



# Notat

OPPDRAG	Kristiansholm - Bistand i områderegulering	DOKUMENTKODE	10261313-01-TVF-NOT-002
EMNE	Etablering av landareal	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Lundhagem	OPPDRAGSLEDER	Terje Vikestrand
KONTAKTPERSON	Kristin Jakobsen	UTARBEIDET AV	S. A. Haugen; A. M. Jakobsen
KOPI	Kaia Hellstrøm Kruger	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult

## SAMMENDRAG

Bergen kommune utarbeider, sammen med blant andre OBOS og Lund Hagem Arkitekter, områderegulering for Kristiansholm, Sandvikstorget og Rosegrenden. Hensikten med planarbeidet er å forsterke et lokalt sentrum i Sandviken med utgangspunkt i Sandvikstorget, bryte ned barrieren mot sjøen og legge til rette for allmenn tilgjengelighet til strandsonen.

Dette notatet beskriver med fokus på miljøgeologi og geoteknikk hvordan prosjektet på et tidlig stadium ser for seg å etablere de nye landarealene og tilhørende sjøfronter, og hvordan prosjektet kan tilrettelegge best mulig for miljø og arts mangfold lokalt.

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>2</b>
1.1	Bakgrunn .....	2
1.2	Introduksjon.....	2
<b>2</b>	<b>Bakgrunnsinformasjon.....</b>	<b>4</b>
2.1	Miljøgeologi.....	4
2.2	Naturmangfold.....	6
<b>3</b>	<b>Etablering av landareal .....</b>	<b>7</b>
3.1	Fylling i sjø .....	7
3.1.1	Generelt .....	7
3.1.2	Tilgang på steinmasser .....	8
3.1.3	Tiltak mot spredning av forurensning under utgraving av dagens landområder .....	8
3.1.4	Tiltak mot spredning av forurenset sediment .....	9
3.1.5	Utfylling fra land .....	9
3.1.6	Utfylling fra sjø.....	9
3.1.7	Komprimering og fundamenteringsmetode .....	10
3.1.8	Erosjonssikring .....	10
3.1.9	Utforming sjøfylling - alternativ 1 .....	10
3.1.10	Utforming sjøfylling - alternativ 2.....	11
3.2	Gjenbruk av stedlige masser.....	11
3.2.1	Gjenbruk av masser på land.....	11
3.2.2	Vurdering av gjenbruk av stedlige masser i sjøfylling.....	12
3.3	Sjøfronter .....	12
3.3.1	Plastret skråning.....	13
3.3.2	Murfront .....	13
3.3.3	Kaifront .....	14
<b>4</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>16</b>

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
02	06.06.2025	Mindre revisjon	Rolf Aasland	Jesper Bjerre	Bjarne Høstmark
01	18.12.2024	Utsendt	S.A. Haugen, A.M. Jakobsen	S. Tveito, S. Lone	Terje Vikestrand



## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Bergen kommune utarbeider, sammen med blant andre OBOS og Lund Hagem Arkitekter, områderegulering for Kristiansholm, Sandvikstorget og Rosegrenden. Hensikten med planarbeidet er å forsterke et lokalt sentrum i Sandviken med utgangspunkt i Sandvikstorget, bryte ned barrieren mot sjøen og legge til rette for allmenn tilgjengelighet til strandsonen.

Dette notatet beskriver hvordan prosjektet på et tidlig stadium ser for seg å etablere de nye landarealene og tilhørende sjøfronter, og hvordan prosjektet samtidig kan tilrettelegge for miljø og arts mangfold lokalt.

Det bemerkes at de fleste av forholdene som omtales i notatet vil måtte behandles senere i prosjektets prosjekteringsfaser hvor det i større grad behandles tverrfaglig og i teknisk detalj, og at man der kan komme til andre konklusjoner. Det er i så måte som regel gunstig at man unngår å legge for mange detaljerte, bindende føringer for prosjektet i form av planbestemmelser, slik at prosjektet har rom for endringer og tilpasninger.

### 1.2 Introduksjon

Tomten ligger sentralt i Sandviken og er frem til nå i hovedsak benyttet til ulike næringsformål. Tomten er gjennom årenes løp blitt som den er etter flere utfyllinger i sjø, og det har vært aktivitet i området i lang tid.

Prosjektet planlegger etablering av ca. 10 000 m<sup>2</sup> nytt landareal for de planlagte boligområdene. Hovedprinsippet for etablering av nye arealer er ved fylling i sjø, som omtales videre i notatet. Andre vesentlige grunnarbeider inkluderer åpning av ca. 2 000 m<sup>2</sup> kanal mellom fastlandet og Kristiansholm, heving av eksisterende landarealer, og utgraving for og etablering av P-kjeller under deler av bygningsmassen.

### 1.3 Revisjoner

Revisjon 02: Rettet tekst i sammendraget og kap 1.1 om hvem som utarbeider reguleringen, samt retter «detaljregulering» til «områderegulering». Lagt til Figur 3-4 med murfront mot nord i kap. 3.3.2, samt en kort tekst.



Figur 1-1: Planforslag for Kristiansholm i Bergen (OBOS v/Atsite, 23.10.2024). Stiplet linje er grense for fotavtrykk p-kjeller. Rød felles grense p-kjeller; Lyseblå=grense alt.1; Oransje=Grense alt.2



Figur 1-2 Flyfoto overlagt lag med LARK-plan delvis gjennomskiktig for å illustrere før-etter. Rød=Bro; Grønn=Nytt landareal; Gul=Kanal; Lilla=Dagens kystkontur

## 2 Bakgrunnsinformasjon

I de påfølgende kapitlene er det en kort gjennomgang av funn og resultater fra miljøgeologiske undersøkelser og kartlegging av naturmangfold. Sammen med de geotekniske grunnforholdene danner disse bakteppe for hvilke muligheter som finnes for etablering av nytt landareal, god gjenbruk av masser og tiltak mot spredning av forurensning, og hvordan man samtidig kan tilrettelegge for reetablering av et rikt artsmangfold.

