

Sør-Aurdal kommune

# Sør-Aurdal ungdomsskole

Geoteknisk vurderingsrapport fyllingsarbeider

**Anbudsgrunnlag**

Oppdragsnr.: 52505076 Dokumentnr.: 52505076-RIG-02 Revisjon: J01 Dato: 2025-11-07



**Geoteknisk vurderingsrapport**

Geoteknisk vurderingsrapport fyllingsarbeider

Oppdragsnr.: 52505076 Dokumentnr.: 52505076-RIG-02 Revisjon: J01

**Oppdragsgiver:** Sør-Aurdal kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Oddleiv Juvkam  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, Gjøvik  
**Oppdragsleder:** Helge Skattebo  
**Fagansvarlig:** Per-Øyvind Bonkerud  
**Andre nøkkelpersoner:** Per Nyberg

| Nøkkelinfo          | Forklaring              |             |
|---------------------|-------------------------|-------------|
| Emneord             | Geotekniske vurderinger |             |
| Fylke               | Innlandet               |             |
| Kommune             | Sør-Aurdal kommune      |             |
| Sted                | Bagn                    |             |
| Koordinatsystem     | Euref89/ UTM32          |             |
| Høydesystem         | NN2000                  |             |
| Prosjektkoordinater | Nord: 6743400           | Øst: 530100 |

| Revisjon | Dato       | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |
|----------|------------|-------------|------------|----------------|----------|
| J01      | 2025-11-07 | Til bruk    | PerBon     | PNy            | HeSka    |
|          |            |             |            |                |          |
|          |            |             |            |                |          |
|          |            |             |            |                |          |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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

Norconsult er engasjert av Sør-Aurdal kommune for å kartlegge og vurdere grunnforholdene i forbindelse med oppfylling og fundamentering for ny ungdomsskole i Bagn.

Tomta ligger nær elva Begna og det er nærliggende at eksisterende grunn består av mye sand og grus. Dette bekrefter grunnundersøkelser.

Tomta skal fylles opp ca. 4 meter over dagens skoleplass for å komme klar av dimensjonerende flomnivå. Det foreslås at oppfylling starter vår 2026. Avretting og etablering av fundamenter samt ledningsarbeider er tenkt at starter høst 2026.

Det er stor risiko med grunnarbeider vinterstid. Det som er positivt, er at fyllingen og undergrunnen får gjort unna setninger og satt seg i løpet av måneder med hviletid. Det som er utfordrende, er at det lett kan komme is- og snøklumper inn i massene som fylles opp. I tillegg er det vanskelig å holde unna all snø og isdannelse borte underveis i arbeidet. Det er også en fare for at man kan fylle over tele. Dette kan bety at telen ikke er ute av oppfylte og underliggende masser når byggingen av fundamenter skal starte. Ujevne/ ukontrollerte setninger vil oppstå når massene tiner utover sommer og høst. I større dybder kan tineprosessen først være ferdig sommeren etter.

Det anbefales at det gjøres forsøk på målinger underveis for å ha kontroll på om noen områder setter seg. Det kan allikevel være partier som er setningsutsatt selv om målingene på et gitt tidspunkt ser bra ut.

Det anbefales at entreprenør benytter seg aktivt av kontrollplan i kapittel 7 og følger opp kontinuerlig. Entreprenørens sjekklister bør basere seg på angitte kontrollplan.

## Innhold

|          |                                                     |           |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning</b>                                   | <b>4</b>  |
| 1.1      | Generelt                                            | 4         |
| 1.2      | Tiltaket                                            | 5         |
| <b>2</b> | <b>Klassifisering</b>                               | <b>6</b>  |
| 2.1      | Styrende dokumenter                                 | 6         |
| 2.2      | Prosjekteringsforutsetninger                        | 6         |
| 2.3      | Partialfaktor for jordparametere ( $\gamma_M$ )     | 6         |
| <b>3</b> | <b>Grunn- og terrengforhold</b>                     | <b>7</b>  |
| 3.1      | Grunnundersøkelser                                  | 7         |
| 3.2      | Topografi og omgivelser                             | 7         |
| 3.3      | Grunnvann                                           | 10        |
| <b>4</b> | <b>Sikkerhet mot naturfarer</b>                     | <b>11</b> |
| 4.2      | Telefarlighet                                       | 14        |
| 4.3      | Materialparametere                                  | 15        |
| <b>5</b> | <b>Geotekniske vurderinger</b>                      | <b>16</b> |
| 5.1      | Fyllingsarbeider                                    | 16        |
| <b>6</b> | <b>Beregninger</b>                                  | <b>19</b> |
| 6.1      | Setninger                                           | 19        |
| 6.2      | Bæreevne                                            | 19        |
| 6.3      | Skråningsstabilitet                                 | 19        |
| <b>7</b> | <b>Plan for kontroll og oppfølging i byggetiden</b> | <b>21</b> |
| 7.1      | HMS/SHA og Restrisiko                               | 21        |
| 7.2      | Oppfølging byggefase                                | 21        |
| 7.3      | Gjenstående arbeider prosjektering                  | 22        |
| <b>8</b> | <b>Referanser</b>                                   | <b>23</b> |

# 1 Innledning

Norconsult har på oppdrag fra Sør-Aurdal kommune vurdert grunnforholdene i forbindelse med planleggingen av oppfylling av tomt og etablering av ny ungdomsskole i Bagn.

## 1.1 Generelt

Oversiktskart som viser plasseringen av tomta, er vist på Figur 1.



Figur 1 - Oversiktskart område, Norgeskart, Kartverket. Nordorientert. Tomt markert med rød sirkel.

Foreliggende rapport er grunnlag for anbud og videre detaljprosjektering av grunn og fundamenter.

Hensikten med rapporten er å:

- Vurdere eksisterende grunnforhold
- Komme med forslag til løsninger på grunn og fundamentering på nåværende tidspunkt.

## **1.2 Tiltaket**

Tiltaket omfatter oppfylling av tomt og etablering av ny ungdomsskole. Byggene er ikke prosjektert enda så denne rapporten setter søkelys på generelle problemstillinger rundt fylling.

## 2 Klassifisering

### 2.1 Styrende dokumenter

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjekteringen:

- LOV-2008-06-27-71 Plan- og bygningsloven (PBL)
- FOR-2017-06-19-840: Byggteknisk forskrift (TEK 17)
- FOR-2010-03-26-488: Byggesaksforskriften (SAK 10)
- FOR-2011-12-06-1357 Forskrift om utførelse av arbeid [1]
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [2]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2025: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler [3]
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021: Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger [4]
- NS 3458:2004 Komprimering – Krav og utførelse [5]

I tillegg er det benyttet veiledende håndbøker:

- Statens vegvesens Håndbok N-V220 Geoteknikk i vegbygging (2025) [6]
- Statens vegvesens Håndbok N200 Vegbygging (2024) [7]

### 2.2 Prosjekteringsforutsetninger

Dette er en skole og iht. anbefaling i NS-EN 1990 legges følgende klassifisering til grunn:

|                                                                  |   |                |
|------------------------------------------------------------------|---|----------------|
| Pålitelighetsklasse (CC/RC)                                      | 2 | (NS-EN 1990)   |
| Prosjekteringskontrollklasse /utførelseskontrollklasse (PKK/UKK) | 2 | (NS-EN 1990)   |
| Forslag til tiltaksklasse for geoteknisk prosjektering           | 2 | (SAK10)        |
| Geoteknisk kategori                                              | 2 | (NS-EN 1997-1) |

### 2.3 Partialfaktor for jordparametere ( $\gamma_M$ )

Materialfaktor for jordparametere,  $\gamma_M$ , bestemmes basert på grunnforhold samt type hvilket regelverk som legges til grunn. For utgravning og fundamentering på tomt vil Eurokode 0 være gjeldende. I henhold til NS-EN 1997-1 [3] velges det partialfaktor  $\gamma_\phi = 1.25$  for friksjonsmateriale. Det er vurdert at totalspenningsanalyse ikke er relevant.

