

# GEOTEKNISK UNDERSØGELSE NR. 1

Grønlandsgade 13, 5300 Kerteminde



**Dato:** 15. december 2020

**DMR-sagsnr.:** 2020-3192-01

**Version:** 1



**Geoteknik**

*Din rådgiver gør en forskel ...*

Vi er landsdækkende. Find nærmeste kontor på [www.dmr.dk](http://www.dmr.dk)

## Geoteknisk parameterundersøgelse på Grønlandsgade 13, 5300 Kerteminde.

**Rekvirent:** Kerteminde Kommune  
Hans Schacksvej 4  
5300 Kerteminde

**Afdeling:** DMR Geoteknik  
Børge Jensens Plads 1  
5800 Nyborg

### Indholdsfortegnelse

|                                                       |          |
|-------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. Projekt</b>                                     | <b>2</b> |
| <b>2. Mark- og laboratoriearbejde</b>                 | <b>2</b> |
| <b>3. Jordbunds- og vandspejlsforhold</b>             | <b>3</b> |
| <b>4. Funderingsforhold</b>                           | <b>3</b> |
| 4.1 Generelt                                          | 3        |
| 4.2 Direkte fundering efter udskiftning               | 4        |
| <b>5. Sætninger</b>                                   | <b>4</b> |
| <b>6. Belægnings- og kloak</b>                        | <b>5</b> |
| <b>7. Tørholdelse</b>                                 | <b>5</b> |
| 7.1 Midlertidig                                       | 5        |
| 7.2 Permanent                                         | 5        |
| <b>8. Afrømningsniveau</b>                            | <b>6</b> |
| <b>9. Udførelsesmæssige forhold</b>                   | <b>6</b> |
| <b>10. Udgravningskontrol og komprimeringskontrol</b> | <b>6</b> |
| <b>11. Jordforurening og jordhåndtering</b>           | <b>6</b> |
| <b>12. Afsluttende bemærkninger</b>                   | <b>6</b> |

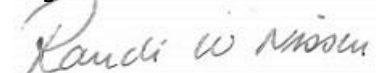
**Bilag 1.** Boreprofiler 4 og 5.

