

NOTAT

OPPDRAAG	Bratsbergvegen 18, Klæbuveien 198, Plan for offentlig tjenesteyting	DOKUMENTKODE	10200379-01-RIVA-NOT-001
EMNE	Alternativsvurderinger VA	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAAGSLEDER	Kristin Aflekt Thomessen
KONTAKTPERSON	Randi Lile	SAKSBEHANDLER	Oddrun Sunniva Waagø Helgeland
KOPI	Trondheim kommune, Kommunalteknikk v/Eli Holen. Eggen arkitekter v/Dordi Fiskum/Kjersti Tannvik	ANSVARLIG ENHET	10234032 VA-teknikk Midt

SAMMENDRAG

Multiconsult har på oppdrag for Eggen arkitekter / Trondheim kommune undersøkt alternative løsninger for overvanns- og spillvannstrase forbi Nidarvoll skole. Overvann og spillvann går i dag i en felles AF-ledning i bunnen av avfallsdeponiet i Fredlybakkens bekkedal. Avløpsanlegget i området skal saneres og separeres, og det ble i 2013 utarbeidet et forprosjekt for separering med åpning av bekken i tre strekninger på til sammen 1110 meter mellom Utleirvegen og Nidelva. Men det er ikke fattet vedtak i saken. Alternativt kan bekken legges i rør på hele strekningen, og følge samme trase som spillvannsledningen.

I dette notatet diskuteres ulike alternativer for å føre traseen forbi skolen, både for lukket og åpen løsning for bekken. Alternativ 1 nord for skolen i kanten av avfallsdeponiet kan anbefales for spillvannsrøft, dersom bekken åpnes. For lukket løsning i samme trasé vil dette kreve mer areal. Alternativ 2 a nord for gulbygget kan anbefales for spillvannsledningen både for åpen løsning for bekken nord for skolen og for lukket bekk sammen med spillvannsledningen. Alternativ 2b er gjennomførbar om gulbygget rives eller flyttes. Alternativ 2c sør for gulbygget er hydraulisk uheldig og vanskelig byggbart. Alternativ 3: Ledningstrase langs Klæbuveien ble ikke detaljert da det tidlig ble klart at den ikke var byggbart på grunn av stor grøftedybde og tangering Hoeggen kvikkleiresone.

1 Innledning

I arbeidet med reguleringsplan for Nidarvoll skole skal det utredes hvor spillvannsledning SP500, samt overvann fra Fredlybakkens nedslagsfelt, skal føres forbi skolen. Fredlybakkens går nå i rør i bunnen av avfallsdeponiet i fellessystem med overvann (=regnvann og annet overflatevann) og spillvann (=kloakkvann fra husholdninger) i samme rør. Multiconsult utarbeidet i 2013 et forprosjekt for separering av spillvann og overvann og delvis gjenåpning av Fredlybakkens fra Utleirvegen til Nidelva sammen med plan for regulering av grøntstruktur og turveg langs bekken.

Utgangspunktet for skolens reguleringsplan var åpen bekk gjennom planlagt grøntareal på avfallsdeponiet nord for planlagt bygningsmasse. Etter ferdigstilling av dette arbeidet ble det ikke fattet politisk vedtak i saken.

Det eksisterende fellessystemet fra Utleirvegen til Nidelva skal uansett separeres for å gjøre separatsystemene på Risvollan og Othilienborg virksomme og forhindre kloakkutslipp i Nidelva. Dersom Fredlybakkens skal forbli lukket, medfører det ei større ledningsrøft over skoletomta med 500 mm spillvannsledning med dimensjon og en overvannsledning med dimensjon 2000 mm.

00	14.05.2018	Nidarvoll skole reguleringsplan. Alternativsvurderinger VA	OSWH	LPR	KrAT
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Vann og Avløp

I forbindelse med forprosjektet ble tre alternative traséer for spillvann vurdert [1]. Det ble da anbefalt å gå videre med alternativet nord på tomte, langs kanten av avfallsdeponiet. Dette alternativet er skissert med grøftedybder og beslaglagt areal for:

- 1.1) Grøft med SP500 og lukket bekk (OV2000) (trase vist med blå strek på figur 1).
- 1.2) Grøft med SP500 og åpen bekk (trase vist med blå strek på figur 1).

Traséen legges tett på avfallsdeponiet, men med grøftebunn i opprinnelige masser. Deponiets avgrensing baserer seg på grunnundersøkelser og gamle kart fra før oppfylling av ravinedalen. Det forutsettes masseutskiftning av grøftene.

I etterkant av forprosjektet har det i arbeidet med reguleringsplanen for Nidarvoll skole blitt aktuelt å rive murbygget på skolen, noe som åpner for at VA-traseen kan legges tvers over fotballbanene og videre på nordsiden forbi 'Gulbygget' før traséen legges nordover i gang- og sykkelvegen mot rundkjøringen ved Shell. Her ønsket oppdragsgiver utredning av tre ulike traseer.

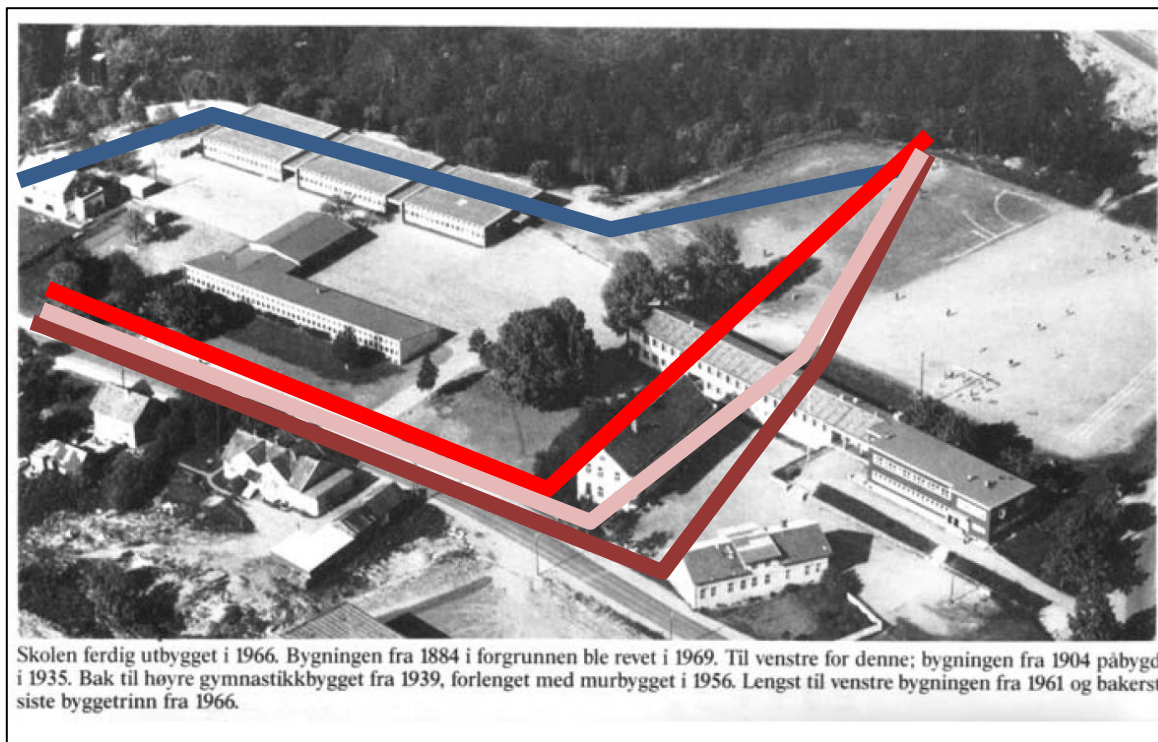
For lukket bekk blir dette alternativene:

- 2.1 a) Grøft med OV2000 og SP500 nord for eksisterende gulbygg (trase vist med rød strek på figur 1).
- 2.1 b) Grøft med OV2000 og SP500 under eksisterende gulbygg, forutsettes at gulbygget flyttes eller rives (trase vist med lys rosa strek på figur 1).
- 2.1 c) Grøft med OV2000 og SP500 sør for eksisterende gulbygg

For åpen bekk:

- 2.2 a) Grøft med SP500 nord for eksisterende gulbygg (trase vist med rød strek på figur 1).
- 2.2 b) Grøft med SP500 under eksisterende gulbygg, forutsettes at gulbygget flyttes eller rives (trase vist med lys rosa strek på figur 1).
- 2.2 c) Grøft med SP500 sør for eksisterende gulbygg, forutsettes at gulbygget flyttes eller rives (trase vist med brunrød strek på figur 1).

Alle varianter av alternativ 2 forutsetter at murbygget rives. 2 b forutsettes at gulbygget flyttes eller rives.



Figur 1: Flyfoto av skolen før dalen bak ble fylt opp med avfall, med de to aktuelle trasevalgene. Bygningen [2] fra 1904 kalles ofte gulbygget.

Det tredje alternativet er å legge spillvannsledningen langs Klæbuveien sør for skoletomta, men dette alternativet ble ikke detaljert videre da det anses som ikke byggbart på grunn av lite fall, dype grøfter og stor risiko med beliggenhet ved foten til Hoeggen kvikkleiresone.

2 Forutsetninger

2.1 Påkobling i Bratsbergvegen.

Høydene for nedstrøms påkobling er gitt av pågående prosjektering av VA-system langs Sluppenvegen [3].

For spillvann, i O30 (Vianova): 32,41.

For overvann, i S30 (Vianova): 28,16.

Høydedifferensen skyldes at ledningstraseen skal krysse eksisterende avløp (fellesledning) med diameter 1000mm.

Antatt ÅDT Bratsbergvegen er 17000 nord for Sluppenvegen, 11000 sør for Sluppenvegen, mens antatt ÅDT for Sluppenvegen er 7700 (tall for 2011/2016, fastslått ved skjønn) [4]. Det ønskes gravefrie løsninger i kryssing av disse vegene.

2.2 Kryssing Klæbuveien: Starthøyde for alternativene forbi Nidarvoll skole:

Dagens avløp fellesledninger (2*Ø1100) har en høyde på 29,57 i bunn av kum 19534 like nedstrøms Klæbuveien, mens dagens terreng ligger på ca kote 39. Dersom bekken skal åpnes er det en forutsetning at ledningene (og terrenget) heves på nederste del av strekningen Ullins veg – Klæbuvegen for å kunne få bekken ut på et fornuftig nivå i terrenget nord-øst for skolen.

I kryssingen med Klæbuvegen må planlagte ledninger krysse både eksisterende vannledning (VL 150, antatt høyde 36,9) og eksisterende fjernvarme (FJV 200, antatt høyde 38,4). Disse ledningene må henholdsvis senkes og heves for å krysse uten kollisjon med planlagt overvannsledning.