## 3 Grunn- og terrengforhold

### 3.1 Grunnundersøkelser

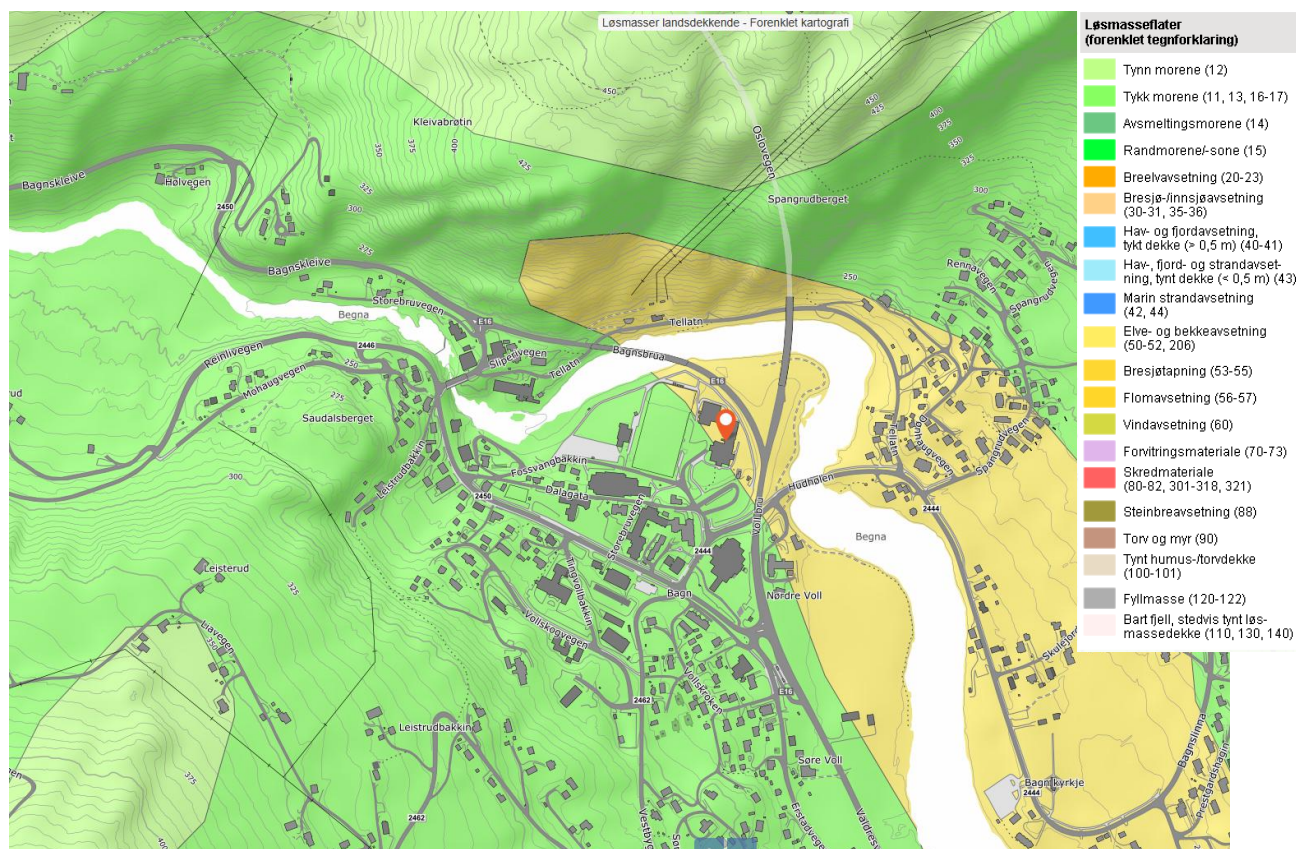
Grunnundersøkelser er utført av Romerike Grunnboring og dokumentert i datarapport [8]. Det er utført 7 totalsonderinger som påviser berg i dybde 1 til 24 meter under terreng. Berg er påvist i alle punkter med 3 meters innboring. Generelt viser grunnundersøkelsene velgraderte masser med mye grus og sand. Stedvis er det høyt humusinnhold.

Bergdybde på tomte varierer mellom berg i dagen i sør til 24 meter i nord nærmest Begna. Bormotstanden er stort sett veldig stor.

### 3.2 Topografi og omgivelser

#### 3.2.1 Kvartærgeologi

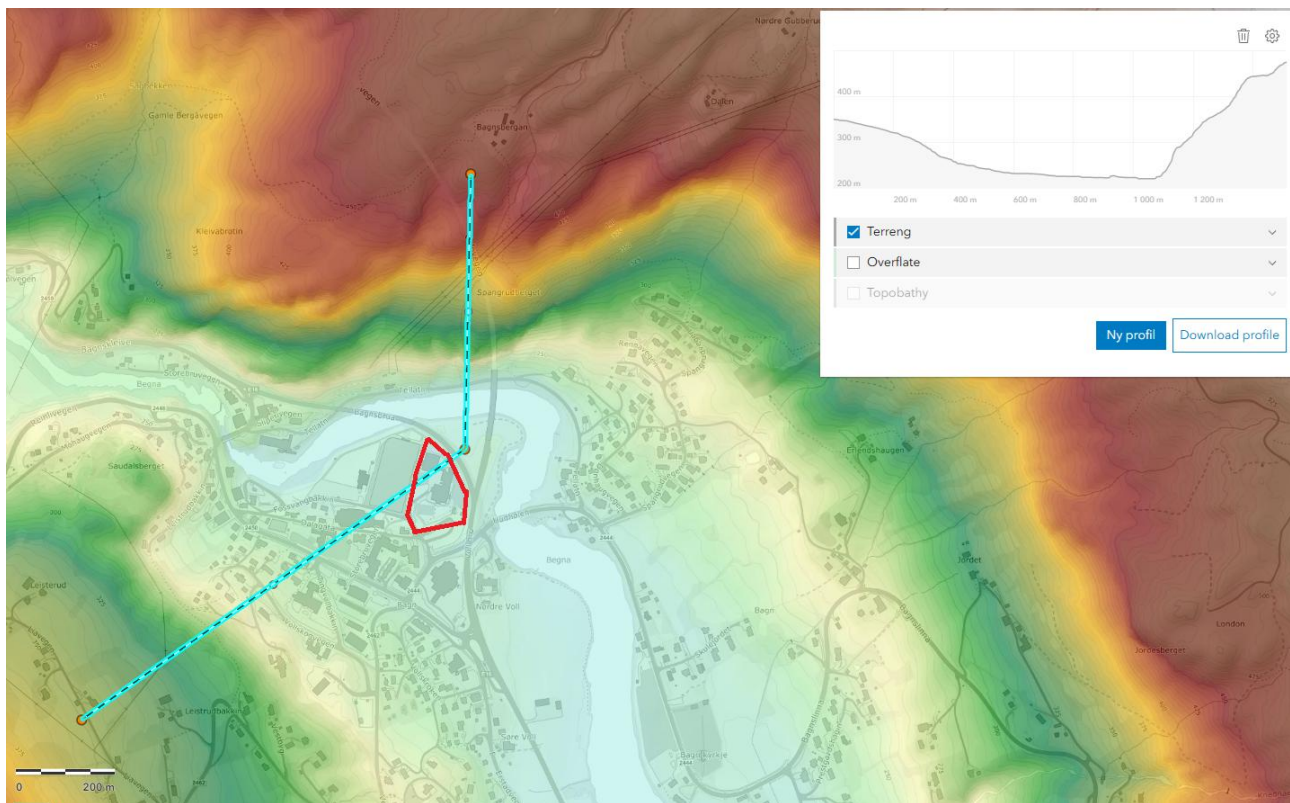
Løsmassekartet angir at skoletomta ligger delvis på elve- og bekkeavsetning og delvis på tykk morene. Kartet har egnet målestokk på 1:250 000 som er for grovt til at det kan brukes ukritisk på byggeprosjekter. Laboratorie- og feltundersøkelser legges til grunn for videre prosjektering.