### 2.1 Miljøgeologi

#### **Miljøgeologiske grunnundersøkelser på land**

I 2018 og 2021 utførte Multiconsult miljøgeologiske grunnundersøkelser på land [1] [2]. Undersøkelsene omfattet prøvetaking i totalt 23 prøvepunkter, hvor det ble tatt prøver fra mellom 1,1-2 m under terreng. Figur 2-1 viser plassering av prøvepunktene med høyest påviste tilstandsklasse, klassifisert etter Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn [3].

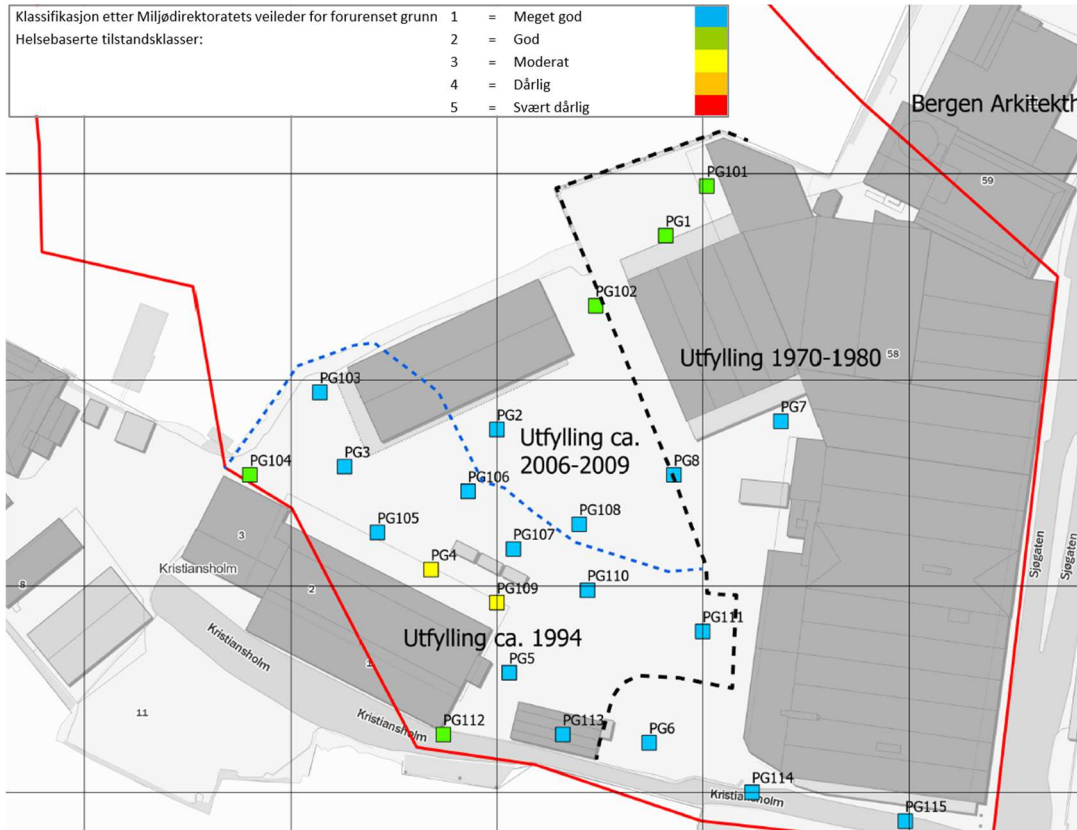
Ved framtidig arealbruk som boligområde bør det ifølge Miljødirektoratets veileder tas prøver i minimum 39 punkter på et område som er 23 daa stort og med antatt diffus forurensning. De 16 resterende prøvepunktene planlegges undersøkt når dagens bygninger er revet.

Utførte miljøgeologiske grunnundersøkelser har påvist forurensning i inntil tilstandsklasse 3 i 5 av prøvepunktene på området, mens det i 18 av prøvepunktene ikke ble påvist forurensning. Påviste



konsentrasjoner i tilstandsklasse 3 er av sink eller benzo(a)pyren, og påviste konsentrasjoner i tilstandsklasse 2 er av sink, nikkel, kobber, krom, benzo(a)pyren og/eller PAH i tilstandsklasse 2.

For vurdering av bruk av gravemasser til utfylling i sjø og tiltak mot spredning av forurensning, se kap. 0 og 3.1.3. For vurdering av gjenbruk av gravemasser på land, se kap. 1.1.

