

Prosjekt:

SPH – Senter for Psykisk Helse Øya

Tittel:

Teknisk notat Geoteknikk Skisseprosjektnotat fundamentering og byggegrop

00	Ferdig notat	2022-06-14	EgABe / HeTia / BjMor
Rev.	Beskrivelse	Rev. Dato	Utarbeidet / Kontrollert / Godkjent
Kontraktør/leverandørs logo:		Bygg nr:	Etasje nr.:
Norconsult 			
		Systemgr.:	Antall sider:
			Side 1 av 10
Prosjekt:	Utgivernr:	Fag:	Dok.type:
SPH	8001	G	NO
		Løpenr:	Rev.nr.:
		0001	00
			Status:
			G

Innholdsfortegnelse

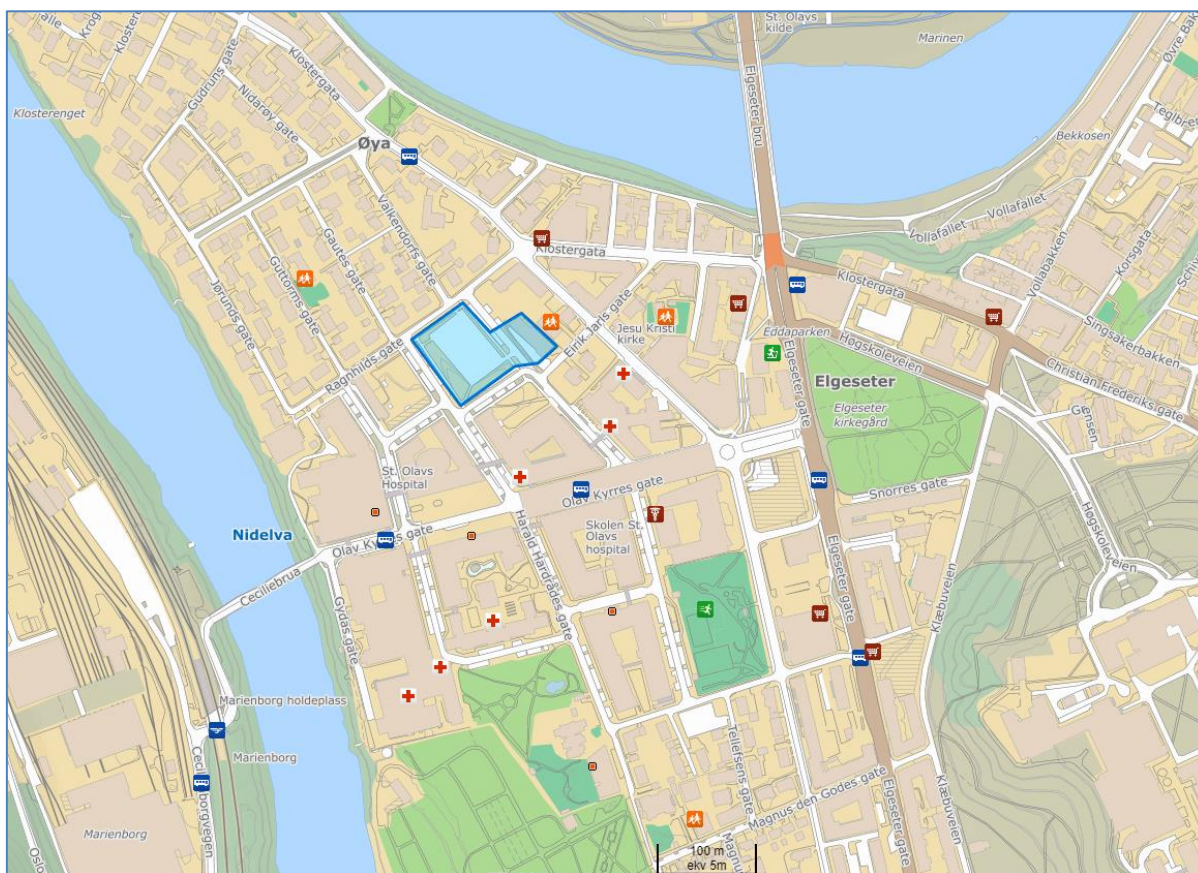
1	Innledning	2
2	Planlagt utbygging	3
3	Terreng og grunnforhold	5
4	Områdestabilitet og sikkerhet mot naturfarer	6
5	Seismisitet – utelatelse for seismisk dimensjonering	6
6	Utgravning – plass ift nærliggende veier og bygg	7
7	Fundamentering – belastning – bæreevne og setningsestimat.....	8
8	Konklusjon	9
9	Referanser	10

1 Innledning

Norconsult er engasjert som geoteknisk rådgiver i skisseprosjekt for nytt psykiatribygg ved sykehusområdet på Øya i Trondheim. Psykiatribygget (SPH Øya) er planlagt hovedsakelig på eksisterende parkeringsplass. I tillegg skal eksisterende blokkbygg i øst rives og erstattes av et nytt med noe større utstrekning.

