



Åpen

# Boligbygg Oslo KF

## Tittutveien 11

### Prosjekteringsforutsetninger

12.05.2025

1010547-RIG-003-20250512





Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument **WSP Norge AS**.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. WSP Norge har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra WSP Norge.

## RAPPORT

|                         |                                          |                   |                               |
|-------------------------|------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| <b>Oppdragsnavn:</b>    | Tittutveien 11                           |                   |                               |
| <b>Oppdragsgiver:</b>   | Boligbygg Oslo KF                        |                   |                               |
| <b>Kontaktperson:</b>   | Allan Nielsen                            |                   |                               |
| <b>Emne:</b>            | Geotekniske prosjekteringsforutsetninger |                   |                               |
| <b>Dokumentkode:</b>    | 1010547-RIG-003-20250512                 |                   |                               |
| <b>Ansvarlig enhet:</b> | GEO                                      | <b>Utført av:</b> | Marius Grønli & Isak Hågensen |
| <b>Tilgjengelighet:</b> | Åpen                                     | <b>Dato:</b>      | 12.05.2025                    |

### SAMMENDRAG:

WSP Norge AS har på oppdrag av Boligbygg Oslo KF utarbeidet en overordnet geoteknisk vurdering av grunnforholdene i Tittutveien 11 (gnr./bnr. 122/66) i Oslo kommune. Vurderingen er utført i forbindelse med etablering av modulbygg til flyktningboliger i 2 år med omgjøring til rus og omsorgsboliger.

Byggegrunnen består av et topplag med jordsmonn over tørrskorpe før et tykt lag med leire med økendefasthet med dybden før kvikkleire over berg med en total løsmassemektighet på ca. 44 m. Bæreevnen er ansett tilstrekkelig for planlagt tiltak basert på grunnlag fra RIB. Setninger er beregnet til å ligge i størrelsesorden mellom 1,5 – 3 cm med et grunntrykk under fundament på hhv. 88 og 125 kPa for bygg B og A. Tidsavhengige setninger fra konsolidering og kryp forventes å være små ettersom setningsgivende last ligger under leirens prekonsolideringsspenning.

| REV. | DATO       | BESKRIVELSE                                                             | UTARBEIDET AV                  | KONTROLLERT AV |
|------|------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| 0.0  | 12.05.2025 | Geotekniske prosjekteringsforutsetninger - grunnlag til totalentreprise | Marius Grønli<br>Isak Hågensen | Simon Gerlach  |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INNLEDNING .....</b>                           | <b>5</b>  |
| 1.1. BESKRIVELSE AV TILTAKET .....                   | 5         |
| <b>2. GRUNNLAG FOR VURDERING .....</b>               | <b>6</b>  |
| 2.1. BAKGRUNNSINFORMASJON.....                       | 6         |
| 2.1.1. <i>Grunnvann</i> .....                        | 6         |
| <b>3. SIKKERHET MOT NATURPÅKJENNINGER .....</b>      | <b>7</b>  |
| 3.1. FLOM .....                                      | 7         |
| 3.2. SKRED I BRATT TERRENG.....                      | 7         |
| 3.3. OMRÅDESTABILITET .....                          | 7         |
| <b>4. PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER .....</b>         | <b>8</b>  |
| 4.1. PARTIALFAKTORER .....                           | 8         |
| 4.2. LASTPÅVIRKNING .....                            | 8         |
| <b>5. GEOLOGISK OG GEOTEKNISK VURDERING .....</b>    | <b>8</b>  |
| 5.1. JORDPROFIL OG MATERIALEGENSKAPER .....          | 8         |
| 5.2. LOKALSTABILITET .....                           | 9         |
| 5.3. FUNDAMENTERING .....                            | 9         |
| 5.3.1. <i>Bæreevne</i> .....                         | 9         |
| 5.3.2. <i>Setninger</i> .....                        | 10        |
| 5.4. TELEFARLIGHET .....                             | 11        |
| 5.5. KOMPRIMERING .....                              | 11        |
| 5.6. SEISMISK PÅVIRKNING.....                        | 11        |
| 5.7. RIVING OG OPPFYLLING AV TIDLIGERE KJELLER ..... | 11        |
| 5.8. KONTROLLPLAN .....                              | 12        |
| <b>6. KONKLUSJON .....</b>                           | <b>12</b> |
| <b>7. REFERANSER .....</b>                           | <b>12</b> |

### VEDLAGG A - PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

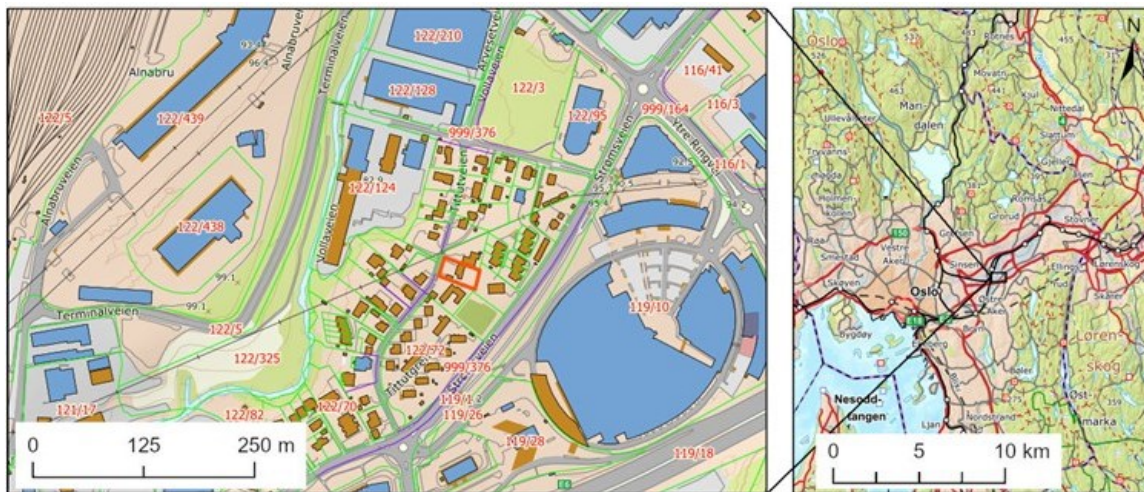
### VEDLEGG B - PLAN FOR KONTROLL AV GEOTEKNISKE ARBEIDER

### VEDLEGG C – TOLKNING AV ØDOMETERFORSØK

## 1. INNLEDNING

WSP Norge AS har på oppdrag av Boligbygg Oslo KF utarbeidet en overordnet geoteknisk vurdering av grunnforholdene i Tittutveien 11 (gnr./bnr. 122/66) i Oslo kommune. Figur 1 viser planområdet og beliggenheten i Oslo. Vurderingen er utført i forbindelse med etablering av modulbygg til flyktningboliger i 2 år med omgjøring til rus og omsorgsboliger. Skisse av planlagt tiltak er vist i figur 2.