**Bilag 2.** Situationsskitse – ikke målfast.

**Bilag 3.** Principsskitse for indbygning af sandpude for let byggeri.

**Ref. 1.** Geoteknisk rapport, Ny værkstedshal, SlothMøller, dateret den 6. august 2014.

Sagsbehandler



Randi Warncke Nissen  
Geotekniker, Civilingeniør  
25 50 55 49

Kvalitetskontrol

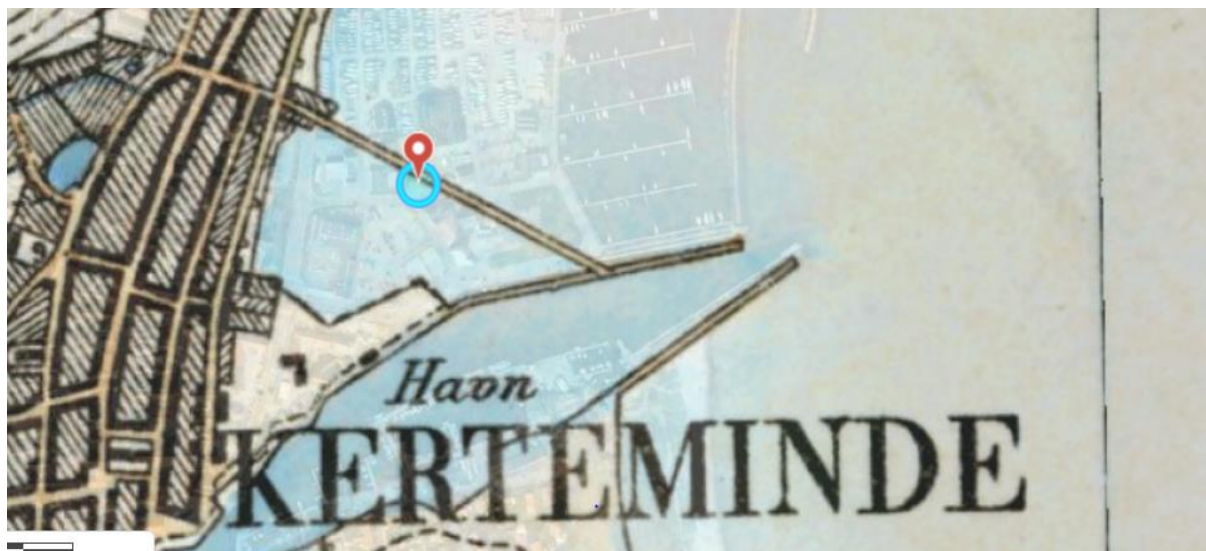


Richard de Churruca  
Geotekniker, Civilingeniør  
30 96 19 68

## 1. Projekt

Det aktuelle projekt omfatter opførelsen af en ny busterminal i Kerteminde i forbindelse med renovering af en større del af havneområdet. De nærmere forhold vedr. busterminalen er DMR ukendte. Der forudsættes ikke kælderkonstruktioner.

Projektområdet er beliggende i et landindvindingsområde, hvorfor der må forventes fyld til ukendt dybde.



**Figur 1.1:** Projektområde i landindvindingsområde.

SlothMøller har tidligere udført en undersøgelse i området (ref. 1), hvor der er truffet fyld og postglaciale aflejringer til 5,4 m under daværende terræn.

Yderligere foreligger ikke oplyst.

## 2. Mark- og laboratoriearbejde

Den 25. november 2020 er der med Ø150 mm sneglebor udført 2 uforede geotekniske borer (4 og 5), som er afsluttet 7,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Under borearbejdet er der registreret laggrænser, udført vingeforsøg og optaget omrørte prøver.

Ovenstående arbejde er udført i henhold til DGF Bulletin 14 "Felthåndbogen", 1999.

Boringerne er afsat på baggrund af det fra rekvirenten fremsendte tegningsmateriale. Boringernes omtrentlige placering fremgår af situationsskitsen i bilag 2.

Boringerne er indmålt og koteret med GPS. Borepunkterne er angivet i kotesystem DVR90 og koordinatsystem UTM/ETRS89.

Der er nedsat Ø63 mm pejlerør i begge borer til registrering af grundvandsspejlets beliggenhed. Der er pejlet umiddelbart efter borearbejdets afslutning.

Samtlige prøver er geologisk bedømt og klassificeret i henhold til DGF Bulletin 1 "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse", 2009.

Det naturlige vandindhold er bestemt på udvalgte prøver i henhold til DGF Bulletin 15 "Laboratoriehåndbogen", 2001.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne i bilag 1.

Signaturer og definitioner fremgår af bilag 1.

### 3. Jordbunds- og vandspejlsforhold

I boring 4 er der øverst truffet fyld (sand) til 2,1 m u. t., hvorefter der er truffet postglacialt sand til 5,8 m u. t. Herunder er der truffet glacialt moræneler til den borede dybde af 7,0 m u. t.

I boring 5 er der øverst truffet fyld (sand) til 1,7 m u. t., hvorefter der er truffet postglacialt tørv til 2,1 m u. t. Herunder er der truffet postglacialt sand til 5,7 m u. t., underlejret af glacialt moræneler til den borede dybde af 7,0 m u. t.

Det kan ikke udelukkes, at der regelløst og i vilkårlig dybde mellem boringerne kan træffes sætningsgivende aflejringer af varierende mægtighed.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning, hvor grundvandspejlet (GVS) blev registreret 1,5 m u. t.

Grundvandsspejlet vurderes at være repræsentativt på pejetidspunktet, men må påregnes at være afhængigt af årstid og nedbør samt vandstanden i Kerteminde Bugt.

