Eid barnehage

Notat

Vurderinger etter vanninsig i tomten

Til:	WSP NORGE AS v/ Arve Dalseth
Kopi:	Trebetong AS v/ Hostein Hammerås Anleggstjenester AS v/ Andreas Byberg AsplanViak AS v/Rolf E. Forbord
Fra:	ERA Geo AS v/ Sigurd Holo Leikarnes
Kontrollert:	ERA Geo AS v/ Magne Bonsaksen
Dokumentnr.:	19058-RIG03
Dato:	5.11.2019
Versjon:	1

Innhold

1 Introduksjon 1

2 Vurderinger 1

3 Resultater 1

1 Introduksjon

Etter ERA Geo sin befaring den 21.10 ble vi varslet om at det kom betydelige mengder med vann inn i tomten, opp av trauet. Det var i dette området prøvegravd for å avdekke eventuelle utfordringer med vann før prosjektet startet opp. Det var prøvegravd dypere enn dagens utgraving, uten å påtreffe vann. Vannet var imot våre forutsetninger for utgravingen, og når graver varslet om dissegrunn og bekymringer for utgravingen, var det behov for å få inn eksperter på vann for å finne årsak og risiko knyttet til dette vannet. Dersom vanninnsiget medføre grunnvannssenking kan dette potensielt medføre setninger på berørte områder.

I samråd med Trebetong AS ble AsplanViak AS engasjert for å redegjøre for vannet. Det kom to hydrogeloger fra AsplanVaik og befarte tomten tirsdag 29.10, rapportert i *rapport 626218-01 Eid barnehage – Hydrogeologiske vurderinger – 4.11.2019.*

2 Vurderinger

Når det strømmer vann inn i en byggegrop, blir geoteknikere automatisk bekymret for setninger av det området vannet kommer fra. For å avklare denne risikoen ble AsplanViak forespurt å finne ut:

1) Hvor kommer det innstrømmende vannet fra, og er det fare for at det senker vannstanden i tilstøtende områder?
2) Hvordan etablere god byggegrunn når det er en oppadrettet vannstrøm i trauet.

3 Resultater

AsplanViak har utarbeidet en fyldig rapport, hvor det er gjennomført et studium på vannet i området. Rapporten ligger også som vedlegg til dette notatet.

1) Det konkluderes med at vannet som strømmer inn i tomten er grunnvann, og ikke overflatevann. Videre konkluderes det med at grunnvannet henger sammen med myren vest for skolen. Det kommenteres at de ikke er bekymret for økte setninger i

myra vest for skolen som følge av gravingen ved Eid Barnehage. AsplanViak antar at tiltaket har senket grunnvannet 0,5-1,0 meter på vestsiden av byggegropen, og maksimalt 0,5 meter under skolen.

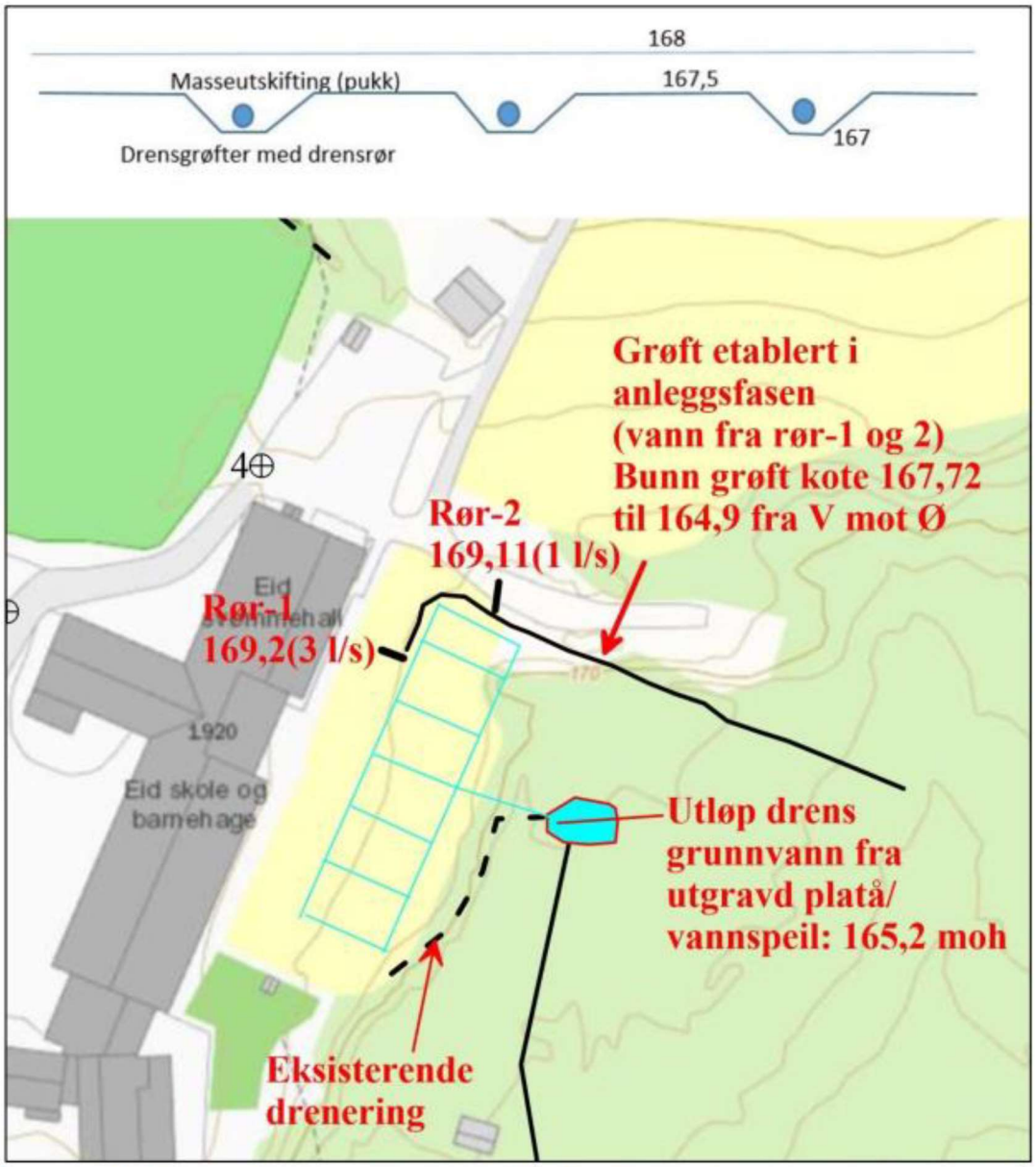
Det er ikke grunnundersøkt under skolen. Fra Rambøll sine boringer, er det boring 9, 10 og 11 som ligger nærmest skolen, rett øst for skolen. *(se 1350027072 – Datarapport fra grunnundersøkelser, Rambøll 23.4.2018,* samt utklipp bakerst i dette notatet). Disse boringene viser lagdelt grunn, dominert av friksjonsmasser. En grunnvannssenking på 0,5m tilsvarer en lastpåføring på 5kPa som har influensdybde i hele dybdeintervallet. Med en antagelse om at det er samme massene under skolen som det som er rett øst for skolen, forventes ikke en grunnvannssenking på 0,5 meter å medføre merkbare setninger på eksisterende konstruksjoner.

