



Vedtatt av Heim kommunestyre dato: _____

Reguleringsplan for Holla industriområde

Reguleringsbestemmelser

Detaljregulering

PlanID 5055 2022003

Saksnummer 22/02605

1 Planens hensikt

Hensikten med planarbeidet er å legge til rette for etablering av et produksjonsanlegg for silisium med tilhørende lagerfunksjoner, kaianlegg, energigjenvinningsanlegg, røykgassrensseanlegg, karbonfangst- og lagringsanlegg, kontor og sosiale fasiliteter, deponi for avfallsmasser, atkomstveier, interne veier, manøvrerings- og parkeringsareal for anleggsmaskiner, samt teknisk infrastruktur (herunder teknisk infrastruktur i bakken).

2 Fellesbestemmelser for hele planområdet

2.1 Situasjonsplan

Vedlagt søknad om rammetillatelse skal det følge en situasjonsplan i passende målestokk.

Situasjonsplanen skal vise planlagte tiltak, herunder plassering av bebyggelse/anlegg, eksisterende og fremtidig terreng, beplantning, atkomster med frisktlinjer, nødvendig manøvreringsareal, parkering, avfallshåndtering, vinterbruk med snølagring, nettstasjoner og eventuelle gjerder og skjermingstiltak.

2.2 Arkitektur og estetikk

- Rundt anlegget skal terreng og vegetasjon bevares i størst mulig utstrekning.
- For å redusere den negative visuelle påvirkningen på omgivelsene, skal skjerming med terreng og vegetasjon etableres på fabrikkområdet der dette ikke er i konflikt med bruken av området.
- Det skal etterstrebnes en belysning som gir en god opplevelse av anlegget for omgivelsene. Det skal kun tillates utebelysning som gir indirekte/skjermet lys rettet mot bakken.

- Inngrep og anlegg som er eksponert mot omgivelsene, og i særlig grad mot sjøen, bør gis en utforming som ikke påvirker landskapet mere negativt enn nødvendig.
- Bygg og anlegg skal ha en fasade med jordfarger.

2.3 Universell utforming

Kontor- og administrasjonsbygg, garderobebygg, og parkeringsanlegg skal være universelt utformet.

2.4 Parkering

Det skal etableres et tilstrekkelig antall parkeringsplasser (bil og sykkel) for ansatte og bedriftens bilpark på egen eiendom. Kravet til parkering kan løses på terrengnivå i kombinasjon med et parkeringsanlegg.

Felles parkeringsanlegg under tak skal ha en innvendig frihøyde på 2.5 meter.

2.5 Kommunaltekniske anlegg/infrastruktur i grunnen/sjø

Eventuelle nettstasjoner tillates innenfor planområdet.

Det skal tas hensyn til eksisterende kabelanlegg i grunnen. Flytting, nærbygging, etc. må avklares med kabeleier.

Tiltakshaver (utbygger) er ansvarlig for at eksisterende sjøledninger som berøres av tiltaket ikke påføres skade, og at sjøledninger forlenges ut av eventuelle fyllinger der de berøres.

Detaljprosjektering av VA-anlegg må ta hensyn til nødvendig klimapåslag og til redegjørelse og tiltak knyttet til overvannshåndtering gitt i overordnet VA-plan (Vedlegg 9), herunder krav til tilstrekkelig slokkevann. Krav i VA-planen tilpasses optimalisert anlegg.

Tilstrekkelig tilgang på drikkevann skal sikres for all utbygging skissert i planbeskrivelsen.

2.6 Energi

Ved søknad om tiltak skal det vises mulige energieffektive løsninger.

Det skal vurderes bruk av solcelleløsninger ved anlegget.

Det skal vurderes etablering av lademuligheter for elbil ved parkering (i henhold til forslag til kommuneplanens arealdel 2022-2034).

2.7 Avfallshåndtering

Løsning for avfall og plassering av dette skal avklares i samråd med renovatør og skal fremgå av situasjonsplanen.

2.8 Støy og utslipp til luft

Klima- og miljøverndepartementets retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442 skal legges til grunn for gjennomføring av planforslaget.

Støy fra bygge- og anleggsvirksomheten skal håndteres i tråd med kap. 6 i T-1442.

Det skal gjennomføres kompensierende støytiltak for boliger som evt. måtte ligge i gul eller rød støysone etter at støytiltak ved Holla industriområde er iverksatt.

Klima- og miljøverndepartementets retningslinjer for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520 skal legges til grunn for gjennomføring av planforslaget.

2.9 Grunnforhold

Det skal dokumenteres at grunnen har tilstrekkelig stabilitet i forhold til omsøkt tiltak. Nødvendige tiltak for å sikre tilstrekkelig stabilitet skal gjennomføres i tråd med geoteknisk vurdering (vedlegg 10a) og ferdigstilles senest ved søknad om brukstillatelse.

For å unngå setningsskader på bygninger og tekniske installasjoner, skal det ikke oppføres faste bygninger og/eller faste tekniske installasjoner før det foreligger en dokumentasjon på at massene i utfyllingsområdene er tilstrekkelig stabilisert. Alternativt skal det dokumenteres at bygninger og installasjoner er fundamentert slik at de ikke påvirkes av eventuelt videre setningsforløp i fyllingen. Det stilles krav til geoteknisk kompetanse på den som skal utstede attest for stabiliseringen og de som prosjekterer fundamenteringen. Dokumentasjon på kompetanse skal følge byggesøknaden.

2.10 Forurensing

Ved mistanke om forurenset grunn, skal miljøtekniske grunnundersøkelser utføres før gravearbeider kan starte.

Det stilles krav om en tiltaksplan for håndtering av forurenset masse i henhold til forurensingsforskriftens kap.2, samt tillatelse til arbeider i sjø.

Ved søknad om rammetillatelse skal det utarbeides et miljøprogram som fastsetter miljømål (støy, luft, vann, grunn) for prosjektet.

Ved søknad om igangsettingstillatelse skal det utarbeides en miljøoppfølgingsplan som fastsetter hvordan prosjekteier skal følge opp miljøprogrammets miljømål i prosjektets faser. Miljøoppfølgingsplanen skal benyttes i prosjektering og gjennomføring av prosjektet for å sikre at relevante mål og krav blir ivarettatt.

2.11 Flom, stormflo og bølger

For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot stormflo stilles det krav om at industriområdene skal etableres på minimum kote +3,0 (NN2000).

Erosjonssikring langs industriområdet skal enten etableres med erosjonssikring/mur mot sjø opp til +3,5 m NN2000 eller så skal byggverk legges med en sikker avstand på 5,0 m fra vannkanten.

Erosjonssikring langs elvestrengen (H320) skal bygges/heves opp til +3 m eller +4,0 m NN2000 i henhold til krav i de respektive hensynsoner.

Det skal kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs industriområdet og elveløpet tilfredsstillende til TEK17 og dermed er stabil mot et 200 års flomscenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende skal den utbedres. Mulige løsningsmetoder fremgår av vedlegg 7 Kystteknikk.

2.12 Massebudsjett og -regnskap

Det skal utarbeides massebudsjett og regnskap ved uttak av masser på mer enn 150 m³ faste masser. Det skal forelegges massebudsjett for tiltak der slikt krav inntreffer ved søknad om igangsettingsstillatelse. Der slikt krav inntreffer, skal det foreligge masseregnskap før brukstillatelse kan gis. Masseregnskapet skal dokumentere disponeringen av massene.

2.13 Ulempeplan

Det skal utarbeides plan for hvordan ulemper for naboer skal håndteres i bygge- og anleggsfasen. Dette gjelder spesielt støy, støv og rystelser, samt trafikksikkerhet og trafikkavvikling. Overordnet konsept og plan for medvirkning skal følge søknad om rammetillatelse, og skal videre være godkjent av Heim kommune før det kan gis igangsettingstillatelse.

2.14 Kulturminner

Dersom det under arbeidets gang i anleggsperioden fremkommer automatisk fredede kulturminner eller mistanke om dette har tiltakshaver meldeplikt i henhold til kulturminnelovens §8.2. Melding skal sendes Fylkeskommunen eller Sametinget med det samme, og arbeidet skal straks stanses i den utstrekning det kan berøre kulturminnet.

2.15 Naturmangfold

Særlig støyende anleggsoperasjoner legges utenom perioden 1.mai-31.juli (hekke- og yngletiden).

Tidsforbruket for gjennomføring av utfyllingsarbeid, peling og mudring skal reduseres så mye som praktisk mulig for å redusere påvirkningen anleggsarbeidet vil ha på gyteområder for fisk og andre naturverdier i området. Dette innebærer at anleggsoperasjoner i sjø legges utenom perioden 1.februar til 30.april.

Ved utfylling i sjøområder skal det vurderes bruk av partikkelsperre.

Kjemikalier skal lagres slik at det ikke oppstår fare for utlekking til vann, bekker og sig.

Det skal sikres at avrenning fra støp ikke kommer ut i vann og bekker som ikke har stor nok resipientkapasitet til at effekter fortynner tilstrekkelig.

Sprengstein som eventuelt skal fylles ut i sjø og vassdrag skal inneholde minst mulig plast. Det skal stilles krav til masseleverandører om et definert lavt vektinnhold av plast i masser. Det bør i hovedsak brukes elektriske- eller elektroniske tennsystemer (ledninger som synker). Hvis det brukes plast som kan flyte, så må tiltakshaver ha systemer for å hindre spredning ut av tiltaksområdet.

Sprengsteinsmasser som brukes til utfylling i sjø skal ikke inneholde syredannende bergarter.

Innhold av syredannende bergarter og tungmetaller i berg skal undersøkes og vurderes før masser fra Kolhaugen kan benyttes andre steder i anlegget.

Ved funn av arter med høy eller svært høy risiko i Artsdatabankens fremmedartsliste, skal disse bekjempes.

Terskelen i elva Holla skal tilpasses slik at fisk kan vandre opp også ved lav vannføring.

2.16 Byggegrenser

Byggegrenser sammenfaller med formålsgrenser, om ikke annet er angitt i plankartet.

3 Bestemmelser til arealformål

3.1 Bebyggelse og anlegg (§ 12-5 nr. 1)

3.1.1 Industri (felt BI1)

Innenfor felt BI1 kan det etableres nærings-, lager- og industrivirksomhet med tilhørende kaianlegg, energigjenvinningsanlegg, røykgassrensaneanlegg, karbonfangst- og lagringsanlegg, kontor og sosiale fasiliteter, deponi for avfallsmasser, atkomstveier, interne veier, manøvrerings- og parkeringsareal for anleggsmaskiner, samt teknisk infrastruktur (herunder teknisk infrastruktur i bakken).

Bebygd areal (%-BYA) settes til 90 %.

Maks tillatt gesimshøyde settes til kote + 70,0 (NN2000).

Det tillates at skorsteiner og andre enkeltelementer kan ha en byggehøyde opp mot kote +90 (NN2000).

For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot stormflo og bølger stilles det krav om at industriområdet skal etableres på minimum kote +3,0 (NN2000).

Alle bygg og tiltak må detaljprosjekteres med hensyn til geoteknikk.

Området tillates inngjerdet.

Eierformen er privat.

3.1.2 Industri (felt BI2)

Innenfor felt BI2 tillates kontor- og administrasjonsbygg tilknyttet industrivirksomheten.

Parkering tillates.

Bebygd areal (%-BYA) settes til 90 %.

Maks tillatt gesimshøyde settes til kote + 18,0 (NN2000).

Eierformen er privat.

3.2 Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur (§ 12-5 nr. 2)

3.2.1 Kjøreveg (felt SKV 1-3)

Felt o_SKV er fv.6432.

Felt SKV1 er privat atkomstvei til Holla industriområde.

Felt SKV2 er private internveier på Holla industriområde. Viste veitraseer er veiledende og kan endres i søknad om tiltak innen planområdet.

Felt SKV3 er privat atkomstvei til Holla industriområde.

Innenfor felt SKV3 skal det etableres en bom for atkomstkontroll minst 50 meter inn fra fv.6432.

3.2.2 Annen veggrunn (felt SVG)

Innenfor felt SVG kan det etableres fyllinger, skjæringer, murer, flomsikring, grøft, samt gatelys og andre installasjoner tilknyttet vegen.

Annen veggrunn skal reetableres med stedegen vegetasjon etter anleggsfasen.

Langs SKV3 skal det etableres samlegrøft som fører vann til lukket drencsystem med utløp til sjø.

Eierformen er privat.

3.2.3 Kai (felt SK1-2)

Innenfor felt SK1-2 kan det etableres/utvides kai.

Det tillates bygget installasjoner for å ivareta kaifunksjonen.

Kai skal utføres og merkes slik at den er godt synlig ved alle værforhold, både på natt- og dagtid.

Kai- og kaifundamentering skal detaljprosjekteres før utførelse. Kaianlegg må prosjekteres / dimensjoneres slik at de kan tåle en eventuell kollisjon med båter. Nødvendige sikringstiltak skal dokumenteres i forbindelse med byggesak.

Det skal ikke oppføres bygg for personopphold på kaiene.

Infrastruktur og installasjoner for landstrømanlegg tillates. Ved etablering eller vesentlig utvidelse av kai i felt SK1 skal det legges til rette for etablering av landstrøm for skip.

Eierformen er privat.

3.2.4 Samferdselsanlegg kombinert med industri (felt SAA)

Innenfor felt SAA kan det etableres installasjoner tilknyttet høyspent bryteranlegg/trafostasjon, atkomstveier, kontor/sosialbygg, parkeringsbygg og parkering på terreng.

Bebygd areal (%-BYA) settes til 90 %.

Maks tillatt gesimshøyde settes til kote + 22,0 (NN2000).

Området tillates inngjerdet.

Eierformen er privat.

3.3 Grønnstruktur (§ 12-5 nr. 3)

3.3.1 Vegetasjonsskjerm (felt GV)

Innenfor felt GV skal det etableres/videreføres vegetasjonsskjerm.

Vegetasjon skal være stedegen.

Innenfor feltet, dog ikke i skråningen ned mot elva og sjøen, tillates deponert stedegne overskuddsmasser bestående av organisk overflatedekke som kan fungere som vekstbase for busker og trær.

Eierformen er privat.

3.4 Landbruks-, natur- og friluftsmål samt reindrift (§ 12-5 nr. 5)

3.4.1 Landbruk (felt L)

Innenfor felt L tillates tradisjonelt jord- og skogbruk. Det bør tilstrebes å opprettholde skjermingsvegetasjon og eksisterende skogbryn for å dempe silhuettvirkningene av industriområdet.

Det skal tas spesielle hensyn til automatisk fredete kulturminner i områder med hensynssone for kulturmiljø, jmf. 4.2.1 og 4.2.2.

Eierformen er privat.

3.5 Bruk og vern av sjø og vassdrag med tilhørende strandsone (§ 12-5 nr. 6)

3.5.1 Havneområde i sjø (Felt VHS)

Felt o_VHS er regulert til havneområde i sjø. Dette utgjør ferdselsområder i sjø (farled/båttrafikk, etc.)

Området o_VHS kan benyttes av fartøy i forbindelse med oppankring og lasting/lossing ved kaier innenfor planområdet.

Det tillates bygget kaier, kai-avsnitt og dykdalber (båtfester) eller annen form for forankring med tilknytning til kaier innenfor området.

Mudring eller dumping av masser innenfor formålsområdet tillates ikke, bortsett fra i områder spesielt avsatt til mudring og motfylling, jmf. 5.1.2 og 5.1.3.

Eierformen er offentlig.

4 Bestemmelser til hensynssoner (§§ 12-6, 12-7 og 11-8)

4.1 Sikrings-, støy- og faresoner (§ 11-8 a)

4.1.1 H140 Sikringssone – frisikt

Innenfor viste frisiktsoner skal det være frisikt i en høyde minimum 0,5 meter over toppdekke på tilstøtende veg. Nødvendig utsprenging av fjell tillates.

4.1.2 H320 (sone 1) Hensynssone flom i vassdrag

Det skal kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs elvestrengen tilfredsstillende til TEK17 og dermed er stabil mot et 200 års stormscenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende skal den utbedres.

Erosjonssikring langs denne sektoren av elvestrengen skal etableres med erosjonssikring/mur mot elv opp til +3 m NN2000.

4.1.3 H320 (sone 2) Hensynssone flom i vassdrag

Det skal kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs elvestrengen tilfredsstillende til TEK17 og dermed er stabil mot et 200 års stormscenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende skal den utbedres.

Erosjonssikring langs denne sektoren av elvestrengen skal etableres med erosjonssikring/mur mot elv opp til +4 m NN2000.

4.1.4 H320 (sone 3) Hensynssone stormflo

Det skal kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs industriområdet tilfredsstiller kravene til TEK17 og dermed er stabil mot et 200 års stormscenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende skal den utbedres.

Erosjonssikring langs industriområdet skal enten etableres med erosjonssikring/mur mot sjø opp til +3,5 m NN2000 eller så skal byggverk legges med en sikker avstand på 5,0 m fra vannkanten.

4.1.5 H370 Høyspenningsanlegg

Ny bebyggelse og anlegg skal ikke oppføres innenfor hensynssone for høyspennings luftanlegg.

4.2 Særlige hensyn til landbruk, reindrift, friluftsliv, grønnstruktur, landskap eller bevaring av naturmiljø eller kulturmiljø (§ 11-8 c)

4.2.1 H570 – Bevaring kulturmiljø – Hensynssone c

Innen H570 hensynssone c) – bevaring kulturmiljø - må det ikke foretas inngrep i marka eller gjøres aktivitet som kan ha uheldig innvirkning på dette arealet. Eventuelle nødvendige mindre tiltak innen hensynssonen må gjøres rede for særskilt og må godkjennes av regional kulturminnemyndighet (Trøndelag fylkeskommune).

Innenfor H570 hensynssone c skal marken ikke pløyes på grunn av sårbare kulturminner som ligger under et tynt matjordslag, (kulturminneloven § 3).

H570 hensynssone c skal under anleggsperioden gjerdes inn med midlertidig gjerde av stålnett.

4.2.2 H730 (sone km1-km13) - Båndlegging etter lov om kulturminner - Hensynssone d

Innen H730 hensynssone d er kulturminnene, merket H730_1 - H730_13 i plankartet, automatisk fredet etter kulturminnelovens § 4. Det samme er en sikringssone i et 5 meters bredt belte fra kulturminnenes ytterkant jfr. kulturminnelovens § 6. Inngrep i grunnen, eller andre tiltak som kan virke inn på det automatisk fredete kulturminnet innenfor hensynssonen, er ikke tillatt uten etter dispensasjon fra kulturminneloven. Søknad skal sendes regional kulturminneforvaltning i god tid før arbeidet er planlagt igangsatt.

Innenfor H730 hensynssone d skal marken ikke pløyes på grunn av sårbare kulturminner som ligger under et tynt matjordslag, (kulturminneloven § 3).

5 Bestemmelser til bestemmelsesområder

5.1 Vilkår for bruk av arealer

5.1.1 Deponiområdet «Lagunen» - (område #1)

Det skal lages en avslutningsplan for deponiet som, godkjent av Miljødirektoratet, skal følge søknad om igangsettingstillatelse.

Området kan benyttes til deponiområde for avfallsmasser fra produksjonen ved smelteverket, ihht. avslutningsplan for deponiet.

5.1.2 Motfylling - (område #2)

Innenfor område #2 tillates nødvendig mudring og motfylling/erosjonssikring for å sikre kaiområdet mot utglidning.

5.1.3 Mudring – (område #4)

Innenfor område #4 tillates nødvendig mudring og erosjonssikring for å sikre kaiområdet mot utglidning.

5.2 Midlertidig bruk av arealer

5.2.1 Midlertidig bygge og anleggsområder - (område #3)

Innenfor område #3 tillates bearbeiding og sikring av terreng i forbindelse med bygging av bi-atkomst (SKV3) og industritomt.

Området istandsettes ihht. geotekniske anbefalinger i vedlegg 10a og ved naturlig revegetering med stedegen vegetasjon.

Dersom tiltak overlapper hensynssone H570, så skal forholdet til kulturminner innenfor hensynssone H570 avklares med kulturminnemyndigheten før oppstart. Uttalelsen fra kulturminnemyndigheten skal sendes kommunen senest ved søknad om tiltak.

