

01L0577.002

Juni 2017

**Geoteknisk Rapport****Lierfoss, Aurskog-Høland kommune**

Rev / Status	Dato	Sign.	Kontr.	Godkj.
Nytt dokument	02.06.2017	Ingrid Høy	Solca Olsen	Solca Olsen

## 1. Innhold

1. Innhold .....	2
2. Innledning .....	3
3. Bakgrunn for prosjektet .....	4
4. Grunnforhold.....	4
4.1. Topografi.....	4
4.2 Dybde til fjell .....	5
4.3 Løsmasser.....	5
4.4 Grunnvannstand .....	5
5. Geotekniske vurderinger .....	6
6. Forutsetninger for prosjektering .....	7
6.1 Setninger.....	7
6.2 Tele.....	8
6.3 Bæreevne og jordtrykk .....	8
6.4 Fundamentering.....	9
6.5 Spunt og stabilitet.....	9
7. Oppsummering.....	9

## 2. Innledning

Pöyry Norway AS har på oppdrag fra Aurskog-Høland kommune ved Mats Emil Sand utført en geoteknisk undersøkelse på Lierfoss, på tomt 169/7 i Aurskog. Undersøkelsene ble utført i sammenheng med planleggingen av en ny trykkøkningsstasjon.

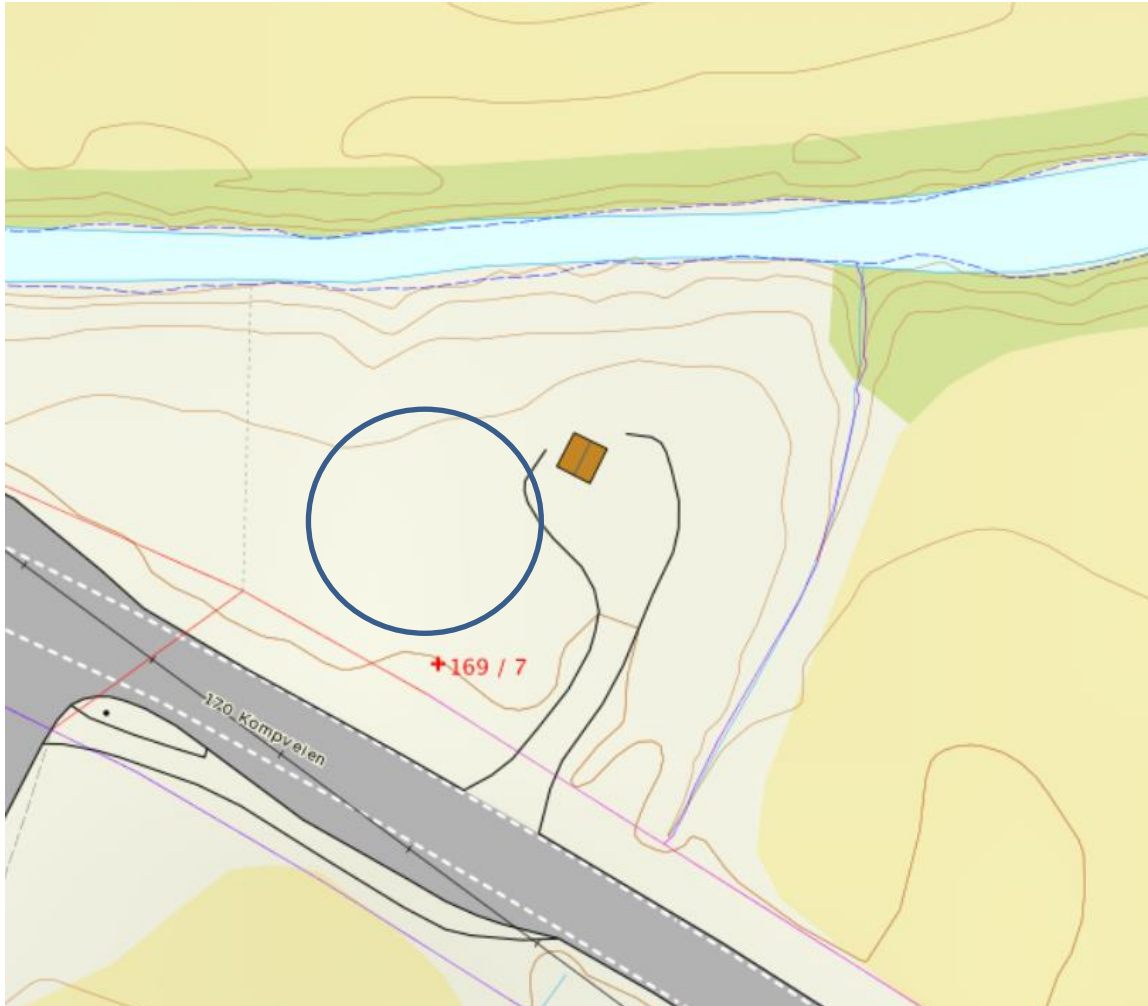


Fig. 1. Situasjonsplan - utsnitt fra norgeskart.no. Det aktuelle området for plassering av trykkøkningsstasjonen er markert med blå sirkel.

Kart fra Norges Vassdrag og Energidirektoratet (fig. 2) viser at tomten er dekket med tykk havavsetning.