Terrenget der Fredlybekken kulvert krysser Klæbuvegen er lavere enn vegen, og for å unngå en flomsituasjon som 2. påskedag 1997 bør det gjøres tiltak:

- Fylle opp terrenget
- Etablerere inntakssluk (sandfang var frossent ved flomhendelsen)
- Sikre flomveg for å lede vannet ut

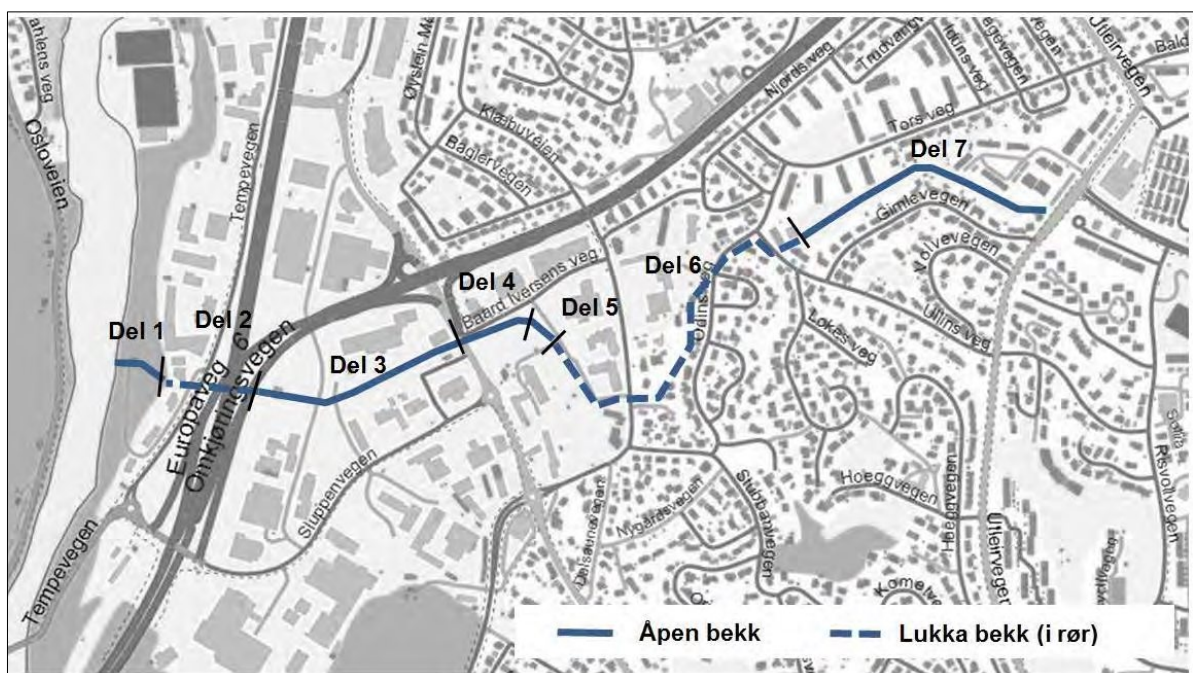
I forprosjektet er det foreslått en starthøyde på henholdsvis 36,16 og 36,13 for bunn rør for overvann og spillvann i kumgruppe like vest for Klæbuvegen, samt heving av terrenget for å få tilstrekkelig overdekning. Denne løsningen var valgt med utgangspunkt i at bekken skulle åpnes, men vil også være fordelaktig dersom bekken skal ligge i rør. Grøftebunnen vil med denne starthøyden for de fleste alternativene ligge rundt 6 meter under terrenget over skolens område. Geoteknisk vil det for grøfter grunnere enn 6 meter være nødvendig med grøftesider 1:1,5 (forutsatt seksjonsvis graving), mens det må brukes slakere graveskråninger 1:2 (forutsatt seksjonsvis graving) for grøfter dypere enn 6 m, noe som fører til betydelig mer båndlagt areal.

Starthøyden i kryssingen Klæbuveien settes til 36,13 for både spillvann og overvann.

2.3 Fredlybekken: Overvannsledning eller åpen bekk

Fredlybekken ble lagt i rør i perioden 1952-1970. Fra Klæbuvegen og ned mot Nidelva ble bekkedalen benyttet som avfallsdeponi. Nedbørsfeltet består i hovedsak av boligbebyggelse (eneboliger, rekkehus og lavblokker), åpne områder og bilveger.

Forprosjekt Fredlybekken har i sammenheng med separering av avløpsnett, utredet åpning av Fredlybekken, se figur 2. Delen mellom Utleirvegen til krysset Ullins veg/Odins veg (del 7) ble anbefalt åpnet. Boligene mellom Odins veg og Klæbuveien er bygd så tett på det gamle bekkeløpet at bekken ikke kan åpnes uten å rive dagens bebyggelse (del 6). Del 6 omfatter også arealet mellom dagens barneskole og dagens helsehus, som ønskes beholdt lukket på grunn toppografi samt adkomst til skolen, mens del 5, 4, 3 og 1 forutsettes åpnet. Del 2 legges i kulvert under E6/Omkjøringsvegen.



Figur 2: Oversiktskart som viser Fredlybekken fra Utleirvegen i øst til Nidelva i vest [5]

Fordi nedslagsfeltet er urbant med en betydelig andel vegavrenning, er det nødvendig med vannrensning for å få en tilfredsstillende vannkvalitet i en åpen bekk. Det er planlagt rensetiltak i området ved Utleirvegen og ved større påslipp til bekken ved Ullins veg og Klæbuveien, slik at overvannet skal få forbedret vannkvalitet. Selve bekkeløpet ble planlagt med elvegrus i bunnen for etablering av naturlig bunndyrsfauna og terskler og horisontal kurvatur for å gi varierende strømningsforhold, tiltak som også vil forbedre vannkvaliteten.

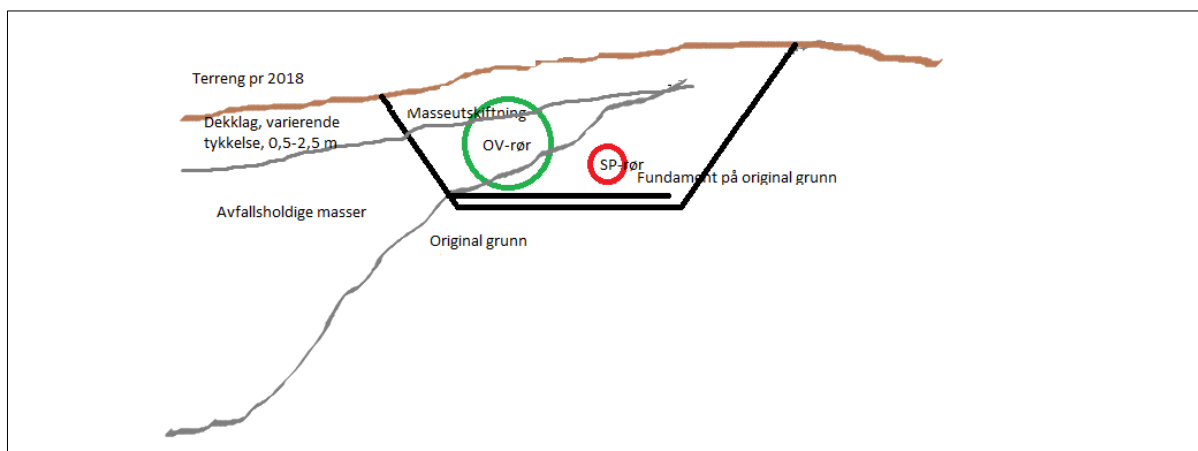
Dersom bekken ikke åpnes i øvre del med de planlagte tiltakene for å forbedre vannkvaliteten, bør bekken også lukkes forbi skoletomta, da urensset overvann ikke vil ha god nok vannkvalitet. Der bekken krysser Klæbuveien er det for lite areal tilgjengelig for rensetiltak som supersandfang og våtmarksfilter. På delstrekning 4 og 5 er det for lite fall for å få tilstrekkelig oksygenering [6].

2.4 Geometrisk begrensing for rør med store dimensjoner

Trondheim kommune, Kommunalteknikk forutsetter maksimalt 45° avvinkling i kummer.

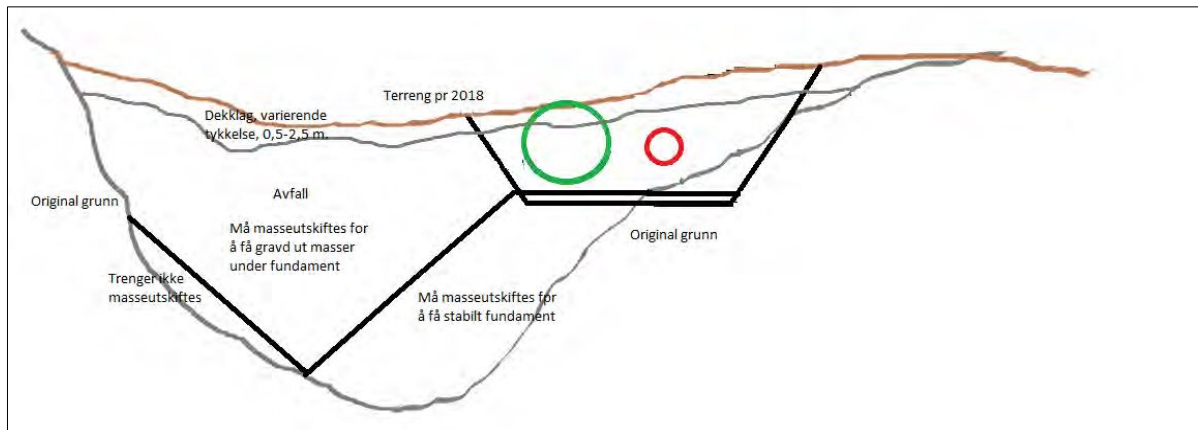
2.5 Økonomiske konsekvenser av nærføring til avfallsdeponi

Der VA-ledninger skal krysse avfallsdeponiet, må det masseutskiftes helt ned til original grunn for å oppnå tilstrekkelig stabilt fundament for ledningene. Der ledningene legges langs kanten av avfallsdeponiet, bør grøfta legges langt nok inn på original grunn til at ledningenes fundament ligger på fast grunn, se figur 3. Det er imidlertid noe usikkerhet om hvor grensa går. Utførte grunnboringer avviker noe fra kotekart fra før oppfyllingen av dalen [7 og 8]. Om en velger å gå videre med alternativ 1 langs avfallsdeponiet, anbefales det å gjøre miljøgeologiske undersøkelser der boringene utføres ned til original grunn for å minimere usikkerheten. Dette gjelder spesielt ved kumgruppe 6, se figur 6. Figur 4: Økonomisk gunstig plassering av ledningsgrøft.



Figur 3: Økonomisk gunstig plassering av ledningsgrøft

Dersom ledningsgrøfta plasseres ut i deponiet, risikerer man at hele deponiet må masseutskiftes for å få et stabilt ledningsfundament, se figur 3.