I forbindelse med skisseprosjektet har vi planlagt geotekniske grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene er utført av Rambøll Norge AS ut fra våre anvisninger. Datarapport fra grunnundersøkelsene tilhører Rambølls oppdrag 1350049964 og er under utarbeidelse (Ref. 2). Data fra undersøkelsene ligger til grunn i våre vurderinger.

Et oversiktskart over området er vist i Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart over tomtens plassering (blått omriss). Kartgrunnlag fra kart.finn.no. Nordorientert.

Dette notatet sammenstiller geotekniske skisseprosjektvurderinger.

2 Planlagt utbygging

Psykiatribygget planlegges i utgangspunktet med 3-7 etasjer og enkel kjelleretasje. Det er planlagt en avtrapping mot nord slik at det er 3 etasjer (hvorav 2 høye etasjer) pluss delvis nedgravd kjelleretasje helt i nord. Storparten av bygningen planlegges med 7 etasjer og kjeller. Det vil være åpne/uoverbygde arealer i kjernen av bygget. Der det er planlagt 7 etasjer er kjellerdybden omtrent 3,5 – 6,0 m fra dagens moderat hellende terreng (størst i sydvest). I nord er kjellerdybden cirka 2 m fra nåværende terreng. Det planlegges en cirka 4 m forsenket del under bygget, i god avstand fra tomtens avgrensning (forsenkning har minsteavstand 13 m inn fra planlagt byggs fasade).

Det tilknyttede bygget i øst vil ha 5 etasjer og kjeller.

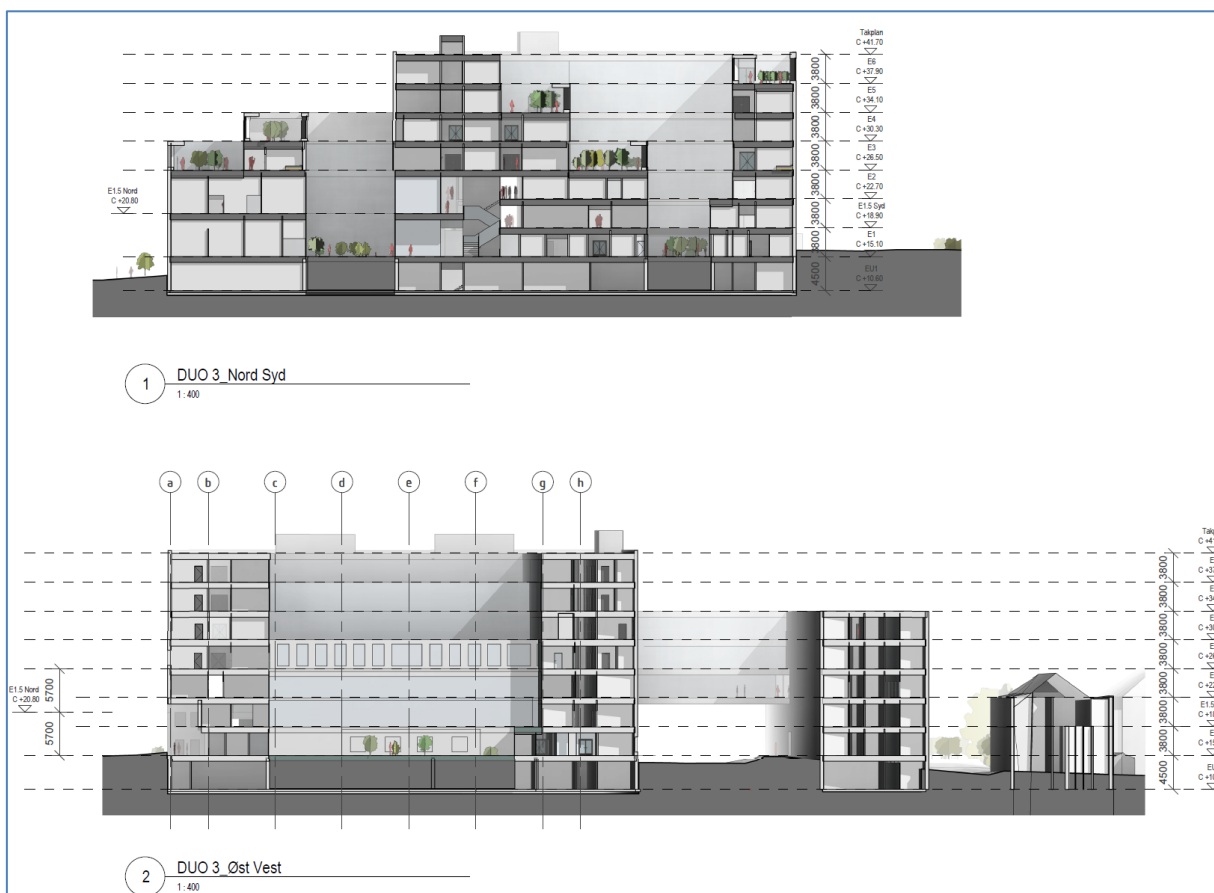
En perspektivtegning er vist i Figur 2, plantegning i Figur 3 og snittegninger i Figur 4.