2) Det er utfordringer med å opparbeide en god byggegrunn med oppdrettet gradient i trauet. Siden AsplanViak ikke er bekymret for at byggegropen skal medføre skade på området, anbefaler de å opprettholde drenssystemet som er etablert i gropen i dag.

   Den oppdrettede gradienten medfører og kornskjelettet løftes av vannstrømmen, og medfører et setningspotensiale i topplaget i det berørte området av byggegropen. Området som ikke er påvirket av gradienten kan masseuskiftes på samme måte som tidligere.

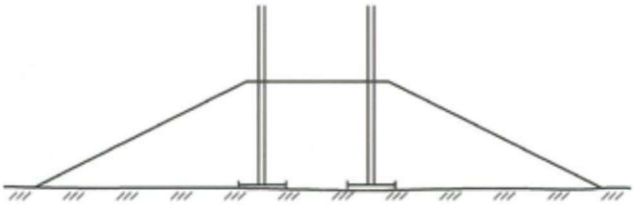
For å etablere en god byggegrunn anbefales følgende fremgangsmåte:

- Drensystemet som er laget i dag på nord- og øst siden med grøfter, anbefales opprettholdt.
- Det gjøres en avskrapning av topplaget som er omrørt og «ødelagt». Dette gjøres i en liten seksjon av gangen, 1-2 skuffebredder. Det anbefales ikke dypere enn kote +167,5. Alle masser som inneholder snø eller tele må fjernes.
- Det må legges ut separasjons duk mot de stedlige massene. Denne må rulles ut umiddelbart.
- Det legges på pukk, minimum 0,5 meter med en gang. Dette vil påføre vekt på de stedlige massene, som gjør at kornene ikke løftes opp av vannstrømmen.
- For hver 5-10 meter etableres det drensgrøft fra NV til SØ. Det graves da i en skuffebredde ned til kote +167,0. Deretter legges det pukk og fylles opp med 0,5m med pukk. Det lages så et spor i pukken for å legge drensledning. Det etterstrebes å legge drensledningen så dypt som mulig. Se skisse neste side for plassering.
- Når dette er gjort, anbefales så å legge ut en fylling med overhøyde på det berørte området. Legg på 3-4 meter (vilkårlige masser) i det aktuelle området for å fremprovosere eventuelle setninger i den øverste meteren av topplaget, som vil være setningsømfintlig. NB, pass på skråningsstabilitet ut mot myren/grøften.
- For å dokumentere setningsutviklingen, bør det gjennomføres deformasjonsmålinger. Ved å måle setningen vil man kunne dokumentere at grunnen er ferdig satt før overhøyden fjernes og bygget etableres. Siden det er stor grad av friksjonsmasser forventes setningene å komme hurtig, det antas på nåværende tidspunkt at forbelastning på 2-8 uker er tilfredsstillende. Det anbefales å måle to ganger i uken, og sende over resultatene til geoteknikker fortløpende. Det kan da eventuelt dokumenteres kortere behov for forbelastningen.
  1) Dersom det etableres en fylling av kvalitetsmasser, kan setningen måles ved å legge en stor sten på toppen av fyllingen, som det monteres en setningsbolt på.
  2) Legges det ut dårlige masser vil en måle egensetninger i fyllmassene i tillegg ved å benytte en sten. Da kan man alternativt benytte målestenger. Det er da en plate på kote +168, med en stang opp til topp fylling. Utenpå denne stangen påføres et rør før fyllingen etableres, (se Figur 2). Deretter måles deformasjonene av topp stang.



Figur 16. Prinsippskisse – forslag til drenering av vestre del av byggegrop.

Figur 1 Prinsippskisse drensystem, hentet fra AsplanViak sin rapport

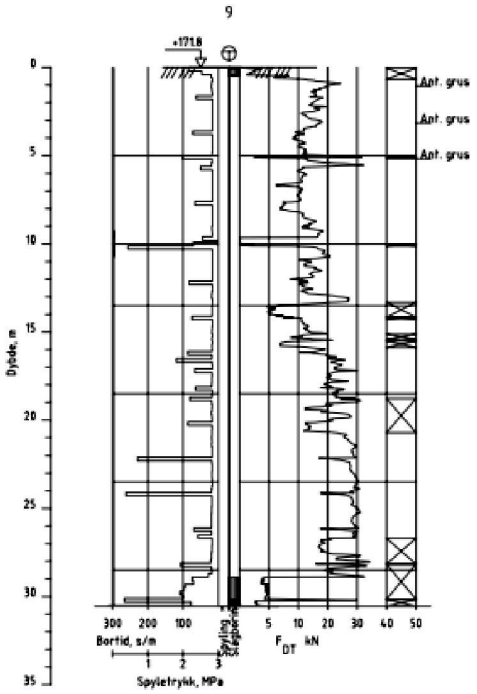


Figur 1-1- 4 Målestenger for setninger i grunnen under fylling (Foto: C. E. Dahl).

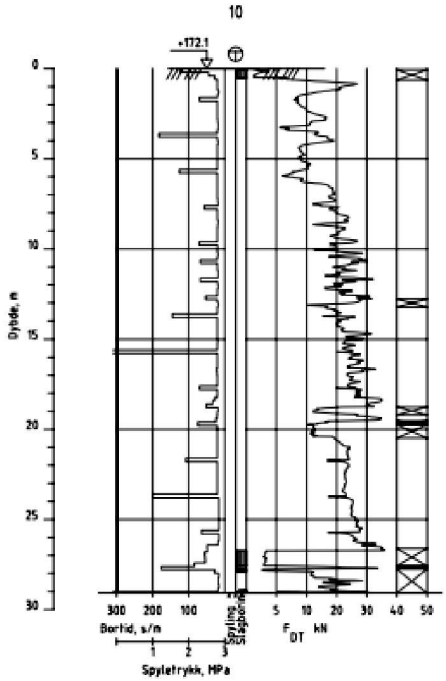
Figur 2 Prinsipp målestenger for måling av deformasjon, hentet fra SVV HB V221

