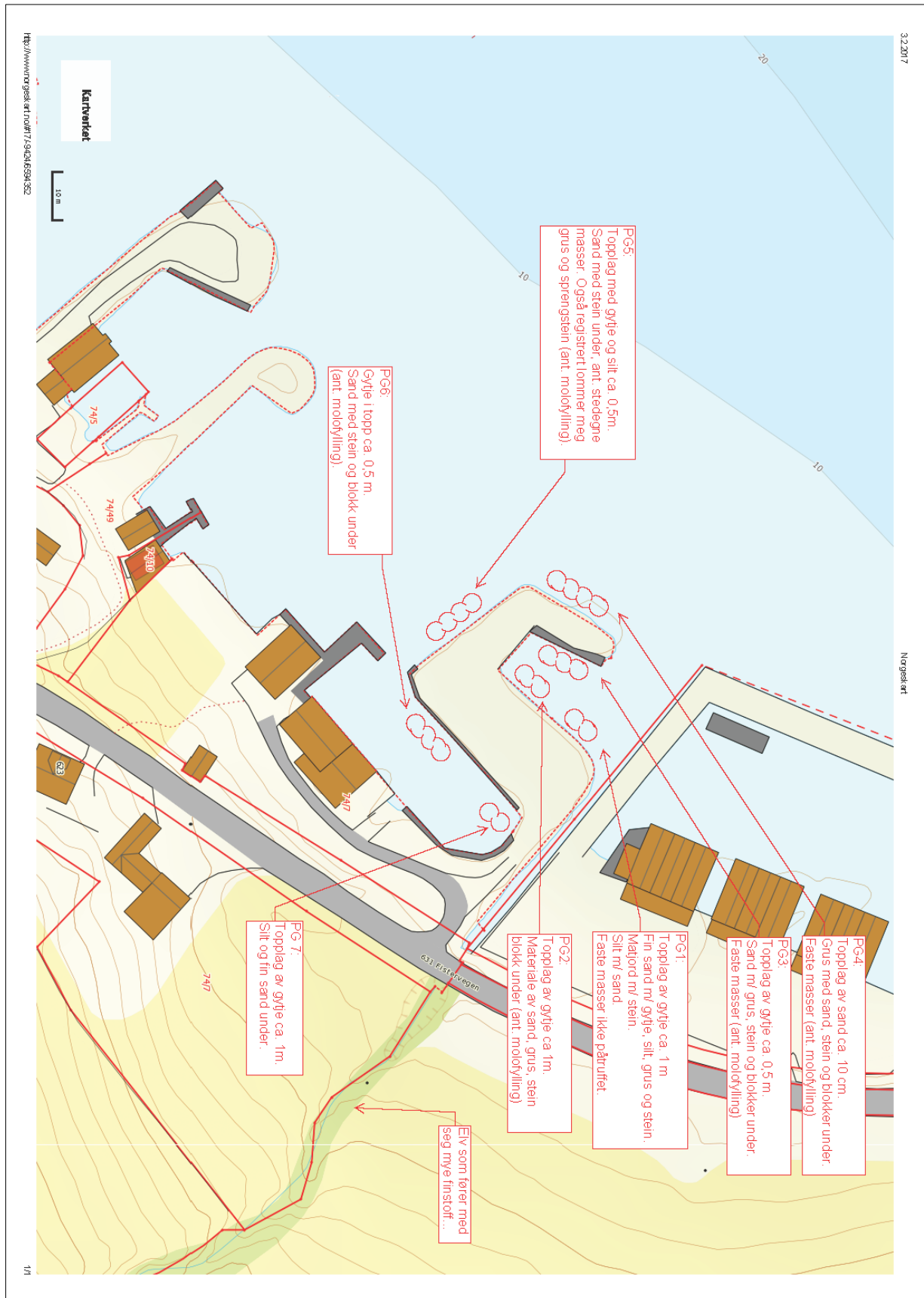
Forbelastning av moloen vil være et setningsreduserende tiltak. Forbelastning utføres ved å øke fyllingshøyde over ønsket nivå, for så å fjerne overflødige masser etter at massene i grunnen har latt seg komprimere, og målt setningshastighet er redusert. Tiden til byggeklar grunn kan variere fra 3 måneder til over ett år avhengig av høyden på overfyllingen og massenes tetthet.



5.2 Utomhus



5.3 Utført prøvegraving



5.4 Prøvegrop 1 – 6 (PG1 – PG6)

Prøvepunkt	PG1	Dato	02.02.2017
Oppdragsnummer	16-237	Oppdragsnavn	Fister molo
Dybde sjakt (m)	Ca. 2	Metode	Prøvegraving
Dybde til grunnvann (m)	-	Vær	Opphold
Dybde til berg (m)	-	Utført av	SL



Dybde (m) Fra	Til	Prøve (j/n)	Beskrivelse (ihht NGF melding nr. 2 2011)	Merknader
0 - 1		j	Gytje	Meget løst lagret
1 – 1,5		j	Materiale av gytje, silt sand grus og stein	Løst lagret
1,5 - 2		j	Silt m/sand	Løst lagret

Prøvepunkt	PG2	Dato	02.02.2017
Oppdragsnummer	16-237	Oppdragsnavn	Fister molo
Dybde sjakt (m)	Ca. 2	Metode	Prøvegraving
Dybde til grunnvann (m)	-	Vær	Opphold
Dybde til berg (m)	-	Utført av	SL



Dybde (m) Fra	Til	Prøve (j/n)	Beskrivelse (ihht NGF melding nr. 2 2011)	Merknader
0 – 1		n	Gytje	Meget løst lagret
1-2		n	Materiale av sand, grus, stein og blokk	Fast lagret, antatt fyllingsfot til molo

Prøvepunkt	PG3	Dato	02.02.2017
Oppdragsnummer	16-237	Oppdragsnavn	Fister molo
Dybde sjakt (m)	Ca. 1	Metode	Prøvegraving
Dybde til grunnvann (m)	-	Vær	Opphold
Dybde til berg (m)	-	Utført av	SL



Dybde (m) Fra	Til	Prøve (j/n)	Beskrivelse (ihht NGF melding nr. 2 2011)	Merknader
0 – 0,5		n	Gytje	Meget løst lagret
0,5 - 1		n	Materiale av sand, grus, stein og blokk	Fast lagret, antatt fyllingsfot

Prøvepunkt	PG4	Dato	02.02.2017
Oppdragsnummer	16-237	Oppdragsnavn	Fister molo
Dybde sjakt (m)	Ca. 1	Metode	Prøvegraving
Dybde til grunnvann (m)	-	Vær	Opphold
Dybde til berg (m)	-	Utført av	SL



Dybde (m) Fra	Til	Prøve (j/n)	Beskrivelse (ihht NGF melding nr. 2 2011)	Merknader
0 – 0,1		n	sand	
0,1 - 1		j	Grus m/sand, stein og blokker	Meget fast, antatt fyllingsfot.

Prøvepunkt	PG5	Dato	02.02.2017
Oppdragsnummer	16-237	Oppdragsnavn	Fister molo
Dybde sjakt (m)	Ca. 1	Metode	Prøvegraving
Dybde til grunnvann (m)	-	Vær	Opphold
Dybde til berg (m)	-	Utført av	SL



Dybde (m) Fra	Til	Prøve (j/n)	Beskrivelse (ihht NGF melding nr. 2 2011)	Merknader
0 - 0,5		j	Gytje og silt	Løst lagret
0,5 - 1		n	Sand med noe stein	Antatt stedegne faste masser

Prøvepunkt	PG6	Dato	02.02.2017	
Oppdragsnummer	16-237	Oppdragsnavn	Fister molo	
Dybde sjakt (m)	Ca. 1	Metode	Prøvegraving	
Dydbde til grunnvann (m)	-	Vær	Opphold	
Dybde til berg (m)	-	Utført av	SL	
- Har ikke bilde.				
Dybde (m) Fra	Til	Prøve (j/n)	Beskrivelse (ihht NGF melding nr. 2 2011)	Merknader
0 – 0,5		n	Gytje	Meget løst lagret
0,5 – 1		n	Sand med stein og blokk	Fast lagret, antatt fyllingsfot

Prøvepunkt	PG7	Dato	02.02.2017
Oppdragsnummer	16-237	Oppdragsnavn	Fister molo
Dybde sjakt (m)	Ca. 1,5	Metode	Prøvegraving
Dydbde til grunnvann (m)	-	Vær	Opphold
Dybde til berg (m)	-	Utført av	SL



Dybde (m) Fra	Til	Prøve (j/n)	Beskrivelse (ihht NGF melding nr. 2 2011)	Merknader
0 - 1		n	Gytje	Meget løst lagret
1 – 1,5		n	Silt med fin sand	Løst lagret

5.5 Diverse bilder fra befaring



Figur 3: Prøvegraving i punkt 1.



Figur 4: Gytje fra PG1,



Figur 5: Prøvegraving i punkt 2.



Figur 6: Prøvegraving i punkt 3.



Figur 7: Prøvegraving i punkt 4.



Figur 8: Prøvegraving i punkt 6.



Figur 9: Utløp til bekk/elv som frakter finstoff inkludert organisk materiale som avsettes på innsiden av molo.



Figur 10: Elvekanal.

NOTAT INNLEDENDE GEOTEKNISK VURDERING MOLO VED FISTER

Prosjektnummer 16-237
Oppdragsgiver AS Ryfylke Trelast
Utført av Mari Thu Randulff
Kontrollert av Thomas Nilsen

Dato	17.02.21
------	----------

Orientering

Procon Rådgivende Ingeniører AS er engasjert av AS Ryfylke Trelast til å gjøre en innledende geoteknisk vurdering av molo og konsept for utfylling i sjø i forbindelse med etablering av fundament for eneboliger. Vurdert område har gårds- og bruksnr. 74/7 på Fister i Hjelmeland kommune.

En eks. molo skal delvis flyttes og fylles ut ytterligere for fundamentering av 4 stk. eneboliger. Det er ønskelig å benytte masser fra eks. molo til utfyllingen. I tillegg skal det fylles ut fra eks. strandlinje for fundamentering av 5 stk. eneboliger.

Grunnforhold

Procon RI utførte i 2017 geotekniske grunnundersøkelser i sjø. Det ble gravd 6 prøvegroper fra eks. molo og fra land. Resultater fra grunnundersøkelsene er gitt i dokumentet «16-237.01 Fister Molo RIG Grunnrapport» datert 21.02.17.

Det er ellers utført målinger av dybde til sjøbunn av grunneier, se vedlegg 1.

Innledende geoteknisk vurdering

Masser fra eks. molo kan muligens benyttes som en indre kjerne i den nye utfyllingen. Det forutsettes imidlertid at sprengsteinsmasser av god kvalitet benyttes til den ytre delen av utfyllingen og at det etableres filterlag og plastring ut mot sjø. Sidekanter i nordøst og sørvest forutsettes avgrenset med lødde murer, støttemur i betong, spunt e.l. Helningen på fyllingen mot sjø er satt til 1:1,5. Fyllingsfoten varierer og avhenger både av dybde til sjøbunn fra fyllingskanten og sjøbunnens naturlige helning.

Da det er betydelige avvik mellom utførte loddinger og sjøkart, anbefales det å kartlegge sjøbunnen med større nøyaktighet. Alternativt kan det søkes Kartverket om å få utlevert sjøbunnsdata i området dersom det er tilgjengelig. Det antas at de nye fyllingene vil fortrenge noe av de stedlige massene på sjøbunnen. Dybde til berg utenfor moloen er ikke kjent.

Ettersom det er vanskelig og komplisert å komprimere masser i vann, må det forventes at fyllingen vil utsettes for egensetninger over lengre tid. Setningsomfanget avhenger av type masse som benyttes og grunnforholdene på sjøbunn. Tidsforløpet for setningene kan fremskyndes dersom fyllingen forbelastes. Forbelastning bør detaljprosjekteres for å sikre at nødvendige setninger forekommer. Tegninger oversendt av oppdragsgiver viser store vindusflater på boligene. Procon RI vurderer

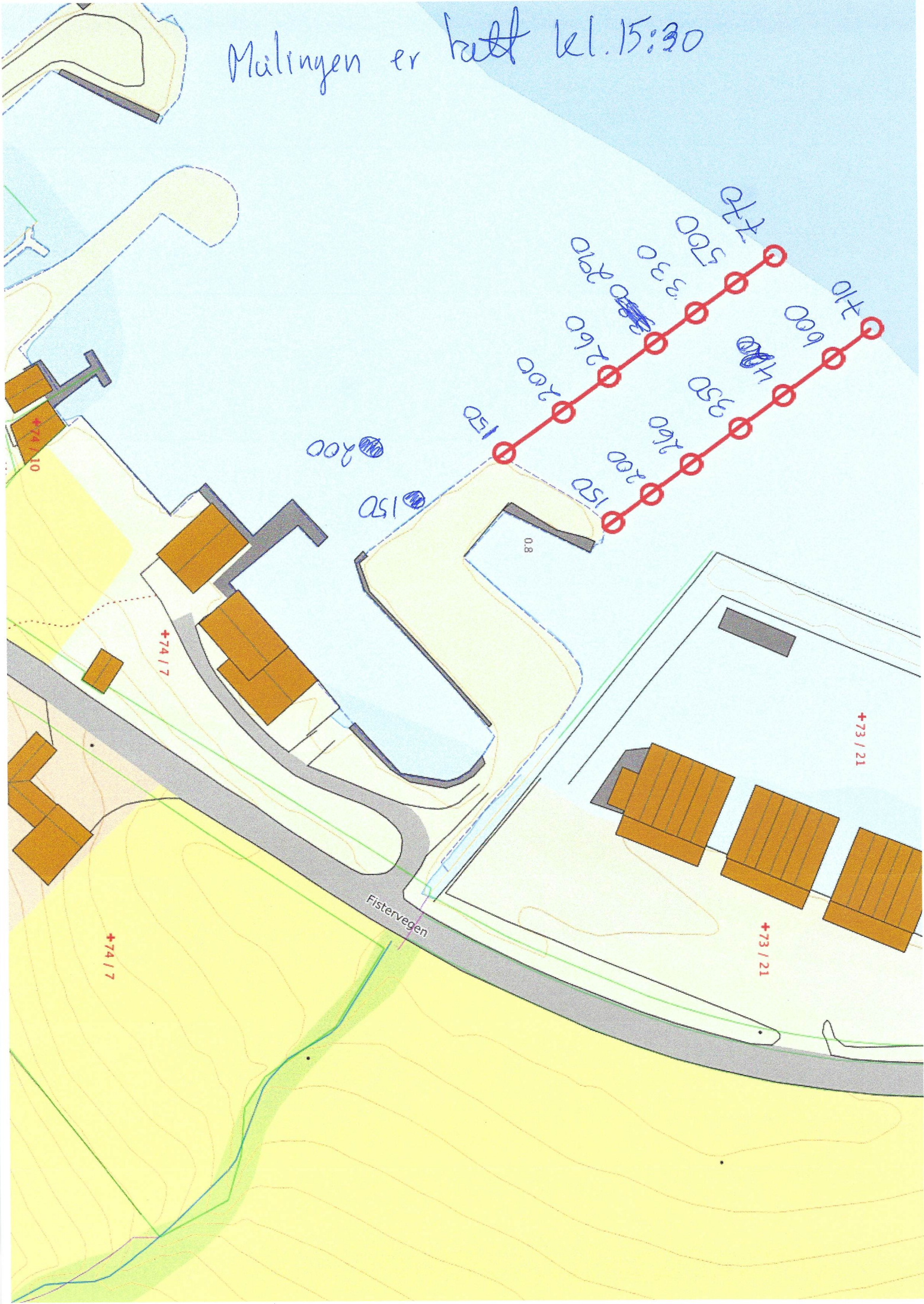
det derfor som helt nødvendig at mesteparten av setningene i fyllingen er ferdige før grunnen belastes av boligene.

Det bør gjøres supplerende grunnundersøkelser for å finne dybde til berg eller faste masser innenfor de nye utfyllingene, samt å kartlegge sjøbunnsmaterialet for å vurdere omfang av massefortrengning og eventuelt behov for stabiliserende tiltak. Supplerende grunnundersøkelser i sjø vil være nødvendig for å kunne gjennomføre en stabilitetsvurdering. Ettersom sjøkart viser slak helning (1:5,5) på sjøbunn forventes det ingen stabilitetsproblematikk, men dette må dokumenteres ved beregning.

Vedlegg

Vedlegg 1	Dybde til havbunn	1 side
-----------	-------------------	--------

Målingen er tatt kl. 15:30



Flomvurdering for *Solstrand, Fister*

1133-74/7

Revisjon: 1



HEAD ENERGY



PROSJEKT-
ADMINISTRASJON



AREAL-
PLANLEGGING



LANDSKAP



VANN OG
AVLØP



SAMFERDSEL



BRANN OG
RISIKO



ETENDOMS-
RÅDGIVNING

Dokumentopplysninger

<i>Plan-ID:</i>	1133-R162
<i>Plannavn:</i>	Solstrand, Fister
<i>Kommune:</i>	Hjelmeland
<i>Prosjektnummer:</i>	110711.002
<i>Forslagsstiller:</i>	JoB Arkitekter AS
<i>Utarbeidet av:</i>	Adis Grabovac
<i>Kontrollert av:</i>	Sindre Bøe
<i>Utgivelsesdato:</i>	18.11.2020

Vedlegg: Beskrivelse:

<i>1</i>	<i>Dimensjonerende vannføringer</i>
<i>2</i>	<i>Liarbekken 20 års flom (profil 1)</i>
<i>3</i>	<i>Liarbekken 200 års flom (profil 1)</i>
<i>4</i>	<i>Liarbekken 20 års flom (profil 2)</i>
<i>5</i>	<i>Liarbekken 200 års flom (profil 2)</i>
<i>6</i>	<i>Havnivå Fister</i>
<i>7</i>	<i>NEVINA rapport</i>

Revisjon: Dato: Revisjonsbeskrivelse:

<i>1</i>	<i>19.02.21</i>	<i>Oppdatert kap. 4 – profil 2 – Lagt til bilder og tekst</i>
----------	-----------------	---

Innhold

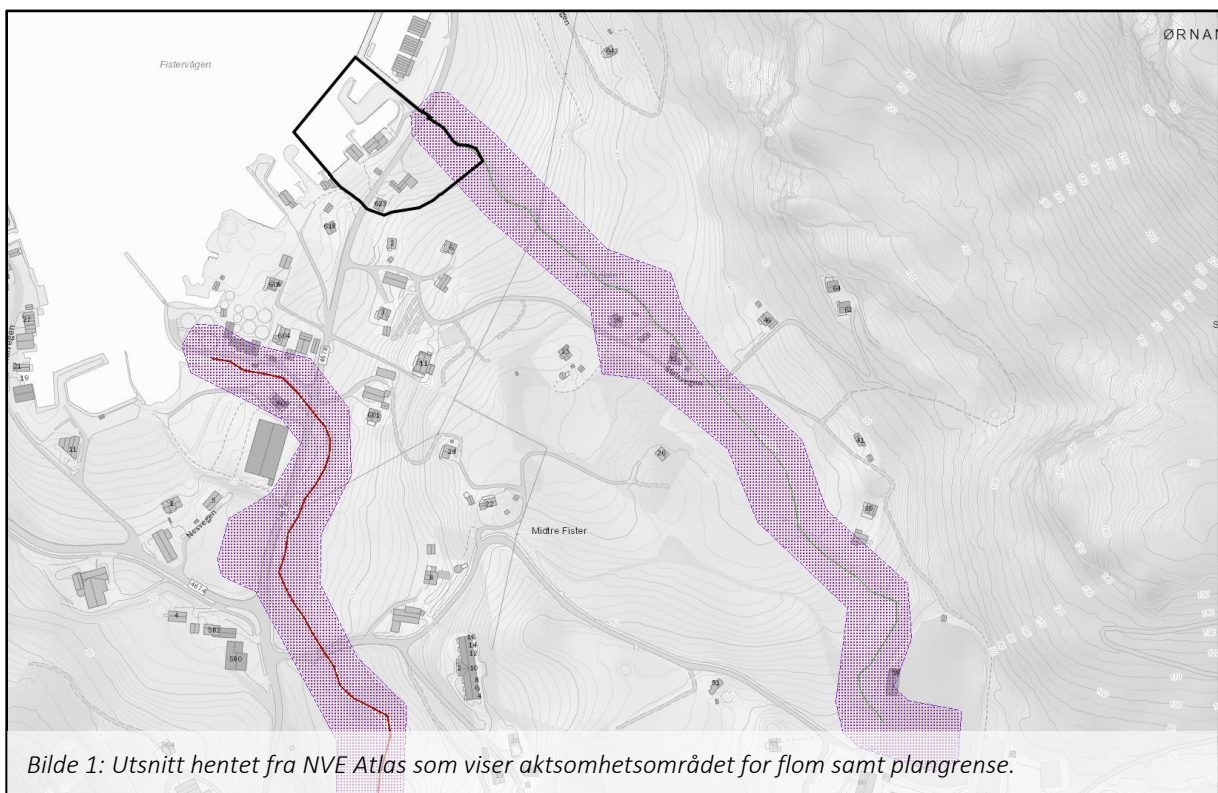
1. INNLEDNING	4
2. BEFARING	5
3. NEDSLAGSFELT OG FLOMVERDIER	6
4. KAPASITET I BEKK OG STIKKRENNE	8
5. HAVSTIGNING	11
6. ANBEFALTE TILTAK	11

1. Innledning

I forbindelse med detaljregulering av tomt 74/7 i Hjelmeland kommune er Head Energy Up engasjert til å utføre en vurdering av flomfaren knyttet til Liarbekken som renner nord for plangrensen.

Planforslaget legger til rette for boliger og tilhørende fasiliteter samt småbåthavn. Totalt planlegges det for 22 nye boenheter, 13 på østsiden av Fisterveien og 9 på vestsiden ut mot Fistervågen.