Figur 2: Utsnitt fra 3D-ARK-modell for bygget (2022-05-25). Sett fra nord-nordøst.



Figur 3: Plantegning av 1.etasje og plassering ift veier. Fra ARK 2022-03-24.



Figur 4: Snittegninger av planlagt bygg, utarbeidet av ARK (Nordic), 2022-05-25.

3 Terreng og grunnforhold

Tomten ligger på kote +12 til +16 (NN2000) og har en slak helning ned mot nord. I nord er kotehøyden +12, mens den i syd er cirka +15,5 med enkelte forhøyninger til kote +16. Horisontalavstanden fra nord til sør er cirka 90 m, dvs at gjennomsnittlig terrenghelning på tomten er mellom 1:20 og 1:25.

Utenfor tomten er det tilnærmet flatt i alle retninger, kotehøyden er mellom +10 og +20 til minst cirka 150 m unna tomten. Bredden av Nidelva er omtrent 200 m unna tomten både i vest og i nordøst og utgjør de laveste terrengpunktene i området. Bunn av Nidelva er grovt sett på kote cirka -3 til -6 i området mellom Stavne og Ila (Ref. 1). Topografiske forhold indikerer at områdestabilitet må vurderes.

Grunnundersøkelsene viser generelt nokså homogen lagdeling på området. Massene er lagdelte og domineres av sand-, silt- og leirlag. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire i de omfattende geotekniske grunnundersøkelsene som er utført.

Poretrykk er målt i 2 posisjoner, nord og sør på tomten. I sør er det installert elektriske poretrykksmålere i 3 dybder for å kartlegge poretrykksfordelingen.

Poretrykksmåler i posisjon 2 (nord på tomten) viser poretrykk på 15 kPa ved måling på kote +4,8 (8 m under terreng), det vil si tilsvarende en hydrostatisk stighøyde til kote +6,3 (cirka 6,5 m under terreng).

I posisjon 14 (sør på tomten) er det installert poretrykksmålere i 3 nivå: 5, 13 og 20 m under terrengnivå (tilsvarer omtrent kotenivå +10,8, +2,8 og -4,2). Den grunneste måleren (5 m under terreng) var tørr i måleperioden 14. mars til 25. mai 2022, som var en periode med relativt mye nedbør. Måleren på 13 m dybde viser 39 kPa trykk, tilsvarende stighøyde til kote +6,7, mens den dypeste måleren, 20 m dybde, viser 89 kPa trykk, tilsvarende stighøyde til kote +4,7. Sammenlagt indikerer målingene en noe underhydrostatisk poretrykksfordeling med en vannstand tilsvarende omtrent kote +7 (8-9 meter under terreng).

4 Områdestabilitet og sikkerhet mot naturfarer

Områdestabilitet skal generelt vurderes ifbm detaljregulering. Rambøll Norge AS er engasjert for dette. Allikevel gir vi her en kort vurdering av områdestabiliteten.

Laveste punkter i området er bunn av Nidelva, som er på kote omtrent -3 til -6 (ut fra tidligere scanninger i delområder av elva, Ref. 1). Tomten er på inntil kote +16, samtidig som avstanden mellom Nidelva og tomten er minst 200 m. Det er ikke påtruffet kvikkleire eller sprøbruddmateriale på tomten. Følgelig kan tomten ikke rammes av retrogressive skred fra Nidelva eller andre nedstrøms områder, og utbygging på tomten vil heller ikke kunne utløse områdeskred. Eventuell erosjon langs Nidelva vil ikke kunne ramme tomten.