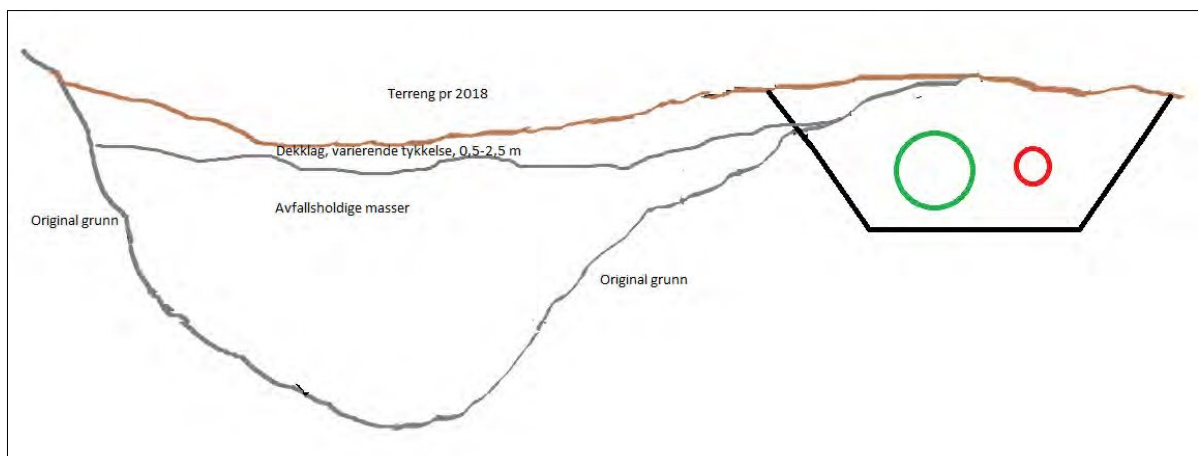


Figur 4: Meget uheldig plassering av ledningsgrøft, hvor det må masseutskiftes under ledningenes fundament

Behovet for masseutskiftning for grøfteplassering figur 2 vil være i størrelsesorden $5 \text{ m}^3/\text{m}$, som vil gi en estimert kostnad for deponering av avfall på $7500 \text{ kr}/\text{m}$.

Hvis det viser seg at avfallet har større utstrekning enn antatt, og det likevel ikke er originale masser der grøfta er plassert, vil behovet for masseutskiftning bli større, som vist på figur 3. Med antatt 50 meter bred og 10 meter dyp fylling blir behovet for masseutskiftning i størrelsesorden $250 \text{ m}^3/\text{m}$, se figur 4, med en estimert kostnad for deponering og oppfylling med gode masser i størrelsesorden $425\,000 \text{ kr}/\text{m}$. 250 meter av traseen går langs kanten av avfallsdeponiet. For en riktig plassert grøft blir kostnaden for deponering av avfallsholdige masser i underkant av 2 mill. kroner. Kostnaden for deponering av avfallet dersom grøfta trekkes for langt ut langs hele avfallsdeponiet kan i verste fall bli i størrelsesorden 100 mill. kroner.

Man kan velge å sikre seg mot å grave i avfallsmassene ved å legge grøfta i større avstand fra deponiet, men da vil en båndlegge mer areal, se figur 5.



Figur 5: Ledningsgrøft som ligger langt fra deponikanten, større sikkerhet men båndlegger større areal.

2.6 Helse, miljø, sikkerhet

Miljøgeologiske undersøkelser har avdekket at det siver opp metangass fra fyllinga. Denne gassen vil følge rørgrøfter på grunn av rørgrøftenes drenerende egenskaper, og vil fortrenge oksygen i lukkede rom. Alt arbeid i alle kummer i området vil være forbundet med risiko for kvelning.

3 Trasealternativer forbi skolen:

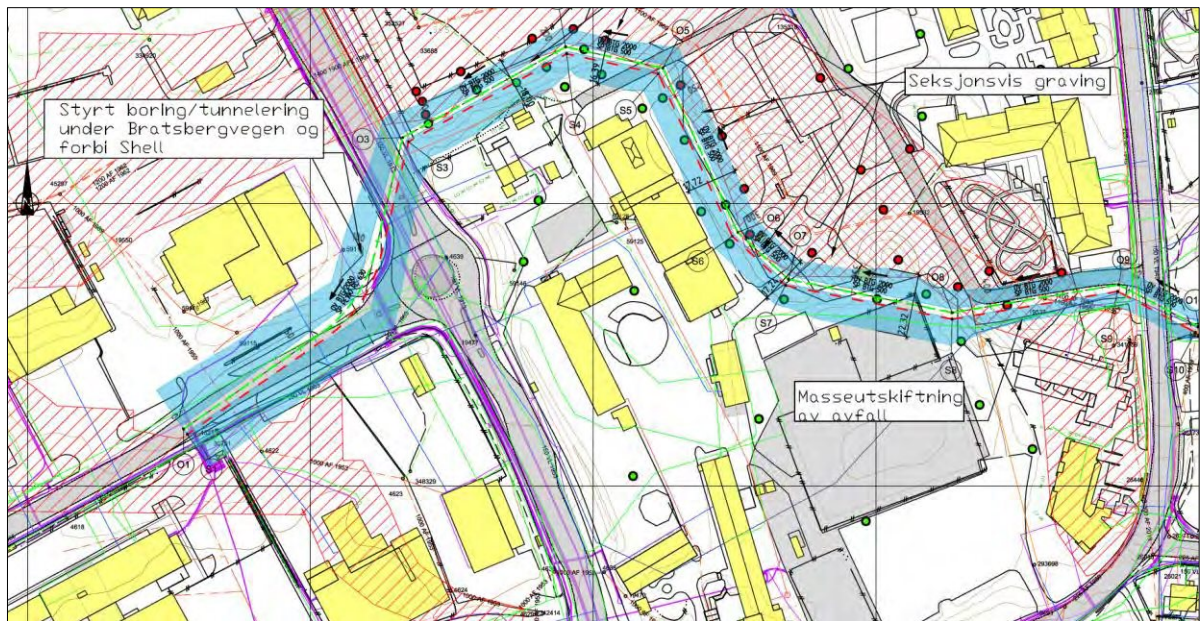
Alle traseene tar utgangspunkt i samme start og slutthøyde, se kapittel 2.2.

3.1 Lukket løsning

Dersom bekken skal gå i rør, vil bredden på grøftebunnen bli 4,4 m. Ledningene legges på samme nivå for å redusere grøftedybden. For alternativene der grøfta er 6 m meter dyp, vil en 0,5 meter heving av traseen føre til redusert beslaglagt areal: $1,5 \text{ m}^2/\text{m}$. Å senke traseen med 0,5 meter vil derimot føre til økning i beslaglagt areal med $5 \text{ m}^3/\text{m}$ på grunn av slakere graveskråninger ved dybder over 6 m.

Det er en forutsetning at det skal kunne graves ned på vann- og avløpsledninger i ettertid for å kunne utføre nødvendige reparasjoner. Da trenger en tilgang til en bredde tilsvarende grøftebredden for etablering av ledningsgrøfta om det ikke bygges andre spesielle tiltak. Det er vurdert bruk av tosidig spunt med avstivninger for å redusere grøftas bredde, men en vil likevel måtte ha tilgang til den større bredden for senere reparasjoner når det ikke er tid til å spunte. En kan dimensjonere spunten for å stå i jorda over 100 år, men en vil ha utfordringer med å ha materiell til avstivninger lett tilgjengelig.

3.1.1 Alternativ 1.1: Lukket løsning, i kanten av avfallsdeponiet



Figur 6: Alternativ 1, lukket løsning i kanten av avfallsdeponiet. Lyseblått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi basert på miljøgeologiske grunnboringer. Se for øvrig tegning GH001.

Traselengde: 478 m.

Trasebredde: 17-18 meter.

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 4400 m². Herav antatt byggbart areal: 3100 m².

Fra kumgruppe 1 til 3 forutsettes det styrt boring/tunnelering, både på grunn av trafikkavvikling, se kapittel 2.1, samt å unngå å graving nært drivstofftankene tilhørende bensinstasjonen nord for Sluppenvegen.

Fra kumgruppe 3 til kumgruppe 8 går grøfta langs fyllinga, halvveis i opprinnelig terreng, halvveis i avfallsdeponiet. Grøftebunnen etableres på original grunn. Langs denne strekningen er det trær som må hogges for å etablere grøfta.

Grøfteløs teknologi kan vurderes, men avfallsdeponi er ikke egnet for styrt boring, pga uhomogene masser. Tunnelering kan teknisk sett utføres, men det er stor fare for metangass i og nær fyllinga (se miljøgeologisk rapport [7]) Deler av grøfta går over et område man antar ble brukt som våpendeponi under 2. verdenskrig, sikkerheten rundt dette må vurderes spesielt.

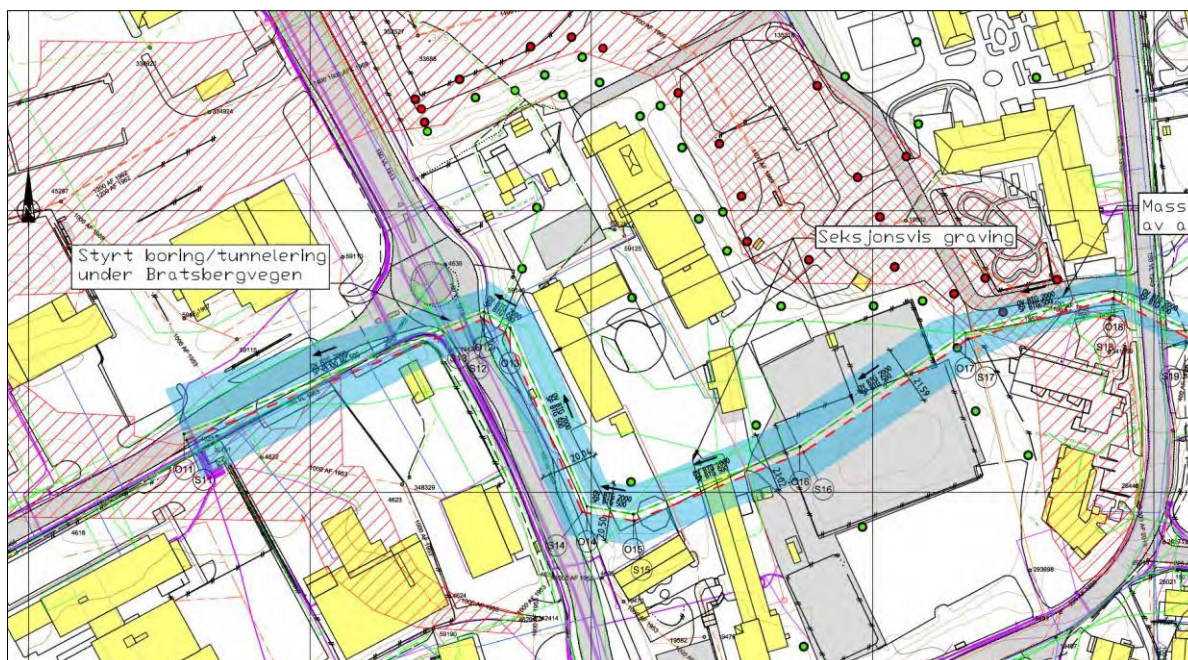
Fra kumgruppe 8 legges traseen tilnærmet likt for alle alternativene, med kryssing av avfallsfyllinga fra kumgruppe 8 til 9 hvor det forutsettes masseutskifting. Fra kumgruppe 9 til 10 krysser traseen Klæbuveien, som må heves ca 70 cm for å få nok overdekking over topp rør.

Fordeler: Ny bygningsmasse får ingen begrensinger sørover.

Ulemper: Ny bygningsmasse får begrensinger nord- og østover.

Dette alternativet er byggbart men har stor økonomisk usikkerhet avhengig av utbredelsen av avfallsdeponiet.

3.1.2 Alternativ 1.2 a: Lukket løsning, nord for gulbygget



Figur 7: Alternativ 2a, lukket løsning nord for gulbygget. Lyseblått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi, basert på boringer gjort av miljøgeologer. Se for øvrig tegning GH002.