6 Rekkefølgebestemmelser

7 Vilkår for gjennomføring

7.1 Før rammetillatelse

Før rammetillatelse kan gis skal følgende foreligge:

- En situasjonsplan, jf. 2.1.
- Et miljøprogram som fastsetter miljømål (støy, luft, vann, grunn) for prosjektet, jmf.2.10.
- I forbindelse med utarbeiding av ulempeplan, jmf. 2.13, skal det utarbeides et overordnet konsept og plan for medvirkning som skal følge søknad om rammetillatelse.

7.2 Før igangsettingstillatelse:

Før igangsettingstillatelse kan gis, skal følgende foreligge (relatert omsøkt utbygging/byggetrinn):

- Dokumentasjon av grunnen i forhold til stabilitet og forurensing, jmf. 2.9 og 2.10.
- Dokumentasjon på miljøtekniske grunnundersøkelser, jmf. 2.10.
- Godkjent tiltaksplan for håndtering av forurensete masser, jmf.2.10.
- Godkjent tillatelse til mudring og arbeider i sjø.
- En miljøoppfølgingsplan som fastsetter hvordan prosjekteier skal følge opp miljøprogrammets miljømål i prosjektets faser, jmf.2.10.
- En massehåndteringsplan som inneholder massebudsjett, jmf. 2.12.
- En ulempeplan som bl.a. redegjør for tiltak mot støy, støv og rystelser, samt trafikkavvikling og trafikksikkerhetstiltak for gående og syklende i anleggsfasen, jmf. 2.13.
- Innenfor bestemmelsesområde # 1, deponiet «Lagunen», skal godkjent avslutningsplan følge søknad om igangsettingstillatelse, jmf.5.1.1.
- En uttalelse med avklaring fra Kulturminnemyndigheten dersom område #3 overlapper H570, jmf. 5.2.1.
- Tilstrekkelig tilgang på drikkevann må være sikret for all utbygging skissert i planbeskrivelsen, jmf. 2.5.

7.3 Før anlegget tas i bruk

Før brukstillatelse gis skal følgende foreligge (relatert omsøkt utbygging/byggetrinn):

- Et massehåndteringsplan som inneholder et masseregnskap, jmf. 2.12.
- Terskelen i elva Holla skal være tilpasset slik at fisk kan vandre opp også ved lav vannføring, jmf. 2.15.

Dokumenter som gis juridisk virkning gjennom henvisning i bestemmelsene

- Vedlegg 8: Rapport Kystteknikk av 2.januar 2023
- Vedlegg 9: Overordnet VA-plan av 17.november 2022
- Vedlegg 10a: Geoteknisk rapport av 3.mars 2023

Vedlegg til bestemmelser er nummerert likt som de samme vedleggene til planbeskrivelsen.

Oppdragsgiver: **Wacker Chemicals Norway AS**

Oppdragsnr.: **52203733** Dokumentnr.: **Kystteknik 01**

Til: Torbjørn Halland

Fra: Athul Sasikumar

Dato 2023-01-02

► **Bølger og Stormflo - Holla industiral area - Zoning plan**

Innhold

Innledning	2
Lovverk	3
Stormflo og havnivåstigning	4
Vindbølger	6
Samlet Vurdering, stormflo og bølger	8
Erosjonssikring	8
Erosjonssikring langs seksjon 1 mot vindbølger	8
Erosjonssikring langs seksjon 2 mot strømning fra elva	13
Beregningsgrunnlag	13
Erosjonssikring	14
Kaier	17
Estimerer på avbrudd (nedetid) på ny kai	17
Oppsummering	19
Referanser	20

Innledning

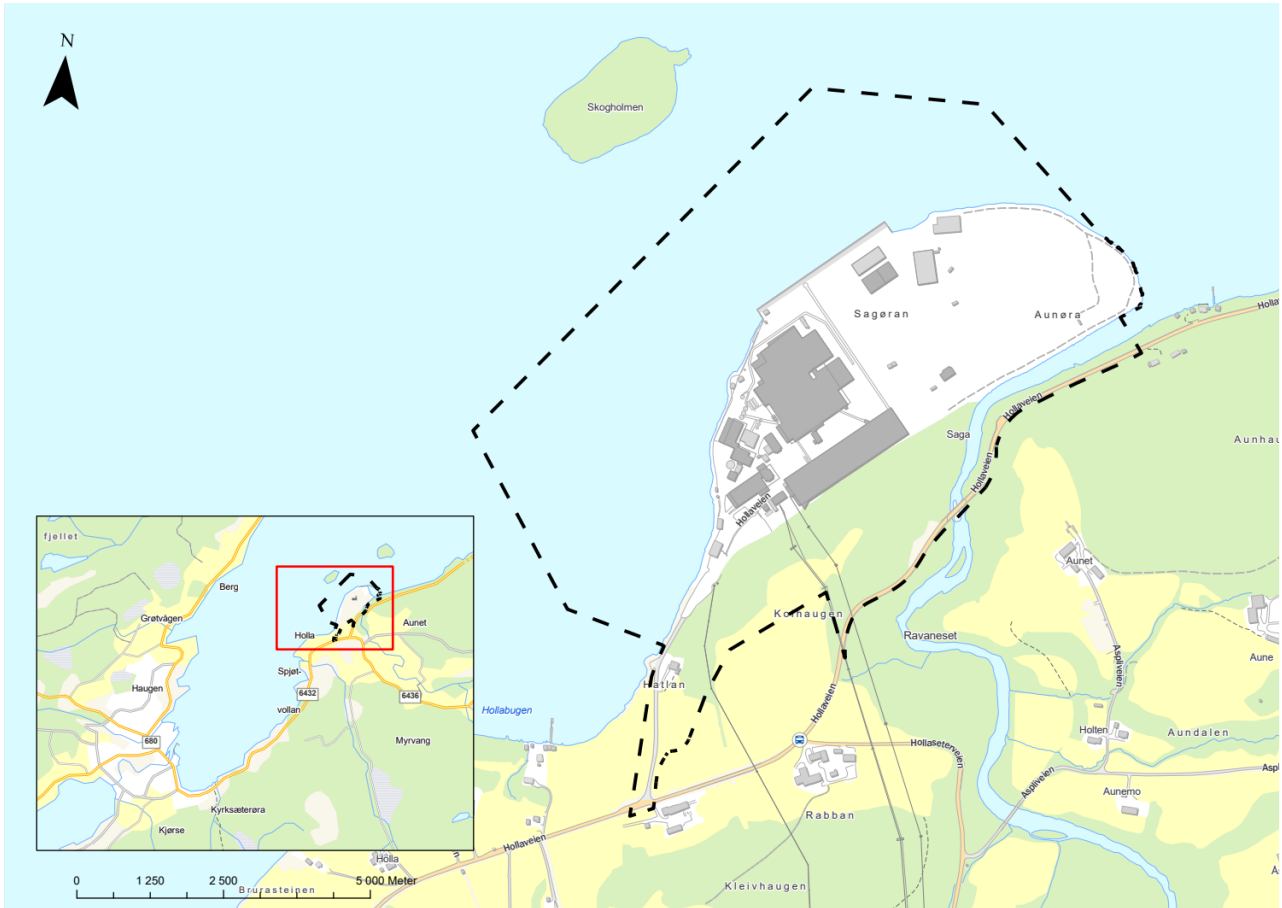
Wacker Chemicals Norway AS ønsker å starte arbeid med detaljregulering av Holla industriområde (Figur 1). Hovedformålet med planarbeidet er å legge til rette for et fremtidsrettet industrianlegg for produksjon av silisium og potensiale for etablering av cluster/næringspark. Planområdet er vist i Figur 2.

I denne notatet er det utført en beregning av dimensjonerende stormfloverdier samt bølgeberegning mot planområdet iht. TEK 17 § 7-2 [2]. Notatet har tatt utgangspunkt i at anlegget faller under sikkerhetsklasse F2 hvor konsekvensen av en flom er middels. TEK 17 sier her at naturpåkjenningene må beregnes med en returperiode på 200 år for sikkerhetsklasse F2.

Notatet inneholder beregninger for stormflo, havnivåstigning og vindbølger, som er brukt til å vurdere flomfaren fra havet. I tillegg er det også gjort en beregning av nødvendig erosjonssikring mot bølger og strømning fra Holla elva.



Figur 1 Oversiktskart. Bildet til høyre viser dagens situasjon.



Figur 2 Planområdets beliggenhet og omriss av planområdet

Loverk

Byggteknisk forskrift [1], TEK 17 § 7, krever at byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Angående sikkerhet mot stormflo og bølger har Byggeforskriften [1], TEK17 følgende krav,

- (1) Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.
- (2) For byggverk i flomutsatt område skal sikkerhetsklasse for flom fastsettes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides. I de tilfeller hvor det er fare for liv fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.

Forskriften opererer med tre ulike sikkerhetsklasser. Den viktigste utløsende faktor for valg av klasse er graden av personopphold og konsekvensen ved oversvømmelse. Her opererer § 7-2 med sikkerhetsklassene F1, F2 og F3 for flom.

Tabell 1 Sikkerhetsklasse for flom [1]

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

Klasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold og innebærer at flomrisiko skal estimeres for 200 års returperiode. Planlagt industrianlegg for produksjon av silisium og potensiale for etablering av cluster/næringspark er vurdert som et F2-tiltak av Heim kommune.

Stormflo og havnivåstigning

Tidevannsnivåer og stormflonivå er hentet fra Se havnivå [2]. Aktuelle vannstander for planområdet er vist i cm over NN2000 i Tabell 2 og i Figur 3. Figur 4 viser eksisterende situasjon under en 200 års stormflo i 2090 [2]. Merk at figuren ikke tar hensyn til effekten fra bølger.

Tabell 2 Tidevannstander og stormflonivå i cm over NN2000 ved Holla [2].

Vannstand	Verdi
200 års stormflo i 2090 (F2)	262 cm
200 års stormflo i 2022	205 cm
Høyeste observerte vannstand	208 cm
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	143 cm
Middelvann (MV)	-7 cm
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	-158 cm

Oppdragsgiver: Wacker Chemicals Norway AS

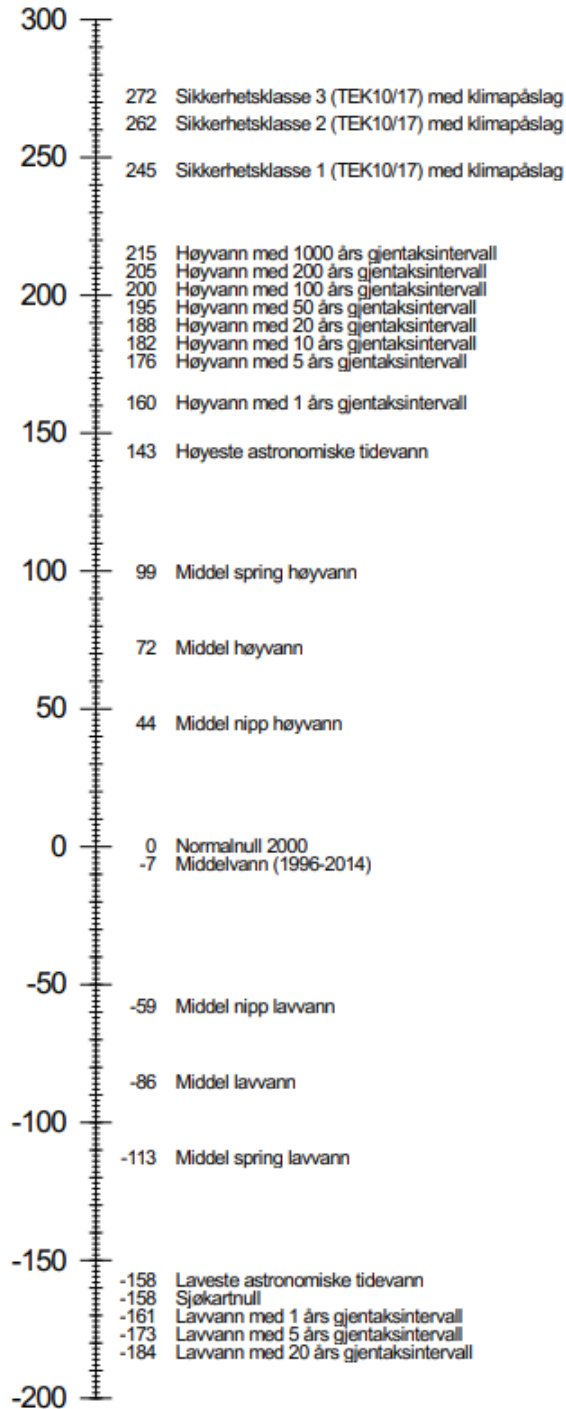
Oppdragsnr.: 52203733 Dokumentnr.: Kystteknik 01

N63°17,4' E9°5,3'

Nivåskisse

KYRKSÆTERØRA

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Heimsjø, justert med faktor 1,01.



Figur 3 Vannstander hentet fra Se havnivå [2]. Høydereferanse i m over NN2000.

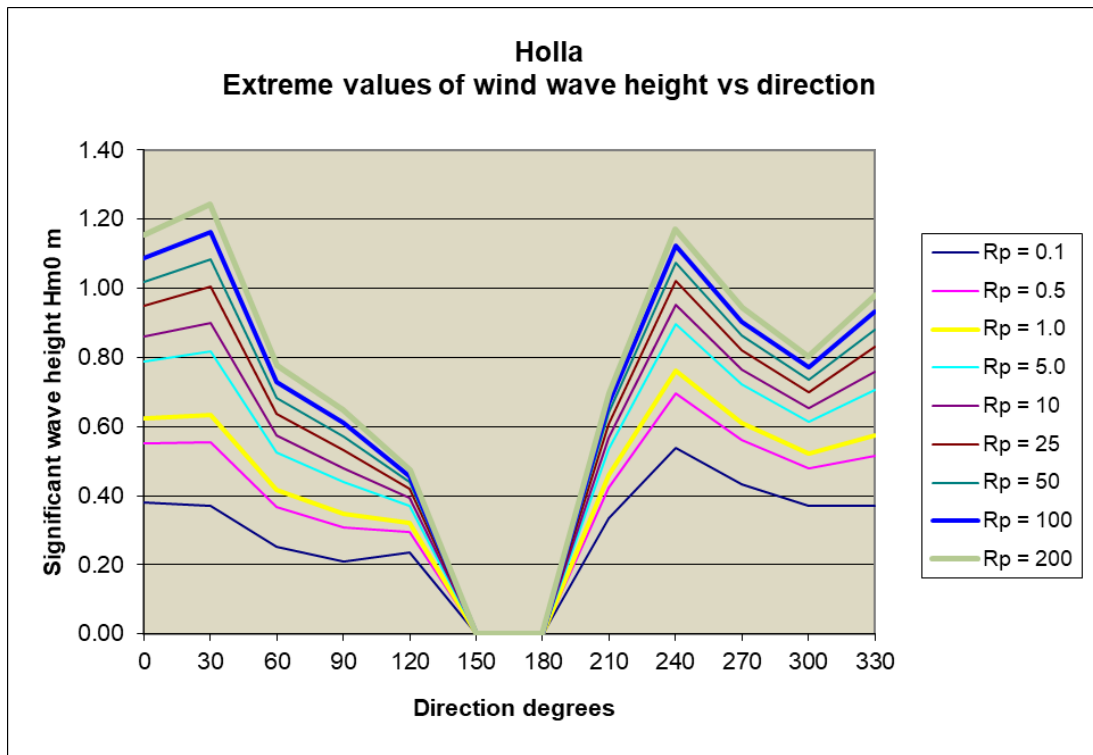


Figur 4 Eksisterende situasjon under en 200 års stormflo inkludert havnivåstigning i 2090 [2]. Deler av området nærmest sjøen risikerer oversvømmelse. Figuren tar ikke hensyn til tilleggseffekten fra bølger.

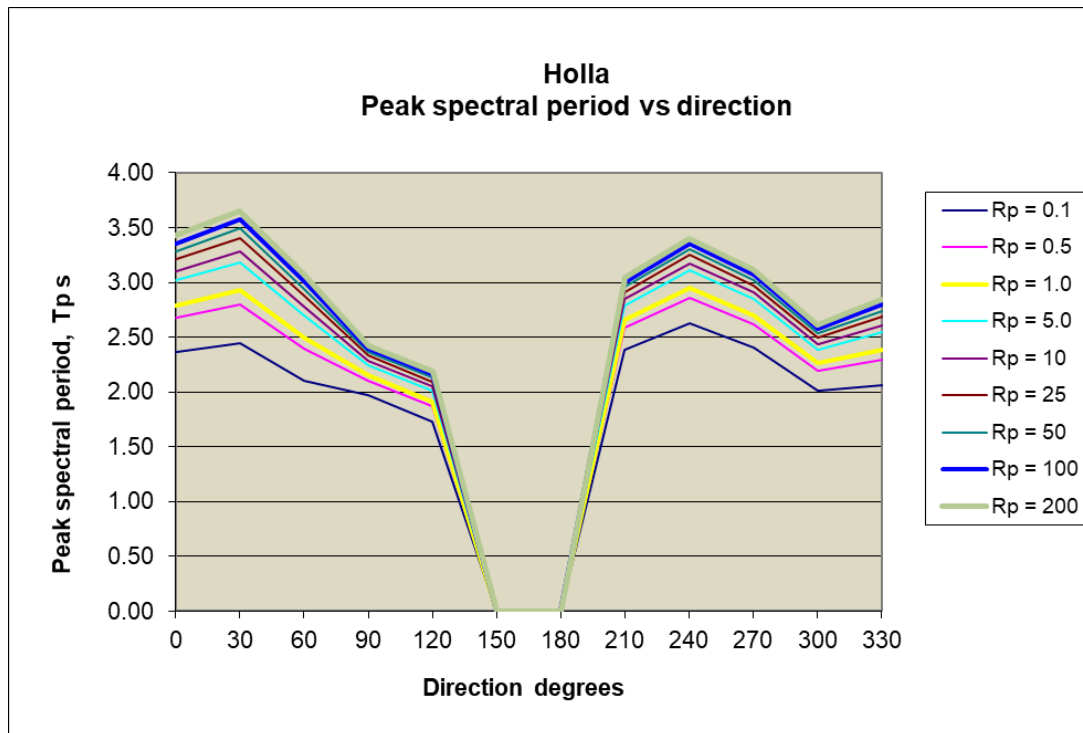
Vindbølger

Bølgene som kommer inn mot planområdet ved Holla vil være lokalt genererte vindbølger med lengste strøklengder mot nordøst og sørvest. Vindsjø beregnes ved hjelp av en standard metode som er basert på en beregning av ekstremverdier av vind fra en nærliggende målestasjon, og en beregning av bølgene som kan oppstå ved den beregnede vinden. For beregning av lokale vindbølger er det benyttet vind-data fra Ørland målestasjon i perioden 1980 – 2011. Vindhastigheten er redusert med en faktor på 0.90 (unntatt for 30 til 90 grader) for å ta hensyn til at vinden sannsynligvis er sterkere ved Ørland enn i Hemnfjorden.

Beregnete signifikante bølgehøyder for alle mulige strøk foran planområdet er vist i Figur 5 og Figur 6. Figuren viser at man finner de høyeste bølgene i sektoren 30° (fra nord-nordøst) og 240° (vest-sørvest), og at disse kan nå opp til 1,20 m med returperiode på 200 år. Som vist i Figur 6 ser vi at dette tilsvarer bølgeperioder i nærheten av $T_p = \text{ca. } 3,5 \text{ s}$ for 200 års returperiode.



Figur 5 Ekstremverdier av signifikant vind-bølgehøyde. R_p er returperiode i år. (Nord = 0 grader).



Figur 6 Fordeling av spektral topp-periode for vindbølger. R_p er returperiode i år. (Nord = 0 grader).

Samlet Vurdering, stormflo og bølger

Med flom menes all form for uønsket vanninntrenging, og man må vurdere den samlede effekten fra stormflo og bølger samtidig. Bølger utgjør en fare ved at vann og drivgods kan påføre skade mot bygningsdeler og trenge inn i bygninger. Figur 4 viser at de kommer en del bølger fra 240 grader (vest-sørvest-retning), som også er en retning der det vil forekomme oppstuvning av vann mot kysten (lavtrykk, pålandsvind og høyt tidevann). Vi må derfor anta at en situasjon med ekstremt høy vannstand kan forekomme sammen med ekstreme bølger fra sørvestlig retning.

