

VEDLEGG

Del av områdereguleringsplan for Kristiansholm, Sandvikstorget og Rosegrenden

NEUMANNTOMTEN

- geotekniske vurderinger

NOTAT

OPPDRAAG	Kristiansholm - innledende vurderinger	DOKUMENTKODE	10220831-RIG-NOT-001
EMNE	Geotekniske vurderinger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Kristiansholm AS	OPPDRAAGSLEDER	Svein Arne Haugen
KONTAKTPERSON	Bjørn Nilsen Barstad	SAKSBEHANDLER	Svein Arne Haugen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233011 Geoteknikk Vest

SAMMENDRAG

Kristiansholm AS planlegger utbygging ved Kristiansholm i Bergen kommune. Utbyggingen er planlagt både på eksisterende landareal og på fylling i sjø. Det har tidligere blitt utarbeidet en område-reguleringsplan med illustrasjonsplan for området av Bergen kommune, som har vært til førstegangsbehandling. Nå arbeides det med en ny illustrasjonsplan og som grunnlag for den er Multiconsult Norge AS engasjert for å utføre innledende geotekniske og miljøgeologiske vurderinger av utbyggingen. Foreliggende notat oppsummerer de geotekniske vurderingene.

De geotekniske grunnundersøkelsene på land dekker en relativt liten del av det området som er planlagt utbygd. Der det er utført undersøkelser kan løsmassene deles inn i tre lag. Et øvre lag av fyllmasser med mektighet opptil ca. 5 m over et gytjeholdig lag av antatt gammel sjøbunn med mektighet opptil ca. 3,5 m og et lag av antatt morene med mektighet opptil ca. 5 m over antatt berg.

På sjø er det ut fra totalsonderingene antatt at løsmassene er delt i to lag, et øvre lag med løse til middels faste masser av antatt sand og grus over et nedre lag av faste masser av antatt grus eller morene på berg.

Det antas å være egnede forhold for å legge ut en stabil sprengsteinsfylling. Setningsfri fundamentering krever at bygningene pelefunderes, alternativt er det mulig med dypkomprimering for å redusere setningspotensialet dersom det ønskes direktefundamentering. For å etablere parkeringsgarasje antas det behov for en vanntett støttekonstruksjon. Rørspunt vil være godt egnet til dette.

Vi ser behov for supplerende geotekniske grunnundersøkelser i fire punkter på sjø og 13 punkter på land i denne fasen. Vi vil også anbefale at det blir utført bunnkotekartlegging i området for planlagt utfylling.

00	09.10.2020	Klar for utsendelse	Svein Arne Haugen	Runar Tyssebotn	Svein Arne Haugen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	3
2	Lokalitetsbeskrivelse	3
	2.1 Historikk	4
3	Planlagt utbygging	7
4	Tidligere utførte undersøkelser	8
5	Geoteknisk beskrivelse av grunnforholdene	10
	5.1 På land.....	10
	5.2 På sjø	10
6	Geotekniske vurderinger	10
	6.1 Sikkerhet mot naturpåkjenninger	10
	6.2 Områdestabilitet	11
	6.3 Utfyllingsmetode.....	11
	6.4 Fundamentering.....	13
	6.5 Parkeringsgarasje	14
7	Behov for supplerende geotekniske grunnundersøkelser	14
8	Referanser	15

1 Innledning

Kristiansholm AS, datterselskap av Obos Bbl, planlegger utbygging ved Kristiansholm i Bergen kommune der Neumann Bygg AS holder til i dag. Utbyggingen er planlagt både på eksisterende landareal og på fylling i sjø. I 2017 utarbeidet Norconsult, på oppdrag for Bergen kommune, en områdereguleringsplan med illustrasjonsplan for området. Planen har vært til førstegangsbehandling hos kommunen. Det jobbes nå med en ny illustrasjonsplan for området som medfører at det vil bli en ny førstegangsbehandling. I den forbindelse er Multiconsult Norge AS engasjert for å utføre innledende geotekniske og miljøgeologiske vurderinger av utbyggingen.

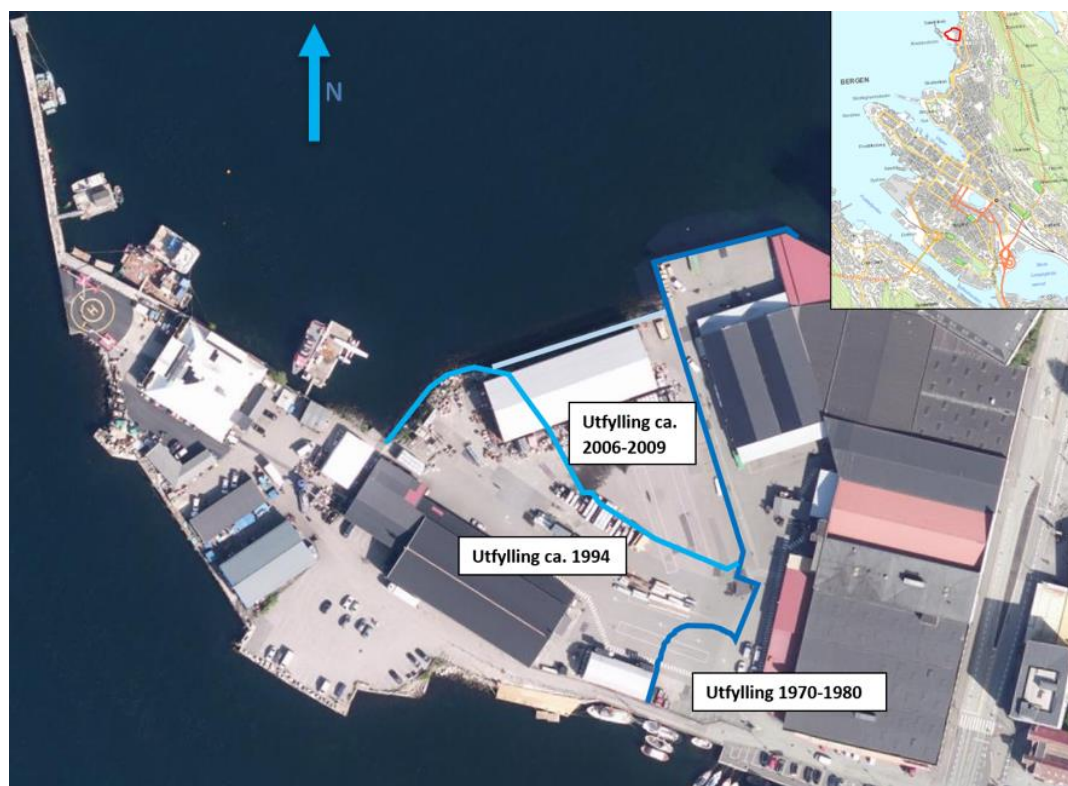
De miljøgeologiske vurderingene er beskrevet i Multiconsult notat 10220831-RIGm-NOT-001. *Kristiansholm - innledende vurderinger. Miljøgeologiske vurderinger*, datert 7. oktober 2020.

Foreliggende notat oppsummerer innledende geotekniske vurderinger for den planlagte utbyggingen.