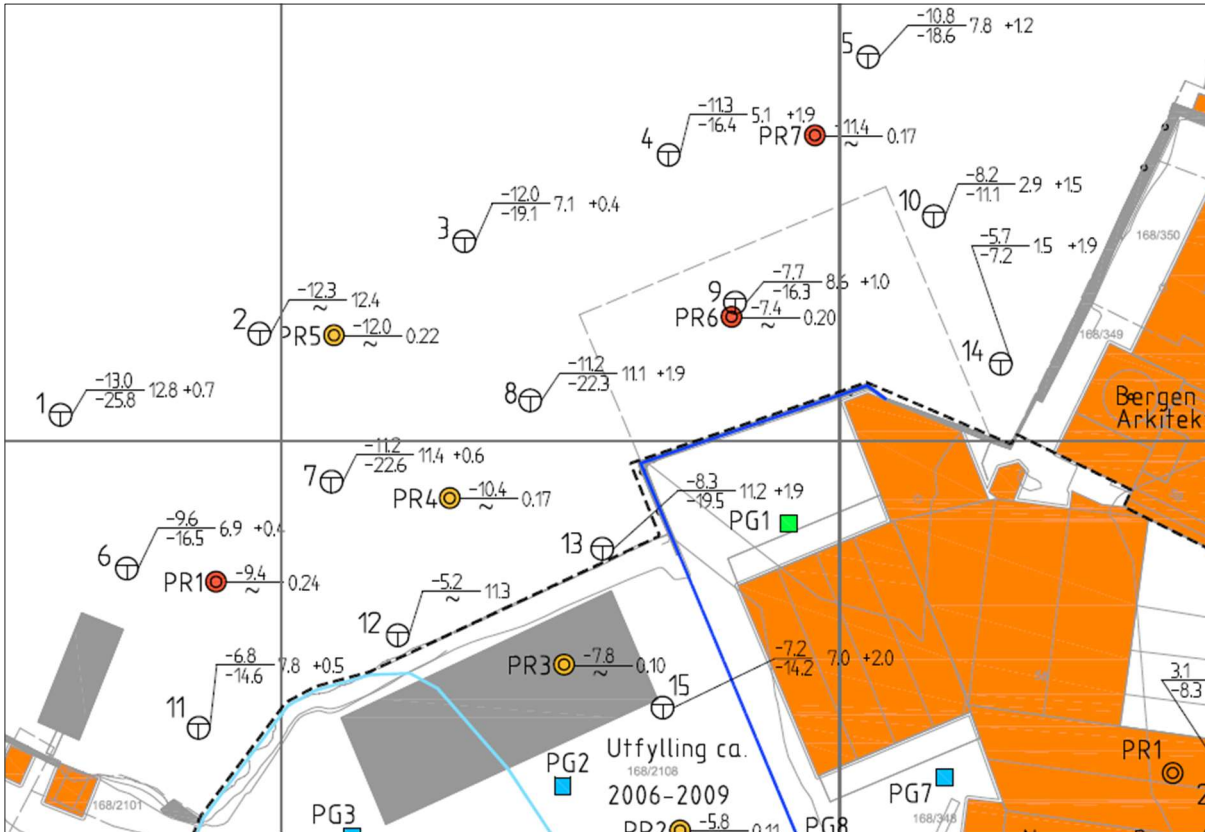


Figur 2-1: Plassering av prøvepunkter fra miljøgeologiske grunnundersøkelser i 2018 og 2021. Fargekoden på prøvegrøpene viser høyeste tilstandsklasse i prøvepunktene.

### Sedimentundersøkelse

I 2005 utførte Multiconsult miljøgeologiske undersøkelser i sjø i forbindelse med planlagt utfylling. Deler av det undersøkte området ble fylt ut i perioden 2006–2009 (se Figur 2-1), men fem av prøve-stasjonene er lokalisert utenfor dagens landareal, i området som planlegges å fylle ut, se Figur 2-2 [4]. Prøvene ble tatt av øverste 0–2 til 0–5 cm, og sammenlignet med tilstandsklasser iht. M-608|2016 (rev. 2020) viser analyseresultatene at alle prøvene klassifiseres som dårlig til svært dårlig tilstand (tilstandsklasse IV-V) for PAH, kobber, kvikksølv, TBT og/eller PCB.

For vurdering av tiltak mot spredning av forurensning i forbindelse med planlagt utfylling, se kap. 3.1.4.



Figur 2-2: Plassering av prøvestasjoner fra sedimentundersøkelsen i 2005 (PR1, PR3-PR7).

## 2.2 Naturmangfold

Naturrestaurering AS (NRAS) har utarbeidet en rapport som omfatter kartlegging av marint naturmangfold i sjø, vurdering av naturmangfold og EUs taksonomi [5]. En oppsummering av vurderingene i rapporten er tatt med i kursiv under:

*«Verdien av marint naturmangfold ved Kristiansholm er vurdert basert på kartlegging gjennomført 30.09.2024, tidligere kartlegginger, og registreringer i databaser. Utbyggingsprosjektets konsekvenser for naturmangfold er vurdert etter M-1941. Sjø- og landarealene innenfor planområdet til Kristiansholm har henholdsvis «stor» og «middels» verdi.*

*Påvirkning i driftsfasen er vurdert for naturmangfold i vannforekomster jf. Vannforskriften, og for naturtyper, arter med funksjonsområder og landskapssammenhenger iht. M-1941. To utbyggingsalternativer ble vurdert og sammenlignet med 0-alternativet, med en samlet konsekvensvurdering for land- og sjøarealene av «ubetydelig til noe positiv konsekvens» og «stor negativ konsekvens» over tid for henholdsvis Alt. 1 og Alt. 2. Ved vedtatte restaureringstiltak på land og i sjøen kan Alt. 1 bidra positivt til naturmangfold i området.*

*Prosjektet vil etter vår vurdering ikke gå på bekostning av EUs taksonomi (Do no significant harm, DNSH). Dette gjelder for begge alternativer og ved en vurdering av samlet belastning sammen med andre prosjekter i området. Det vil heller ikke endre vannforekomstens økologiske eller kjemiske tilstandsklasse over tid. Restaureringstiltak i sjøen som utgraving og gjenåpning av holmen, etablering av en vegetert øy ytterst på dagens område, restaurering av naturtypen sukkertaresskog og etablering av andre habitater med økologiske verdier innenfor og rundt planområdet, kan bidra til positive konsekvenser sammenlignet med null-alternativet.»*

I Figur 2-3 er kartlagt sukkertaresskog fra rapporten til NRAS sammenstilt med planforslaget for utbygging av Kristiansholm. Figuren viser at utfyllingen nord for eksisterende landareal vil påvirke

forekomst av sukkertareskog i området. I tillegg til det ferdige landarealet som er vist på figuren, vil også en fyllingsfot dekke ytterligere arealer på sjøbunnen avh. av dybdeforholdene i området.



Figur 2-3: Kartlagt sukkertareskog fra [5] sammenstilt med planforslaget (2024-10-26). Hvite prikker = spredte individer, grønne polygoner med hvite prikker som indikerer tetthet = forekomster, rødt polygon = naturtype sukkertareskog.

NRAS har i rapporten tatt med en rekke forslag til generelle tiltak som eventuelt kan benyttes i anleggsfasen, blant annet bruk av siltgardiner for å begrense spredning av forurensning, bruke rene steinmasser av variert form og størrelse, unngå unødige avrenning fra anleggsaktiviteter, og ha lenser tilgjengelig som kan legges ut ved uhell.

I driftsfasen er det anbefalt begrensning av etablering av nye brygger, forbedring (filtrering) av overvannshåndtering og eventuelle punktutslipp, regelmessig søppelrydding og rydding av fremmedarter.