Tilstrekkelig beskyttelse mot stormflo i klasse F2 i dette tilfellet vil være å sikre anlegget opp til kote + 2.7 m NN2000. Generelt anbefaler Norconsult at man legger inn ekstra sikkerhet over dim. stormflonivå for sikkerhetsklasse F2 forutsatt at anlegget skjermes mot bølgeoppkyll. Tiltakene mot bølger inkluderer at industribygninger enten legges på et høyt nok nivå, i sikker avstand fra sjøen eller at det bygges en sikring foran anlegget i form av en erosjonssikring, mur etc.

Meste delen av industriområde er satt på +4,0 NN2000, noe som er 1,3 m over dimensjonerende stormflo. Minimums krav til trygg kote høyde og sikker avstand fra sjøen er beregnet basert på hvor langt bølgene skyller inn på land under en 200 års flomhendelse (stormflo, havnivåstigning og bølger). Det er benyttet formelverk av van der Meer [3] i vurderingene for bølgeoverskylling og det settes en maksimal overskyllingsgrense på 10 liter per sekund per løpemeter, utgitt av EurOtop [3].

Basert på anbefalt overskylling og kombinasjon av stormflo og bølger, anbefaler vi å plassere anlegget på en av de følgende kombinasjoner,

- **+3,0 m over NN2000 med en sikker avstand av 5,0 m fra vannkanten, med erosjonssikring opp til +3,0 m NN2000.**
- **+3,0 m over NN2000 med erosjonssikringen opp til +3,5 m NN2000**

Erosjonssikring

Det må kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs dagens fylling tilfredsstillende kravene til TEK 17 dermed være stabilt mot en 200 års storm scenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende, må den utbedres. På grunn av ulik belastning er erosjonssikringen delt i 2 seksjoner som vist i Figur 7. Langs seksjon 1 er det vindbølgene som dimensjonerende og langs seksjon 2 er det strømning fra elva.

Erosjonssikring langs seksjon 1 mot vindbølger

Stabil steinstørrelse

Nødvendig median blokkvekt, W50 på erosjonssikring er funnet ved hjelp av van der Meers formelverk utgitt i blant annet Molohåndboka [4]. Av beregnet W50 følger minste tillatte steinstørrelse, W_{min} og at 5 % av blokkene skal være tyngre enn W5%. I beregningene er det antatt at blokkenes egenvekt er 2,7 tonn/m³. Nødvendig blokkstørrelse langs seksjon 1 er beregnet til 0,5 tonn. Blokken skal rause og ordnes. Se Tabell 3 for beskrivelse av ordnet raus erosjonssikring. Om det er ønskelig kan det også plastres, men da må man øke blokk størrelsen til 1,0 tonn.

Mellom blokkene og fyllingsmassen må det legges ut et filterlag. Hensikten med filterlaget er å forhindre at fyllingsmassen vaskes ut gjennom dekklaget og må tilpasses blokkstørrelsene. Beregningene viser at D50 i filterlaget skal være mellom 130-150 mm, hvor fraksjonen 120/300 ivaretar dette kravet. Lagtykkelsen settes til 0,5 m mellom blokkene og kjernemassene. Toleransen for utlegging av filterlaget settes til ±0,25 m. Oversikt over blokkstørrelsen er gitt i Tabell 4. Dagens erosjonssikring langs seksjon 1 er vist i Figur 8.

Tabell 3 Metode for Rauset erosjonssikring

Betegnelsen	Beskrivelse	Kravspesifikasjoner	Anvendelsesområde
II. Ordnet raus	Steinmaterialet rauses ut fra tipp. Bearbeides deretter for å sikre korrekt helning og utslaking av bratte partier og overheng. Overflaten ordnes for å sikre jevn overflate uten synlige hull eller utstikkende blokker	<input type="checkbox"/> Blokkstørrelse <input type="checkbox"/> Lagtykkelse <input type="checkbox"/> Egenvekt <input type="checkbox"/> Helning <input type="checkbox"/> Jevnhet av overflate <input type="checkbox"/> Estetikk	Skjermede fjordstrøk med kun svak dønning, havner H _s : 0.5 – 1.5 m T _p : 0 – 6.0 s
III. Plastring	Utvalgte steinblokker legges individuelt i et låsemønster på et forberedt underlag av dimensjonert filterstein. Blokkene løftes fra toppen og legges nedenfra og opp. Strenge krav til blokkvekter, blokkform og egenvekt	<input type="checkbox"/> Blokkstørrelse (også underlaget) <input type="checkbox"/> Lagtykkelse (også underlaget) <input type="checkbox"/> Egenvekt <input type="checkbox"/> Helning <input type="checkbox"/> Jevnhet av overflate <input type="checkbox"/> Estetikk <input type="checkbox"/> Blokkform <input type="checkbox"/> Orientering av blokkene	Åpne fjordstrøk og steder utsatt for dønning eller havsjø H _s : > 1.5 m T _p : 0 – 20 s Mest brukt for moloer og fyllinger i utsatte strøk; flere ulike byggemetoder

W_{min}, d_{min} : minste tillatte blokkvekt / ekvivalent diameter

W₅₀, d₅₀ : median blokkvekt / median diameter

W_{5%}, d_{5%} : 5 % av blokkene skal ha større blokkvekt enn denne / større ekvivalent diameter enn denne



Figur 7 Erosjonssikring delt i 2 seksjoner

Tabell 4 Dimensjoneringskriteria for erosjonssikring – seksjon 1 (Rauset erosjonssikring)

Parameter	Returperiode år	Verdi
Dimensjonerende vann-nivå	200	RCP 8.5, 2090 2,62 m NN2000
Signifikant bølgehøyde Hs	200	1,25 m
Bølge-periode, T _p	200	3,5 s
Antatt egenvekt av stein (kN/m ³)	--	2,7 tonn/m ³
Blokkstørrelse (vekt) – Rauset W _{min} , W ₅₀ , W _{5%} (tonn)	--	0,35 – 0,5 – 0,7
Tykkelse, Rauset (m)	--	1,5
Filterlag	--	120/300
Tykkelse, Filterlag (m)	--	0,5
Bredde, erosjonssikring topp	--	2,0
Helning i front	--	1:1,3



*Figur 8
overflate.*

Dagens erosjonssikring utsatt for bølger. Den anbefalte nye sikringen av ordnet raus må ha en jevnere

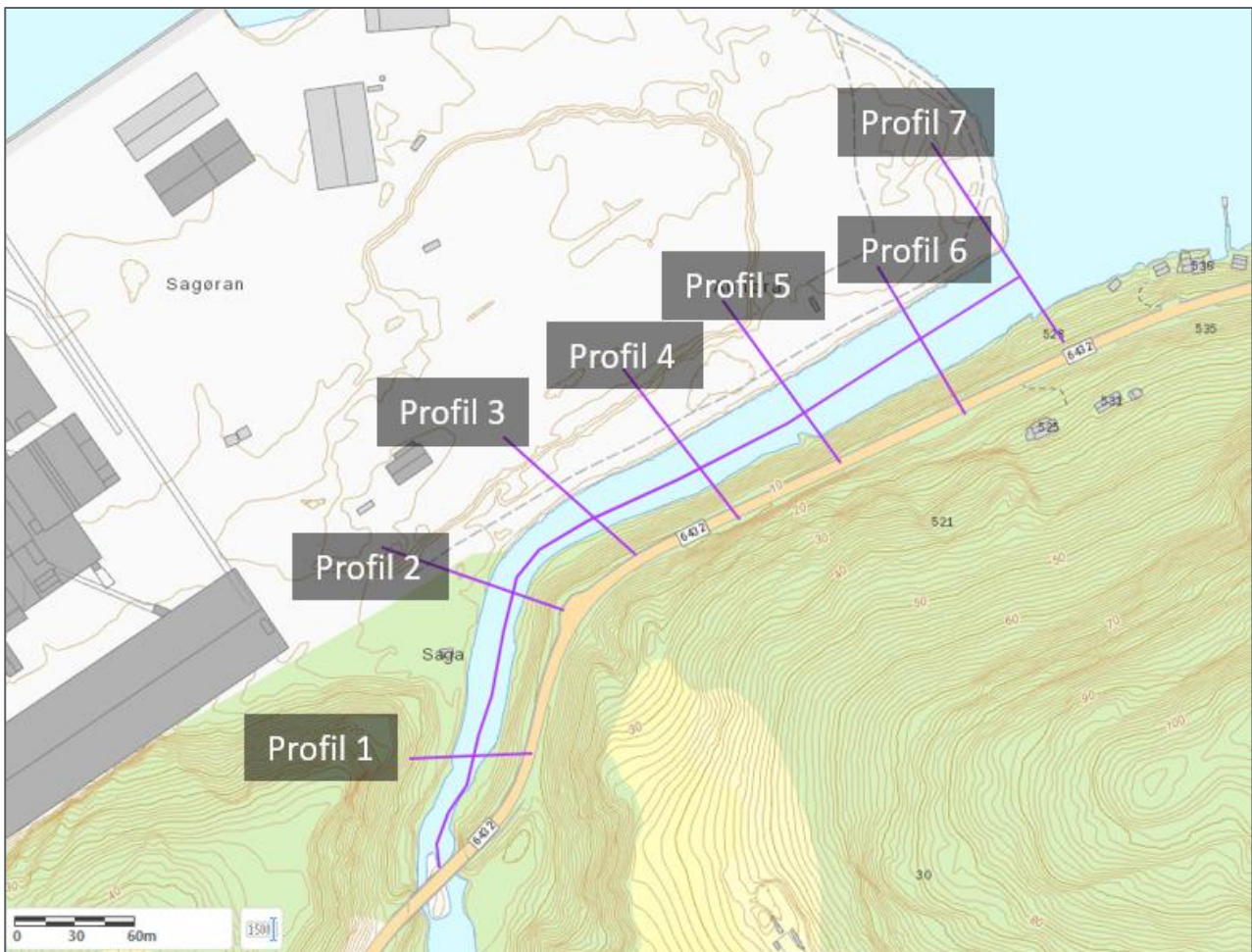
Erosjonssikring langs seksjon 2 mot strømning fra elva

Beregningsgrunnlag

Norconsult har utført en vannlinjeberegning for Hollaelva ved industriområdet på Holla [5]. Resultatene er tatt ut for syv tverrprofiler mellom brua og utløpet, og for lengdesnitt fra brua ned til profil 7 (Figur 9).

Vannlinje for beregnet 200-årsflom og middelflom, begge med 30 % klimapåslag, er vist i Tabell 5. For profil 1-3 gir 200-årsflom høyest vannstand. Videre nedstrøms bestemmes vannstanden av 200-års stormflo i sjøen. 200-årsflom ved 1-års lavvann er det scenariet som gir høyest maksimal hastighet i elva, se

Tabell 6.



Figur 9 Tverrprofiler 1-7 og lengdesnitt.

Tabell 5 Beregnet vannstand i tverrprofiler. Høyeste scenario for hvert profil er uthevet.

Profil	1.3xQ ₂₀₀ + 1-års stormflo Vannstand (moh)	1.3xQ ₂₀₀ +1-års lavvann Vannstand (moh)	1.3xQ _M +200-års stormflo Vannstand (moh)
Profil 1	4.63	4.63	3.59
Profil 2	3.67	3.67	3.02
Profil 3	2.72	2.72	2.65
Profil 4	2.28	2.28	2.64
Profil 5	2.26	2.25	2.64
Profil 6	2.21	0.76	2.71
Profil 7	2.17	0.37	2.62

Tabell 6 Beregnet maks. vannhastighet i tverrprofiler. Høyeste scenario for hvert profil er uthevet.

Profil	1.3xQ ₂₀₀ + 1-års stormflo Vannhastighet (m/s)	1.3xQ ₂₀₀ +1-års lavvann Vannhastighet (m/s)	1.3xQ _M +200-års stormflo Vannhastighet (m/s)
Profil 1	5.1	5.1	3.3
Profil 2	5.4	5.5	3.0
Profil 3	4.9	5.5	2.1
Profil 4	3.6	4.5	1.3
Profil 5	3.0	4.2	1.1
Profil 6	2.5	3.9	0.9
Profil 7	2.2	4.0	0.8

Erosjonssikring

Beregning av erosjonssikringens tykkelse og steinstørrelse langs seksjon 2 er gjort i henhold til NVE sin veileder [6]. Det er benyttet en returperiode på 200 år i beregningene, som tilfredsstiller kravene til TEK 17 § 7-2 sikkerhetsklasse F2 [1]. Flomvannstand og vannhastighet danner grunnlag for dimensjonering av erosjonssikring. I beregningene er det tatt høyeste verdiene for vannstand og vannhastighet, dvs:

- Flomvannstand fra 200-årsflom kombinert med 1-års stormflo for profil 1-3
- Flomvannstand fra middelflom kombinert med 200-års stormflo for profil 4-7
- Vannhastighet fra 200-årsflom kombinert med 1-års lavvann for alle profiler

Stabil steinstørrelse

Steinstørrelse, D_{30} er beregnet ved bruk av Maynords formel [6]. Formelen gyldig for elver med fall opp til 2% og for sideskråninger slakere enn 1:1,5. Formelen gjelder for tilfeller med normal turbulens.

Nødvendig blokkstørrelse, for sidesikringen langs seksjon 2 er estimert med Maynords formel til 300/600 FK. Lagtykkelsen settes til 1,5 m målt vinkelrett fra sideskrånningen. Det må benyttes blokker av sprengstein i sikringen. Erosjonssikring langs seksjon 2 må bygges/heves opp til +4,0 m NN2000.

Det kan forventes stor variasjon i masser inne ved elvebredden. I vårt tilfelle er massene ukjent, men det er antydning at de kan være i størrelse sand/grus, det vil si lett eroderbart. Derfor for å hindre utvasking av bakenforliggende masser gjennom erosjonssikring, må det legges filterlag. Mellom eksisterende terreng og blokkene må det legges ut et 0,5 m tykt filterlag bestående av standardfraksjonen FK 22/120. Toleranse på filterlaget er $\pm 0,15$ m.

Dersom underlaget noe sted består av silt, leire eller fin sand, må bruk av filterduk vurderes. Inngangsparameterne i beregningen av blokkstørrelse og resulterende nødvendig blokkstørrelsen er listet opp i Tabell 7.

Tabell 7 Inngangsparametere brukt i Maynords formel og resulterende median blokkvekt.

Parameter	Verdi	Kommentar
Sikkerhetsfaktor, S_r	1,2	Maynord anbefaler at S_r skal være minst 1,1.
Bredde av hovedløp, W	30,0 m	Fra kartverket
Kurveradius, R	2000,0 m	Fra kartverket
Relativ radius, R/W	67,0	Kurveradius delt på bredde av hovedløp
Vannhastighet midlet over tverrsnittene, V	Fra Tabell 6	
Vanndybde, y_0 m	Fra Tabell 5.	
Stabilitetskoeffisient, C_s	0,3	Gjelder for sprengstein.
Koeffisient for vertikal hastighetsfordeling, C_v	1,0	Avhengig av relativ radius, R/W
Koeffisient for sikringstykking, C_T	1,0	Tetthet = 2600 kg/m ³
Koeffisient til skråningshelning, K_1	0,78	For skråningshelning 1:2, $K_1 = 0,78$
Spesifikk tetthet, s	2,6	Tetthet 2600 kg/m ³
D_{50}	0,5	Maynords formel gir D_{30} , og for å gjøre om dette til D_{50} er forholdet 1,2 $D_{30}=D_{50}$ brukt.
Beregnet blokkstørrelse	300/600 FK	
Lagtykkelse	1,5 m	

Filterlag	120/300 FK
Tykkelse filterlag	0,5 m

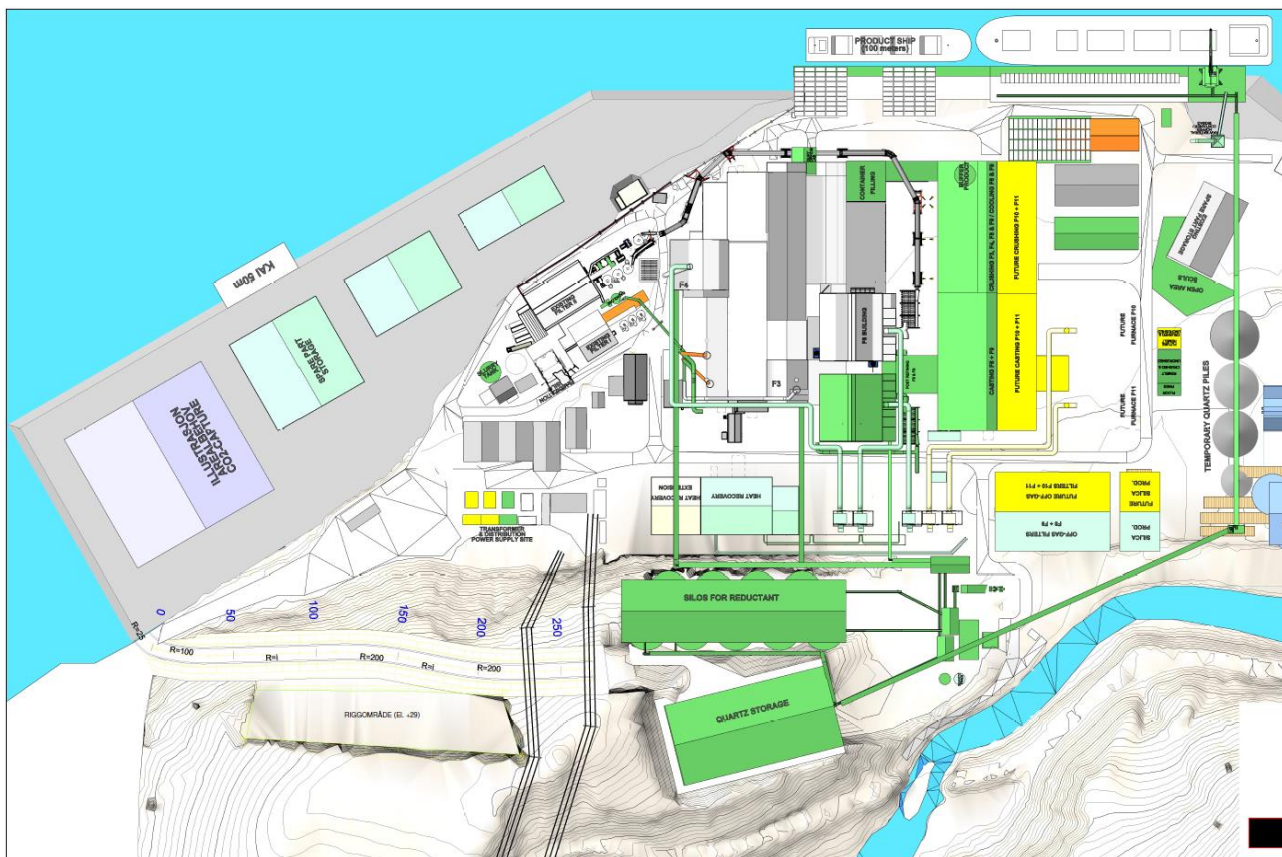
Figur 10 viser dagens erosjonssikring ca. mellom ca. mellom profil 3 til 5 i Figur 9. Profil 1 er eksisterende elveleie hvor det ikke er gjort inngrep. Det vil være komplisert å gjøre noe tiltak fra profil 1 til profil 2. Tiltaket oppstrøms profil 2 må besluttes etter befaring på stedet. Fra bildene er det vurdert at dagens erosjonssikring mellom profil 2 og 7 er ikke godt nok og en må gjøre en full rehabilitering av elveskråningen mellom profil 2 og 7.



Figur 10 Dagens erosjonssikring langs elva, ca. mellom profil 3 til 5 i Figur 9.

Kaier

Det er aktuelt med en ny kai langs den planlagt fyllingen som vist i Figur 11. Dagens kai skal også utvides. Kaier er egentlig ikke dekket av TEK17s flomklasser hvis det ikke står bygg på dem, og en kai kan ha den høyden som den må ha for å tjene til formålet. Høyde på kai bør bestemmes sammen med sluttbruker og/eller basert på hvilke fartøy som skal ligge fortoyd.



Figur 11 Planlagt kaia langs nye fylling ved Holla (Foreløpig)

Estimerer på avbrudd (nedetid) på kai

Nedetid for en kai defineres som tid da normale eller ønskede operasjoner ikke kan utføres på grunn av ytre omstendigheter, som f.eks. værforhold. I tilfellet med ny kai på Holla kan vi få et forholdvis godt estimat på nedetid fordi det bare er vind og bølger som påvirker havneforholdene. Vi kan se bort fra is, og regner med at strøm ikke vil utgjøre en kraft som kan stoppe havneoperasjoner. Nedetid på utvidelsen av dagens kai er ikke vurdert her.

