

Silicon Seaside AS

# ► Sjøkanten

Skredfarevurdering

Oppdragsnr.: 5190760 Dokumentnr.: RIG04 Versjon: 02 Dato: 2020-10-28



**Oppdragsgiver:** Silicon Seaside AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Carl-Olav Severeide  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Kongens gt 27, NO-7713 Steinkjer  
**Oppdragsleder:** Emil Cederström  
**Fagansvarlig:** Erling Romstad  
**Saksbehandler:** Emil Cederström

02	2020-10-28	Reviderte stabilitetsberegninger på grunn av ny plassering av bygg	Emil Cederström	Erling Romstad	Emil Cederström
01	2019-12-05	For bruk	Emil Cederström	Erling Romstad	Emil Cederström
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammendrag

Silicon Seaside AS planlegger et boligprosjekt på Nordsidleiret i Steinkjer. Det er planlagt 9 boligblokker som skal stå inne på land og på nye sjøfyllinger.

Norconsult AS er engasjert for å utføre skredfarevurdering for godkjenning av reguleringsplan samt geotekniske vurderinger for prosjektet.

Grunnundersøkelsene viser at det er ikke påtruffet bløte eller ustabile masser på tomten. Tomten ligger ikke i noen aktsomhetsområder for skred.

Det er utført stabilitetsberegninger for de nye sjøfyllingene som viser at stabiliteten er ivaretatt med konvensjonelle stabiliseringstiltak. Det må utføres nye stabilitetsvurderinger i detaljprosjekteringen når plassering av fyllinger og bygg er bestemt.

Topografiske forhold og løsmasseavsetningene i området viser at tomten ikke er utsatt for naturfarer iht. TEK17. Nye boligblokker må plasseres høyere enn 200-årsflom nivået. Norconsult anbefaler at gulv blir lagt på ca. kote +3,2 eller høyere. For boligblokker må det vurderes bølgebrytende tiltak ved detaljprosjektering. Reguleringsendring er ikke i strid med kravene til skredsikkerhet mot naturfarer jf. plan- og bygningsloven.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Regelverk og myndighetskrav</b>	<b>6</b>
2.1	Utredningstemaer	6
<b>3</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>7</b>
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	7
3.2	Terreng- og bunnforhold	7
3.3	Grunnforhold	8
<b>4</b>	<b>Geotekniske vurderinger</b>	<b>9</b>
4.1	Geotekniske vurderinger iht. TEK17	9
4.1.1	<i>Skredfare</i>	9
4.1.2	<i>Skredfare fra høyereliggende terreng</i>	9
4.1.3	<i>Havnivåstigning 200-årsflom</i>	9
4.1.4	<i>Konklusjon for vurderinger iht. TEK17</i>	9
4.2	Planlagte tiltak	10
4.3	Laster fra bygg	10
4.4	Valg av beregningsparametere	11
4.5	Stabilitetsberegninger	12

# 1 Innledning

Silicon Seaside AS planlegger å bygge ut et boligprosjekt på Nordsidleiret i Steinkjer. Prosjektet heter Strandkanten og det er ca. 250-300 boligenheter som skal bygges. Bygningene skal etableres inne på land og på nye fyllinger i sjøen. Denne rapporten inneholder skredfarevurderinger for reguleringsplan.



Figur 1 Utsnitt fra Norgeskart som viser den aktuelle tomten på Nordsidleiret, ref. 1

Norconsult er engasjert for å gjennomføre geoteknisk vurdering av utbyggingen.

## 2 Regelverk og myndighetskrav

Geoteknisk prosjektering utføres med bakgrunn i gjeldende regelverk, standarder og håndbøker, samt andre relevante publikasjoner. De viktigste for det aktuelle oppdraget er oppsummert i det etterfølgende. De standarder, håndbøker og regelverk som benyttes direkte for geoteknisk prosjektering blir også henvist under de aktuelle kapitler.

- Byggeteknisk forskrift (TEK17), ref. 2.
- NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0 - Grunnlag for dimensjonering av konstruksjoner, ref. 3.
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering, ref. 4.