For restaurering anbefaler NRAS utsetting av steingrupper/kunstig rev, blåskjelltau, utplanting av sukkertare, fjerning av søppel på sjøbunn og å reetablere naturlig vegeterte kantsoner og tidevannssoner.

### 3 Etablering av landareal

#### 3.1 Fylling i sjø

##### 3.1.1 Generelt

Kristiansholm var opprinnelig en frittliggende holme, men det har over tid blitt fylt ut slik at holmen i dag er landfast. I planforslaget, se Figur 1-1, er det planlagt å grave ut en kanal for å gjenetablere holmen og å øke landarealet betydelig. Utvidelsen av landarealet er i all hovedsak planlagt ved utfylling av sprengstein i sjø ettersom grunnforholdene ligger til rette for det. Andre alternativer ville gjerne vært tunge betongkonstruksjoner på stålrørspeler fylt med betong, eller bakfylte spuntveggskonstruksjoner. Utfylling har i forhold til disse flere fordeler, blant annet:

- Lavere klimagassutslipp i forhold til alternativene, gitt bruk av overskuddsmasser fra andre prosjekt.



- Stor fleksibilitet med tanke på senere bruk av arealene.
- Lang levetid i forhold til alternativer med konstruksjoner med begrenset levetid og/eller vedlikeholdsbehov.
- Lavere kostnader.

Det er utført geotekniske undersøkelser i området for planlagt utfylling, ut fra resultatene antas det 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. Basert på resultatene fra undersøkelsene er det vurdert at det er gjennomførbart å etablere en stabil fylling av sprengstein i sjø, som del av videre prosjektering vil det bli utført en stabilitetsberegning for å dokumentere dette. Resultatet fra stabilitetsberegningen vil kunne påvirke utforming av fylling eller utleggingsmetode.

Ut fra planforslag vil det være behov for et fyllingsvolum på ca. 150 000-200 000 m<sup>3</sup>, avhengig av endelig utforming. For deler av utfyllingsvolumet vil det være mulig å gjenbruke stedlige masser fra utgraving for parkeringskjeller og kanalen mellom Kristiansholm og fastlandet. Ut fra utførte undersøkelser antas det at de stedlige massene består av et øvre lag av sand, grus og stein, men enkelte steder er det overgang til et fyllmasselag av dårlig kvalitet for fundamentering/byggegrunn. Det vil derfor være behov for å sortere ut steinmasser til bruk for utfylling, mens fyllmasser av dårlig kvalitet må gjenbrukes på utvalgte egnede steder eller transporteres bort.

Utfyllingsmetodene som ansees som aktuelle i området er enten utfylling med lekter, eller utlegging av masser fra land med gravemaskin som er beskrevet noe nærmere i kap. 3.1.5 og 3.1.6.

### 3.1.2 Tilgang på steinmasser

Prosjektet på Kristiansholm vil i liten grad produsere sprengsteinsmasser til utfylling innenfor prosjektområdet sitt. Noe overskudd vil komme fra utgraving av parkeringskjeller og kanal som nevnt i kap. 3.2, men i hovedsak vil sprengstein måtte komme utenfra.

Sprengstein kommer typisk fra andre anleggsarbeider i prosjekter i samme distrikt. I utgangspunktet er all slik sprengstein en ressurs som bør utnyttes, men i mange tilfeller kan prosjekter ende opp med store overskudd som utgjør et vesentlig problem med tanke på hvor man skal gjøre av det. Kristiansholm-prosjektet må i så måte søke etter overskuddsstein i markedet hvor typiske kandidater vil være bybaneutbyggingen og E16 Arna-Stanghelle, eller andre prosjekter som har sammenfallende tidslinje, gunstig plassering og tilgjengelige mengder med egnede masser.

### 3.1.3 Tiltak mot spredning av forurensning under utgraving av dagens landområder

Ved utgraving av kanalen vil det bli behov for graving under vann. Miljøgeologiske grunnundersøkelser har påvist forurenset grunn i området, og for å unngå spredning av forurenset finstoff mens utgravingen pågår, vil området bli avskjermet med en siltgardin. Ved planlegging av utgravingen vil en i tillegg se på om startpunkt for utgravingen og graveretning kan være med på å redusere faren for spredning av forurensning. F.eks. kan det være aktuelt å fjerne massene med høyest forurensningsgrad først, samt å la det stå igjen en barriere mot sjøen så lenge som mulig. Dette må likevel ses i sammenheng med andre forhold som kan påvirke hva som vurderes som den beste utgravingsmetoden. Dersom det ved senere prøvetaking avdekkes masser med høy forurensningsgrad, må det vurderes om det blir nødvendig med tiltak i ferdig utgravd kanal, som for eksempel tildekking av ny sjøbunn i kanalen.



### 3.1.4 Tiltak mot spredning av forurenset sediment

Undersøkelsen fra 2005 påviste forurenset sjøbunn i det aktuelle utfyllingsområdet. Utfylling på forurenset sjøbunn kan generelt medføre oppvirvling og spredning av forurenset finstoff. For å hindre slik spredning må det derfor gjennomføres forurensningsbegrensede tiltak. Aktuelle tiltak kan i prinsippet være å avskjerme området med en siltgardin, eller å dekke til sjøbunnen før utfylling med stein for å hindre oppvirvling, og dermed spredning, av forurensete sedimenter.

Foten av planlagt fylling vil på det dypeste komme ut på ca. kote minus 20. Området ligger relativt værhardt til for vind fra nord/nordvest. Dette kan medføre at en siltgardin som skal avgrense utfyllingsområdet i hele vannsøylen ikke vil henge på plass og fungere etter hensikten. For å hindre spredning av oppvirvlet, forurenset finstoff, anbefales det at siltgardin kombineres med at sjøbunnen dekkes med et ca. 0,3 m tykt sand-/gruslag før videre utfylling med steinmasser. Tildeckingslaget vil også ha en bedre effekt når det gjelder å hindre utlekking av forurensning fra sedimentene enn om steinen fylles rett på de forurensete sedimentene.