Alle høyder og koter nevnt i dette notatet refererer til høydesystemet NN2000.



Figur 1: Oversiktskart. Eiendommen er markert med en rødt (7).

### 1.1. BESKRIVELSE AV TILTAKET

Planlagt tiltak består av to byggetrinn. Byggetrinn 1 består av å rive eksisterende boligbygg og oppføre to modulbygg med totalt 9 boenheter i tillegg til et anneks med lagring. Riving av eksisterende bolig inkluderer fylling av kjeller. Det er 4 boenheter i det vestre bygget nærmest veien og 5 boenheter i det indre bygget. Modulbyggene skal være i drift i 3 – 5 år før byggetrinn 2 iverksettes. I Byggetrinn 2 skal det vestlige bygget flyttes, og gjenværende bygg blir omgjort til rus og omsorgsboliger. Byggetrinn 2 involverer omgjøring av en boenhet til kontor.



Figur 2: Utklipp av mulighetsstudiet for Tittutveien 11 /1/.

## 2. GRUNNLAG FOR VURDERING

De geologiske og geotekniske vurderingene mht. grunnforholdene på eiendommene er basert på tilgjengelige kartdata og grunnundersøkelser utført i forbindelse med dette prosjektet (/9/) og tidligere undersøkelser.

### 2.1. BAKGRUNNSINFORMASJON

Tittutveien 11 ligger på ca. kote +94. Terrenget i undersøkelsesområdet er preget av dalføret til Alnaelva som går fra nord mot sør. Over skråningen, ned mot alnaelva, er terrenget flatt. Total skråningshøyde er ca. 14 m med en helling på ca. 1:2. Berggrunnen i planområdet er leirskifer iht. NGUs berggrunnskart /3/. Løsmassedekket i planområdet er oppgitt som hav- og fjordavsetninger iht. NGUs løsmassekart /4/. En mer detaljert beskrivelse av terreng og grunnforhold er gitt i datarapporten /9/.

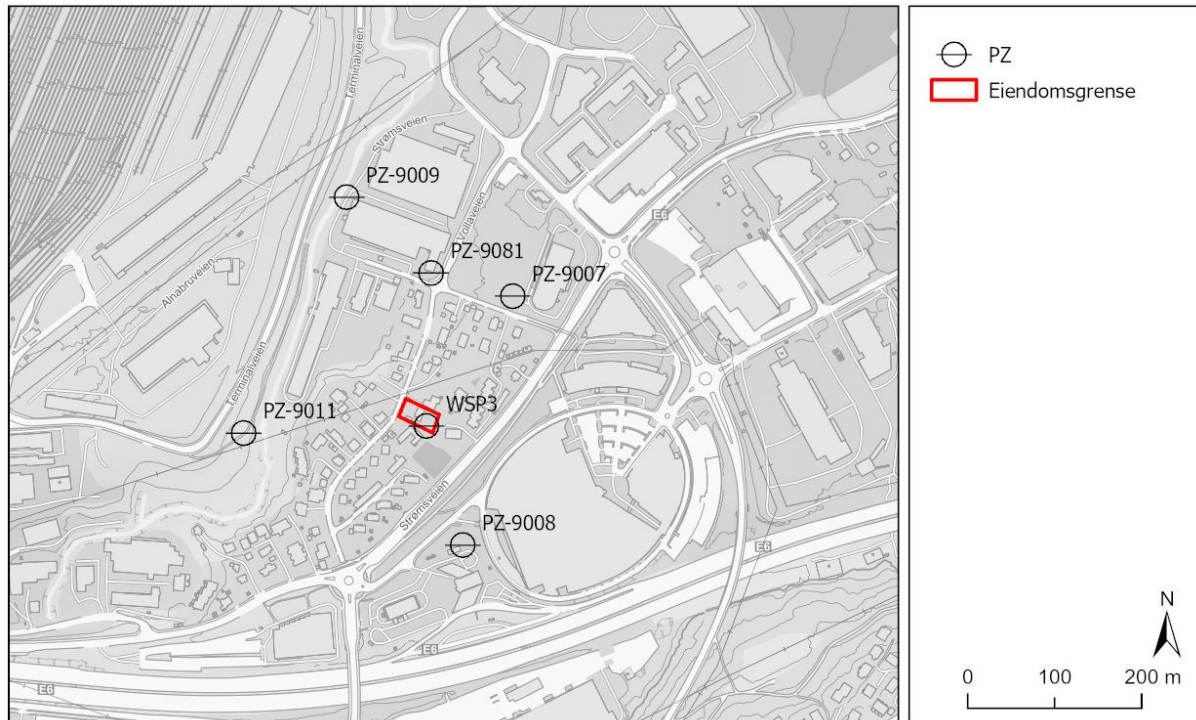
#### 2.1.1. GRUNNVANN

Under grunnundersøkelsen utført for dette prosjektet er det installert to poretrykksmålere inne på Tittutveien 11. Det er registrert poretrykksmålinger fra 26.03 – 22.04.2025. Målingene viser at det er hydrostatisk poretrykksfordeling. PZ 37761 står på 20 m dyp, i leire, med et stabilisert poretrykk med konvertert vannsøyle på kote +92,9. PZ 37762 står på 5 m dyp i leire og viser også et stabilisert grunnvannsspeil på kote +92,9, men med svingninger etter nedbørsperioder. Se tabell 1.