Vind og vindbølger må nødvendigvis opptre samtidig, og oppgaven er da å bestemme hvilken av disse to faktorene som først når en kritisk verdi og stopper operasjonene. Vi kjenner de statistiske parameterne for både vind og bølger og kan beregne sannsynligheten for et en eller begge skal overskride gitte terskelverdier.

I beregningen legger vi til grunn følgende:

1. Dersom en eller begge parametere overskrides, telles det ett avbrudd.

2. Bølger vil alltid opptre samtidig med vind, men vind kan forekomme fra retninger det det ikke kan komme bølger.
3. Når det settes et kriterium for tillatt vindhastighet U_{max} , antas det at skipet tåler ($U_{max} + 2.0$ m/s) rett forfra og akter, og ($U_{max} - 2.0$ m/s) rett på sidene, med en cosinus-variasjon imellom.
4. Det benyttes en signifikant bølgehøyde som er middelverdien av den høyeste 1/3 av alle bølger i en storm med 3 timers varighet. Vindhastigheten er høyeste 10 min middelverdi av vindhastighet innenfor en 3 timers storm.

Det er definert 2 ulike «tilfeller» av en kombinasjon av kriterier. Disse tilfellene er definert i Tabell 8. Tilfelle 1 kan ansees som realistisk, mens tilfelle 2 vil være et utfordrende, men ikke umulig, scenario.

Tabell 8 Tilfeller benyttet for beregning av nedetid.

Tilfelle	Vindhastighet (10 min middelvind) [m/s]	Signifikant bølgehøyde, vindbølger [m]
1	12.0 ± 2.0	0.5 m
2	15.0 ± 2.0	0.7 m

Med kriteriene vist i Tabell 8 kan vi nå beregne hvor ofte ett eller flere av kriteriene vil bli overskredet på årlig basis. Dette er vist i Tabell 9. Dersom vi velger et strengt kriterium for vind, $U_{10,max} = 12$ m/s og grense for bølger $H_s = 0,5$ m, vil det gi oss ca. 706 nedetimer eller totalt ca. 30 døgn pr år. Velger vi derimot $U_{10,max} = 15$ m/s og grense for bølger $H_s = 0,7$ m, ser vi at det kan gi oss nedetidsestimater fra 190 timer (8 døgn) pr år. Driftsavbrudd for operasjoner i havna vil i stor grad skyldes vind og regulariteten er estimert til 97 % eller bedre når det er tatt hensyn til den kombinerte effekten av vind og bølger.

Tabell 9 Estimert nedetid ved kai

Tilfelle	Nedetid [timer/år]	Regularitet [%]	Årsak nedetid %	
			Vind	Vindbølger
1	706	92	98.5	1.5
2	190	97	99	1

Oppsummering

- Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Heimsjø målestasjon og estimerer på framtidig endring av middelvann i Heim kommune Dimensjonerende stormflonivå (F2) i henhold til TEK 17 § 7-2 i 2090 er 2,62 m NN2000.
- Bølgeberegningene viser at de høyeste vindbølgene kommer ved vind fra 30° og 240°
- Det vurderes sannsynlig at ekstrem stormflo (fra vestlig storm) kan opptre samtidig som ekstreme vindbølger fra 240 grader.
- Basert på anbefalt overskylling og kombinasjon av stormflo og bølger, anbefaler vi å plassere anlegget på en av de følgende kombinasjoner,
 - +3,0 m over NN2000 med en sikker avstand av 5,0 m fra vannkanten, med erosjonssikring opp til +3,0 m NN2000.
 - +3,0 m over NN2000 med erosjonssikringen opp til +3,5 m NN2000
- Terrenget bak muren må ha dreneringsmulighet eller fall mot sjøen.
- Det må kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs dagens fylling tilfredsstillende kravene til TEK 17 dermed være stabilt mot en 200 års storm scenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende må den utbedres. På grunn av ulik belastning er erosjonssikringen delt i 2 seksjoner.
- Nødvendig blokkstørrelse langs seksjon 1 (sjø) er beregnet til 0,5 tonn. Filterlaget består av standardfraksjonen FK 120/300 med en lagtykkelse på 0,5 m.
- Nødvendig blokkstørrelse langs seksjon 2 (elv) for sidesikringen er estimert med Maynords formel til 300/600 FK. Lagtykkelsen settes til 1,5 m målt vinkelrett fra sideskråningen. Det må benyttes blokker av sprengstein i sikringen. Filterlaget består av standardfraksjonen FK 120/300 med en lagtykkelse på 0,5 m.
- Erosjonssikring langs seksjon 2 må bygges/heves opp til +4,0 m NN2000.
- Driftsavbrudd for operasjoner ved nye kaia vil i stor grad skyldes vind og regulariteten er estimert til 97 % eller bedre når det er tatt hensyn til den kombinerte effekten av vind og bølger.

Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk, Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK 17».
- [2] Kartverket, «Se havnivå,» [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>.
- [3] EurOtop, ««Wave overtopping of sea defences and related structures: assessment manual,»,» 2007.
- [4] Kystverket, «Molohåndboka,» 2007.
- [5] Norconsult AS, «Vannlinjeberegning for Wacker Holla,» 2022.
- [6] NVE, Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, 2009.
- [7] NVE, «Flomsonekart, Delprosjekt Verdalsøra,» 2019.
- [8] NVE, Modul F2.001: Beregning og valg av steinstørrelse i erosjonssikringer, «<https://www.nve.no/moduler/modul-f2-001-beregning-og-valg-av-steinstorrelse-i-erosjonssikringer/>,» [Internett].

01	2022-10-21	Til bruk	ASa	AEL	ASBJ
00	2022-10-18	Til KS	Athul Sasikumar		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

NOTAT

Oppdrag	Wacker Holla smelteverk – Overordnet VA-plan	Dokumentkode	10247161-RIVA-NOT-001
Emne	Overordnet VA-plan	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Norconsult AS	Oppdragsleder	Lisbeth Jamtli
Kontaktperson	Aslaug Bjørke	Utarbeidet av	Sigurd Angell Bergh og Lisbeth Jamtli
Kopi		Ansvarlig enhet	10234032 VA-Teknikk Midt

Innhold

1	Bakgrunn og forutsetninger.....	1
2	Dimensjonering.....	2
3	Vannforsyning og industrivann.....	3
3.1	Nettvann	3
3.2	Industrivann	3
4	Spillvann.....	4
5	Overvannshåndtering	5
6	Flomsikring og havnivåstigning.....	6
7	Fjernvarme.....	6
8	Oppsummering	6
9	Vedlegg	7

1 Bakgrunn og forutsetninger

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplanen Holla industriområde, for utvidelsen av silisiumverket til Wacker Chemicals Norway AS Holla Metall (WCN), foreligger krav om utarbeidelse av en overordnet VA-plan. Det foreligger på dette tidspunkt skisse av mulig utbygging, men ikke detaljerte planer om utbyggingen.

Utvidelsen av bygningsmassen er i nåværende planer tiltenkt østover på industriområdet og sørover mot Kolhaugen. Området reguleres til industri.

Dersom det skal utbygges på Kolhaugen vil massene som tas ut i forbindelse med utbygging her benyttes til fylling i sjø sørvest for området i dag. Det er på dette tidspunktet usikkert hvordan området på utfyllingen i sjø skal utnyttes og bebygges. Det kan være aktuelt med etablering av nytt næringsbygg, administrasjonsbygg med garderobefasiliteter eller lagerområder.

00	17.11.2022	Overordnet VA-plan	SAB/LJ	LPR	LJ
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Utsnitt 1 - kartutsnitt fra norgeskart.no eksisterende situasjon

VA-planen er utarbeidet med grunnlag i eksisterende situasjon og planene som per nå foreligger. Informasjonen og forutsetningene som omtales i denne planen skal tas til betraktning i videre detaljering og prosjektering.

Heim kommunes VA-norm skal legges til grunn for kommunalt anlegg frem til grensesnittet mot privat anlegg. På privat anlegg vil sanitærreglementet for Heim kommune være gjeldende.

WCN forvalter i egen regi utslippsavtaler med Miljødirektoratet og lokale myndigheter.

Hollaelva renner øst (ved fjellsida) for industriområdet med utløp i Hemnfjorden nord for verket. Det antas at det i dag er overflateavrenning fra et begrenset areal langs elva som går ut i elva. Ingen avløpssystemer har utløp i elva.

Ved videre utbygging skal alt avløpsvann, overvann og spillvann, ha utslipp til sjø. Utslipp fra disse systemene til Hollaelva tillates ikke.

Øst på tomta er det et deponi for masser fra produksjon. Dette deponiet er lagt ut på arealer som opprinnelig lå på kote 0-2 og blir påvirket av flo og fjære. Sigevann fra deponiet går ut i sjø og for en mindre del ut i nedre del av Hollaelva. Disse utslippene reguleres i egen tillatelse og overvåkes med prøvetaking. Noe forurensing er avdekt, men konsentrasjonen av de fleste parameterne har avtatt, jfr Driftssøknaden fra 2021.

2 Dimensjonering

Heim kommune forsyner i dag WCN med kommunalt nettvann. Dette benyttes som forbruksvann. Forbruket på kommunalt vann er begrenset til sanitæranlegg.

Behovet for «industrivann» (brannvann og prosessvann) hentes fra Sjøa Kraftverk på separat privat anlegg som WCN har etablert. Det er ikke kapasitet på kommunal nettvannstilførsel til å dekke WCN's behov for industrivann.

Wacker Holla har i dag ca. 220 ansatte fordelt på administrasjon og produksjon. I foreliggende planer er det antatt en økning til ca. 300 ansatte.

Produksjonen har 5-skiftsordning og det er i utgangspunktet produksjon 365 dager i året.

Administrasjon har normal dagtidsordning (8 timer). Dette innebærer et høyere forbruk av

forbruksvann på dagtid enn kveld, og med forbrukstopper ved skiftbytte, og det forventes noe økt behov for nettvann på grunn av økningen i antall ansatte.

Området består i dag av tette flater (betongdekke, asfaltere flater, takflater) og permeable flater som for eksempel grusdekke. Andelen fordeler seg ca. 50/50 mellom tette flater og permeable flater. Overvannssystemet består i dag av sandfang tilkoblet overvannsnett med utslipp til Hemnfjorden, eller infiltrasjon i grunnen.

Da planene for området på nåværende tidspunkt ikke foreligger i detalj, er det ikke mulig å dimensjonere fremtidige behov for forbruksvann, industrivann, spillvann og overvann i denne overordnede VA-planen.

Dagens systemer på vann og avløp, har tilstrekkelig kapasitet for dagens forbruk og situasjon, men vil måtte oppgraderes og forsterkes ved utbygging.

Det forventes også at utvikling av industriområdet vil medføre en del omlegginger av eksisterende infrastruktur på tomte.

3 Vannforsyning og industrivann

3.1 Nettvann

Wacker Holla er tilknyttet kommunalt nett for vannforsyning av forbruksvann til drikkevann og sanitæranlegg. Vannforsyningen kommer fra sørvest i Hollavegen og er en eternittledning med dimensjon Ø150 fra 1967. Se tegning G001.

Kommunal ledning forsynes fra høydebasseng på Kyrksæterøra. Ledningen er ca. 8km lang. Som sagt er ledningsnettet fra 1967 og kan karakteriseres som gammel. Den består for det meste av eternitt hvor tilstanden til ledningen varierer. Det er ensidig forsyning utover til Holla, og det finnes dermed ingen reservevannsløsning for nettvann.

Eksisterende kommunal vannledning har ikke tilstrekkelig kapasitet til industrivann som her omhandler prosessvann og brannvann til smelteverket. Det er derfor etablert eget separat system som håndterer dette. Industrivann omtales i eget kapittel [3.2](#).

Med utbygging av området vil behovet for forbruksvann øke, og det er sannsynlig at eksisterende ledning ikke vil ha tilstrekkelig kapasitet for å dekke fremtidig behov med forbrukstopper.

Heim kommune ønsker å legge til rette for utbygging i kommunen, og kommunen har vurdert mulige løsninger for å styrke vannforsyningen utover mot Holla. En løsning kan være å bygge et høydebasseng med utjevningsvolum for å kunne håndtere økt vannforbruk og forbrukstoppene, samt reservevannsvolum for å forbedre leveringssikkerheten. Dette må vurderes i samarbeid mellom kommunen og Wacker Holla når fremtidig behov er avklart og vurderingen vil ikke inngå i denne reguleringsplanen.

3.2 Industrivann

Industrivann til Wacker Holla blir i dag levert fra en PE Ø280 PN16 sjøledning fra Sjøa kraftverk ved Myrhagan i sørvest. Denne er tilknyttet et fordelingsnett lokalt på tomte. Dette er fysisk adskilt fra kommunalt nettvann til sanitærbruk. Se tegning G001 for innløp til smelteverket.

Industrivannet fra Sjøa Kraftverk er kloret men har ikke nok oppholdstid i kloranlegg til at det kan regnes som drikkevann ihht drikkevannforskriften. Ledningen har en kapasitet på ca. 200 m³/t, men man kan med tiltak levere ca.300 m³/t ved trykkøkning og modifisering av eksisterende teknisk anlegg på verket.

Sjøledningen fra Sjøa kommer inn på industritomta i sørvest hvor det vurderes utfylling i sjø for nytt næringsområde. Ved utbygging av området må ledningen hensyntas. Eventuelle tiltak på denne som følge av utfylling vurderes i sammenheng med detaljerte planer når de foreligger.

Industrivannet fra Sjøa benyttes til alt som ikke krever drikkevannskvalitet. Det benyttes som prosessvann til kjøling, vasking av kvarts, spyling av maskiner etc. I tillegg benyttes dette til brannvann (brannposter og brannslukkeanlegg/vanntåke).

Hollaelva er dagens reservevannforsyning for industrivann via pumpestasjon og en Ø150 ledning øst på tomte. Elva har variabel vannføring, noe som gjør dagens reservevannforsyning usikker hva angår leveringssikkerhet.

Industrivannforsyningen til verket dekker også behovet for brannvann. Tekniske rom på anlegget er brannsikret med vanntåkeanlegg. Både innvendig og utvendig er det installert brannuttak (brannposter). Kapasiteten på anlegget er beregnet å dekke samtidig bruk av inntil 4 brannuttak ved samtidighet. For å dekke høye bygg har anlegget krav til nettvannstrykk.

WCN Holla Metall har eget industribrannvern. Ved brann har industrivannet på Holla «førstelinje» brannvern inntil Heim Kommune sitt brannvesen ankommer og bistår med brannslukking med vann fra Hollas interne industrivannnett.

I fremtidig situasjon er det estimert en betydelig økning av behovet for industrivann, med tilhørende brannvannskapasitet. Det må da, når nytt behov er kjent, vurderes hvilke tiltak som må gjøres for å sikre tilstrekkelig kapasitet og leveringssikkerhet. Det kan f.eks. være oppgradering og utvidelse av dagens forsyning, vurdering av nye kilder for industrivann eller benytte sjøvann som prosesskjøling.

4 Spillvann

Smelteverket har privat spillvannssystem bestående av ledningsnett og to slamavskillere. Begge har separate utslippledninger til sjø (nord og sør på verket). Det er også installert to oljeutskillere, og en slamavskiller med sedimenteringsbasseng for kvartsvasking. Det er ikke kommunalt spillvannsanlegg i nærheten av Holla.

De to slamavskillerne består av en avskiller i sørvest med ukjent kapasitet fra 1963, og en avskiller i nord fra 2017. Det henvises til tegning G001 for plassering av disse. Wacker Holla har tømmeavtale med Heim Kommune for slamavskillerne for tømning en gang pr år. Spillvannet pumpes til slamavskillerne.

Dagens kapasitet i slamavskillerne synes oppbrukt. Ved utbygging av smelteverket må det planlegges ny slamavskiller. Hensiktsmessig plassering synes å være på nordsiden av verket (ved sjøvannsstasjon).

Ved utbygging av næringsområdet i sørvest vil det ikke være mulig å tilknytte spillvann fra dette området til eksisterende slamavskillere slik kapasiteten er nå. Det må da også her etableres ny slamavskiller. Alternativt må kapasitet på eksisterende slamavskiller økes og spillvannet pumpes dit fra næringsområdet.

Etablering av fylling for nytt næringsområde i sjø vil komme i konflikt med eksisterende utslippsledninger fra slamavskillerne. Ved utbygging av området må ledningene hensyntas. Løsningen må reflektere detaljerte planer når de foreligger.

Det er ikke tillatt med utslipp til Hollaelva. Nye utslipp fra slamavskillere må føres til Hemnfjorden. Eksisterende slamavskillere har egne utslippstillatelser. For nye slamavskillere må det søkes utslippstillatelse.

Som nevnt er det to oljeutskillere på området. Disse er etablert i forbindelse med vaskeplass for kjøretøy og ved trafostasjonene. Oljeutskilleren ved vaskeplass er koblet til spillvannsanlegget, og er pålagt å tømmes to ganger i året.

Oljeutskiller ved trafostasjon er koblet på overvannsnett, og har som funksjon å håndtere små lekkasjer fra trafoanlegget. Større lekkasjer håndteres av ett større oppsamlingsvolum og slippes ikke på overvannsnettet.

Eksisterende oljeutskillere er dimensjonert til å håndtere dagens situasjon. Ved utbygging av smelteverket må det etableres nye oljeutskillere hvor dette er nødvendig. De må dimensjoneres ut fra relevante installasjoner.

For kvartsvaskeanlegget er det etablert en slamavskiller i form av et åpent sedimenteringsbasseng. Hensikten med sedimenteringsbassenget er å skille ut utvasket finstoff fra vann benyttet til kvartsvasking. Avløp fra sedimenteringsbasseng er ført til Hemnfjorden.

WCN forvalter egen utslippsavtale for kvartsvaskeanlegget med Miljødirektoratet.

Ved en utbygging av anlegget antas det at kvartsvaskeanlegget må flyttes. Det er også forventet at en som følge av økt produksjonskapasitet vil få behov for økt kapasitet på et kvartsvaskeanlegg. Nytt anlegg med sedimenteringsbasseng må dimensjoneres ut fra ny kravspesifikasjon. Ny utslippstillatelse for dette må avklares med Miljødirektoratet.

5 Overvannshåndtering

Det er ikke etablert kommunalt overvannssystem ved Holla i dag. Overvannshåndtering blir ivaretatt gjennom Hollas private overvannssystem på tomte.

Området består, som tidligere nevnt, av ca. 50% tette flater og ca. 50% permeable flater. De tette flatene består av takflater, og asfalterte arealer eller betongdekke på veier og plasser. Permeable dekker er stor andel av grusdekte flater.

Sør for industriområdet ligger Kolhaugen som i dag består av vegetasjon med skog.

Overvannsystemet på Wacker Holla består i dag av sandfang som er tilkoblet overvannsledninger med utslipp til Hemnfjorden.

Det er mye industrielt støv fra produksjon. Ved overflateavrenning samles deler av dette opp i sandfang før det renner ut i sjø. Det er foretatt prøver ved utslippspunktene og verdiene tilsier ikke behov for rensing av overflatevann. Utslipp reguleres i henhold til gjeldende utslippstillatelser.

Hollaelva renner øst for industriområdet med utløp i Hemnfjorden nordøst for Holla. Det er ingen avløpssystemer med avrenning til elva i dag, men det antas at det er overflateavrenning fra et begrenset areal langs elva som går ut i elva. Ved videre utbygging skal overflatevann ledes bort fra elva og ha utslipp til sjø. Det tillates ikke utslipp til Hollaelva.

Det er usikkert hvordan nytt næringsareal sørvest for smelteverket vil bli utnyttet og utbygd. Men det forutsettes at utvikling av næringsarealet vil innebære tette flater i form takflater, veier og plasser. Størrelse, utforming og sammensetning av flater er ukjent, og overvannsnett må detaljeres i en senere fase.

Øst på industriområdet ligger det i dag et deponi. Planene for området er usikker, og videre planer vil kunne innebære et delvis deponi og delvis industriområde. Fordelingen på dette tidspunkt er ukjent. Ved sistnevnte må deponiet fjernes, og tomt opparbeides med gode masser som grunnlag for bygging av industri. På delen med deponi vil deponiet håndteres i henhold til gjeldende tillatelser fra miljødirektoratet og vil bli lukket forsvarlig når deponinivået er nådd.