Det er ingen høytliggende områder innen 500 m avstand fra tomten. Gløshaugen er nærmeste høyereliggende område og eventuelle skredmasser derfra vil ikke nå tomten. Følgelig er tomten ikke utsatt for områdeskred, og kan heller ikke utløse områdeskred.

Tomten er for øvrig langt over stormflonivå, og er heller ikke utsatt for vesentlig overflateavrenning/flom (tomten utgjør ingen forsenkning i terrenget). Tomten er utenfor aktsomhetsområde for flom, stormflo, jordskred, steinsprang og snøskred. Følgelig mener vi at tomten er trygg mtp naturpåkjenninger og krav i TEK17 §7 vil oppfylles.

5 Seismisitet – utelatelse for seismisk dimensjonering

SPH Øya vil være et senter for utdanning og forskning knyttet til psykisk helse, samt poliklinikk og døgnpost for psykisk helse, aktivitetsareal og kontorer for St Olavs hospital. Sykehusbygg ønsker at bygget skal være fleksibelt mtp annen samfunnskritisk sykehusbruk i fremtiden. Følgelig havner bygget i seismisk klasse 3b som viktig infrastruktur iht NS-EN 1998-1. Planlagte kontorbygg (østre bygg) kan evt vurderes separat i en lavere klasse.

Grunnundersøkelsene på tomten viser lagdelte løsmasser med mer enn 40 m tykkelse. Løsmassene er i stor grad drenerende (kohesjonsløse masser), jfr poretrykksoppbygning

ved trykksondering. Det er enkelte middels faste kohesjonslag (leire). Fastheten av massene er generelt middels til høy (s_{UD} mellom 70 og 250 kPa). Med dette er seismisk grunntype type C.

Iht tabell i NS-EN 1998-1 NA er seismisk grunnakselerasjon a_{gR} i Trondheim lik $0,25 \text{ m/s}^2$. For grunntype C og seismisk klasse 3b har man da $a_g * S = 0,25 * 1,70 * 1,5 = 0,64 \text{ m/s}^2$. Bygg i seismisk klasse 3b må alltid dimensjoneres for seismiske krefter. Forskningsstiftelsen NORSAR har imidlertid gjort en separat kartlegging som viser mindre seismisk grunnakselerasjon i Trondheimsområdet enn det som fremkommer fra NS-EN 1998-1. Ved bruk av NORSAR-data kan beregningsmessig jordskjelvakselerasjon (og tilhørende krefter) reduseres ift ovennevnte $a_g * S$.

6 Utgravning – plass ift nærliggende veier og bygg

Planlagte bygg vil ha en kjeller på jevnt kotenivå. Størst dybde i forhold til terrenget er følgelig i syd (der terrenget er høyest). Dybden fra terreng er inntil cirka 6 m til underkant kjellergulv. Utgravning til cirka 6,5 m dybde vil derfor være det maksimale.

I syd viser grunnundersøkelsene i hovedsak sand ned til cirka 6 m under terreng, hvor massene videre i dybden blir mer siltige (siltig sand/sandig silt). Massene vil følgelig være erosjonsutsatte ved nedbør, men den generelle grunnvannstanden vil være under eller like ved gravenivå. Ved åpen graving vil beregningsmessig tilstrekkelig stabilitet oppnås med graveskråninger på omtrent 1:1,5 eller slakere.

Skråning med helning 1:1,5 og 6,5 m høyde gir et skråningsutslag cirka 10 m horisontalt. Slik bygget er planlagt plassert, vil dette medføre at veien i syd (Svein Jarls gate) vil måtte stenges og delvis graves opp i anleggsfasen. I dette området planlegges det uansett en kulvert som forbinder nytt bygg med nabobygg i syd (Nevrosenteret). Alternativt kan det vurderes bruk av støttekonstruksjon, f.eks. vibrering av nålepunt (påvirkning på nabobygg må vurderes) eller boret rørvegg. Der kulverten møter Nevrosenteret, kan det bli behov for oppstøtting med boret rørvegg eller lignende, da kulverten kan havne noe dypere enn fundamentene til Nevrosenteret.