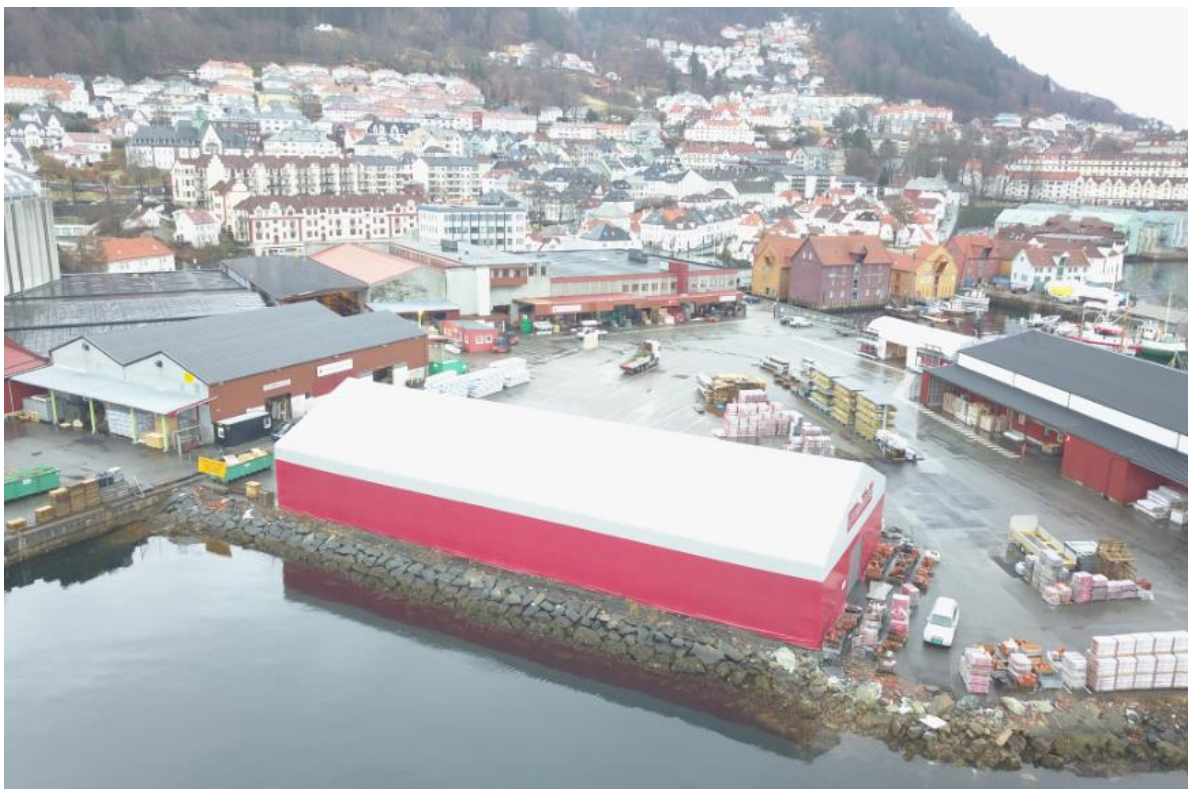
Notatet omfatter ikke vurderinger av grunnforhold eller videre undersøkelser på området som opprinnelig var en holme (dvs. vest for planlagt kanal i planområdet, se Figur 3-2), da utbyggingen på denne delen av planområdet utføres av en annen utbygger (Bergen kommune).

2 Lokalitetsbeskrivelse

Kristiansholm ligger i Sandviken i Bergen kommune, i luftlinje ca. 1,7 km nord for Bergen sentrum. Det aktuelle området ligger vest for Sjøgaten (Fv 585) og rett nord for Sjøflyhavnen. Rett øst for området, på den andre siden av Sjøgaten, ligger bensinstasjonen Shell Express, og i nord holder Bergen Arkitektthøyskole til (Figur 2-1). Området er i dag enten bebygd eller asfaltert. Hele eiendommen er fylt ut i sjø i flere etapper. Dagens bebyggelse benyttes av Neumann Bygg som trelastlager med kontorlokaler og butikk.

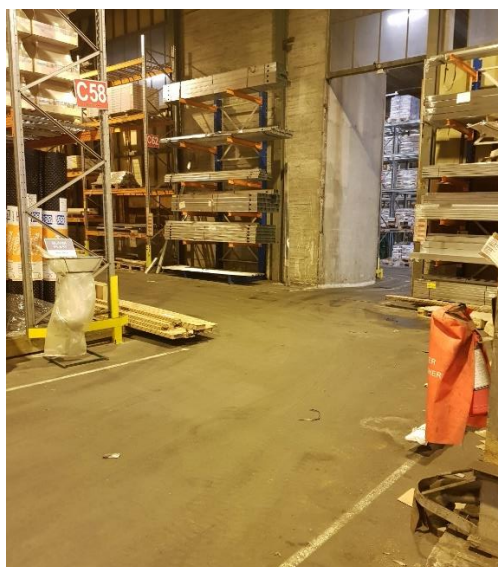


Figur 2-1: På flyfotoet fra 2019 er omtrentlige linjer for den etappevise utfyllingen som har foregått tegnet inn med blå linjer. Linjene er plassert ut fra historiske flyfoto fra www.norgebilder.no. Mørkeblå linje markerer utfyllingskant i perioden 1970 til 1980. Avgrensing av utfylling utført omkring 1994 er markert med lyseblå linje. Den nyeste utfyllingen ble utført i perioden 2006-2009, og er området mellom de to eldre utfyllingene. Kilde: www.norgebilder.no.



Figur 2-2: Dronefoto tatt mot sørøst (Multiconsult 2018-04-09).

Varelageret som ligger langs Sjøgaten er hovedbygningen til Neumann Bygg. Her er det også kontor- og butikklokaler. Inne i varelageret heller den asfalterte terrengoverflaten svakt mot vest. Se bilder i Figur 2-3. Øvrige bygninger i tiltaksområdet er haller og bygninger for lagring av trelast.



Figur 2-3: Foto viser innsiden av lagerbygninger. Gulvet har asfaltdekke. Foto: Silje Marie Vasstein, Multiconsult