Figur 2 - Løsmassekart, NGU, egnet målestokk 1:250 000, rød nål markerer lokasjon [9]

### 3.2.2 Terreng

Figur 3 angir høydedata fra Kartverket. Bagn generelt inkludert ungdomsskolen ligger langs dalføret. Selve Bagn ligger på en slette med kote mellom ca. +220 og +230 meter over havet.



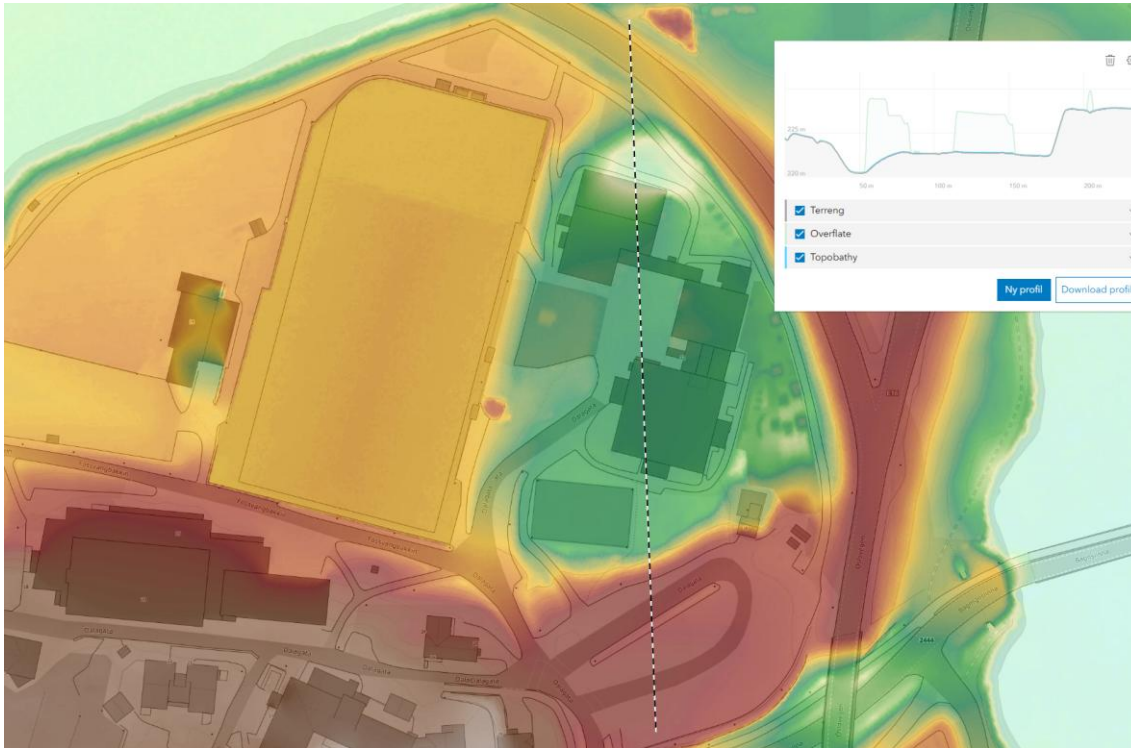
Figur 3 - Høydedata, Kartverket, snitt gjennom tomt fra sørvest mot nord, mørk rødt er høyereliggende område, lys grønn er lavereliggende [10]

Som Figur 4 og Figur 5 viser så ligger tomte lavere enn omkringliggende veger og fotballbane. Det vil ikke være store utfordringer knyttet til stabilitet. Men der fyllinger blir høyere enn eksisterende terreng vurderes skråningsstabilitet i kapittel 6.3.