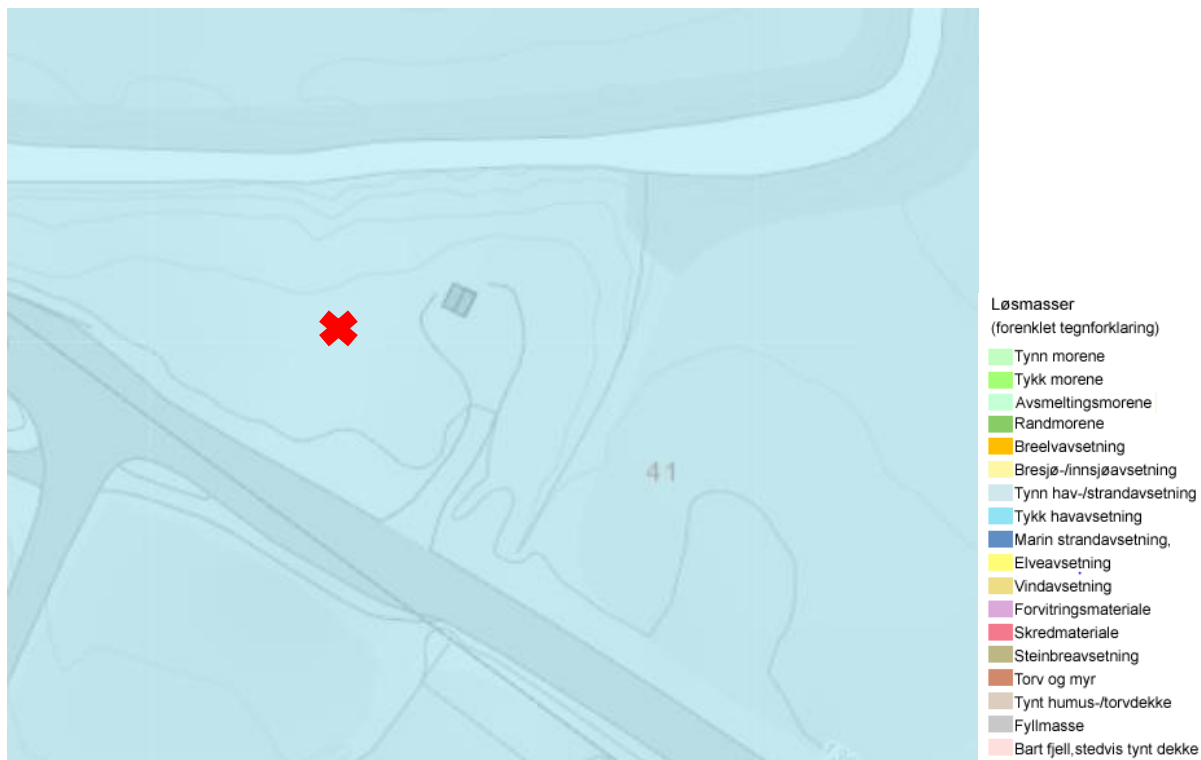


Fig. 2. Utsnitt fra NVE Løsmassekart. Borehullet er markert med et rødt kryss. Her ble også målinger med vingebor utført.

### 3. Bakgrunn for prosjektet

Pöyry Norway AS fikk oppdraget fra Aurskog-Høland kommune i sammenheng med geotekniske undersøkelser på tomt 169/7 i Aurskog. Bakgrunnen for de geotekniske undersøkelsene er den planlagte utbyggingen av en ny trykkøkingsstasjon.

Det er planlagt at den nye trykkøkingsstasjonen skal fundamenteres ca. på samme nivå som bunnen på de eksisterende kummene, det vil si på kote 127,3 moh. Det betyr at det skal fundamenteres ca. 3 meter under terrengnivået.

## 4. Grunnforhold

### 4.1. Topografi

Geoteknisk undersøkelse med bruk av håndholdt bor og vingebor ble utført den 15.05.2017. Med det håndholdte boret ble det boret ned til ca. 5 meters dybde. To vingebormålinger ble gjort, en på ca. 2,6 meters dybde og en på ca. 3 meters dybde.

Trykksonderingsstasjonen skal bygges på en flate som er relativt flat. Terrenget heller litt ned mot elva fra ca. kote 129 til ca. kote 126.

## 4.2 Dybde til fjell

Dybde til fast fjell ble ikke påvist under befarings.

## 4.3 Løsmasser

Det ble tatt ett borehull med håndholdt bor på området. Borehullet er markert på figur 2. Det ble boret ned til 5 meters dybde. De øverste 10 cm bestod av leire med litt jord. Deretter var det ca. 30 cm med silt og litt leire. Under siltlaget var det leire med litt silt. Deretter ble det mer og mer leire med dybden. På ca. 2,6 m var det bare leire.