Versjoner

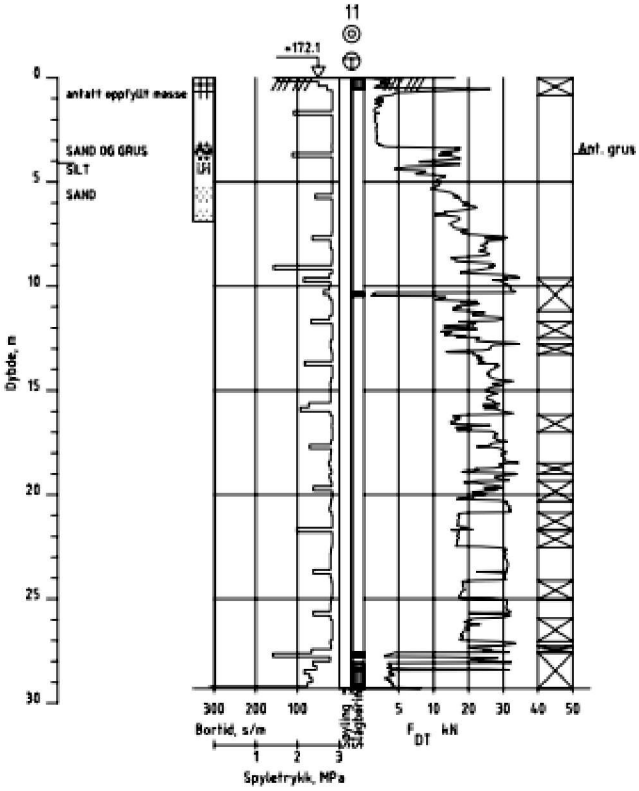
Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll
1	5.11.2019	Til utsending	Sigurd Holo Leikarnes	Magne Bonsaksen



Figur 3 Boring nummer 9, hentet frs Rambøll sin datarapport



Figur 4 Boring nummer 10, hentet fra Rambøll sin datarapport



Figur 5 Boring nummer 11 hentet fra Rambøll sin datarapport

Vedlegg

Rapport 626218-01 Eid barnehage – Hydrologsiske vurderinger – 4.11.2019 - AsplanViak

asplan viak

Era Geo AS

EID BARNEHAGE – HYDROGEOLOGISKE VURDERINGER

RAPPORT

Dato: 04.11.2019
Versjon: 01

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Era Geo AS
Tittel på rapport:	Eid barnehage - Hydrogeologiske vurderinger
Oppdragsnavn:	Eid barnehage Vurderinger hydrogeologi
Oppdragsnummer:	626218-01
Utarbeidet av:	Rolf E. Forbord og Bernt Olav Hilmo
Oppdragsleder:	Rolf E. Forbord
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Asplan Viak er engasjert av ERA Geo AS for å utføre befaring, undersøkelser og hydrogeologiske vurderinger i forbindelse med artesisk/oppadstrømmende grunnvann i gravegrop ved Eid barnehage. Formålet med arbeidet er å vurdere faren for senkning av grunnvannsstanden i området og hvordan dette kan påvirke nærliggende bebyggelse og myra på vestsiden av skolen.

Arbeidet har omfattet gjennomgang av tidligere utførte undersøkelser, områdebefaring med måling av vannstand og elektrisk ledningsevne i drensgrøfter, overvannskummer og grunnvann fra gravegrop mm. I tillegg er det utført 3 sonderboringer ned til 5-7m dyp. I to av boringene ble sandpiss drevet ned til 1,5m for å sjekke trykknivået i vestre del av byggegropa.

Befaring og undersøkelser utført 29. oktober 2019 avklarte at det utførte gravearbeidet allerede har senket trykket (grunnvannsnivået) ned til kote 168 (terrengnivået) i vestre del av byggegropa. Mengden grunnvann fra byggegropa som drenerte via rør til elva ble målt til 0,5 l/s.

Myra vest for vegen er allerede godt drenert. Dette er dokumentert ut fra samtale med grunneier og påviste drensgrøfter i myra og langs vegen.

Basert på utløp fra overvannsrør i vest- og nordvegg i byggegropa er også området med de eksisterende bygg godt drenert ned til kote 169. Ledningsevnemålingene viser at dette er hovedsakelig grunnvann, og vannmengden anslås til 4 l/s i grøfta som leder dette vannet ut av tiltaksområdet. Mengden grunnvann som dreneres ut som følge av tiltaket er dermed vesentlig mindre enn det som dreneres ut via det eksisterende systemet.

Tiltaket vil medføre en senkning av grunnvannsnivået i størrelsesorden 0,5-1 m i byggegropa. Ved eksisterende bebyggelse mot vest vil senkningen være mindre og neppe over 0,5 m. I tillegg er det sannsynlig at en grunnvannssenking under eksisterende bebyggelse skjer i grovere sandmasser som har mindre setningspotensial enn de mer finkornige løsmassene påvist i byggegropa.

01	04.11.19	Nytt dokument	REF	BOH
VERSJON	**DATO**	**BESKRIVELSE**	**UTARBEIDET AV**	**KS**

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av ERA Geo AS for å utføre hydrogeologiske vurderinger i forbindelse med bygging av ny barnehage ved Eid skole i Melhus kommune.

Sigurd Holo Leikarnes har vært ERA Geo sin kontaktperson for oppdraget.

Befaring og sonderboringer mm. Er utført av Rolf Forbord og Bernt Olav Hilmo.

Rolf Forbord har vært oppdragsleder for Asplan Viak. Kvalitetssikring er utført av Bernt Olav Hilmo.

Trondheim/Stjørdal, 04.11.2019

Rolf E. Forbord
Oppdragsleder

Bernt Olav Hilmo
Kvalitetssikrer

Innhold

1. INNLEDNING 5

1.1. Formål 5
1.2. Bakgrunn 5
1.3. Gjennomføring 5
1.4. Bakgrunnsmateriale 6

2. TIDLIGERE UTFØRTE UNDERSØKELSER 7

3. RESULTATER 9

3.1. Situasjonen ved befaring 29. oktober 9
3.2. Sonderboringer, grunnvannsnivå og feltmålinger av elektrisk ledningsevne 13