Ifm. ny vannforsyning til Oslo har Romerike grunnboring, på vegne av Vann og Avløpsetaten, installert 5 piezometere i nærheten til Tittutveien (se figur 3). Sensorene er satt rett over berg mellom 13,5 og 51,6 m dybde. 4 av 5 målere viser et pore-overtrykk på 2 – 4 m, se tabell 1.

Tabell 1: Grunnvannsmålinger i og i nærheten av Tittutveien 11.

| Undersøkelse | Borpunkt<br>/Piezometer ID | Installasjonsdybde<br>[m] | Kote spiss<br>[NN2000] | Kote terreng<br>[NN2000] | Kote<br>grunnvannstand<br>[NN2000] | Siste<br>avlesning<br>[mm.åååå] |
|--------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| WSP 2025     | WSP3/37762                 | 5,0                       | +89,14                 | +94,10                   | +92,9                              | 04.2025                         |
| WSP 2025     | WSP3/37761                 | 20,0                      | +74,14                 | +94,10                   | +92,9                              | 04.2025                         |
| RGB 2024     | PZ-9007                    | 24,2                      | +69,89                 | +94,09                   | +92,0                              | 03.2025                         |
| RGB 2024     | PZ-9008                    | 47,5                      | +43,96                 | +91,46                   | +93,5                              | 03.2025                         |
| RGB 2024     | PZ-9009                    | 19,8                      | +63,88                 | +83,68                   | +87,0                              | 03.2025                         |
| RGB 2024     | PZ-9011                    | 51,6                      | +36,39                 | +87,99                   | +91,0                              | 03.2025                         |
| RGB 2024     | PZ-9081                    | 13,5                      | +72,06                 | +85,56                   | +86,5                              | 03.2025                         |



Figur 3: Plassering av poretrykksmålere i og ved Tittutveien 11.

### 3. SIKKERHET MOT NATURPÅKJENNINGER

#### 3.1. FLOM

Sikkerhet mot flom har blitt vurdert av fagkyndig på hydrologi med konklusjon om ikke fare for flom i egen rapport /11/.

#### 3.2. SKRED I BRATT TERRENG

Tiltaket ligger utenfor NVEs aktsomhetsområde eller faresone for skred i bratt terreng som omfatter snøskred, fjellskred, steinsprang og jord- og flomskred/13/. Det er ikke registrert noe historiske skredhendelser i området. Basert på lokal topografi er det ikke fare for skred i bratt terreng.

#### 3.3. OMRÅDESTABILITET

Sikkerhet mot kvikkleire (områdestabilitet) er blitt utredet i egen rapport (/10/) med konklusjonen: «Sikkerheten til tiltaket er tilfredsstillt med begrunnelse i plassering utenfor influensområdet og oppfylt krav til sikkerhet og robusthet på hhv.  $F_{c\phi} \geq 1,25$  og  $F_{cu} \geq 1,2$ . Ingen behov for sikringstiltak.» Utredningen er gjort iht. NVEs veileder 1/2019. På grunnlag av denne prosedyren anses krav til stabilitet TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet tilfredsstillt.

## 4. PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

WSP vurderer følgende klassifisering for det aktuelle tiltaket, se videre info om prosjekteringsforutsetninger i Vedlegg A og kontrollplan i Vedlegg B:

|                                                       |                |
|-------------------------------------------------------|----------------|
| • Geoteknisk kategori                                 | 2              |
| • Pålitelighets-/konsekvensklasse                     | 2              |
| • Kontrollklasse prosjektering og utførelse (PKK/UKK) | 2              |
| • Tiltaksklasse                                       | 2              |
| • Grunntype                                           | S <sub>2</sub> |
| • Seismisk klasse                                     | II             |

Plassering av tiltaket i tiltaksklasse 2 (TK2) medfører krav til kontroll av prosjektering av uavhengig foretak iht. SAK10 § 14-2 og -7.

### 4.1. PARTIALFAKTORER

Følgende partialfaktorer for materialelegenskaper blir brukt ved geoteknisk prosjektering av stabilitet og fundamentering iht. Eurokode 7 og Statens Vegvesens håndbok V220 /7/:

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| • Effektivspenningsanalyse: | 1,25 |
| • Totalspenningsanalyse:    | 1,4  |

For leire analyseres korte lastendringer ved totalspenningsanalyse (udrenert tilstand) og langvarige forhold med effektivspenningsanalyse (drenert tilstand). Stabilitet og bæreevne kontrolleres for både udrenert og drenert tilstand.

Totalspenningsanalysen utføres med bruk av udrenert skjærfasthet, og effektivspenningsanalysen med drenerte styrkeparametere (friksjonsvinkel og effektiv kohesjon).

### 4.2. LASTPÅVIRKNING

For dimensjonerende konstruksjonslaster og geotekniske laster i bruddgrensetilstand benyttes partialfaktorer ifølge Tabell NA.A1.2(B) og NA.A1.2(C) i Eurokode 0. Ved beregning av bæreevne brukes Sett B med lastfaktor 1,2 på ugunstige permanente laster og 1,5 for variable laster.

## 5. GEOLOGISK OG GEOTEKNISK VURDERING

### 5.1. JORDPROFIL OG MATERIALEGENSKAPER

Dybde til berg varierer mellom 30 m og 45 m der berg er påvist. Topplaget i undersøkelsesområdet varierer noe avhengig av arealbruk og består av fyllmasser eller tidligere dyrket mark over tørrskorpe før leire til berg. Basert på grunnundersøkelsen i 2025 (/9/) er jordprofilet i planområdet beskrevet i tabell 2. Tolkede jordparametere (jordegenskaper) er gitt i tabell 3. Materialelegenskapene til tørrskorpen har konservativt blitt tilegnet de samme som for leiren i beregningene.