I nord vil utgravning begrense seg til omtrent 2,5 m under terreng, slik bygget er planlagt. Eventuell dypere kjeller for å vektkompensere fullt ut for byggets vekt og redusere setninger, vil medføre noe dypere utgravning. Også her vil massene i og under skråningen være sand og silt. Utgravning 2,5 m dypt med 1:1,5 helning gir cirka 4 m skråningsutslag. Bygget er planlagt med mer enn 4 m avstand til Ragnhilds gate. Ragnhilds gate kan derfor antakelig holdes åpen, men det kan være behov for å felle trær langs veien.

Langs øst- og vestsiden av nytt bygg vil avstanden til veiene være 8-10 m. Dette gir i hovedsak tilstrekkelig plass til utgravningen i anleggsfasen, såfremt parkeringsplasser langs veiene kan graves opp. Eventuelt behov for midlertidig stengning av nærmeste kjørefelt mot byggegropen (eventuelt støttekonstruksjon) må vurderes ifbm senere prosjektering.

Utgravning for forsenkning under bygget (cirka 4 m tilleggsdybde) vil ha avstand fra øvrige graveskråninger. Utgravning for denne ventes å gå delvis under grunnvannstand og det kan være behov for noe slakere skråninger, plastring med stein, evt midlertidig pumping og vanntett konstruksjon for denne.

Bygg i øst vil ha kjeller inntil 4 m under terreng, det vil si omtrentlig på samme nivå som eller litt dypere enn nåværende blokkbygg. Fundament for nabobygg i nordøst og i øst må ikke undergraves. Utstrekningen av bygget er justert underveis i skisseprosjektet, og med dagens foreslåtte utstrekning er det rimelig god avstand til nabobygg mtp utgravning for kjelleren (høyst sannsynlig mulig med frie graveskråninger).

7 Fundamentering – belastning – bæreevne og setningsestimat

Skissert bygg vil typisk medføre en gjennomsnittlig setningsgivende last 10 kN/m^2 per etasje. Med 7 etasjer og kjeller har man omtrentlig 80 kN/m^2 gjennomsnittlig setningsgivende flatetrykk under bygget.

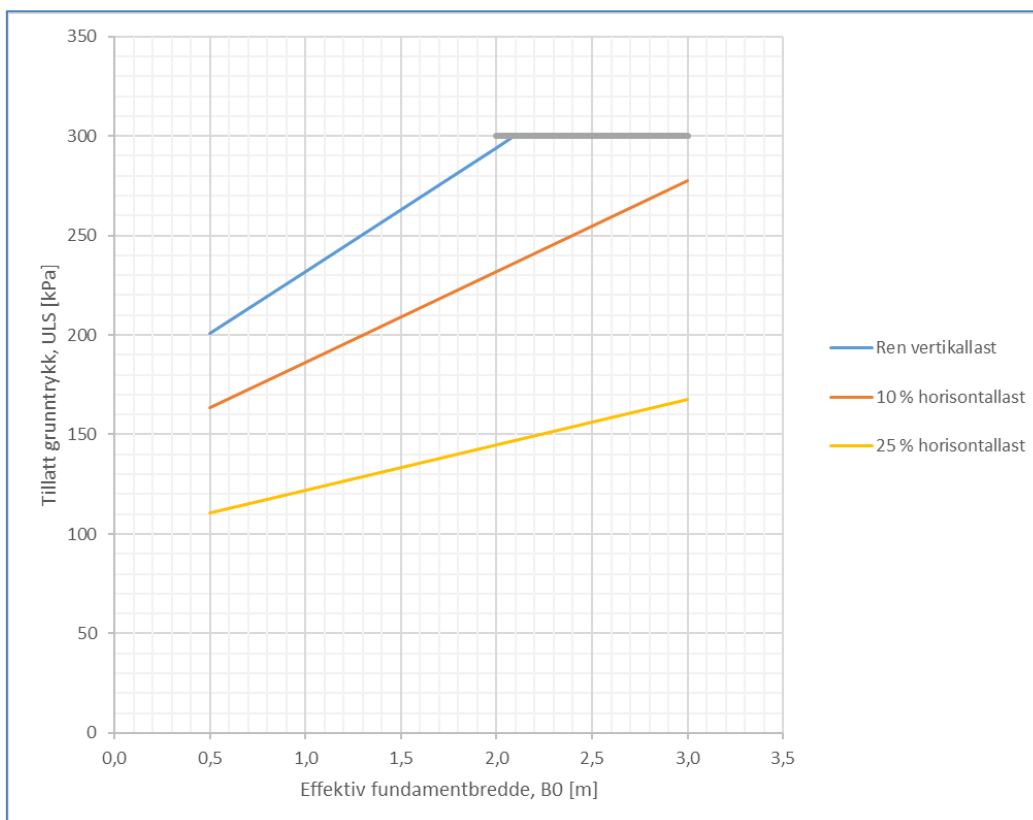
I søndre del er det skissert mer enn en full kjelleretasje (cirka 5-6 m utgravning), mens i nordre del er det mindre pga det lavereliggende terrenget, omtrent 2 m utgravning.