Grunnvannsnivået lå ca. på 2,6 m under terrengoverflaten. Fra ca. 2,6 m og ned til 5 m dybde var det relativt bløt leire.

På 2,6 m dybde og 3 m dybde ble det utført måling av skjærstyrken ved bruk av vingebor. Sensitiviteten ble beregnet ved bruk av følgende formel:

$$\text{Sensitivitet, } S_t = \frac{S_u}{S_r} = \frac{\text{udrenert uforstyrret skjærstyrke}}{\text{udrenert omrørt skjærstyrke}}$$

$$260 \text{ cm dybde, } S_t = \frac{35 \text{ kPa}}{6 \text{ kPa}} = 5,8$$

$$300 \text{ cm dybde, } S_t = \frac{21 \text{ kPa}}{4 \text{ kPa}} = 5,3$$

Leiren under 2,6 meter var bløt, men lite sensitiv ( $S_t < 8$ ).

Etter sensitivitetens størrelse benyttes følgende uttrykk:

- Lite sensitiv  $S_t < 8$
- Middels sensitiv  $8 < S_t < 30$
- Meget sensitiv  $S_t > 30$

## 4.4 Grunnvannstand

Grunnvannstanden ble ikke målt under grunnundersøkelsene, men på grunn av mengde vann i jordartene under grunnundersøkelsen antar vi at grunnvannet stod ca. 2,6 meter under terrengnivået, altså ca. på kote 126,4. Vannspeilet i elva lå ca. på kote 126. Grunnvannsnivået vil følge vannstanden i elva, og vannstanden i elva vil variere med sesong og nedbørsmengde. Meteorologiske data fra [www.senorge.no](http://www.senorge.no) tyder på at vannstanden var normal i hele området den 15.05.2017 da befaringsen fant sted.