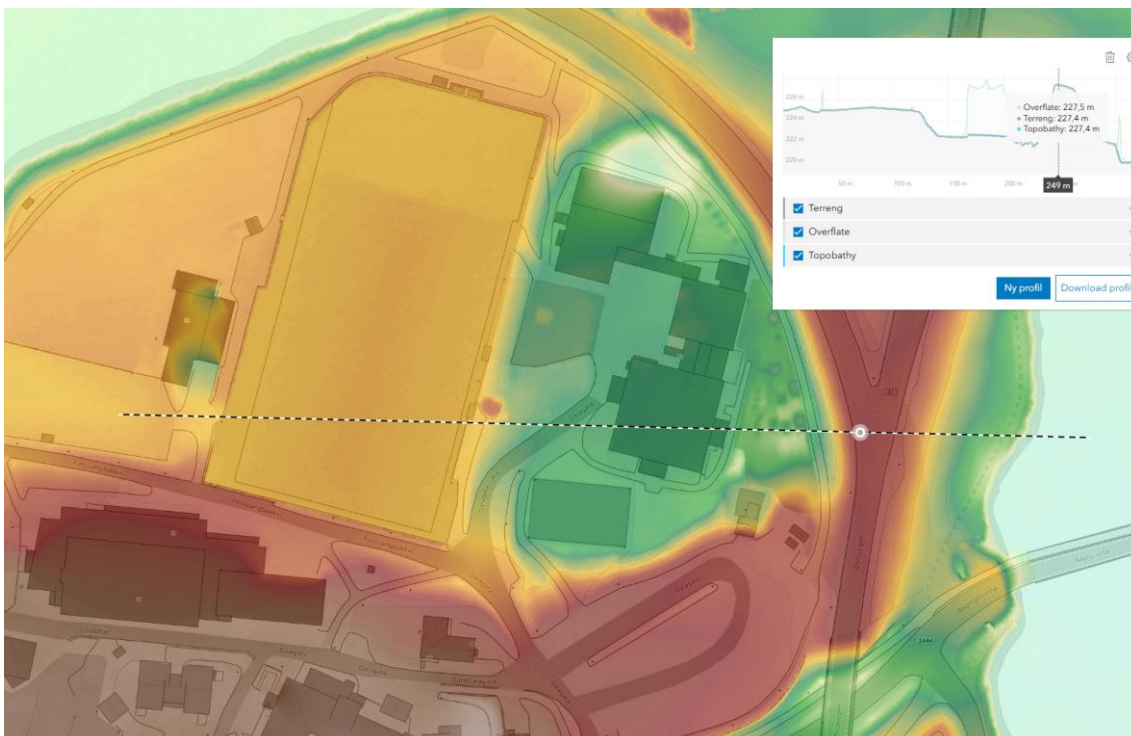
## Geoteknisk vurderingsrapport

Geoteknisk vurderingsrapport fyllingsarbeider

Oppdragsnr.: 52505076 Dokumentnr.: 52505076-RIG-02 Revisjon: J01



Figur 4 - innzoomet hoydedata.no, snitt tatt fra nord mot sør



Figur 5 - innzoomet hoydedata.no, snitt tatt fra vest mot øst

### **3.3 Grunnvann**

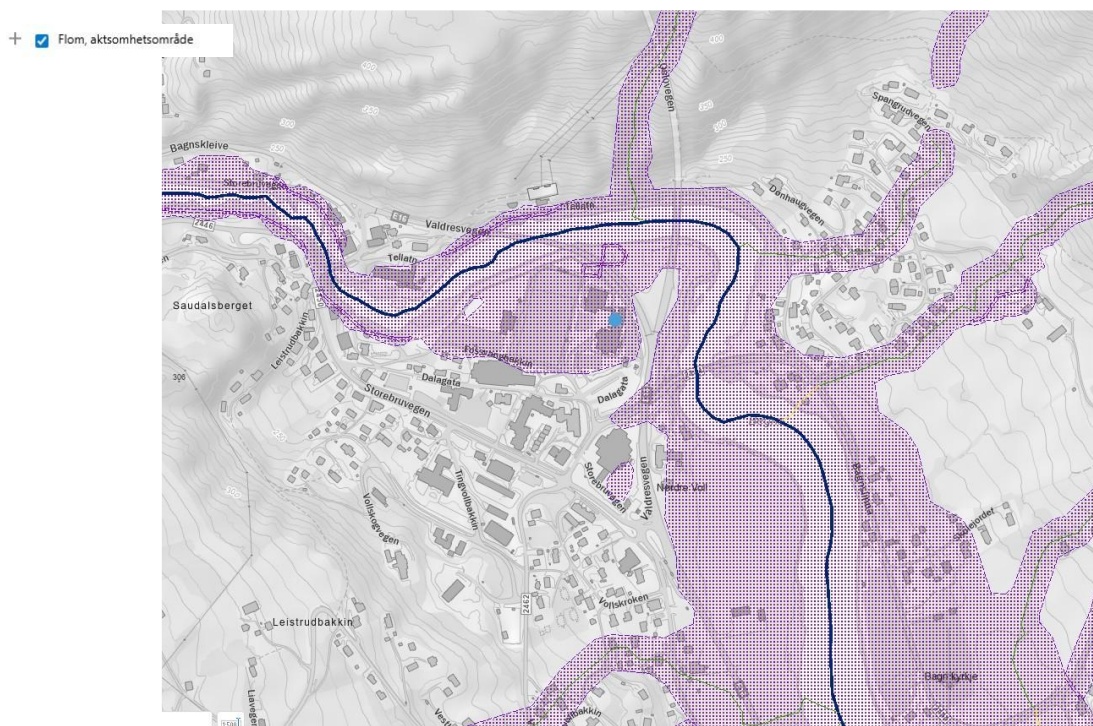
Det ble satt ned piezometer i punkt P7. Terrengnivået i punktet er på kote +222.9. Målingene viste relativt stabilt nivå på ca. 4,10 meter under terreng. Dette gir en grunnvannskote på ca. +218.8. Det er antatt at grunnvannet følger elva. Dette stemmer bra med informasjon fra prosjektleder i Sør-Aurdal kommune. Elvas normalkote er mellom ca. +218.0 i normaltilstand og opptil +220.0 når det er småflom. Beregnet dimensjonerende flomvannstand er høyere, se kapittel 4.1.1.

## 4 Sikkerhet mot naturfarer

### 4.1.1 Flom

Bagn har de siste årene vært utsatt for oversvømmelse fra Begna og sidebekker både under vårflokker (2007 og 2013) og høstflokker (2023 – Hans). Dette er grunnen til aktuelle tiltak utføres. Multiconsult har utarbeidet et foreløpig notat som presenterer flomsone og dimensjonerende flomvannstander.

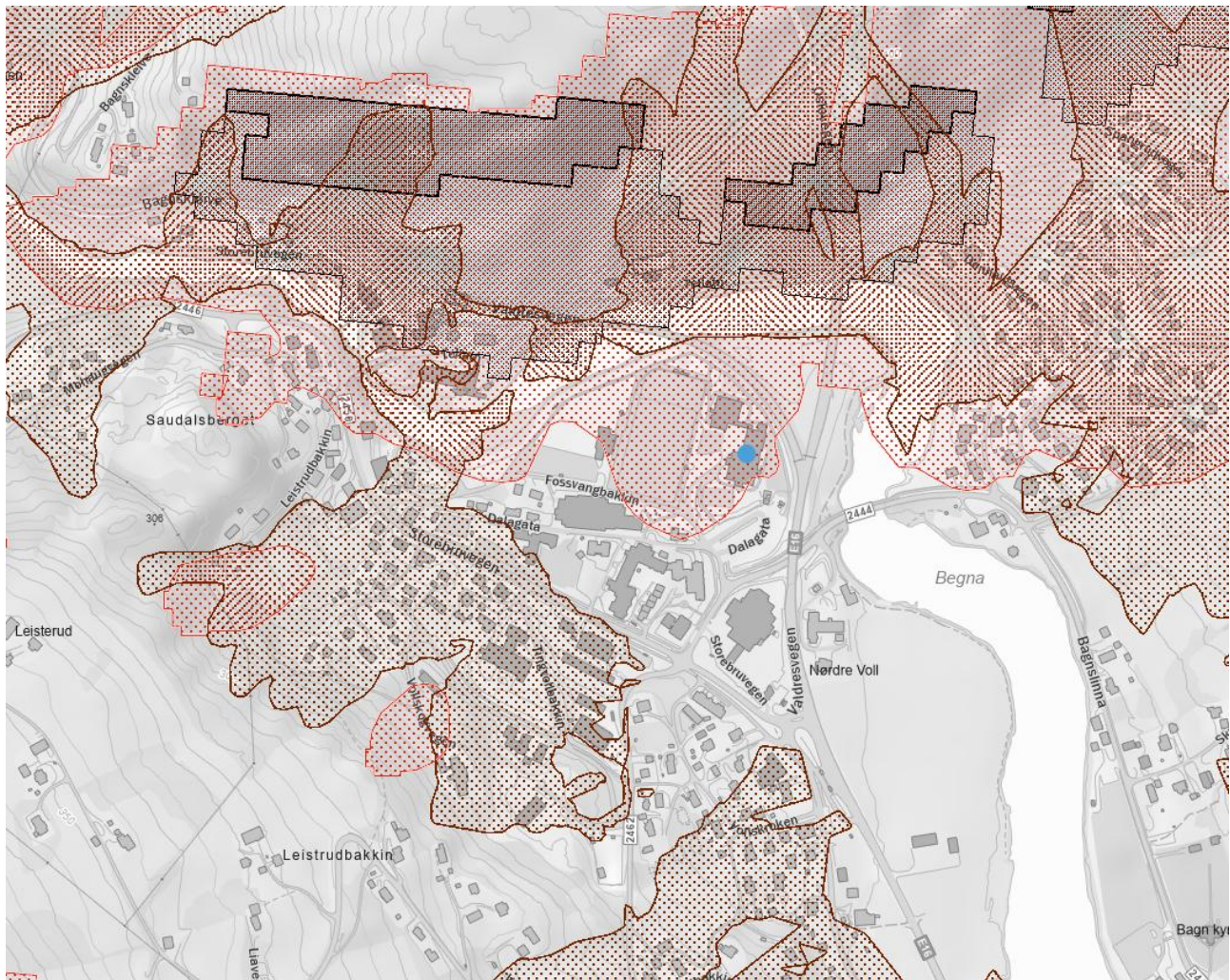
Dimensjonerende flomvannstand ved ungdomsskolen er ca. 226,5 - 226,6 moh. Byggesikker høyde iht. TEK17 er 227,0. Dette er nærmere omtalt i [11]. Iht. NVE Atlas sitt kart for aktsomhetssone flom så ligger skolen også innenfor aktsomhetssonen, se Figur 6.