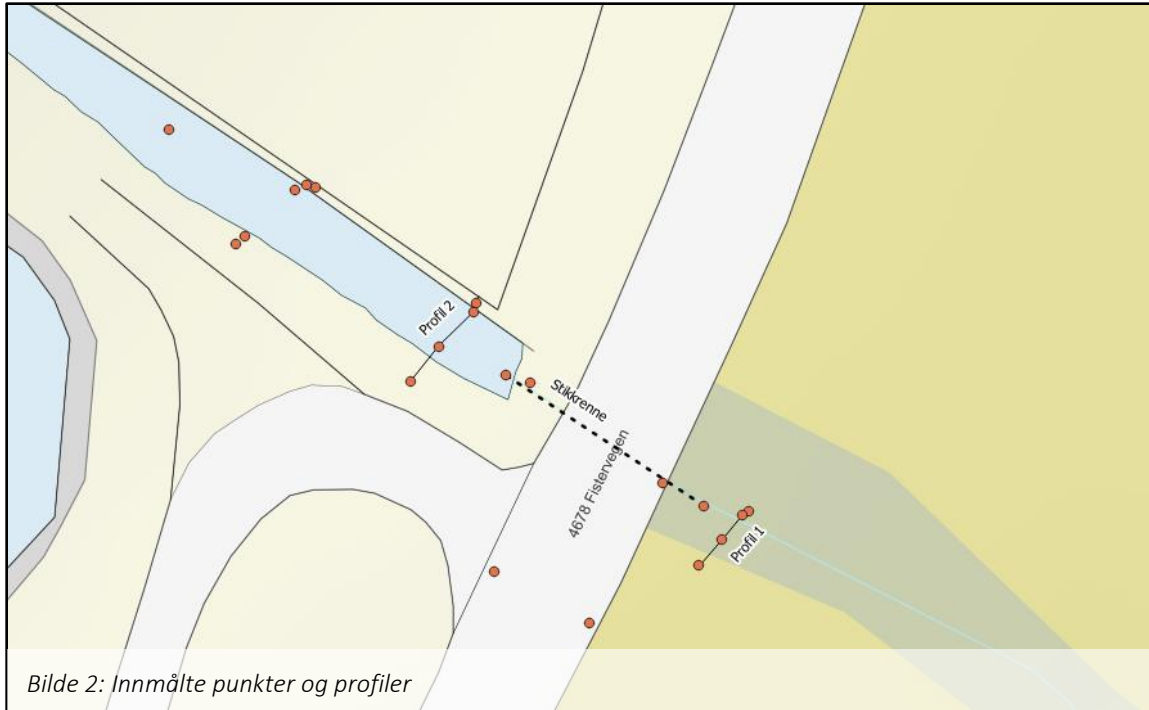
Deler av reguleringsplanen ligger innenfor aktsomhetsområdet for flom iht. NVE sin kartdatabase. Vurderingen som er gjennomført tar for seg flomfare ved sikkerhetsklasse F1 og F2, som tilsvarer henholdsvis 20- og 200 års flom, jfr. TEK17 § 7-2.



Bilde 1: Utsnitt hentet fra NVE Atlas som viser aktsomhetsområdet for flom samt plangrense.

2. Befaring

Det ble gjennomført en befaring til området den 10.11.2020 for å kartlegge eksisterende situasjon. Det ble gjort innmålinger med GPS av tre bekkeprofiler, to på vestsiden av Fistervegen og ett på østsiden. På grunn av tett vegetasjon på østsiden var signalet for dårlig til å kunne gjennomføre tilfredsstillende innmålinger av hele bekken.

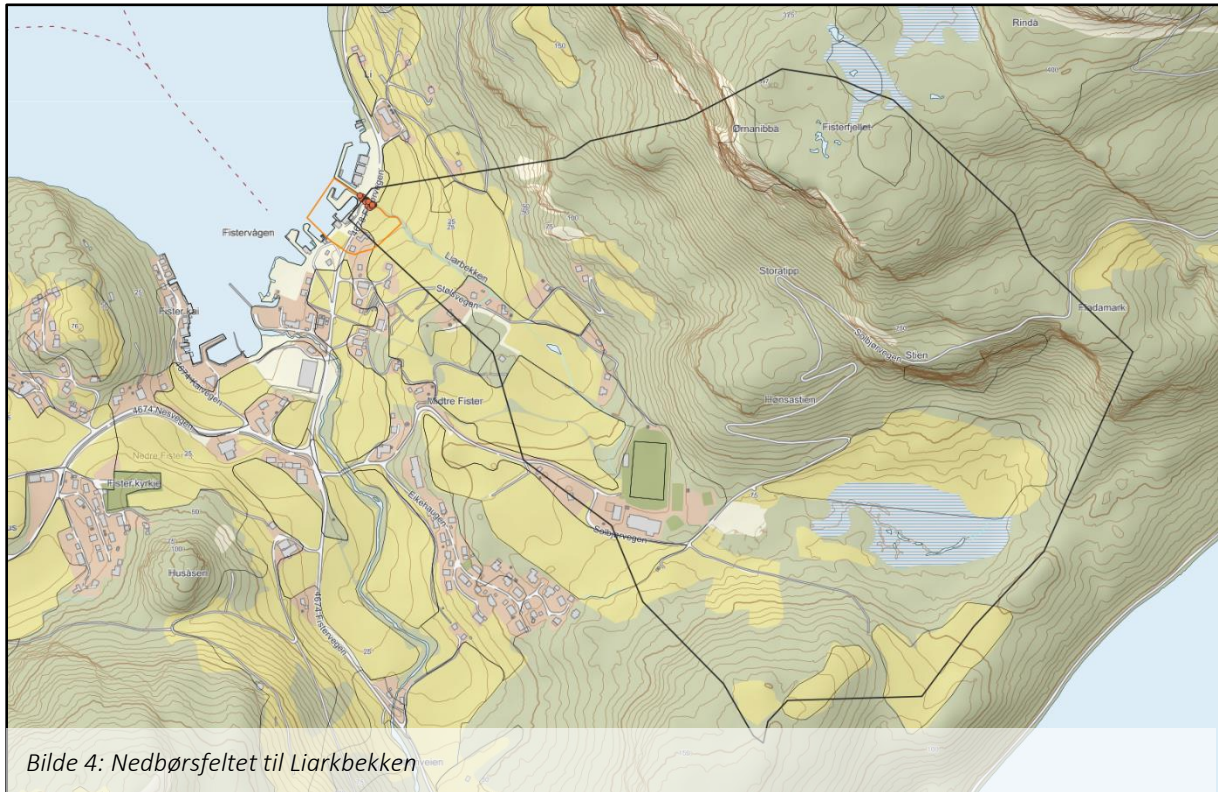


I tillegg til bekkeprofilene, ble det utført innmåling av stikkrennen som går under Fistervegen. Iht. SVV sitt Vegkart skal dette være et DN800 betongrør, men på stedet ble det avdekket at dimensjonen er DN500.



3. Nedslagsfelt og flomverdier

Liarbekken er registrert i NVE sin database for nedbørsfelt og vannføringsindeksanalyse (NEVINA). Nedbørsfelt og flomverdier der derfor hentet herfra.



Nedslagsfeltet til bekken er på 0,97 km² og har en lengde på 1,4 km. Det består hovedsakelig av skog og dyrket mark. Feltet har en stor høydevariasjon, fra havnivå og opp til 390 moh. Det finnes ingen målestasjoner i vassdraget og flomverdiene er derfor beregnet ved bruk av formelverk.

Nærmeste målestasjon med sanntids måleserier er 33.8.0 Leirberget i Årdal, omtrent 8 km sørøst for Fister. Men denne stasjonen har et nedslagsfelt på 521 km² og effektiv sjøprosent på 14 %, noe som gjør at den ikke er direkte sammenlignbar med Liarbekken.

Under følger oppsummering av de viktigste karakteristikkene for nedslagsfeltet til bekken.

Felt	Areal km ²	Eff. Sjø %	Dyrket mark %	Skog %	Uklassifisert %	H _{min} m	H _{maks} m
Liarbekken	0,97	0	10,9	71,7	16,6	1	389

For felt under 60 km² beregner NEVINA flomverdier basert på ulike metoder; NIFS-formelverket (NIFS-2015) som gir kulminasjonsverdier og Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018) som gir døgnverdier. Sistnevnte verdier er regnet om til momentanvannføringer ved hjelp av forholdstallet mellom momentanvannføring og døgnverdi. Forholdstallet er beregnet ved hjelp av formel for høstflom, jfr. Kap. 5.4.1.2 i NVE rapport 04/2011 «Retningslinjer for flomberegninger».

I tillegg er det benyttet en klimafaktor på 20 % for å hensynta fremtidige endringer i regnintensiteter.

Tabellen under oppsummerer dimensjonerende vannføringer.

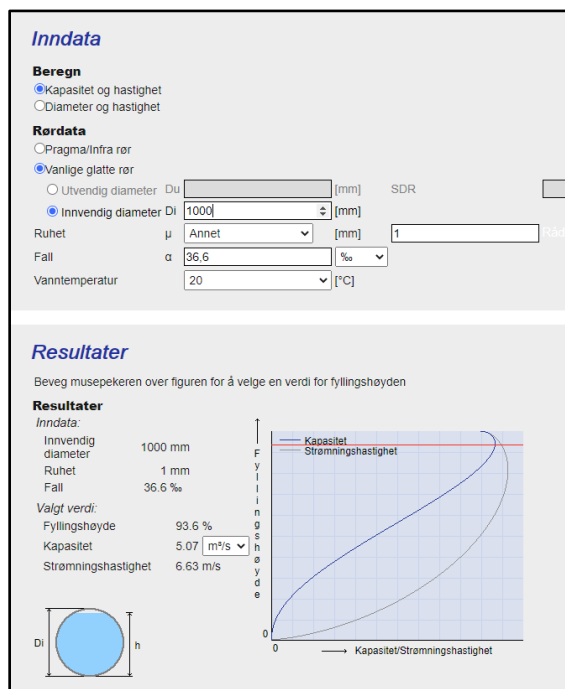
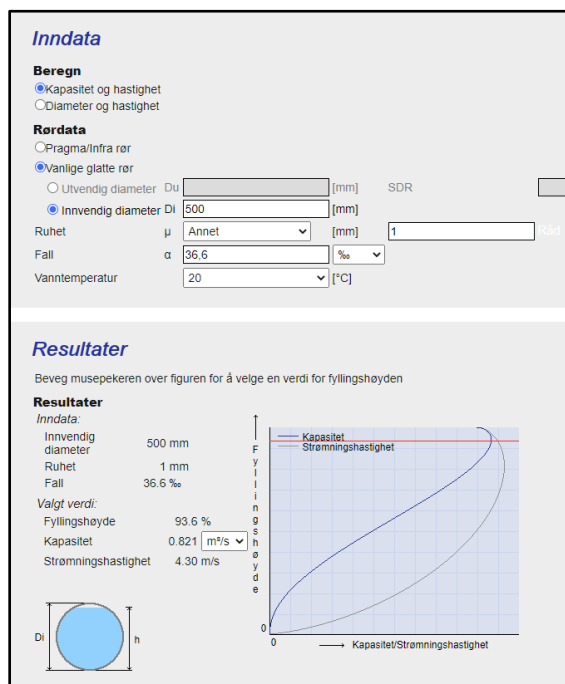
Metode	Felt	Klimafaktor	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s
NIFS-2015	Liarebekken	1,2	1,9	3,1
RFFA-2018	Liarebekken	1,2	1,7	2,5

Videre i rapporten velges det å gå videre med verdiene gitt av NIFS-2015 da denne metoden er mer egnet for bruk på felt under 60 km².

4. Kapasitet i bekk og stikkrenne

Kapasiteten i bekken er vurdert ut ifra innmålte profiler, mens kapasitet i stikkrennen er vurdert basert på rørdimensjon og fall.

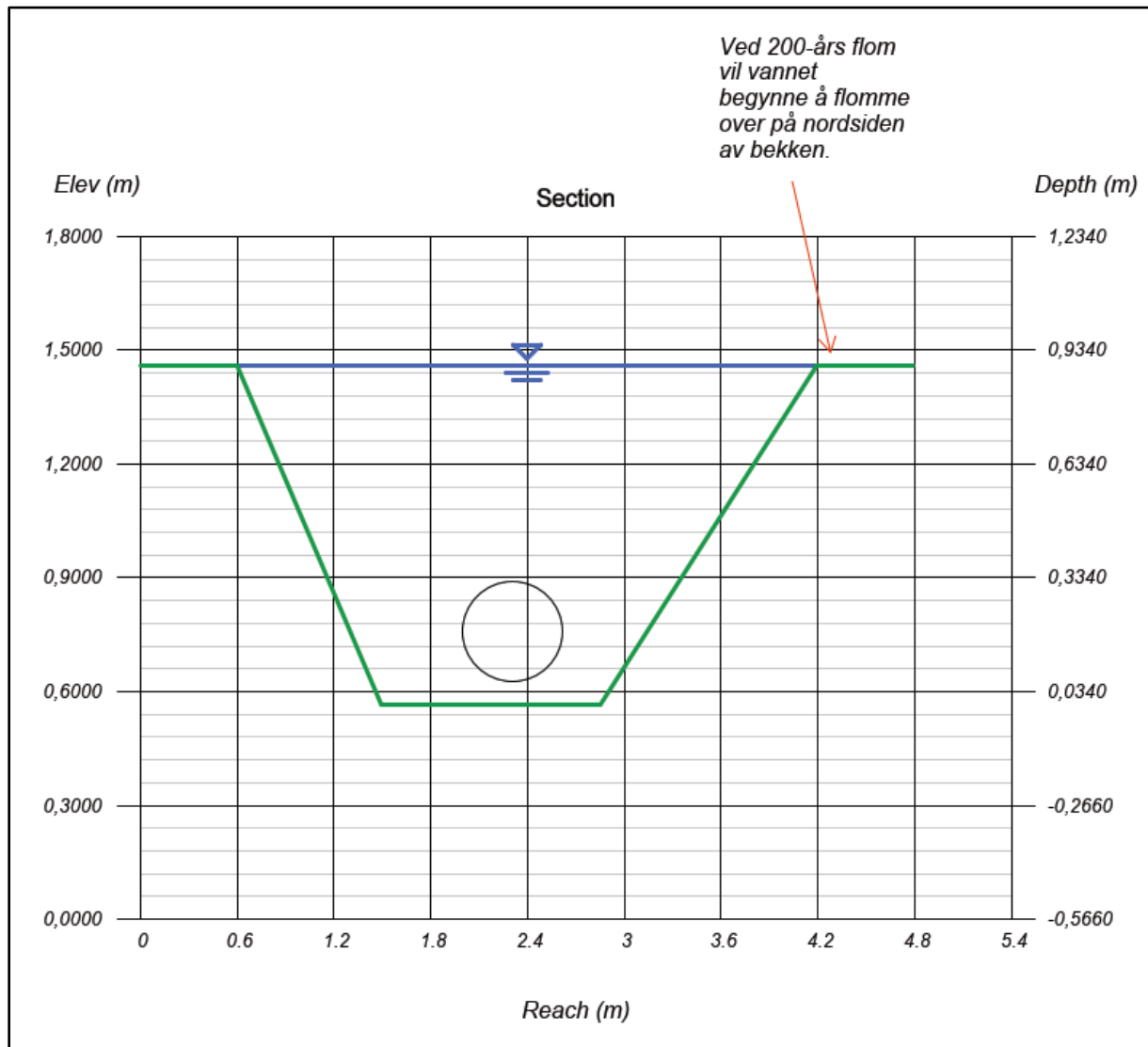
Beregning for stikkrennen viser at maks kapasitet på DN500 røret er 0,821 m³/s. Altså har den ikke kapasitet til å håndtere vannføringen for verken 20- og 200 års flom. For å kunne håndtere 200-års flom, må dimensjonen være på minst 1000 mm.



For beregning av kapasiteten i bekkeprofilen er det benyttet programmet Hydraflow Express.

Profil 1 (se bilde 2) på østsiden av Fisterveien har god kapasitet til å håndtere 20 års flom, men ved 200 års flom vil elvebredden mot nord bli oversvømt. Iht. beregningene vil vannet stige til kote +1,45 ved 200 års vannføring. Beregningen tar imidlertid ikke hensyn til stikkrennen som er flaskehalsen i bekken og som dermed vil bidra til å demme opp vannet ytterligere. Vannet vil derfor kunne stige opp til kote +2,11 før det begynner å renne over Fisterveien og videre ut mot Fisterlågen.

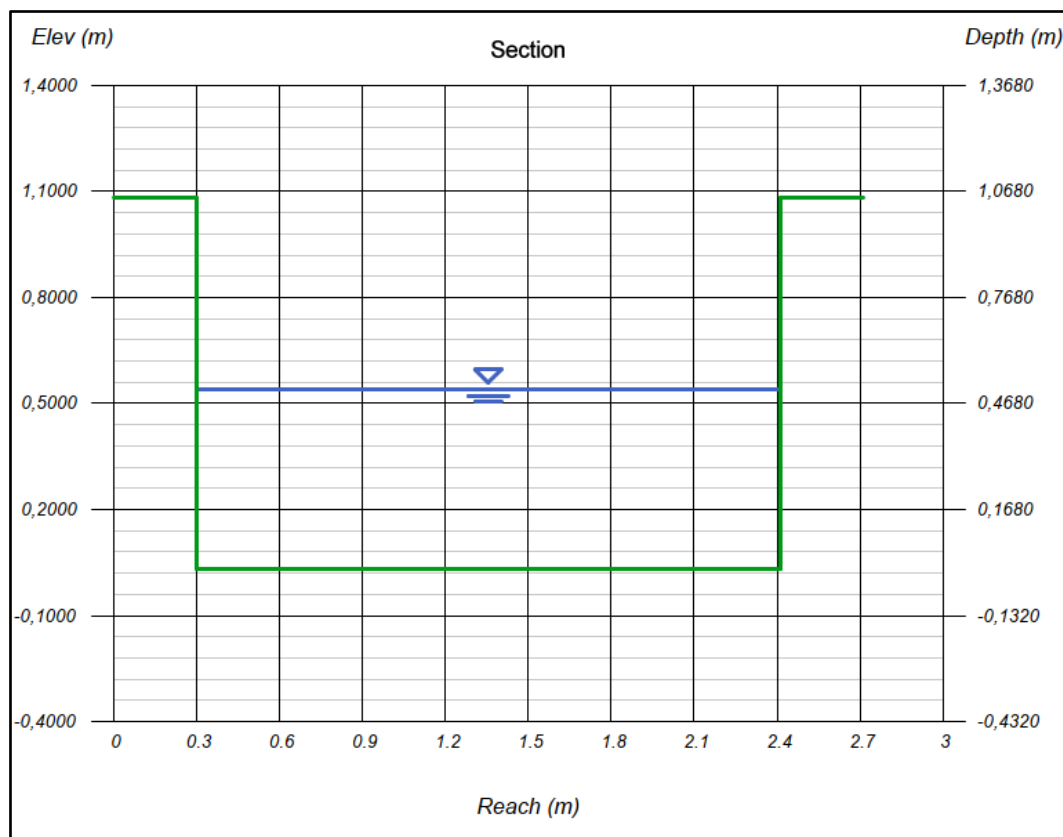
Under vises utklipp av profil 1 ved 200 års vannføring.



Profil 2 ved utløpet har kapasitet til å håndtere begge flomhendelser.



Under vises utklipp av profilet ved 200 års vannføring. Da vil omtrent halve bekketversnittet være fylt, også ved etablering av ny molo.



5. Havstigning

Da planområdet ligger ved sjøen må man ta hensyn til havstigning ved fastsetting av planeringshøyder. Ifølge Kartverket sine prognoser av havstigning frem mot år 2100 må tiltak innenfor sikkerhetsklasse 1 og 2 planlegges med utgangspunkt i havstigning opp til henholdsvis kote +1,67 og +1,81. Se vedlegg for forventet havstigning for Fister.

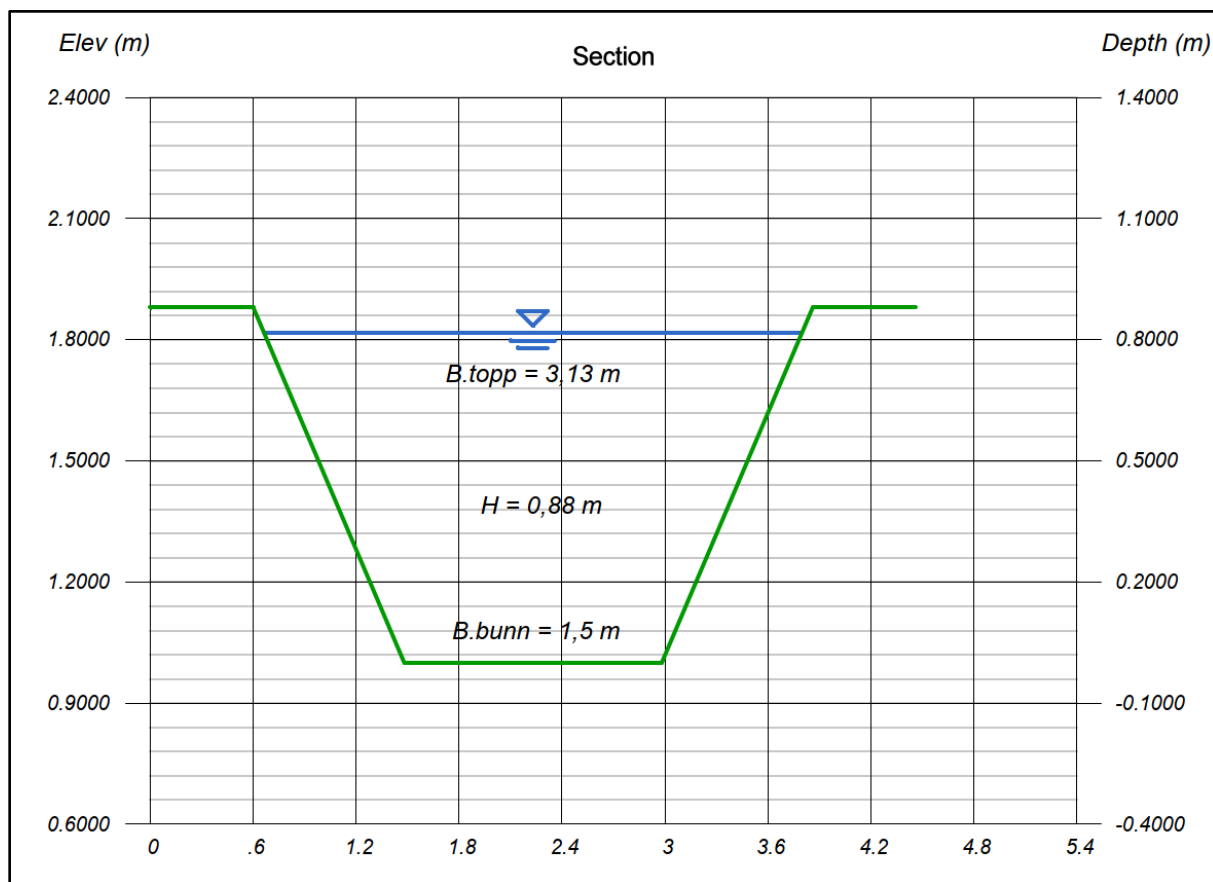
6. Anbefalte tiltak

Under følger en liste med anbefalte tiltak for å hindre at flom forårsaker skade på byggverk.