Traselengde: 434 m

Bredde: ca 21 m

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 4800 m². Herav antatt byggbart areal: 3600 m².

Fra kumgruppe 11 til 12 bør grøftene utføres med gravefrie løsninger både pga trafikale forhold og for å unngå å komme for nær drivstofftanker og anlegg i bakken ved den selvbetjente bensinstasjonen sør for Sluppenvegen. Langs Bratsbergvegen fra kumgruppe 12 til 14 bør det vurderes om traseen skal utføres med styrt boring / tunnelering eller om traseen skal trekkes lenger inn på skoletomta for å unngå graving i vegbanen. Det kan imidlertid være vanskelig å få gode nok fallforhold til styrt boring.

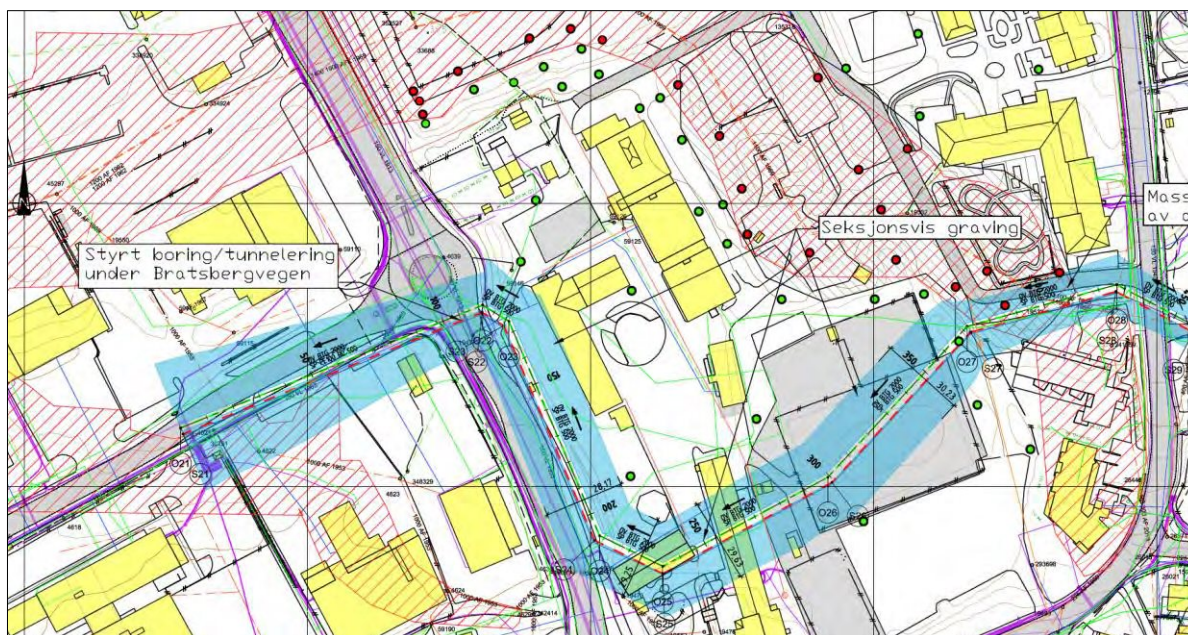
Fra kumgruppe 14 til 16 er graveskråningen 1:1,5 mens terrenget stiger fra kumgruppe 16 til 17, og grøftene kan bli dypere enn 6 meter. Fra kumgruppe 17 til 19 gjelder samme forutsetninger som for Alternativ 1.

Fordeler: Kortere traselengde. Unngår økonomisk usikkerhet knyttet til avfallsdeponiet.

Ulemper: Begrenser byggbart areal i stor grad.

Dette alternativet er byggbart, men setter begrensninger på skolebyggenes utstrekning sørover.

3.1.3 Alternativ 1.2 b: Lukket løsning, flytting/riving av gulbygget



Figur 8: Alternativ 2b, lukket løsning som forutsetter flytting eller riving av gulbygget. Lyseblått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi, basert på boringer gjort av miljøgeologer. Se for øvrig tegning GH003

Traselengde: 460 m

Bredde grøft ca 30 meter.

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 7400 m². Herav antatt byggbart areal: 4600 m².

Fra kumgruppe 21 til 23 bør grøftene utføres med gravefrie løsninger både pga trafikale forhold og for å unngå å komme for nær drivstofftanker og anlegg i bekken ved den selvbetjente bensinstasjonen sør for Sluppenvegen. Langs Bratsbergvegen fra kumgruppe 23 til 24 bør det vurderes om traseen skal utføres med styrt boring / tunnelering eller om traseen kan trekkes lenger inn på skoletomta for å unngå graving i vegbanen. Det kan imidlertid være vanskelig å få gode nok fallforhold til styrt boring.

Fra kumgruppe 24 til 27 er graveskråningen 1:1,5, her bør terrenget senkes 30 cm for å unngå at grøftene blir dypere enn 6 meter.

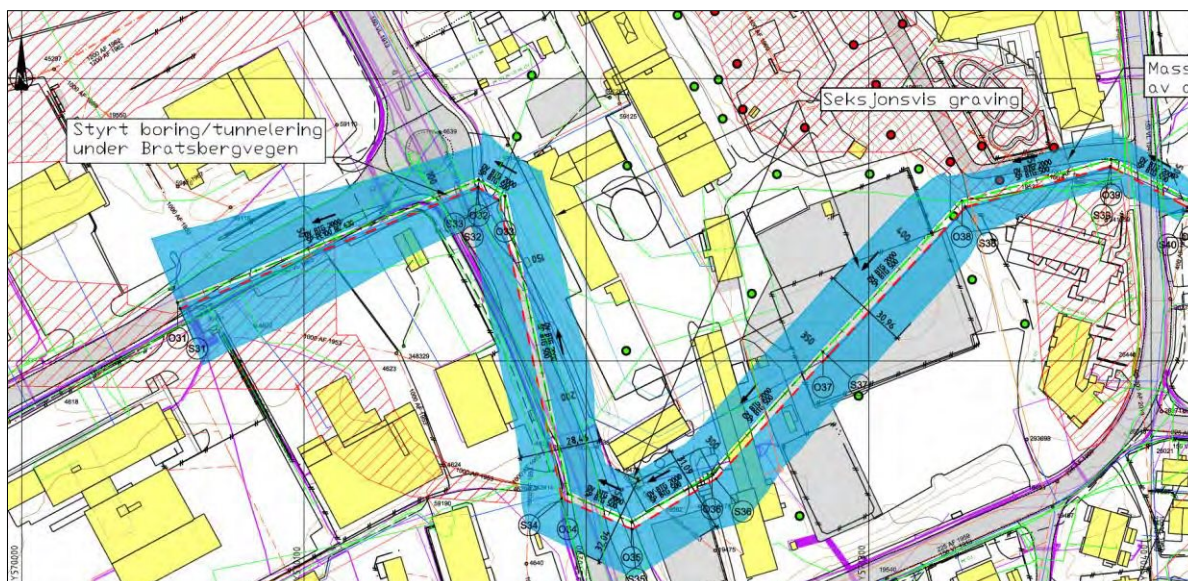
Fra kumgruppe 27 gjelder samme forhold som for trase 1 angående kryssing av avfallsdeponiet.

Fordeler: Kortere traselengde. Unngår økonomisk usikkerhet knyttet til avfallsdeponiet.

Ulemper: Begrenser byggbart areal i noe grad. Gulbygget må flyttes eller rives.

Dette alternativet er byggbart.

3.1.4 Alternativ 1.2c: Lukket løsning sør for gulbygget.



Figur 9: Lukket løsning sør for gulbygget. Lyseblått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi, basert på boringer gjort av miljøgeologer. Se for øvrig tegning GH004

Traselengde: 510 m

Bredde grøft: 32 m sør for gulbygget.

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 9400 m². Herav antatt byggbart areal: 6000 m².

Fra kumgruppe 31 til 33 bør grøftene utføres med gravefrie løsninger både pga trafikale forhold og for å unngå å komme for nær drivstofftanker og anlegg i bakken ved den selvbetjente bensinstasjonen sør for Sluppenvegen. Langs Bratsbergvegen fra kumgruppe 33 til 34 krysser ledningstraseen Bratsbergvegen. Trafikkavvikling både i anleggsfasen, og ved en eventuell senere oppgraving vil være utfordrende. Selve ledningene går noe utenfor reguleringsgrensa, og bygningen med adresse Bratsbergvegen 23 (vaskehall/kontorer for busselskap) berøres av grøfteutslaget. Avvinklingen sør for gulbygget er utfordrende, og man trenger muligens en ekstra kumgruppe for å oppfylle kommunens krav til avvinkling for ledninger av aktuell dimensjon. Kumgruppe 36 blir liggende i skråningen opp mot gymsalbygget (i dagens amfi), og grøfteutslaget går flere meter inn i dagens gymsalbygning. Grøftedybden ligger på omtrent 7 meter, og grøfteskråningene er derfor tegnet med helning 1:2.

Ulemper: Grøfta blir så dyp at grøfteutslagene berører enten gulbygget eller gymsalbygget. Avvinkling rundt gulbygget er utfordrende, og fører til at ledningene må legges langt ut i Bratsbergvegen.

Fordeler: Kan unngå flytting eller riving av gulbygget

Ulemper: Lang trase. Hydraulisk uheldig avvinkling. Uheldig traseplassering i forhold til Bratsbergvegen (fv 885).

Dette alternativet anbefales ikke.

3.1.5 Alternativ 1.3: Lukket løsning, langs Klæbuvegen – ikke byggbart alternativ

Dette alternativet er ikke vurdert eller detaljert videre på grunn av følgende årsaker:

- Dybde på grøfter.
- Lite fall for VA-ledningene.
- Beliggenhet i forhold til Hoeggen kvikkleiresone.

I horisontalplanet framstod dette som et attraktivt alternativ, fordi ledningene kunne legges i tomtegrensa langs vegen, og slik unngå ulempene med både traseføring langs avfallsdeponiet i alternativ 1 og gjennom skoletomta i alternativ 2. Men på grunn av at Klæbuvegen og terrenget sørover ligger høyere enn både start og slutt for aktuell ledningstrase, vil grøftene på det meste bli 10 meter dype. Selv om gang- og sykkelvegen langs Klæbuvegen kunne senkes, vil ikke en slik endring av terrenget gi noe merkbart mindre grøftedybde, og grøfteutslaget ved konvensjonell graving vil berøre bebyggelsen på sørsiden av Klæbuveien.

Generelt bør VA-ledninger legges med 10 ‰ fall, mens det kan tillates mindre fall for ledninger med stort tilrenningsområde, ned til under 5 ‰. På denne traseen blir fallet ca 6,7 ‰, Styrt boring er utelukket da dette krever ca 15 ‰ fall .

På grunn av grøftenes dybde, er dette trasevalget spesielt uheldig med tanke på nærheten til Hoeggen kvikkleiresone. Trasealternativet tangerer kvikkleiresonen i nedre kant. En ønsker generelt ikke å grave dype grøfter i slike områder. I verste fall kan graveaktivitet nær kvikkleiresoner, og særlig i nedre kant, utløse kvikkleireskred som brer seg bakover til hele sonen er rast ut.