Tabell 2: Tolket jordprofil i planområdet.

| Dybde [m under terreng] | Generalisert profil                            |
|-------------------------|------------------------------------------------|
| 0-2                     | Tørrskorpeleire<br>Telefarlighetsklasse T4     |
| 2-26                    | Leire med økende fasthet med dybden            |
| 26-45→                  | Kvikkleire til berg<br>Telefarlighetsklasse T4 |

Tabell 3: Tolkede materialegenskaper for løsmassene i planområdet. Sort: Verdier fra laboratorieundersøkelser (/10/). Blå: Verdier fra SVV 2025 (/6/). Rød: Verdier fra utført CPTu (/10/).

| Løsmasstype | Materialegenskaper                           | Verdi |
|-------------|----------------------------------------------|-------|
| Leire       | Tyngdetetthet, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | 20    |
|             | Vanninnhold, $w$ [%]                         | 28-35 |
|             | Friksjonsvinkel, $\phi'$ [°]                 | 28    |
|             | Attraksjon [kPa]                             | 10    |
|             | Udrenert skjærfasthet $c_{uA}$ [kPa]         | 30    |
|             | Inkrementell $c_{uA}$ [kPa/m]                | 2,3   |

## 5.2. LOKALSTABILITET

Grunnundersøkelsene viser 0-2 m tørrskorpe over 24 m fast leire før kvikkleire til berg. For grunne arbeider <2 m kan det vurderes bruk av graveskråninger. Graveskråningene bør ikke ha brattere hellingsgrad enn 53 grader (1:1,3) (Grøftens dybde x 0,75 gir skråningsutslaget ved 53 grader) (/8/). For dypere utgravinger må sikringstiltak som spunt, grøftekasser eller slake graveskråninger vurderes for hvert enkelt tiltak. Dersom graving i underliggende bløte masser er aktuelt under utførelse, bør geotekniker kontaktes umiddelbart.

Graving i kvikkleirelaget er usannsynlig med tanke på dybde til laget, men det frarådes uten etablering/prosjektering av støttekonstruksjoner.

## 5.3. FUNDAMENTERING

### 5.3.1. BÆREEVNE

Basert på jordparametere beskrevet tidligere (tabell 3) er det gjort en vurdering av massenes dimensjonerende bæreevne i bruddgrensetilstanden (ULS). Det er vurdert dimensjonerende bæreevne for både effektiv- og totalspenningsanalyse. Vurdering av styrkeparametere (friksjonsvinkel, attraksjon og udrenert skjærfasthet) er basert på geotekniske grunn- og laboratorieundersøkelser. Utgangspunktet for vurderingene er at modulbyggene skal fundamenteres direkte på stripefundamenter på stedlige masser.

Beregning av bæreevne i bruddgrensetilstand og tillatt grunntrykk er utført iht. håndbok V220 og sammenlignet med prinsippene i Eurokode 7. Bæreevnen avhenger blant annet av fundamentbredde, overlagingstrykk, grunnvannstand og laster. Ettersom tiltaket detaljprosjekteres av totalentreprenør, har RIB og RIG utført beregninger basert på følgende antagelser:

- Ingen horisontallast.
- Overlagringstrykk på ca. 9 kPa (antatt 0,5 m fyllingsmasser over UK fundament) i drenert analyse og overlagringstrykk på ca. 30 kPa (antatt 2 m tørrskorpe over leirelag) i udrenert analyse.
- Grunnvannstand på ca. 1 m under terreng.

Bæreevne i totalspenningsanalysen er beregnet med en konservativ udrenert skjærfasthet på 30 kPa. Dette gir en dimensjonerende bæreevne på 140 kPa for bygg A og B. Det vurderes at grunnen under fundamentet har tilstrekkelig bæreevne for det oppgitte lastbildet mottatt fra RIB. Det anbefales at endelig fundament- og lastfordelingsplan oversendes til geotekniker når dette er klart.

### 5.3.2. SETNINGER

Det er utført setningsberegninger med programvaren GeoSuite Settlement med Janbu materialmodell. Deformasjonsparametere for leiren er tolket fra ødometerforsøk (Vedlegg C) og CPTu, og det er valgt konstant deformasjonsmodul til tørrskorpelaget basert på erfaringsverdier. En oppsummering er presentert i tabell 4.

Tabell 4: Jordparametere brukt til setningsberegninger i Geosuite Settlement.

| Materiale  | Deformasjonsmodul<br>$M_{oc}$ (kPa) | Modultall $m$ (-) | Prekonsolideringsspenning<br>$p'_c$ (kPa) |
|------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|
| Tørrskorpe | 10 000                              | -                 | -                                         |
| Leire      | 4500                                | 20                | 150                                       |

Setninger er beregnet til å ligge i størrelsesorden mellom 1,5 – 3 cm med et grunntrykk under fundament på hhv. 88 og 125 kPa for bygg B og A. Tidsavhengige setninger fra konsolidering og kryp forventes å være små ettersom setningsgivende last ligger under leirens prekonsolideringsspenning.

Jordens stivhet er ikke lineær, men det er gjort en innledende vurdering av vertikal fjærstivhet beregnet som last dividert på resulterende deformasjon. Den vertikale fjærstivheten er beregnet til å ligge mellom 4200 – 6200 kPa/m. Tabell 5 viser beregnede setninger og grunntrykk under fundament for hhv. bygg A og B.

Tabell 5: Intervall for beregnede fjærstivheter basert på endring i last og beregnede setninger.

| Bygg | Grunntrykk under fundament [kPa] | Setninger [mm] | Vertikal fjærstivhet [kPa/m] |
|------|----------------------------------|----------------|------------------------------|
| A    | 125                              | 25-30          | 4200-6200                    |
| B    | 88                               | 15-20          | 4400-6000                    |

#### 5.4. TELEFARLIGHET

De øverste meterne med løsmasser består i hovedsak av tørrskorpe med telefarlighetsklasse T4 (meget telefarlig) /9/. Leieren under fyllmassene er i teleklasse T4. Evt. frostsikring av fundamenter vurderes nærmere av RIB.

Oppføring av modulbygg i Oslo krever ifølge dokument 451.021 fra Byggforskserien «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring», plassering av fundamenter på minimum 1,6 m dybde fra overflate, eller gjøre spesielt isolerende tiltak.

#### 5.5. KOMPRIMERING

Alle masser som legges ut (enten som følge av masseutskifting eller oppfylling) skal komprimeres til minimum normal komprimering i henhold til NS 3458 (Komprimering – Krav og utførelse).