Av TEK 17 går det frem at byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred). Videre skal tiltak prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket.

I tillegg til de overnevnte dokumentene benyttes også følgende dokument ved prosjektering:

- Statens vegvesens håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging, ref. 5.

### 2.1 Utredningstemaer

Tiltaket i dette tilfellet er omregulering av næringseiendom til bolig. Derfor er sikkerhetsnivået som er lagt til grunn tilsvarende som normale krav etter Eurokoden og TEK17. Utredningstema iht. til TEK17 er:

- Skredfare
  - Skred fra høyreliggende terreng
  - Løsmasseskred på tomten (utrasing i sjøen)
- Stormflo ved havnivåstigning

Iht. TEK17, skal de fleste byggverk beregnet for personopphold plasseres i sikkerhetsklasse F2. Dette medfører at største nominelle, årlige sannsynlighet for oversvømmelse lik 1/200 må legges til grunn. På dette prosjektet er det mest aktuelt for dimensjonering av erosjonssikring mot 200-års flom.

Vurderinger rundt TEK17 §7 er gitt i kapittel 4.

## 3 Grunnforhold

### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det er fra tidligere utført grunnundersøkelser og geoteknisk prosjektering i området i forbindelse med oppfylling av Nordsideiret og bygging av Inn-Trøndelag helse- og beredskapshus.

Tabell 1 Tidligere utførte grunnundersøkelser i området.

Rapport nr.	Utførende	Rapportnavn	Dato
O.1036	Ottar Kummeneje	Grunnundersøkelse Nordsideiret, Steinkjer	03.01.1972
O.602	Ottar Kummeneje	Steinkjer havn	1968
-	Sv. Skaven-Haug	Betongbygg	1951-1954
DOK-5156463-RIG-01	Norconsult	Inn-Trøndelag helse- og beredskapshus, Steinkjer	30.11.2015

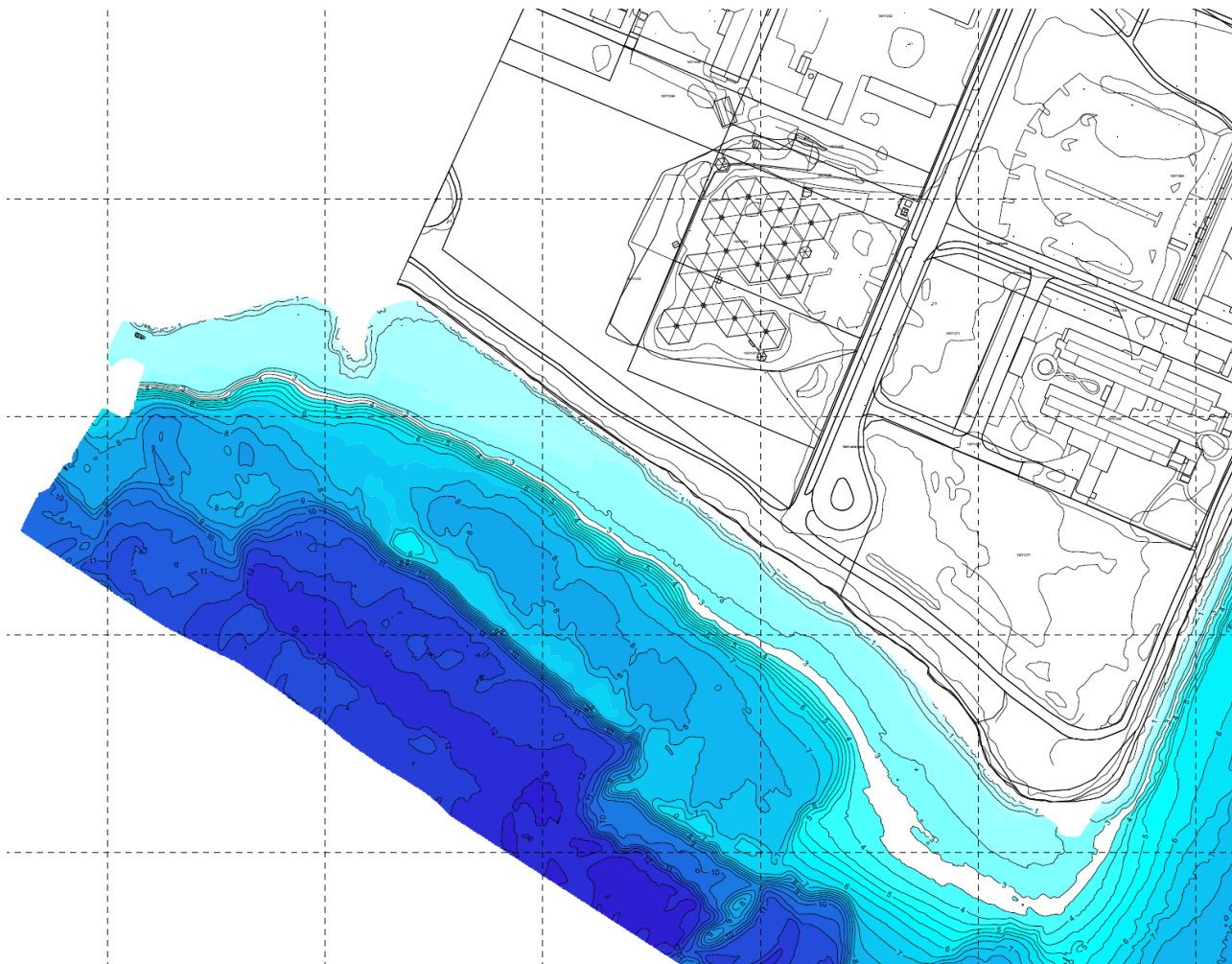
Det er tatt med utsnitt fra rapport O.1036 i denne rapporten for å vise kun relevante grunnundersøkelser for dette prosjektet.