Figur 6 - NVE Atlas, aktsomhetssone flom [12]

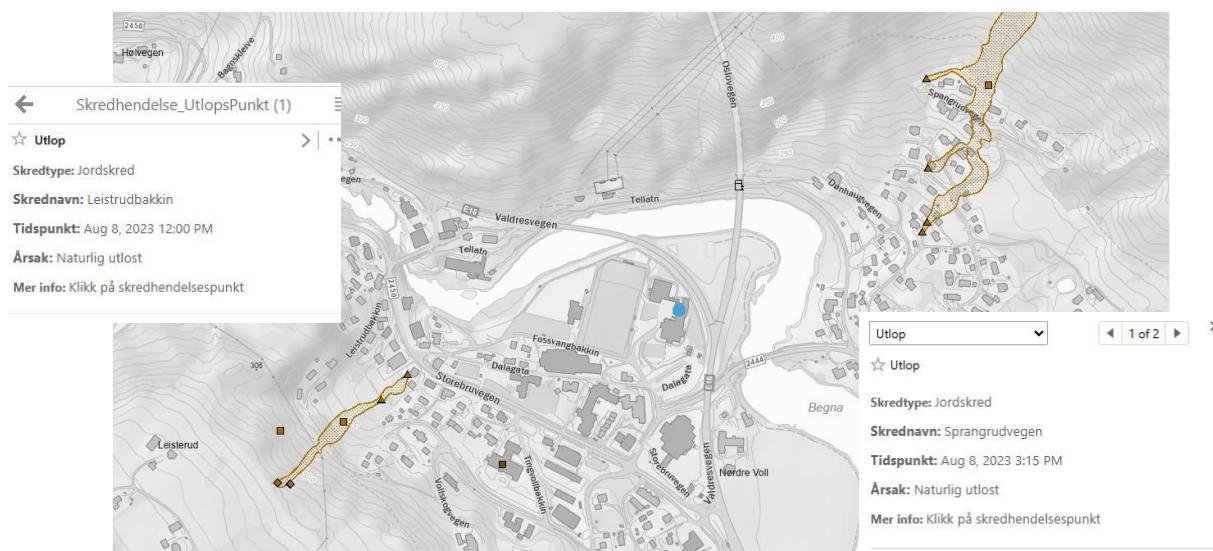
#### 4.1.2 Skred

Figur 7 angir aktsomhetsområder for henholdsvis snøskred (rødt), steinsprang (svarte rektangler) og jord- og flomskred (brunprikket). Det har vært hendelser i form av jordskred i skråningene nordøst og sørvest for Bagn sentrum, se Figur 8. Faresonekartlegging av skred i bratt terreng er utredet av Skred AS [13].



Figur 7 - NVE Atlas, aktsomhet skred [12]

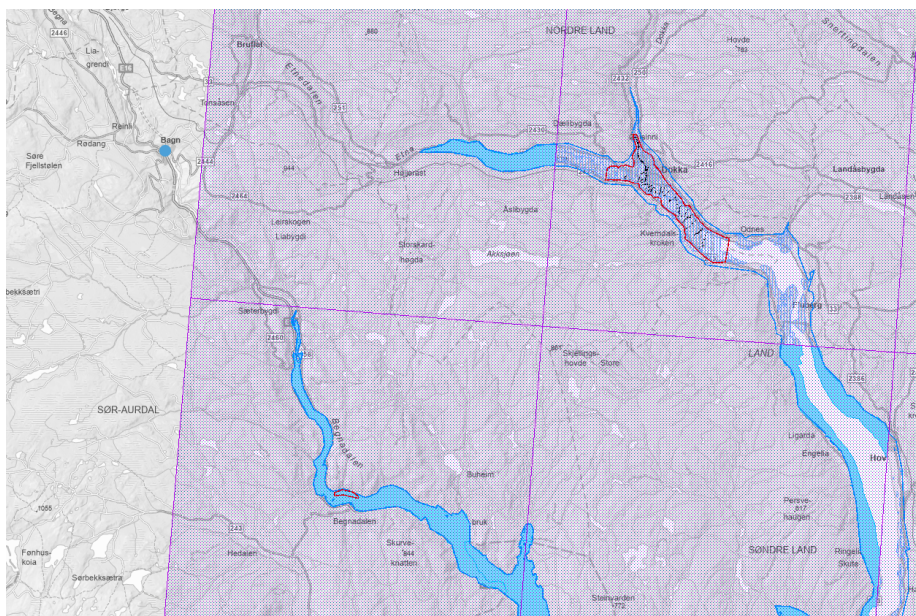
## Skredhendelser



Figur 8 - NVE Atlas, registrerte jordskredhendelser

### 4.1.3 Områdestabilitet

Sikkerhet mot områdestabilitet (kvikkleireskred) er ivarettatt. Bagn ligger på ca. kote +220 og over marin grense, se Figur 9.



Figur 9 - NVE Atlas, marin grense markert med blått

#### 4.1.4 Seismisk påvirkning

Det er utført kontroll av seismisk tilstand for å vurdere om påvisning av motstand mot seismisk påvirkning kan utelates for det aktuelle tiltaket.

##### Spissverdi for berggrunnens akselerasjon

Ifølge tabell NA.3.2(906) i Eurokode 8 [4] er spissverdien for berggrunnens akselerasjon,  $a_{gR}$ , med en returperiode på 475 år i Sør-Aurdal lik **0,20 m/s<sup>2</sup>**

##### Seismisk klasse

Tabell NA.4(902) i Eurokode 8 [4] viser veiledende valg av seismisk klasse for ulike byggverk. Det aktuelle tiltaket vurderes å kunne plasseres i **seismisk klasse IIIa** for skole og institusjonsbygg.

##### Seismisk faktor

Seismisk faktor velges basert på seismisk klasse iht. tabell NA.4(901) i Eurokode 8 [4]. Tiltaket er plassert seismisk klasse IIIa, og følgelig velges **seismisk faktor,  $\gamma_I = 1,25$** .

##### Grunntype

Tabell NA.3.1 i Eurokode 8 [4] definerer grunntyper basert på beskrivelse av stratigrafisk profil og ulike jordparametere. Basert på grunnundersøkelsene er løsmassene relativt faste, mye innslag av sand og titalls meter til berg. Det velges derfor **grunntype B** på denne tomte.

##### Seismisk forsterkningsfaktor

Elastiske responsspekter og forsterkningsfaktor,  $S$ , og fastsettes basert på grunntype iht. tabell 3.3 i Eurokode 8 [4]. Det er valgt grunntype B for det aktuelle tiltaket, og det velges følgelig **forsterkningsfaktor,  $S = 1,35$** .

##### Kontroll av utelatelseskriteriet

Ifølge NA.3.2.1(5) i Eurokode 8 [4] kan påvisning av motstand mot seismisk påvirkning utelates for konstruksjoner i seismisk klasse I-IIIa dersom de oppfyller ett av fem kriterier. De første to utelatelseskriteriene er henholdsvis 1) konstruksjoner i seismisk klasse I og 2) konstruksjoner der grunntype er A-E og med beliggenhet der formelen  $a_g S \leq 0,5 \text{ m/s}^2$  tilfredsstilles.

Som omtalt over, er tiltaket plassert i seismisk klasse IIIa, og det første utelatelseskriteriet er dermed ikke oppfylt.