#### 5.6. SEISMISK PÅVIRKNING

Eurokode 8 (/12/) beskriver tilfeller hvor tilstrekkelig sikkerhet for seismiske påkjenninger må vurderes. Dette er basert på faktorer som:

- Seismisk klasse
- Jord og grunnstype
- Referansegrunnakselerasjoner i tiltaksområdet (på et kommunalt nivå)

Følgende parametere kan legges til grunn for vurdering:

- Referansespissverdi for berggrunnens akselerasjon  $a_{gR} = 0,30 \text{ m/s}^2$  (Oslo)
- Seismisk faktor  $\gamma_1 = 1,00$  fra NA.4 (901) ved seismisk Klasse II.
- Forsterkningsfaktor  $S = 1,8$
- Dimensjonerende grunnakselerasjon  $a_g = 0,30 \text{ m/s}^2$  ( $a_{gR} \times \gamma_1$ )
- Dimensjonerende grunnakselerasjon med forsterkningsfaktor:  $a_g S = 0,54 \text{ m/s}^2$  ( $a_g \times S$ )

Seismiske påkjenninger må vurderes videre av RIB under detaljprosjekteringen.

#### 5.7. RIVING OG OPPFYLLING AV TIDLIGERE KJELLER

WSP anbefaler å fylle eksisterende kjeller med drenerende friksjonsmasser som komprimeres godt.

Størrelsen av setninger vil kunne variere på tomten mht. plassering av bygg helt eller delvis på fyllmasser fra oppfylling av kjeller og delvis på terrengnivå. Planlagt plassering av bygg i forprosjektet er i stor grad utenom avtrykket til tidligere kjeller og er antatt å ikke påvirke den nye konstruksjonen.

Ved rivning av kjeller, hvor kjellermur skal fjernes, er det ikke plass mellom Tittutveien 11 og 11B for forsvarlige graveskråninger. Ved eventuell fjerning av kjellervegger vil det sannsynligvis være behov for midlertidige støttekonstruksjoner (f.eks. spunting). Prosjektering og utførelse av evt. sikringstiltak og kostnader bør vurderes nærmere med tanke på kost nytte for fjerning eller nedgraving av kjellervegger dypere enn 0,8 m under terreng.

## 5.8. KONTROLLPLAN

Prosjektet er vurdert til geoteknisk kategori 2, det medfører krav om plan for kontroll og overvåkning for geotekniske arbeider. Ansvarlig entreprenør følger opp og fyller ut kontrollplan. Et eksempel på kontrollplan er vist i vedlegg B. Entreprenør skal også utarbeide egne kontrollplaner i henhold til sine kvalitets-sikringssystemer. I tillegg anbefales det å legge en plan for oppfølging av setninger i anleggsfasen.

## 6. KONKLUSJON

Sikkerhet mot naturpåkjenninger er avklart, og det er ikke fare for flom, skred i bratt terreng og med tilfredsstillende sikkerhet mot områdeskred. Bæreevnen er ansett tilstrekkelig for planlagt tiltak basert på grunnlag fra RIB. Setninger er beregnet til å ligge i størrelsesorden mellom 1,5 – 3 cm med et grunntrykk under fundament på hhv. 88 og 125 kPa for bygg B og A. Graving for etablering av fundamentene og VA-anlegg anses som gjennomførbare med graveskråninger eller grøftekasser, men fjerning av kjellervegger vil kunne kreve sikringstiltak som for eksempel spunt.

## 7. REFERANSER

- /1/ Filter Arkitekter 2024. Mulighetsstudie/Reguleringsforhold 240628 Tittutveien 11 Datert: 28.06.2024
- /2/ Kartverket 2023a. Topografisk Norgeskart. Lastet ned: april 2025.
- /3/ NGU 2023a. Berggrunn Lastet ned: april 2025.
- /4/ NGU 2023b. Løsmassekart Lastet ned: april 2025.
- /5/ Direktoratet for byggkvalitet (Dibk) 2017. Byggeteknisk forskrift (TEK17)
- /6/ Statens vegvesen (SVV) 2025. Geoteknikk i vegbygging. Håndbok nr. v220.
- /7/ SVV 2022. Vegnormal N200 Vegbygging.
- /8/ Regionalt verneombud – Bygg og anlegg 2022. Veileder for grøftearbeid.
- /9/ WSP 2025. 1010547-RIG-001-20250509 Datarapport Tittutveien 11. Datert 09.05.2025.
- /10/ WSP 2025. 1010547-RIG-002-20250512 Geoteknisk vurdering av områdestabilitet Datert 12.05.2025.
- /11/ WSP 2025. 1010547\_RIVA\_NOT\_001\_REV00\_ Overvannsnotat Datert 05.2025.
- /12/ NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning — Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.
- /13/ Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), 2025. *NVE Atlas. Skred i bratt terreng.*  
Hentet fra <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas>



## VEDLEGG A - PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

# VEDLEGG A – GJELLDENE STANDARDER OG REGELVERK

1010547 Tittutveien 11 - Modulbygg, Prosjekteringsforutsetninger

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|                                                              |          |
|--------------------------------------------------------------|----------|
| <b>INNHOLDSFORTEGNELSE .....</b>                             | <b>1</b> |
| <b>1. PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER .....</b>                 | <b>2</b> |
| 1.1. REGELVERK.....                                          | 2        |
| 1.2. GEOTEKNISKE PROBLEMSTILLINGER .....                     | 2        |
| 1.3. TEK 17 §7, SIKKERHET MOT NATURPÅKJENNINGER.....         | 2        |
| 1.4. TEK 17 § 10, KONSTRUKSJONSSIKKERHET.....                | 3        |
| 1.5. GEOTEKNISK KATEGORI .....                               | 3        |
| 1.6. KONSEKVENSKLASSE- OG PÅLITELIGHETS (CC/RC).....         | 3        |
| 1.7. TILTAKSKLASSE IHT. PBL [1] .....                        | 5        |
| 1.8. KVALITETSSYSTEM.....                                    | 6        |
| 1.9. PROSJEKTERINGS- OG UTFØRELSESKONTROLL .....             | 6        |
| 1.10. BRUDDGRENSETILSTANDER.....                             | 7        |
| 1.11. PARTIALFAKTORER, PÅVIRKNINGER/LASTVIRKNINGER (A) ..... | 7        |
| 1.12. PARTIALFAKTORER GRUNNENS EGENSKAPER (M) OG (R) .....   | 7        |
| 1.13. GRUNNTYPE .....                                        | 8        |

## 1. PROSJEKTERUNGSFOTUSETNINGER

### 1.1. REGELVERK

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjektering for Tittutveien 11 - Modulbygg:

- [1] SAK 10
- [2] TEK 17
- [3] NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016 (Eurokode 0)
- [4] NS-EN 1991-1-1:2002 + NA:2019 (Eurokode 1)
- [5] NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA 2016 (Eurokode 7)
- [6] NS-EN 1998-1:2004 + A1:2012 + NA:2020 (Eurokode 8)

Aktuelle veiledere og håndbøker brukt i prosjekteringen er nevnt under:

- [7] Statens vegvesen håndbok N200 (Vegbygging)
- [8] Statens vegvesen håndbok V220 (Geoteknikk i vegbygging)
- [9] Statens vegvesen håndbok V221 (Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger)

### 1.2. GEOTEKNISKE PROBLEMSTILLINGER

- Geoteknisk prosjektering av fylling og fundamenter.