Etter at det er etablert ny, ren bunn kan videre oppfylling foregå fra land eller fra sjøsiden med lekter. Det bør ikke benyttes for stor stein i massene som fylles direkte på sandlaget, anbefalt  $d_{\text{maks}} = 0,5$  m. Dette gjøres for å minimere omrøring av og nedtrengning i utlagt sandlag og underliggende sedimentbunn.

Utfylling i sjø, inkludert fylling av sand-/gruslaget, vil mest sannsynlig medføre noe blakking av sjøen som følge av steinstøv i utfyllingsmassene. For å avgrense området som blir påvirket av dette steinstøvet, kan det være aktuelt å sette ut en siltgardin som dekker den øverste delen av vannsøylen (anslagsvis øverste 5–10 m). En slik siltgardin vil være mindre påkjent av vind- og strømkrefter enn om siltgardinen går helt til bunnen, og det vil derfor være enklere å få en slik siltgardin til å henge på plass enn en som skal dekke hele vannsøylen.

### 3.1.5 Utfylling fra land

Ved utfylling fra land kan arbeidene utføres ved å tippe masser fra lastebil minst 10 m bak fyllingskant, for deretter å legge ut massene med gravemaskin med lang arm. Midlertidig fyllingshelning ved utlegging vil da erfaringsmessig være ca. 1:1,2 (40 gr) og det vil være behov for å fjerne masser i den øverste delen av fyllingen slik at man oppnår en slakere, stabil gjennomsnittlig skråningshelning, i utgangspunktet antas det at helning 1:1,5 (34 gr) fra bunn til topp fylling vil gi en stabil fylling.

Fylling fra land vil i større grad medføre transport til og fra tiltaksområdet, samt støy fra tipping og utlegging av masser på stedet. Med antatt volum på 170 000 m<sup>3</sup> vil det medføre anslagsvis 10 000 lastebillass.

### 3.1.6 Utfylling fra sjø

Som alternativ til fylling fra land, kan massene legges ut med lekter, ved bruk av splittlekter kan det legges ut masser opp til 4 m vanndybde. Man får da gjort unna de største fyllingsvolumene uten den samme belastningen av nærmiljøet. Over 4 m vanndybde må massene legges ut fra lekter med kran/gravemaskin. Når det blir for grunn vanndybde for lekter, må steinmassene lastes fra lekter til land for å fylle til ønsket nivå.

Ved tiltransportering av masser fra lekter vil det måtte lages åpning i siltgardinen i et mindre område hvor lekteren kan passere.



### 3.1.7 Komprimering og fundamenteringsmetode

Siden det ikke er mulig å komprimere masser som blir lagt ut under vann med normale metoder, vil det oppstå setninger på masser som er lagt ut i sjø. Pelefundamentering ved bruk av stålkjernepeler gjennom de utlagte steinmassene anses som best egnet for å oppnå setningsfri fundamentering.

Direktefundamentering kan imidlertid være mulig ved bruk av setningsreducerende tiltak som dypkomprimering og/eller forbelastning. Det antas at direktefundamentering vil være gunstig med tanke på reduserte utslipp av klimagasser pga. lavere materialbruk.

Dypkomprimering med fall-lodd vil både redusere setningspotensialet og bedre bæreevnen til fyllingen. Metoden gir en del støy og rystelser lokalt, men normalt ikke verre enn tilsvarende tyngre fundamenteringsarbeider arbeider.

Forbelastning ved å legge ut en fylling i størrelsesorden 2-4 m høyde over planlagt terrengnivå er en annen metode for å redusere setningspotensialet. Varigheten av forbelastningen er anslagsvis i størrelsesorden 2-4 måneder, men bestemmes ut fra setningsmålinger underveis. Ulempen med forbelastning er varigheten, og behov for betydelige mengder med masser og arbeidet det medfører. Den vil også ha liten effekt på krypsetninger i motsetning til dypkomprimering.

Uavhengig av fundamenteringsmetode anbefales dypkomprimering for den nye fyllingen for å redusere de vesentlige krypsetningene som ellers forventes, og som vil medføre differansesetninger mellom for eksempel pelefundamentert bygg og omkringliggende areal.

Det understrekes at fundamenteringsmetode og komprimeringstiltak er forhold som må vurderes nærmere i prosjektet på bakgrunn av en samlet vurdering.

### 3.1.8 Erosjonssikring

I sjøfronten, der fyllingen går ned i sjøen vil det i dybden ned til ca. kote minus 3,0 det være nødvendig med erosjonssikring for eksempel ved å plastre fyllingsoverflaten med tilstrekkelig stor stein.

### 3.1.9 Utforming sjøfylling - alternativ 1

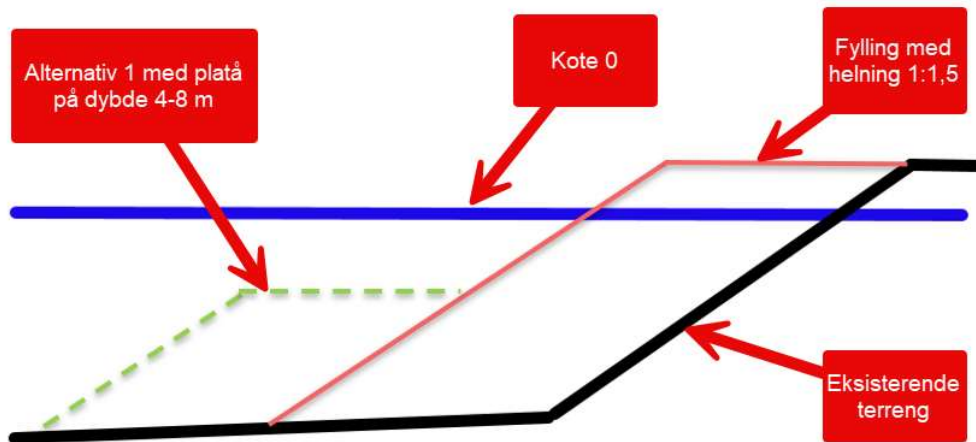
Som beskrevet i rapport fra NRAS omfatter alternativ 1 at det gjennomføres økologiske, blå-grønne tiltak på land og i sjøen som bidrar til en stor økning i andel «grøntareal» innenfor tiltaksområdet sammenlignet med dagens tilstand/null-alternativ.