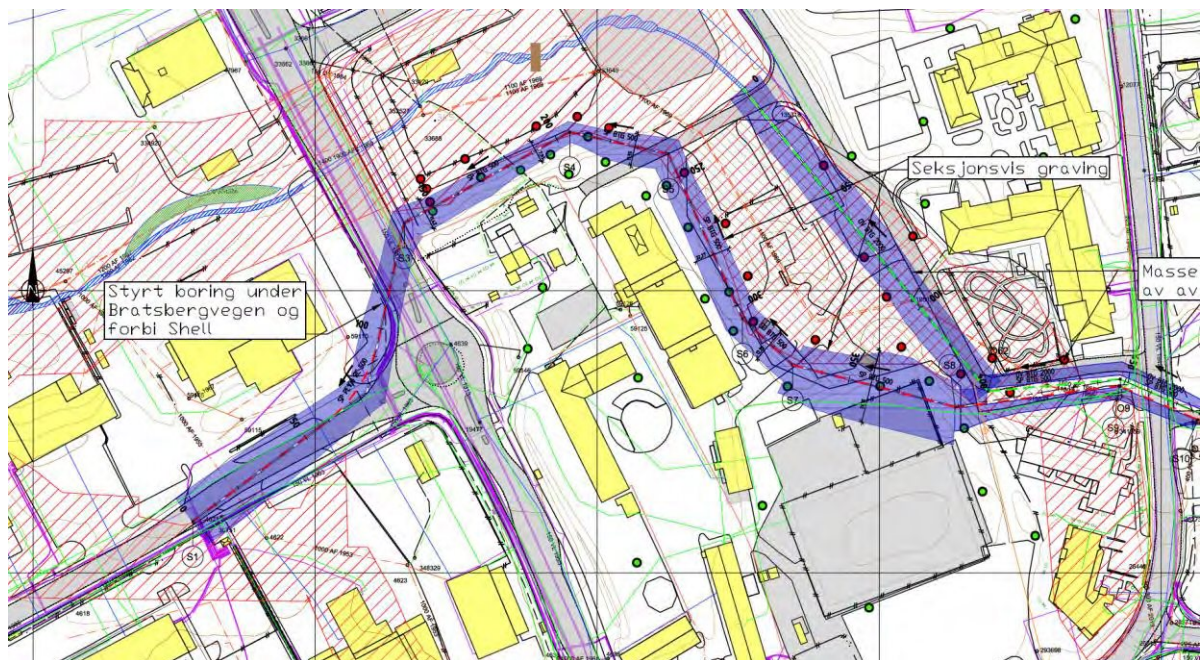
Dette trasealternivet frarådes.

3.2 Åpen løsning

Ved en åpen løsning for bekken øst og nord for skoletomta vil grøftebunn for spillvannsledningen bli 1,2 meter bred.

Fra kum O12 vil overvannsledningen gå i fyllingas østre kant i henhold til forprosjekt Fredlybekken, og deretter vil overvannet gå i åpen bekk i nordre kant av fyllinga.

3.2.1 Alternativ 2.1: Åpen løsning, spillvannsledning i kanten av avfallsdeponiet.



Figur 10: Åpen løsning, spillvannsledning i kanten av avfallsdeponiet. Blått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi, basert på boringer gjort av miljøgeologer. Se for øvrig tegning GH005.

Traselengde: 480 m

Grøftebredde: ca 12 m, men opptil 26 m mellom kumgruppe S7 og S8 pga høydedrag.

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 3600 m². Herav antatt byggbart areal: 2000 m².

Fra kumgruppe 1 til 3 forutsettes det styrt boring/tunnelering, både på grunn av trafikkavvikling, se 2.1, samt å unngå å graving nært drivstofftankene tilhørende bensinstasjonen nord for Sluppenvegen.

Fra kumgruppe 3 til kumgruppe 8 går grøfta langs fyllinga, halvveis i opprinnelig terreng, halvveis i avfallsdeponiet. Grøftebunn etableres på original grunn. Langs denne strekningen er det trær som må hogges for å etablere grøfta.

Grøfteløs teknologi kan vurderes, men avfallsdeponi er ikke egnet for styrt boring, på grunn av at massene er uhomogene. Deler av grøfta går over et område man antar ble brukt som våpendeponi under 2. verdenskrig, sikkerheten rundt dette må vurderes spesielt dersom man velger grøfteløs teknologi.

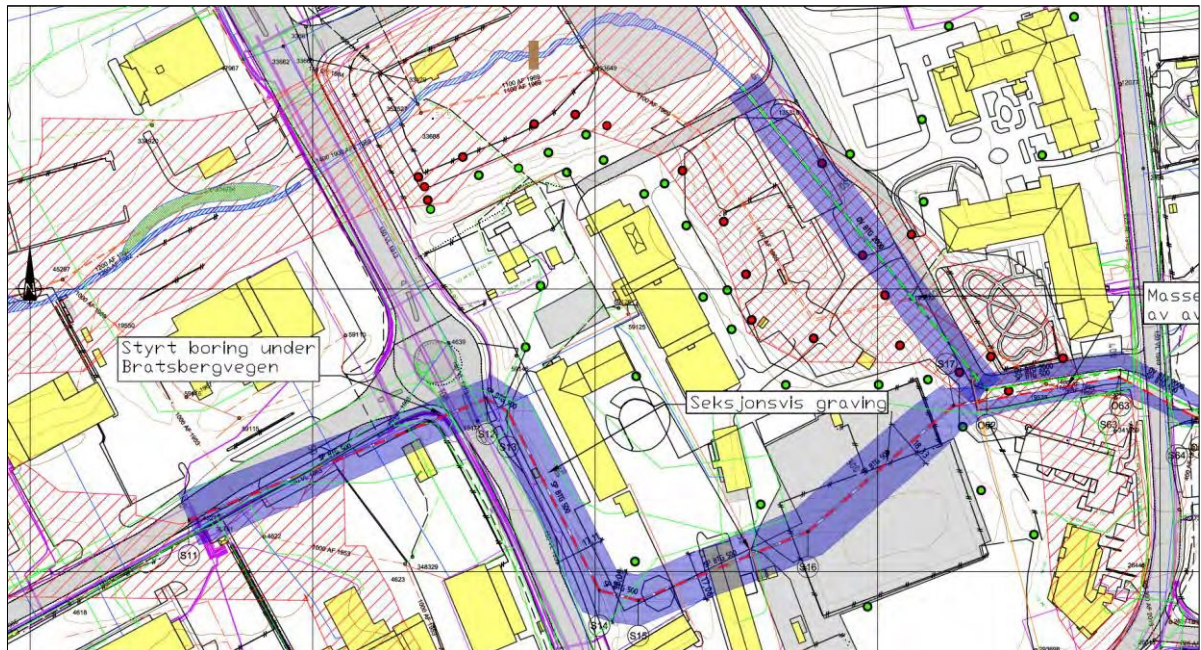
Fra kumgruppe 8 legges traseen tilnærmet likt for alle alternativene, med kryssing av avfallsfyllinga fra kumgruppe 8 til 9 hvor det forutsettes masseutskiftning. Fra kumgruppe 9 til 10 krysser traseen Klæbuveien, som må heves ca 70 cm for å få nok overdekking over topp rør.

Fordeler: Ny bygningsmasse får ingen begrensinger sørover.

Ulemper: Ny bygningsmasse får begrensinger østover.

Dette alternativet er byggbart, men har noe økonomisk usikkerhet avhengig av utbredelsen av avfallsdeponiet.

3.2.2 Alternativ 2.2a: Åpen løsning, spillvansledning nord for gulbygget.



Figur 11: Åpen løsning, spillvansledning nord for gulbygget. Blått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi, basert på boringer gjort av miljøgeologer. Se for øvrig tegning GH006.

Traselengde 433 m

Grøftebredden: 17-18 meter.

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 3800 m². Herav antatt byggbart areal: 3100 m².

Fra kumgruppe 11 til 12 bør grøftene utføres med gravefrie løsninger både pga trafikale forhold og for å unngå å komme for nær drivstofftanker og anlegg i bakken ved den selvbetjente bensinstasjonen sør for Sluppenvegen. Langs Bratsbergvegen fra 12 til 14 bør det vurderes om traseen må utføres med styrt boring / tunnelering eller om traseen skal trekkes lenger inn på skoletomta for å unngå graving i vegbanen. Det kan imidlertid være vanskelig å få gode nok fallforhold til styrt boring.

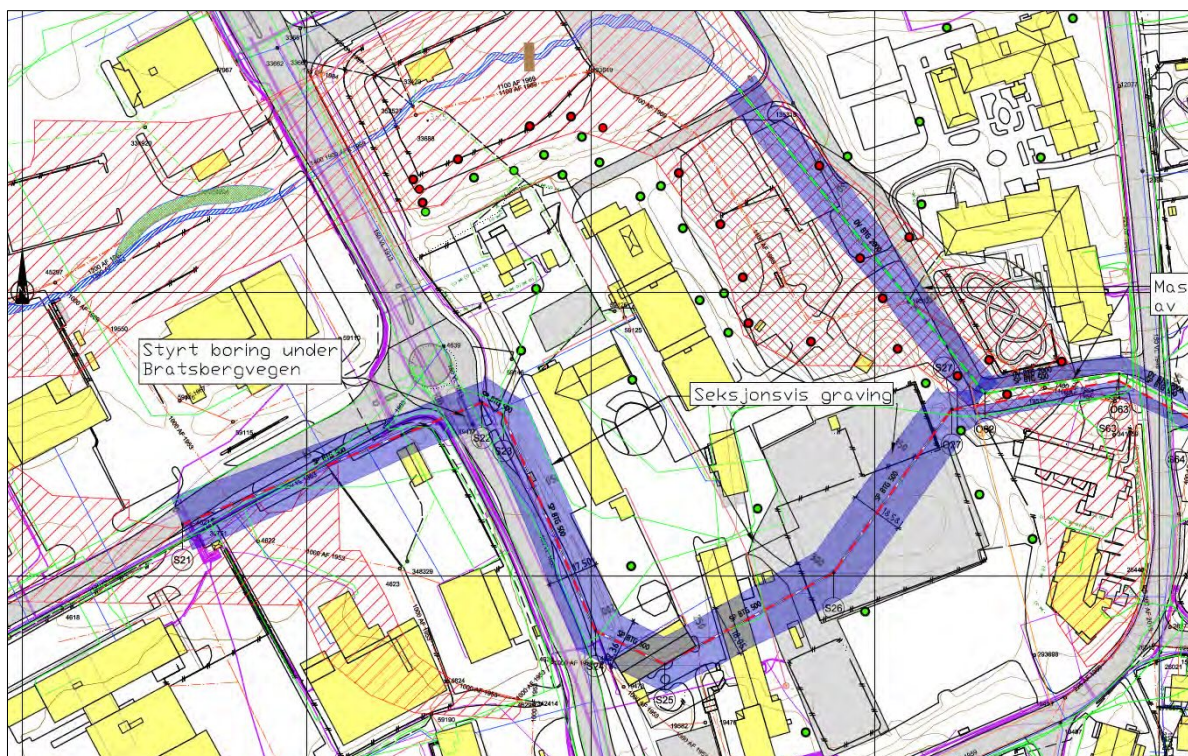
Fra 14 til 16 er graveskråningen 1:1,5 mens fra 16 til 17 stiger terrenget, og grøftene kan bli dypere enn 6 meter. Fra 17 til 19 gjelder samme forutsetninger som for Alternativ 1.