Senest 1 måned efter endt pejlearbejde skal pejleboringerne sløjfes.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbunds- og vandspejlsforholdene henvises til boreprofilerne i bilag 1.

### 4. Funderingsforhold

#### 4.1 Generelt

I nedenstående tabel 4.1 er for det aktuelle projekt angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, afrømningsniveau for gulve, AFRN, og det registrerede grundvandsspejl, GVS.

| Boring nr. | Terræn Kote DVR90 | OSBL          |            | AFRN          |            | GVS           |            |
|------------|-------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
|            |                   | Dybde m u. t. | Kote DVR90 | Dybde m u. t. | Kote DVR90 | Dybde m u. t. | Kote DVR90 |
| 4          | +1,8              | 2,1           | -0,3       | 2,1           | -0,3       | 1,5           | +0,3       |
| 5          | +1,6              | 2,1           | -0,5       | 2,1           | -0,5       | 1,5           | +0,1       |

**Tabel 4.1:** Overside bæredygtige lag, OSBL, afrømningsniveau for gulve, AFRN, og det registrerede grundvandsspejl, GVS, for det aktuelle projekt.

Det skal sikres, at der overalt funderes i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn, hvilket er 0,9 meter for opvarmede konstruktioner og 1,2 meter for uopvarmede konstruktioner.

Fyldaflejringer i og omkring tidligere fundamenter, ledningsgrave, tankgrave og kældre fra de eksisterende/tidligere bygninger skal ubetinget bortgraves og erstattes med velkomprimeret rent sandfyld.

For de trufne aflejringer under OSBL og eventuelt indbygget velkomprimeret sandfyld kan der påregnes følgende målte/skønnede karakteristiske styrke- og deformationsparametre og rumvægte:

|                          | Rumvægt<br>$\gamma_m/\gamma'$<br>kN/m³ | Korttidstilstanden |                    | Langtidstilstanden  |                 | Konsolideringsmodul<br>K<br>kN/m² |
|--------------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|
|                          |                                        | $\phi_{pl,k}$<br>° | $C_{u,k}$<br>kN/m² | $\phi'_{pl,k}$<br>° | $C'_k$<br>kN/m² |                                   |
| Postglaciale aflejringer |                                        |                    |                    |                     |                 |                                   |
| Sand                     | 17/10                                  | 34                 | 0                  | 34                  | 0               | 15.000-30.000                     |
| Glaciale aflejringer     |                                        |                    |                    |                     |                 |                                   |
| Moræner                  | 21/11                                  | 0                  | 140-220            | 30                  | 14,0-20,0       | 35.000-50.000                     |
| Tilkørt materiale        |                                        |                    |                    |                     |                 |                                   |
| Sandfyld                 | 18/10                                  | 37                 | 0                  | 37                  | 0               | 50.000                            |

**Tabel 4.2:** Målte/skønnede karakteristiske styrke- og deformationsparametre og rumvægte.

I forbindelse med detailprojekteringen henvises der til de enkelte boreprofiler.

Projektet kan gennemføres i geoteknisk kategori 2 i henhold til EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) samt DKNA (Nationalt Anneks til Eurocode 7), og det forventes, at projektet kan henføres til middel konsekvensklasse (CC2).

Fundamenterne dimensioneres i såvel korttids- som langtidstilstanden og i henhold til EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) samt DKNA (Nationalt Anneks til Eurocode 7).

For det aktuelle projekt og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes den naturligste funderingsform at være:

- Direkte fundering i frostsikker dybde efter udskiftning af samtlige aflejringer over OSBL med velkomprimeret sandfyld.

## 4.2 Direkte fundering efter udskiftning

Samtlige aflejringer over OSBL udskiftes med velkomprimeret sandfyld efter de i bilag 3 viste retningslinier, hvorefter der funderes direkte i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn.