NRAS beskriver flere mulige tiltak, der et av tiltakene når det gjelder utfylling i sjø er å utforme fyllingen på slik måte at det skapes større, grunne arealer i dybden 4-8 m. For dybder ned til 8 m bør det også etterstrebes å benytte stein med varierende form og størrelse i fyllingsoverflaten for å skape store og små hulrom som kan fungere som skjulested for et stort antall arter og individer som beskrevet i rapport fra NRAS. Ved å på denne måten legge forholdene til rette kan sukkertare etablere seg og trives etter relativt kort tid (4-5 år).

Slike plataer vil også være positivt for stabiliteten til fyllingen. Ulempen med å etablere plataene vil være at det blir nødvendig med større volum av masser til utfylling. At utfyllingen vil dekke større deler av sjøbunnen er mindre problematisk, ettersom de relevante arealene i stor grad vil bestå av bløtbunn



med liten verdi med tanke på artsmangfold [7]. Nøyaktig utforming bør sees i sammenheng med batymetrien (sjøbunns-topografi), stabilitet, erosjonssikring og sjøfrontsutformingen for øvrig.



Figur 3-1: Prinsskisse som viser fylling med platå (stiplet grønn) og uten platå (heltrukken rød).

### 3.1.10 Utforming sjøfylling - alternativ 2

Alternativ 2 innebærer at det ikke gjennomføres økologiske, blå-grønne tiltak som for fyllingen medfører at det ikke etableres noe platå. Dette gjør at utfyllingen vil kreve mindre sjøbunnsareal og mindre steinmasser enn for alternativ 1.

## 3.2 Gjenbruk av stedlige masser

Det er viktig for prosjektet å benytte de massene som er i området og som må fjernes for å etablere kanal og p-kjeller. Hvordan massene kan anvendes vil avhenge av hvilke løsmasser det er snakk om og deres forurensingsgrad. Det er også ulike føringer for bruk avhengig av om de skal brukes i sjø eller på land, noe som diskuteres i kapitlene nedenfor.

### 3.2.1 Gjenbruk av masser på land

Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn angir retningslinjer for akseptabel forurensning i forhold til arealbruk, og opererer med tre arealbrukskategorier: boligområder, sentrumsområder med kontor og forretninger, og industri og trafikkarealer. Aktuell arealbrukskategori i planområdet er «boligområde» (se ). Det er i to prøvepunkter i området for kanal-utgraving påvist forurensning tilsvarende tilstandsklasse 3, hvorav i ett prøvepunkt i overflatenære masser (<1 m). Dette overskrider akseptabel tilstandsklasse for overflatenære masser (<1 m), og massene må derfor enten fjernes eller omdisponeres som dypereliggende masser (>1 m) i områder med tilsvarende eller høyere forurensning.

Tabell 3-1: Aktuell arealbruk og akseptable tilstandsklasser, jfr. Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn.

Planlagt arealbruk	Tilstandsklasse i overflatenære masser (<1 m)	Tilstandsklasse i dypereliggende masser (>1 m)
Boligområder	Tilstandsklasse 1-2	Tilstandsklasse 1-3



		Tilstandsklasse 4 dersom risikovurdering konkluderer at det er akseptabelt
--	--	--

Det er i henhold til forurensningsforskriften anledning til å omdisponere forurensede masser innenfor tiltaksområdet dersom en risikovurdering viser at dette er miljømessig og helsemessig forsvarlig. Forurensningen som er påvist i fyllmassene i utførte undersøkelser er i en slik grad at de kan gjenbrukes på tiltaksområdet, enten som overflatenære (<1 m) eller dypereliggende (>1 m) masser.

Forurensede masser (dvs. masser med konsentrasjoner over normverdi) som ikke kan gjenbrukes, og må fjernes fra tomten må i henhold til forurensningsforskriften leveres til godkjent mottak. Forurensningen er knyttet til finstoffet i massene, og mineralske masser med kornstørrelse over ca. 25 mm og som ikke har oljefilm/belegg av olje anses for å være rene. Eventuell sortering av masser og/eller mellomlagring må foregå på tomten. Dersom fyllmasser inneholder store mengder stein, vil det mest sannsynlig være økonomisk lønnsomt å sortere ut finstoffet. Skrot og søppel må sorteres ut før videre disponering.

Da det er påvist forurensning på deler av eiendommen, skal det i henhold til forurensningsforskriftens kapittel 2 utarbeides en tiltaksplan før det kan graves i eller bygges på massene [6]. Tiltaksplanen må blant annet inneholde en oversikt over utførte undersøkelser, eventuelt en plan for supplerende prøvetaking, en vurdering av risiko for forurensningsspredning både i forbindelse med arbeidet og ved fremtidig arealbruk, en beskrivelse av planlagt disponering av gravemassene og forslag til dokumentasjon på utført arbeid (sluttkontroll). Tiltaksplanen må godkjennes av kommunen før arbeidet kan settes i gang.

Det gjenstår å ta prøver under eksisterende bygg. Denne prøvetakingen utføres når byggene er revet.

### 3.2.2 Vurdering av gjenbruk av stedlige masser i sjøfylling

Det er ønske om å bruke stedlige gravemasser fra etablering av kanal og parkeringskjeller til utfylling. Gravemassene i området for kanal-utgraving er forurenset i inntil tilstandsklasse 3 ned til inntil 1,7 m under terreng. Forurensningsgrad videre i dybden er ikke kartlagt. Gravemasser i deler av området for parkeringskjeller ikke er prøvetatt da det står bygg der i dag.

I utgangspunktet kan kun rene løsmasser (i tilstandsklasse 1) brukes til utfylling i sjø. Forurensningen er knyttet til finstoffet i løsmassene. For å kunne bruke stein fra stedlige, lett til moderat forurensede gravemasser til utfyllingen, kan finstoffet først sorteres bort. Steinmasser i fraksjon større enn 25 mm, uten synlig belegg av olje eller tjære, kan anses som rene og kan benyttes til utfylling.