### 3.2 Terreng- og bunnforhold

Nordsideiret ligger i utløpet av Steinkjernelva og var tidligere et fjærområde. 1976 ble området oppfylt for å etablere nye industriområder i Steinkjer. Oppfyllingen ble utført ved å pumpe inn masser fra sjøbunn innenfor en stein molo. Totalt ble det pumpet inn 1,3 millioner m<sup>3</sup> på området som er ca. 300 dekar.

Den aktuelle tomten er tilnærmet flat og ligger på kote +3. Mudringen utenfor tomten ble utført med to mudringsnivåer. Det første nivået er ned til kote – 8 ca. 40 m fra land og det andre er ned til kote -12 ca. 100 m fra land, se utsnitt fra bunnkartlegging figur 2 ref. 14.





Figur 2 Utsnitt fra bunnkartlegging hvor man kan se mudringsnivåer, ref. 12.

### 3.3 Grunnforhold

Grunnundersøkelsene viser at det er fyllmasser av sand og silt over originalsjøbunn på ca. kote -1,5 inne på land. Fra kote -1,5 til -7 er det silt og sand. Fra kote -7 til -17 øker leirinnholdet i sand og silt laget og fra kote -17 til -39 er det leire. Sonderingene er avsluttet i et meget fast lag antatt morene fra kote -39 til -48.



## 4 Geotekniske vurderinger

### 4.1 Geotekniske vurderinger iht. TEK17

De geotekniske problemstillingene er i hovedsak knyttet til stabilitet ved utfylling av nye sjøfyllinger. Fyllingene er må legges ut på en slik måte at det til enhver tid er tilfredsstillende stabilitet. Ferdig fylling må sikres mot erosjon. Fyllingen vil være utsatt for bølger og is.

#### 4.1.1 Skredfare

Grunnundersøkelser viser at det er ikke funnet noen bløte lag eller ustabile grunnforhold. Leirlaget er ligger ca. 8 m under dypeste punkt på sjøbunnen og det er silt og sand over. Det gjør at det finnes ikke noe naturlig utløp for skred i sjøen. Det er utført stabilitetsberegninger som viser at stabiliteten er ivaretatt for fyllingene med konvensjonelle tiltak.