En sjekk av formelen for grunnakselerasjon inklusiv grunnforsterkning viser at det andre utelatelseskriteriet er oppfylt:

$$a_g S = \gamma_I a_{gR} S = 1,25 * (0,20 \text{ m/s}^2) * 1,35 = 0,338 \text{ m/s}^2 \leq 0,50 \text{ m/s}^2$$

Oppsummert kan påvisning av motstand mot seismisk påvirkning utelates for det aktuelle tiltaket.

## 4.2 Telefarlighet

Kornfordelingsanalyser i [8] angir eksisterende masser til å være sandig, grusig materiale med innslag av silt. De er satt i telefarlighetsklasse T2. Det er anbefalt at tilført fylling ikke består av telefarlige masser. Sånn sett

er det ikke sikkert det er behov for å teleisolere bygningsfundamenter o.l. Men da må det settes krav til at det ikke er for mye finstoff i massene. For alle andre situasjoner anbefales det å isolere iht. Byggforsk-blad.

Frostmengde i Bagn er

$F_{10} = 27\,000\text{ h}^{\circ}\text{C}$ , som tilsvarer frostdybde  $h_{10} = 27000^{0.5} = 1.65$  meter i grus

$F_{100} = 40\,000\text{ h}^{\circ}\text{C}$  som tilsvarer frostdybde  $h_{100} = 40000^{0.5} = 2.0$  meter i grus

## 4.3 Materialparametere

### 4.3.1 Jordparametere

Lagdeling og materialparametere bestemmes på bakgrunn av utførte grunnundersøkelser.

Totalsonderingene utført i 2025 [8] viser faste sandig, grusig materiale med innslag av silt. Det går inn i tabell 3.6.2-1 i Statens Vegvesen håndbok N-V220 for endelig fastsettelse, se Tabell 1.

Tilførte masser forutsettes til å være ikke-telefarlige friksjonsmasser.

Tabell 1: Materialparametere iht. Statens vegvesens Håndbok N-V220 Geoteknikk i vegbygging

| Materiale                            | Tyngde-<br>tetthet, $\gamma$ | Friksjons-<br>vinkel, $\phi$ | Attraksjon,<br>a | Kohesjon,<br>c |
|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|----------------|
| Oppfylt sprengstein                  | 19,0 kN/m <sup>3</sup>       | 42°                          | 5 kPa            | 3,6 kPa        |
| Tilførte masser bak vegger og murer  | 19,0 kN/m <sup>3</sup>       | 42°                          | 0 kPa            | 0 kPa          |
| Tilførte masser under såler og murer | 19,0 kN/m <sup>3</sup>       | 42°                          | 5 kPa            | 3,6 kPa        |
| Stedlig sandig grusig                | 19,0 kN/m <sup>3</sup>       | 34°                          | 5 kPa            | 2,7 kPa        |

## 5 Geotekniske vurderinger

Planlagte bygg på tomt er ikke tegnet enda. Vurderinger på nåværende tidspunkt går derfor bare på generell oppfylling av tomt. Hvilke deler av tomta som bør oppfylles først avhenger av grunnforhold og forventede setningsforløp samt plassering av bygninger. Det kan være overlappende framdrift mellom bygging og fylling som ikke påvirker bygningsfundamentene.

Det er planlagt oppfylling til kote +226.7. Tomta skal fylles opp ca. 4 meter over dagens skoleplass for å komme klar av dimensjonerende flomnivå. Det er tenkt at grov oppfylling starter vinter 2026. Det foreslås at oppfylling starter vår 2026. Avretting og etablering av fundamenter samt ledningsarbeider er tenkt at starter høst 2026.

### 5.1 Fyllingsarbeider

#### 5.1.1 Vinterarbeid

*Jordfyllingsarbeider vinterstid er teknisk vanskelige arbeider som krever innsikt og erfaring. Det er nødvendig med god driftsplanlegging og kontinuitet i framdriften, god oppfølging og dokumentasjon av kontrollarbeidet. [14]*

Ved grunnarbeider vinterstid er det lett at det kan komme is- og snøklumper inn i massene som fylles opp. I tillegg er det vanskelig å holde unna all snø borte underveis i arbeidet. Det er også en fare for at man kan fylle over tele. Dette kan bety at telen ikke er ute av underliggende masser når byggingen av fundamenter skal starte.

Til tross for alle gode intensjoner i planer og kontroll viser erfaring at det likevel kan oppstå ugunstige setninger fordi det som oftest ikke er praktisk mulig å utføre slike vinterarbeider med godt resultat.

Utlekking om vinteren når det er frost, vil føre til mindre effekt av komprimeringen, og vil kunne føre til økede egensetninger i fyllingen. Setningene vil også strekke seg over lengre tid enn tilfellet er når fyllingen legges ut i mildvær [14].

Mulige risikoreduserende tiltak [14].

- Ikke jobbe i vær kaldere enn -5 °C eller ved nedbør
- Gjennomtenkt og god drenering på tomt
- Gode lysforhold på anlegget (lysmaster med lyskastere som har god lyseffekt)
- Tildekning, isolering, oppvarming, tining fortløpende iht. behov og værforbehold

Der det skal opparbeides grønt, veier og plasser kan det være akseptabelt hvis byggherren tar risikoen og man har mulighet til å få utbedret konsekvensene ved setninger. For eksempel komplette og justere overflater når massene er ferdig tinet.

Dette er risikofylt og store konsekvenser hvis det går galt under bygg, VA-anlegg og andre setningsømfintlige områder og installasjoner.

Entreprenør må legge en egen plan med risikoreduserende tiltak.

Det anbefales at det gjøres forsøk på målinger underveis for å ha kontroll på om noen områder setter seg. Det kan allikevel være partier som er setningsutsatt selv om målingene på et gitt tidspunkt ser bra ut. Et eventuelt måleoppdrag kan man vurdere nærmere når detaljert bygge- og fremdriftsplaner foreligger. Dette vil uansett ikke kunne styre/ avdekke risiko ved vinterarbeider med oppfylling, siden negative resultater av dette vil framstå tilfeldig og lokalt avgrenset. Det vil primært dreie seg om setningsforløp i undergrunnen som

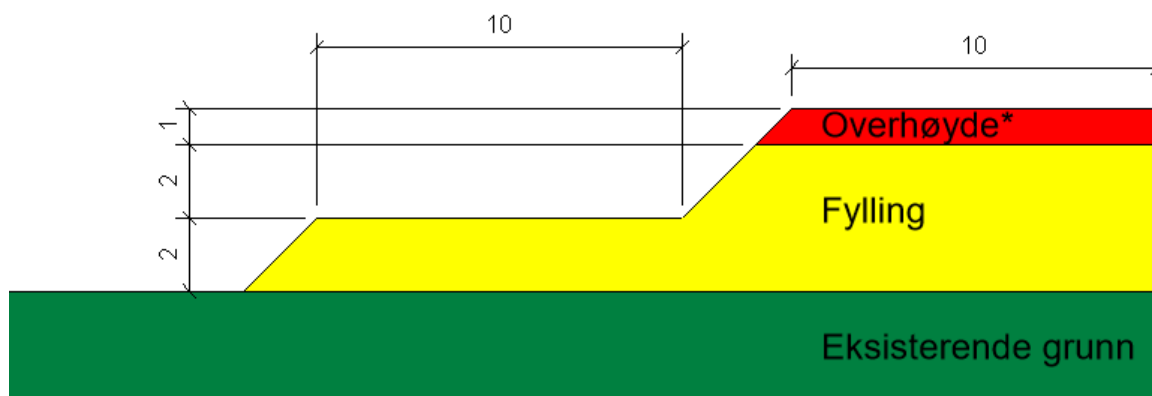
man kan bruke målinger til å overvåke. Det anbefales at entreprenør benytter seg aktivt av kontrollplan i kapittel 7 og følger opp kontinuerlig. Entreprenørens sjekkliste bør basere seg på angitte kontrollplan.