2.1 Historikk

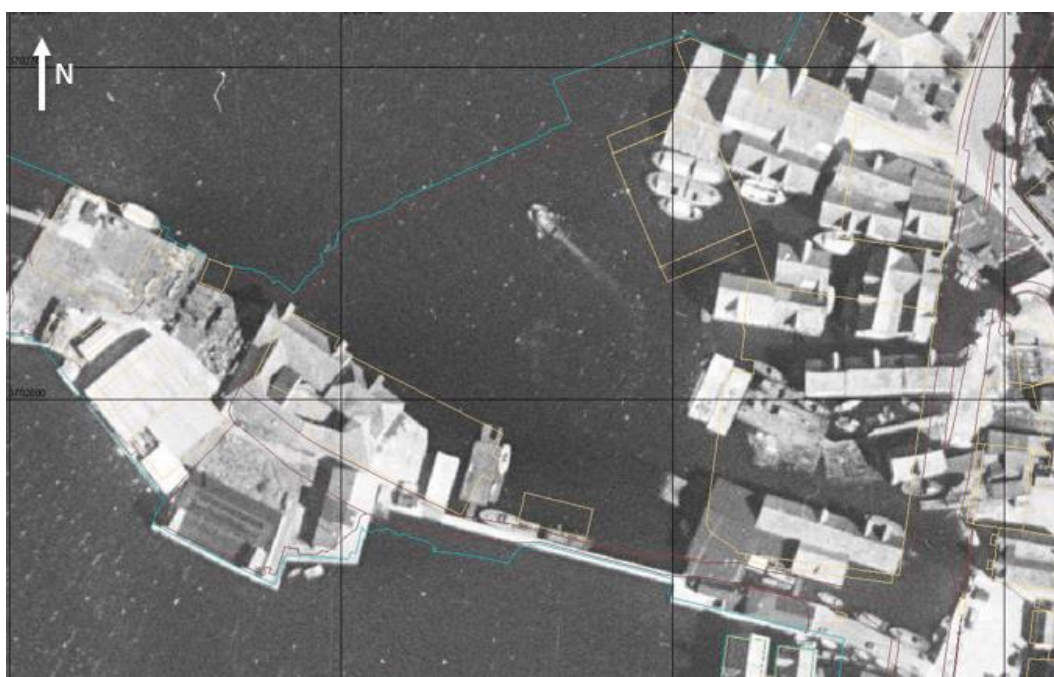
Kristiansholm var opprinnelig en frittliggende holme. Ifølge en rapport fra byantikvaren skal det i 1650-årene ha blitt bygget en befestning på Kristiansholm, som ble lagt ned i 1802 [1]. I etterkant av dette ble det bygget boder på holmen, og på slutten av 1800-tallet var Kristiansholm fullstendig bebygget med tørrfiskboder.

Moloen som vises i Figur 2-4, stod ferdig i 1920 og var på det tidspunktet ikke bundet sammen med Kristiansholm, se bildet i Figur 2-4 [1]. Kristiansholm ble først landfast i 1938 i forbindelse med at en sjøflyplass ble bygget.

Utfyllingen på nordsiden av moloen ble påbegynt i midten av 1950-årene (Figur 2-4). I forbindelse med utfyllingen ble bodene i området gradvis revet, og i dag er det ingen igjen. Av bygninger som ble oppført på de nye arealene var Stormøllen, Neumann sine lagerbygg og bensinstasjonsbygningen øst for Sjøgaten (1964). Siden ca. år 1960 skal Neumann Bygg ha holdt til på området, og benyttet det som trelastlager [1]. I 1970 var bodmiljøet helt borte, sjøen var utfylt og det var laget moderne kaier. Se Figur 2-6 og Figur 2-7.



Figur 2-4: Kristiansholm med molo og sjøflyplass i 1935. Bildet er tatt mot nord-øst og er hentet fra [1].



Figur 2-5: Historisk flyfoto fra 1951. Blå linje markerer dagens kystlinje, mens de gule linjene markerer eksisterende bygninger. Kartdata: www.bergenskart.no.



Figur 2-6: Neuman/arkitektkolen – området i 1960. Bildet er hentet fra [1]. Flyfotoet er tatt mot nord-øst [1].



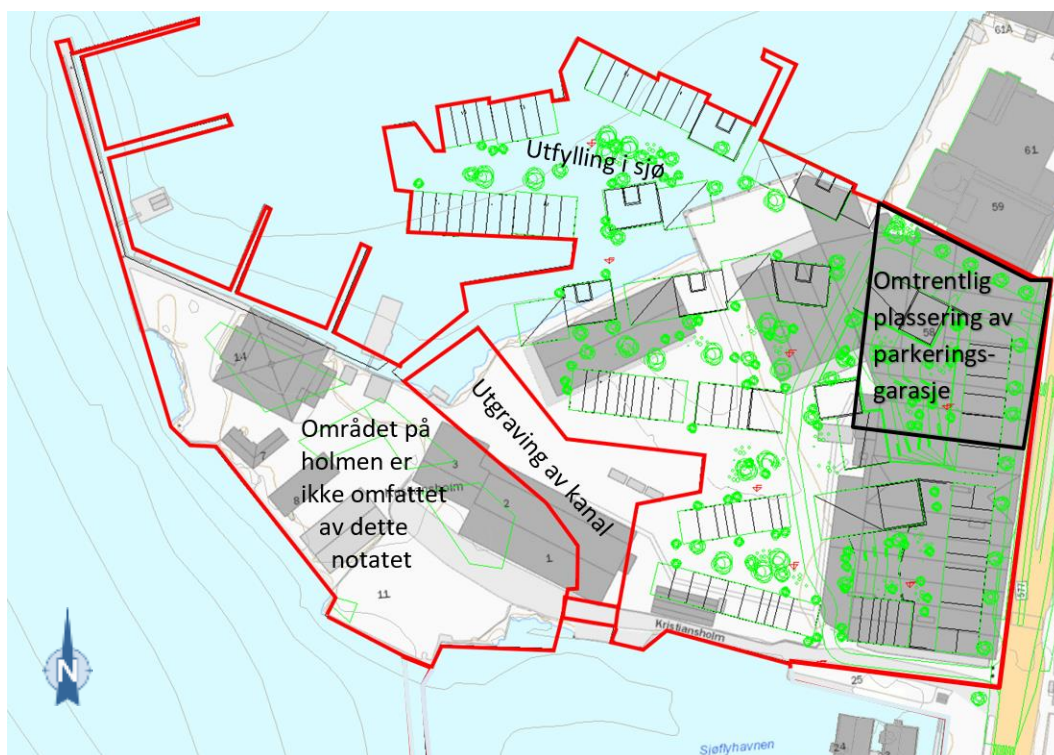
Figur 2-7: Historisk flyfoto fra 1970. Blå linje markerer dagens kystlinje, mens de gule linjene markerer eksisterende bygninger. Flyfotoet viser at det er satt opp nye bygninger lengst nord i undersøkelsesområdet, mot Sjøgaten. Disse bygningene var ikke oppført i 1960. Boder og trebygninger er fjernet, og erstattet med nye moderne bygninger. Rød sirkel i flyfotoet markerer hvor det i 1970 ble gjennomført geotekniske grunnundersøkelser for etablering av tilbygg. Dette området er i dag butikklokale for Neumann Bygg AS. Kartdata: www.bergenskart.no

3 Planlagt utbygging

Det er planlagt en utfylling mot nord for å øke landarealet og utgraving i retning nord-sør for å etablere en kanal som skiller tidligere holme fra land, se plantegning i Figur 3-1. Ute på selve holmen vest for planlagt kanal er det kommunen som står for utbyggingen, men denne utbyggingen er ikke vurdert i dette notatet. På landsiden av planlagt kanal er det planer om ca. 350 leiligheter fordelt på blokker og det er planer om å etablere parkeringsgarasje langs siden mot Sjøgaten.



Figur 3-1: Oversikt over planlagt utbygging mottatt 17. august 2020 fra Lund Hagem Arkitekter AS.



Figur 3-2: Kart over dagens situasjon sammenstilt med oversikt over planlagt utbygging mottatt 17. august 2020 fra Lund Hagem Arkitekter AS. Yttergrense av planlagt utbygging er markert med rødt.

4 Tidligere utførte undersøkelser

En oversikt over relevante tidligere undersøkelser er oppsummert i Tabell 4-1 og er vist på plantegning i Figur 4-1.

Tabell 4-1: Relevante tidligere undersøkelser.