Terreng- og grunnforhold tilsier at det er ikke noen skredfare på tomten.

#### 4.1.2 Skredfare fra høyereliggende terreng

Området er relativt flatt. Nærmeste skråning er Eggesåsen ca. 450 m vest for tomten. Her viser tidligere grunnundersøkelser at det er morene og liten dybde til berg. Derfor er det ikke noen fare for at ras fra høyere terreng skal ramme tomten.

NVE Atlas viser ikke noen aktsomhetsområder for jord- og flomskred.

#### 4.1.3 Havnivåstigning 200-årsflom

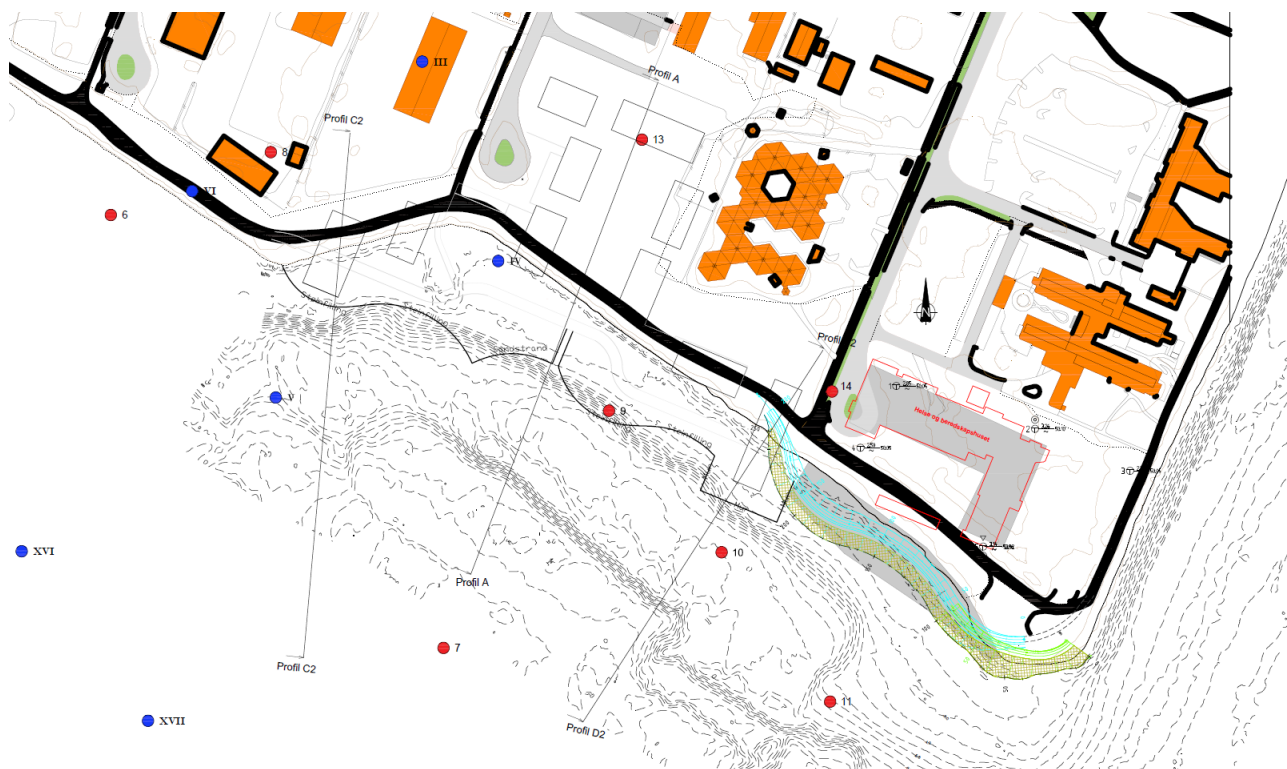
Når det gjelder stormflo, har Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap utarbeidet en veileder for fastsettelse av framtidig havnivåstigning og returnivåer for stormflo, ref. 5. Iht. ref. 5 vil framtidig 200-års stormflo kunne nå opp til kote +2,93 (NN2000) ved i Steinkjer kommune. Norconsult anbefaler at gulvnivå på nye bygg blir lagt på minimum kote +3,2. For boligblokker må det vurderes bølgebrytende tiltak ved detaljprosjektering. Det må også vurderes høyere gulvnivå for de ytre blokkene på grunn av langtidssetninger av fyllingen under byggene.