- Stikkrennen bør oppdimensjoneres til minst DN1000. Det anbefales å etablere bekkeinntak for å øke inntakskapasiteten. Dersom det skal benyttes utstikkende rørende slik som i dag, anbefales det å øke dimensjonen til DN1200 i stedet.
- Bekkeløpet bør utvides fra bakkant av det ytterste bygget for å kunne håndtere 200 års vannføring.



Under følger et forslag til utforming av bekkeløpet med utgangspunkt i eksisterende dybde ved stikkrennen på 0,88 m og en utvidet bunnbredde på 1,5 m.



Dimensjonerende vannføringer for Liarbekken

P.nr: 110711.002
 Prosjekt: Flomvurdering for Solstrand, Fister
 Dato: 18.11.2020

NIFS-2015 (NEVINA)							
Kulminasjonvannføring							
Felt	Navn	Areal [km ²]	Eff.sjøl [%]	q _N [l/s·km ²]	Q _M [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
035.12	Liarbekken	0,97	0	32,5	1,0	1,6	2,6
Dimensjonerende vannføring inkl. klimafaktor							
Felt	Navn	Areal [km ²]	Eff.sjøl [%]	Klimafaktor	Q _M [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
035.12	Liarbekken	0,97	0	1,2	1,2	1,9	3,1

RFFA-2018 (NEVINA)							
Døgnverdier							
Felt	Navn	Areal [km ²]	Eff.sjøl [%]	q _N [l/s·km ²]	Q _M [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
035.12	Liarbekken	0,97	0	32,5	0,4	0,6	0,9
Kulminasjonvannføring (momentansvannføring)							
Felt	Navn	Areal [km ²]	Eff.sjøl [%]	Q _{mom} /Q _{døgn}	Q _M [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
035.12	Liarbekken	0,97	0	2,29	0,9	1,4	2,1
Dimensjonerende vannføring inkl. klimafaktor							
Felt	Navn	Areal [km ²]	Eff.sjøl [%]	Klimafaktor	Q _M [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
035.12	Liarbekken	0,97	0	1,20	1,1	1,7	2,5

Channel Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® Civil 3D® by Autodesk, Inc.

onsdag, nov 18 2020

Liarbekken 20-års flom (profil 1)

Trapezoidal

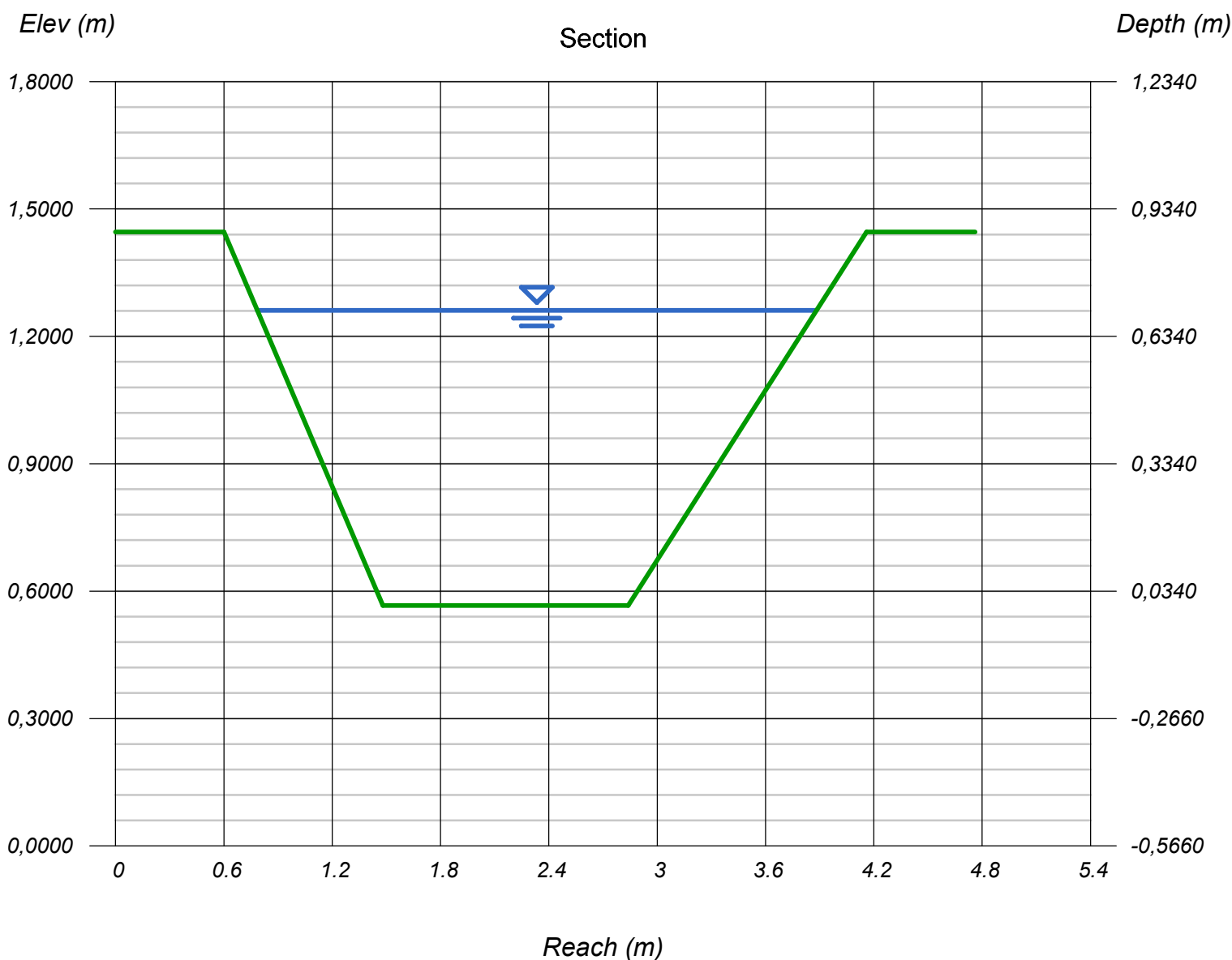
Bottom Width (m) = 1,3600
Side Slopes (z:1) = 1,0000, 1,5000
Total Depth (m) = 0,8800
Invert Elev (m) = 0,5660
Slope (%) = 3,0000
N-Value = 0,080

Calculations

Compute by: Known Q
Known Q (cms) = 1,9000

Highlighted

Depth (m) = 0,6949
Q (cms) = 1,9000
Area (sqm) = 1,5488
Velocity (m/s) = 1,2267
Wetted Perim (m) = 3,5956
Crit Depth, Yc (m) = 0,4999
Top Width (m) = 3,0974
EGL (m) = 0,7717



Channel Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® Civil 3D® by Autodesk, Inc.

onsdag, nov 18 2020

Liarbekken 200-års flom (profil 1)

Trapezoidal

Bottom Width (m) = 1,3600
Side Slopes (z:1) = 1,0000, 1,5000
Total Depth (m) = 0,8800
Invert Elev (m) = 0,5660
Slope (%) = 3,0000
N-Value = 0,080

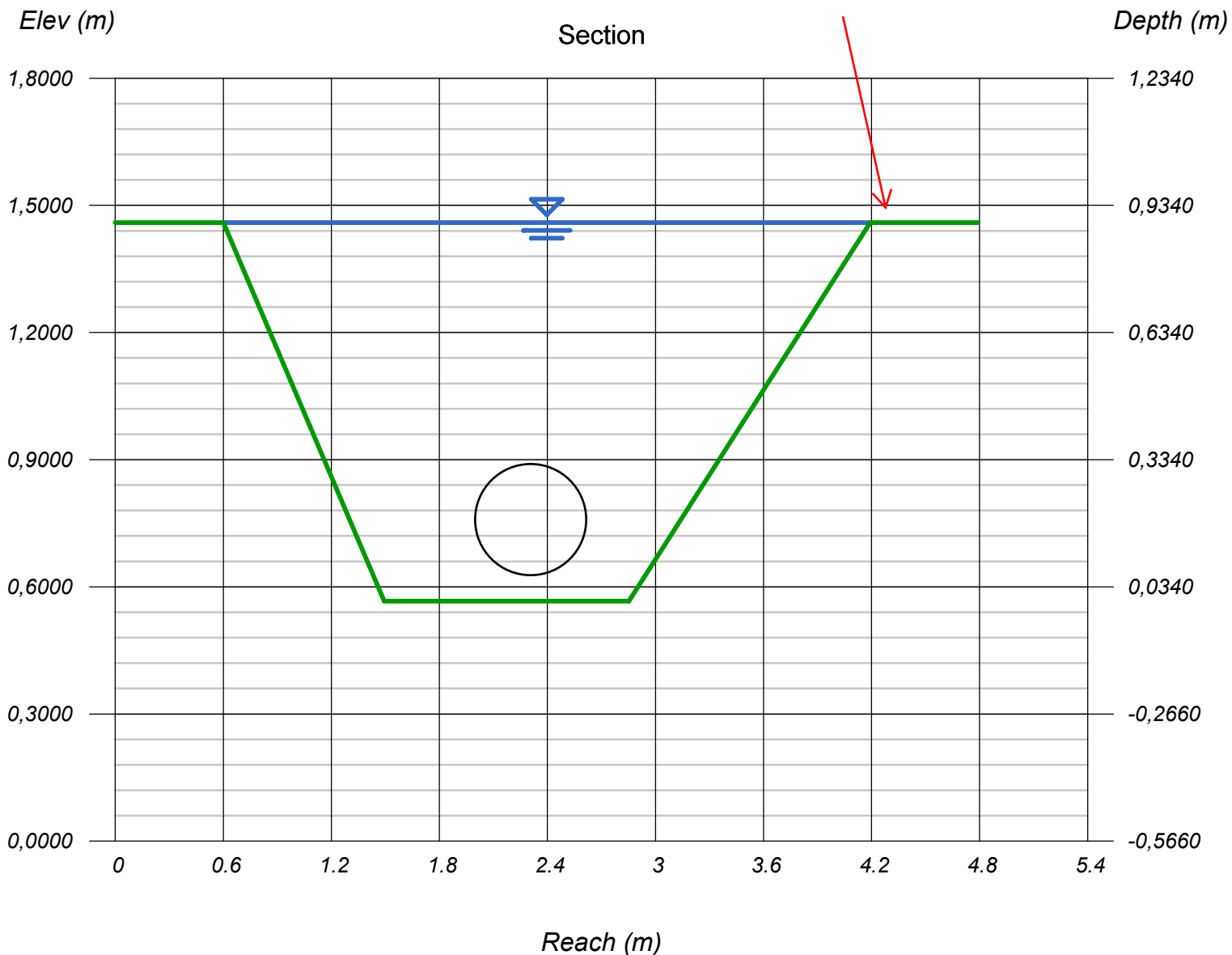
Calculations

Compute by: Known Q
Known Q (cms) = 3,1000

Highlighted

Depth (m) = 0,8931
Q (cms) = 3,1000
Area (sqm) = 2,2115
Velocity (m/s) = 1,4017
Wetted Perim (m) = 4,2330
Crit Depth, Yc (m) = 0,6584
Top Width (m) = 3,5927
EGL (m) = 0,9933

Ved 200-års flom
vil vannet
begynne å flomme
over på nordsiden
av bekken.



Channel Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® Civil 3D® by Autodesk, Inc.

onsdag, nov 18 2020

Liarbekken 20-års flom (profil 2)

Rectangular

Bottom Width (m) = 2,1100

Total Depth (m) = 1,0500

Invert Elev (m) = 0,0320

Slope (%) = 3,8000

N-Value = 0,033

Calculations

Compute by: Known Q

Known Q (cms) = 1,9000

Highlighted

Depth (m) = 0,3658

Q (cms) = 1,9000

Area (sqm) = 0,7718

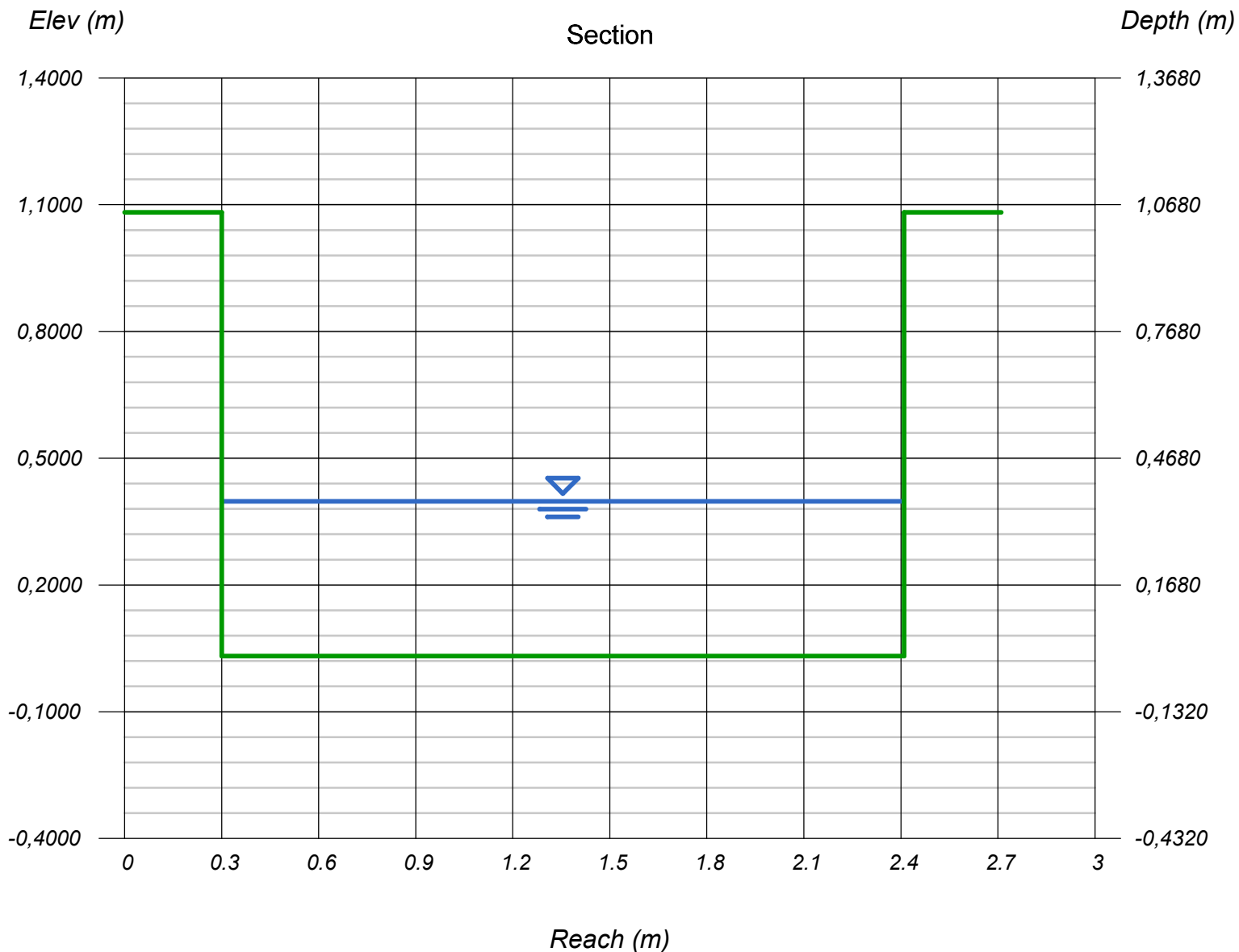
Velocity (m/s) = 2,4619

Wetted Perim (m) = 2,8415

Crit Depth, Yc (m) = 0,4359

Top Width (m) = 2,1100

EGL (m) = 0,6749



Channel Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® Civil 3D® by Autodesk, Inc.

onsdag, nov 18 2020

Liarbekken 200-års flom (profil 2)

Rectangular

Bottom Width (m) = 2,1100

Total Depth (m) = 1,0500

Invert Elev (m) = 0,0320

Slope (%) = 3,8000

N-Value = 0,033

Calculations

Compute by: Known Q

Known Q (cms) = 3,1000

Highlighted

Depth (m) = 0,5090

Q (cms) = 3,1000

Area (sqm) = 1,0740

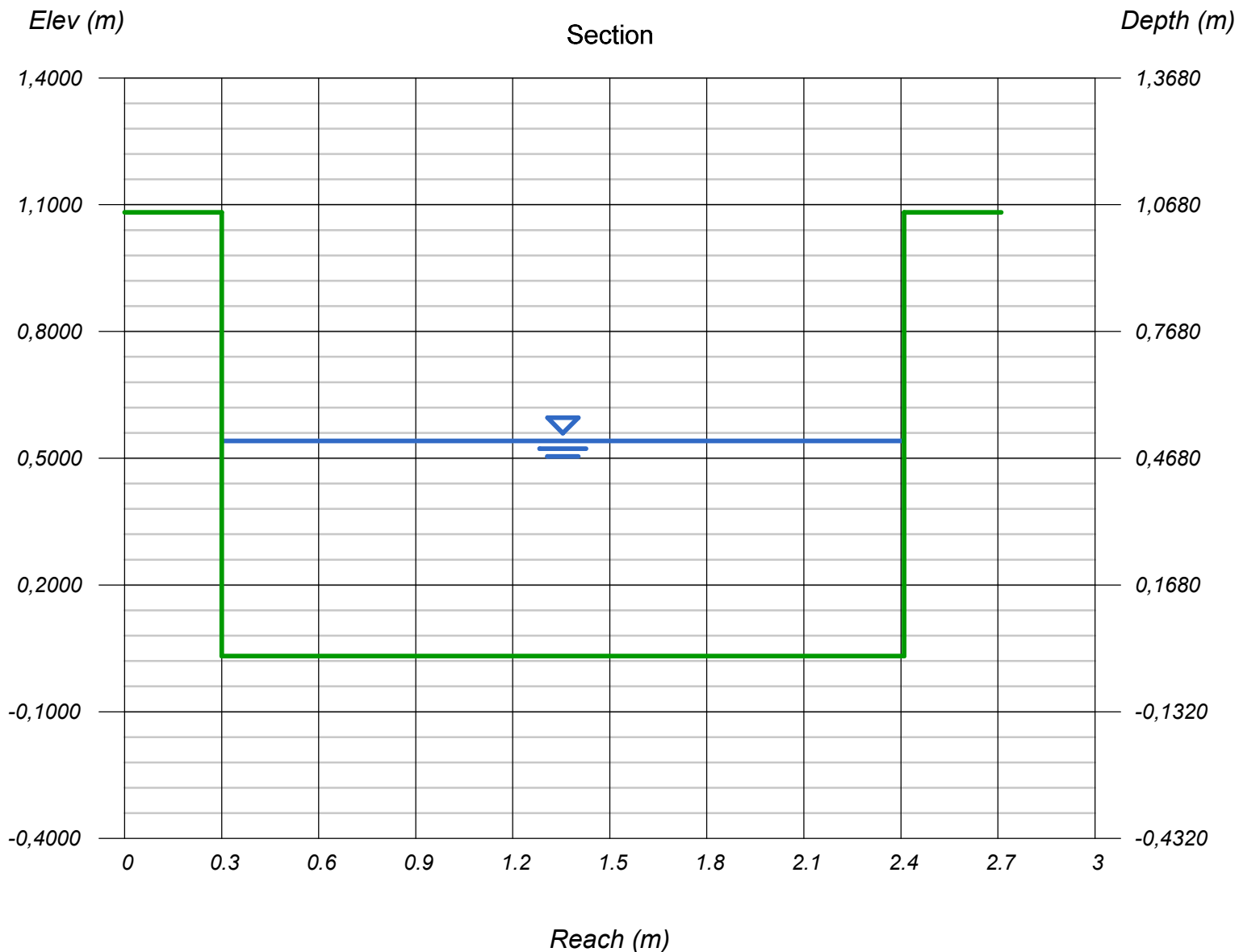
Velocity (m/s) = 2,8863

Wetted Perim (m) = 3,1280

Crit Depth, Yc (m) = 0,6066

Top Width (m) = 2,1100

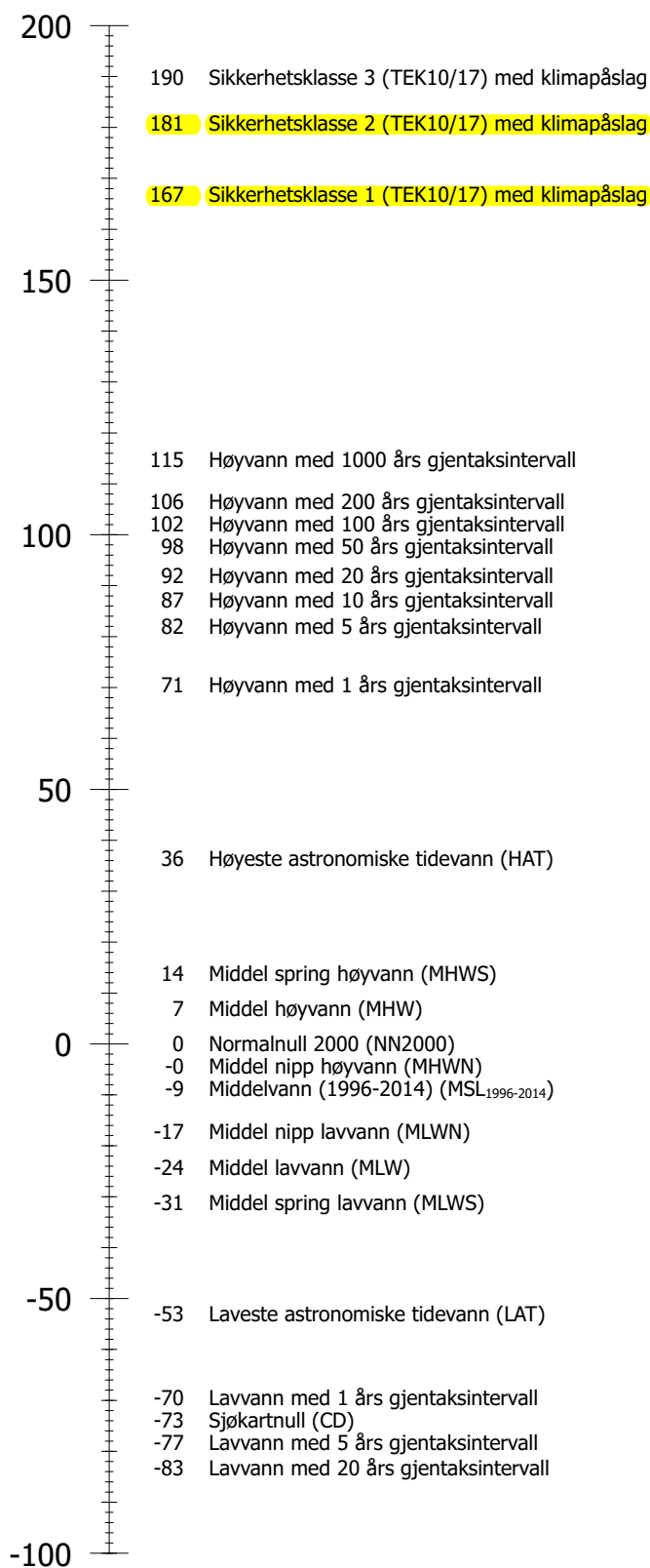
EGL (m) = 0,9340



Fister

Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier

Nivå er hentet fra Stavanger og justert med faktor 0,98.