Fordeler: Korteste trase. Unngår økonomisk usikkerhet knyttet til avfallsdeponiet.

Ulemper: Ny bygningsmasse får begrensinger sørover.

Dette alternativet kan bygges, men setter begrensinger på skolebyggenes utstrekning sørover.

3.2.3 Alternativ 2.2b: Åpen løsning, flytting/riving av gulbygget



Figur 12: Åpen løsning, flytting / riving av gulbygget. Blått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi, basert på boringer gjort av miljøgeologer. Se for øvrig tegning GH007.

Traselengde: 463 m.

Grøftebredde langs Bratsbergvegen: 17-18 meter.

Grøftebredde ved gulbygget: ca 27m.

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 4400 m². Herav antatt byggbart areal: 3400 m².

Fra kumgruppe 21 til 23 bør grøftene utføres med gravefrie løsninger både pga trafikale forhold og for å unngå å komme for nær drivstofftanker og anlegg i bekken ved den selvbetjente bensinstasjonen sør for Sluppenvegen. Langs Bratsbergvegen fra 23 til 24 bør det vurderes om traseen må utføres med styrt boring eller om traseen skal trekkes lenger inn på skoletomta for å unngå graving i vegbanen. Det kan imidlertid være vanskelig å få gode nok fallforhold til styrt boring.

Fra 24 til 27 er graveskråningen 1:1,5, her bør terrenget senkes 30 cm for å unngå at grøftene blir dypere enn 6 meter.

Fra kumgruppe 27 gjelder samme forhold som for trase 1 angående kryssing av avfallsdeponi.

Fordeler: Korteste trase. Unngår økonomisk usikkerhet knyttet til avfallsdeponiet.

Ulemper: Ny bygningsmasse får begrensinger sørover. Gulbygget må rives eller flyttes.

Dette alternativet kan bygges, men setter begrensinger på skolebyggenes utstrekning sørover.

3.2.4 Alternativ 2.2c: Spillvannsledning sør for gulbygget



Figur 13: Alternativ 2c: Trase sør for gulbygget. Blått viser beslaglagt areal for VA-grøft. Rød skravur viser antatt utstrekning av avfallsdeponi, basert på boringer gjort av miljøgeologer. Se for øvrig tegning GH008.

Traselengde: 476 m.

Grøftebredde langs Bratsbergvegen: 17 m.

Grøftebredde sør for gulbygget: ca 28 m.

Omtrentlig areal som må avsettes til grøft: 7200 m². Herav antatt byggbart areal: 3800 m².

Det forutsettes styrt boring fra S31 til S32. Langs Bratsbergvegen fra 33 til 34 krysser ledningstraseen Bratsbergvegen på skrå, som er lite heldig, og trolig ikke godkjennes av vegvesenet. Fordi ledningstraseen er mindre bred enn ved lukket løsning, ligger ledningen innenfor reguleringsgrensa og vil ikke berøre eksisterende bebyggelse. Fra S32 til S 34 graves det med graveskråning 1:1,5, forutsatt seksjonsvis graving. Fra S34 til S38 ligger grøftedybden på omtrent 7 meter, og grøfteutslagene er derfor tegnet med 1:2. S36 blir liggende i skråningen opp mot gymsalbygget (i dagens amfi), og grøfteutslaget berører dagens gymsalbygning. Fra S38 til S64 forutsettes det masseutskifting av avfallsdeponiet.

Dette trasevalget vil fungere bedre for spillvannsgrøfta enn for grøfta med både spillvann og overvann, men det er det minst gunstige valget for åpen løsning.

Fordeler: Unngår økonomisk usikkerhet knyttet til avfallsdeponiet.

Ulemper: Lang trase. Hydraulisk uheldig avvinkling. Uheldig traseplassering i forhold til Bratsbergvegen (fv 885).

Dette alternativet anbefales ikke.

4 Oppsummering og anbefalinger

4.1 Lukket løsning

Tabell 1: oppsummering av alternativene for lukket løsning.

Alternativ	Lengde	Arealbeslag	Fordeler	Ulemper	Byggbart
1.1, i kanten av avfallsdeponi	478 m	Byggbart: 3100 m ² Totalt: 4400m ²	Begrenser byggbart areal i liten grad	Stor økonomisk risiko på grunn av usikkerhet om avfallsdeponiets utstrekning under bakken. Behov for miljøgeologiske grunnboringer til original grunn for å minimere denne risikoen. Store graveskrånninger ved vegetasjon som ønskes bevart. Risiko for å påtreffe våpen ved tunnelering.	Ja
1.2a – nord for gulbygget	433 m	Byggbart: 3600 m ² Totalt: 4800 m ²	Korteste trase, beste fall. Færrest avvinklinger.	Begrenser byggbart areal i stor grad. Begrenser byggbart areal i noe grad.	Ja
1.2b - gulbygget	458 m	Byggbart: 4600 m ² Totalt: 7400 m ²	Nest korteste trase, nest beste fallforhold.	Gulbygget må flyttes eller rives.	Ja
1.2 c – sør for gulbygget	509 m	(Byggbart: 6000 m ² Totalt: 9400 m ²)		Lang trase. Hydraulisk uheldig avvinkling rundt gulbygget. Uheldig traseplassering i forhold til fv 885, Bratsbergvegen.	Nei
1.3 i Klæbuveien	532 m			Kvikkleiresone og avfalldeponi. Grøfteutslag kommer i konflikt med eksisterende bebyggelse.	Nei

4.2 Åpen løsning

Tabell 2: Oppsummering over alternativene med åpen bekk.

Alternativ	Lengde	Arealbeslag	Fordeler	Ulemper	Byggbart
2.1, i kanten av avfallsdeponi	478 m	Byggbart: 2000 m ² Totalt: 3600 m ²	Begrenser byggbart areal i liten grad	Økonomisk risiko. Behov for miljøgeologiske grunnboringer til original grunn for å minimere denne risikoen. Store graveskrånninger ved vegetasjon som ønskes bevart. Usikkert om styrt boring kan utføres i avfallsmasser/våpendeponi.	Ja
2.2a – nord for gulbygget	433 m	Byggbart: 3100 m ² Totalt: 3800 m ²	Korteste trase, beste fall. Færrest avvinklinger.	Begrenser byggbart areal i stor grad.	Ja
2.2b - gulbygget	458 m	Byggbart: 3400 m ² Totalt: 4400 m ²	Nest korteste trase, nest beste fallforhold.	Gulbygget må flyttes eller rives. Begrenser byggbart areal i noe grad.	Ja
2.2 c – sør for gulbygget	509 m	Byggbart: 3800 m ² Totalt: 7200 m ²		Lang trase. Hydraulisk uheldig avvinkling rundt gulbygget. Uheldig traseplassering i forhold til fv 885, Bratsbergvegen.	Trolig
2.3 i Klæbuveien	532 m			Kvikkleiresone og avfalldeponi. Grøfteutslag kommer i konflikt med eksisterende bebyggelse.	Nei

4.3 Vurdering og konklusjon

Alternativ 1 nord for skolen i avfallsdeponiet kan anbefales for spillvannsgrøft, dersom bekken åpnes. Økonomisk risiko dersom traseen er lagt for langt ut i fyllinga kan minimeres ved å utføre flere boringer i forkant. For lukket løsning vil denne løsningen kreve mer areal, da grøftebunn blir 4,4 m bred (tre ganger så bred som for spillvannsledningen).

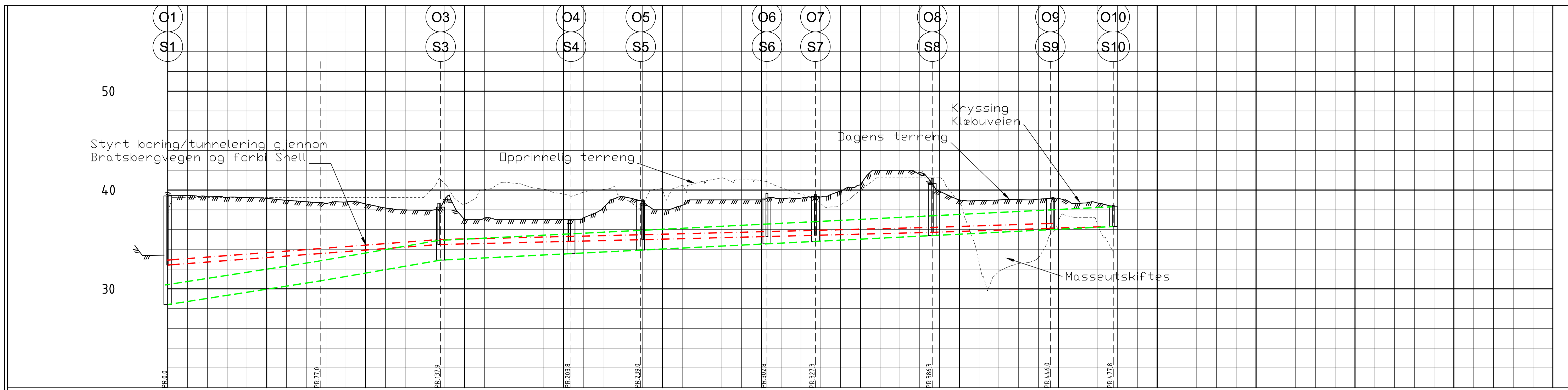
Alternativ 2a nord for gulbygget er den korteste traseen, og kan anbefales for både åpen og lukket løsning. Dersom gulbygget flyttes eller rives, kan alternativ 2 b, eller en variant av 2 a og 2 b bygges.

2c anbefales ikke på grunn av lengre trase, dypere grøfter og meget uheldig hydraulisk avvinkling. Trafikkavvikling i byggetida vil bli utfordrende.

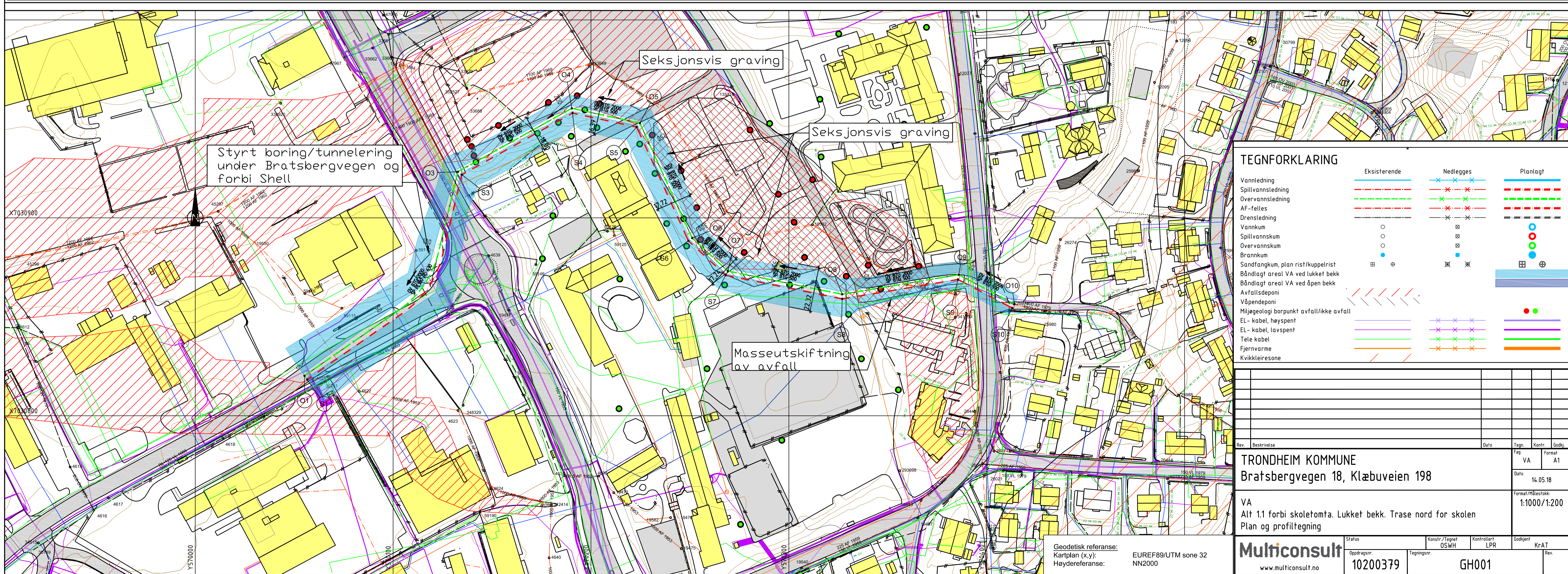
Alternativ 3, ledningstraseen langs Klæbuveien, ble ikke detaljert da det tidlig ble klart at grøftedybden og nærføring langs Hoeggen kvikkleiresone ikke er byggbart.]