#### 4.1.4 Konklusjon for vurderinger iht. TEK17

Topografiske forhold og tidligere grunnundersøkelser viser at boligtomt på Nordsidleiret ikke er utsatt for naturfarer iht. TEK17. Bygninger må plasseres høyere en kote +3,2 for å være sikker for 200-årsflom nivået. Reguleringsendring er ikke i strid med kravene til skredsikkerhet mot naturfarer jf. plan- og bygningsloven.

## 4.2 Planlagte tiltak

Det er planlagt 9 boligblokker på prosjektet. 7 av dem står inne på land og 2 er ute på sjøfyllinger, se figur 3.



Figur 3 Skisse oversendt fra Lyngstad Arkitekter AS som viser foreløpig plassering av bygninger, dato 15.10.2020.

## 4.3 Laster fra bygg

De ytre byggene er trapp formede med 2 etasjer ytterst og 5 etasjer indrest. I beregningene er det brukt en brukslast på 10 kPa per etasje. Det gir følgende bruddlast til stabilitetsberegningene iht. Eurokode:

$$\text{Bruddlast 2 etasjer: } 20 \text{ kPa} \cdot 1,30 = 26 \text{ kPa}$$

$$\text{Bruddlast 3 etasjer: } 30 \text{ kPa} \cdot 1,30 = 39 \text{ kPa}$$

$$\text{Bruddlast 4 etasjer: } 40 \text{ kPa} \cdot 1,30 = 52 \text{ kPa}$$

$$\text{Bruddlast 5 etasjer: } 50 \text{ kPa} \cdot 1,30 = 65 \text{ kPa}$$

#### 4.4 Valg av beregningsparametere

Styrkeparametere for effektivspenningsanalyser er valgt fra Statens vegvesens håndbok V220.

Tabell 2 Parametere benyttet i beregningene.

Lag	Tyngdetetthet $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Skjærfasthet $C_u$ [kPa]	Friksjonsvinkel $\phi$ [°]	Attraksjon $a$ [kPa]
Sprengstein	19	-	42	5
Silt	18,5	-	31	3
Sand	19	-	33	3
Sandig siltig leirig materiale	20	C-profil	26	4
Leire	20	C-profil	26	4
Morene	19	-	38	10

For å bestemme skjærfasthetsprofil i området er det brukt empiriske sammenheng i formel 1.

$$c_{uA} = 0,28 \cdot \sigma'_0 \text{ (formel 1).}$$

Under forbelastningen er det beregnet en overlaster på 8 m som tilsvarer 152 kPa.

Vannet er satt på kote -2 på sjøen og på kote +0 under terreng på land.

Tabell 3 Aktiv skjærfasthetsprofil som er brukt i beregningene.

På land under forbelastning		Kote -2		Kote -6 Mudring 2 m		Kote -12 Mudring 5 m	
Kote	Cua	Kote	Cua	Kote	Cua		
3	0	-4	0	-6	0	-12	0
-18	85,5	-18	43	-18	43	-18	42
-39	143	-39	106	-39	106	-39	103

## 4.5 Stabilitetsberegninger

Det er beregnet stabilitet for 3 profiler, se V100. Beregningene er utført med GeoSuite Stabilitet.

### Beregningsresultat

Det er utført stabilitetsberegning av planlagt tiltak med oppfylling til kote +3 for å vise sikkerheten for ferdig fylling med forbelastning.