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdrags-/rapportnavn
[2]	8450	Noteby AS	1970	Rieber & Søn AS	Utvidelse av bygningsartikkellager i Sandviken, Bergen. Grunnundersøkelser og fundamentering
[3]	400550-1	Multiconsult AS	2001	Bergen kommune	Pumpestasjon ved Radekboden, Sandviken. Geotekniske og miljøtekniske undersøkelser.
[4]	610258-1	Multiconsult AS	2005	Neumann Bygg AS	Utbygging Sandviken, Bergen. Fylling i sjø. Grunn- og miljøundersøkelser. Geoteknisk og miljøteknisk vurdering
[5]	10204414-RIGm-RAP-001	Multiconsult Norge AS	2018	Obos Nye Hjem AS	Miljøgeologiske grunnundersøkelser

I 1970 utførte NOTEBY AS (nå Multiconsult) geotekniske grunnundersøkelser for søndre del av Neumann Bygg, mot Sjøgaten, i forbindelse med utvidelse av den gangs eksisterende bygg. Undersøkelsene er beskrevet i Multiconsult-rapport nr. 8450, datert 25.06.70 [2]. Det ble utført ramsonderinger i seks punkter. Ramsonderinger gir ikke sikker påvisning av berg, men 8-10 m under terrengnivået den gang ble det registrert overgang til hard bunnmorene (på ca. kote minus 6 til minus 9). Undersøkelsen viste øverst omtrent 5 m med fyllmasser hovedsakelig av stein, men det ble antatt inhomogene fyllmassene som til dels kunne inneholde betydelige mengder siltige og leirige masser. Fyllmassene var løst lagret. Under fyllmassene ble det antatt å ligge middels faste morenemasser. I rapporten informeres det om at eksisterende bygning rett nord for undersøkelsesområdet var fundamentert direkte på grunn på sålefundamenter, og at det hadde oppstått merkbare setningsdifferanser i bygningen.

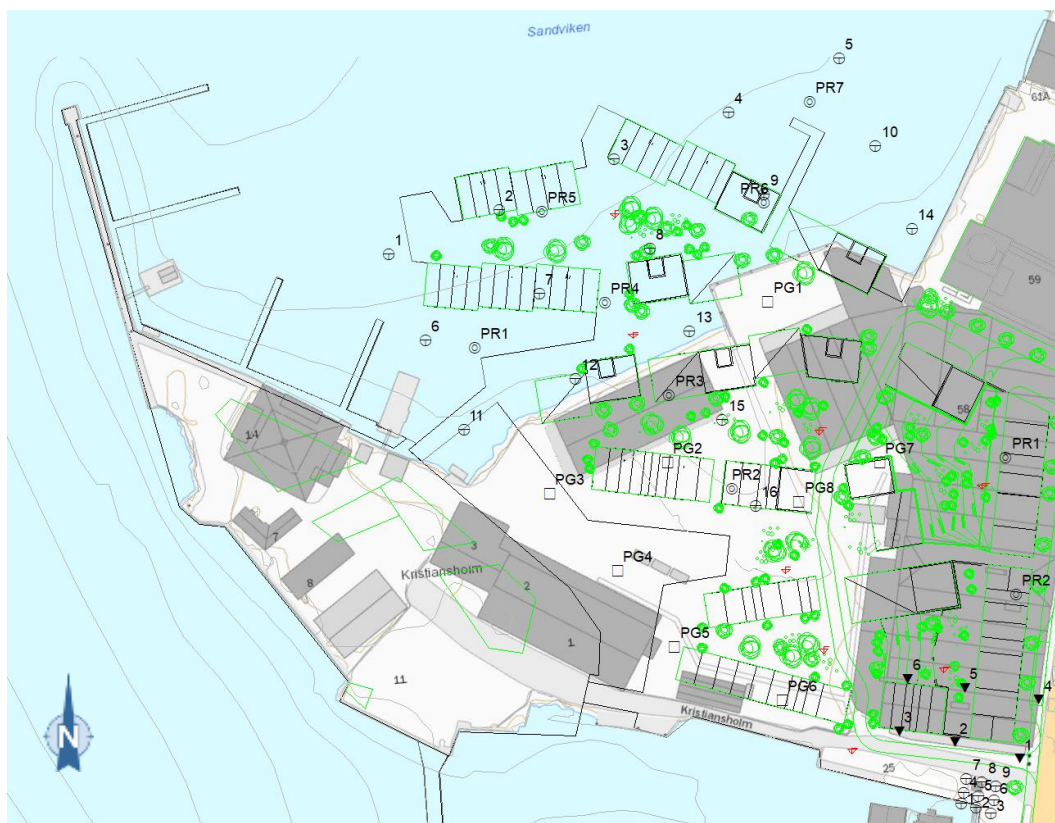
Multiconsult utførte i 2001 geotekniske og miljøgeologiske grunnundersøkelser ved Radekboden sørøst på området. Undersøkelsen ble utført for Bergen kommune i forbindelse med at det skulle bygges en pumpestasjon. Undersøkelsene er beskrevet i Multiconsult-rapport nr. 400550-1, datert 14.05.01 [3]. Det ble gjennomført i alt ni totalsonderinger og tre prøveserier. Dybden til berg er 8,0-9,5 m, som tilsvarer ca. kote minus 6 til minus 8. Prøveserier viser at løsmassene er lagdelt med meget faste fyllmasser ned til en dybde på 2,0-2,7 m, deretter er det et lag med middels til faste masser av grusig, sandig gytje som antas å være gammel sjøbunn, dette laget har en mektighet på 1,0-3,5 m. Videre er det over antatt berg et lag med mektighet 2,5-5,5 m av grusig, sandig, siltig materiale (morene), som gradvis ble fastere og mer finstoffholdig med dybden. Overgangen mellom fyllmassene, gammel sjøbunn og morenelaget var vanskelig å bestemme entydig ut fra sonderingsresultatene.

I 2005 utførte Multiconsult geotekniske og miljøgeologiske undersøkelser i sjø i området som ble fylt ut i perioden rundt 2006-2009, samt i deler av sjøområdet utenfor dagens strandlinje. Undersøkelsene er beskrevet i Multiconsult-rapport nr. 610528-1, datert 17.02.05 [4]. Undersøkelsene omfattet boring av totalt 16 totalsonderinger og prøvetaking av bunnsedimentene i 7 prøvestasjoner for analyse av innhold av miljøgifter. Det ble forsøkt å ta opp geotekniske prøver med ø54 mm stempelprøvetaker, men løsmassene var ikke egnet for dette. Bergnivå faller av i samme retning som sjøbunnen, fra kote

Geotekniske vurderinger

minus 7,2 på østsiden av eksisterende kai til kote minus 25,8 ytterst mot nordvest. Bergoverflaten danner et søkk i retning nordvest fra kaien. Løsmassemektigheten varierer i borpunktene fra 1,5 m i øst til 12,8 m i vest. Sonderingene tyder på at løsmassene generelt er delt i to lag, et øvre lag med løse til middels faste masser av antatt sand og grus over et nedre lag av faste masser av antatt grus eller morene på antatt berg.