Overflatevann fra deponiområdet tenkes ledet til overflategrøfter eller til overvannssystem på tomte, for utslipp til sjø. Sivevann fra deponiområdet må håndteres ut fra gjeldende føringer i driftstillatelser.

Overflatevann fra industriområdet ledes til overvannssystem, for så utslipp til sjø.

Overflatevann som kommer fra disse områdene må hensyntas og tas inn i dimensjonering og utforming av fremtidig overvannsnett.

Ved utvikling av industriområdet forventes det at deler av eksisterende overvannsnett må legges om.

6 Flomsikring og havnivåstigning

Det henvises til dokument som vedlegges reguleringsplan:

- Dokument 7 - Flomsoneberegning
- Dokument 8 - Bølgepåvirkning, havnivå

Nye installasjoner og systemer må hensynta fremtidig havvannssøkning og flom. Dette vurderes i detaljfase.

7 Fjernvarme

I dag utnyttes spillvarme fra Wacker Holla i beskjeden grad. I senere faser vil Holla se på muligheter for å kunne utnytte spillvarmen. Det finnes flere alternative tiltak for gjenvinning. Dette kan være energiproduksjon i form av strøm eller som leveranse til distribusjonsnett i et fjernvarmeanlegg. I dag er mye av spillvarmen tilknyttet vann med lavt temperaturnivå 20-60 °C og røykgass med temperatur på ca.150 °C. Det vil være mulig å utnytte spillvarme med ulike temperaturnivå opp mot 100°C alt etter hva som vil være hensiktsmessig ut fra drift/forbrukerståsted.

8 Oppsummering

Oppsummering av punkter som må hensyntas i videre faser og detaljprosjektering:

Utbygging med utfylling i sjø:

- Eksisterende inntaksledning for Industrivann fra Sjøa må hensyntas
- Eksisterende utslippsledninger fra slamavskillere må hensyntas
- Når utformingen og bebyggelsen av området er kjent må dette legges til grunn for dimensjonering og prosjektering av nødvendig vannforsyning av nettvann, overvanns- og spillvannssystem.

Nettvann:

- Vurdering av tilgjengelig kapasitet på eksisterende vannforsyning ut fra nytt behov.
- Vurdere tiltak for sikring av reservevann og tilstrekkelig kapasitet, eksempel høydebasseng.

Industrivann:

- Vurdering av fremtidig behov og hvilke tiltak som må gjøres for å sikre tilstrekkelig kapasitet og leveringssikkerhet. Eksempler på dette kan være:
 - Ny reservevannforsyning
 - Nye kilder for industrivann, eller oppgradering og utvidelse av dagens forsyning.
 - Sjøvann som prosesskjøling

Spillvann:

- Nye slamavskillere og oljeutskillere må etableres for å håndtere nye installasjoner. De må dimensjoneres og plasseres ut fra nytt behov.

Overvann:

- Det forventes at andelen tette flater vil øke. Overvannssystem må dimensjoneres etter ny situasjon og overvannssystemene må tilpasses utbyggingen.
- Avklaringer vedrørende tiltak på deponiområde

Fjernvarme:

- Det finnes muligheter for utnyttning av spillvarme. Både til strøm og leveranse til distribusjonsnett. Disse mulighetene må vurderes i videre faser på prosjektet.

9 Vedlegg

Vedlegg til overordnet VA-plan

- G001 – Oversiktstegning Holla Industriområde



Merknader

Henviser til VA-notat for reguleringsplan Holla Industriområde.

Foreløpig situasjonsplan for alternativ 3 over fremtidig utbygging er vist på tegning. Situasjonsplan er utarbeidet av Norconsult.

Eksisterende infrastruktur på området vises ikke i detalj.

Tegnforklaring

- | | | | | |
|-----------------------------------|--|--------------|--|------------------------------------|
| Vannledning | | Eksisterende | | Alternativ 3 - fremtidig utbygging |
| Utslippsledning fra slamavskiller | | | | |
| Eiendomsgrense | | | | |
| Kulturminne | | | | |
| Eksisterende bygg | | | | |
| Fylling i sjø | | | | |
| Planlagt bygg fase 1 | | | | |
| Planlagt bygg fase 2 | | | | |
| Annen mulig utbygging | | | | |

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

Rev. Beskrivelse		Date	Tagg	Kontr.	Code
Norconsult AS			VA		A1
Wacker Holla smelteverk - Overordnet VA-plan		Date	01.11.2022		
Oversiktstegning Holla Industriområde		Format/Blåstokk:			
		1:1500			
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		1024-7161	SAB	LJ	LPR

Wacker Chemicals Norway AS

► Reguleringsplan Holla kapasitetsutvidelse - geoteknisk vurdering

Oppdragsnr.: 52203733 Dokumentnr.: 52203733-RIG-03 Versjon: 4 Dato: 2023-05-12



Oppdragsgiver:	Wacker Chemicals Norway AS
Oppdragsgivers kontaktperson:	Mark Richard Adams
Rådgiver:	Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder:	Aslaug Bjørke
Fagansvarlig:	Egil A. Behrens
Andre nøkkelpersoner:	Oddvar Lein Almås

► Sammen drag

Norconsult har vurdert geotekniske forhold i forbindelse med reguleringsplan for kapasitetsutvidelse ved smelteverket på Holla.

Grunnforholdene på land ved eksisterende anlegg og planlagt utvidelse er generelt gode. Grunnforholdene i sjøen utenfor kaia er også relativt gode. Fremtidig utbygging av konkrete bygg må detaljprosjekteres. Geoteknisk sett vil områdene være byggbare. Bygg med moderat vekt vil kunne direktefundamenteres. Spesielt tunge bygg og smelteovner bør antakelig pelefunderes.

Ved planlagt sjøfylling i sydvest er grunnforholdene vanskeligere. Her er det leire-/siltlag som gir dårlig stabilitet ved rask utfylling. Ved å fylle i flere trinn og legge inn tid til styrkeøkning, samt bruk av vertikaldrenering og motfyllinger, vil området kunne fylles opp innenfor stabilitetskrav gitt i prosjekteringsstandard/Eurokode. Det må påregnes betydelige setninger underveis i oppfyllingen, og i noe tid etter oppfylling. Oppfylt sjøområde vil derfor ikke egne seg til bebygging i den første tiden etter endt oppfylling, selv om stabiliteten (sikkerheten mot grunnbrudd og utglidninger) vil være tilstrekkelig ved foreslått utfyllingsmetodikk. Store belastninger vil heller ikke kunne påføres det utfylte området, men over tid vil det bli rom for noe last/bebygging, i størrelsesorden bygg i 1-3 etasjer.

Ved Kolhaugen vurderes det å etablere lagerbygg for kvartsstein, samt uttak av steinmasser til bruk blant annet for fylling i sjø. Fjelloverflaten ligger relativt høyt (grunt) i dette området, men i nordenden faller fjelloverflaten betydelig brattere enn terrengoverflaten. Geoteknisk anses dette området bebyggbart, men en del av volumet er løsmasser (silt, sand og grus, hovedsakelig morenemasser) som for det meste er uegnet til utfylling.

4	2023-05-12	Til bruk. Korrigeret med innspill fra kommune	Egil A. Behrens	Oddvar Lein Almås	Aslaug Bjørke
3	2023-03-03	Ferdig rapport. Supplert med vurdering av anleggsvei Kolhaugen nordøst og motfylling ved kai.	Egil A. Behrens	Oddvar Lein Almås	Aslaug Bjørke
2	2023-01-18	Ferdig rapport. Presisering og henvisning om skredfare snøskred.	Egil A. Behrens	Oddvar Lein Almås	Aslaug Bjørke
1	2023-01-11	Ferdig rapport.	Egil A. Behrens	Oddvar Lein Almås	Aslaug Bjørke
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver.

► Innhold

1	Innledning	5
2	Planlagt utvidelse / regulering	6
3	Terreng og grunnforhold	7
3.1	Terreng	7
3.2	Tidligere geotekniske grunnundersøkelser	8
3.3	Grunnforhold fra nylig utførte grunnundersøkelser	10
4	Prosjekteringsforutsetninger (vurderingsforutsetninger)	11
4.1	Klassifisering iht regelverk og standarder	11
4.2	Sikkerhet mot naturpåkjenninger	12
4.3	Seismisitet (jordskjelv)	13
4.4	Krav til materialfaktorer (sikkerhetsfaktor på løsmassestyrke)	14
5	Stabilitet av fylling i sjø	15
5.1	Kritiske snitt (profiler)	15
5.2	Dimensjonerende belastninger og tidevannsstand	15
5.3	Lagdelling	15
5.4	Tyngde, stivhets- og styrkeverdier for løsmassene	15
5.5	Beregningsresultater	18
5.6	Diskusjon av beregningsresultater, rekkefølger, mv	19
6	Stabilitet ifbm mudring og utvidelse av kai	22
7	Utgravning ved Kolhaugen, samt atkomstvei	24
7.1	Råvarelager (utgravning og utsprengning) nordøst for kraftlinjer	25
7.2	Atkomstvei	26
8	Fundamentering og nye bygg (nåværende industriområde)	29
9	Konklusjon	31
10	Referanser	32

Vedlagte tegninger

Stabilitetsberegninger sjøfylling, tegning nr V401 – V409, målestokk 1:400/1:500 i A1.

1 Innledning

Wacker Chemicals Norway AS planlegger kapasitetsutvidelse ved industriområdet på Holla i Heim kommune og har engasjert Norconsult for blant annet geoteknisk rådgivning ifbm reguleringsplan for kapasitetsutvidelsen.

Planområdets utstrekning er vist i Figur 1 (sortstiplet linje).



Figur 1: Planområdets utstrekning (sort stiplet linje).

Alle kotehøyder er oppgitt i referansesystem NN2000 (landkartnull) med mindre annet er spesifikt angitt.

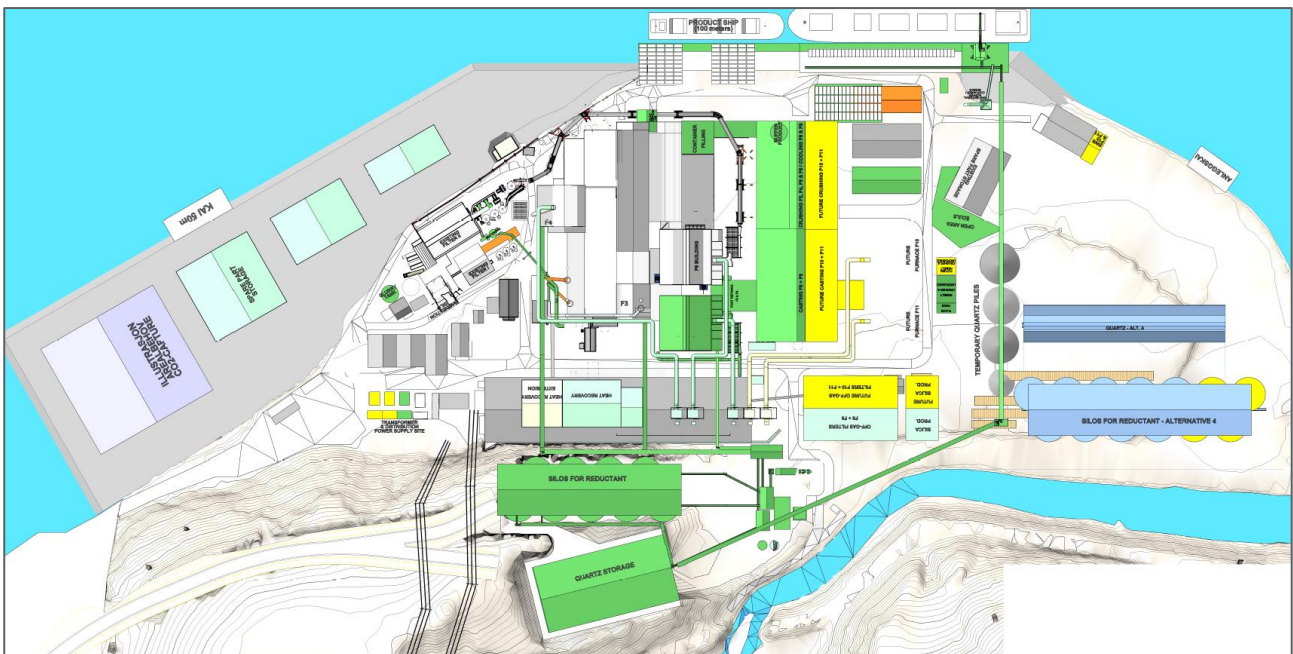
2 Planlagt utvidelse / regulering

Planlagt regulering omfatter i grove trekk område for utfylling av masser i sjø sydvest for nåværende industriområde, videre utbygging av industriområdet mot nordøst, utvidelse av eksisterende kai, samt utvidelse mot syd ved å grave og sprengre vekk deler av Kolhaugen. Se skisse i Figur 2.

Det vesentligste ved planlagt regulering / utbygging er, med tanke på geotekniske forhold, følgende:

- Utfylling av steinmasser i sjø (sydvest på området) – stabilitetsvurderinger og vurdering av setninger mtp bebygging
- Utvidelse/forlengelse av kai – stabilitet ifbm mudring, samt fundamentering av kai
- Fundamentering av nye bygg på elvedeltaet
- Råvarelager (kvartssteinlager) ved Kolhaugen – kartlegging av fjelloverflatens beliggenhet og løsmassenes beskaffenhet

Flere alternativ til bruk av arealene er skissert underveis i reguleringsprosessen. Et typisk alternativ er vist i Figur 2. Geoteknisk sett vil byggarbeidet ikke være sensitiv til detaljer i plasseringen. Men det er avgjørende å plassere tunge og setningssensitive konstruksjoner på områder med gode grunnforhold, slik som Kolhaugen og elvedeltaet. Dette gjelder særlig dersom bebygging skal skje tidlig etter tomteopparbeidelse.



Figur 2: Skisse av mulig utbygging med utfylling i sjø (venstre), råvarelager ved Kolhaugen (nederst) og eventuell utbygging mot nordøst på elvedeltaet (høyre).

3 Terreng og grunnforhold

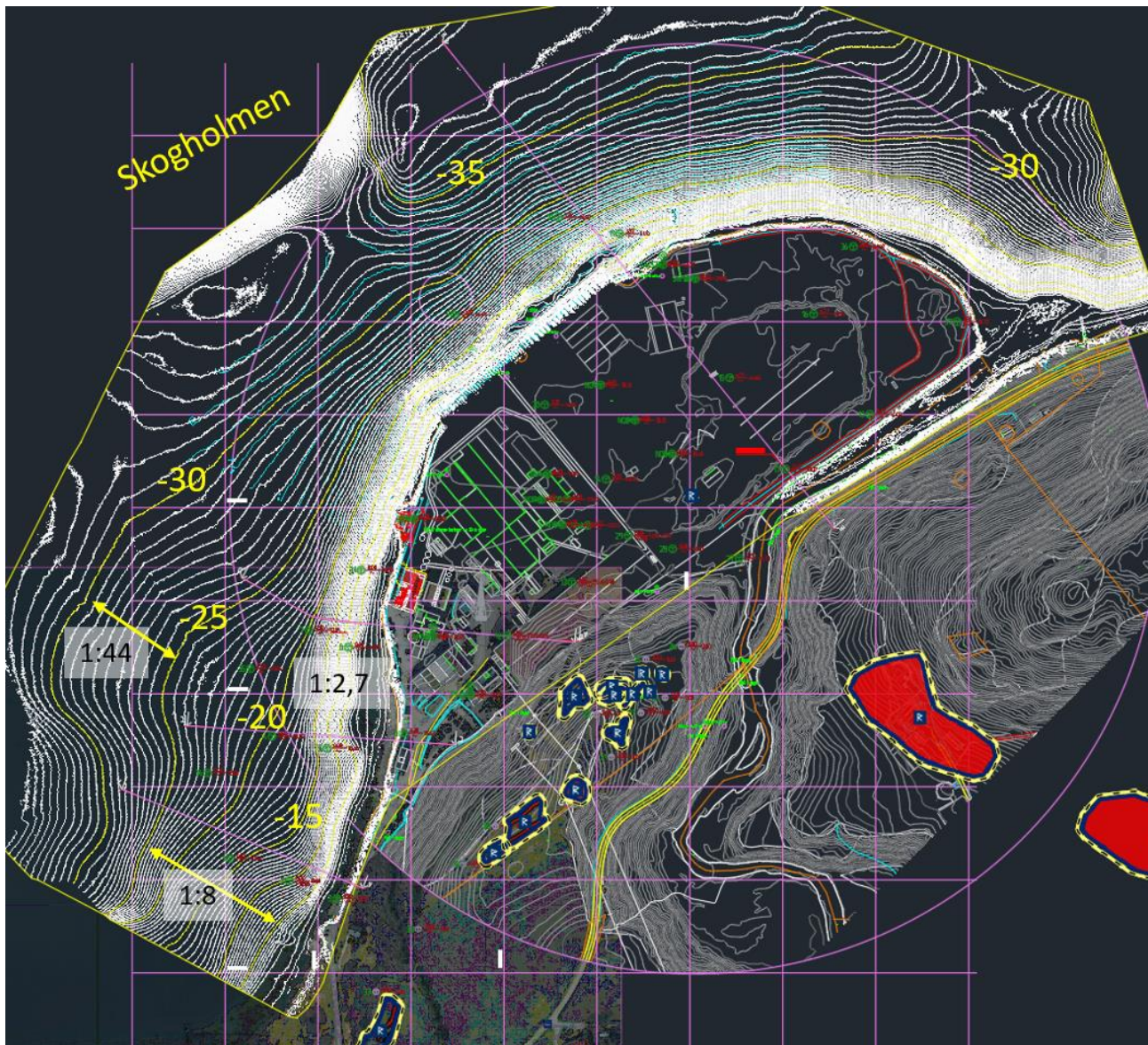
3.1 Terreng

Industriområdet ved Holla ligger per i dag på et elvedelta (se Figur 3) som er fylt opp til cirka kote +3 (NN2000), stedvis noe høyere (+5 til +7). Planlagt utvidelse vil strekke seg inn i høyereliggende område mot syd, Kolhaugen. Det er stedvis fjell i dagen og bratt fjelloverflate syd for nåværende industriområde.



Figur 3: Flyfoto fra 1962 (kart.finn.no). Viser elvedeltaet og den tidligste utbyggingen.

Sjøbunnen har bratt helning ut fra land, omtrentlig 1:2 – 1:3 nærmest land (marbakke). Sjøbunnen flater gradvis ut til omtrentlig helning 1:20 – 1:40 ved kote -30 til -35. Sydvest for planlagt utfylling er marbakken mindre markant og sjøbunnen noe brattere i gjennomsnitt, cirka 1:8. Se utsnitt fra sjøbunnsscanning / kart i Figur 4.



Figur 4: Utsnitt fra sjøbunnskart.