4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER 16

4.1. Resultater og mulige konsekvenser 16
4.2. Forslag til tiltak 17

FIGURLISTE

Figur 1. Bilde tatt ved sjakting 17.juni 2019 (Foto Trebetong AS). 7
Figur 2. Før graving – skråningen med den sydligste del av skolen til venstre (Foto ERA Geo). 9
Figur 3. Gravegrop sett fra sør 29. oktober 2019 (Foto Asplan Viak, 29.10.19). 9
Figur 4. Drenerende masser opp mot flaten på kote 168 og dam/innløp på kote 165,2 (Asplan Viak 29.10.19). 10
Figur 5. Vannspeil i nordre del av gravegropa (Asplan Viak 29.10.19). 10
Figur 6. Gravegropa sett fra sør med sonderboringer utført 29. oktober inntegnet (Asplan Viak 29.10.19). 10
Figur 7. Løsmassene i vestveggen i gravegropa mellom kote 168 og ca. kote 172,5 (Asplan Viak 29.10.19). 11
Figur 8. Gravegropa sett fra nord mot sør. Grove sandmasser i sørveggen (Asplan Viak 29.10.19). 11
Figur 9. Grøft som leder vekk drensvann fra overvannssystem/rør fra arealene vest og nord for byggegropa. . 12
Figur 10. Rør-1 i vestveggen, kote 169,24. Vannmengden anslås til 3 l/s (Asplan Viak 29.10.19). 12
Figur 11. Rør-2 i nordveggen, kote 169,11. Vannmengden anslås til 1 l/s. 12
Figur 12. Kartutsnitt med boringer, overvannsrør og kummer, drensgrøfter, vann-nivåer. 13
Figur 13. Drensgrøft i myra vest for veien (Asplan Viak 29.10.19). 13
Figur 14. Drensgrøft langs vegen vest for skolen. Feltmåling av ledningsevne og vannstand. 14
Figur 15. Enkel og ikke målsatt prinsippskisse for grunnvannsstrømning i byggegropa. 16
Figur 16. Prinsippskisse – forslag til drenering av vestre del av byggegrop. 18

TABELLISTE

Tabell 1. Ledningsevnemålinger utført 29.10.2019, ... 14
Tabell 2. Borprofiler Sb-1 til Sb-3. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32). 15

1. INNLEDNING

1.1. Formål

Asplan Viak er engasjert av ERA Geo AS for å utføre befaring, undersøkelser og hydrogeologiske vurderinger i forbindelse med artesisk/oppadstrømmende grunnvann i gravegrop ved Eid barnehage. Formålet med arbeidet er å vurdere fare for senkning av grunnvannsstanden i myr på vest siden av skolen, og ved eksisterende skole.

1.2. Bakgrunn

Trebetong skal bygge ny barnehage ved Eid skole i Melhus kommune. Barnehagen er planlagt bygd i en etasje. Dette medfører terrengbearbeiding med masseutskifting av dagens myr og senkning av terrenget på deler av tomten. Terrenget senkes for å unngå tilleggslast på undergrunnen på grunn av fjerning av lette torvmasser. Det skal fylles tilbake med delvis lette masser og delvis knust stein. Tomta for ny barnehage ligger rett øst for dagens Eid skole og svømmebasseng. Det er ikke planlagt kjeller i barnehagen. Gulv på grunn er planlagt etablert med overkant på kote +168.

Selve gravearbeidet utføres av Anleggstjenester AS. Ved graving fra 21.-25. oktober 2019 fikk man problemer med vanninnstrømning i gravegropa nærmest skolen. Det var da gravd ned til kote +168, og det boblet opp vann i punkter i trauet. Det var prøvegravd i sommer i dette området ned til kote +167,2. Prøvegravingshullet sto åpent i 4 timer og var tørt.

Dette eskalerte 24. og 25. oktober da det skulle graves litt ekstra i dette området. Det ser ut som det er et vannførende lag under et siltlag, og det er gjennom denne silten det kommer vann. Dette oppleves som dissegrunn i tomten.

Dette uforutsette grunnvannet gir to aspekter som må vurderes videre:

1. Hvordan etablere god grunn for masseutskifting i byggegropa. Oppbløtt dissende silt har et betydelig setningspotensiale

2. Fare for senkning av grunnvannsstanden under myr på vestsiden av skolen, og under eksisterende skole.

1.3. Gjennomføring

Feltarbeidet ble utført av Rolf Forbord og Bernt Olav Hilmo 29. oktober 2019 og omfattet:

- Oppstartsmøte med Knut Veien fra Anleggstjenester AS. Veien hadde kjennskap til utgraving av kjeller under samfunnshus i 2006.

- Områdebefaring med måling av elektrisk ledningsevne i drensgrøfter, overvannskummer og grunnvann fra gravegrop mm.

- 3 sonderboringer ned til 5-7m dyp. I to av boringene ble sandpiss drevet ned til 1,5m for å sjekke trykknivået.

- Innmåling av sonderboringer, grøft og overvannsrør samt 2 kummer inne på skoleplassen er utført av Anleggstjenester AS.

1.4. Bakgrunnsmateriale

- Datarapport fra grunnundersøkelse. Melhus kommune, Eid Barnehage, oppdrag nr. 1350027072, Rapport nr.1. Rambøll, 23.04.2018 **[1]**.

- Eid Barnehage. Geoteknisk prosjekteringsrapport. ERA Geo AS, 4.10.2019 **[2]**.

2. TIDLIGERE UTFØRTE UNDERSØKELSER

Grunnforholdene på tomta er undersøkt av Rambøll i 2018 og rapportert i datarapport **[1]**. I tillegg har entreprenør gjennomført en prøvegraving den 17. juni 2019. Det ble da gravd en sjakt ned til kote +167,22 i dagens gravegrop, se figur 12 for plassering. Hullet sto åpent i 4 timer uten noe innsig av vann. Bilder fra prøvegravingen tyder på at det var gravd ned i mineralsk grunn under torva.

Entreprenør har i tillegg gjennomført en befaring på eksisterende skole og markert områder med kjeller (nordre halvpart av bygget). Det er ikke utført nøyaktig innmåling, men det antas at nivået på kjelleren er på kote 169,5 ut fra innvendige målinger fra dekket over.

Figur 1. Bilde tatt ved sjakting 17.juni 2019 (Foto Trebetong AS).

Rambøll sine undersøkelsene ble utført våren 2018 og bestod av 11 totalsonderinger og opptak av to prøveserier ned til 7 meters dyp. Plasseringen av boringene er vist på kartet i figur 12. På løsmasse-prøvene ble det utført klassifisering og måling av vanninnhold. På prøver med høyt leirinnhold ble det målt egenvekt og udrenert skjærstyrke. I tillegg ble det på et utvalg av prøver utført kornfordelingsanalyser.

Undersøkelsene viste store variasjoner i grunnforhold. Løsmassene er lagdelte og består av sand, silt og leire, der leire er dominerende dypere enn 15 m (dypere enn 155 moh). Det ble påvist et topplag av torv med tykkelse på opptil 4,1 m. Dette er delvis torvmasser som ble gravd opp og fylt ut i forbindelse med tomtearbeid for eksisterende bebyggelse, mens påviste torvmasser lengst mot øst er stedegne masser.

I sondering 9 og 11 er det påvist tynne gruslag ned til ca. kote 167 moh, mens i sonderboring 4 og 5 er påvist gruslag over antatt fjell på kote 158 og 162 moh.

Påvist silt og leire er klassifisert som fast med udrenert skjærstyrke i størrelsesorden 40-70 kPa og med lav sensitivitet.

Det er ikke målt grunnvannsstand eller poretrykk i løpet av grunnundersøkelsen.