Det skal sikres, at de intakte aflejringer under den indbyggede sandfyld har den fornødne bæreevne, hvorfor det anbefales at komprimere udgravningsbunden inden indbygning af sandfyld.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag udlægges direkte på den indbyggede sandfyld som vist på bilag 3.

Det anbefales at opstille følgende komprimeringskrav til indbygget sandfyld, hvor SP angiver Standard Proctor ved isotopsondemetoden:

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Middel af alle kontrolforsøg | > 98% SP |
| Ingen kontrolforsøg          | < 95% SP |

**Tabel 4.3:** Komprimeringskrav.

For at kunne anvende den i tabel 4.2 angivne friktionsvinkel for sandfyld, skal komprimeringskravet i tabel 4.3 overholdes. Desuden skal sandfyldet overholde følgende materialekrav pr. påbegyndt leveret 500 m<sup>3</sup>: maksimum 1% organisk materiale, maksimum 10%

## 5. Sætninger

For at imødegå eventuelle skadelige differenssætninger anbefales det, at der i top og bund af samtlige sribefundamenter lægges revnefordelende armering svarende til 0,2 % af sribefundamenternes tværsnitsareal, ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armering. Armering må ikke erstattes af fiberbeton.

Af stivhedshensyn skal der være minimum 60 cm mellem øverste og nederste lag armering i

stribefundamenter

Bygningsreglementerne foreskriver med hensyn til Radon, at bygningskonstruktioner mod undergrunden skal udføres lufttætte.

Såfremt der benyttes uarmerede fundamenter og gulve, må der forventes en mere synlig revneudvikling i konstruktionen.

Ved fundering på intakte aflejringer svarende til de under OSBL trufne, eller på indbygget sandfyld og efter ovenstående retningslinier vurderes de fremtidige sætninger ved ensartede belastningsfordelinger for det aktuelle projekt, som beskrevet under punkt 1, ikke at overskride de vejledende grænseværdier for almindelige bygninger i henhold til anneks H i EN1997-1 (Eurocode 7, del 1).

## **6. Belægninger og kloak**

Befæstelsen kan dimensioneres iht. vejens/pladsens trafikklasse og jordens frostfarlighed efter afrømning af fyld- og overjord ned til AFRN iht. tabel 4.1. Det er formodentligt ikke økonomisk realistisk at udskifte alle sætningsgivende aflejringer, hvorfor man med geoarmeringsnet bør sikre at minimere gener ved lunger og kørespor.

De trufne sandaflejringer kan karakteriseres som frostsikre.

Kloakering af nye P-pladser kan udføres på traditionel vis. Render ned til 1,7 m u. t. må udføres med lodrette sider. Dybere udgravninger over vandspejlet kan udføres med et anlæg 1:0,7.

## **7. Tørholdelse**

### **7.1 Midlertidig**

Hvor der skal funderes under grundvandsspejlet er en midlertidig grundvandssænkning ubetinget nødvendig for at bevare udgravningssider og -bund intakte.

I sand vurderes grundvandssænkningen mest hensigtsmæssigt udført med nedspulede sugespidses tilsluttet et effektivt vacuumpumpeanlæg.

Inden udgravningsarbejdet påbegyndes, skal det sikres, at grundvandsspejlet i alle lag er afsænket mindst 0,3 á 0,5 meter under udgravningsniveau for at bevare udgravningsbunden intakt og muliggøre en effektiv komprimering af sandfyld, hvor det er aktuelt.

En grundvandssænkning kan give sætningsskader på nærliggende bygninger funderet over sætningsgivende aflejringer.

Det anbefales derfor, specielt i forbindelse med grundvandssænkning, at besigtige nærliggende bygninger for registrering af eventuelle bygnings/sætningsskader inden grundvandssænkningen påbegyndes, samt om muligt at klarlægge bygningernes funderingsforhold, så der om nødvendigt kan tages passende forholdsregler.