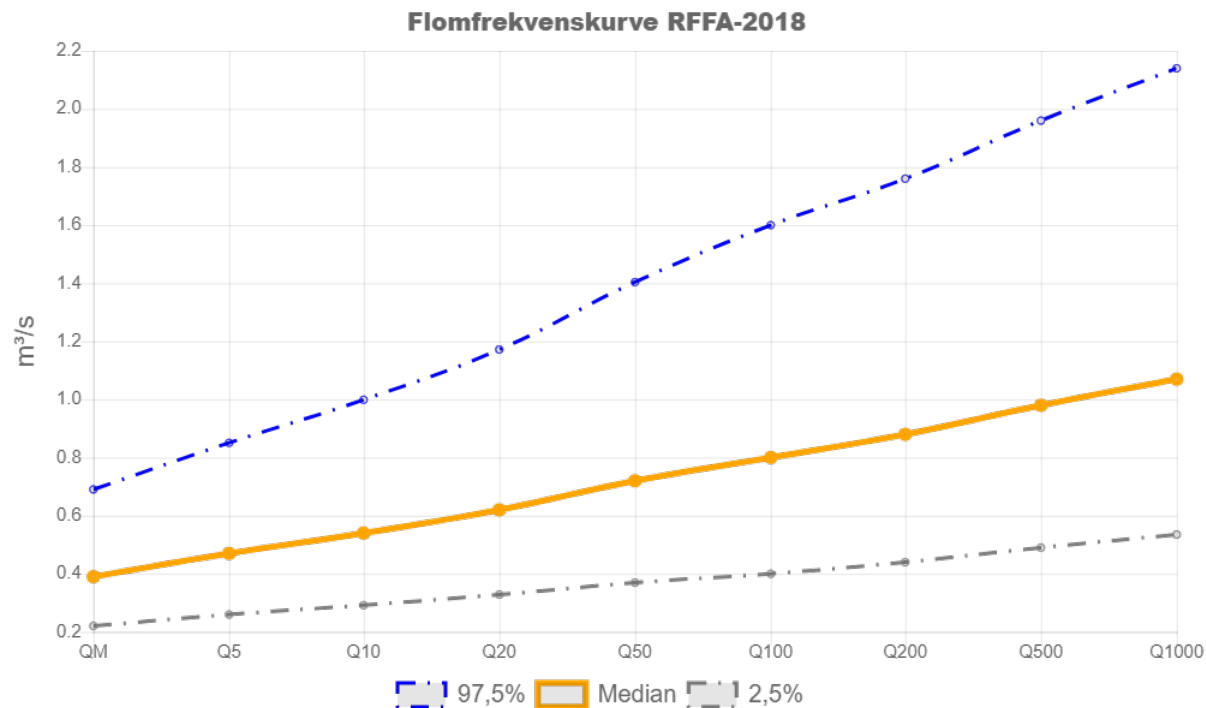
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 035.12
Kommune.: Hjelmeland
Fylke.: Rogaland
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 0.97 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	402	l/s*km ²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	2.47	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	990	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.21	1.38	1.59	1.85	2.05	2.26	2.51	2.74	-
Flomverdier, m ³ /s	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	-

NIFS (kulminasjon)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.24	1.46	1.69	2.04	2.34	2.69	3.22	3.70	-
Flomverdier, m ³ /s	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.3	2.6	3.1	3.5	3.6
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	1.7	2.2	2.6	3.1	3.8	4.5	5.2	6.2	7.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.8	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Feltparametere

Areal (A)	0.97	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0	%
Elvleengde (E _L)	0.5	km
Elvegradient (E _G)	81.0	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	73.8	m/km
Helning	19.4	°
Dreneringstetthet (D _T)	0.5	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	1.4	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	10.9	%
Myr (A _{MYR})	0.1	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	71.7	%
Sjø (A _{SJO})	0	%
Snaufjell (A _{SF})	0	%
Urban (A _U)	0.6	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	16.6	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	1	m
Høyde ₁₀	50	m
Høyde ₂₅	79	m
Høyde ₅₀	114	m
Høyde ₇₅	209.5	m
Høyde _{MAX}	389	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	32.5	l/s*km ²
Nedbør juni	93	mm
Nedbør juli	113	mm
Regn og snøsmelting mai	88	mm
Regn og snøsmelting juni	100	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	108	mm
Regn og snøsmelting november	192	mm
Temperatur februar	-1.4	°C
Temperatur mars	0.6	°C

GEOTEKNISK GRUNNRAPPORT SOLSTRAND, FISTER

Prosjektnummer 21-169
Oppdragsgiver AS Ryfylke Trelast
Utført av Mari Thu Randulff



A	Første utsendelse	MTR	LCO	AMB	07.12.21
Rev.	Revisjonen gjelder	Ek.	Ik.	Godkjent	Dato

1. ORIENTERING

Procon Rådgivende Ingeniører AS er engasjert av AS Ryfylke Trelast for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i Fistervegen 623 (g.- og b.nr. 74/7) på Fister i Hjelmeland kommune, se figur 1. På tomten planlegges det utvikling av frittliggende og konsentrert boligbebyggelse, samt blokkbebyggelse. Det skal i den forbindelse også etableres en fylling i sjø, delvis hvor det i dag finnes en molo, og småbåtanlegg i sjøen. Avgrenset tomt er vist i figur 2.



Figur 1: Området markert ut på utklipp fra norgeskart.no.



Figur 2: Avgrenset område hentet fra norgeskart.no.

2. GRUNNUNDERSØKELSER

2.1. Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er finnes ingen registrerte grunnundersøkelser fra nærområdet i NADAG (Nasjonal database for geotekniske grunnundersøkelser). Procon RI har imidlertid utført en grunnundersøkelse i 2017 hvor det ble prøvegravd i 7 punkter fra eks. molo og fra land. Resultatene er beskrevet i «16-237.01 Fister molo RIG Geoteknisk grunnrapport», datert 21.02.17.

Berg ble ikke påtruffet i noen av punktene. Resultatene viser løst lagrede masser som gytje og silt i en tykkelse fra 0,5-2,0 m i enkelte punkter. Stedegne masser under dette laget fremstår som siltige, sandige masser. I enkelte punkter er det påtruffet stein og blokk, antatt fyllmasser fra foten av moloen.

Grunneier har ellers målt dybde til sjøbunn i ett profil med lodding fra båt.

2.2. Oppmåling

Borpunktene koordinater er listet opp i vedlegg 2. Under oppmåling er det benyttet koordinat- og høydesystem som beskrevet i tabell 1.

Tabell 1: Koordinatsystem og høydesystem benyttet for oppmåling av borpunkter.

Koordinatsystem	EUREF 89
Sone	UTM 32
Høydesystem	NN2000

2.3. Feltundersøkelser

Program for grunnundersøkelsene er utarbeidet av Procon RI. Grunnundersøkelsene er utført av Romerike Grunnboring AS i perioden 09.-10.11.21. Type undersøkelse og antall punkter er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Beskrivelse av type feltundersøkelse, antall punkter og boret dybde.

Type undersøkelse	Antall punkter	Avsluttet i dybde [m]
Totalsondering (land)	8	4,5-10,5
Totalsondering (sjø)	3	8,0-9,5
Naverboring	3	1,5-2,0

Totalsondering brukes til å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn. Det benyttes jevn nedpressningshastighet samtidig som sonderingsmotstanden registreres. Ved å koble inn slag, spyling og økt rotasjon kan det bores inn i meget faste masser og berg. Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og lagdeling, samt å vurdere relativ fasthet i løsmassene og berggrunnen.

Navering brukes til å ta opp omrørte jordprøver som vanligvis brukes til jordartklassifisering. Prøvetakingsmetoden består av en skrubor som roteres ned i grunnen. Rotasjonen stoppes ved ønsket dybde og boret trekkes opp til overflaten. Prøven hentes ut fra skruen i boret. For å unngå at ovenforliggende lag tas med i prøven, skrapes det ytterste laget av prøven bort. Metoden egner seg til prøvetaking i jordarter som leire, leirig silt, sandig silt og sand.

2.4. Laboratorieundersøkelser

4 stk. poseprøver fra naverboringen er analysert i geoteknisk laboratorium hos Procon RI i Stavanger. Prøvene er analysert for kornfordeling, vanninnhold og organisk innhold.

3. KVALITET

Borpunkt 11 ble flyttet et par meter nord etter at punktene var satt ut på grunn av private installasjoner i grunnen ved det utstukne punktet.

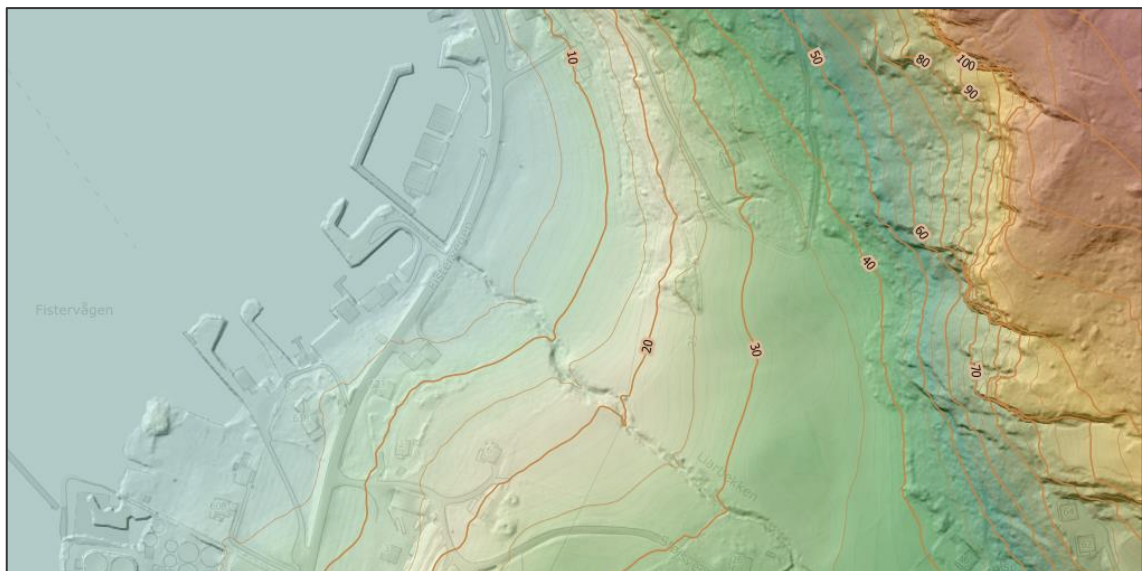
Det er noe usikkerhet knyttet til nøyaktig dybde til berg i borpunktene 2, 4-5 og 7. I enkelte tilfeller kan bergoverflaten være utfordrende å skille fra svært faste morenemasser over berg.

På grunn av massenes fasthet var det svært begrensede muligheter til prøvetaking med naverbor. Prøvetaking med sylinder var umulig. Naverboring gir omrørte jordprøver, men vil likevel gi en god indikasjon av hvilke egenskaper jordarten har i de ulike prøvetakningsdybdene. Metoden egner seg derfor til jordartsklassifisering, og anses som representativ for grunnen og dens lagdeling.

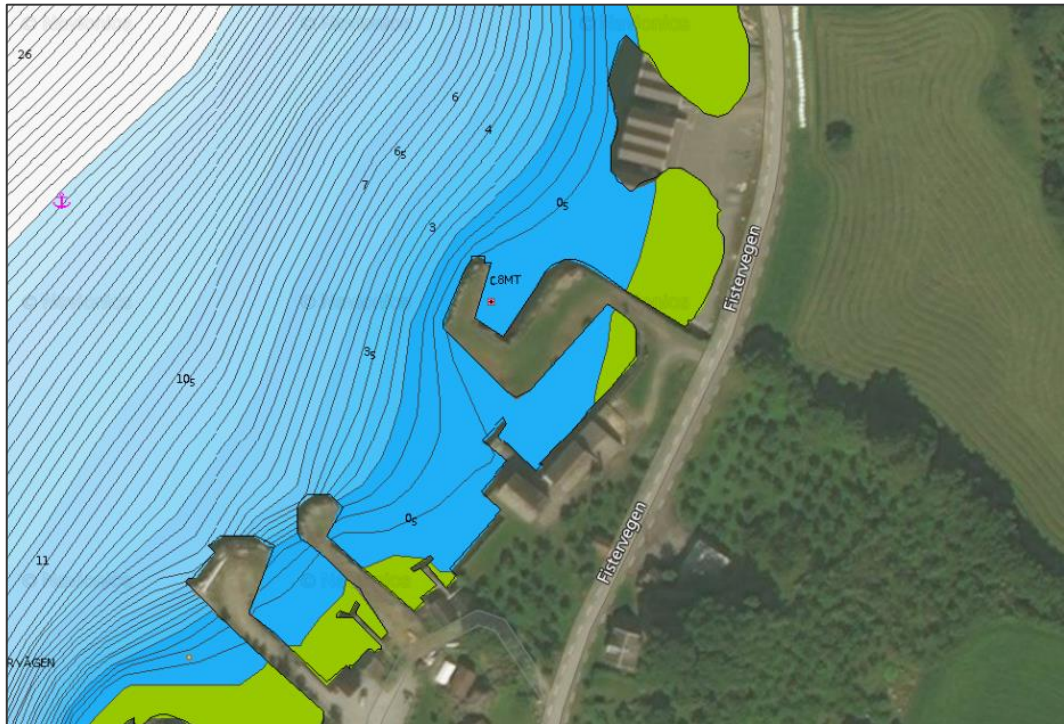
4. TERRENG

Tomten har en slak helning ned mot Fisteråvågen mot vest med helning ca. 1:8, se figur 3. Moloen er etablert på ca. kt. +1,1 til +1,7. I sjøen faller terrenget ned til kt. -20,0 med helning ca. 1:7,5, se figur 4.

Området ellers stiger mot Fisterfjellet mot øst til kt. +395,7.



Figur 3: Utklipp fra høydedata.no som viser terrenget på området. Blålig til rød farge indikerer stigende terreng.



Figur 4: Anslåtte dybder til sjøbunn hentet fra navionics.com.

5. RESULTATER FRA GRUNNUNDERSØKELSENE

Opptegnede borprofil med tolkninger og resultater fra laboratorieanalysene er gitt i vedlegg 3-4. Bilder fra naverboringene er gitt i vedlegg 5.

5.1. Løsmassekart

Løsmassekart fra NGU viser at grunnen er kartlagt som morene, med stedvis stor mektighet. Fister er ellers kartlagt med bart berg og morene i tynt dekke, og med forvittringsmateriale mot øst. Løsmassekart indikerer kun jordartstype i øvre jordlag og beskriver derfor ikke grunnen i dypet. Tomten ligger under marin grense.

5.2. Totalsonderinger

Totalsonderingene er avsluttet etter 2 m fjellkontrollboring i berg. Berg er påtruffet fra 2,6-8,6 m under terreng på land og fra 6,0-7,2 m under sjøbunn. Dybde til sjøbunn er mellom 3,5-7,6 m for borpunkt 8-10.

Det er påtruffet et øvre lag av løs til middels fast lagring på 0,5 m tykkelse i alle borpunkt. Videre er det i borpunkt 1 påtruffet et lag til 2,5 m under terreng av varierende fasthet, fra løs til fast lagring. Under er det registrert meget faste masser til berg hvor det er benyttet slag, spyling og økt rotasjon, antatt morene.

De meget faste massene, antatt morene, er registrert i hele dybden i borpunkt 2-5 og 11. Et lag av løsere lagring er imidlertid registrert i borpunkt 5 fra 2-2,5 m under terreng.

Borpunkt 6 og 7 er boret i moloen. Borprofilene viser hovedsakelig faste masser, og indikerer ellers at moloen er bygd opp av ulike lag. I borprofil 6 er det fra 4-7 m under terreng påtruffet et lag av løsere til fastere lagring. Laget er antagelig stedlig sjøbunn, ikke tilført masse. Fra 7 m dybde til bergoverflaten fremstår massen som fast igjen. I borpunkt 7 er det ikke mulig å skille tilførte masser fra stedlig sjøbunn.

Borpunkt 8-10 er boret i sjø. Borprofilene viser et øvre ca. 0,5 m tykt lag av løst lagret masse. I borpunkt 8-9 er det deretter påtruffet faste masser i hele dybden. I borpunkt 10 er det registrert et løst lagret lag fra 0,5-4,5 m under sjøbunn. Deretter er det påtruffet faste masser til bergoverflaten på ca. 6,0 m under sjøbunn.

5.3. Laboratorieanalyser

Laboratorieanalysene viser at materialet i borpunkt 1 fra 0-1,0 m under terreng er grusig sand. Fra samme dybde i punkt 4 er materialet beskrevet som organisk, grusig sand. Fra 1,0-2,0 i borpunkt 1 og fra 1,0-1,5 m i borpunkt 4 er massen klassifisert som henholdsvis sandig, grusig materiale og grusig, sandig materiale.

Graderingstallet, C_u er beregnet for friksjonsmassene hvor det er utført kornfordelingsanalyse iht. NGF melding nr. 2. I borpunkt 1 fra 0-1,0 m betegnes massen som ensgradert. Fra 1,0-2,0 og i borpunkt 4 fra 1,0-1,5 m betegnes massene som velgradert.

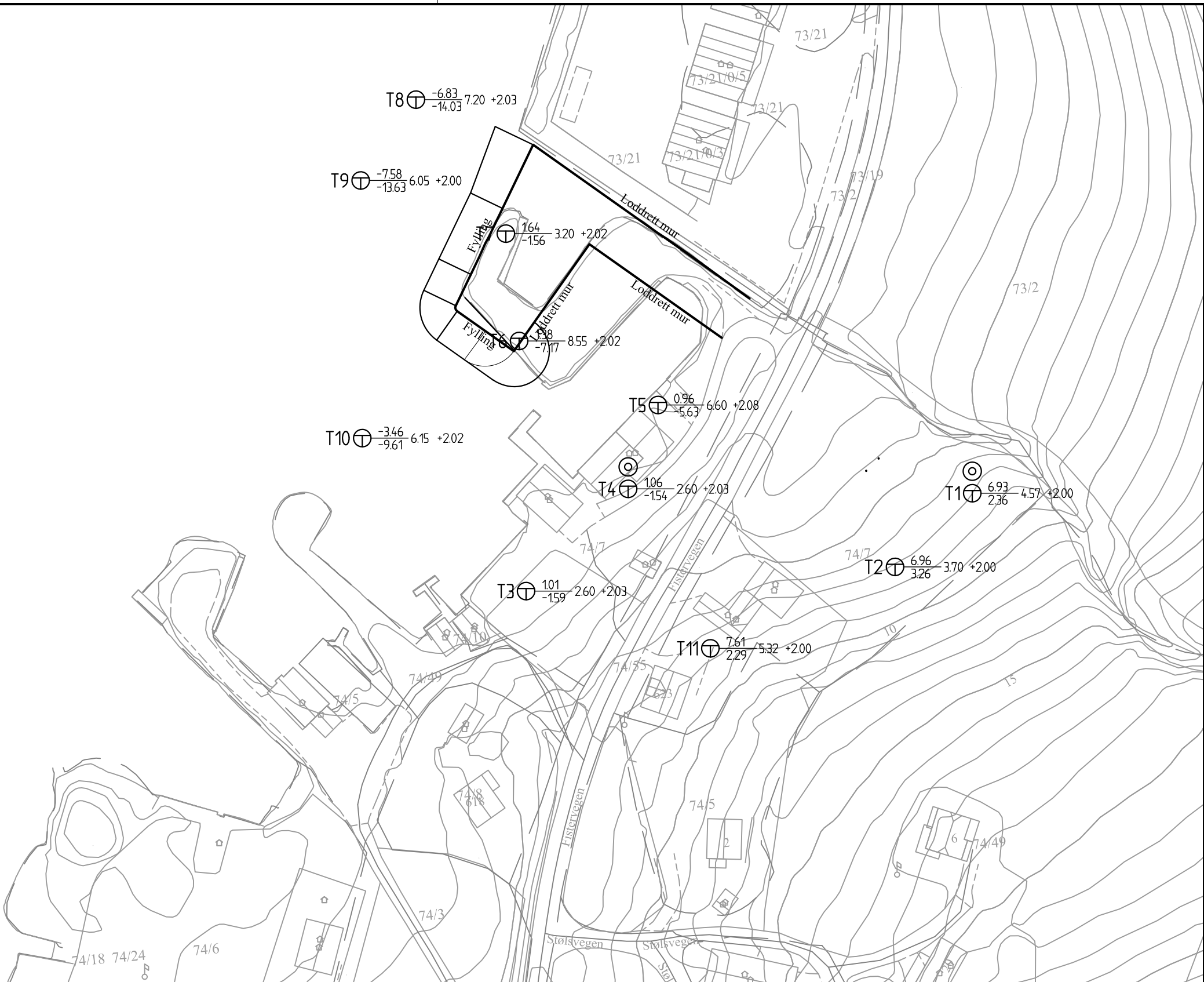
Kornfordelingsanalysene indikerer massenes telefarlighet. I borpunkt 1 er massene tildelt telefarlighetsklasse T1 og T2.