Multiconsult utføre i 2018 en orienterende miljøgeologisk grunnundersøkelse samt en overordnet miljøkartlegging av eksisterende bygninger på eiendommer med gnr./bnr. 168/348, 2100 og 2108. Undersøkelsene er beskrevet i Multiconsult-rapport nr. 10204414-RIGm-RAP-001, datert 16.04.2018 [5]. Undersøkelsene omfattet åtte prøvegroper fordelt på uteområdet på tomten for kartlegging av forurensning i løsmassene. I prøvegroperne på området som antas utfyllt rundt 1994 ble det registrert masser av sand, grus og stein, men med organisk innhold i én av prøvegroperne. PG1, PG6 og PG7 er lokalisert innfor området som ble fylt ut i perioden 1970-1980. Her ble det påtruffet masser av sand, grus og stein, men med relativt høyt innhold av skrot bestående av store mengder teglstein, metall, armering, tauverk og plast. Det ble utført én totalsondering inne i lagerbygningen til Neumann Bygg. I tillegg ble det gjort forsøk på opptak av prøveserier med naverbor i to punkt, men på grunn av mye stein i grunnen var det ikke mulig å få tatt opp prøvemateriale. Totalsonderingen viste fast lagrede fyllmasser av antatt stein, grus og sand og med innhold av antatt armeringsstål i øverste ca. 1 m. Deretter var det ca. 1,5 m med noe løsere lagrede masser av antatt grus og sand, over fastere masser av antatt stein, grus og sand. Fra ca. 5 til ca. 8,5 m er det et nytt lag med litt løsere lagrede masser av antatt sand og grus, før det igjen blir fastere lagrede masser av antatt grus, sand og stein med overgang til morene over antatt berg i en dybde på 11,4 m.



Figur 4-1; Kart over dagens situasjon sammenstilt med oversikt over planlagt utbygging mottatt 17. august 2020 fra Lund Hagem Arkitekter AS og plassering av eksisterende grunnundersøkelser.

5 Geoteknisk beskrivelse av grunnforholdene

5.1 På land

Terrenget på området er flatt og enten bebygd eller asfaltert. I forbindelse med grunnundersøkelser som er presentert i rapport 10204414-RIGm-RAP-001 [5] ble nivået på terrenget målt til mellom kote 1,2 og 2,0 i prøvepunktene utendørs, og mellom kote 2,7 og 3,1 i prøvepunktene inne i lagerbygningen til Neumann Bygg. Terrenget heller svakt mot nordvest, fra Sjøgaten og mot dagens sjølinje.

De geotekniske grunnundersøkelsene som er utført på land tidligere er konsentrert i den sørøstlige delen av området. Det ble utført ni totalsonderinger ved Radekboden i 2001, men disse ble utført lenger sør enn der det er planlagt nye bygg nå. Dermed er det kun én totalsondering fra 2018 som er utført på land i området der det er planlagt bebyggelse. I tillegg er det utført seks ramsonderinger i 1970 for søndre del av Neumann Bygg, men disse gir ikke sikker påvisning av berg. To av totalsonderingene fra 2005 ligger i området som ble utfylt i perioden 2006-2009 og gir dermed informasjon om bergnivå og opprinnelige masser i dette området. Antatt bergnivå i totalsonderingene varierer fra kote minus 6,4 i sørøst til kote minus 14,2 i nordvest.

De geotekniske grunnundersøkelsene på land dekker en relativt liten del av det området som er planlagt utbygd. Der det er utført undersøkelser kan løsmassene deles inn i tre lag. Et øvre lag av fyllmasser med mektighet opptil ca. 5 m over et gytjeholdig lag av antatt gammel sjøbunn med mektighet opptil ca. 3,5 m og et lag av antatt morene med mektighet opptil ca. 5 m over antatt berg. Spesielt i de eldre delene av eksisterende fyllinger antas kvaliteten på fyllmassene å være variabel da det i prøvegrøper er registrert en del skrot. Dette, i tillegg til at det er påvist det som antas å være gammel sjøbunn under eksisterende fyllmasser, kan være årsaken til at det tidligere er rapport om setninger på eksisterende bebyggelse.

5.2 På sjø

Det ble utført 16 totalsonderinger i 2005 [4] der to av disse ligger på området som ble utfylt i perioden rundt 2006-2009. Basert på totalsonderingene er det antatt at løsmassene er delt i to lag, et øvre lag med løse til middels faste masser av antatt sand og grus over et nedre lag av faste masser av antatt grus eller morene på berg. Det at det ikke ble tatt opp prøver gjør at tolkningen av løsmassene er noe usikker. Løsmassemektheten varierer i borpunktene fra 1,5 m i øst til 12,8 m i vest. Den planlagte utbyggingen som grunnundersøkelsen i 2005 ble utført for var mindre enn dagens planer, og grunnundersøkelsen dekker derfor ikke hele det området som er planlagt utfylt nå.

6 Geotekniske vurderinger

6.1 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK17 § 7 [2] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred). I tillegg stiller PBL § 4-3 krav om ROS-analyser for alle planer om fremtidig utbygging som blant annet skal ta for seg risiko- og sårbarhetsforhold når det gjelder naturgitte forhold.

NVE Atlas viser at østre del av området er innenfor aktsomhetsområde for snøskred. Det er også et aktsomhetsområde for jord- og flomskred i nærheten, men dette blir avgrenset av Sjøgaten. Vi anser sannsynligheten for snøskred som liten i dette området, men risikoen bør kommenteres i ROS-analysen.

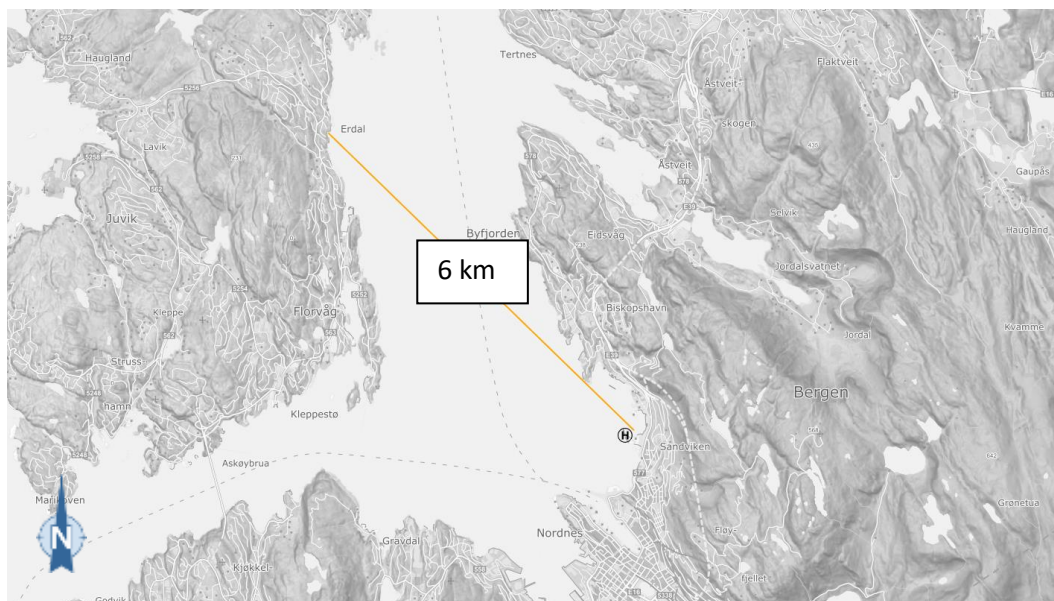
På grunn av plasseringen av planlagt utbygging ved sjøkanten med stigende terreng bak er det risiko for skader på grunn av flom, på grunn av overvann eller ved ledningsbrudd, som vil drenere gjennom

området på veg mot sjøen. Eksisterende flomveger må kartlegges og utbyggingen må planlegges slik at flomvann har utløp til sjøen, dette må prosjekteres av VA-rådgiver.