Opmærksomheden henledes på, at afledning af grundvand i forbindelse med byggearbejder kan kræve myndighedsgodkendelse i henhold til Vandforsyningslovens §26.

### **7.2 Permanent**

Det kræves, at konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overfladevand, grundvand, jordfugt, kondensvand og luftfugtighed ikke medfører fugtskader og fugtgener.

Terrændæk skal derfor udføres på fast og tør jordbund, og således at terrænet ikke udsættes for

oversvømmelser. Overfladevand skal bortledes ved eksempelvis at udføre et tilstrækkeligt fald på terrænet bort fra bygningen.

De trufne sandaflejringer samt sandfyld vurderes at være selv drænende.

## **8. Afrømningsniveau**

Al færdsel med entreprenørmateriel på afrømningsniveau skal undgås for at bevare jorden intakt og fyldsand indbygges i takt med udgravningen.

## **9. Udførelsesmæssige forhold**

Ved fundering, udgravning, ændring af terrænhøjde eller anden terrænændring på en grund samt midlertidige eller permanente sænkninger af grundvandsstanden skal der træffes enhver foranstaltning, der er nødvendig for at sikre omliggende grunde, bygninger og ledningsanlæg af enhver art.

Med de trufne jordbunds- og vandspejlsforhold skal det vurderes, om der kan være risiko for skader på naboejendomme og ledningsanlæg ved en grundvandssænkning. Såfremt dette vurderes at være tilfældet, skal ejer af omliggende grunde, bygninger og ledningsanlæg mindst 14 dage forud for påbegyndelse af en grundvandssænkning skriftlig meddelelse om arbejdets art og omfang samt om tidspunktet for arbejdets påbegyndelse, jf. byggelovens §12.

## **10. Udgravningskontrol og komprimeringskontrol**

Der skal udføres en geoteknisk kontrol i forbindelse med funderingsarbejderne. Kontrollen skal omfatte alle udgravninger for såvel fundamenter som gulve. Kontrollen skal sikre, at der foretages en tilstrækkelig udskiftning af ikke-bæredygtige aflejringer, og at de trufne aflejringer er i overensstemmelse med det forudsatte.

Kontrolarbejder foretages som udgangspunkt iht. EN1997-1, kapitel 4.3. Kontrolarbejdet skal gennemføres af en geoteknisk kyndig person, med erfaring indenfor jordartsbedømmelse.

Komprimeringen af sandfyld skal ved mægtigheder større end ca. 0,6 meter kontrolleres jf. EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) kapitel 5.3.4. Kontrollen udføres som en stikprøvekontrol med isotopsonde for at sikre en ensartet høj komprimering i relation til de opstillede krav.

## **11. Jordforurening og jordhåndtering**

Miljømæssige aspekter afrapporteres særskilt.

## **12. Afsluttende bemærkninger**

Der skal jf. EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) kapitel 2.8 udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som blandt andet indeholder dokumentation for sammenhængen mellem de faktiske belastninger og jordens bæreevne.

I det omfang det ønskes, står DMR Geoteknik selvsagt til rådighed for:

- supplerende undersøgelser, beregninger og vurderinger
- udførelse af kontrolarbejder i forbindelse med gravearbejde for fundamenter og afrømning for gulve og eventuelt sandpude

- udførelse af komprimeringskontrol og pladebelastningsforsøg
- vurdering af fyldjord og kontakt til myndigheder vedrørende bortskaffelse af jord
- videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

Det indkomne prøvemateriale opbevares 2 uger fra dato, hvorefter det bortskaffes, medmindre der forinden foreligger anden aftale.