## 5. Geotekniske vurderinger

Prosjektet er kategorisert i pålitelighetsklasse og konsekvensklasse CC/RC 1 og geoteknisk kategori 1. Prosjektet er også kategorisert i tiltaksklasse 1. NS-EN 1990:2002+NA.2008 (Eurokode 0) og NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7) ble lagt til grunn.

Konsekvens-klasse	Beskrivelse	Eksempel på bygg og anlegg
CC3	<b>Stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, <i>eller svært store</i> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall)
CC2	<b>Middels</b> stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, <b>betydelige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige (f.eks. et kontorbygg)
CC1	<b>Liten</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, og <b>små eller uvesentlige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus

Tab. 4. Definisjon av konsekvensklasser, HB V220.

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25 / 1,4 *	1,3 / 1,4 *	1,4
CC2 Alvorlig	1,3 / 1,4 *	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

\* NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 krever at  $\gamma_M \geq 1,4$  ved totalspenningsanalyser

Tab. 5. Partialfaktorer for M ved effektivspennings- og totalspenningsanalyser, HB V220.

Veiledende eksempler for klassifisering av Byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller <sup>1)</sup>		(X)	X	(X)
Veg- og jernbanebruer			X	
Kai- og havneanlegg		X	(X)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		X	(X)	
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold <sup>1)</sup>	(X)	(X)		

<sup>1)</sup> Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Tab. 6. Veiledende eksempler på klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. HB V220.

Pålitelighetsklasse	1	2	3	4
Geoteknisk kategori 1	1			
Geoteknisk kategori 2		2		
Geoteknisk kategori 3			3	

Tab. 7. Krav til prosjekteringskontroll og utførelseskontroll, HB V220.

Tiltaksklasse 1	Tiltaksklasse 2	Tiltaksklasse 3
<p>Småhus inntil 3 etasjer.</p> <p>Andre byggverk inntil 2 etasjer med oversiktlige og enkle grunnforhold.</p> <p>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 1.</p>	<p>Fundamentering av byggverk med 3-5 etasjer.</p> <p>Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold. Metode for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet.</p> <p>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 +NA plasseres i pålitelighetsklasse 2.</p>	<p>Byggverk med flere enn 5 etasjer</p> <p>Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold.</p> <p>Metode for fastleggelse av grunnforhold er lite utviklet.</p> <p>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 3 og 4.</p>

Tab. 8. Utarbeidelse av grunddata og fundamentering med et eventuelt sikringstiltak for bygg, anlegg eller konstruksjon, SAK 10.

## 6. Forutsetninger for prosjektering

Gjeldende regelverk legges til grunn for beregningene:

NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) og NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7).

### 6.1 Setninger

De påviste jordartene består i hovedsak av leire. Setninger vil ikke være et problem i og med at trykkøkingsstasjonen skal fundamenteres på ca. 3 meters dybde. Jordartene som graves bort tilsvarer en last på ca. 55 kN/m<sup>2</sup>. Lasten på trykkøkingsstasjonen vil ikke være så stor som massene som blir fjernet.



## 6.2 Tele

På grunn av innholdet av leire og silt er løsmassene på området klassifisert i teleklasse T4 i henhold til gjeldene standarder.

## 6.3 Bæreevne og jordtrykk

### Bæreevne $S_u$ metoden

Bæreevnen på jordartene ble beregnet på  $S_u$  basis (korttidsbelastning), med bruk av formelen:

$$\bar{\sigma}_v = N_c \cdot \frac{S_u}{\gamma_m} + p$$

der

$N_c$  er en bæreevnefaktor (6,1),

$S_u$  er den udrenerte, uforstyrrede skjærstyrken (21 kN/m<sup>2</sup>),

$\gamma_m$  er sikkerhetsfaktoren (1,4),

$$p = \gamma \cdot D \Rightarrow 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 3 \text{ m} = 57 \text{ kN/m}^2$$

Bæreevnen til leiren blir da 148,5 kN/m<sup>2</sup>.