Plasseringen nær sjø gjør at utbyggingen også er utsatt for stormflo og må derfor planlegges slik at en unngår skader. Havnivåstigning og stormflo i planlegging er beskrevet i veileder [6] fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). Basert på denne vil havnivået stige langs hele kysten, men med regionale variasjoner på grunn av variasjoner i landheving som utjevner havnivåstigningen. Stormflo oppstår på grunn av værrets virkning på havnivået og er oppgitt som nivå for ulike gjentaksintervall. Beregninger av stormflo er basert på historiske observasjoner og tar ikke hensyn til eventuelle endringer i fremtiden. I tillegg beskriver veilederen at det må tas hensyn til lokale forhold som for eksempel bølger som kan ha betydning for områder som ligger utsatt til. Påvirkningen fra bølger avhenger av faktorer som vind, strøm, topografi, sjøbunnsforhold og strandkant.

Bergen kommune har i bestemmelsene til kommuneplanens arealdel [7] angitt i §19 "Klimatilpasning, risiko og sårbarhet" krav om at plassering av nye tiltak skal ta hensyn til fremtidig stigning i havnivå og stormflo/bølgepåvirkning der fremtidig havnivåstigning bør ha perspektiv til år 2100.

Eksisterende bebyggelse innenfor holmen vil i dag ha en skjerming for bølger fra vest, men mot nordøst er det en åpen strekning på ca. 6 km, se Figur 6-1. Ny bebyggelse vil komme ca. 60 lenger nord og derfor antas å være mindre skjermet. Konsekvensen av havnivåstigning og stormflo kombinert med bølger må vurderes i ROS-analysen og det bør vurderes å gjøre beregninger av påvirkning fra bølger.



Figur 6-1: Oversiktskart som viser åpen havstrekning som påvirker nordre del av området. Kilde: www.norgeskart.no

6.2 Områdestabilitet

Området ligger under marin grense slik at det kan forekomme kvikkleire. Ut fra tidligere grunnundersøkelser er det ikke påvist leire i området. Vi kjenner heller ikke til at det er registrert kvikkleire eller sprøbruddmateriale i nærheten. Det vurderes derfor ikke å være en fare for omsegripende skred og at områdestabiliteten dermed er tilfredsstillende.

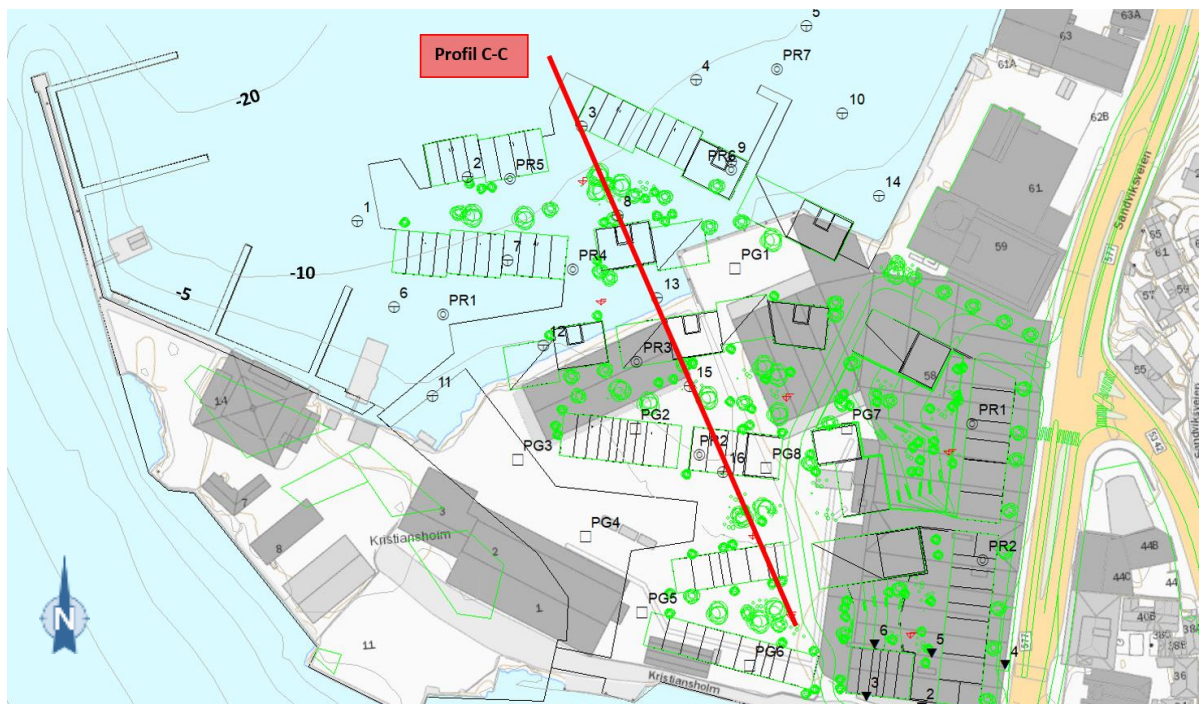
6.3 Utfyllingsmetode

Basert på eksisterende grunnundersøkelser vil det være mulig å etablere en stabil fylling av sprengstein, men siden grunnundersøkelsene ikke dekker planlagt fyllingsfot anbefales det supplerende grunnundersøkelser for ytre del av fyllingen.

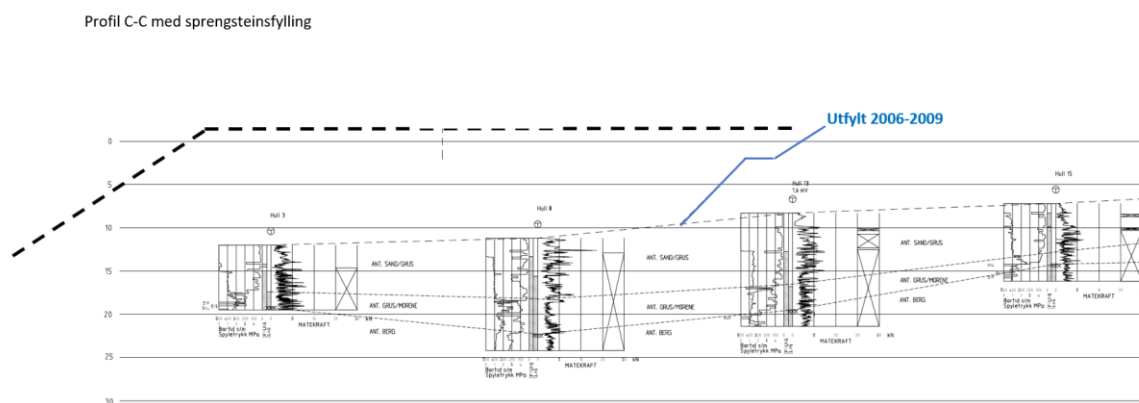
Geotekniske vurderinger

Fyllingen kan legges ut med gravemaskin, midlertidig fyllingshelning ved utlegging vil da være ca. 1:1,2 og det vil være behov for å fjerne masser i den øverste delen av fyllingen slik at man oppnår en stabil gjennomsnittlig skråningshelning på 1:1,5 fra bunn til topp fylling. Av sikkerhetshensyn anbefales det at massene tippes fra lastebil minst 10 m bak fyllingskant for deretter å bli lagt ut med gravemaskin med lang arm. Fra kote 0,5 legges fyllingen ut lagvis med normal komprimering i henhold til NS 3458 [8]. Kapasiteten på utleggingen bestemmes av størrelse på gravemaskin og antall gravemaskiner. Alternativt kan det brukes lekter til utfylling. Splittlekter vil kreve ca. 4 m vanddybde for å få full åpning på lekteren og det vil være behov for tilgang til kai.