## Bilag 1

# Signaturforklaring

| Jordartssignatur | Situationsplan | Boreprofil |
|------------------|----------------|------------|
|                  |                |            |
|                  |                |            |

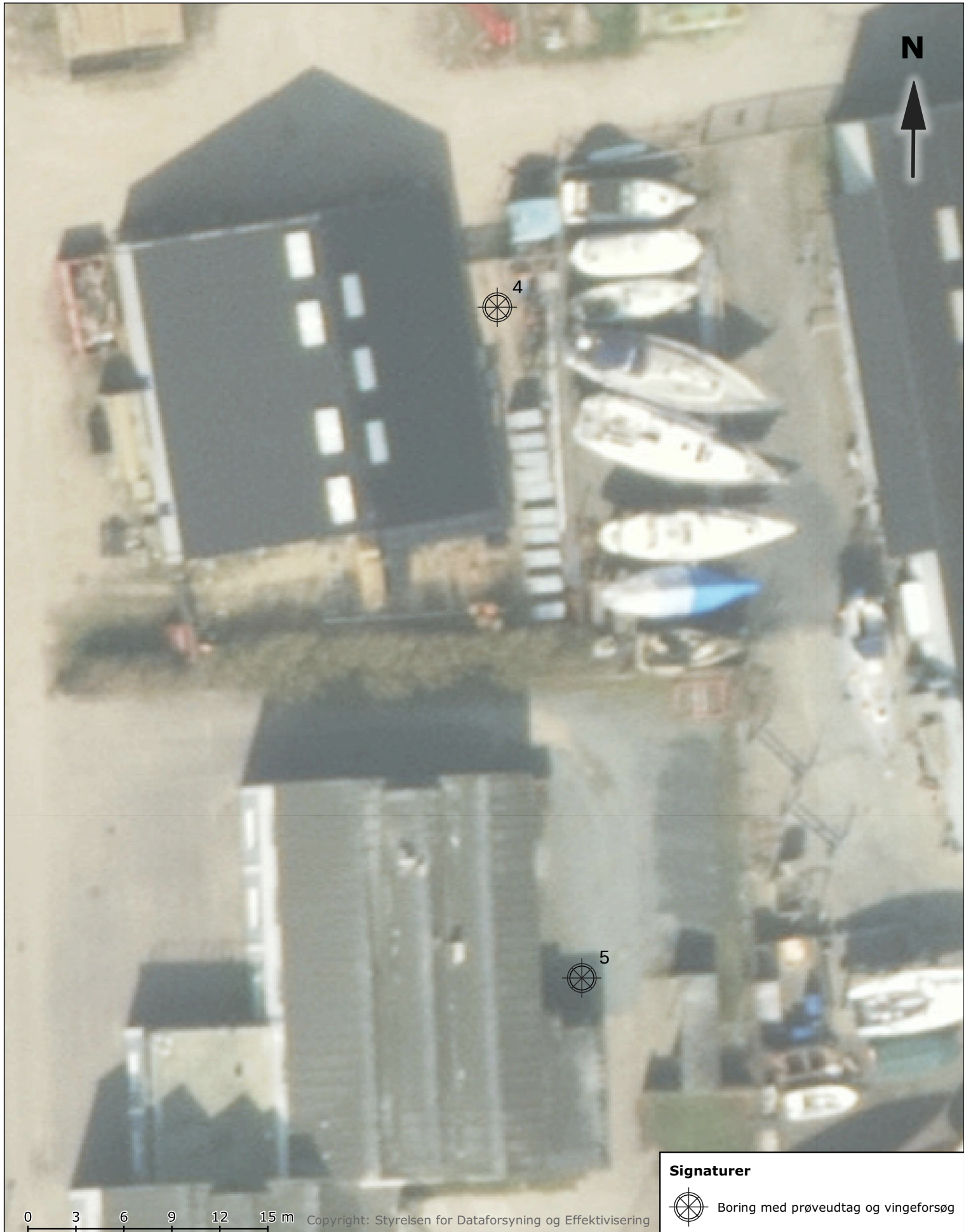
## Definitioner

| Signatur            | Emne                     | Fork. | Enhed   | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|--------------------------|-------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ○                   | Vandindhold              | W     | [%]     | Vand i % af tørstofvægt                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| —                   | Flydegrænse              | WL    | [%]     | Vandindhold ved flydegrænsen                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| —                   | Plasticitetsgrænser      | WP    | [%]     | Vandindhold ved plasticitetsgrænsen                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| —                   | Plasticitetsindeks       | IP    | [%]     | IP = WL - WP                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ▽                   | Rumvægt                  | γ     | [kN/m³] | Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ■                   | Poretal                  | e     |         | Forhold mellem porevolumen og kornvolumen                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| +                   | Glødetab                 | gl    | [%]     | Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| x                   | Reduceret Glødetab       | glr   | [%]     | gl - kalkindhold                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ⊕                   | Kalkindhold              | ka    | [%]     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ~/(+)/+/-++         | Kalkprøve                | kp    |         | Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt                                                                                                                                                                                        |
| ++/+/(-)/-/-/?/?/+? | Frost                    |       |         | ++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser<br>+ Opfrysningssproblemer, selv under korte frostperioder<br>(+) Opfrysningssproblemer, under længere frostperioder<br>- Ikke opfrysningssfarlig<br>-- Absolut ingen opfrysningssfare<br>? Frostfaren kan ikke bedømmes<br>~/?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme |
| H1,H2,H3,H4,H5      | Hærdningsgrader          |       |         | H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet                                                                                                                                                                                                                          |
| ●                   | Gradering                | cfv   | [kN/m²] | U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet                                                                                                                                                                                                                                           |
| ○                   | Vingestykke, intakt      | crv   | [kN/m²] | Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                     | Vingestykke, omrørt      |       |         | Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                     |                          |       |         | vr. Vingeforsøg afvist                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                     | Sonderingsmodstand       |       |         | st. Forsøg påvirket af sten                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                     | - Let rammesonde         | RLSD  |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                     | - SPT-sonde, lukket/åben | SPT   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |