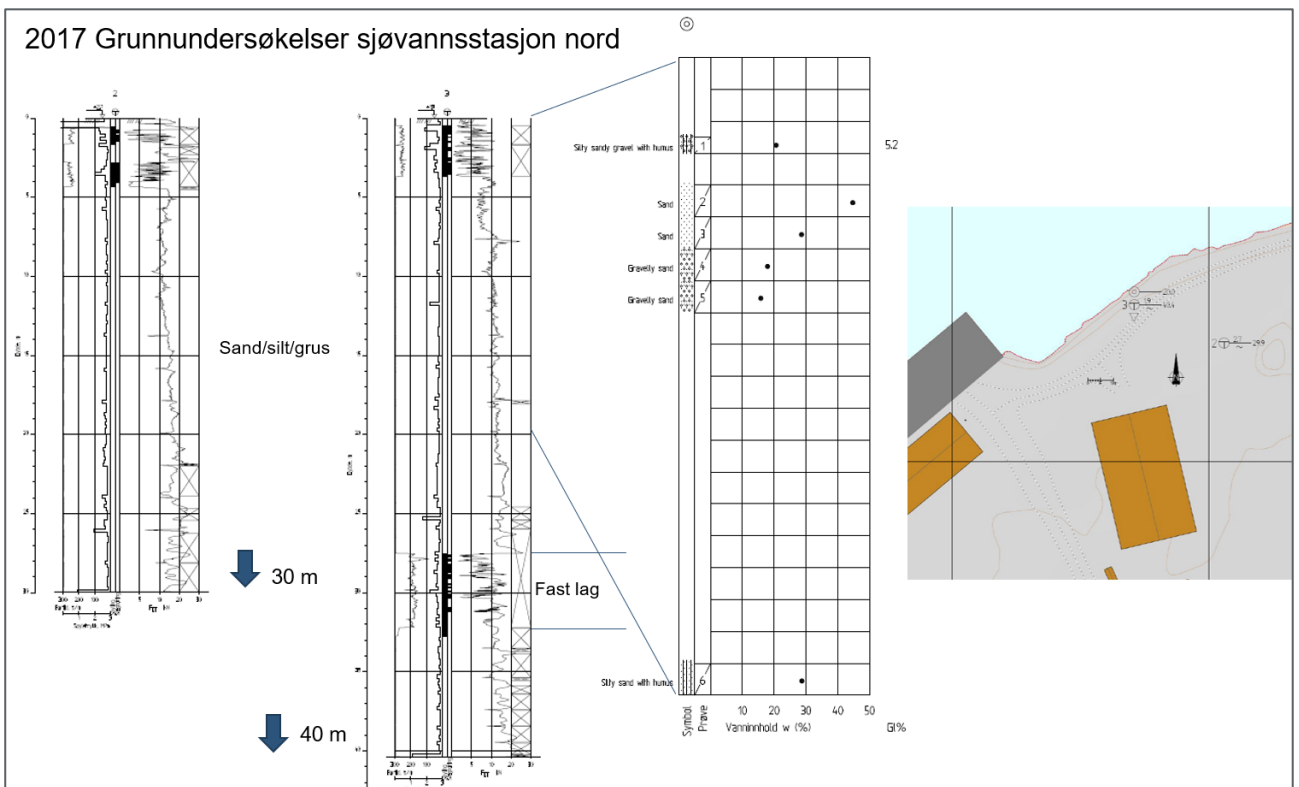
3.2 Tidligere geotekniske grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser flere steder på elvedeltaet (blant annet Ref. 1, Ref. 2 og Ref. 3). Omtrentlig område for disse er vist i Figur 5. Undersøkelsene viser sand- og siltmasser fra opprinnelig terreng ned til omtrent kote -25 til -30 i de fleste undersøkelsespunkt. Videre i dybden er det et fastere lag med cirka 5-10 m tykkelse, før det påtreffes et leire-/siltlag i enkelte av undersøkelsespunktene, omtrent på kote -40 (cirka 45 m dypt). Tidligere prøvetaking viser at dette laget ved oven 8 ikke er sprøbruddmateriale. Leirelaget ligger dypere enn skråningsbunnen i sjøen (det tilnærmet flate området på dybde 32-37 m). Ved område C, inn mot Kolhaugen, ble det påtruffet fast lag allerede fra ca 7 m dyp (sand, silt og grus fra 0-7m).

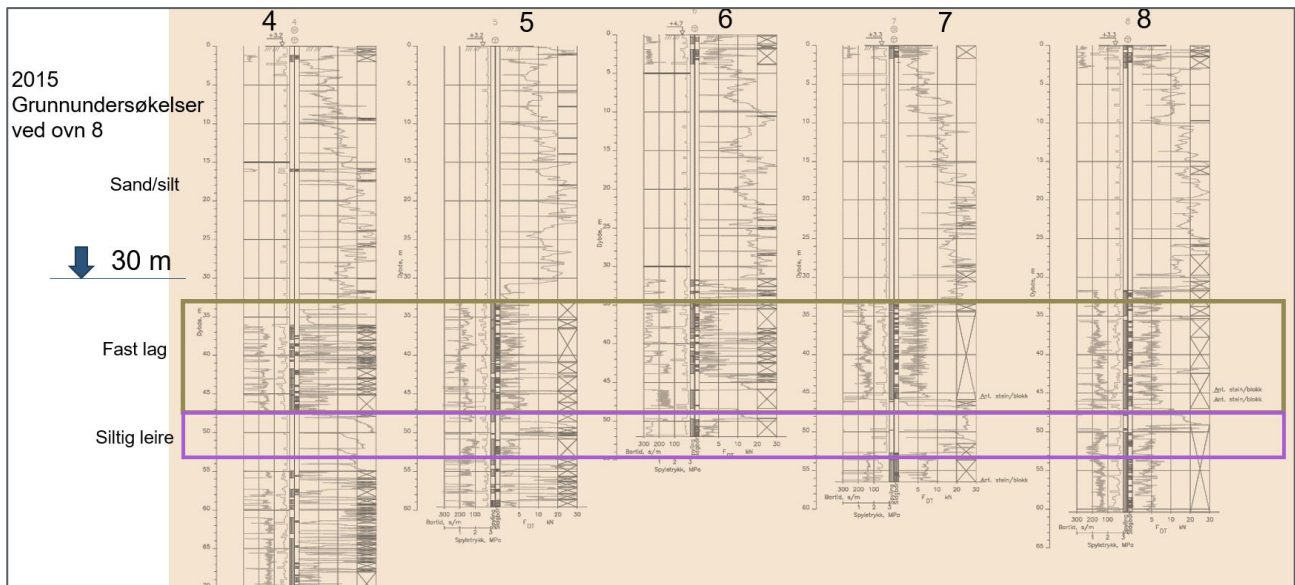
Et utvalg av sonderingsprofiler er vist i Figur 6 og Figur 7.



Figur 5: Områder for tidligere grunnundersøkelser (ikke uttømmende).



Figur 6: Grunnundersøkelsesprofiler ved sjøpumpstasjon nord/nordøst (område B).



Figur 7: Grunnundersøkelsesprofiler ved ovn 8 (område A).

3.3 Grunnforhold fra nylig utførte grunnundersøkelser

I forbindelse med reguleringsforslaget har vi utført grunnundersøkelser i områder som tidligere var lite undersøkt. Grunnundersøkelsene er sammenstilt i datarapport, dokumentnummer 52203733-RIG-02 (Ref. 4).

Området nordøst for industribyggene per i dag (elvedelta / «Lagune») har grunnforhold som ligner forholdene på nåværende industriområde. Massene består i hovedsak av fyllmasser (varierende, og stedvis forurensede) over naturlige masser av silt, sand og grus, nokså typisk for elveavsetninger, fra omtrent kote +0. Det er stor dybde til fjell (større enn undersøkte cirka 40–60 m). Det er ikke tegn til bløte leirsjikt i dette området. Fastheten av massene er noe avtakende helt mot nordøst.

Ved det høyereliggende området syd for nåværende industribygg, Kolhaugen, er det et tynt løsmassedecke av faste løsmasser over fjell. Fjelloverflaten faller bratt mot nordøst og sydvest, samt mot industriområdet i nordvest. Kartlagte kulturminner gav noen begrensninger i hvor det kunne gjøres grunnundersøkelser, men forholdene virker relativt jevne/homogene.

I sjøområdet der det foreslås utfylling, er grunnforholdene mindre gunstige for utbygging. Det er en tendens til gradvis verre grunnforhold fra kaiområdet mot sydvest. De øverste cirka 10 m av løsmassene under sjøbunnen er vesentlige for stabiliteten av utfylling, og består til dels av bløt (svak) siltig leire. Prøvetaking og trykksønderinger som er utført, indikerer imidlertid at det er tynne lag av grovere masser (sand/grus) i leirmassene. Underliggende masser er fastere.

4 Prosjekteringsforutsetninger (vurderingsforutsetninger)

I forbindelse med regulering har vi utført prosjektering som har vært nødvendig for å avklare/dokumentere byggbarheten og nødvendige arealbehov. Prosjekteringen ligner således et skisseprosjektnivå. Der usikkerheten / utfordringene har vært størst, har vi gjort noe grundigere beregninger. Dette gjelder spesielt sjøområdet i sørvest. Enkelte av prosjekteringsforutsetningene er derfor hovedsakelig knyttet til sjøfylling. Ved senere prosjektering vil det være naturlig at forutsetningene og kravene differensieres ut fra lokale forhold og planlagt bruk.

4.1 Klassifisering iht regelverk og standarder

Klassifisering av utbyggingen som foreslås regulert, er gitt i Tabell 1. Prosjekteringen er gjort i henhold til Eurokodene (NS-EN 1990-serien) for prosjektering av konstruksjoner som preakseptert løsning for å oppfylle de mer generelle kravene i forskrifter (Ref. 7 og Ref. 8) hjemlet i Plan- og bygningsloven (Ref. 6).

Tabell 1 Klassifisering iht. gjeldende regelverk og standarder.

Klassifisering	Begrunnelse
Pålitelighetsklasse iht. Eurokode 0 (NS-EN 1990): CC/RC2	<p>Tabell NA.A1 (901) i Ref. 9 angir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i pålitelighetsklasser (CC/RC) 1-4.</p> <p>Grunnarbeidene vil bestå i utfylling i sjø, generell utgravning i faste masser og fundamentering av diverse bygg. I denne fasen anser vi utfyllingen i sjø i sydøst å være det mest risiko-/konsekvensfylte, og vil være styrende for klassifisering. Grunnarbeidene anses middels kompliserte, og konsekvensen er middels stor. Ved feil prosjektering/utførelse vil det være fare for liv og helse for de som jobber med utfylling, men risikoen vil være mindre for naboliggende arealer. Eventuelle grunnbrudd vil ikke forplante seg over store avstander. Ut fra dette vil pålitelighetsklasse 2 være riktig.</p>
Kontrollklasse – prosjektering og utførelse: PKK2/UKK2	<p>Pålitelighetsklasse CC/RC2 medfører kontrollklassene PKK2/UKK2. Krav til prosjekteringskontroll og utførelseskontroll fastsettes for disse kontrollklassene ut fra henholdsvis Tabell NA.A1(902) og Tabell NA.A1 (903) i Ref. 9.</p> <p>Utvidet kontroll etter Eurokode 0 (NS-EN 1990) vil være påkrevd, men kan begrenses til kontroll av at prosjekterende og utførende har gjort kvalitetssikring innen de tema som NS-EN 1990 spesifiserer. Kontrollen kan avvendes til detaljprosjekteringsfasen (byggesak).</p>
Tiltaksklasse for geoteknisk prosjektering (SAK10, Ref. 8): Ikke relevant	<p>Tiltaksklasse for geoteknisk prosjektering iht SAK10 er først relevant ved byggesak. Det vil være aktuelt å differensiere klassen mellom enkeltsaker, ut fra variasjoner i vanskelighetsgrad, kompleksitet og konsekvens av eventuelle feil.</p>

Geoteknisk kategori (NS-EN 1997-1, Ref. 10): kategori 2	Ut fra de kartlagte, nokså krevende grunnforholdene i sjøområdet anser vi geoteknisk kategori 2 i henhold til Eurokode 7 (NS-EN 1997) å være aktuell. Det må gjøres beregninger, dog tradisjonelle sådanne.
Seismisk klasse: Klasse 2 og/eller 3a (NS-EN 1998-1, Ref. 11)	Det planlegges industriutbygging, som normalt tilhører seismisk klasse 2, men i enkelte tilfeller 3a (se senere kapittel).
Tiltakskategori iht NVE 1/2019: Ikke relevant	Ikke relevant pga. ingen kvikkleireskredfare / områdeskredfare som kan påvirke reguleringsområdet.

4.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

Ifølge TEK17 § 7-1 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom, stormflo og ras.

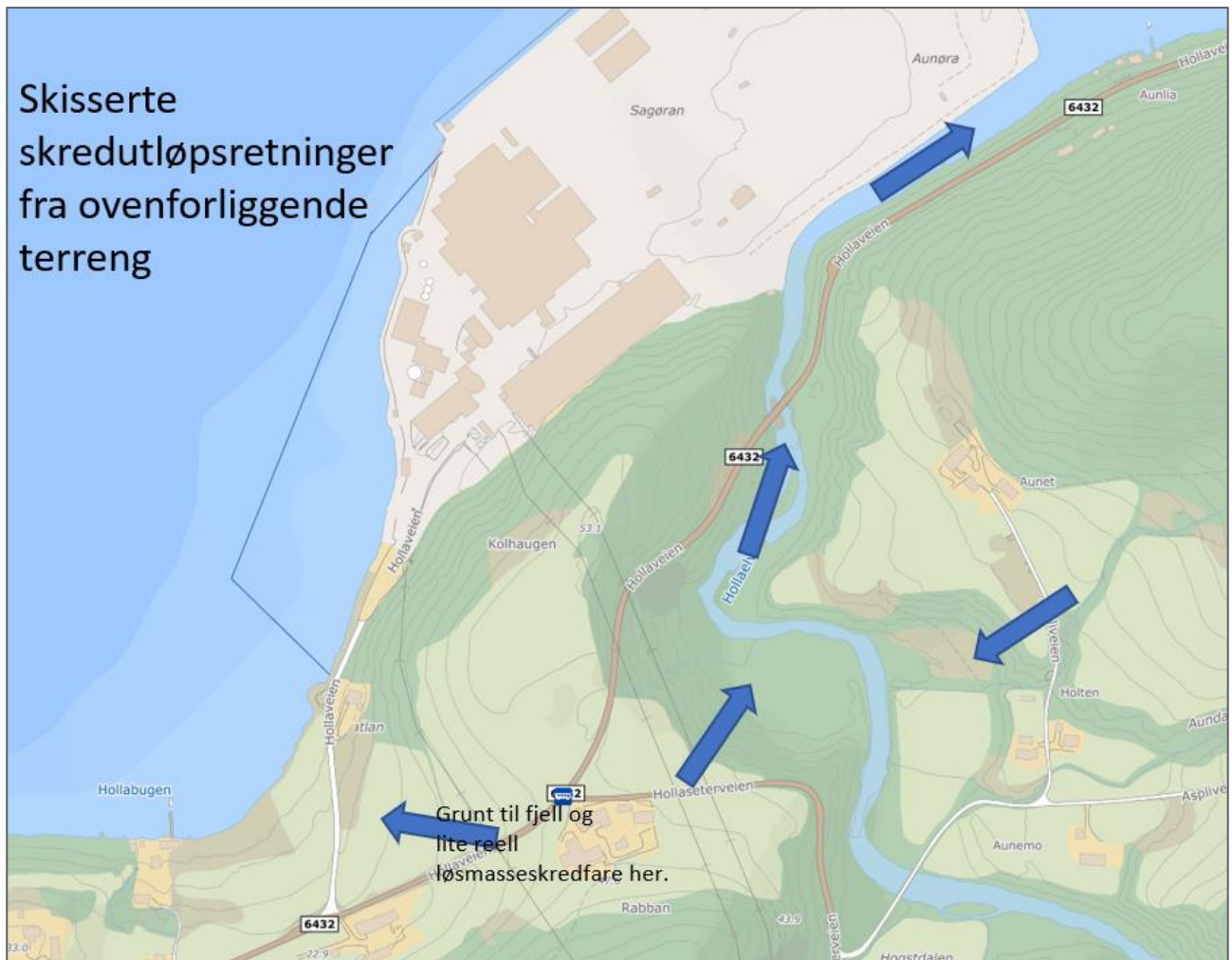
Stormflo vil hensyntas ved å fylle nye arealer til et stormflosikkert nivå, inkludert klimapåslag. Nåværende landarealer er i hovedsak i tilstrekkelig høyde, og tiltak for å sikre mot stormflo vurderes av andre fagfolk. Nødvendige tiltak ventes å medføre moderat vektøkning og vil være geoteknisk gjennomførbare.

Flomvann fra høyereliggende terreng vil i det alt vesentlige kanaliseres utenom reguleringsområdet. Flomsikring kan være aktuelt mot Hollaelva. For øvrig er det ikke registrert flomsoner på reguleringsområdet. Flomfare vurderes i separat notat, *se kystteknisk notat R-8*.

Skred i bratt terreng: Reguleringsområdet ligger utenfor aktsomhetsområder for steinsprang og fjellskred. *En liten del av reguleringsområdet ved Hollaelvas utløp (Aunøra) ligger i aktsomhetsområde for snøskred. Skredfarevurdering for dette området er gitt i rapport 52203733-RIG-04 (Ref. 5). Konklusjonen er at skredsikkerheten er tilstrekkelig.*

Kvikkleireskredfare: Reguleringsområdet ligger delvis innenfor aktsomhetsområde for marin leire (kvikkleireskred). Det er ikke påtruffet sprøbruddmateriale/kvikkleire i undersøkelsespunktene på reguleringsområdet (utenom en enkelt avviksmåling syd i sjøområdet). Det vil derfor ikke kunne oppstå kvikkleireskred nedstrøms (i sjøområdet) eller på reguleringsområdet. På grunn av de topografiske forholdene vil reguleringsområdet heller ikke være utsatt for kvikkleireskred fra ovenforliggende terreng (eventuelle skredmasser fra ovenforliggende terreng vil kanaliseres utenom reguleringsområdet, enten på nordsiden langs Hollaelva eller sørsiden). Se Figur 8.

Med bakgrunn i ovenstående, vil sikkerhet mot stormflo, flom og skred være ivaretatt. Områdestabiliteten er uproblematisk. Utbyggingsarbeidene må prosjekteres og utføres slik at det ikke oppstår lokale skred.



Figur 8: Skisserte skredutløpsretninger fra ovenforliggende terreng. Går utenom områdene som foreslås regulert.

4.3 Seismisitet (jordskjelv)

Utbyggingen vil være en utvidelse av eksisterende industrianlegg. Følgelig havner utbyggingen i seismisk klasse 2 eller 3a iht NS-EN 1998-1, avhengig av i hvilken grad en eventuell kollaps vil føre til skade på miljø og biomangfold. Klasse 3a gir strengest krav av disse.

Grunnundersøkelsene som tidligere er utført på industriområdet (blant annet ved ovn 8 og ved sjøvannspumpestasjoner), samt nylig utførte grunnundersøkelser på industriområdet, viser løsmasser med mer enn 40-60 m tykkelse. Løsmassene er i all hovedsak drenerende (kohesjonsløse masser). Det er enkelte middels faste kohesjonslag (leire). Fastheten av massene er generelt middels til høy (ut fra sonderingsmotstand og tidligere erfaring med peleramming til ca 40 m dyp). Med dette er det rimelig å klassifisere grunnen som seismisk grunntype C iht NS-EN 1998-1.

Ved Kolhaugen, der det eventuelt fundamenteres på eller nært fjell, vil grunntypen være A eller B, som er mer gunstig.

I sjøområdet i sydvest er det lag av svake kohesjonsmaterialer mellom faste, drenerende lag. Kohesjonsmaterialene (leire-/siltlag) som er tatt prøver av og analysert i vårt laboratorium, har gjennomsnittlig en omrørt skjærstyrke godt over grensen for sprøbruddmateriale, selv om enkeltverdier er helt på grensen. Ettersom det ikke vil være sammenhengende lag av sprøbruddmateriale i sjøområdet (utfyllingsområdet), klassifiseres grunnen som seismisk grunntype D (ikke S2).

Iht tabell i NS-EN 1998-1 NA er seismisk grunnakselerasjon a_{gR} i Heim kommune lik $0,25 \text{ m/s}^2$. For konstruksjoner i seismisk klasse 2 er da $a_g = a_{gR} * 1,0 = 0,25 \text{ m/s}^2$, som er mindre enn grenseverdien $a_g < 0,30 \text{ m/s}^2$. Bygg/konstruksjoner i seismisk klasse 1 og 2 kan dermed fritas fra dimensjonering for seismiske krefter. Dette gjelder hele reguleringsområdet.

For bygg/konstruksjoner i seismisk klasse 3a gjelder følgende:

- Ved grunntype C (nåværende industriområde og elvedelta) har man da $a_g * S = 0,25 * 1,25 * 1,5 = 0,47 \text{ m/s}^2 < 0,50 \text{ m/s}^2$. Seismisk dimensjonering kan utelates.
- Ved grunntype A og B (Kolhaugen), fåes også utelateskriterium oppfylt, seismisk dimensjonering kan utelates.
- Ved grunntype D (sjøfyllingsområdet): Utelateskriterium er ikke oppfylt ut fra akselerasjonsverdi fra NS-EN 1998-1.