5 Referanser

- [1] 415223-RIVA-NOT-001-Spillvannstraséer Nidarvoll skole. Multiconsult rapport 2013.
- [2] Skolebygninger i Trondheim. Tilgjengelig fra <https://www.trondheim.kommune.no/byantikvaren/skoleanlegg/>, 05.12.2017.
- [3] Fredlybekken lukket løsning. Forprosjekt spillvann og overvann. Strekning Bratsbergvegen – Nidelva. Vianova rapport, foreløpig pr 30.06.2017.
- [4] <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/>
- [5] 415223-TVF-RAP-002 Forprosjekt Fredlybekken. Vannkvalitet. Multiconsultrapport, 2013.
- [6] 10204076-RIVA-NOT-001 Fredlybekken øvre del, lukket løsning. Vannkvalitet. Multiconsult notat, 2018.
- [7] 10200379-RIGm-RAP-001_00 Nidarvoll skole, Trondheim. Miljøgeologisk rapport. Multiconsult rapport, 2018.
- [8] r413910-1 Nidarvoll og Sunnland reguleringsplan, Multiconsult rapport, 2011.



PROFIL NR.	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700																																												
TERRENG H./TOPP VEGDEKKE	39.40	39.45	39.37	39.26	39.24	39.17	38.96	38.81	38.65	38.80	38.59	38.18	37.98	37.93	39.05	37.06	37.16	37.00	37.00	37.00	37.00	37.17	38.21	39.31	38.80	38.00	38.44	39.00	39.00	39.00	39.00	39.10	39.18	39.30	39.91	40.54	42.00	42.00	4.156	39.87	39.00	38.93	38.99	39.03	39.07	39.16	38.65	38.68	38.56										
Hor. vinkelpunktavstand i m				77.0		60.8		65.9		35.2		37.0		63.8		24.5		59.1		59.7		61.0		31.8		30.5		5.9		36.3		36.31																											
Spillvannledning	Kumavstand i m			77.0		59.9		66.0		37.0		62.8		24.5		59.1		61.0		31.8		30.5		5.9		36.3		36.31																															
	Fall i ‰			15.0		15.0		5.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0																															
Overvannledning	Kote innv. bunn	32.41				33.57		34.49		34.80		34.98		35.29		35.42		35.72		36.13		36.31		36.31																																			
	Type og dim	630 PE100 RC			500Betong															2000Betong			2000Betong			2000Betong																																	
Overvannledning	Kumavstand i m			77.0		60.8		65.9		35.2		63.8		24.5		59.1		61.0		31.8		30.5		5.9		36.3		36.31																															
	Fall i ‰			31.1		34.6		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0		10.0																															
Kote innv. bunn	28.41			30.80		32.91		33.57		33.92		34.56		34.80		35.39		35.99		36.31		36.31		36.31																																			
Type og dim	2000Betong tunneleringsrør															2000Betong			2000Betong																																								

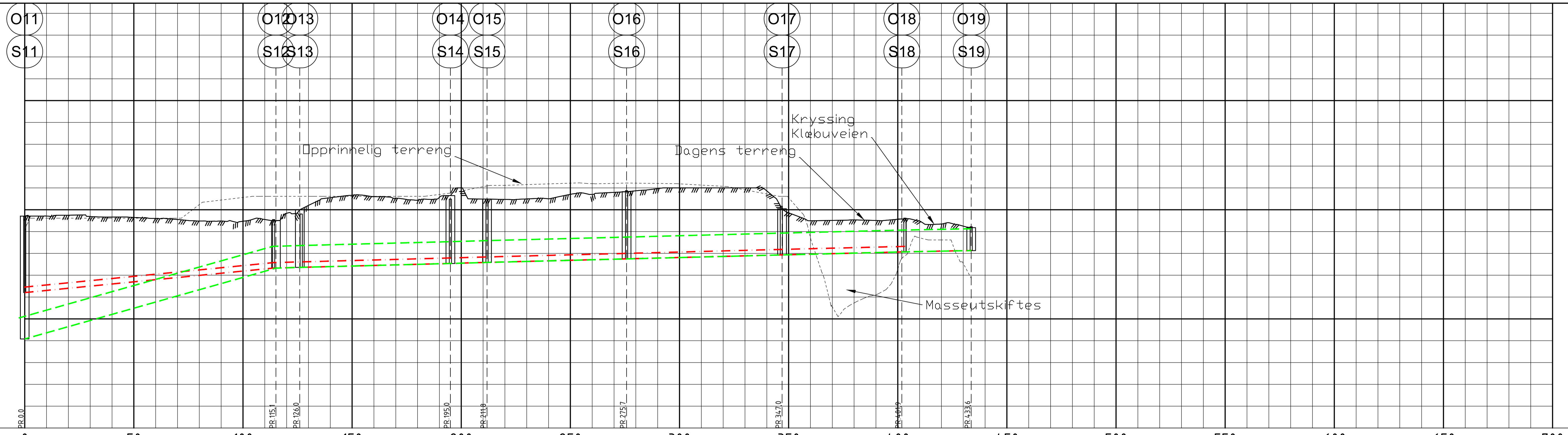


TEGNFORKLARING

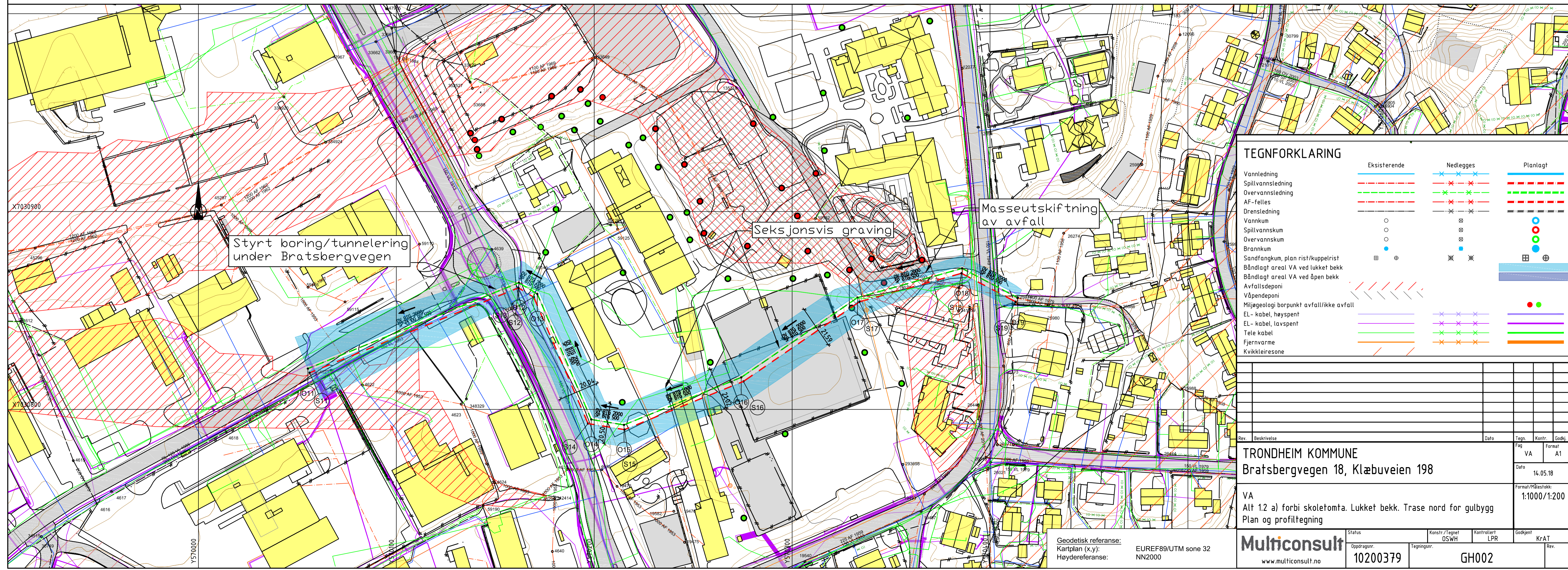
	Eksisterende	Nedlegges	Planlagt
Vannledning			
Spillvannledning			
Overvannledning			
AF-felles			
Drensløsing			
Vannkum			
Spillvannkum			
Overvannkum			
Brannkum			
Sandfangkum, plan rist/kuppløst			
Båndlagt areal VA ved lukket bekk			
Båndlagt areal VA ved åpen bekk			
Avfallsdeponi			
Våpenderoni			
Miljøgeologi borpunkt avfall/ikke avfall			
EL-kabel, høyspent			
EL-kabel, lavspenn			
Telekabel			
Fjernvarme			
Kvikkleiresone			

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godt.
TRONDHEIM KOMMUNE					
Bratsbergvegen 18, Klæbuveien 198					
VA		Alt 1.1 forbi skoletoma. Lukket bekk. Trase nord for skolen		Plan og profiltegn	
Geodetisk referanse: Kartplan (x,y): Høyderef: NN2000		EUREF89/UTM sone 32 NN2000		Status: Oppdragsnr.: 10200379	
Konstr./Tegnet: OSWH		Kontrollert: LPR		Godkjent: KrAT	
www.multiconsult.no		Tegningsnr.: GH001		Rev.:	
		Dato: 14.05.18		Formål/HBested: 1:1000/1:200	