Vanninnholdet i massene vurderes med tanke på massens kompressibilitet. Massene i de analyserte prøvene vurderes som lite til litt kompressible.

Organisk innhold er målt til 0,2-1,1 % i borpunkt 1. I borpunkt 4 er det fra 0-1,0 m målt et organisk innhold på 5,9 %. Dette er over terskelverdien på 2 %. Fra 1,0-1,5 m er det målt 1,0 % organisk innhold. Organisk innhold kan påvirke jordartens geotekniske egenskaper, ettersom innholdet angis i masseprosent av tørrstoff.

6. VEDLEGG

Nr.	Navn	Sider
1	Boreplan som utført, G2	1
2	Koordinater borpunkt	1
3	Totalsonderinger, G01-G11	11
4	Rapport laboratorieundersøkelser	7
5	Bilder naverboring	4
6	Geoteknisk bilag	4



⊕ TOTALSONDERING

⊙ PRØVETAKING

BORPUNKT NR. ⊕ $\frac{\text{TERRENGKOTE}}{\text{ANT. BERGKOTE}}$ BORET DYBDE I LØSMASSE + BORET DYBDE I BERG

A		MTR	LCO	MTR	24.11.21
Rev.	Revideringen gjelder		Tegn.	Kontr.	Sign. Dato.

AS RYFYLKE TRELAST

SOLSTRAND, FISTER

BORPLAN

Tegn.	MTR
Kontr.	LCO
Sign.	MTR
Dato	24.11.21
Mål	1:1000 m

Sak nr.

21-169

Tegn. nr. Rev.

G2

A

PROCON

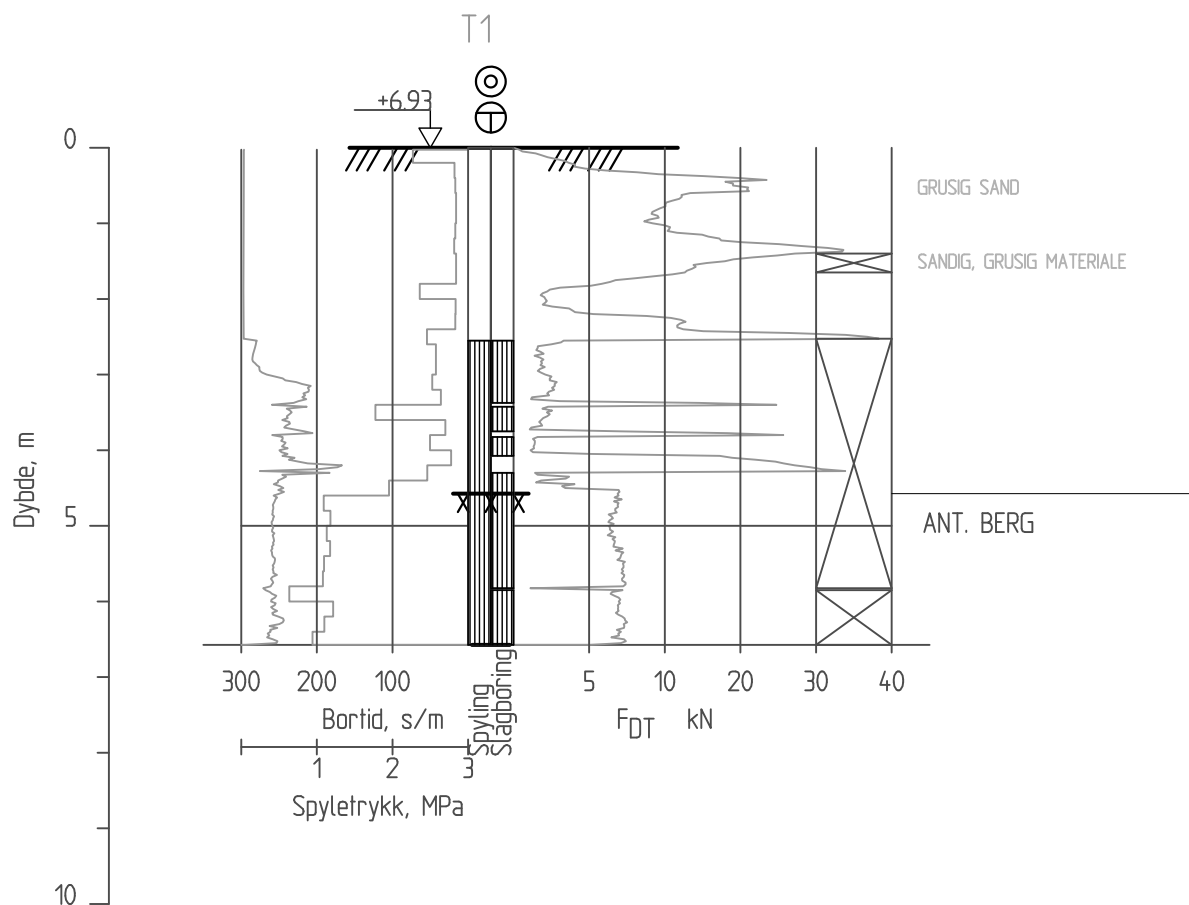
RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF
SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER
TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91



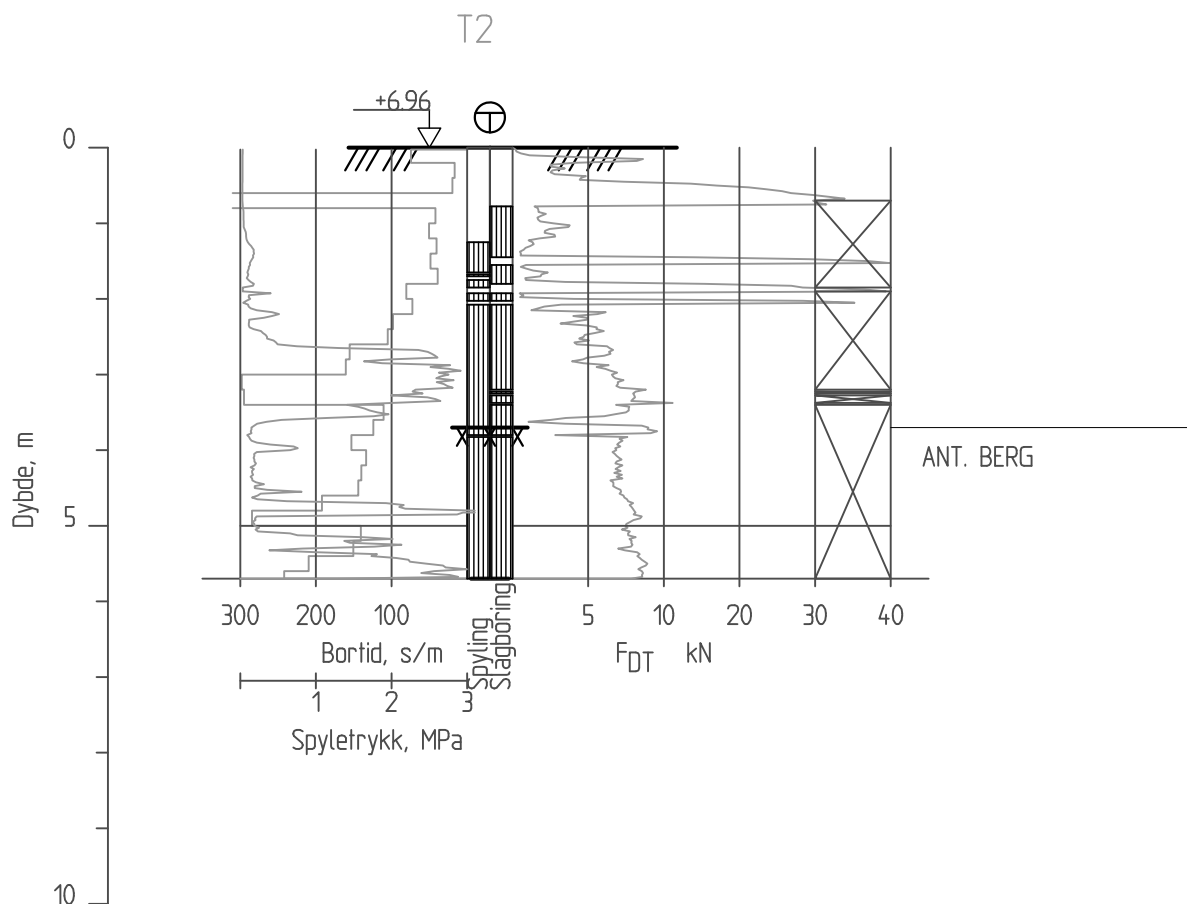
BORPUNKTENES KOORDINATER

Koordinatsystem	EUREF 89
Sone	UTM 32
Høydesystem	NN2000

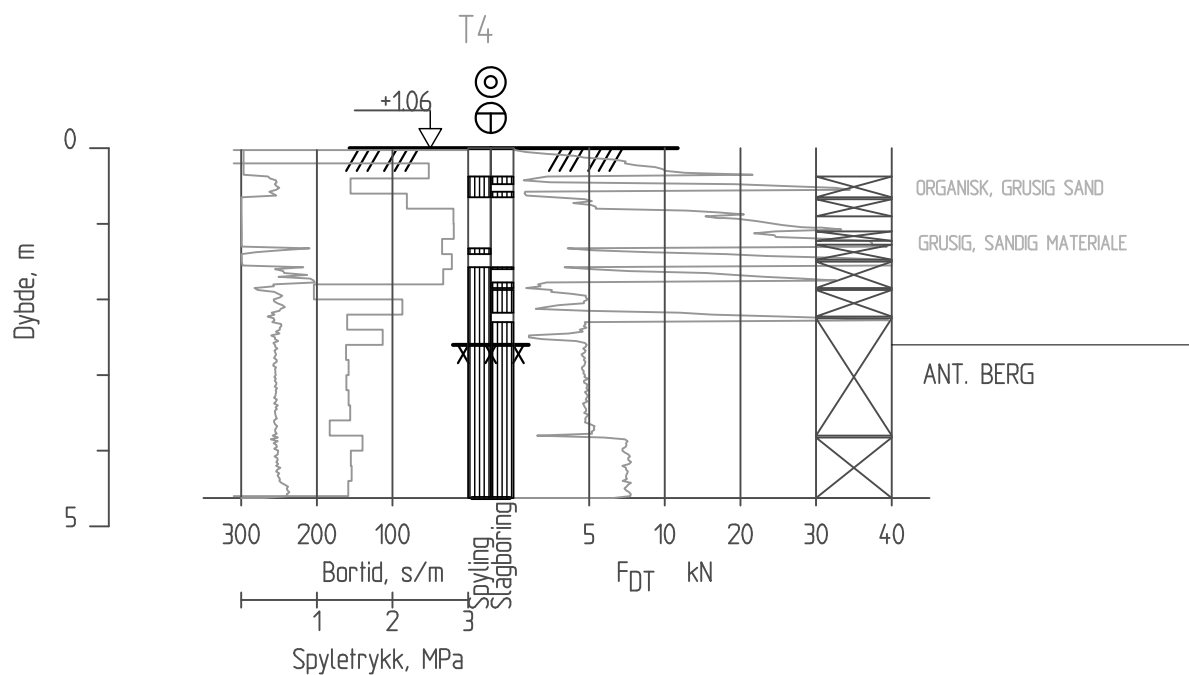
Borpunkt:	Nord:	Øst:	Høyde
t8	6563869.482	332472.924	-6.827
t9	6563851.043	332460.311	-7.584
t10	6563792.281	332460.656	-3.457
t7	6563838.919	332493.443	1.640
t6	6563814.446	332496.483	1.384
t5	6563799.822	332528.180	0.965
t4	6563780.708	332521.367	1.058
t3	6563757.374	332498.070	1.010
t2	6563762.892	332582.305	6.963
t1	6563779.713	332599.936	6.931
t11	6563744.314	332540.147	7.612



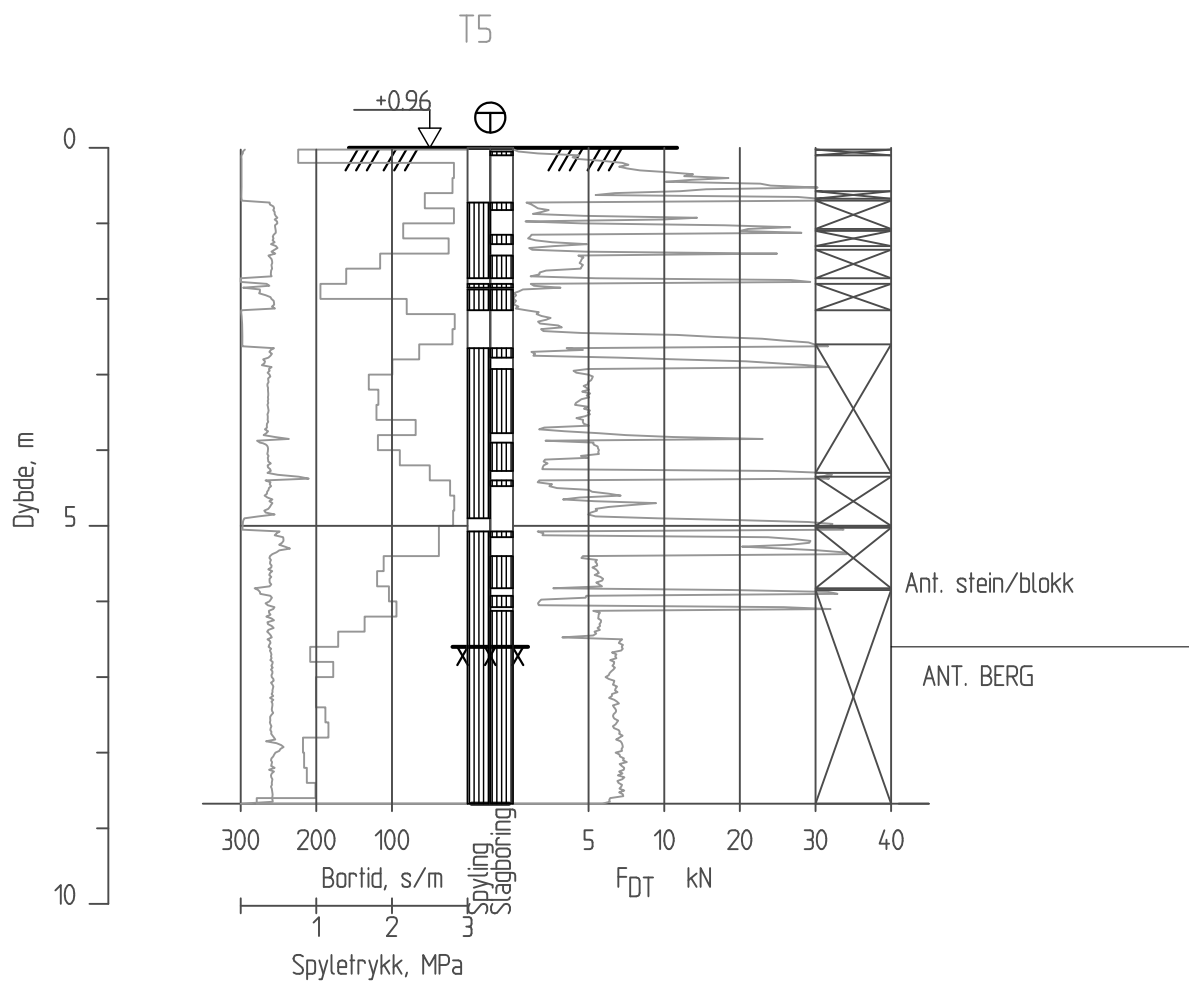
						AS RYFYLKE TRELAST		Tegn.	MTR
						SOLSTRAND, FISTER		Kontr.	LCO
								Sign.	MTR
								Dato	24.11.21
A						BORPROFIL 1		Mål	1:10
								Sak nr.	
Rev. Revideringen gjelder								21-169	
Tegn. Kontr. Sign. Dato.								Tegn. nr.	Rev.
PROCON						RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91		G01	A
						RIF			



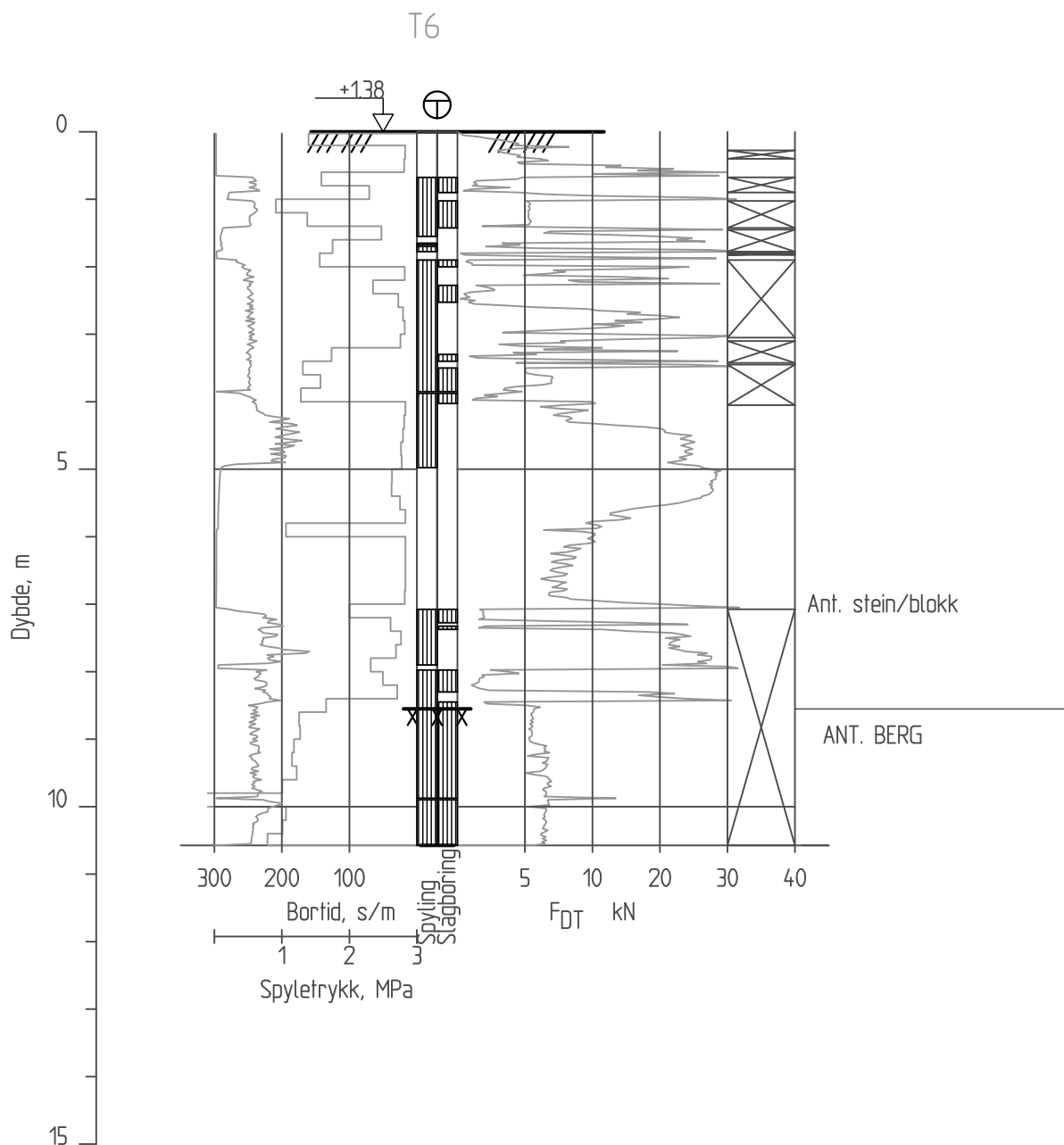
						AS RYFYLKE TRELAST SOLSTRAND, FISTER BORPROFIL 2	Tegn.	MTR
							Kontr.	LCO
							Sign.	MTR
							Dato	24.11.21
							Mål	1:10
A		MTR	LCO	MTR	24.11.21	BORPROFIL 2	Sak nr. 21-169	
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.			
PROCON RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91 							Tegn. nr	Rev.
							G02	A