### 1.3. TEK 17 §7, SIKKERHET MOT NATURPÅKJENNINGER

I henhold til TEK 17 § 7 [2] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo, og skred).

Sikkerhet mot naturpåkjenninger har blitt utredet av WSP ifm. forprosjektet.

#### 1.4. TEK 17 § 10, KONSTRUKSJONSSIKKERHET

Iht. TEK17 § 10.1 vil forskriftens minstekrav til personlig- og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (Eurokoder).

TEK17 § 10.2 angir følgende:

«Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 (Eurokode 0): Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til -1999, med tilhørende nasjonale tillegg.»

I veiledning til TEK17 står det:

«Forskriftens krav er oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard. Korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det nivået som tilsvarer det sikkerhetsnivået som er akseptert av myndighetene.»

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt vil TEK17 § 10 være ivaretatt.

#### 1.5. GEOTEKNISK KATEGORI

Eurokode 7 [5] stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1. «*Krav til prosjektering*».

Prosjektet inneholder utbedring av eksisterende bygg, samt prosjektering av nye bygg i inntil to etasjer. Det er noe utfordrende prosjektering inntil eksisterende bygg, samt omfattende setningsberegninger i prosjektet – **geoteknisk kategori 2** er valgt. Denne kategorien omfatter konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormal risiko eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold.

Tabell 1: Geoteknisk kategori [5].

| Pålitelighetsklasse   | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|---|---|---|---|
| Geoteknisk kategori 1 | 1 |   |   |   |
| Geoteknisk kategori 2 |   | 2 |   |   |
| Geoteknisk kategori 3 |   |   | 3 |   |

#### 1.6. KONSEKVENSKLASSE- OG PÅLITELIGHETS (CC/RC)

I samsvar med Eurokode 0 (Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner) skal konsekvens og pålitelighetsklasse (CC/RC) velges for tiltaket.

I tabell NA.A1 (901) skilles det mellom kompliserte og enkle grunn- og fundamenteringsarbeid. Det er vurdert at grunnforholdene er oversiktlige og godt dokumenterte, og at de forventede tiltakene og arbeidene er kjente. Tiltaket er plassert under «Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.» og konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 er valgt for tiltakene. Pålitelighets- og konsekvensklassen er beskrevet i tabell 2 og -3.

Tabell 2: Konsekvensklasse.

| Konsekvens-<br>klasse | Beskrivelse                                                                                                                               | Eksempel på bygg<br>og anlegg                                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CC3                   | <b>Stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, <i>eller</i> <b>svært store</b> 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              |

Tabell 3: Pålitelighetsklasse.

| Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler                              | Pålitelighetsklasse <sup>2)</sup> (CC/RC) |     |     |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----|-----|-----|
|                                                                                                                        | 1                                         | 2   | 3   | 4   |
| Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall                                                                            |                                           |     |     | x   |
| Dammer                                                                                                                 |                                           |     | x   | (x) |
| Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien                                                                         |                                           |     | x   | (x) |
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller <sup>1)</sup>                           |                                           | (x) | x   | (x) |
| Veg- og jernbanebruer                                                                                                  |                                           |     | x   |     |
| Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler, osv.) |                                           | (x) | x   |     |
| Kai- og havneanlegg                                                                                                    |                                           | x   | (x) |     |
| Tårn, master, skorsteiner, siloer                                                                                      |                                           | x   | (x) |     |
| Industrianlegg                                                                                                         |                                           | x   | (x) |     |
| Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.                                                   |                                           | x   | (x) |     |
| Oppdrettsanlegg                                                                                                        |                                           | x   | (x) |     |
| Landbruksbygg                                                                                                          | (x)                                       | x   |     |     |
| Feste av kledninger, takteking og lignende komponenter                                                                 | x                                         | (x) |     |     |
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold <sup>1)</sup>            | x                                         | (x) |     |     |
| Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.                                                                                 | x                                         |     |     |     |
| Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid                                                                         | x                                         |     |     |     |

<sup>1)</sup> Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.  
<sup>2)</sup> Kryss uten parentes angir normalt valg av pålitelighetsklasse.

## 1.7. TILTAKSKLASSE IHT. PBL [1]

Følgende kriterier gjelder prosjektet:

- Fundamentering med oversiktlige grunnforhold
- Metode for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet
- Pålitelighetsklasse 2

Iht. SAK10 §13-5 «*veiledning til andre ledd bokstav e*» [1], vurderes prosjektet å tilhøre **Tiltaksklasse 2** for geotekniske arbeider.

Plassering av tiltaket i tiltaksklasse 2 (TK2) medfører krav til kontroll av prosjektering av uavhengig foretak iht. SAK10 § 14-2 og -7.

## 1.8. KVALITETSSYSTEM

Eurokode 0 [5] krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstille NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. WSPs kvalitetssystem tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er derav ivarettatt for pålitelighetsklasse 2.

## 1.9. PROSJEKTERINGS- OG UTFØRELSESKONTROLL

I samsvar med Eurokode 0 [3] skal tiltaket plasseres i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse avhengig av pålitelighetsklasse i tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i standarden. Pålitelighetsklasse 2 er valgt, som medfører at tiltaket plasseres i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse **PKK2/UKK2**.

**Prosjekteringskontrollklasse 2:** Utvidet kontroll PKK2 utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte prosjekteringen.

Kontrollpunkter er gjengitt i tabell 4.