### 5.1.2 Anleggsteknisk

Fyllingen legges ut prinsipielt som i Figur 10 med avtrappet fyllingsfront. Dette øker stabiliteten og reduserer risiko for utglidning. Fyllingene må planlegges med drensveger og unngå vannansamling.

Komprimering utføres iht. NS3458 [5]. Nærmere kriterier fastsettes senere. Blant annet må

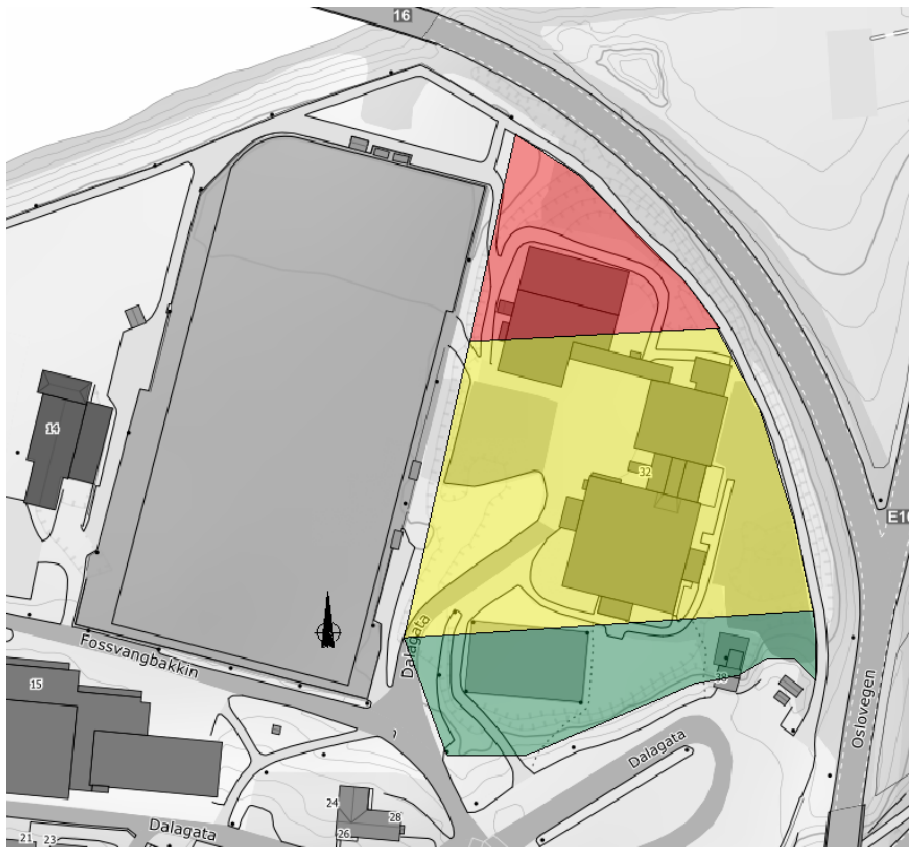
- Tillatt maksimal steinstørrelse er 2/3 av lagtykkelsen
- Maksimal lagtykkelse være iht. tabell 2



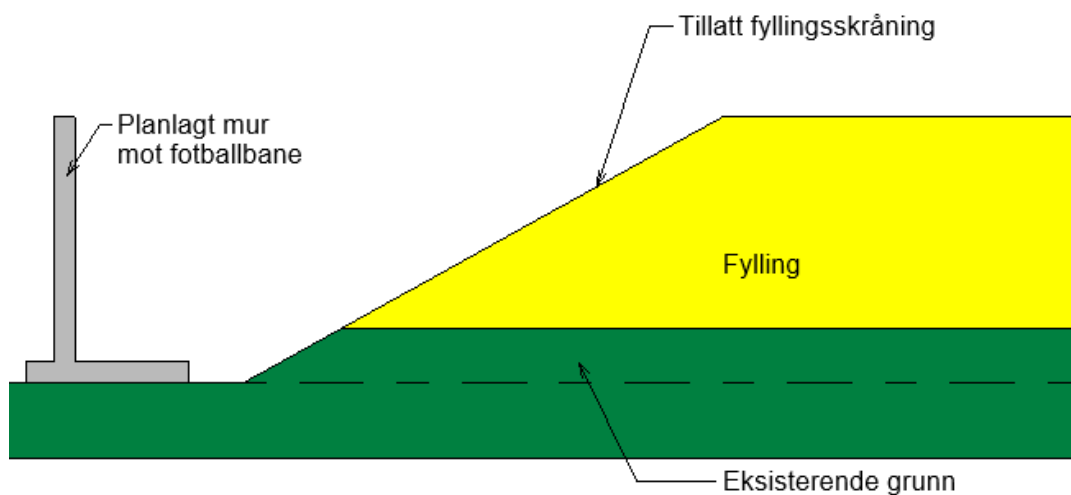
Figur 10 - Prinsipp utlegging fylling. Høydeintervall 2 meter er vist som eksempel. Tilpasses komprimeringslag, som kan bli mindre

Det mest sannsynlige adkomstpunktet til tomta blir dagens innkjøring fra sør. Derfor kan det være naturlig å starte med oppfylling i den nordlige delen først. I dette området er avstanden ned til fast berg mye større enn i søndre del av tomt. I tillegg er det påvist humusrike masser i 2–3 meters dybde i nordre del. For å prøve å få til en mer jevn setningshistorikk sammenlignet med deler av tomt med kortere til berg bør fyllingen her legges med cirka 1 meter overhøyde, se Figur 10 og Figur 11. Massene på denne overhøyden kan senere legges ut i søndre del av tomt. Her er det kortere dybde til berg og trolig mindre setningsømfintlig.

Fyllingsarbeidet må også tilpasses plassering av bygninger og infrastruktur i bakken, slik at byggearbeider kan starte så tidlig som mulig på deler av tomten. Dette er per i dag ikke løsbart da utforming av bygninger ikke er planlagt. Plassering av bygg vil til en viss grad styres av geotekniske forhold, gjerne der det er grunnere til fjell og setningspotensialet er minst.



Figur 11 - plantegning forslag oppfylling



Figur 12 - prinsipp avslutning av fylling mot planlagt mur

For å ta nye terrengforskjell må det etableres en mur mot fotballbanen. Fyllingsskråning avsluttes i god avstand til planlagt plassering av mur. Mur blir trolig bygget etter hovedfylling.

## 6 Beregninger

### 6.1 Setninger

#### 6.1.1 Setninger pga. oppfylling

Det forutsettes at fylling bygges opp med sprengt stein og komprimeres iht. NS3458. Håndbok V221 [14] opererer med en forventet egensetning på mellom 0,5 % til 1 % av fyllingshøyden. Dette betyr ca. 40 mm forventet egensetning i fylling. Mesteparten forventes påløpt innen et halvt år.

#### 6.1.2 Setninger pga. bygningslaster

Laster fra bygninger blir små på eksisterende grunn sammenlignet med fylling. Setninger i fylling på grunn av bygningslaster forventes å bli beskjedne.

### 6.2 Bæreevne

Bæreevne i høy sprengsteinsfylling vil være god. Bæreevne er en iterasjonsberegning og for enkelhets skyld regnes det kapasitet til sprengsteinsfylling med materialparameterne settes til  $\phi = 42$  grader og  $a = 0$  kPa.

Det forutsettes at massene er drenerte og grunnvannet er langt under fundamentnivå og påvirker ikke bæreevnen.