Ved våre beregninger har vi oppnådd følgende materialfaktorer,  $\gamma_m$ :

Tegning nr. Profil	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk skjærflate	Krav til Sikkerhetsfaktor F	Merknader
Profil A-A	a $\phi$ -analyse	1,91	1,25	Fyllingen
	ADP-analyse	1,47	1,4	Fyllingen
Profil C2-C2	a $\phi$ -analyse	1,37	1,25	Overflatestabilitet
		1,68	1,25	Fylling med motfylling
	ADP-analyse	1,41	1,4	Fylling med motfylling
		1,53	1,4	Fylling med motfylling
Profil D2-D2	a $\phi$ -analyse	2,28	1,25	Fylling med motfylling
	ADP-analyse	1,42	1,4	Fylling med motfylling
		1,58	1,4	Fylling med motfylling

Stabilitetsberegningene viser at sikkerheten er ivaretatt for de planlagte fyllingene. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for byggene ytterst er det nødvendig å etablere en motfylling.

Maksimal høyde på forbelastning i profil C2 er 4 m.

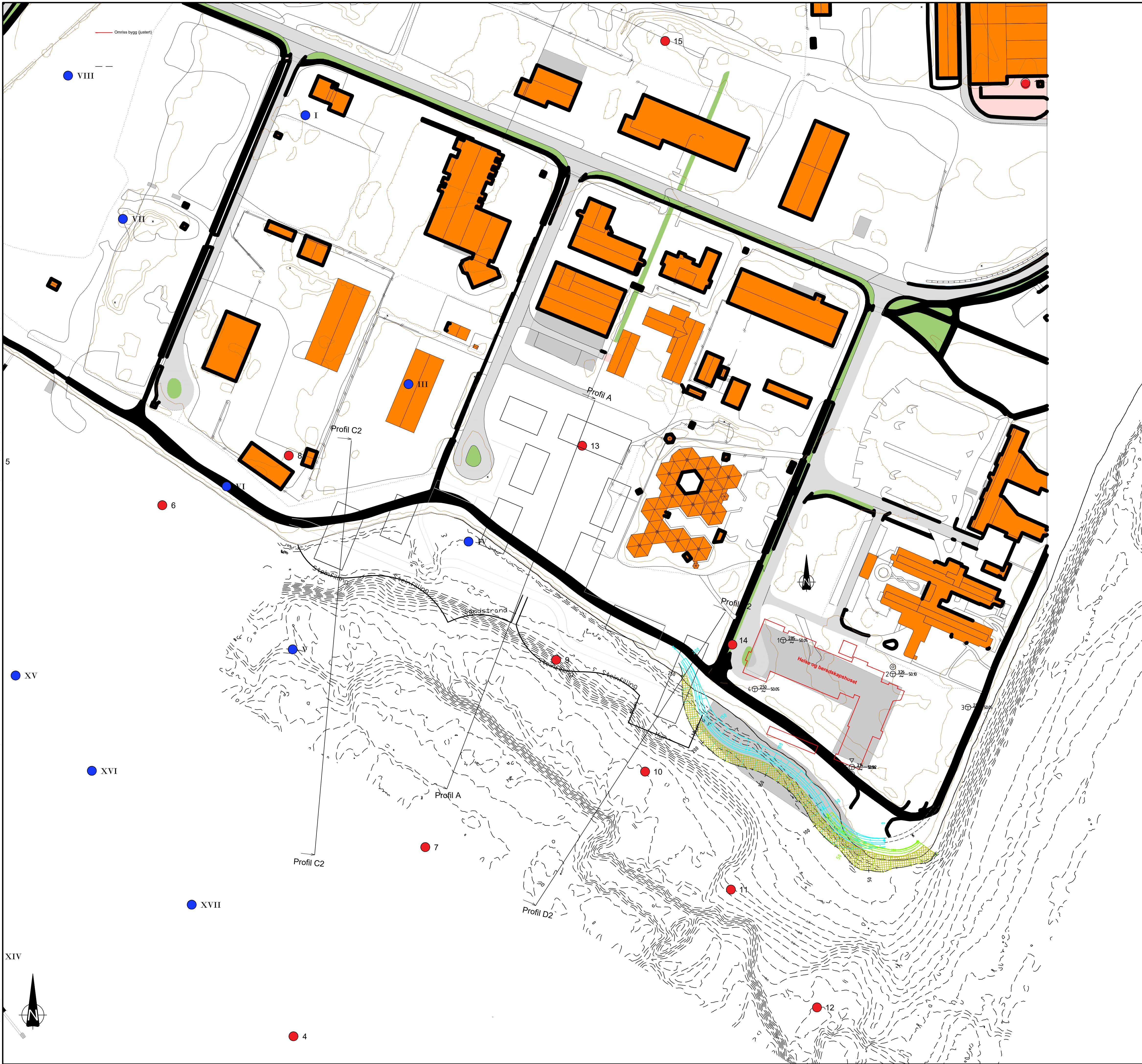
Maksimal høyde på forbelastning i profil D2 er 4 m for 4 etasjers delen av bygget, for den ytre delen kan det maksimalt fylles 2,5 m.