Fjelloverflaten er påvist på mellom 5,1 og 30,5 meters dyp. Fjelloverflaten stiger markert mot øst.

Det må antas at grunnvannsstrømmen påvist ved graving i oktober 2019 hovedsakelig skjer i tynne sand- og gruslag som er påvist ned til ca. kote 165 moh lengst vest i området. På større dyp og mot øst blir løsmassene mer dominert av silt og leire som i praksis må regnes som tette løsmasser uten særlig grunnvannsstrømning.

3. RESULTATER

3.1. Situasjonen ved befaring 29. oktober

Innledningsvis ble det holdt et kort møte med Knut Veien fra Anleggstjenester AS. Veien hadde kjennskap til utgraving av kjeller under samfunnshus i 2006 (nordre del av skolebygningen). Utgravingen påviste sand/grus ned til ca. kote 170 under bygget. Det ble ikke observert grunnvann under gravingen. I rapport fra ERA Geo **[2]** er denne høyden anslått til kote 169,5, basert på innvendige målinger fra dekket over.

Figur 2. Før graving – skråningen med den sydligste del av skolen til venstre (Foto ERA Geo).

Figur 3. Gravegrop sett fra sør 29. oktober 2019 (Foto Asplan Viak, 29.10.19).

Det aktuelle området sett fra sør før og etter utgraving sees på figur 2 og 3. Den flate delen av trauet (nærmest skolen) ligger på kote 168. Øst for flaten er det etablert adkomstvei med grove masser noe lavere i terrenget. Disse massene fungerer også som drenering for grunnvannet som strømmer opp inne på flaten. Dette grunnvannet samles i en dam nedstrøms, som ledes via rør til elva, se figur 4. Innløpet/ vannstanden i denne dammen var 29. oktober på kote 165,2, og vannmengden som drenerte via rør til elva var 0,5 l/s (målt med bøtte). Man kunne fortsatt se spor av punkter hvor grunnvannet hadde pulset opp på flaten, men ellers hadde situasjonen roet seg.

Det sto et vannspeil i nordre del av byggegropa, se figur 5. Dette vann-nivået stemte med grunnvannsnivået påvist i sonderboringene og nedsetting av sandspiss (se kapittel 3.2). Grunnvannsnivået sto ved terrengoverflaten (kote 168). **Det utførte gravearbeidet og dreneringen har allerede senket trykket (grunnvannsnivået) ned til kote 168.** Lengst øst i området (øst for dammen på figur 4 er det gravd ut masser til kote 164 (tykt myrlag er fjernet).

Figur 4. Drenerende masser opp mot flaten på kote 168 og dam/innløp på kote 165,2 (Asplan Viak 29.10.19).

Figur 5. Vannspeil i nordre del av gravegropa (Asplan Viak 29.10.19).

Figur 6. Gravegropa sett fra sør med sonderboringer utført 29. oktober inntegnet (Asplan Viak 29.10.19).

Løsmassene i vestveggen i gravegropa mellom kote 168 og ca. kote 172,5 sees på figur 7. Man ser et fast finsandlag som overlagres av grovere og løsere sand med skrålag som heller mot nord. Deretter sandige/grusige masser opp til terrengoverflaten ved skolen.

Figur 7. Løsmassene i vestveggen i gravegropa mellom kote 168 og ca. kote 172,5 (Asplan Viak 29.10.19).

Også i sørveggen av gropa er massene sandige (grov løs sand). I følge entreprenør er dette også tilfellet for massene i selve traubunnen i sørenden.

Figur 8. Gravegropa sett fra nord mot sør. Grove sandmasser i sørveggen (Asplan Viak 29.10.19).

For å få vekk drensvann fra overvannssystem/rør fra arealene vest og nord for byggegropa er det etablert en grøft som leder dette vannet ut fra området, se figur 9, 10, 11. Plassering av grøft og rør sees på figur 12.

Grøfta er etablert dypere enn flaten på kote 168. Bunn grøft ligger på kote 167,7 til 164,9 fra vest mot øst. Vannføringen i grøfta stammer i all hovedsak fra overvannsrør fra vest og nord.

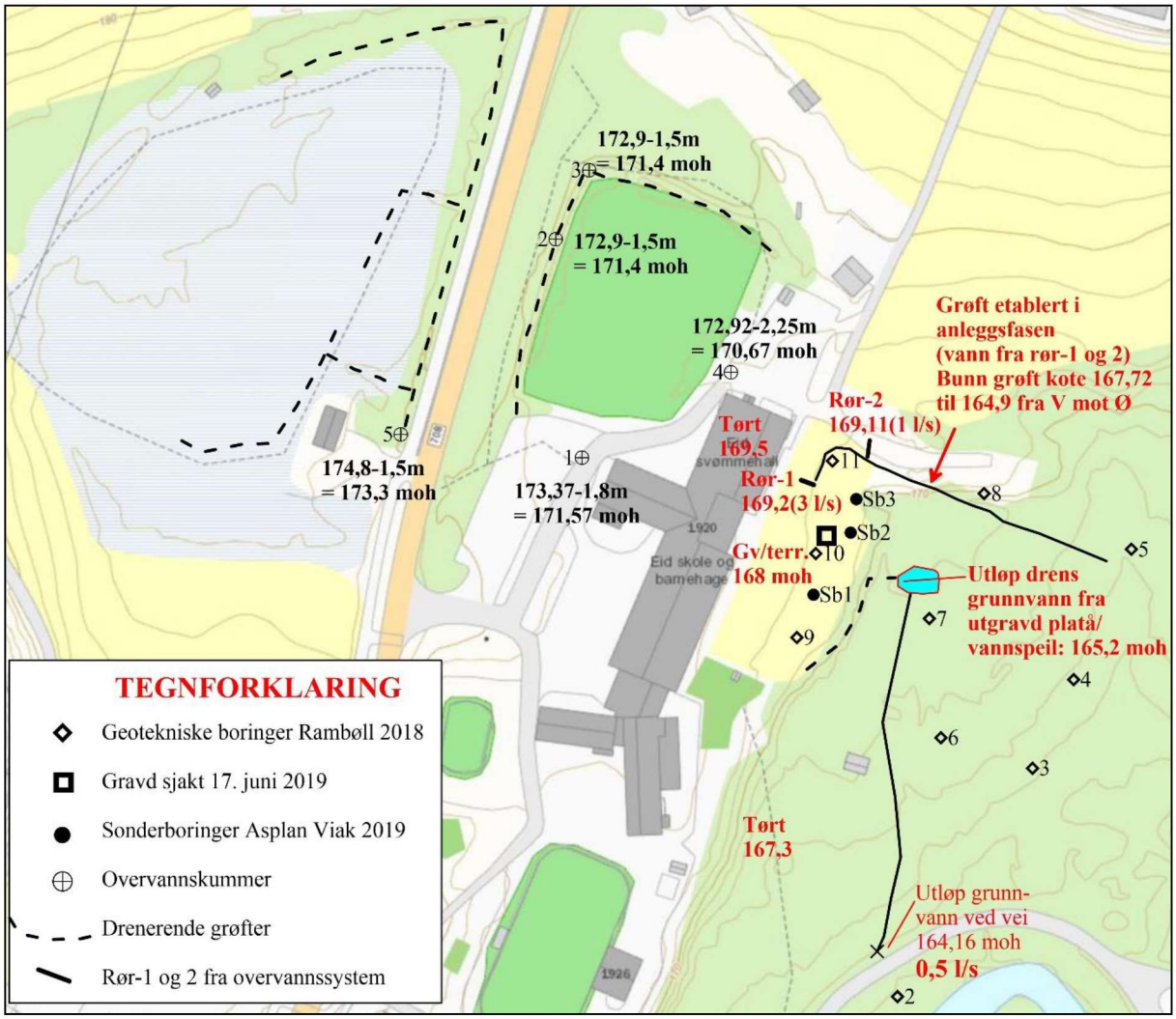
Figur 9. Grøft som leder vekk drensvann fra overvannssystem/rør fra arealene vest og nord for byggegropa.