I høydeintervallet mellom ca. kote minus 3,0 og pluss 1,5 vil det være behov for sikring for å unngå erosjon. Dette kan gjøres ved å plastre fyllingen i det aktuelle området med tilstrekkelig stor stein. Dimensjonering av plastringsstein og nødvendig plastringsdybde må utføres som del av detaljprosjekteringen av utbyggingen.



Figur 6-2: Plassering av profil C-C vist på kart over dagens situasjon sammenstilt med oversikt over planlagt utbygging mottatt 17. august 2020 fra Lund Hagem Arkitekter AS sammenstilt med eksisterende grunnundersøkelser.

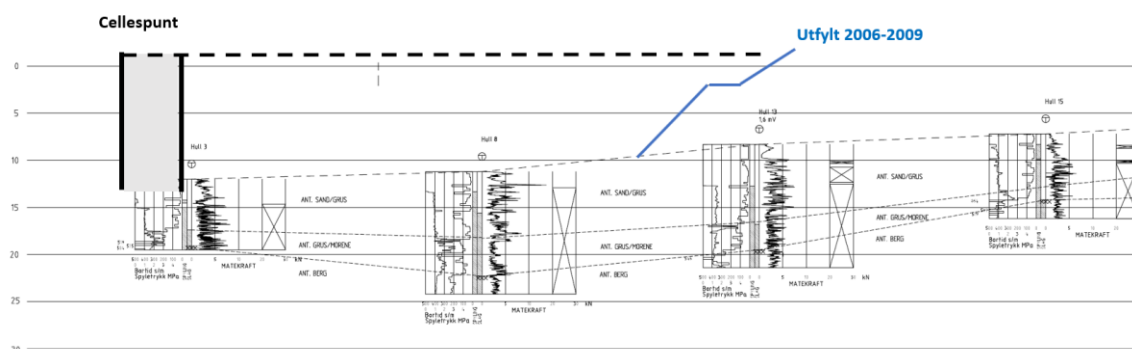


Figur 6-3: Skisse som viser profil C-C med sprengsteinsfylling med stabil skråningshelning.

Geotekniske vurderinger

Som alternativ til fylling med stabil skråningshelning er det mulig å avgrense utfyllingen med cellespunt. Cellespunt er en gravitasjonsbasert konstruksjon som ikke trenger horisontalforankring og brukt for eksempel til kaibygging. Rammedybden i massene vil være begrenset, men på grunn av slak helning antas det at det er mulig å oppnå stabilitet ved normal cellediameter. Ved å støpe en betongplate langs cellespunten kan man få en jevn kaifront. Slik som utbyggingen er planlagt nå med for det meste boliger helt ut til sjøkanten uten kai anser vi sprengsteinfylling med stabil skråningshelning som bedre egnet enn cellespunt.

Profil C-C med cellespunt



Figur 6-4: Skisse som viser profil C-C med cellespunt.

6.4 Fundamentering

Utbyggingsområdet består av utfylte løsmasser av varierende tykkelser og kvalitet. Også i den delen av fyllingen som er planlagt nå vil det oppstå setninger siden det ikke er mulig å komprimere masser som blir lagt ut under vann med normale metoder. Setningsfri fundamentering på området krever derfor pelefundamentering og bruk av stålkernepeler anses som best egnet.

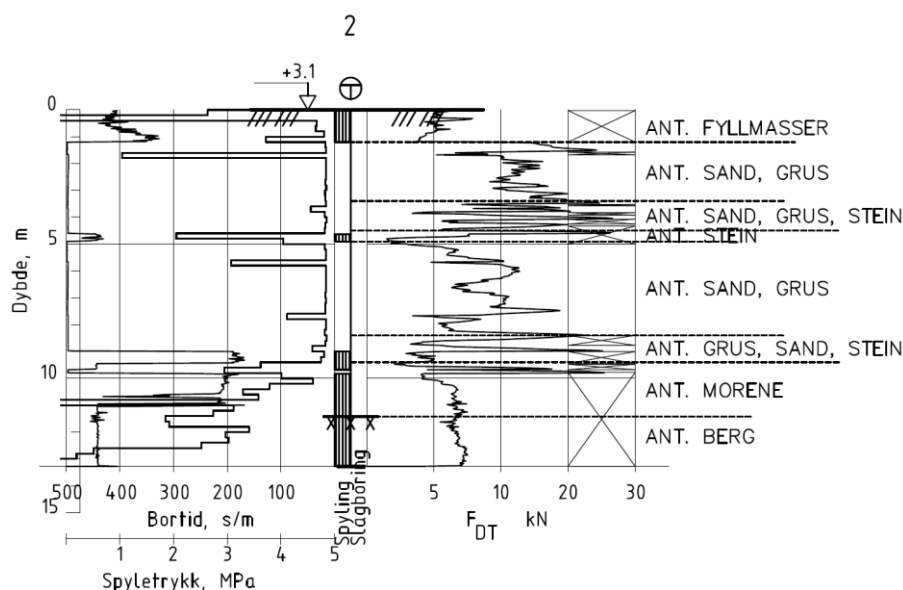
Direktefundamentering kan imidlertid være mulig ved bruk av setningsreducerende tiltak som dypkomprimering eller forbelastning. Dypkomprimering med fall-lodd vil både redusere setningspotensialet og bedre bæreevnen til fyllingen. En ulempe med dypkomprimering er kostnadene på i størrelsesorden kr 280-380,- per m² (prisen avhenger av arealet da mobiliseringskostnaden er høy, i størrelsesorden kr 550.000,-), i tillegg medfører metoden en del støy og rystelser. Dypkomprimering krever en avstand til fyllingskant på ca. 5 m som begrenser muligheten for dypkomprimering for boligene nærmest fyllingskanten dersom det ikke fylles lengre ut midlertidig. Dypkomprimering medfører rystelser, slik vi forstår det skal alle byggene på tomten rives og det antas ikke at rystelsene vil medføre store problemer for bygg på nabotomtene så vi anser dypkomprimering som egnet. Om nødvendig kan området som dypkomprimeres avgrenses der man er nært nabobygg.

Forbelastning ved å legge ut en fylling i størrelsesorden 2-4 m høyde over planlagt terrengnivået er en annen metode for å redusere setningspotensialet. Varigheten av forbelastningen bestemmes ved å sette et krav til setningshastighet og utføre målinger underveis for å kontrollere når en har oppnådd denne setningshastigheten, anslagsvis i størrelsesorden 2-4 måneder. Ulempen med forbelastning er behov for betydelige mengder med masser og varigheten. I tillegg vil forbelastning i motsetning til dypkomprimering ha liten effekt på krepsetninger.