## 5 Referanser

- [1] <https://www.norgeskart.no/>
- [2] Teknisk forskrift med veiledning (TEK 17)
- [3] NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0 - Grunnlag for dimensjonering av konstruksjoner
- [4] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering
- [5] Statens vegvesen: håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging
- [6] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap Havnivåstigning og stormflo 2016
- [7] Atlas NVE, <https://atlas.nve.no>
- [8] Kummeneje O.1036 Nordsidleiret oppfylling, Steinkjer, 3. januar 1972
- [9] Kummeneje O.602 Steinkjer havn, utført i 1968
- [10] Betongbygg/ Sv. Skaven-Haug, utført i 1951 – 1954
- [11] Norconsult Dok-5152667-RIG-01-Inn-Trøndelag helse- og beredskapshus
- [12] Seascann bunnkartlegging Dato 2016.05.11



X:\noroppdrag\Steinkjer\5190760\BIM\Geoteknik\Modell\AUTOGRAF\RTU\Plan\kart fra helsehuset.dwg - Emi\Cad - Plottet: 2020-10-28, 10:47:39 - LAYOUT = V100 - XREF = XREF1, T\_Sonderinger, Prøvegraving, Plankart, 5152987\_I\_plan\_Utstilling i sjø, 5158151\_SasScan\_Koter i sjø, NN-2000, HBL\_1\_eig\_RAISTER = PLANKART O1036.PNG



- Tegnforklaring:**
- FORKLARINGER**
- ⊙ Prøveserie
  - ⊖ Poretrykksmåler
  - ⊕ Totalsondering
  - ▽ Trykksondering (CPTU)
  - Dreiesondering (Blue)
  - Dreiesondering (Red)
  - ⊕ Terrengekote  
⊖ Bergkote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg
  - Prøvegrop

Tegningsnummer	Revisjon
V100	

**Merknader:**  
 - kart datum = Euref 89  
 - høyde ref. = NN2000

Rev.	Dato	Beskrivelse	EMICED	EROM	EMICED
00	2019-02-07	Plantegning	EMICED	EROM	EMICED

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Silicons Seaside AS Målestokk (gjelder A1)  
1:1000