Iht. til Eurokode 0 [3] skal utvidet kontroll i PKK2 begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (sidemannskontroll) er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket. PBL krever imidlertid at punkter i TEK17 § 14-2 og -7 også kontrolleres.

Tabell 4: Prosjekteringskontrollklasse.

| Valg av prosjekteringskontrollklasse |                                     | Krav til kontrollform              |                                                   |                                        |
|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Pålitelighetsklasse                  | Minste prosjekteringskontrollklasse | Egenkontroll (DSL 1) <sup>1)</sup> | Intern systematisk kontroll (DSL 2) <sup>1)</sup> | Utvidet kontroll (DSL 3) <sup>1)</sup> |
| 1                                    | PKK1 <sup>2)</sup>                  | kreves                             | kreves ikke                                       | kreves ikke                            |
| 2                                    | PKK2 <sup>2)</sup>                  | kreves                             | kreves                                            | kreves                                 |
| 3                                    | PKK3                                | kreves                             | kreves                                            | kreves                                 |
| 4                                    | Skal spesifiseres                   | kreves                             | kreves                                            | kreves                                 |

<sup>1)</sup> Se punkt B4 (informativt tillegg B) for betegnelsen DSL.  
<sup>2)</sup> Det kan velges høyere prosjekteringskontrollklasse.

**Utførelseskontrollklasse 2:** For utførelse av gravearbeidene i UKK2 gjelder dermed at det utføres egenkontroll, intern systematisk kontroll, og utvidet kontroll av uavhengig foretak.

kontroll iht. TEK17 § 14-2 og -7 av det utførende foretaket av et uavhengig foretak.

Iht. Eurokode 0 [3] skal utvidet kontroll klasse 2, bekrefte at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av utførende. PBL krever imidlertid at punkter i TEK17 § 14-2 og -7 også kontrolleres.

Tabell 5: Utførelseskontrollklasse

| Valg av utførelseskontrollklasse |                                         | Krav til kontrollform             |                                                  |                                       |
|----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Pålitelighetsklasse              | Minste utførelseskontrollklasse         | Egenkontroll (IL 1) <sup>1)</sup> | Intern systematisk kontroll (IL 2) <sup>1)</sup> | Utvidet kontroll (IL 3) <sup>1)</sup> |
| 1                                | UKK1 <sup>2)</sup>                      | kreves                            | kreves ikke                                      | kreves ikke                           |
| 2                                | UKK2 <sup>2)</sup>                      | kreves                            | kreves                                           | kreves                                |
| 3                                | UKK3                                    | kreves                            | kreves                                           | kreves                                |
| 4                                | UKK3, eventuelt med tilleggbestemmelser | kreves                            | kreves                                           | kreves                                |

<sup>1)</sup> Se punkt B5 (informativ tillegg B) for betegnelse IL.  
<sup>2)</sup> Det kan velges høyere utførelseskontrollklasse.

## 1.10. BRUDDGRENSETILSTANDER

Følgende bruddgrensetilstander er aktuelle for geoteknisk design i prosjektet, hentet fra Eurokode 0 [3]:

STR: Svikt eller for stor deformasjon i konstruksjon eller bærende deler, medregner f.eks. fundamenter, peler eller kjellervegger, der konstruksjonsmaterialenes fasthet får et betydelig bidrag til motstanden.

$$E_d \leq R_d$$

GEO: Svikt eller for stor deformasjon i grunnen, der fastheten av jord eller berg gir et betydelig bidrag til motstanden.

$$E_d \leq R_d$$

Eurokoden åpner for bruk av både strengere og mildere verdier for partialfaktorer enn de som er anbefalt i tillegg A eller Nasjonalt tillegg (NA).

## 1.11. PARTIALFAKTORER, PÅVIRKNINGER/LASTVIRKNINGER (A)

For geotekniske laster benyttes lastfaktor 1,2 for ugunstig permanente laster, og 1,5 for variable laster, ref. Eurokode 0 [3] – tabell NA.A1.2(B).

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkestilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasten.

## 1.12. PARTIALFAKTORER GRUNNENS EGENSKAPER (M) OG (R)

Dimensjoneringsmetode 3 (generell geoteknisk prosjektering)

Følgende gjelder for partialfaktorer på effektiv friksjon ( $\tan \varphi'$ ) og kohesjon, udrenert skjærfasthet og tyngdetetthet etter dimensjoneringsmetode 3 (NA.A.2) [5]. Gjeldende faktorer er presentert i tabell 6.

Tabell 6: Partialfaktorer jordparametere.

| Jordparameter                | Symbol            | Verdi <sup>b</sup> |
|------------------------------|-------------------|--------------------|
| Friksjonsvinkel <sup>a</sup> | $\gamma_{\phi'}$  | 1,25               |
| Effektiv kohesjon            | $\gamma_{c'}$     | 1,25               |
| Udrenert skjærfasthet        | $\gamma_{cu}$     | 1,4                |
| Enaksial fasthet             | $\gamma_{qu}$     | 1,4                |
| Tyngdetetthet                | $\gamma_{\gamma}$ | 1,0                |

a Denne faktoren gjelder for tan  $\phi'$   
b Der det er mer ugunstig skal karakteristisk fasthet av jord multipliseres med materialfaktoren

### 1.13. GRUNNTYPE

I henhold til Eurokode 8 [6] tabell NA3.1 er grunnforholdene under og rundt fremtidige omsorsboliger vurdert til **grunntype S<sub>2</sub>** Grunntype S<sub>2</sub> er en forhåndsdefinert grunntype. Beskrivelse er gjengitt i tabell 7.

Tabell 7: Grunntype.