## Bilag 2



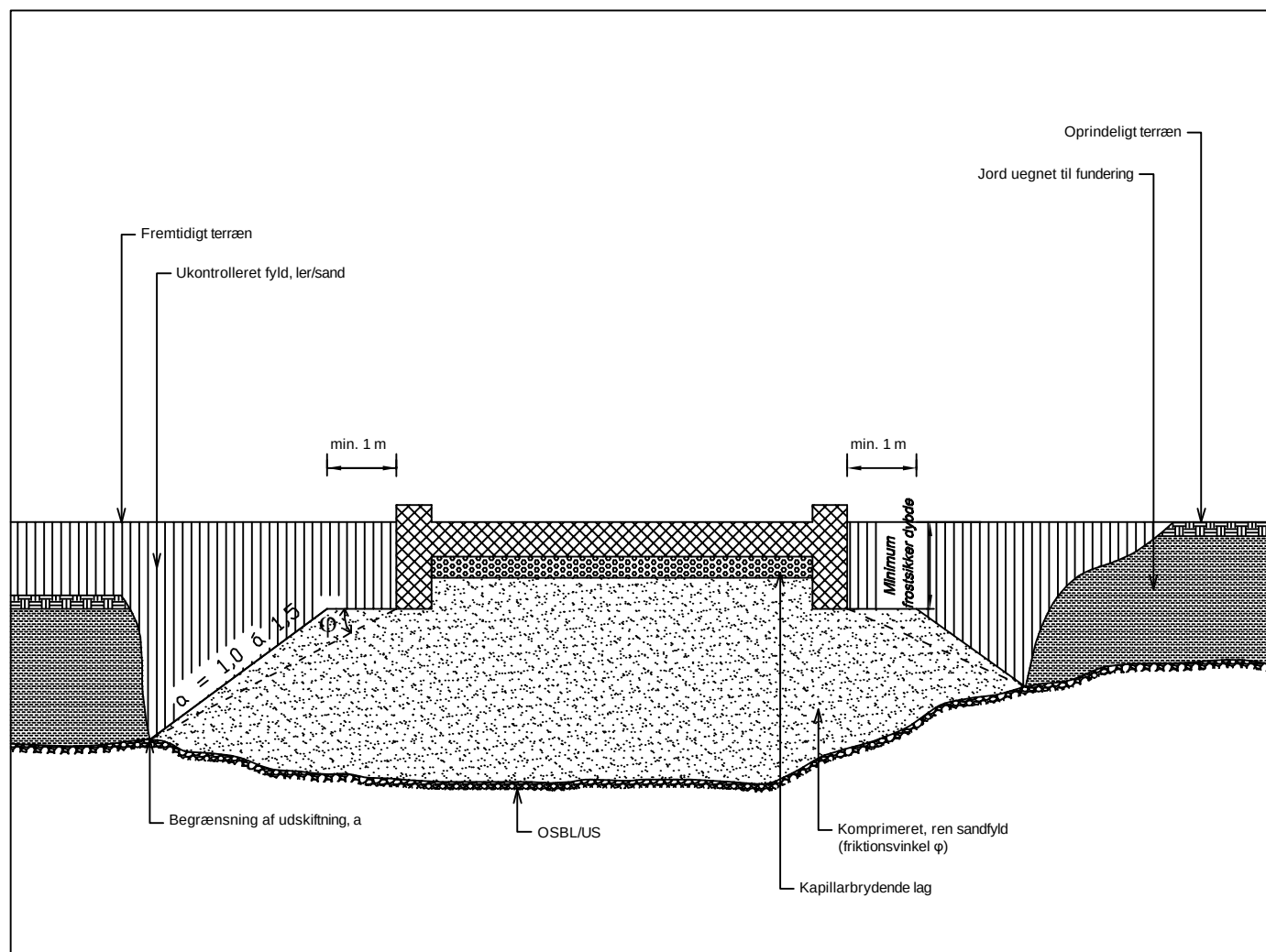
**Signaturer**

 Boring med prøveudtag og vingeforsøg

|                                                                                                                                                                                          |                        |                         |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>Udført:</b><br>AN                                                                                                                                                                     | <b>Kontrol:</b><br>NBJ | <b>Godkendt:</b><br>KBB | <b>Dato</b><br>09-12-2020 |
|  <b>Geoteknik</b><br><b>Situationsskitse:</b><br>2020-3192 Grønlandsgade 13, Busterminalen, Kerteminde |                        |                         | <b>Bilag 2</b>            |

## Bilag 3

## Principskitse for indbygning af sandpude for let byggeri



### Udførelse

Samtlige aflejringer over OSBL/US fjernes og erstattes med tilkørt sandfyld (friktionsvinkel  $\phi$ ), der udlægges i lag af højst 30 cm under effektiv komprimering til de i rapporten anbefalede komprimeringsgrader.

Derefter udføres normal, direkte fundering i mindst frostsikker dybde, under fremtidigt terræn. Fundamenterne forsynes med armering i henhold til den geotekniske rapport. Gulve inklusive kapillarbrydende lag udlægges direkte på det indbyggede sandfyld.

Udskiftningen udføres i fornødent omfang udenfor fundamenterne (jf. ovenstående snit), således at stabilitets- og bæreevnekriterier er overholdt. Ved moderate belastninger kan dette normalt påregnes ved udskiftning under en linie udgående 1 meter udenfor fundamentsyderkant med hældning 1:1 å 1:1,5 nedefter.

|                      |     |                                                          |     |              |     |       |            |             |
|----------------------|-----|----------------------------------------------------------|-----|--------------|-----|-------|------------|-------------|
| Udført af:           | CEF | Kontrolleret af:                                         | CGT | Godkendt af: | CGT | Dato: | 14-06-2018 | Side 1 af 1 |
| <b>DMR</b> Geoteknik |     | Principskitse for indbygning af sandpude for let byggeri |     |              |     |       |            | Bilag 3     |