### Bæreevne $a\phi$ metoden

Bæreevnen på jordartene ble beregnet med  $a\phi$  metoden (langtidsbelastning), med bruk av formelen:

$$\sigma'_v = (N_q - 1) \cdot (p'_v + a) + 0,5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot B_0$$

der

$$a = 0$$

$$\tan \phi = 0,36$$

$$r = 0,5 \text{ (vanlig ruhet for betong)}$$

$$N_q = 4,5$$

$$N_\gamma = 2,5$$

$$\gamma' = 8$$



Bæreevnen til leiren blir da:

B <sub>0</sub>	Bæreevne (kN/m <sup>2</sup> )
0,5	40
1	45
1,5	50
2	55

### Jordtrykk

Det ble beregnet aktivt jordtrykk. Lastfaktor,  $\gamma_f = 1,0$ .  $K_A = 0,36$ ,  $r = 0$  og  $a = 0$ . Jordtrykket inkluderer trafikklaster under anleggsfasen (10 kN/m<sup>2</sup>).

Jordtrykket ble beregnet til 30 kN/m<sup>2</sup>.

## **6.4 Fundamentering**

Trykkøkningsstasjonen skal fundamenteres ca. tre meter under terrengnivået. Bygget er 4,9 m x 7 m. Under fundamentene skal det brukes et pukklag (0-60) med en anbefalt tykkelse på 30 cm. Mellom den stedlige leiren og pukklaget er det behov for å bruke fiberduk klasse 3. Det anbefales å bruke 1-2 lag av geotett (30 kN). Geonettet skal brukes i to lag.

På grunn av at fundamentet skal være under grunnvannsnivået må det beskyttes mot vann. Bygget skal fundamenteres under den dybden som er påvirket av tele, men det vil være behov for frostsikring på den øverste delen av fundamentet/veggen.

## **6.5 Spunt og stabilitet**

På grunn av den bløte leiren på fundamenteringsdybden anbefales det å bruke spunt. Det anbefales minimum en spunt med 6,5 meters lengde av type AU 14 eller tilsvarende. Det er viktig at denne blir montert nøyaktig med en maksimums helning på 1 cm. Den må også være vanntett. Ved behov kan spuntene sveises til fast ramme.

Lokalt er områdestabiliteten vurdert til å være tilfredsstillende og med en last på 45 kPa overstiger sikkerhetsfaktoren 1,4.

## **7. Oppsummering**

- Tomten kan benyttes for utbygging av en trykkøkningsstasjon.

- De påviste jordartene er leire med gradvis mindre siltinnhold med dybden.
- Grunnvannsnivået er ca. 2,6 meter under terrengnivået.
- Prosjektet er kategorisert i pålitelighetsklasse og konsekvensklasse CC/RC 1 og geoteknisk kategori 1. Prosjektet er også kategorisert i tiltaksklasse 1.
- Jordartene ble klassifisert i teleklasse T4 etter gjeldene standarder.
- Bæreevnen ble beregnet på  $S_u$  basis (korttids belastning) og ble beregnet til 148,5 kN/m<sup>2</sup>. Ved beregning av bæreevne med  $a\phi$  metoden ble den beregnet til 40 kN/m<sup>2</sup> med en effektiv fundamentbredde på 0,5 meter.
- Under fundamentene skal det brukes et pukklag (0-60) med en anbefalt tykkelse på 30 cm. Mellom den stedlige leiren og pukklaget er det behov for å bruke fiberduk klasse 3. Det anbefales å bruke 1-2 lag av geotett (30 kN). Geonettet skal brukes i to lag. På den øverste delen av fundamentet/veggen vil det være nødvendig med frostsikring.
- Det anbefales minimum en spunt med 6,5 meters lengde av type AU 14 eller tilsvarende.