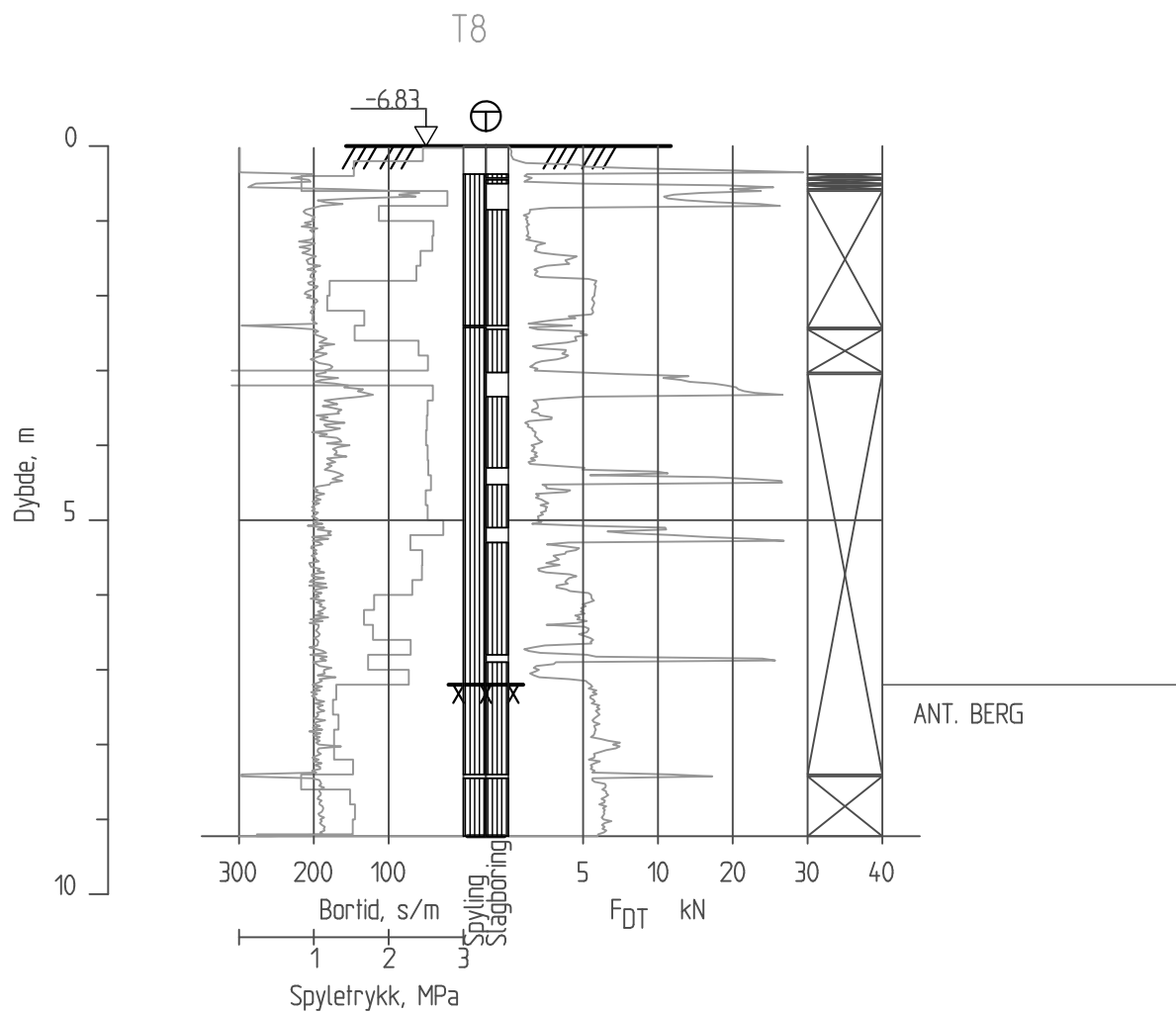
						AS RYFYLKE TRELAST		Tegn.	MTR
								Kontr.	LCO
								Sign.	MTR
								Dato	24.11.21
						SOLSTRAND, FISTER		Mål	1:10
								Sak nr.	
A		MTR	LCO	MTR	24.11.21	BORPROFIL 4		21-169	
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.			Tegn. nr.	Rev.
PROCON						RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91			
								G04	A



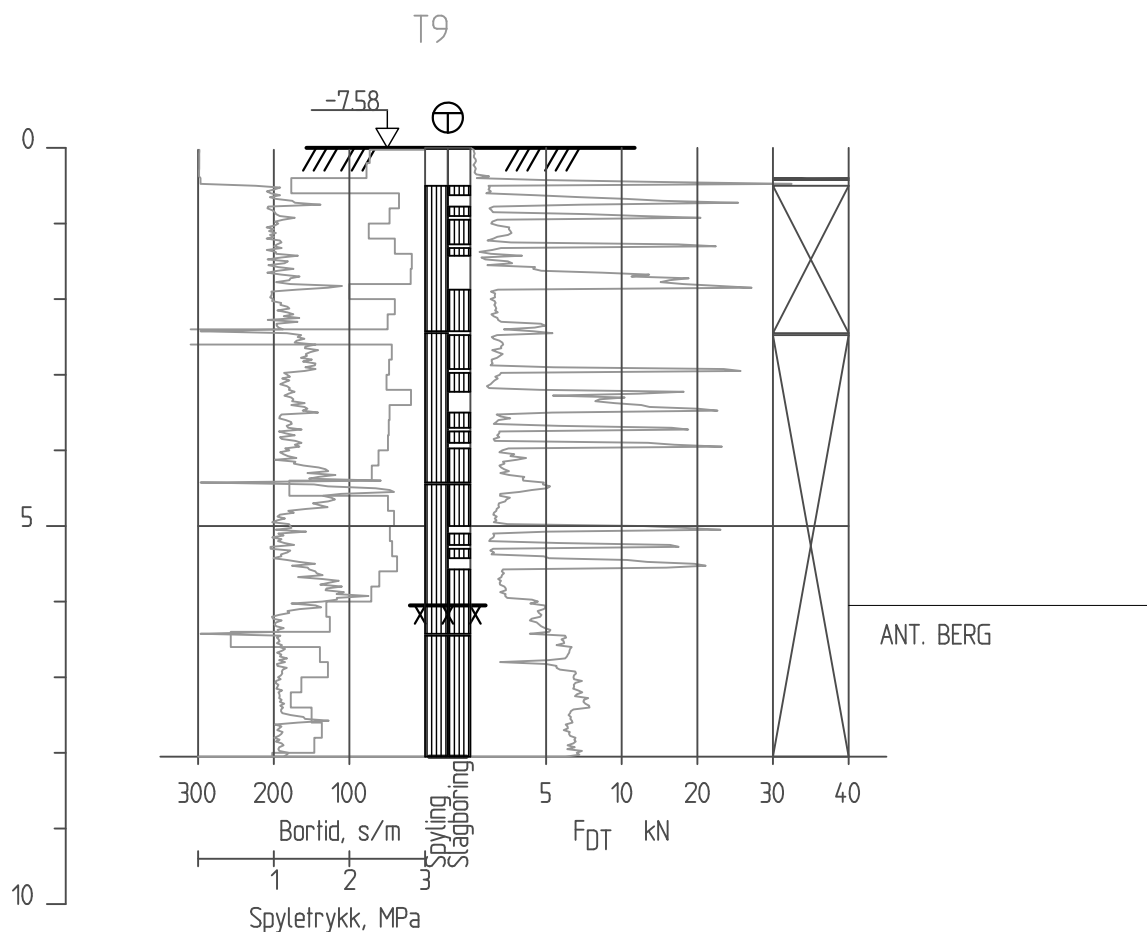
						AS RYFYLKE TRELAST		Tegn.	MTR
								Kontr.	LCO
								Sign.	MTR
								Dato	24.11.21
						SOLSTRAND, FISTER		Mål	1:10
								Sak nr.	
A		MTR	LCO	MTR	24.11.21	BORPROFIL 5		21-169	
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.			Tegn. nr.	Rev.
PROCON						RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91		G05	
								A	



						AS RYFYLKE TRELAST	Tegn.	MTR
							Kontr.	LCO
							Sign.	MTR
							Dato	18.11.21
						SOLSTRAND, FISTER	Mål	1:10
A		MTR	LCO	MTR	18.11.21	BORPROFIL 6	Sak nr.	
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.		21-169	
PROCON RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91							Tegn. nr	Rev.
							G06	A



						AS RYFYLKE TRELAST	Tegn.	MTR
							Kontr.	LCO
							Sign.	MTR
							Dato	24.11.21
							Mål	1:10
A		MTR	LCO	MTR	24.11.21	SOLSTRAND, FISTER	Sak nr.	
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.		21-169	
PROCON RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91 							Tegn. nr	Rev.
							G08	A

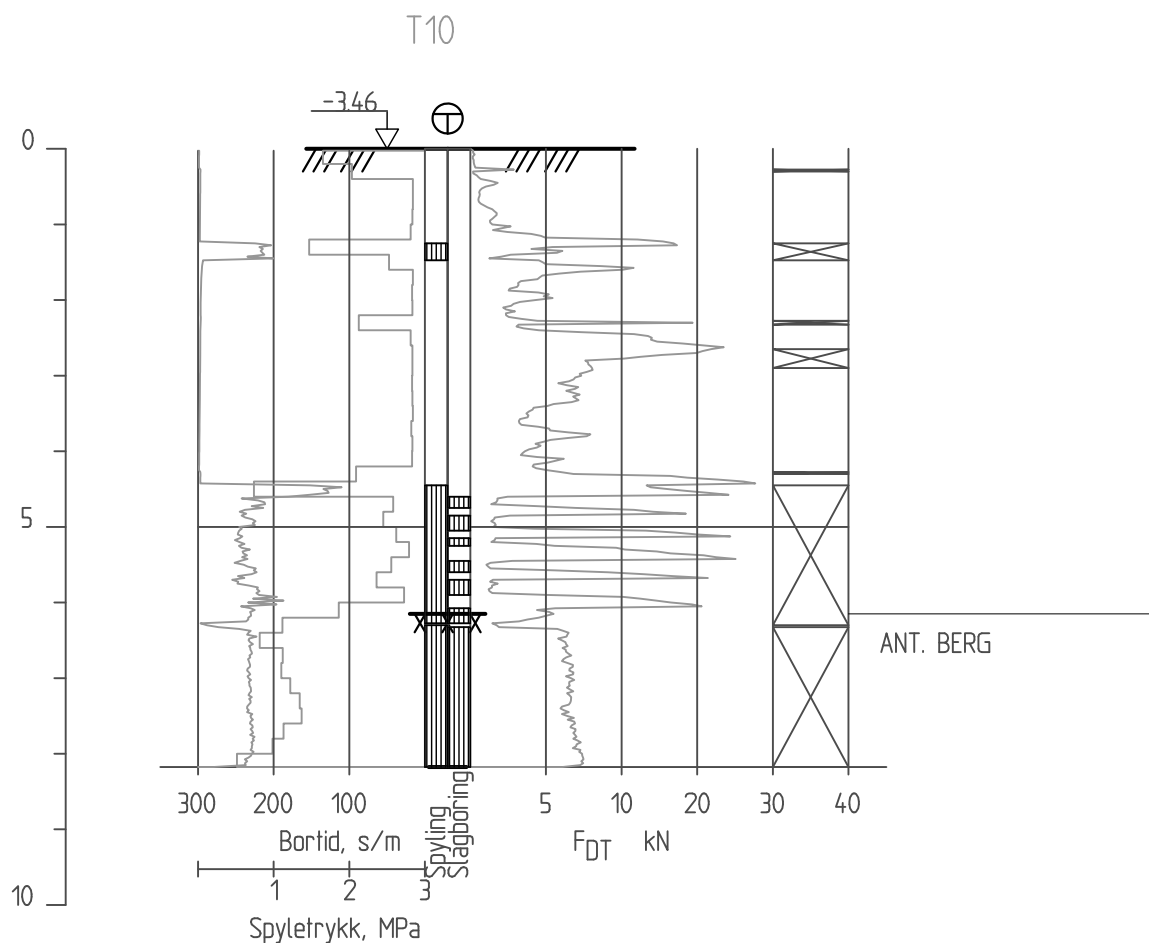


						AS RYFYLKE TRELAST		Tegn.	MTR
						SOLSTRAND, FISTER		Kontr.	LCO
								Sign.	MTR
								Dato	24.11.21
						BORPROFIL 9		Mål	1:10
								Sak nr.	
A								21-169	
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.			Tegn. nr.	Rev.
								G09	A

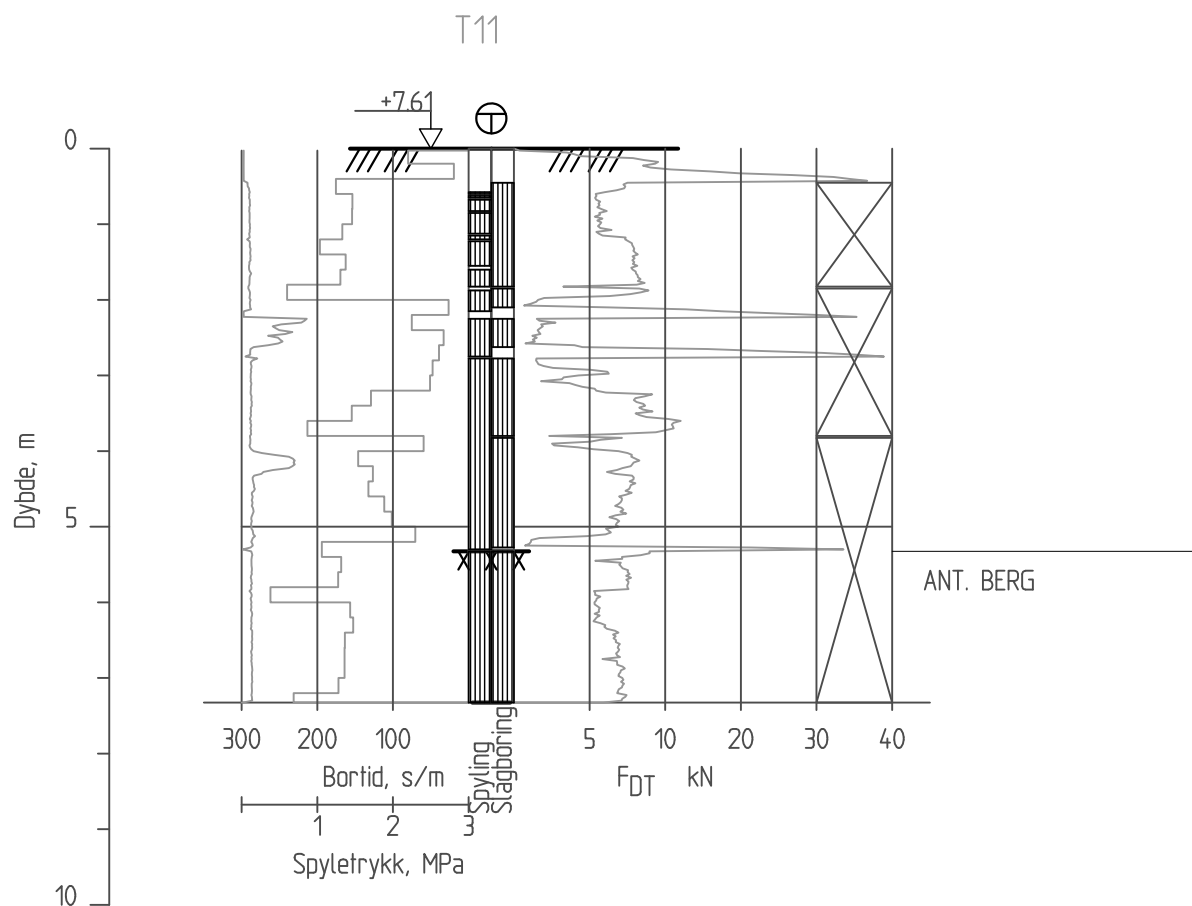
PROCON

RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF
SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER
TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91





						AS RYFYLKE TRELAST		Tegn.	MTR
								Kontr.	LCO
								Sign.	MTR
								Dato	24.11.21
						SOLSTRAND, FISTER		Mål	1:10
								Sak nr.	
A						BORPROFIL 10		21-169	
								Tegn. nr.	Rev.
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.			G10	A
PROCON						RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91		RIF	



						AS RYFYLKE TRELAST		Tegn.	MTR
								Kontr.	LCO
								Sign.	MTR
								Dato	18.11.21
						SOLSTRAND, FISTER		Mål	1:10
								Sak nr.	
A						BORPROFIL 11		21-169	
								Tegn. nr.	Rev.
Rev.	Revideringen gjelder	Tegn.	Kontr.	Sign.	Dato.			G11	A
PROCON						RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF SVERDRUPSGT. 23 - 4007 STAVANGER TEL. 51 56 90 90 - FAX 51 56 90 91		RIF	

LABORATORIERAPPORT SOLSTRAND, FISTER

Prosjektnummer 21-169
Oppdragsgiver AS Ryfylke Trelast
Utført av Linda Cathrin Olsen

A	Første utsendelse	LCO	MTR	24.11.2021
Rev.	Revisjonen gjelder	Ek.	Ik.	Dato

1. ORIENTERING

Procon Rådgivende Ingeniører AS er engasjert av AS Ryfylke Trelast for å utføre geotekniske laboratorieundersøkelser i forbindelse med en grunnundersøkelse i Fistervegen 623 (Gbnr. 74/7) på Fister i Hjelmeland kommune.

4 poseprøver er analysert og hentet ut ved naver i perioden 11-12 november 2021. Procon RI har mottatt samtlige poseprøver fortløpende for analyse.

Naverbor gir omrørte prøver og prøvene kan brukes til identifisering og klassifisering av jordartsegenskaper og mekaniske jordparametere.

2. PROSEDYRE FOR GJENNOMFØRING

Laboratorieundersøkelser er utført på Procon RI sitt kontor i Stavanger. Undersøkelser utføres iht. gjeldene regelverk og standarder.

Dokument	Dokumentnavn
Håndbok R210 (2016)	Laboratorieundersøkelser
NGF melding nr. 2 (2011)	Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk – Identifisering og klassifisering av jord
NS 8000:1982	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Konsistensgrenser – Begreper, terminologi og symboler
NS 8001:1982	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Støtflytegrensen
NS 8002:1982	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Konusflytegrensen
NS 8003:1982	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Plastisitetsgrensen
NS 8004:1982	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Svinngrensen
NS 8005:1990	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Kornfordelingsanalyse av jordprøver
NS 8010:1982	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Jords oppbygning – Begreper, terminologi og symboler
NS 8014:1982	Geoteknisk prøving – Laboratoriemetoder – Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-1:2014	Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser – Laboratorieprøving av jord – Del 1: Bestemmelse av vanninnhold
NS-EN ISO 17892-2:2014	Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser – Laboratorieprøving av jord – Del 2: Bestemmelse av romdensitet
NS-EN ISO 17892-3:2014	Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser – Laboratorieprøving av jord – Del 3: Bestemmelse av korndensitet
NS-EN ISO 17892-4:2016	Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser – Laboratorieprøving av jord – Del 3: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling

NS-EN ISO 17892-6:2017	Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser – Laboratorieprøving av jord – Del 6: Konusprøving
NS-EN ISO 17892-12:2018	Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser – Laboratorieprøving av jord – Del 12: Bestemmelse av flyte- og plastisitetsgrenser

3. LABORATORIEUNDERSØKELSE

Undersøkelser som angitt i tabellen nedenfor er utført.

Undersøkelse	Antall	Avvik
Prøveåpning	4	
Vanninnhold	3	
Kornfordeling	3	
Glødetapsmåling	4	

4. RESULTATER

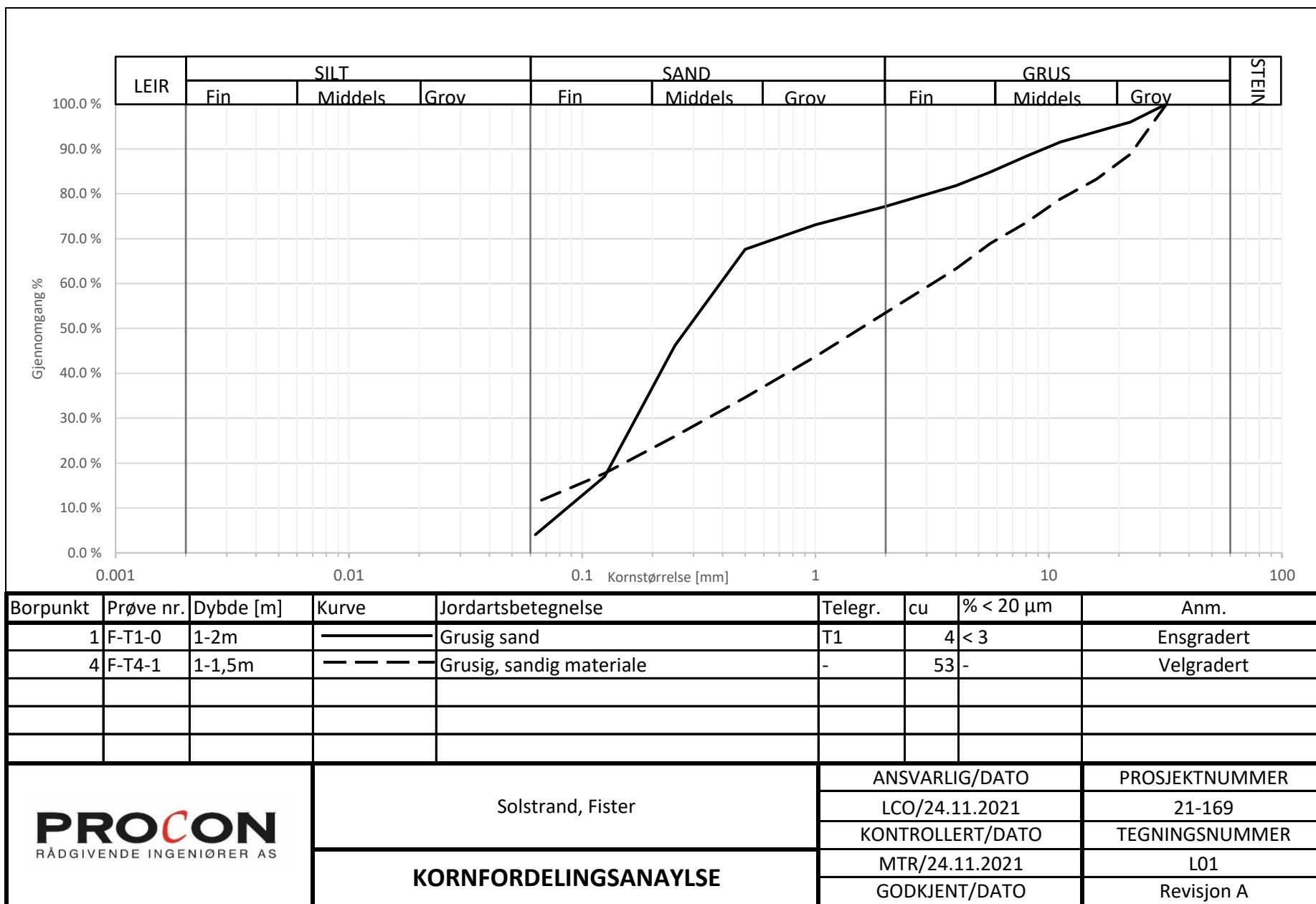
Resultater fra analysene er gitt i tabellene nedenfor. Jordart, gitt fra kornfordelingsanalyser, er markert med fet skrift. Jordart indikert med rutineanalyse har normal og kursiv skrift.