Figur 10. Rør-1 i vestveggen, kote 169,24. Vannmengden anslås til 3 l/s (Asplan Viak 29.10.19).

Figur 11. Rør-2 i nordveggen, kote 169,11. Vannmengden anslås til 1 l/s.

3.2. Sonderboringer, grunnvannsnivå og feltmålinger av elektrisk ledningsevne

Plassering av sonderboringer utført av Asplan Viak, tidligere utførte totalsonderinger og gravd sjakt sees på figur 12. Her er også overvannsrør-1 (500mm) og 2 (250mm) samt grøft for bortledning av vann fra overvannssystemet inntegnet. Dette basert på innmåling. I tillegg fremgår plassering av drensgrøfter og vann-nivå i eksisterende overvannskummer nord og vest for eksisterende bygninger inntegnet. Det er etablert grøfter i myra, langs vegen og rundt idrettsbanen nord for skolen.



Figur 12. Kartutsnitt med boringer, overvannsrør og kummer, drensgrøfter, vann-nivåer.

Figur 13. Drensgrøft i myra vest for veien (Asplan Viak 29.10.19).

Figur 14. Drensgrøft langs vegen vest for skolen. Feltmåling av ledningsevne og vannstand.

Ved befaring av drensgrøfter og overvannskummer ble vannstand i kummer registrert og elektrisk ledningsevne i vannet i kummen ble målt, se figur 12 og 14. For kum-2, 3 og 5 er vannstanden ikke nøyaktig registrert (høyder fra høydedata.no og nedmåling med ledningsevnesonden). For kum-1 og 4 ved skolen er det gjort nøyaktig måling med GPS. Vannstand ved hver kum og øvrige punkt er angitt på kartet i figur 12. Basert på disse målingene strømmer grunnvannet logisk nok østover mot elva.

Ledningsevnemålingene viser entydig at overvannssystemet drenerer grunnvann. Grunnvannets ledningsevne er høy i dette området på grunn av høyt innhold av kalsium og magnesium. I overflatevann vil ledningsevnen være vesentlig lavere (50 µS/cm). Variasjoner i målt ledningsevne skyldes varierende andel overvann.

Tabell 1. Ledningsevnemålinger utført 29.10.2019.

	µS/cm	**l/s**
Punkt	**Ledningsevne**	**Antatt vannføring**
Rør-1	366	3
Rør-2	308	1
Grøft Rør-1 og 2 nedstrøms rør-1	350	4
Overvannskum-1	360	
Overvannskum-2	385	
Overvannskum-3	380	
Overvannskum-4	300	
Overvannskum-5	187	
Dam i byggegropa v/ Sb3	330	
Utløp drenering grunnvann (dam)	290	
Utløp grunnvann ved vei	365	Målt til 0,5

Myra vest for vegen er allerede godt drenert. Dette er dokumentert både ut fra samtale med grunneier og påviste drensgrøfter i myra og langs vegen. Man er av denne grunn ikke bekymret for setninger i myra som følge av tiltaket.

Basert på utløp av overvannsrør i vest- og nordvegg er også området med de eksisterende bygg godt drenert ned til kote 169, jevnfør rør-1 og 2 på figur 12. Ledningsevnemålingene viser at dette er hovedsakelig grunnvann, og vannmengden anslås til 4 l/s i grøfta som leder dette vannet ut av tiltaksområdet. Til sammenligning ble vannmengden med opphav i oppadstrømmende grunnvann på den øverste flaten (kote 168) målt til 0,5 l/s. Mengden grunnvann som dreneres ut som følge av tiltaket er dermed vesentlig mindre enn det som dreneres ut via det eksisterende systemet.

Det ble under befaringen utført 3 sonderboringer på flaten i vestre del av gravegropa (nærmest skolen, se figur 12). I to av boringene ble sandpiss drevet ned til 1,5m for å sjekke grunnvannsnivået. Sonderboring-1 og 2 ble begge utført til 7m dyp. Boringene indikerte finsand ned til 3-4 meters dyp, deretter en fastere siltig finsand med lavere borsynk fra 4 til 7m. Sonderboring-3 viste mye det samme, men her ble det påvist lag med grovere sand fra 0,5-1,8meter og et tynt gruslag på 3,2m. Dypere enn 3 meter er det påvist en fastere siltig finsand også her. Påvisning av mer permeable lag kan forklare problemene med oppadstrømmende grunnvann i deler av byggegropa.

Det sto et vannspeil i nordre del av byggegropa, se figur 5. Dette vann-nivået stemte med grunnvannsnivået påvist i sonderboringene og nedsetting av sandspiss. Grunnvannsnivået sto ved terrengoverflaten (kote 168). **Det utførte gravearbeidet og dreneringen har allerede senket trykket (grunnvannsnivået) ned til kote 168.**

Tabell 2. Borprofiler Sb-1 til Sb-3. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32).