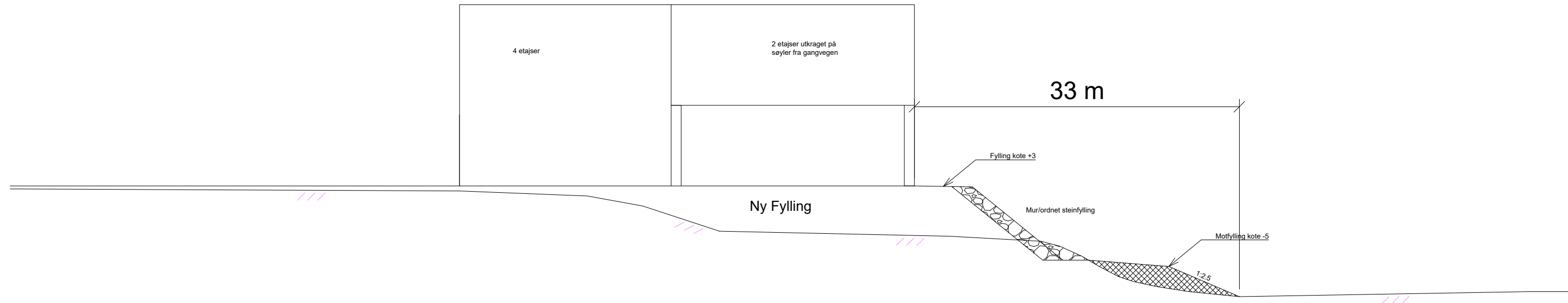
Silicon Seaside AS  
 Stabilitetsvurdeing og forbelastning av byggetomt

**PLANTEGNING**

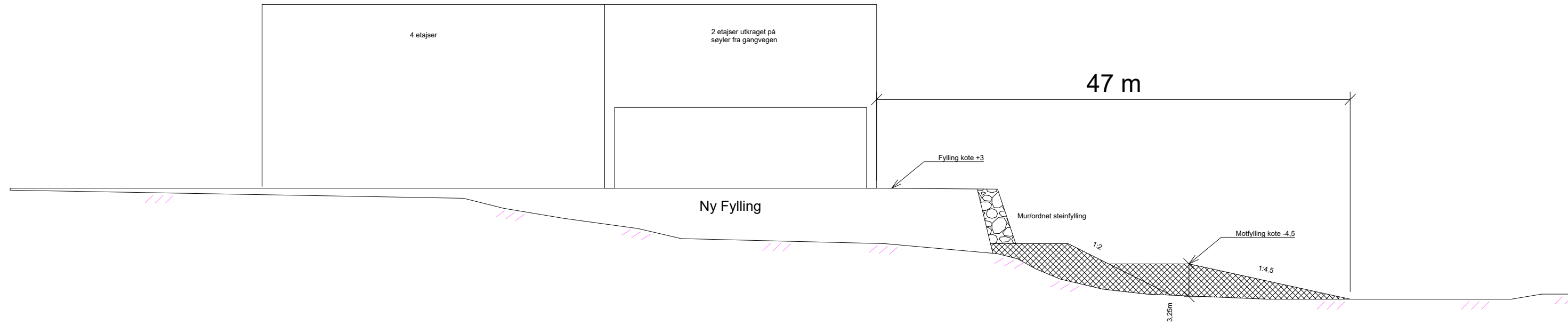
Norconsult	Oppdragsnummer 5190760	Tegningsnummer V100	Revisjon
------------	---------------------------	------------------------	----------



X:\iron\oppdrag\Stemkjer\51907\51907\60\BIM\Geoteknik\Modell\AUTOCRAF\RT\Plankart fra helsehuset.dwg - Emi\Cad - Plottet: 2020-10-28, 13:18:49 - LAYOUT = V101 Motfyllinger - XREF = XREF1, T\_Senderinger, Provesgraving, Plankart, 5152867\_T-plan\_Utbygging i sjø, 5156151\_SeaScan\_Koer i sjø, NN-2000, HBL\_1.etg, RASTER = PLANKART 01036.PNG



Profil C2-C2



Profil D2-D2

Rev.	Dato	Beskrivelse	EMICED	EROM	EMICED
00	2020-10-28	Prinsipptegning motfyllinger	EMICED	EROM	EMICED
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.</small>			Målestokk (gjelder A1) <b>1:200</b>		
<b>Silicon Seaside AS</b>			Sjøkanten Stabilitetsvurdering og forbelastning av byggetomt		
Prinsipptegning Motfyllinger			Oppdragsnummer <b>5190760</b>		
Tegningsnummer <b>V101</b>			Revisjon <b>00</b>		
			Oppdragsnummer <b>5190760</b>		
Tegningsnummer <b>V101</b>			Revisjon <b>00</b>		