På planlagt sjøfylling i sydvest kan det i utgangspunktet bli krav til seismisk dimensjonering av eventuelle fremtidige bygg i seismisk klasse 3a (men klasse 2 er fritatt). Forskningsstiftelsen NORSAR har imidlertid gjort en separat kartlegging som flere steder viser mindre seismisk grunnakselerasjon enn det som fremkommer fra NS-EN 1998-1. NORSAR-data gir grunnakselerasjon $a_{gR} = 0,0871 \text{ m/s}^2$ med tilsvarende returperiode (475 år). Dette gir $a_g = 1,25 * 0,0871 \text{ m/s}^2 = 0,109 \text{ m/s}^2 < 0,30 \text{ m/s}^2$ og dermed seismisk utelatelse for alle bygg/konstruksjoner i seismisk klasse 2 og 3a, såfremt data kjøpes fra NORSAR. Seismisk dimensjonering ventes derfor ikke i praksis å bli avgjørende for bruken av områdene.

4.4 Krav til materialfaktorer (sikkerhetsfaktor på løsmassestyrke)

Prosjekteringsstandarden NS-EN 1997-1 for geoteknisk prosjektering stiller minstekrav til materialfaktor 1,25 på friksjonsvinkel i drenerte analyser (effektivspenningsanalyser) og 1,4 på udrenert skjærstyrke (totalspenningsanalyse). Vi legger dette til grunn som minimumskrav. Dette er relevant for stabilitetsberegninger, i denne fasen særlig for sjøfylling.

Det er ingen offentlige veier / jernbane i nærheten som medfører krav til høyere sikkerhetsfaktorer. Atkomstveien til industrianlegget er privateid.

5 Stabilitet av fylling i sjø

Ved planlagt utfyllingsområde i sydvest er det et bløtt leire-/siltlag i dybde omtrent 5-10 m under sjøbunnen. Dette medfører stabilitetsutfordringer, særlig ved rask utfylling.

5.1 Kritiske snitt (profiler)

Vi har utført stabilitetsberegninger av diverse alternativ for utfylling. Beregningene er gjort i 3 profiler / snitt A, C og D som vi mener representerer de kritiske områdene. Snittenes plassering er vist i Figur 10. Grunnforholdene og belastningssituasjonen ifbm utfyllingen er relativt lik i de 3 snittene. Grunnforholdene er noe bedre mot nordøst (snitt D).

5.2 Dimensjonerende belastninger og tidevannsstand

For å hensynta anleggskjøretøy og eventuell fremtidig trafikk på fyllingen, er det lagt til grunn en dimensjonerende trafikklast 13 kPa på toppen av fyllingen i beregningene for ferdig oppfylt situasjon. Lasten forutsettes å virke på hele fyllingsarealet. Lasten tilsvarer vekten av normale vogntog/massetransportkjøretøy delt på arealet av kjøretøyet, med sikkerhetsfaktor (lastfaktor 1,3) og tar høyde for at flere kjøretøy kan stå tett inntil hverandre. Lasten tilsvarer også vekten av middels tunge bygg i 1 etasje.

Trafikklasten utgjør svært lite i forhold til belastningen som fyllingens egenvekt gir. Egenvekten av steinmassene er valgt som et forsiktig anslag (konservativt, dvs noe over gjennomsnittlig tyngdetetthet for steinmasser). Steinmassens tyngdetetthet vil avhenge av bergart, steinstørrelse/fraksjon. 19 kN/m³ tørr tyngdetetthet (over dimensjonerende vannstand) og 11 kN/m³ neddykket effektiv tyngdetetthet (21 kN/m³ totalt) ansees å være på forsiktig side og i tråd med prosjekteringsstandardens anvisninger (Ref. 10).

Eventuelle tunge bygg vil gi større laster på deler av fyllingsarealet, og stabiliteten av fyllingen vil da måtte vurderes i sammenheng med bygningsvekten av tunge bygg. Fyllingsområdet er i utgangspunktet ikke egnet for store belastninger (tunge bygg eller masselagring).

For stabilitetsberegningene vil laveste vannstand være kritisk. Utfyllingen planlegges med permeable masser slik at vannstanden i fyllmassene vil være lik tidevannsstanden.

I beregningene er det i tråd med vanlig praksis lagt til lavvann med 1 års gjentaksintervall i bruddgrensesituasjon, avrundet til nærmeste desimeter. Ved Holla er denne 161 cm (1,6 m) under normalnull NN2000. (Laveste astronomiske tidevann er 3 cm høyere enn dette, antakelig pga. strømningseffekter).

5.3 Lagdeling

Lagdelingen i sjøområdet ved planlagt utfylling varierer noe. Lengst ut i sjøen er det flere lag enn inne ved sjøkanten. Lagdelingen er tolket ut fra feltmålinger (bormotstand, mm) ved grunnundersøkelsene, supplert med data fra laboratorieforsøk. De aktuelle lagene fremkommer av Tabell 2 og tolkede tykkelser fremkommer av beregningssnittene for stabilitetsberegninger (profil A, C og D).

5.4 Tyngde, stivhets- og styrkeverdier for løsmassene

Løsmassenes tyngde- og styrkeverdier er bestemt ut fra erfaringstall, blant annet fra Statens vegvesens veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 12), samt fra de utførte laboratorieforsøkene.

Styrken av sand-, grus, morene og steinmasser er vurdert ut fra erfaringstall og sammenlignet relativt med styrken av de bløtere massene som er undersøkt i laboratoriet. Styrken av leire-/siltmassene er vurdert

hovedsakelig ut fra treaksialforsøk og direkte skjærforsøk i laboratoriet, sammenholdt med erfaringstall. Udrenert styrke er vurdert ut fra en helhetsvurdering av trykksonderingstolkning basert på blokkprøvekorrelasjon og måleverdier fra rutine- og avanserte forsøk i laboratoriet. Styrken gir en styrke litt over erfaringsmessig minimumsverdi (NC-linje). Dette virker rimelig ettersom ødometerforsøk viser tegn til noe større tidligere belastning / forkonsolidering. Det legges til grunn anisotropifaktorer som for lavplastisk leire (A-D-P-forhold 1-0,63-0,35). Se Figur 9 for opptegning av styrkeprofil (rød linje).

Tabell 2 viser tyngde- og styrkeverdiene vi er kommet frem til og som er lagt til grunn i beregningene.

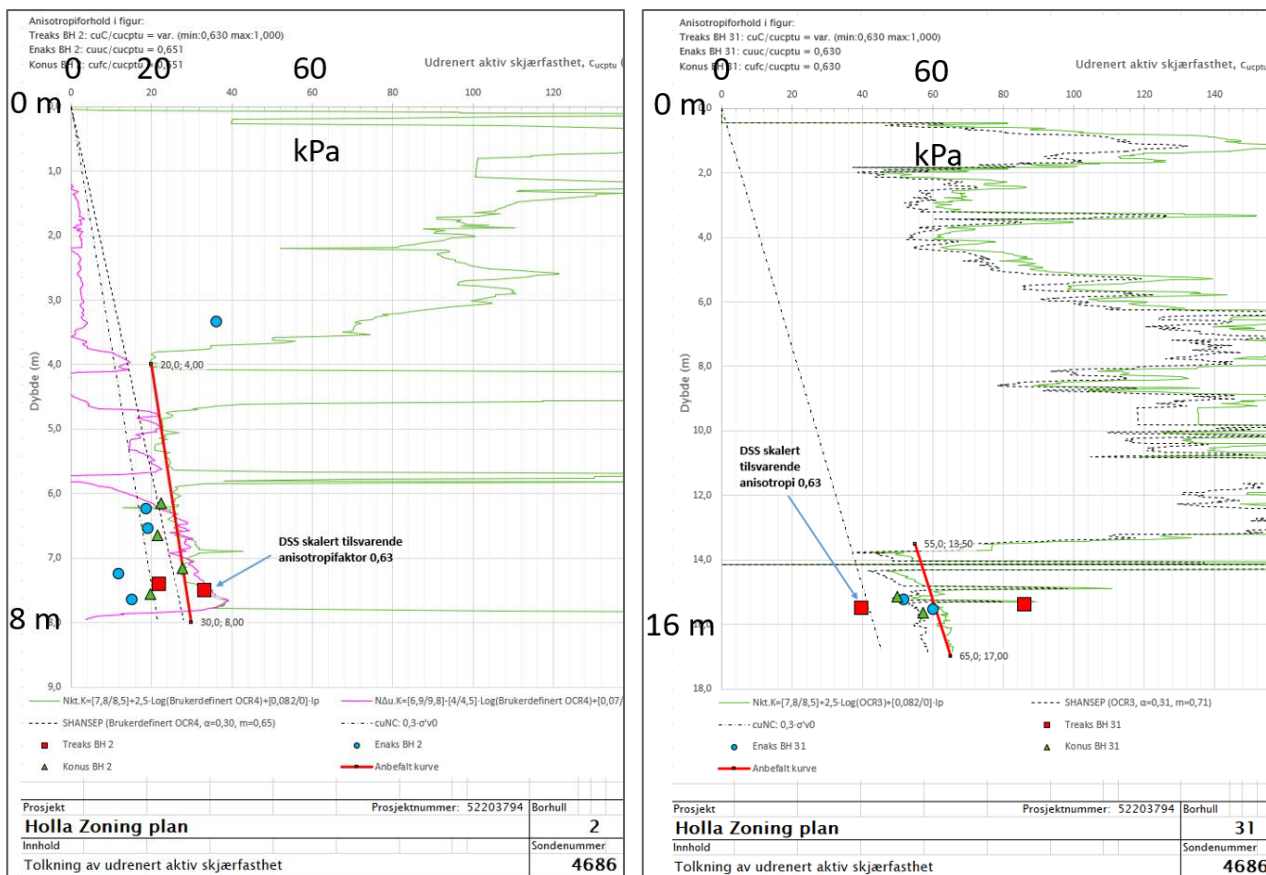
Tabell 2. Beregningsparametere for løsmassene.

Material	Friksjonsvinkel [Grader]	Attraksjon [kPa]	Udrenert aktiv NC-linje	Tyngdetetthet (tørr/våt) [kN/m ³]
Fylling/sprengstein (også plastring)	42	5-10 (kohesjon 4,5-9)	-	19/11
Sand/silt (fra sjøbunn)	32	5 (kohesjon 3)	-	18/8
Øvre silt/leire			Se Figur 9	19/9
Øvre morene (eller fast sand / grus)	36	10 (kohesjon 7)	-	20/10
Nedre leire/silt			0,3* p_o' (økning tilsvarende forlengelse av styrke fra overliggende leire)	19/9
Bunnmorene	36	10 (kohesjon 7)	-	20/10

Det var utfordrende å oppnå høy kvalitet på trykksonderinger i felt på sjøområdet og prøve kvaliteten var generelt middels god og stedvis dårlig. Resultatene er derfor sammenholdt med erfaringsmessig minimumstyrke og helhetlig sett er det tydelige tegn til at løsmassene (da særlig det øvre leirelaget, som er mest vesentlig for stabiliteten) er noe sterkere enn erfaringsmessig minimum.

Ved trinnvis oppfylling med noen måneders opphold beregnes de svake leire-/siltmassene med en full styrkeøkning tilsvarende ny overlaging/effektivspenning fra forrige oppfyllingstrinn. Styrkeøkning for aktiv udrenert skjærstyrke vil være lik 0,3 ganger tillegg i effektiv vertikal overlaging.

De gruntliggende silt/sandmassene (cirka 0-5 m fra sjøbunn) gir lav bormotstand og kan ha tendenser til oppførsel som flyteskredmateriale. Slike masser vil imidlertid få styrkeøkning ved overlaging med fyllinger og motfyllinger. Vi mener at drenert analyse er dekkende for disse massene i og med den slake sjøbunnen ved fyllingsfoten og den drenerte oppførselen ved trykksondering gjennom laget.



Figur 9: Tolkning/valg av udrenert aktiv skjærfasthet for leire/silt. Venstre: Borpunkt 2 (syd), Høyre: Borpunkt 31 (nord).

Ødometerforsøk på siltig leire (øvre silt/leirelaget) fra nordre og søndre del av planlagt sjøfylling indikerer stivhetsegenskaper som følger:

- Modul (stivhet) i forbelastet område: 4-10 MPa (forutsetter 5 MPa)
- Forbelastningsnivå (POP) cirka 100 kPa (usikker)
- Modultall i normalkonsolidert område: $m = 25$ (22-27)

Konsolideringskoeffisienten c_v estimeres til 10-12 m²/år i syd (borpunkt 2) og 40-70 m²/år i nord (borpunkt 31). Dette indikerer at prøven/leiren fra nord fra mer permeabel (mindre tett) enn prøven/leiren fra syd.

For grovere masser benyttes erfaringsmessige stivhetstall (iht Janbus stivhets-/spenningsteori). Disse har relativt liten betydning for estimerte setninger ettersom leirelaget er vesentlig mykere:

- Silt: $m = 50 - 100$ (kvadratrotmodul)
- Sand: $m = 150 - 250$ (kvadratrotmodul)
- Steinmasser: $M = 50 - 100$ MPa (minst under vann der det er lite komprimert, men allikevel noe økende med dybden)
- Morene: $M = 100$ MPa

5.5 Beregningsresultater

Generelt:

Beregningene har vist at utfylling som starter fra land og utover i sjøen ikke vil ha tilstrekkelig stabilitet. Dette på grunn av dårlig marbakkestabilitet i utgangspunktet. Utfylling må derfor starte utenfor marbakken, der sjøbunnen er vesentlig flatere.

Selv ved utfylling fra sjø, vil stabiliteten være utfordrende. Det kan ikke fylles opp til full høyde med mindre det legges inn ventetid til konsolidering (naturlig styrkeøkning underveis). Konsolideringen kan fremskyndes for eksempel ved installasjon av vertikale dren gjennom det underliggende leire-/siltlaget. Motfyllinger vil bidra til å øke stabiliteten, og kan gjerne brukes i kombinasjon med vertikale dren og trinnvis oppfylling.

I forbindelse med beregningene har vi justert utstrekning av motfyllinger slik at tilstrekkelig stabilitet oppnås, med en utforming som vi bedømmer å være anleggsmessig praktisk og med en best mulig utnyttelse av steinvolumene.

Profil A (lengst syd):

I profil A oppnås god stabilitet (sikkerhetsfaktor mot grunnbrudd) i første fyllingstrinn (til kote -10). Minste beregnede sikkerhetsfaktor er 1,7, som er godt over minstekravet på 1,4. Se tegning V401. I andre fyllingstrinn (til kote -2,5) er stabiliteten også god, på grunn av betydelig styrkeøkning fra første trinn. Minste beregnede sikkerhetsfaktor er 1,9, se tegning V402. I tredje (siste) fyllingstrinn beregnes minste sikkerhetsfaktor lik 1,43, se tegning V403, det vil si et stykke over minimumskravet. Kritisk bruddflate er en langstrakt bruddflate under hele fyllingsområdet, og går i all hovedsak i leire-/siltlaget. I beregningen ligger det til grunn hyllebredde 35 m i motfyllingene. I profil A er avstanden fra foten av ytterste motfylling til fyllingstoppen omtrent 105 m. Tidligere beregninger med smalere motfyllinger har medført for lav stabilitet i siste fyllingstrinn.

Profil C:

I profil C oppnås god stabilitet (sikkerhetsfaktor mot grunnbrudd) i første fyllingstrinn (til kote -10). Minste beregnede sikkerhetsfaktor er 1,9, som er godt over minstekravet på 1,4. Se tegning V404. I andre fyllingstrinn (til kote -2,5) er stabiliteten også god, på grunn av betydelig styrkeøkning fra første trinn. Minste beregnede sikkerhetsfaktor er 2,1, se tegning V405. I tredje (siste) fyllingstrinn beregnes minste sikkerhetsfaktor lik 1,6, se tegning V406, det vil si et stykke over minimumskravet. Kritisk bruddflate er en langstrakt bruddflate under hele fyllingsområdet, og går i all hovedsak i leire-/siltlaget. I beregningen ligger det til grunn hyllebredde 35 m i motfyllingene. I profil C er avstanden fra foten av ytterste motfylling til fyllingstoppen omtrent 150 m. Tidligere beregninger med smalere motfyllinger (25 m hyller) har medført stabilitet like under minimumskravet i siste fyllingstrinn.

Vi har gjort en kontrollberegning av dette stabilitetsprofilen med elementmetodeprogrammet Plaxis 2D. Beregningen gir tilsvarende resultat.

Profil D (lengst nord):

I profil D oppnås god stabilitet (sikkerhetsfaktor mot grunnbrudd) i første fyllingstrinn (til kote -10). Minste beregnede sikkerhetsfaktor er 1,8, som er godt over minstekravet på 1,4. Se tegning V407. I andre fyllingstrinn (til kote -2,5) er stabiliteten også god, på grunn av betydelig styrkeøkning fra første trinn. Minste

beregnete sikkerhetsfaktor er 1,9, se tegning V408. I tredje (siste) fyllingstrinn beregnes minste sikkerhetsfaktor lik 1,44, se tegning V409, det vil si like over minimumskravet. Kritisk bruddflate er en forholdsvis langstrakt bruddflate under ytre del av fyllingsområdet, og går i all hovedsak i leire-/siltlaget. I beregningen ligger det til grunn hyllebredde 25 m i motfyllingene. Det vil si at motfyllingens utstrekning kan være noe mindre i profil D enn i A og C. I profil D er avstanden fra foten av ytterste motfylling til fyllingstoppen omtrent 120 m.

5.6 Diskusjon av beregningsresultater, rekkefølger, mv

Effekt av vertikaldren:

Vertikale dren bidrar til å fremskynde styrkeøkning og setninger. Dessuten vil vertikale dren gi en mer forutsigbar fremdrift, ettersom dreneringsveien i løsmassene (og dermed tiden) bestemmes i hovedsak av hvor tett vertikaldrenene settes. Dersom det ikke settes vertikaldren, vil tiden for styrkeøkning avhenge sterkt av om og hvor det er drenerende lag som kan ta unna utpresset vann. Grunnundersøkelsene gir kun delvis oversikt over dette. Undersøkelsene indikerer at det er sammenhengende lag av tette masser i flere meters tykkelse, og tykkelsen ser ut til å være særlig stor under foreslåtte motfyllinger. Det vil si at motfyllingene ikke vil få full effekt før etter lang tid (flere år) dersom det ikke installeres vertikaldren.

Foreslått utstrekning av vertikaldrenering vises i tegningene V401-409 og i Figur 10.

Tidsaspektet og risiko i anleggsfasen:

Selv om det installeres vertikaldren gjennom de tette leire-/siltmassene, vil det være noe usikkerhet knyttet til hvor fort styrkeøkningen skjer. De 2 første fyllingstrinnene vil fylles ut fra flytende redskap (lekter e.l.) og det er dermed mindre konsekvenser for liv og helse dersom det skulle gå et skred under disse arbeidene, enn ved fylling med lastebil og gravemaskin fra landsiden.

Når fyllingstrinn 1 og 2 er utført, bør det settes av noen måneder til styrkeøkning før resterende fyllingsarbeider fra landsiden igangsettes. Når det er fylt til omtrent kote +0, vil man kunne gjøre nivelleringer/setningsmålinger over tid for å følge med på setningsutviklingen, og bruke disse dataene som indikator for konsolideringsprosessen/styrkeøkningen, før de siste meterne fylles ut.

Ved bruk av vertikaldren i rutenett med avstand 3 m mellom hvert dren, vil drenasjeveien være halve avstanden. Dette gir en estimert primærkonsolideringstid på cirka 3 måneder (for hvert fyllingstrinn), ut fra drenasjetall $cv=10 \text{ m}^2/\text{år}$ som ødometerforsøk i leirelaget indikerer. Det vil si at ved å vente i størrelsesorden 3 måneder mellom hvert fyllingstrinn, og eventuelt noe mer før siste fyllingstrinn fra land, vil tilstrekkelig sikkerhet kunne oppnås.

Setninger og setningshastighet:

Et grovt setningsestimater tilsier at oppfyllingen vil medføre 1 meter setning av underliggende grunn. Estimater baserer seg på oppfylling fra omtrent kote -20 til +3 (der fyllingshøyden er størst) og løsmassestivhetsverdier fra ødometerforsøk og erfaringsverdier. Ved bruk av vertikaldren og trinnvis oppfylling vil betydelige deler av setningen påløpe underveis i oppfyllingsarbeidene. Det vil si at noen desimeter setning ventes å gjenstå ved ferdig fylling. Der fyllingstykkelsen er mindre, vil også setningene bli mindre.