Boring nr.:	**Sonderboring 1 (Sb-1)**		**Sonderboring 2 (Sb-2)**		**Sonderboring 3 (Sb-3)**	
Dato:	29.10.2019		29.10.2019		29.10.2019	
Koord.	X: 556093,074 Y: 7004952,958		X: 556103,779 Y: 7004970,761		X: 556105,34 Y: 7004980,373	
Dyp (m)	**Løsmasse-type**	**Borsynk (s/m)**	**Løsmasse-type**	**Synk (s/m)**	**Løsmasse-type**	**Synk (s/m)**
0-1	Finsand		Finsand		Finsand, grovere fra 0,5-1m	8
1-2	Finsand	10	Finsand	8	Finsand, grovere fra 1,0-1,8m	15
2-3	Finsand	10	Finsand	7	Finsand	12
3-4	Finsand, fastere	15	Finsand	10	Siltig finsand, fastere Gruslag 3,2m	18
4-5	Siltig finsand, fastere	20	Siltig finsand, fastere	14	Siltig finsand, fastere	30
5-6	Siltig finsand, fastere	22	Siltig finsand, fastere	22	**Avsluttet 5m**	
6-7	Siltig finsand, fastere	25	Siltig finsand, fastere	32	**Grovere sand påvist ved jekking fra 0,5-1,8m**	
	Avsluttet 7m		**Avsluttet 7m**			

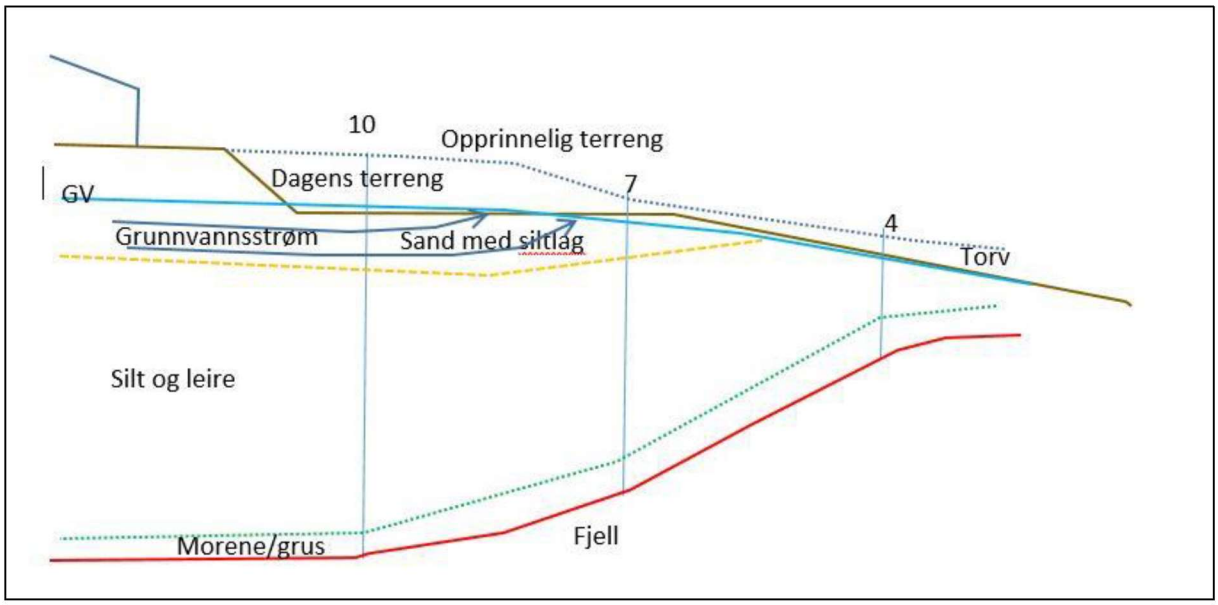
4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

4.1. Resultater og mulige konsekvenser

Etablering av ny barnehage ved Eid skole i Melhus kommune medfører terrengbearbeiding med masseutskifting myr og senkning av terrenget på deler av tomta. Tomta for ny barnehage ligger rett øst for dagens Eid skole og svømmebasseng. Gulv på grunn er planlagt etablert med overkant på kote +168.

Ved graving fra 21.-25. oktober 2019 fikk man problemer med vanninnstrømning i gravegropa nærmest skolen. Det ble gravd ned til kote +168, og det boblet opp vann i punkter i trauet på kote +168. Dette eskalerte 24. og 25. oktober da det skulle graves litt ekstra i dette området. Utstrømmende grunnvann medførte gyngende grunn i vestre deler av tomta.

Ut fra de foreliggende boringer (Rambøll og Asplan Viak) skjer grunnvannsstrømmen i tynne sand- og gruslag som er påvist ned til ca. kote 165 moh lengst vest i området. På større dyp og mot øst blir løsmassene mer dominert av fast silt og leire som i praksis må regnes som tette løsmasser uten særlig grunnvannsstrømning. Denne teorien bekreftes av Sonderboring-3, hvor det ble påvist lag med grovere sand mellom 0,5-1,8 meter og et tynt gruslag på 3,2m. Dypere enn 3,2 meter er det påvist en fastere siltig finsand også her. Påvisning av mer permeable lag forklarer problemene med oppadstrømmende grunnvann i deler av byggegropa, som i dette tilfellet er ført så dypt at den skjærer grunnvannsspeilet/trykknivået, se enkel prinsippskisse i figur 15.



Figur 15. Enkel og ikke målsatt prinsippskisse for grunnvannsstrømning i byggegropa.

Under befaring og sonderboringer 29. oktober 2019 kunne man fortsatt se spor av punkter hvor grunnvannet hadde pulset opp på flaten, men ellers hadde situasjonen roet seg. Dette bekreftes også ved at det hadde dannet seg et islag på deler av flaten, noe som ikke vil skje ved stadig oppstrømmende grunnvann med temperatur på 5-6 °C. Grunnvannsnivået sto ved terrengoverflaten (kote 168).

Det utførte gravearbeidet og dreneringen har derfor allerede senket trykket (grunnvannsnivået) ned til kote 168 (terrengnivået), og vannmengden som drenerte via rør til elva var 0,5 l/s (målt med bøtte den 29. okt.). Basert på disse målingene og målinger i overvannskummer som drenerer grunnvann lenger vest strømmer grunnvannet logisk nok østover mot elva, se figur 12.

Påviste drenssystem i området rundt skolen og fylkesvegen viser at myra vest for vegen allerede er godt drenert. **Man er av denne grunn ikke bekymret for økte setninger i myra som følge av tiltaket.**

Basert på utløp av overvannsrør i vest- og nordvegg i byggegropa er også området med de eksisterende bygg godt drenert ned til kote 169, jevnfør rør-1 og 2 på figur 12. Ledningsevnemålingene viser at dette er hovedsakelig grunnvann, og vannmengden anslås til 4 l/s i grøfta som leder dette vannet ut av tiltaksområdet. Bunn grøft ligger på kote 167,7 til 164,9 fra vest mot øst. Vannføringen i grøfta stammer i all hovedsak fra overvannsrørene fra vest og nord, da det ikke slår inn grunnvann i grøfta, selv om denne ligger lavere enn vestre del av byggegropa (kote 168). Det må derfor være tette masser i dette området.

Til sammenligning ble vannmengden med opphav i oppadstrømmende grunnvann på den øverste flaten (kote 168) målt til 0,5 l/s. Mengden grunnvann som dreneres ut som følge av tiltaket er dermed vesentlig mindre enn det som dreneres ut via det eksisterende systemet.