Slik bygget er skissert, vil det være vektoverkompensert i søndre del, det vil si at det graves ut vesentlig mer vekt enn bygget tilfører). Helt i nord vil det graves vekk masse omtrent lik bygningsvekten, forutsatt at det kun bygges 3 etasjer + kjeller (40 kN/m^2) som skissert. Nordligst på 7-etasjersdelen vil utgravningsdybden være omtrent 3-4 m (avlastning $19 \text{ kN/m}^3 * 3,5 \text{ m} = 60\text{-}70 \text{ kN/m}^2$). Også her vil utgravningen kompensere for størsteparten av bygningsvekten. Følgelig ventes ikke utbyggingen å gi områdesetninger, og bygget vil som helhet ikke få store setninger.

Nær eventuelle punkt- og stripefundamenter vil belastningen være større og det kan oppstå lokale setninger. Fundamentering på helstøpt, tykk bunnplate vil kunne fordele/jevne ut belastningen slik at lokale setninger reduseres.

Et grovt setningsestimat indikerer at ved fundamentering på stripe- og søylefundamenter kan lokale fundamentsetninger bli inntil cirka 4-5 cm ved stripefundament med 2-3 m bredde og 200 kN/m^2 setningsgivende last. Setningene foregår hovedsakelig i silt og sandmasser, og vil dermed oppstå relativt raskt etter pålastning, det vil si at en del av setningene unnagjøres i byggeperioden. I senere prosjektering bør det vurderes om det bør fundamenteres på helstøpt plate eller om fundamentering på stripe- og søylefundament (og gulv på grunn) er tilrådelig.

Bæreevnen for vertikalt belastede punkt- og stripefundament vil typisk være omtrent $200\text{-}300 \text{ kN/m}^2$ i bruddgrense (ULS), avhengig blant annet av fundamentbredden. Med horisontallast vinkelrett på lengderetningen blir bæreevnen redusert, som vist i Figur 5. Av hensyn til å unngå store lokalsetninger, bør tillatt grunntrykk typisk begrenses til $250\text{-}300 \text{ kN/m}^2$ i ULS (tilsvarer omtrent 200 kN/m^2 setningsgivende trykk).



Figur 5: Veiledende bæreevnediagram for punkt- og stripefundament på sand / siltig sand, avhengig av effektiv fundamentbredde. Forutsetter minst 40 cm tunge masser over underkant fundament.

8 Konklusjon

- Grunnundersøkelser på tomten for utbyggingen viser relativt jevne grunnforhold over tomtens utstrekning. Grunnen består av lag av sand, silt og enkelte leirelag (sistnevnte særlig i dybden).
- Områdestabiliteten (leirskredproblematikk) kan avklares på foreliggende datagrunnlag og anses uproblematisk.
- Planlagt utbygging medfører jevnt over liten tilleggsbelastning på undergrunnen og ventes derfor ikke å gi store setningsutfordringer.
- Storparten av utgravningen ventes å kunne utføres med frie graveskråninger.
- Grunnvannstanden i målepunkt nord og syd er under kjellernivå/utgravningsnivå. Etter nedbør kan vannstanden være kortvarig høyere.
- Sammenlagt mener vi at planlagt kjellerdybde er hensiktsmessig (godt kompromiss mellom utgravningsdybde og vektkompenserings effekt).
- Kulvert inn mot Nevrosenteret i syd kan gi lokale utfordringer mtp undergraving av Nevrosenteret. Her kan det være behov for oppstøtting f.eks. med boret rørvegg. Hvis mulig, bør kulvertnivået tilpasses fundamentnivå for Nevrosenteret.

9 Referanser

Ref. 1: Rapport fra topografisk elvebunnskartlegging av områder i Nidelva, utarbeidet av Novatek AS for NVE Region Midt-Norge, oppdrag 99077.022, datert 01.08.10

Ref. 2: Datarapport fra grunnundersøkelser SPH Øya, utarbeides av Rambøll, oppdragsnr 1350049964.