Tabell NA.3.1 — Grunntyper

| Grunn-<br>type  | Beskrivelse av stratigrafisk profil                                                                                                                                                              | Parametere <sup>b c </sup> |                           |             |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                  | $v_{s,30}$ (m/s)           | $N_{SPT}$ (slag/<br>30cm) | $c_u$ (kPa) |
| A <sup>a </sup> | Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten.                                                                                             | > 800                      | -                         | -           |
| B               | Avleiringer av svært fast sand eller grus eller svært stiv leire, med en tykkelse på flere titalls meter, kjennetegnet ved en gradvis økning av mekaniske egenskaper med dybden.                 | 360 – 800                  | > 50                      | > 250       |
| C               | Dype avleiringer av fast eller middels fast sand eller grus eller stiv leire med en tykkelse fra et titalls meter til flere hundre meter.                                                        | 180 – 360                  | 15 - 50                   | 70 - 250    |
| D               | Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord.                                               | 120 – 180                  | 10 – 15                   | 30 – 70     |
| E <sup>d </sup> | Et grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med $v_s$ -verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_s > 800$ m/s. |                            |                           |             |
| S <sub>1</sub>  | Avleiringer som består av eller inneholder et lag med en tykkelse på minst 10 m av bløt leire/silt med høy plastisitetsindeks ( $PI > 40$ ) og høyt vanninnhold.                                 | > 100                      | -                         | 10-20       |
| S <sub>2</sub>  | Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquefaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i typene A – E eller S <sub>1</sub> .                                   |                            |                           |             |

a Hvis minst 75 % av konstruksjonen står på fjell og resten på løsmasser, og konstruksjonen står på ett kontinuerlig fundament (platefundament), kan grunntype A benyttes.  
b Valget av grunntype kan være basert på enten  $v_{s,30}$ ,  $N_{SPT}$  eller  $c_u$ .  $v_{s,30}$  anses som den mest aktuelle parameteren å benytte.  
c Der det er tvil om hvilken jordtype som skal velges, velges den mest ugunstige.  
d Ved bestemmelse av grunntype E kan følgende alternative beskrivelse benyttes: Et jordprofil bestående av et overflatelag med  $v_{s,30}$ -verdier av type C eller D og tykkelse varierende mellom ca. 5 m og 20 m over et underliggende stivere materiale med  $v_{s,30} > 500$  m/s.

### 1.14. SEISMISK KLASSE

I henhold til Eurokode 8 [6] tabell NA4.2 er seismisk klasse satt til II.

*Tabell 8: Seismiske klasser for bygninger.*

| Seismisk klasse | Bygninger                                                                                                                                                                  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I               | Bygninger av mindre betydning for offentlig sikkerhet, for eksempel jordbruksbygninger osv.                                                                                |
| II              | Vanlige bygninger, som ikke hører til i de andre kategoriene.                                                                                                              |
| III             | Bygninger med en seismisk motstand som er av betydning på grunn av konsekvensene knyttet til sammenbrudd, for eksempel skoler, aulaer, kulturinstitusjoner osv.            |
| IV              | Bygninger der det er av største viktighet for beskyttelse av liv og helse at de forblir uskadd under jordskjelv, for eksempel sykehus, brannstasjoner, kraftstasjoner osv. |



## VEDLEGG B - PLAN FOR KONTROLL AV GEOTEKNISKE ARBEIDER

## Vedlegg B- Plan for kontroll av geotekniske arbeider

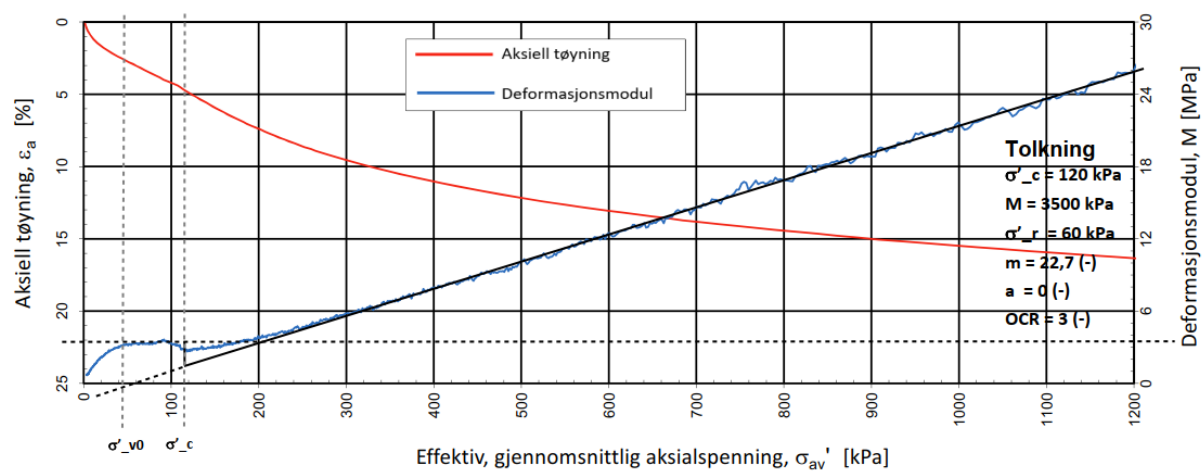
| Kontrollpunkt | Kontrollområde                                                                                                                                                                                                           | Ansvarlig | Kontrollert (dato/sign.) |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|
| 1             | Det kontrolleres at de opptredende grunnforholdene er som forventet iht. beskrivelsen i geoteknisk rapport under gravearbeidet. Hvis det påtreffes forhold som ikke er beskrevet skal geotekniker kontaktes umiddelbart. | ENT       |                          |
| 2             | Sjekkliste og protokoller oversendes geotekniker og uavhengig kontrollerende                                                                                                                                             | ENT       |                          |
| 3             | Tilførte kvalitetsmasser under fundamentene legges lagvis og komprimeres i henhold til NS 3458.                                                                                                                          | ENT       |                          |
| 4             | Dokumentasjon av fyllingsarbeider, lagdeling, komprimeringslogger skal utarbeides                                                                                                                                        | ENT       |                          |
| 5             | Det skal legges fiberduk mellom eksisterende masser og fyllmasser bak etablert mur. Etablering av fiberduk skal gjøres slik at duken ikke punkterer.                                                                     | ENT       |                          |
| 6             | Skråningshelninger skal ikke være brattere enn beskrevet. Ved behov for å benytte brattere helninger skal dette først avklares med geotekniker.                                                                          | ENT       |                          |



## VEDLEGG C – TOLKNING AV ØDOMETERFORSØK

# Tolkning parametre ødometerforsøk – Borpunkt WSP 3

Type: CRS 1,0%/t. Dybde: 4,5 m.



Type: CRS 1,0 %/t. Dybde: 6,25 m.