Eventuell sortering/mellomlagring av forurensede masser skal foregå på tiltaksområdet, og må foregå på en slik måte at forurensning ikke spres. Ved fare for spredning av støv kan det bli aktuelt å fukte massene. Fram til bortkjøring og levering til godkjent mottak, må utsortert forurenset finstoff lagres på en slik måte at det ikke spres. Det kan f.eks. lagres på tett dekke eller plasseres på et underlag av sand/grus slik at partikler fanges opp før eventuelt vann infiltrerer i bakken. Sorteringsverket må plasseres i god avstand fra sjøfronten for å redusere risiko for spredning av støv og partikler mot åpen sjø.

### 3.3 Sjøfronter

Ulike mulige sjøfronter er vist under med illustrasjoner fra Formingsveileder for Neumann-tomten [8]. Det er i hovedsak tre hovedprinsipper som planlegges:

- Plastret skråning

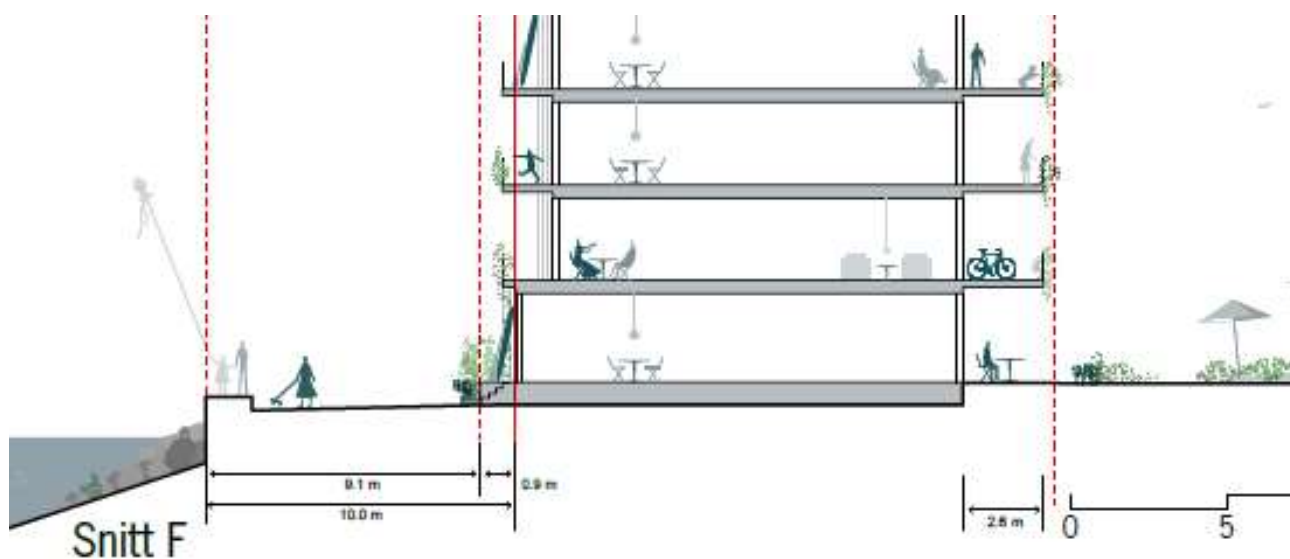
- Murfront
- Kaifront

Ingen av de nevnte sjøfrontene ansees å være til hinder for å velge Alternativ 1 i kap. 3.1.9, med ekstra platå i dybder ned til kote minus 4-8 m.

### 3.3.1 Plastret skråning

For den delen av sjøfronten som er eksponert for bølger vil det være naturlig å etablere en plastret skråning som fungerer som erosjonssikring, se Figur 3-2. Nødvendig steinstørrelse og til hvilken dybde det må plastres vil bestemmes ut fra bølgepåkjenningen på stedet.

En slik utforming er ansett som gunstig med tanke på naturmangfold og muligheter for arter å etablere seg, ettersom det vil gi en «porøs» overflate med groper og hulrom.



Figur 3-2: Utsnitt fra formingsveileder som viser plastret skråning.