2_a_nord
for gulbygg



PROFIL NR.	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700																																
Grunneier																																															
Markslag																																															
Grunnforhold																																															
TERRENG H/TOPP VEGDEKKE	39.41	39.42	39.50	39.38	39.33	39.29	39.19	39.11	38.26	38.76	38.95	39.10	39.68	40.40	41.10	41.33	41.70	41.05	40.88	41.14	42.00	40.98	40.95	40.99	41.00	41.41	41.41	41.59	41.74	41.94	42.00	42.00	42.00	41.73	39.72	38.99	39.02	39.07	39.01	39.12	38.97	38.69	38.50	38.36			
Hor. vinkelpunktavstand i m			115,1			10,9			69,0				16,8			63,9						16,8			63,9						71,2								54,9					31,8			
Fall i ‰			19,7			7,2			5,1				5,2			5,0						5,2			5,1						5,1								5,0					4,0			
Spillvannsledning	Kumavstand i m					34,66							35,08									35,18								35,86												36,14			36,26		
	Kote innv. bunn	32,41																																													
	Type og dim					630 PE100 RC							500 Betong																																		
Overvannsledning	Kumavstand i m					10,9			69,0				16,8			63,9						16,8			63,9						71,2												31,8				
	Fall i ‰					6,1			5,2				5,8			5,1						5,8			5,1						5,1												3,9				
	Kote innv. bunn	28,16				34,65			34,72				35,07			35,17						35,27									35,86												36,13			36,26	
Type og dim					2000 Betong tunneleringsrør							2000 Betong																																			



TEGNFORKLARING

	Eksisterende	Nedlegges	Planlagt
Vannledning	—	—	—
Spillvannsledning	—	—	—
Overvannsledning	—	—	—
AF-felles	—	—	—
Drenledning	—	—	—
Vannkum	○	○	○
Spillvannskum	○	○	○
Overvannskum	○	○	○
Brannkum	○	○	○
Sandfangkum, plan rist/kuppelrist	○	○	○
Båndlagt areal VA ved lukket bekk	—	—	—
Båndlagt areal VA ved åpen bekk	—	—	—
Avfallsdeponi	—	—	—
Våpendeponi	—	—	—
Miljøgeologi borpunkt avfall/ikke avfall	—	—	—
EL-kabel, høyspent	—	—	—
EL-kabel, lavspent	—	—	—
Telekabel	—	—	—
Fjernvarme	—	—	—
Kvikkleiresone	—	—	—

TRONDHEIM KOMMUNE
Bratsbergvegen 18, Kløbuveien 198

VA
Alt 1.2 a) forbi skoletomta. Lukket bekk. Trase nord for gulbygg
Plan og profiltегning

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
			VA	Form	A1
		14.05.18			

Formål/Målestokk: 1:1000/1:200

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	OSWH	LPR	

Geodetisk referanse: Kartplan (x,y): EUREF89/UTM sone 32
Høydereferanse: NN2000

Multiconsult
www.multiconsult.no

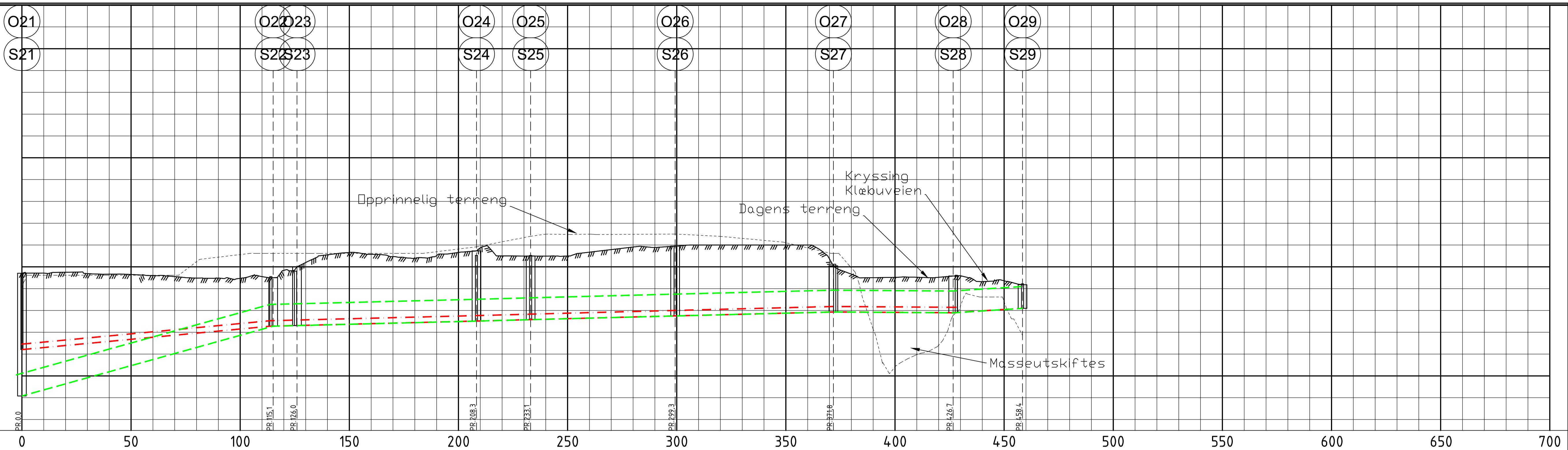
Oppdragsnr.: 10200379 Tegningsnr.: GH002

2_b_gjennom
skolen
60

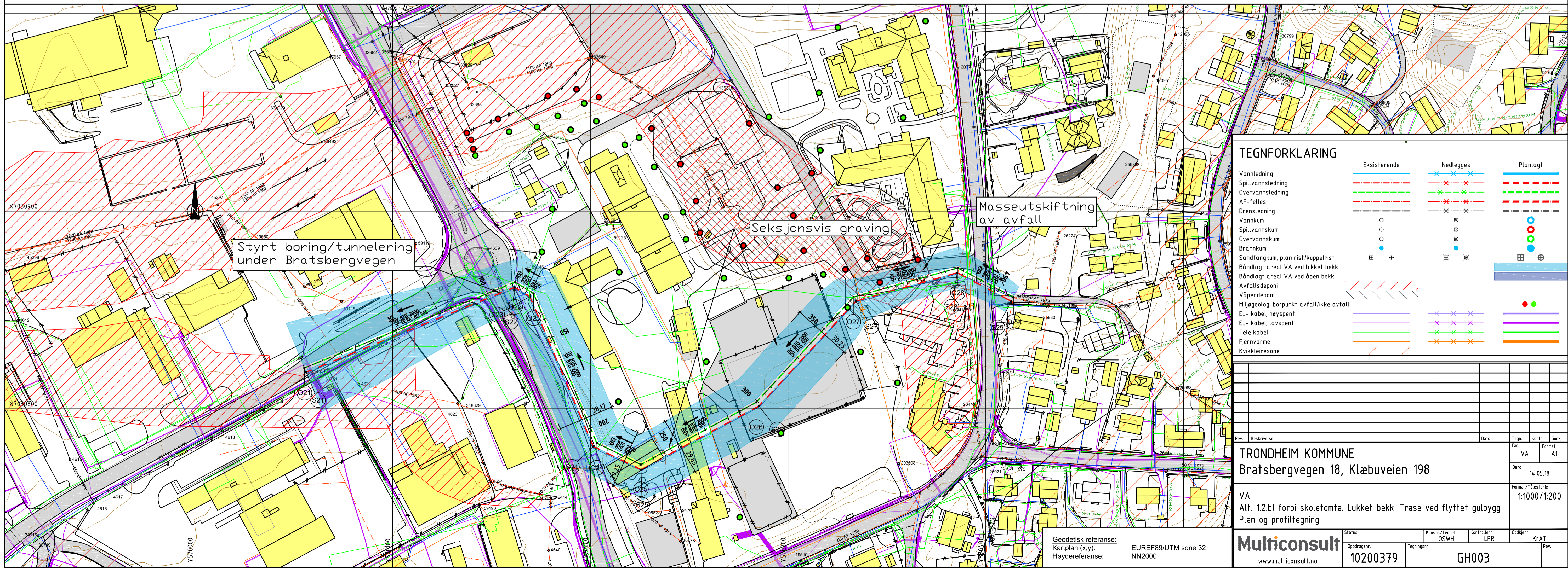
50

40

30



PROFIL NR.	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700																																					
TERRENG H/TOPP VEGDEKKE	39.41	39.42	39.50	39.38	39.33	39.29	39.19	39.11	38.96	38.96	38.95	39.10	39.68	40.39	41.10	41.32	41.14	40.94	40.78	41.02	41.32	41.73	41.00	40.99	40.98	40.99	41.34	41.58	41.82	41.77	41.91	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	40.72	39.33	39.01	39.04	39.04	39.18	38.64	38.72	38.36							
Hor.vinkelpunktavstand i m		115,1			10,9			82,2		24,8			66,2		72,5		54,9		31,8				31,8		30,4			55,7		30,4																						
Kumavstand i m		114,1			11,3			82,9		24,8			66,2		73,1		55,7		30,4				30,4		30,4			55,7		30,4																						
Fall i ‰		18,9			5,9			5,0		5,0			5,0		5,0		-1,4		13,3				13,3		13,3			-1,4																								
Kote innv. bunn					34,56			34,62		35,03			35,16		35,50		35,86		35,79				36,20		36,20			35,86		35,79																						
Type og dim		630 PE100 RC			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong			500Betong		
Overvannsledning					10,9			24,8		66,2			72,5		54,9		31,8					12,9		36,19																												
Fall i ‰		55,6			5,0			5,4		5,1			5,0		-1,4		12,9					12,9		36,19																												
Kote innv. bunn					34,56			34,61		35,02			35,16		35,50		35,86		35,78				36,19		36,19																											
Type og dim		7000Betong tunnelingsrør			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong			7000Betong		



TEGNFORKLARING

	Eksisterende		Nedlegges		Planlagt
	Vannledning		Vannledning		Vannledning
	Spillvannsledning		Spillvannsledning		Spillvannsledning
	Overvannsledning		Overvannsledning		Overvannsledning
	AF-felles		AF-felles		AF-felles
	Drenledning		Drenledning		Drenledning
	Vannkum		Vannkum		Vannkum
	Spillvannskum		Spillvannskum		Spillvannskum
	Overvannskum		Overvannskum		Overvannskum
	Brannkum		Brannkum		Brannkum
	Sandfangkum, plan rist/kuppelrist		Sandfangkum, plan rist/kuppelrist		Sandfangkum, plan rist/kuppelrist
	Båndlagt areal VA ved lukket bekk		Båndlagt areal VA ved lukket bekk		Båndlagt areal VA ved lukket bekk
	Båndlagt areal VA ved åpen bekk		Båndlagt areal VA ved åpen bekk		Båndlagt areal VA ved åpen bekk
	Avfallsdeponi		Avfallsdeponi		Avfallsdeponi
	Våpendeponi		Våpendeponi		Våpendeponi
	Miljøgeologi boringpunkt avfall/ikke avfall		Miljøgeologi boringpunkt avfall/ikke avfall		Miljøgeologi boringpunkt avfall/ikke avfall
	EL-kabel, høyspent		EL-kabel, høyspent		EL-kabel, høyspent
	EL-kabel, lavspenning		EL-kabel, lavspenning		EL-kabel, lavspenning
	Telekabel		Telekabel		Telekabel
	Fjernvarme		Fjernvarme		Fjernvarme
	Kvikkleiresone		Kvikkleiresone		Kvikkleiresone

TRONDHEIM KOMMUNE
Bratsbergvegen 18, Klæbuveien 198

VA
Alt. 12.b) forbi skoletomt. Lukket bekk. Trase ved flyttet gulbygg
Plan og profiltegning

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
1	VA	16.05.18	VA		

Geodetisk referanse: Kartplan (x,y): EUREF89/UTM sone 32
Høyderreferanse: NN2000

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdragsnr.: 10200379
Tegningsnr.: GH003