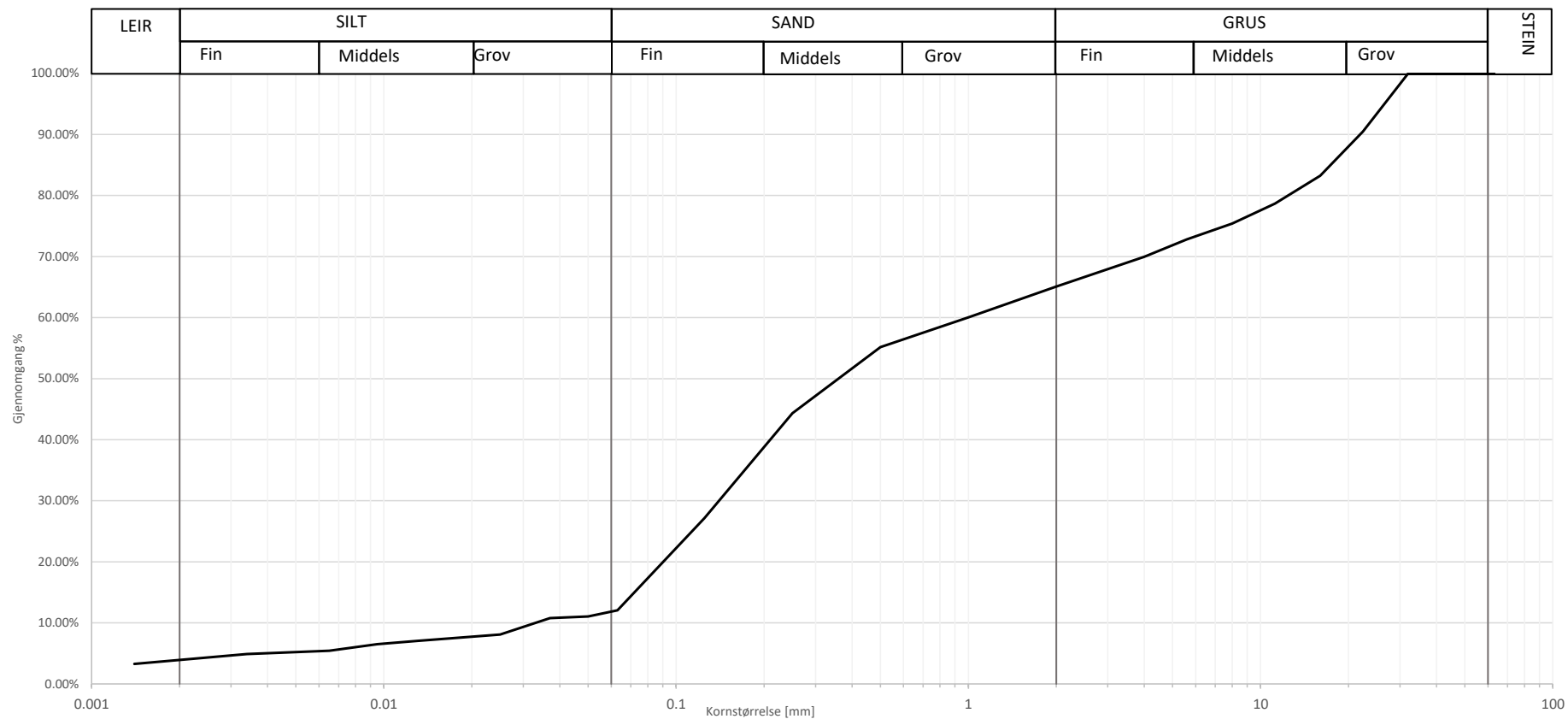
Prøve	Beskrivelse	Dybde, z [m]	Vanninnhold, w [%]	Glødetap, [%]	Telefarlighets- gruppe, T [-]	Graderingstall, C _u
F-T1-0	Grusig sand	0 – 1	10.8	0.2	T1*	4
F-T1-1	Sandig, grusig materiale	1 – 2	16.6	1.1	T2	29
F-T4-0	<i>Organisk, grusig sand</i>	0 – 1	16.6	5.9	-	-
F-T4-1	Grusig, sandig materiale	1 – 1.5	-	1.0	-	53

* = Telefarlighetsgruppe er kun estimat.

5. VEDLEGG

Nr.	Navn	Sider
1	Siktekurver, L01 – L02	2
2	Geoteknisk bilag laboratorieforsøk	2





Borpunkt	Prøve nr.	Dybde [m]	Kurve	Jordartsbetegnelse	Telegr.	Cu	% < 20 µm	Anm.
1	F-T1-1	1-2m		Sandig, grusig materiale	T2	29	8	Velgradert

PROCON
RÅDGIVENDE INGENIØRER AS

Solstrand, Fister

KORNFORDELINGSANALYSE

ANSVARLIG/DATO	PROSJEKTNUMMER
LCO/24.11.21	21-169
KONTROLLERT/DATO	TEGNINGSNUMMER
MTR/24.11.21	L02
GODKJENT/DATO	REVISJON
MTR/24.11.21	A

GEOTEKNISK BILAG LABORATORIEFORSØK

A	Første revisjon	MTR	LLL	24.11.20
Rev.	Revisjonen gjelder	Ek.	Ik.	Dato

Vanninnhold

Vanninnholdet gir forholdet mellom masse vann og masse tørrstoff i prøven. Jordprøven veies, tørkes til konstant vekt og veies igjen.

$$w = \frac{\text{masse fuktig} - \text{masse tørr}}{\text{masse tørr prøve}} = [\%]$$

Tyngdetetthet

Relativ tyngdetettheten beskriver tyngde av prøve per volum. Densiteten (ρ) bestemmes ved veiing og måling av volum, og multipliseres videre med grunnens tyngdeakselerasjon (g) for å få tyngdetetthet.

$$\gamma = \left(\frac{m}{V}\right) \times g = [kN/m^3]$$

Kornfordeling

Kornfordelingen angir i vektprosent andelen av de ulike kornfraksjonene av det totale materialet. Graderingen bestemmes ved våt eller tørr sikting, evt. slemmeanalyse. Sikteanalysen utføres ved at materialet ristes på sikter med størrelse ned til 63 μm . For å bestemme materiale < 63 μm utføres en slemmeanalyse. Materialet oppløses i vann og densitet av suspensjonen bestemmes i et hydrometer for gitte tidsintervaller. Kornfraksjonene er gitt ut ifra størrelsene presentert i tabell 1.

Tabell 1: Kornfraksjoner etter kornstørrelse.

Kornfraksjon	Kornstørrelse [mm]
Leire	< 0,002
Silt	0,002 – 0,063
Sand	0,063 – 2
Grus	2 – 63
Stein	63 - 630
Blokk	> 630

Kornfordelingen benyttes til å bestemme materialets gradering og telefarlighet. Graderingstallet (C_u) er forholdet mellom 10 % og 60 % av materialet som passerer siktene, evt. 25 % og 75 %. C_u beskrives for friksjonsmasser, gitt i tabell 2. Ut fra kornfordelingskurven deles materialet inn i 4 telefarlighetsgrupper, se tabell 3.

$$C_U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Tabell 2: Graderingstall og betegnelse av friksjonsmasser.

Graderingstall, C_U	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 – 15	Middels gradert
> 15	Velgradert

Tabell 3: Klassifisering av telefarlighet. ¹⁾ Mer enn 40 % < 0,002 mm regnes som middels telefarlig, T3.

Telefarlighetsgruppe		Masseprosent av materiale < 20 mm		
		< 0,002 mm	< 0,02 mm	< 0,2 mm
Ikke telefarlig	T1		< 3	
Litt telefarlig	T2		3 – 12	
Middels telefarlig	T3	¹⁾	> 12	< 50
Meget telefarlig	T4	< 40	> 12	> 50

Skjærstyrke

Skjærstyrke er et mål for jordens styrke. For kohesjonsjordarter kan udrenert skjærfasthet bestemmes empirisk ved blant annet konusforsøk. Nedtrengningen av en kjent konus måles for uomrørt og omrørt materiale. Forholdet mellom uomrørt (c_u) og omrørt (c_{ur}) skjærfasthet gir materialets sensitivitet (S_t), gitt i tabell 4 nedenfor.

$$S_t = \frac{c_u}{c_{ur}}$$

Tabell 4: Sensitivitet og betegnelse.

S_t	Betegnelse av leire	Sensitivitet
< 8	Lite sensitiv	Lav
8 – 30	Middels sensitiv	Middels
> 30	Meget sensitiv	Høy

Humusinnhold

Humusinnholdet angis i masseprosent av tørrstoff < 500µm. Det benyttes glødning som analysemetode, hvor humusinnholdet bestemmes kvantitativt fra en tørket prøve.

$$w = \frac{\text{masse tørket} - \text{masse glødet}}{\text{masse glødet prøve}} = [\%]$$

BILDER NAVERBORING

Borpunkt 1, 0-1,0 m:



Borpunkt 1, 1,0-2,0 m:



Borpunkt 4, 0-1,0 m:



Borpunkt 4, 1,0-1,5 m:



Statens vegvesen Blankett nr. 497	TEGNINGSFORKLARING for geotekniske kart og profiler	Bilag 1A
--------------------------------------	--	----------

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Drelesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellements punkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊗	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊕	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⬇	2406 Dreietrykks-sondering	Moskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vinge-boring	Måling av uorrørt og orrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⌒	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q_0 registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

NIVÅER OG DYBDER (i meter)

$$\begin{array}{r} \star 12,8 \\ -5,7 \\ \hline 18,5+3,0 \end{array}$$

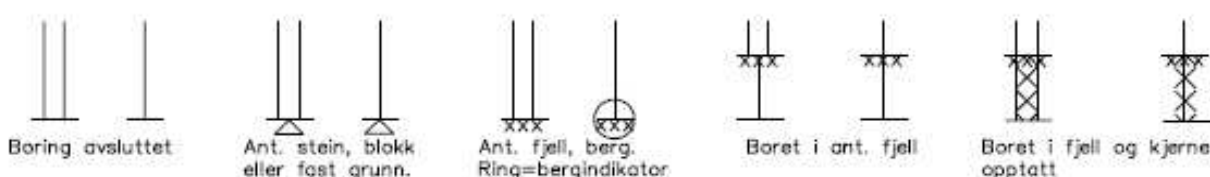
Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter pluss tegn (+3,0).
 Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL
Generelt

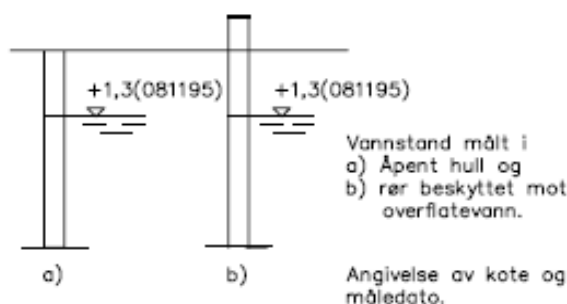
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



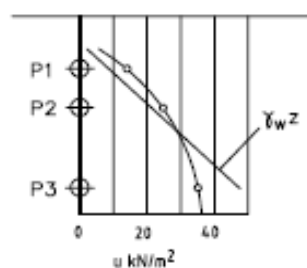
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



GRUNNVANNSTAND



PORETRYKK

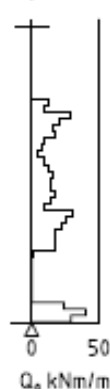


Poretrykk, u, fremstilles
i et diagram. En teo-
retisk linje for hydro-
statisk trykkfordeling
 $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerte vannstand
LRV	Laveste regulerte vannstand
HHV	Høyeste høvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

RAMSONDERING



Rammemotstanden Q_0 angis som brutto
rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)
 H = Fallhøyde (m)
 s = Synk i m pr. slag

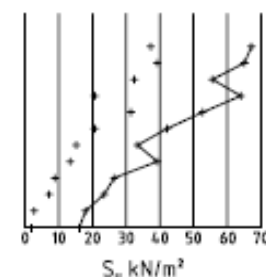
ENKEL SONDERING



Boringer som bare
har til hensikt å
registrere dybder til
fjell eller fast lag,
uten registrering av
neddrivingsmotstand.

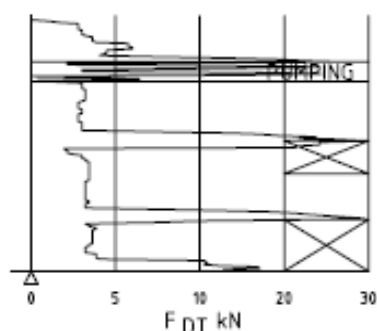
Ved enkel sondering
med slagbormaskin og
sondering med fjellrigg
kan synk vises som
sek/m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med
enkel tykk strek.
Skjerstyrken s_u og s'_u
angis i kN/m² med tegnet
+. Verdier merka (+)
ansees ikke representative.
Verdien som angis er den
kalibrerte omrørte og uom-
rørte skjærstyrke.

DREIETRYKKSONDERING



Vanlig boring med 25 omdr./min.
Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel
tykk strek.
Målt nedpressingskraft er vist som
funksjon av dybden. Kraften er
registrert ved automatisk skriver.

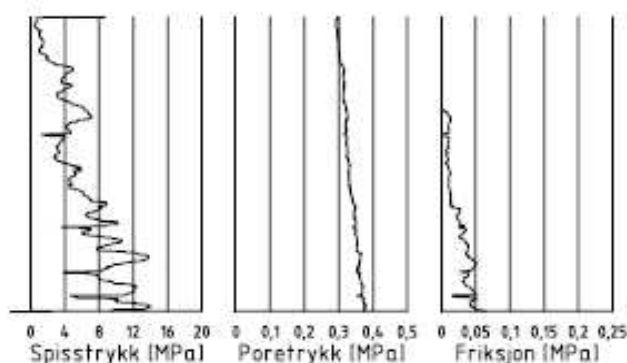
DREIESONDERING



Forboredingsdybde markeres og
diameter angis i mm. Vertikal-
lasten i kN angis på borhullets
v. side. Endring i belastning
vises ved tverrstrekk. Synk uten
dreining markeres med skygge-
legging eller raster.

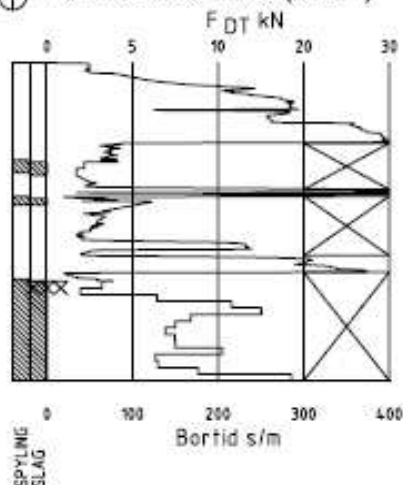
Hel tverrstrekk for hver 100 halv-
omdreining. Halv tverrstrekk for
hver 25 halvomdreining. Mindre
enn 100 halvomdreining vises
ved å skrive ant. halvomdr. på
h. side. Neddriving ved slag på
boret vises m. kryss, slagant. og
redskap kan angis. Endret ned-
drivingsmåte vises m. hel tverrstr.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borchullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i nærliggende nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

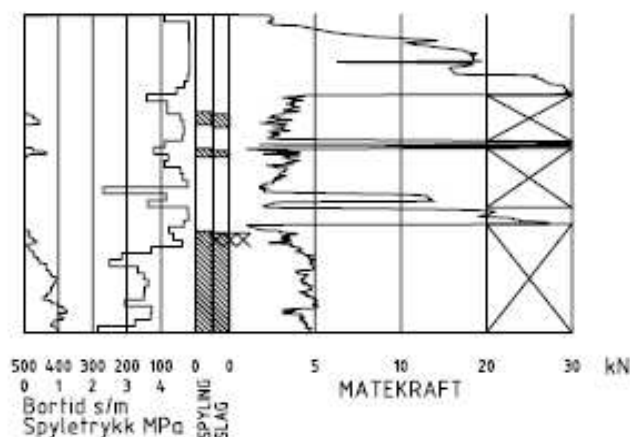
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Mølt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tærskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Spyling begynner
- 73 Spyling slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samtl.

- 77 Slag og spyling slutter samtl.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

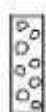
STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

⊙ PRØVESERIE
Materielsignatur (iht. NGF)



Fjell



Stein og blokk



Grus



Sand



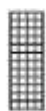
Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse

Trerester
Sagflis

Matjord

Torv
PlanteresterGytje, dy
(vannavsatt)

Anmerkning

T = tørrskorpe
Leire: R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _p W _L W _F	• ┌─┐ └─┘ └─┘	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Poresitet Poretall	n e		
Skjærstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	c _{uc} c _{uc} c _{uc}	▽ ▼ ○—	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: $15 \frac{9-5}{10}$ %
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	 O _c O _{gl} O _{Na} v _P		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ –H ₁₀

NOTAT FUNDAMENTERING OG STABILITET SOLSTRAND, FISTER

Prosjektnummer 21-169
Oppdragsgiver AS Ryfylke Trelast
Utført av Mari Thu Randulff
Kontrollert av Thomas Nilsen

Dato	16.02.2022
Revisjon	B

ORIENTERING

Procon Rådgivende Ingeniører AS er engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser og en innledende geoteknisk vurdering av utfylling i sjø i Fistervegen 623 (g.- og b.nr. 74/7) på Fister i Hjelmeland kommune (Figur 1). På tomten planlegges det utvikling av frittliggende og konsentrert boligbebyggelse, samt blokkbebyggelse. Det skal i den forbindelse også etableres en fylling i sjø, delvis hvor det i dag finnes en molo, og småbåtanlegg i sjøen.

Dette notatet gir en innledende vurdering av tiltakene planlagt på området, og inkl. vurdering av fundamentering og lokalstabilitet for fyllingen. Notatet kan ikke benyttes som en prosjektering.

Områdestabilitet iht. TEK 17 er ikke vurdert. Det påpekes imidlertid at tiltaket ligger innenfor aktsomhetskart for flom (gjentaksintervall: 20 år) og snøskred (utløpsområde). Kvikkleire er ikke påtruffet i planområdet. Utredning av områdestabilitet vil tilfalle detaljprosjekteringsfasen.



Figur 1: Markert tomt for utbygging. Kartutklipp er hentet fra norgeskart.no.

STYRENDE DOKUMENTER

Geotekniske parametere, sikkerhetsfaktorer og dimensjoneringsprinsipper fremkommer av følgende dokumenter gitt i Tabell 1.

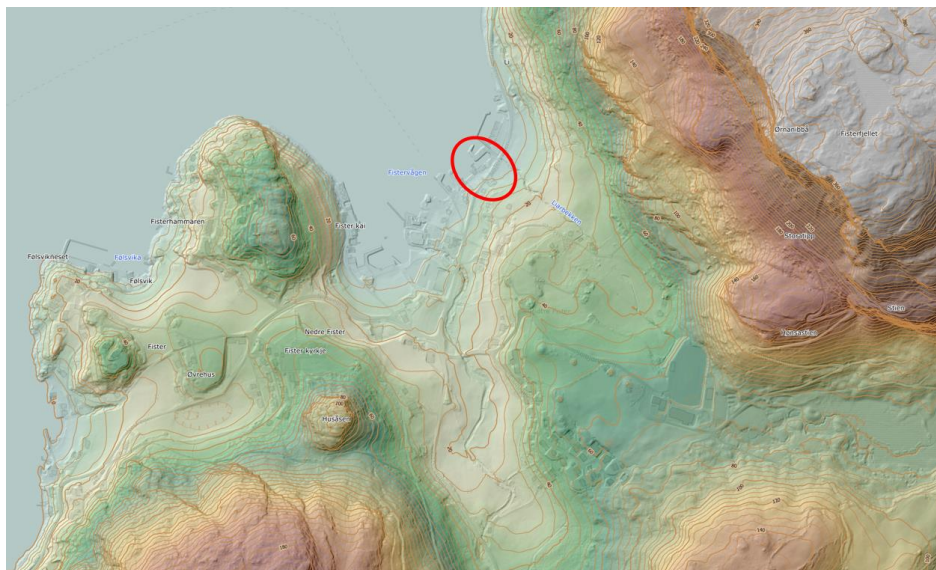
Tabell 1. Styrende regelverk og dokumenter.

Dokument	Emne
Plan og bygningsloven (2008)	Lov om planlegging og byggesaksbehandling
SAK10 (2018)	Byggsaksforskriften
TEK17 (2017)	Byggeteknisk forskrift
NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016	Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020	Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler
NS-EN-1997-2:2007+NA:2008	Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver
Håndbok V220 (2018)	Geoteknikk i vegbygging
Håndbok V221 (2012)	Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger
Vegnormal N200 (2021)	Vegbygging
Molohåndboka (2018)	Molohåndboka

TERRENG OG GRUNNFORHOLD

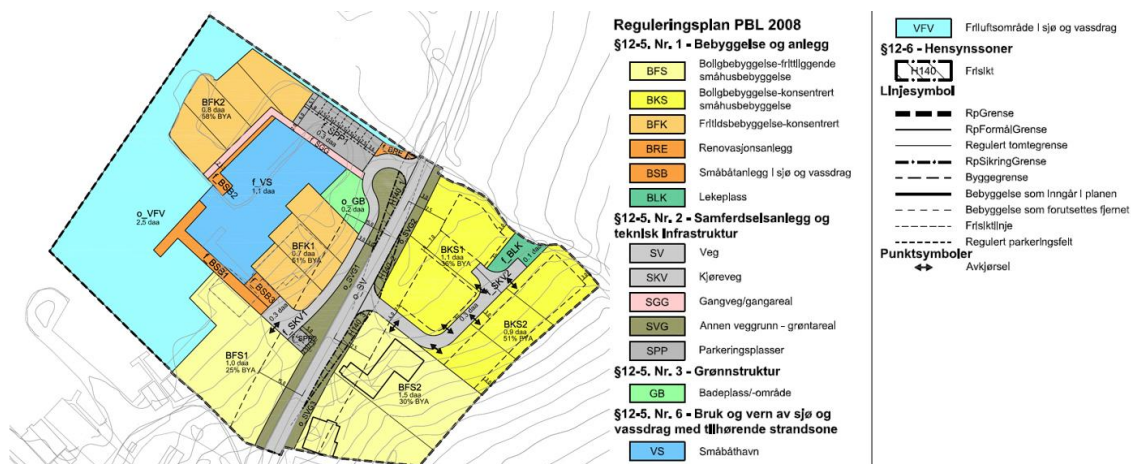
Terreng

Tomten har en slak helning ned mot Fistervågen mot vest med helning ca. 1:8. I sjøen faller terrenget ned til kt. -20,0 med ca. 1:7,5. Liarbekken renner langs planområdet nordøstlige side (Figur 2).



Figur 2. Topografisk kart. Grønn mot rød farge indikerer stigning i terrenget. Rød sirkel indikerer tiltakets omtrentlige lokasjon (Hoydedata.no).