**For fundamenter med horisontallast settes det regel inntil videre at horisontallast må være maksimalt 20 % av vertikallast.**

Formel som kan benyttes med denne forutsetningen er

Tillatt grunntrykk [kPa] =  $418 \cdot \text{dybde fundament [m]} + 47 \cdot \text{effektiv bredde fundament [m]}$ . Tillatt grunntrykk begrenses oppad til 400 kPa. Det kan være at bæreevnekapasiteten er større, men grunnen er uansett begrenset av setningsberegningene.

Se vedlegg 2 for fullstendig utregning.

### 6.3 Skråningsstabilitet

Stabilitet av eksisterende skråninger vil ikke være noen utfordringer da en fylling i laveste punkt i området vil gi en bedring av stabilitet. Fyllingsskråning må imidlertid vurderes. Under oppfyllingen vil det være en lav stabilitet i fronten (nær rasvinkel), men det kan aksepteres fordi det er lokalt og under kontroll på anlegget med små konsekvenser (grunne ras ytterst i skråningen). Når alt er oppfylt ligger fyllingsfronten inn mot annet terreng så høydeforskjellen der blir mindre.

Tabell 2 - Antyder bratteste stabile fyllingsskråning (V221, Tabell 2.4.1.4—1)

| Stein fra        | Bratteste stabile skråningshelning    |                   |                                          |                   |
|------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|-------------------|
|                  | God stein kvalitet og kubisk kornform |                   | Dårlig steinkvalitet og skifrig kornform |                   |
|                  | Over vann                             | Under vann        | Over vann                                | Under vann        |
| Dagbrudd         | 1 : 1,25 - 1:1,5                      | 1 : 1,3           | 1 : 1,4                                  | 1 : 1,5- 1 : 2    |
| Tunnelsprengning | 1: 1,3                                | 1 : 1,3 - 1 : 1,5 | 1 : 1,4 - 1 : 1,5                        | 1 : 1,5 – 1 : 1,6 |
| Fullprofilmaskin | 1 : 1,5                               | ---               | 1 : 2-1 : 4                              | ---               |

[🔗 Åpne tabell i eget vindu](#)

Eksempler på stein av god kvalitet er granitt, gabbro og gneis. Eksempler på dårlig stein kan være fyllitt, glimmerskifer og andre sterkt forvitrede og forskifrede bergarter.

Det forventes at det fylles med sprengstein. Iht. kapittel 2.3 trengs det en sikkerhet på 1,25. Enkle håndberegninger basert på direktemetoden viser at tillatt helning på permanent fyllingsskråning av sprengstein med anleggslast kan være 1:1.8.

## 7 Plan for kontroll og oppfølging i byggetiden

### 7.1 HMS/SHA og Restrisiko

«Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser» (Byggherreforskriften) omfatter krav til prosjekterende om, innenfor rammene av sitt oppdrag, å risikovurdere egne løsninger. I henhold til forskriftens § 17 skal de prosjekterende under utførelsen av sine oppdrag risikovurdere forhold knyttet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) på bygge- eller anleggsplassen.

Som omtalt i kapittel 5.1.1 er det en viss risiko forbundet med vinterarbeider. Dette bør det gjøres avbøtende tiltak mot.

### 7.2 Oppfølging byggefase

Vi viser generelt til gjeldende standarder for kontroll av aktuelle grunnarbeider.

Grunnarbeidene er plassert i pålitelighetsklasse 2. Tredjepartskontroll i den forbindelse skal minimum kontrollere at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket.

Noen viktige kontrollpunkt for utførelsen er listet i tabellen under.

Tabell 3 – Plan for kontroll og oppfølging

| Kontrollpunkt             | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ansvarlig                |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Grunnforhold              | Det kontrolleres under gravearbeidet at de stedlige grunnforholdene er som forventet iht. beskrivelsen i denne rapporten og datarapporten (sandig grusig materiale). Dersom det påtreffes forhold som ikke er i samsvar med forutsetningene skal geotekniker kontaktes umiddelbart.           | Entreprenør / byggeleder |
| Graving i stedlige masser | Gravearbeider utføres i henhold til Arbeidstilsynets Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav [1]<br>Graveskråninger skal etableres med helning som følger:<br>Generelle skrån timer med kun anleggslast til 2-2.5 meters dybde 1:1 eller slakere. | Entreprenør / byggeleder |
| Grunnvann                 | Grunnvannet forventes å ligge omtrent i samme nivå som elva. Dersom det oppstår problemer med grunnvann og utvasking av løsmasser ifbm. grunnarbeidene skal geotekniker kontaktes umiddelbart.                                                                                                | Entreprenør / byggeleder |
| Masser                    | Tilførte masser skal være telesikre og frostfrie. Massene skal ikke inneholde finstoff eller is og snø. Største steindiameter må ikke overstige 2/3 av lagtykkelsen.                                                                                                                          | Entreprenør / byggeleder |
| Fylling                   | Stabile fyllingsskrån timer<br>Generelle skrån timer med kun anleggslast i 4-5 meters høyde 1:1 eller slakere.                                                                                                                                                                                | Entreprenør / byggeleder |

|                |                                                                                                                                                                                         |                          |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                | Permanente skråninger legges med helning 1:1.8 eller slakere.<br>Dersom det observeres tegn til deformasjoner/<br>utglidninger i skråningen, skal geotekniker kontaktes<br>umiddelbart. |                          |
| Komprimering   | Tilførte masser legges lagvis og komprimeres iht.<br>NS3458 [5].                                                                                                                        | Entreprenør / byggeleder |
| Tilbakefylling | Inn mot eventuelle støttemur og andre vegger<br>tilbakefylles det med pukk/ mindre sprengstein i kilen<br>mellom konstruksjonen og den stabile graveskråninger                          | Entreprenør / byggeleder |

### 7.3 Gjenstående arbeider prosjektering

Under listes det opp punkter som må avklares senere. Lista er ikke uttømmende.

- Avklaring type støttemur på vestsiden av tomte inkludert tverrfaglig avklaring av helning på skråning på oversiden, høyde mur, plassering av mur og eventuelle knekkpunkter
- Kontroll av bygningslaster

## 8 Referanser

- [1] Arbeidstilsynet, «Forskrift om utførelse av arbeid,» 2011.
- [2] Norsk Standard, «NS-EN 1990: Eurokode 0, Grunnlag for prosjektering for konstruksjoner».
- [3] Norsk Standard, «NS-EN 1997-1, Eurokode 7, Geoteknisk prosjektering».
- [4] Norsk Standard, NS-EN 1998-1 Eurokode 8, Prosjektering av konstruksjoner for jordskjelv, 2004.
- [5] Norsk Standard, «NS3458 Komprimering, krav og utførelse,» 2004.
- [6] Statens Vegvesen, «N-V220:2025,» 2025.
- [7] Statens Vegvesen, «N200:2024,» 2024.
- [8] Norconsult Norge, «Datarapport fra grunnundersøkelse, SAUS,» 2025.
- [9] Norges Geotekniske Undersøkelse, «Løsmasser - nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).
- [10] Kartverket, «Høydedata.no,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>.
- [11] Multiconsult, «10260130-02-Rivass-NOT-001 Rapport Vannlinjenotat,» 2025.
- [12] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no>.
- [13] Skred AS, «Faresonekartlegging av skred i bratt terreng, Bagn,» 2017.
- [14] Statens Vegvesen, «N-V221:2025».
- [15] L. Bjerrum, *Generelle krav til fundamentering av forskjellige byggverk, tillatte setninger,» NIF-kurs*, 1966.