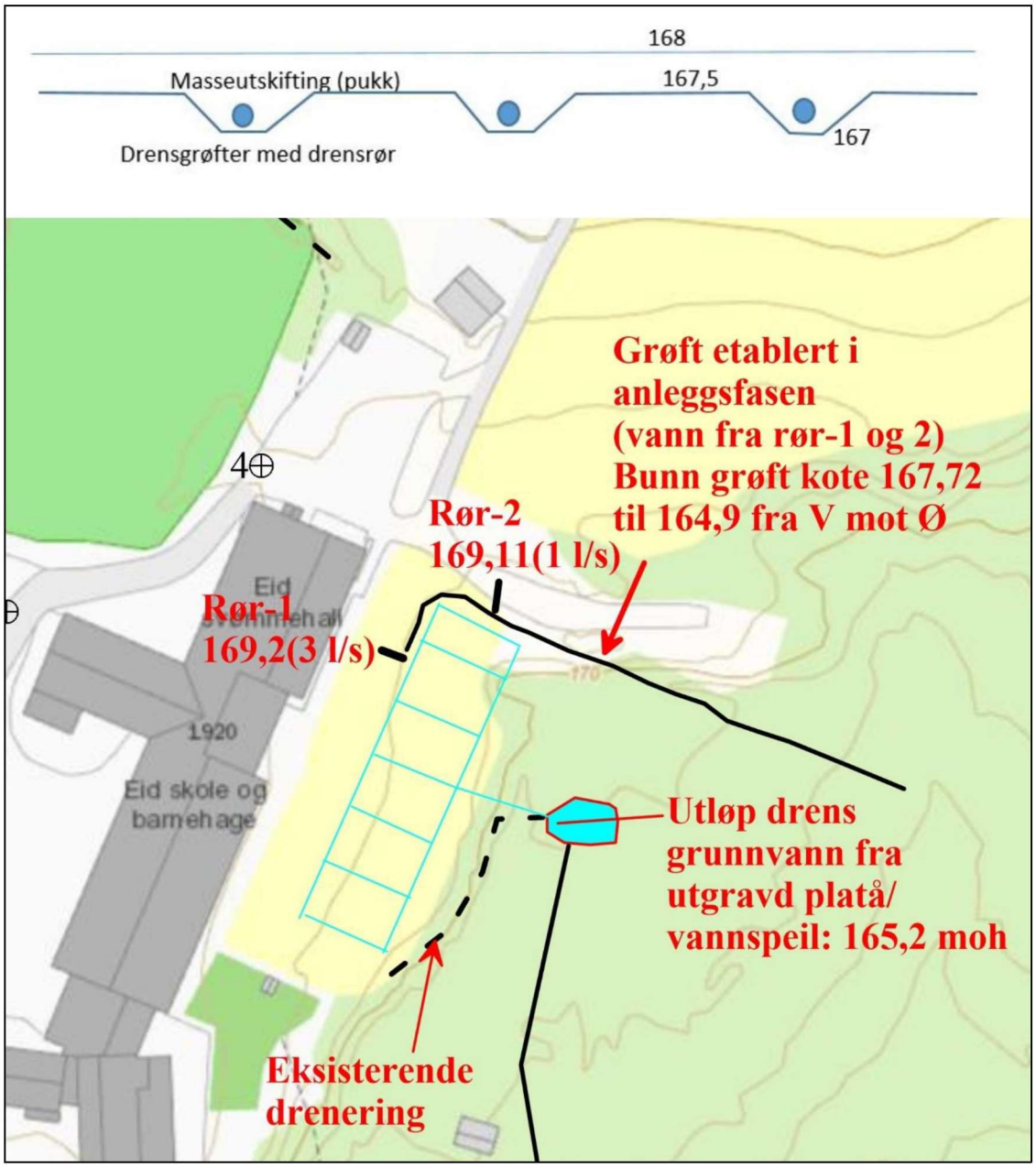
Tiltaket vil ikke endre retningen på grunnvannsstrømmen. På grunn av tettere løsmasser mot øst i byggegropa vil det fortsatt skje en grunnvannsstrøm opp i den vestlige delen av byggegropa. Det er vanskelig å drenere en oppadrettet grunnvannsstrøm, men ved drenering og masseutskifting vil man kunne senke grunnvannsnivået i størrelsesorden 0,5-1 m i den vestlige delen av byggegropa. I den østlige deler er grunnvannsnivået i stor grad styrt av overflaten på tette silt- og leirlag. Senkningen av grunnvannsnivået som følge av drenering av byggegropa vil avta vestover slik at det under eksisterende bebyggelse kan antas mindre enn 0,5 m senkning. I tillegg består løsmassene under eksisterende bebyggelse av sand med gruslag som har mindre setningspotensiale enn løsmassene under byggegropa. Det forventes derfor ikke skader på eksisterende bebyggelse som følge av setninger, men dette må vurderes nærmere av geoteknikker.

4.2. Forslag til tiltak

Det er etter vårt syn ikke nødvendig med spesielle tiltak rettet mot terreng og bebyggelse utenfor byggegropa. Det viktigste vil være å oppnå en stabil byggegrunn. På grunn av oppadrettet grunnvannsstrøm i deler av tomta er det vanskelig å få til en god drenering av vestre del av byggegropa. I en E post fra ERA GEO datert 25.10.2019 er det foreslått tiltak for å oppnå stabil byggegrunn og for å redusere faren for setninger. Vi er i grove trekk enig i foreslått framgangsmåte, men har følgende kommentarer:

- Eksisterende grunnvannsdrenering opprettholdes, se figur 3, 4 og 16.
- Vi foreslår masseutskifting ned til kote ca.167,5. Det legges drensgrøfter med 5-10 meters mellomrom fra NV til SØ. I tillegg legges drensgrøft på innsiden mot NØ (se figur 16 neste side). Drensgrøftene fylles med grus/singel etter at det er lagt ned drensledning. Det legges masseseparasjonsduk mellom påfylt pukk og eksisterende løsmasser av finsand.
- Videre følges punkt 4 og 5 i beskrivelsen fra ERA Geo.

Det har vært diskutert å heve utløpsnivået for dreneringen av vestre del i forhold til dagens drenering av byggegropa. Dette for å redusere gradienten, få redusert grunnvannssenkingen og dermed redusert faren for setninger på eksisterende bebyggelse. I med at man har gravd ut masser til kote 164 i øst anses dette som vanskelig da man måtte ha lagt en demning av tette løsmasser for å få økt grunnvannsnivået igjen. Hvis geotekniske vurderinger og beregninger viser at den antatt senkningen av grunnvannsnivået ikke vil gi setningsskader på eksisterende bebyggelse, vil vi anbefale at eksisterende drenering beholdes.



Figur 16. Prinsippskisse – forslag til drenering av vestre del av byggegrop.