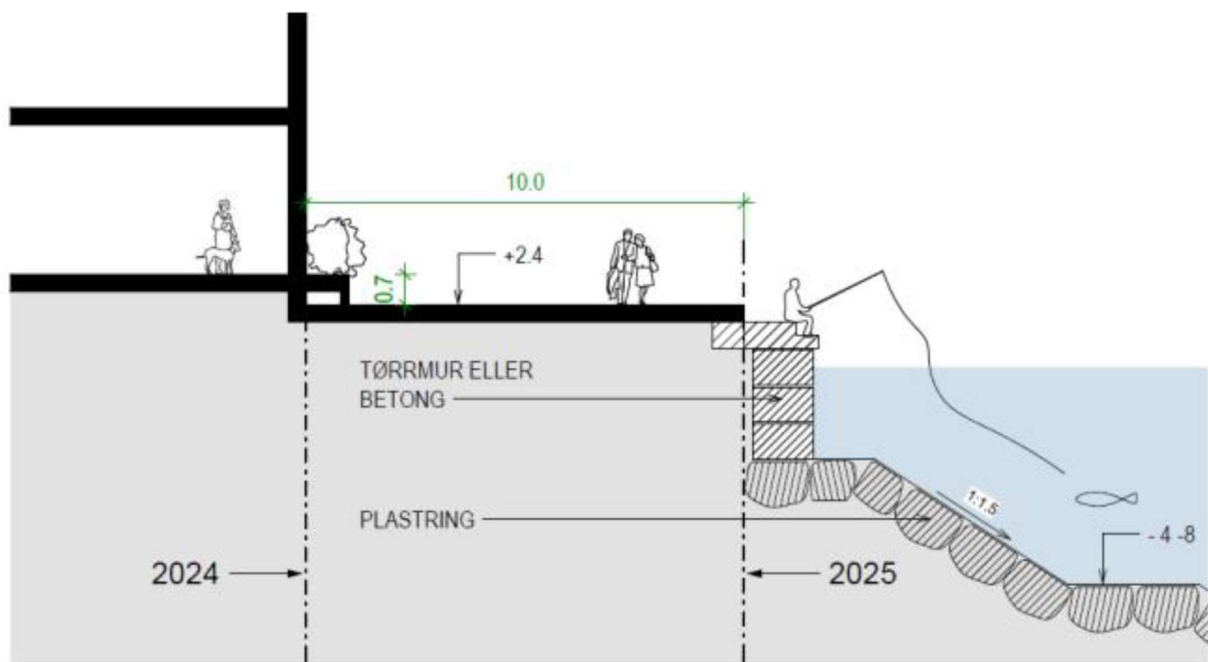
### 3.3.2 Murfront

Langs kanalen er det i formingsveilederen vist en murfront av naturstein, som illustrert i Figur 3-3. Av estetiske, men også med tanke på å tilrettelegge for livet i fjæren, vil det være ønskelig med naturstein. Slike murer vil naturlig lages med åpninger og sprekker som skaper skjulesteder for småfisk og festepunkter for tang/tare. Avhengig av ønsket dyp ved kaifront vil det kunne være behov for å kombinere naturstein med betongblokker eller lignende i bunn mur. Det vil trolig også være behov for å erosjonssikre ved murfot for å sikre at denne ikke vaskes ut.

For nordre side av sjøfronten kan det for deler av strekningen bli aktuelt med en murløsning, se skissert løsning i Figur 3-4. Mur og blokkstørrelse må dimensjoneres for bølgebelastning.



Figur 3-3: Utsnitt fra formingsveileder som viser murfront av naturstein langs kanal.



ITT 2 KAIKANT

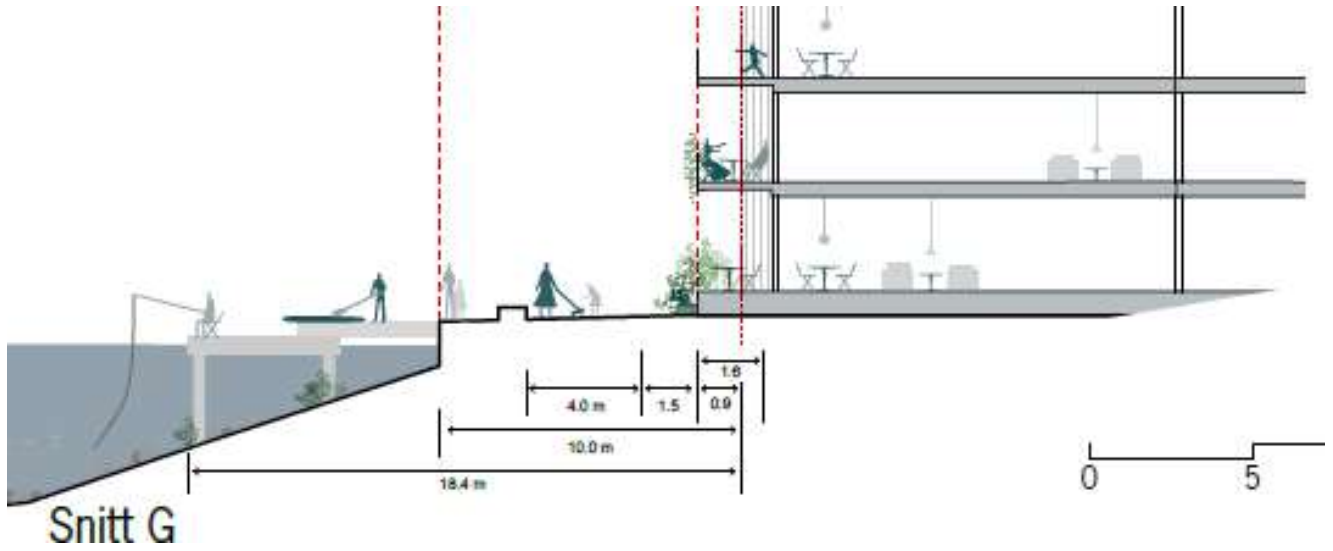
Snitt 2: Kai bygges som en steinbrygge med utvidet utfyllingsfot. Kaikant utføres med plastring med rett kant av tørrmur eller betong.

Figur 3-4: Forslag til fyllingsfot langs nordsiden med murløsning. Utklipp fra [5].

### 3.3.3 Kaifront

Kaifront mot sjøen vil også være i enkelte områder på planområdet, se illustrasjon i Figur 3-5. Type kai og fundamenteringsmetode vil avhenge av tiltenkt bruk og belastning, og må bestemmes i senere prosjektering og planlegging. Både konstruksjoner av tre, eller betong og stål kan være aktuelle.

Også her må den underliggende steinfyllingen erosjonssikres på bakgrunn av de stedlige bølgeforholdene.



Figur 3-5: Utsnitt fra formingsveileder som viser eksempel på kaifront.



## 4 Referanser

- [1] Multiconsult, «Kristiansholm, Bergen. Miljøgeologiske grunnundersøkelser. Rapport nr. 10204414-RIGm-RAP-001,» 2018-04-14.
- [2] Multiconsult, «Grunnundersøkelser Kristiansholm. Miljøgeologisk grunnundersøkelse - Datarapport. Rapport nr. 10228236-RIGm-RAP-001,» 2021-12-10.
- [3] Miljødirektoratet, «Veileder forurenset grunn,» 2024. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn-veileder/>.
- [4] Multiconsult, «Utbygging Sandviken, Bergen Fylling i sjø. Grunn- og miljøundersøkelser. Geotekniske og miljøtekniske vurderinger. Rapport nr. 610528,» 2005-02-17.
- [5] Naturrestaurering AS (NRAS), Kristiansholm, Bergen; Kartlegging i sjø, vurdering av naturmangfold og EUs taksonom, 2024-10-30, revidert 20.05.2025.
- [6] «Forurensningsforskriftene kapittel 2,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/>.
- [7] Naturrestaurering AS, *Telefonsamtale med NRAS v/Jonathan E. Colman*, 29.11.2024.
- [8] LUNDHAGEM og AtSite, Formingsveileder for Neumann-tomten- del av Områdeplan Kristiansholm, 2023-09-05.