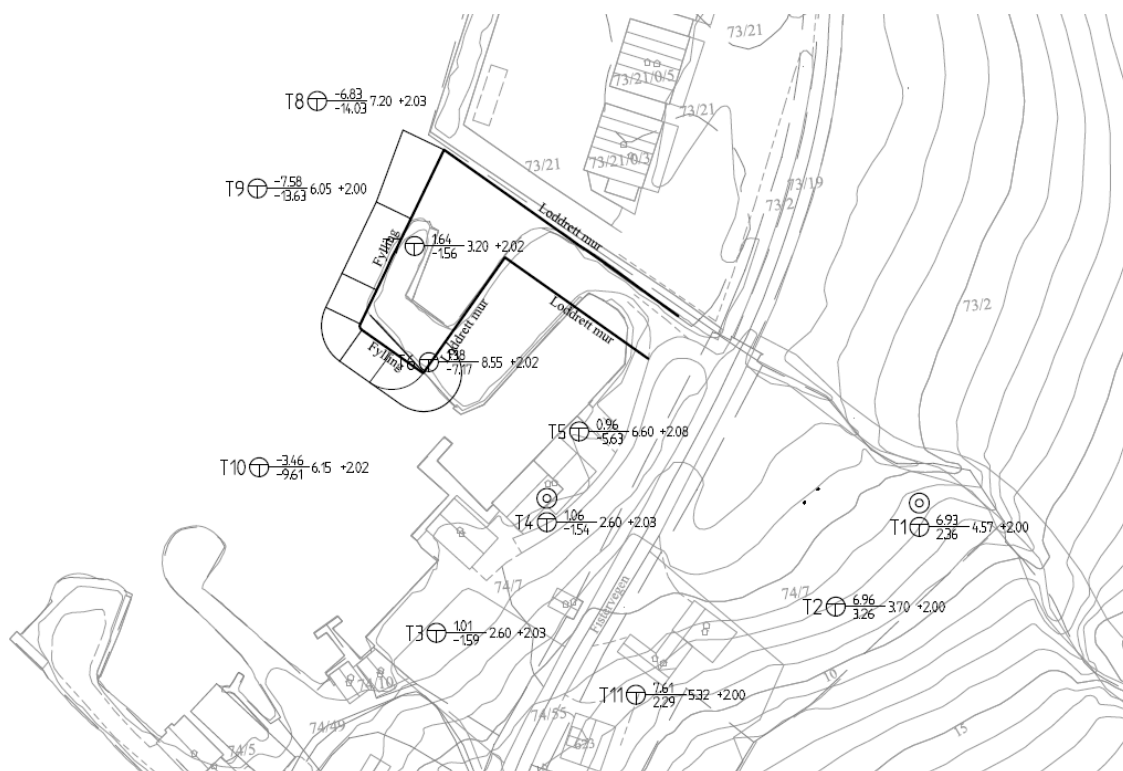
Ny fylling skal etableres lengre nordvest enn den eks. fyllingen. I tillegg skal området langs sjøkanten hvor det i dag finnes to landbruksbygninger utvides (Figur 3).



Figur 3. Utklipp situasjonsplan. Se Vedlegg 1 for fullstendig tegning.

Utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser av Procon RI i 2017 og 2021. I 2017 ble det gjort prøvegravinger på land og fra eks. molo, og i 2021 ble det boret 8 punkter på land og 3 punkter i sjø (Figur 4). Resultatene er beskrevet i rapportene «16-237.01 Fister molo RIG Geoteknisk grunnrapport», datert 21.02.17 og «Geoteknisk grunnrapport», datert 07.12.21.



Figur 4. Utklipp borplan (Geoteknisk grunnrapport, 2021). Se Vedlegg 3.

Grunnforhold

Berg er påtruffet fra 2,6-8,6 m under terreng på land, og fra 6,0-7,2 m under sjøbunn.

Grunnundersøkelsene viser ellers at det er svært faste morenemasser over berg. I borpunkt 1 er det påtruffet et løsere lagret lag til 2,5 m under terreng før faste masser er registrert. I borpunkt 6 og 7, tatt fra moloen, er det hovedsakelig faste friksjonsmasser. Fra 4-7 m under terreng er det i borpunkt 6 påtruffet et noe løsere lagret lag.

Grunntype og seismisk klasse

Grunntypen fastsettes iht. Eurokode 8 (Tabell NA.3.1). Grunntypen vurderes basert på dybde til fjell og løsmasseoverdekningens sammensetning, lagdeling og mektighet. Fyllingen etableres i et område som settes til grunntype B.

Seismisk klasse fastsettes iht. Eurokode 8 (Tabell NA.4) og seismisk klasse for geotekniske konstruksjoner skal i følge Statens vegvesen sees i samsvar med konstruksjonene de evt. støtter. Kaier/havneanlegg/småhus settes i seismisk klasse I.

Iht. Eurokode punkt 3.2.1(5) er utelatelseskriterie oppnådd med bakgrunn i seismisk klasse.

FUNDAMENTERING

Lengst øst planlegges det utbygging av en boligblokk (BBB). Resterende bygg er frittstående eneboliger (BFS1-4) eller konsentrerte boliger (BKS1-2). Grunnforholdene fremstår generelt som faste og godt egnet til direktefundamentering. Under boligblokken er det imidlertid påtruffet et 2,5 m tykt løsere lagret lag av grusig sand og sandig, grusig materiale i borpunkt 1. Det anbefales å masseutskifte dette laget da tilleggsbelastningen av boligblokken vil medføre setninger i laget. Lagets utbredelse er ikke kjent. I borpunkt 2 er laget ikke påtruffet.

Det er ønskelig å benytte masser fra deler av eks. molo som utfyllingsmateriale i fyllingens utvidelse mot vest. Fire boliger skal oppføres på fyllingen. Massene i eks. molo fremstår som grove steinmasser. Grov masse som blokk og stein kan benyttes til utfylling av ny fylling. Lag av finere masse (sand, silt, leire) skal ikke benyttes i ny fylling. Fyllmassens kvalitet og egenskaper skal kontrolleres og dokumenteres under grunnarbeidet.

Det anbefales videre at fyllingen forbelastes over en lengre periode, de innledende stabilitetsberegningene forutsetter minimum 180 dager. Dette vil være et viktig tiltak for å redusere setningsfare og derav bedre kvaliteten på fyllingen. Under sjøvannstand vil komprimeringsmuligheter for fyllingen være begrenset. Komprimering i sjø kan utføres som dypkomprimering, men metoden vurderes som kostbar. Forbelastningen er dermed en mindre kostbar metode som fremskynder egensetningene i fyllingen. Lasten påført av tilførte masser for forbelastning, bør tilsvare minimum endelig last av boligene. Det estimeres i tidligfase min. 1,5 m fyllmasser over endelig fundamentnivå.

Det forutsettes videre at massene over vannstanden komprimeres iht. NS 3458:2004, normal komprimering under utførelsen.

STABILITETSVURDERING

Beregningsprofil

Stabilitetsberegningen er utført i elementprogrammet Plaxis 2D. Programvaren bruker jordmodeller for å simulere hvordan ulike jordmaterialer oppfører seg. Sikkerhetsfaktoren bestemmes i en repetitiv prosedyre hvor jordmodellens styrke reduseres gradvis til ustabil tilstand og kritisk glideflate identifiseres. Kritisk snitt er tegnet som et forenklet jordprofil, basert på tegning «3166_Snitt situasjonsplan» utarbeidet av JoB Arkitekter (Figur 5).



Figur 5: Utklipp fra illustrasjonsplanen som viser planlagte tiltak, utfylling, fundamentering av eneboliger og blokkbebyggelse. Kritisk snitt anvendt i stabilitetsberegningene er merket. Fullstendig illustrasjonsplan finnes i Vedlegg 2.

Grunnvannstanden er satt til sjøvannstand med laveste astronomiske tidevann (LAT), som den dimensjonerende vannstanden. Det er satt på laster på fyllingen som tilsvarer terrenglast, gangsti og eneboliger i to etasjer, henholdsvis 5, 10 og 20 kPa i bruddgrensetilstand (ULS). Lastfaktor $\gamma = 1,3$ er benyttet.

Beregningene forutsetter at sjøbunnssedimenter fortreges under utfyllingen. Videre er det forutsatt at dybde til sjøbunn inne i småbåthavnen ikke overstiger 1,5 m. I stabilitetsprofilen er geometri hentet fra snittene fra ARK, situasjonsplan, terrenghøyder og resultatene fra grunnundersøkelsene. Det er inkludert støttemurer langs småbåthavnen, både på fyllingens sørøstlige side og på landsiden av småbåthavnen.

Støttemurenes dimensjoner er antagelser. Endelige dimensjoner på støttemurene må prosjekteres i detaljprosjekteringsfasen.

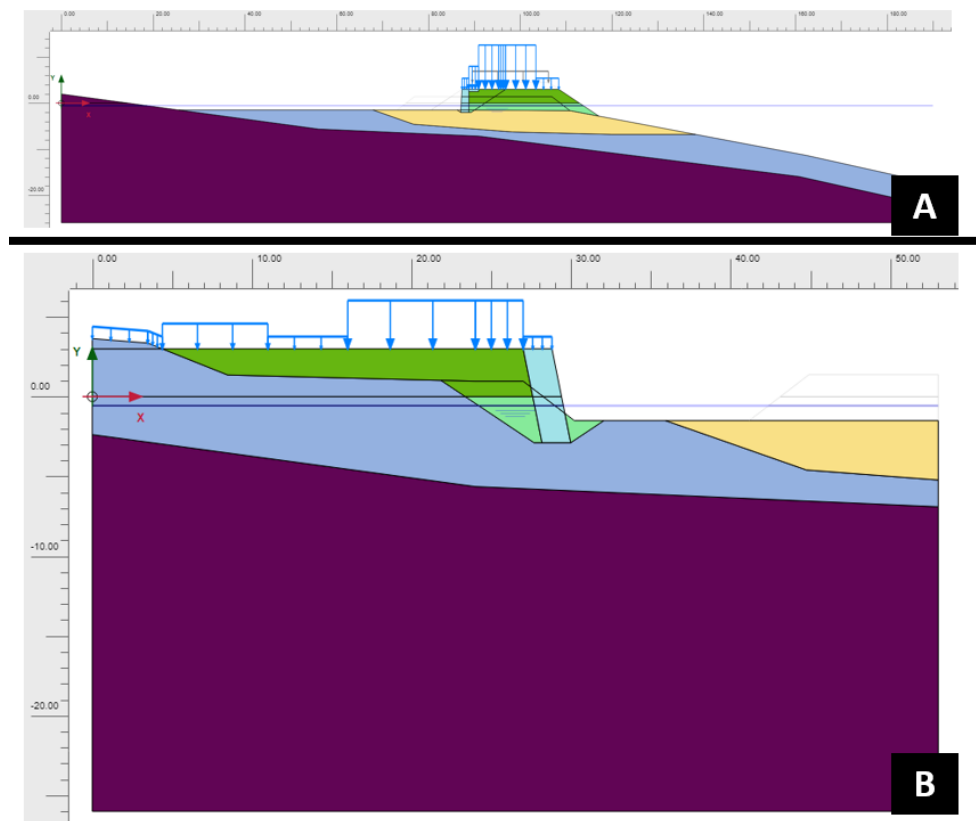
Fyllingen er lagt ut med en helning 1:1,5. Mohr-Coulomb benyttet som jordmodell, anvendte jordparametere som gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Jordparametere benyttet i beregningen i Plaxis. Noe kohesjon i eksisterende fyllmasser regnes med.

Parameter	Berg	Fyllmasse 2 (Over GV)	Fyllmasse 1 (Under GV)	Morene	Sand	Tørrmur
Plaxis farge ID						
Jordmodell	LE	MC	MC	MC	MC	LE
Drenering	Drenert	Drenert	Drenert	Drenert	Drenert	Non-por.
Y_{sat} [kN/m ³]	27	20	20	17	17	22
Y_{unsat} [kN/m ³]	27	20	20	19	19	22
E [kN/m ²]	1 000 000	40 000	40 000	30 000	22 000	50 000
ν	0.2	0.2	0.2	0.33	0.33	0.15
C_{ref} [kN/m ²]	IR	9	3	8	5	IR
Φ [°]	IR	42	40	36	34	IR
Ψ [°]	IR	0	0	6	4	IR
< 2 μ m [%]	IR	10	10	10	10	IR
2 – 50 μ m [%]	IR	13	13	13	13	IR
50 μ m - 2 mm [%]	IR	77	77	77	77	IR

Geometri

Opptegnet geometri baseres på tilgjengelige plantegninger, grunnundersøkelser, tilgjengelig kartgrunnlag og antatte laster. Fylling i sjø og situasjonen på land er tegnet opp i to separate beregninger (Figur 6).



Figur 6: Anvendt geometri Plaxis. A: Fylling i sjø (nordvest). B: Landsiden (sørøst). Jordarter som angitt i Tabell 2.

Partialfaktor

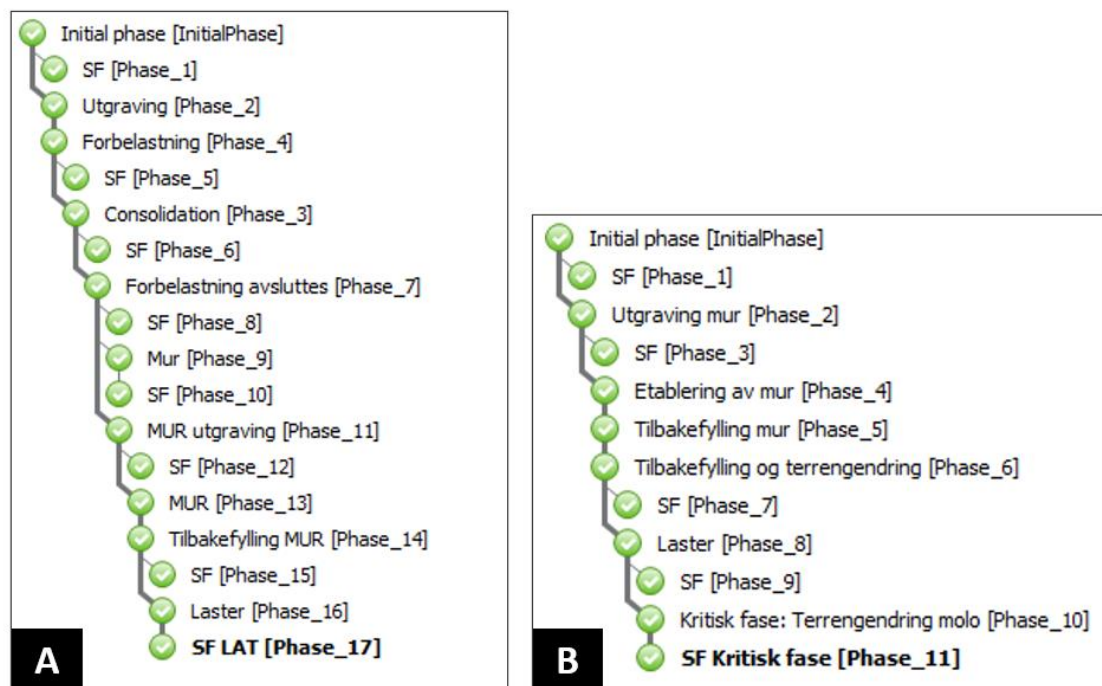
I henhold til Eurokode 7 (Tabell A.2) kreves det minimum partialfaktor $\gamma_M \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_M \geq 1,25$ ved effektivspenningsanalyse (aφ). Statens vegvesen håndbok V220 og Vegnormal N200 (Tabell 205.1) beskriver påkrevd partialfaktor sett i sammenheng med bruddmekanisme og alvorlighetsgrad.

Grunnen består av friksjonsmasser og stabilitetsberegninger er utført med effektivspenningsanalyse. Konsekvensklasse settes til CC2 (alvorlig) i tilfelle brudd. Bruddmekanisme anses som nøytral.

Minimum partialfaktor settes dermed til $\gamma_M \geq 1,4$ for endelig situasjon og for de midlertidige fasene.

Faser

To beregninger er utført, én lokalt for fyllingen og én for landside mot småbåthavnen. Stabilitetsberegningen for landsiden er utført for å kontrollere at stabiliteten ikke påvirkes i negativ forstand av masseuttak i småbåthavnen i forbindelse med utfyllingen. For hvert profil gjøres det beregningsfaser som angitt i Figur 7.



Figur 7. Faser Plaxis 2D. A: Vestlig side, ved fylling. B: Østlig side, ved land.

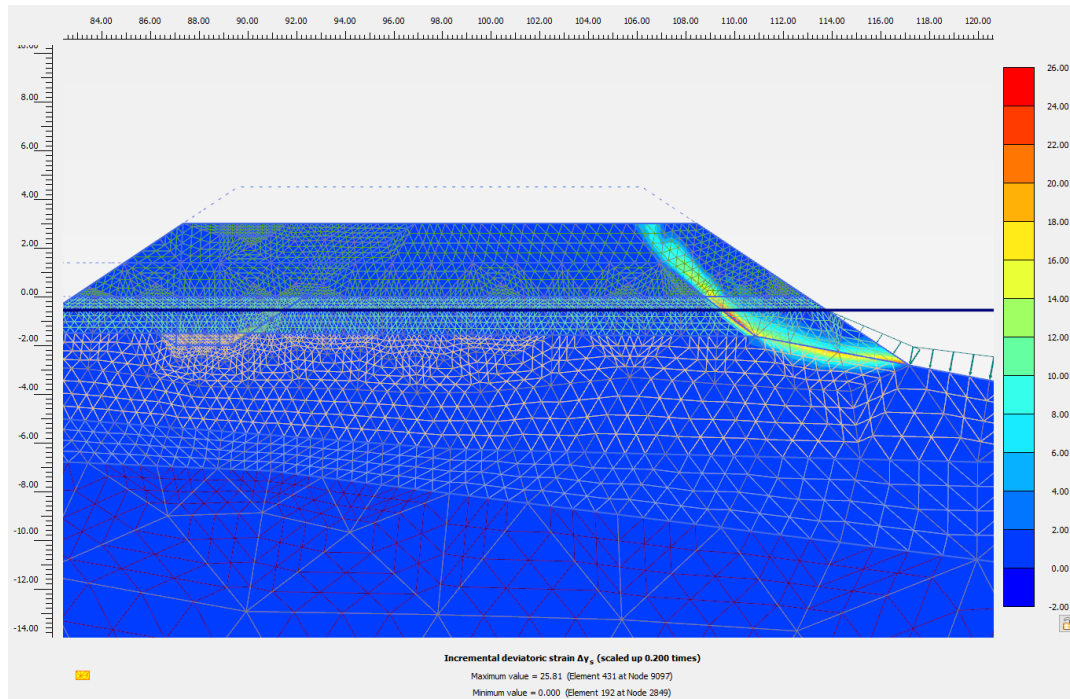
Resultater

Oppnådd partialfaktor for alle faser, også midlertidige, er listet i Tabell 3. For fylling i sjø er siste fase, altså lastpåvirkning av de planlagte boligene kritisk fase. Murenes nøyaktige geometri er ikke avklart i følgende presenterte resultater.

Tabell 3. Partialfaktorer for midlertidige og fullført fase.

A: Fylling i sjø (nordvest)	
Fase	Partialfaktor γ_M
Dagens situasjon	1.72
Etter utgraving	1.59
Forbelastningsfasen	1.60
Forbelastning fullført (180 dager)	1.70
Mur utgraving (gitt stabile graveskråninger)	1.71
Tilbakefylling mur	1.57
Laster: Endelig tilstand LAT	1.42
B: Landsiden (sørøst)	
Fase	Partialfaktor γ_M
Dagens situasjon	1.77
Etter utgraving	1.77
Fullført etablering av mur	1.77
Laster (på land, sørøstsiden)	1.76
Kritisk fase: Lastendringer og masseuttak i havn	1.86

Potensiell glideflate i sjøfyllingen går lokalt i fyllingen på nordvestlig side av fyllingen (Figur 8).



Figur 8. Potensiell glideflate lokalt i fyllingen.

Terrenginngrep i småbåthavna i form av masseuttak, vil ikke påvirke stabiliteten på landsiden i negativ forstand.

Kontroll av stabilitet må påregnes i detaljprosjektering etter murens fullstendige geometri er fastsatt. Beregningene i dette dokumentet er kontrollert med et forenklet regneark med tilsvarende resulterende partialfaktor for sjøfylling.

Setninger

Det er ikke utført ødometeranalyser for fastsettelse av deformasjons og konsolideringsegenskaper som modultall. Det må påregnes at setninger vil oppstå for en fylling som etableres på løsmasser.

Setninger i opprinnelig sjøbunn vil opptre som følge av lastpåvirkningen fra fyllingen. Omfang vil avhenge av sjøbunnsedimentenes mektighet og jordart. Leire gir normalt setninger som pågår over lengre tid og gir forholdsmessig større setninger. Grunnundersøkelsene utført i området tilsier at massene her består av fast til meget fast morene, hovedsakelig satt sammen av friksjonsmasser, slik at setningsforløpet kan antas å begrenses med tid.

Det må i tillegg påregnes egen-setninger i selve fyllingen, disse vil avhenge av fyllingens mektighet. Erfaringsmessig kan disse egen-setningene estimeres til 1 – 3% av fyllingshøyden.

Ytterligere setninger kan oppstå ved nedtrengning av masser i sjøbunn. Disse kan oppstå når fine sjøbunnsedimenter trenges inn i de grovkornede fyllmassers porerom, som en konsekvens av fyllmassenes nedtrengning i sjøbunnen.

Det er ikke utført egne setningsberegninger for utfyllingen. Ved en forbelastning av fyllingen vil man kunne oppnå at en betydelig andel av setningsforløpet er unnagjort før konstruksjonene på fyllingen etableres. Tidsforløpet på forbelastningen er avgjørende. I stabilitetsberegningene er det forutsatt minimum 180 dager forbelastning. Måling av setningsforløpet under forbelastningsprosessen vil kunne være hensiktsmessig og anbefales.

Erosjonssikring av fylling

Erosjonssikring må ivaretas i detaljprosjekt.

VEDLEGG

Vedlegg 1	Situasjonsplan	1 side
Vedlegg 2	Illustrasjonsplan	1 side
Vedlegg 3	Borplan G2	1 side