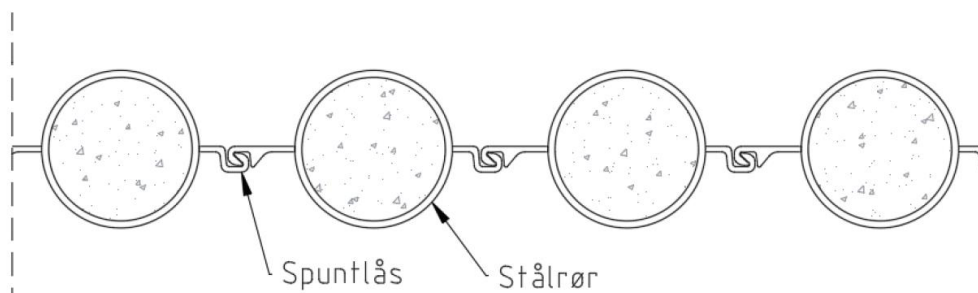
Ut fra dette vurderer vi pelefundamentering til å være en godt egnet metode for planlagt utbygging, alternativt dypkomprimering. For begge metoder vil det være behov for grunnundersøkelser på eksisterende fylling for å undersøke om det kan være innhold av materiale i fyllingen som gjør det vanskelig å bore peler ved valg av pelefundamentering eller om det er setningsømfintlige masser ved direktefundamentering. Uavhengig av fundamenteringsmetode anbefales dypkomprimering for den nye fyllingen for å redusere de vesentlige krepsetningene en ellers vil få.

6.5 Parkeringsgarasje

Det er ønske om en parkeringsgarasje med en eller to underetasjer i østre del av området langs Sjøgaten. Flere underetasjer vil også være mulig og dette vil medføre økt gravedybde og større behov for horisontal avstivning. Vi har tidligere utført en totalsondering i området som viser en dybde til berg på 11,4 m slik at parkeringsgarasjen må etableres i løsmasser, se Figur 6-5. Det vil være nødvendig med supplerende undersøkelser for å kartlegge dybden til berg og løsmassenes egenskaper i aktuelt område for parkeringsgarasje. Siden det antas at parkeringsgarasjen vil komme under grunnvannstanden vil det være behov for en vanntett støttekonstruksjon. Rørspunt vil være godt egnet i forhold til installasjon og vanntetthet siden den kan bores inn i berg, mens det kan være utfordrende å få rammet ned en vanlig stålsput. Bruk av rørspunt vil derfor redusere risiko i forhold til bruk av vanlig stålsput. Rørspunt består av stålrør med spuntlås, se Figur 6-6, og gir mindre støy og vibrasjoner ved installasjon enn vanlig stålsput, men rørspunt er mer kostbar enn vanlig spunt.



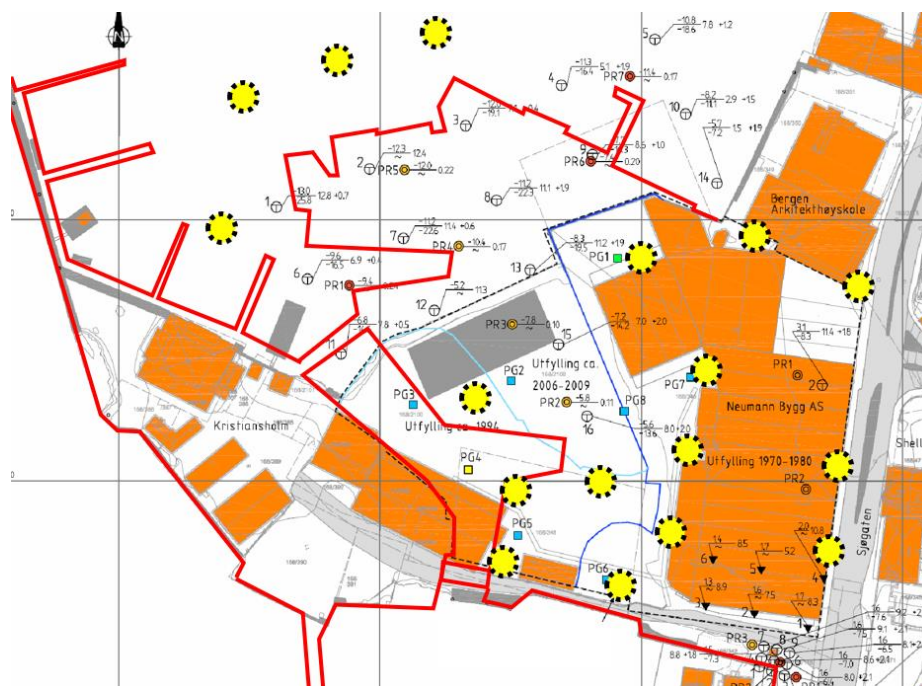
Figur 6-5: Utskrift av totalsondering nr. 2 fra 2018 [5].



Figur 6-6: Prinsipskisse av rørspunt (kilde: Byggegropveilederen 2018).

7 Behov for supplerende geotekniske grunnundersøkelser

Figur 7-1 på neste side viser forslag til plassering av supplerende geotekniske grunnundersøkelser i form av totalsonderinger og prøveserier som vi ser behov for å utføre i denne fasen. Utbyggingen på selve holmen planlegges av kommunen og vi har derfor ikke vurdert behovet for geotekniske grunnundersøkelser der. Vi vil også anbefale at det blir utført bunnkotekartlegging siden nåværende kartgrunnlag kun har dybdekoter for 5, 10 og 20 m dybde.



Figur 7-1: Omriss av planlagt utbygging basert på tegning mottatt 17. august 2020 fra Lund Hagem Arkitekter AS og omtrentlig plassering av supplerende geotekniske grunnundersøkelser markert med gul sirkel med svart, stiplet ytterkant.

8 Referanser

- [1] Byantikvaren, Kulturminnegrnlag for Bybanen, Bergen sentrum - Åsane. Saksnr. 201125114. Bergen kommune, Byrådsavdeling for byutvikling, klima og miljø., 2012.
- [2] Noteby AS, «8450 Rieber & Søn AS. Utvidelse av bygningsartikkellager i Sandviken, Bergen. Grunnundersøkelser og fundamentering,» 1970-06-25.
- [3] Multiconsult AS, «400550-1 Bergen kommune. Pumpestasjon ved Radekboden, Sandviken. Geotekniske og miljøtekniske grunnundersøkelser.,» 2001-05-14.
- [4] Multiconsult AS, «610528-1 Neumann Bygg AS. Utbygging Sandviken, Bergen. Fylling i sjø. Grunn- og miljøundersøkelser. Geoteknisk og miljøteknisk vurdering,» 2005-02-17.
- [5] Multiconsult Norge AS, «10204414-RIGm-RAP-001. Obos Nye Hjem AS. Miljøgeologiske grunnundersøkelser,» 2018-04-16.
- [6] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB, Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging, 2016.
- [7] Bergen kommune, Kommuneplanens arealdel, bestemmelser og retningslinjer, 2019-06-19.
- [8] Standard Norge, «NS 3458 Komprimering. Krav og utførelse,» 2004.