En eventuell tilleggslast på 50 kN/m^2 over et stort areal på fyllingen estimeres å medføre 10-20 cm tilleggssetning. En såpass stor last tilsvarer 2,5 m høy steinfylling eller 4-5 etasjers bygg og vil av stabilitetsmessige grunner neppe være tilrådelig (i hvert fall ikke før etter mange år).

Alternativer til vertikaldrenering og motfyllinger:

Alternativ med å mudre bort svake masser før utfylling er vurdert, men er ikke aktuelt av følgende grunner:

- Mudring vil i noen grad kunne svekke stabiliteten av marbakken, og denne stabiliteten er ikke god nok til å tillate en forverring etter dagens standarder.
- Mudring vil ikke være gjennomførbart med konvensjonelt graveutstyr, ettersom sjødybden er cirka 20 m og massene ligger inntil 10 m dypt. Vanlig utstyr har ikke rekkevidde i nærheten av disse 30 m.

Behov for utstrekning av motfyllingene:

Jo større utstrekning og volum av motfyllinger, desto raskere kan det fylles opp. Større motfyllinger gir rom for noe større last på fyllingsområdet. Foreslåtte motfyllinger er det vi mener vil være et fornuftig kompromiss mellom kostnad til motfyllinger og anvendbarhet og fremdrift av fylling. I reguleringen legges det opp til noe margin på utstrekningen, for å ha rom for små justeringer ifbm detaljprosjektering.

For å ha litt margin i forhold til beregningsresultatene, bør det legges til grunn minst 120 m horisontal avstand til fyllingsutslag og motfyllinger ved profil A, minst 160 m ved profil C og minst 130 m ved profil D. Det kan interpoleres mellom disse. Inn mot land i sydenden vil utstrekningsbehovet avta omtrent proporsjonalt med fyllingshøyden. Dersom det legges til grunn større avstander, vil man få noe mer rom for justeringer av motfyllingsgeometrien ved detaljprosjektering av utfyllingen.

Høyde av motfyllingstrinn i forhold til tilflått / eventuell fremtidig kai:

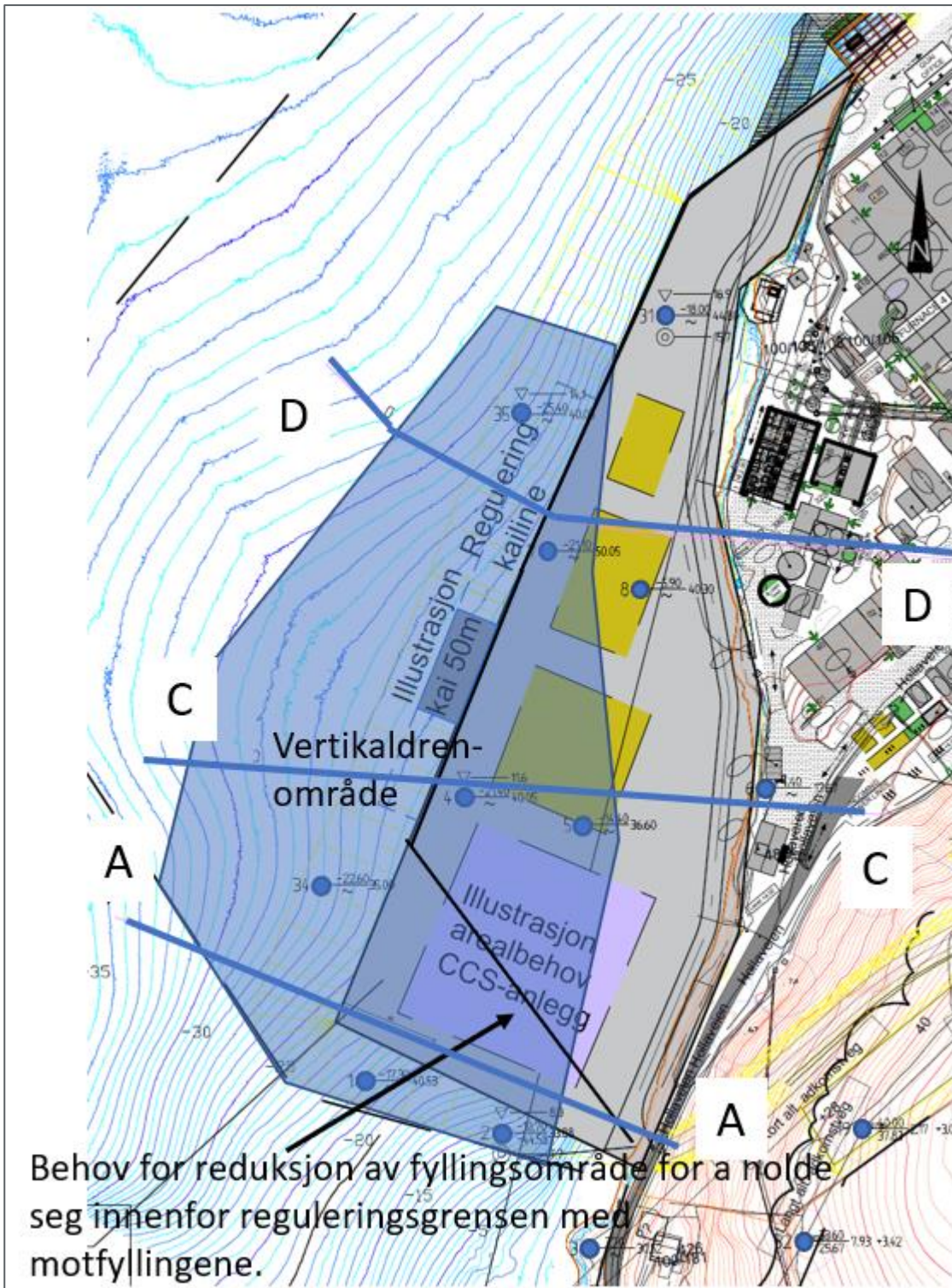
Motfylling er foreslått til kote -10. Dette kan være i veien for fremtidig tilflått med dyptgående båter. Ved detaljprosjektering av fyllingen kan det vurderes mindre justeringer i motfyllingsgeometrien slik at motfyllingene ikke hindrer fremtidige kaianlegg. Justeringer i størrelsesorden 2-3 meter ventes å være mulige, f eks ved å kompensere med å øke bredden av øvre motfyllingstrinn.

Fundamentering av bygg på fylling:

Bygg på fyllingsarealene vil gi tilleggsvekt og dermed redusere stabiliteten noe. Tunge bygg eller masselagring må derfor unngås. Teoretisk kan man se for seg at man pelefunderer tunge bygg og dermed unngår å belaste fyllingen og underliggende svakt lag. Pelefundering fremstår praktisk vanskelig av følgende grunner:

- Det vil være behov for lange peler for å nå ned gjennom fylling og svake lag til faste løsmasselag eller fjell.
- Steinfyllingen kan være vanskelig gjennomtrengelig.
- Fyllingen kan over tid sette seg ytterligere og gi differansesetning mellom pelefundererte bygg/konstruksjoner og fylling/terreng for øvrig. Fyllingen bør få tid til å sette seg mest mulig før bygg etableres.

Ved direktefundamentering kan man eventuelt bytte ut noe av steinmassene under byggenes fotavtrykk med lette fyllmasser for å kompensere for deler av tilleggsvekten. En moderat forbelastning tilsvarende byggenes vekt kan også vurderes for å gjøre unna setninger før bebygging.



Figur 10: Grunnundersøkelsespunktene sett i forhold til foreslått maksimalutstrekning av fylling og område med behov for vertikaldrenering og motfyllinger (omtrentlig). Beregningsnitt A, C og D inntegnet.

6 Stabilitet ifbm mudring og utvidelse av kai

Reguleringen vil legge til rette for at mer dyptgående skip kan komme til kaia på området. Dette kan skje ved å forlenge kaien ut til dypere vann, eller ved mudring, eller en kombinasjon.

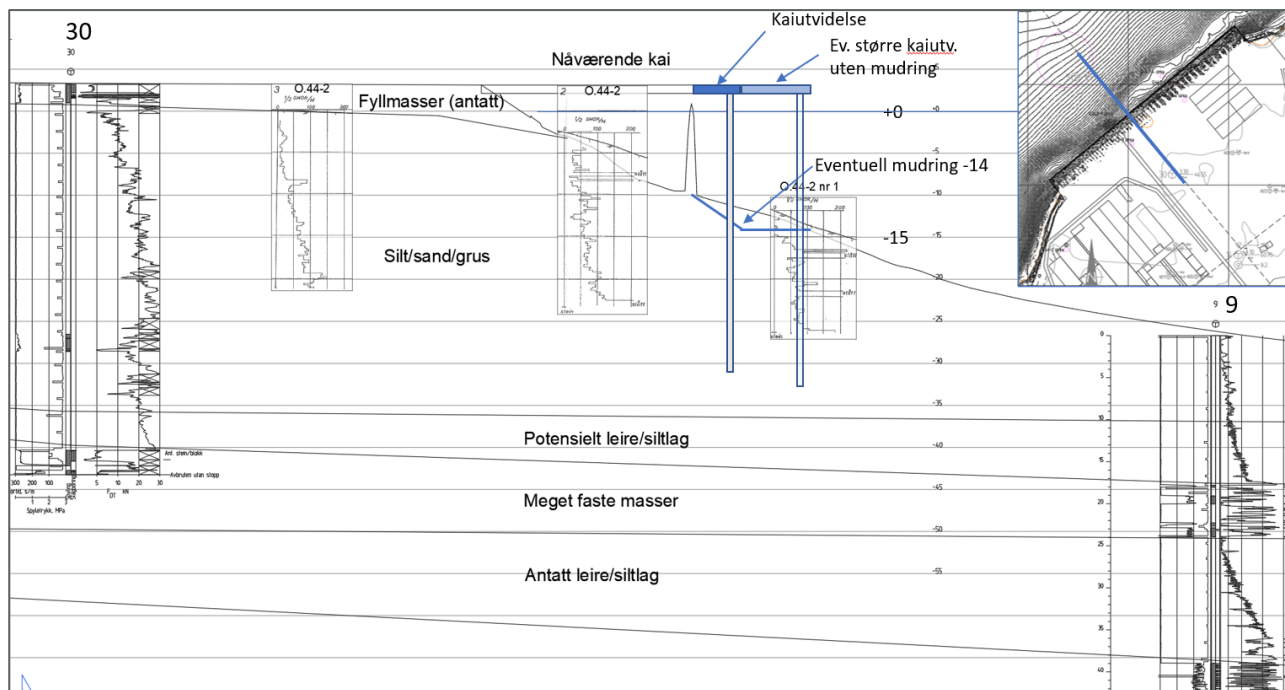
Grunnundersøkelsene i sjøområdet utenfor kaia viser noenlunde samme grunnforhold som på land innenfor kaia. Massene i marbakken er drenerende masser bestående i hovedsak av sand (noe silt og grus). I ytterste sonderingspunkter i sjøen utenfor planlagt kaiutvidelse er det tegn til mer finkornige masser fra cirka 10 m dybde. Det samme gjelder i stor dybde (> 25 m) i sonderingspunktene nær kaien. Se snitt av grunnforholdene i Figur 11.

Ettersom det i hovedsak er funnet drenerende masser (frikksjonsmasser) med økende styrke mot dybden, vil det være mulig å fundamenterer kaiutvidelse på friksjonspeler. Dersom det skulle bli behov for såpass lange peler at disse når leire-/siltlag (omtrent på kote -35), kan det bli nødvendig å øke lengden ytterligere for å nå neste faste lag.

Mudring for å oppnå tilstrekkelig sjødybde vil redusere stabiliteten av arealene bak eksisterende kai, og kan være utfordrende mtp stabiliteten av eksisterende plastringstein ved fyllingskanten (under kaia). Dette må eventuelt geoteknisk detaljprosjekteres. Ønsket sjødybde vil være omtrent 12 m på lavvann, dvs. omtrentlig kote -14 (NN2000).

En overslagsberegning indikerer at det ikke er margin for vesentlig mudring uten at dette går utover bæreevnen for last bak kai. Fra geoteknisk ståsted anbefaler vi at man i hovedsak utvider kaiarealet for å oppnå tilstrekkelig dybde heller enn å mudre store volum. En pelefundamentert kaiutvidelse vil i svært liten grad gi negative påvirkninger på stabiliteten av løsmassene, og er slik sett det sikre alternativet. Mudring vil være uproblematisk mtp områdestabilitet, men kan gi lokale stabilitetsutfordringer og/eller lastbegrensninger på arealet bak kaien. Mudring og/eller kaifundamentering må eventuelt detaljprosjekteres før utførelse.

Vi foreslår at det settes av areal utenfor kaiområdet til eventuell motfylling for å kompensere for eventuelt mudringsbehov, samt for å kunne øke belastningen (lagring) bak kaia innenfor dagens stabilitetskrav. Dette fordi det i praksis vil være vanskelig å finne en kailøsning som ikke trenger mudring i det hele tatt. Dessuten vil en motfylling gi muligheter for mer effektiv utnyttelse av arealet umiddelbart bak kaien. Motfylling kan være aktuelt ned til der sjøbunnen slaker ut, omtrent i høyre kant av Figur 11. Det vil eventuelt være snakk om relativt langstrakt, men tynn, motfylling, som vil henge naturlig sammen med motfyllinger for sjøfylling i sydvest.



Figur 11: Snitt av grunnforhold ved kai og mulig utbygging.

7 Utgravning ved Kolhaugen, samt atkomstvei

Deler av området ved Kolhaugen var tidligere jordbruksområder, men er nå gjengrodd. Dette arealet er merket blått i Figur 12. Utstrekningen / geometrien av tidligere jordbruksområde tyder på at kun deler av området egnet seg til jordbruk. Helt i nord er det nå så bratt at dette må ha blitt utgravd i forbindelse med industrianlegget (brattere enn nyttbart jordbruksareal).



Figur 12: Utstrekning av jordbruksareal fra flyfoto 1962, sammenholdt med kartet i 2022.

Geotekniske grunnundersøkelser ble utført i månedsskiftet november – desember 2022. Vi utførte totalsonderinger for å kartlegge løsmassenes relative fasthet samt dybde til fjelloverflaten.

Grunnundersøkelsene har vist stor dybde til fjell lengst nord på Kolhaugen, mens det er fjell i dagen eller grunt til fjell nærmere kraftledningsmastene. Borpunktene indikerer at fjelloverflaten er noe ujevn og at det kan være nedsenkninger i fjelloverflaten med noen meters dybde. En figur med oversikt over løsmassetykkelse er vist i Figur 13.

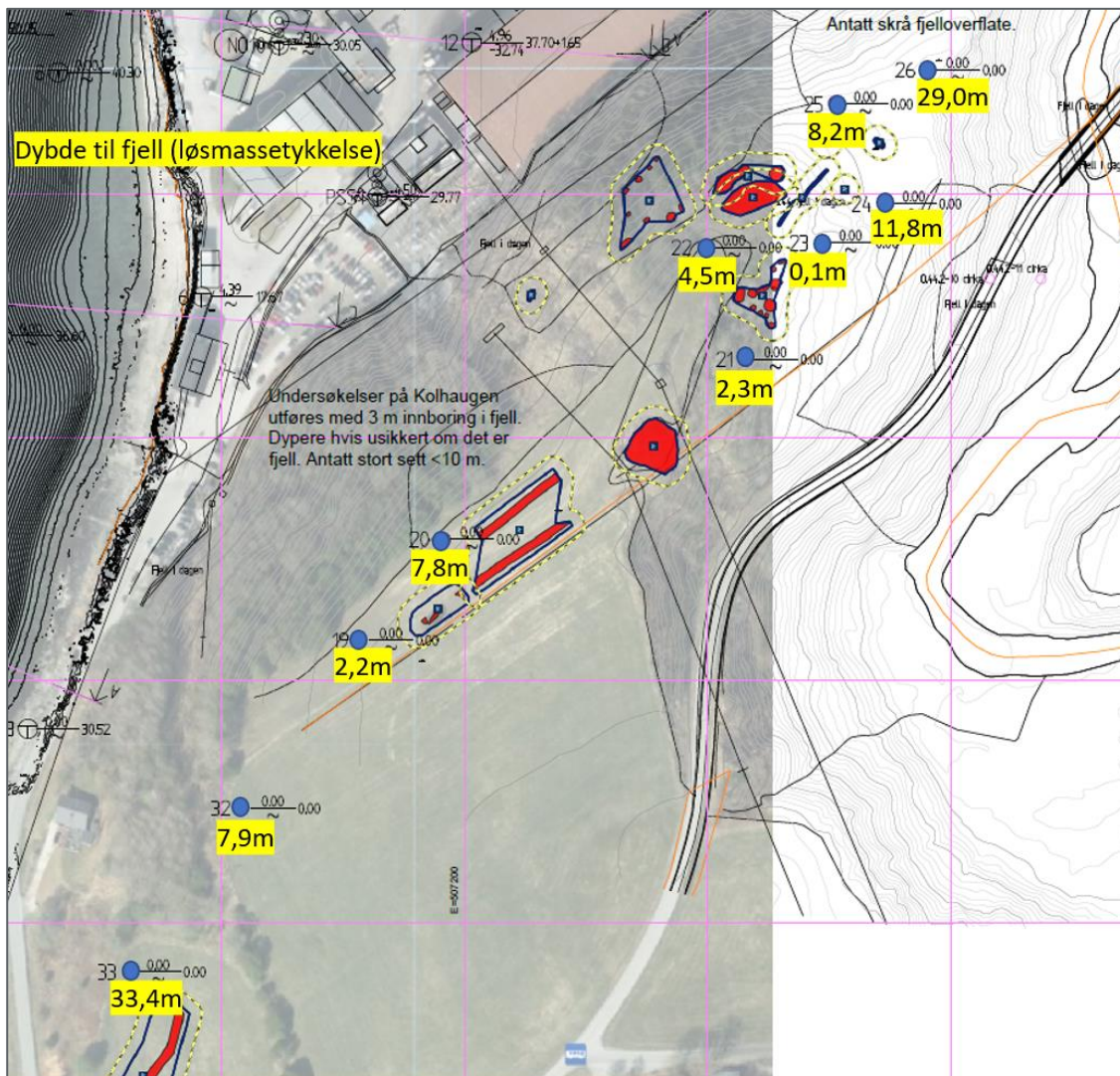
Løsmassene i Kolhaugen-området er generelt faste, med unntak av massene i punkt 33 lengst syd.

Laboratorieresultater viser at løsmassene ved borpunkt 20 (atkomstvei) klassifiseres som vekselvis siltig sand og sandig, siltig leire. Ved borpunkt 25 nordøst på Kolhaugen klassifiseres de øvre 5 m som siltig sand, i noen dybder også innslag av leir. Prøvetakningen viser ikke tydelig overgang mot de fastere løsmassene. Ved borpunkt 33 lengst syd er det påtruffet siltig sand og sand de øvre 4 m, og blandingsmasse av silt, leir og sand i 4-5 m dybde.

Det er ikke påtruffet ren leire på Kolhaugen og områdeskred (kvikkleireskred) kan utelukkes i dette området. Kolhaugen utgjør et høydepunkt (kolle) i terrenget og kan ikke rammes av skred fra overliggende terreng.

Det er ikke satt ned grunnvannstandsmålere, men vannstand i sonderingspunktene og prøvetakningspunktene ble målt etter sondering og prøvetakning. Målingene gir en indikasjon på grunnvannstanden på aktuelt tidspunkt. Målingene ble utført etter noen nedbørsfattige uker. Resultatene er vist tabellarisk i datarapport og antyder grunnvannstand cirka 1-3 m under terreng. Vi venter at

grunnvannstanden vil variere med årstid/nedbør. Imidlertid mener vi at eventuell høy grunnvannstand (som er ugunstig blant annet ifbm løsmasseskjæring for tilførselsvei) vil være håndterbar med avskjærende grøfter og evt plastring med steinmasser. Det er ingen bygninger/konstruksjoner i nærheten som vil påvirkes av en lokal grunnvannssenkning ifbm løsmasseskjæring.



Figur 13: Løsmassetykkelse i undersøkelsespunkt (blå).

7.1 Råvarelager (utgravning og utspregning) nordøst for kraftlinjer

Geoteknisk sett anser vi det mulig å bygge råvarelager (for lagring av kvartsholdige steinmasser) nordøst for kraftledningene, slik reguleringen skisserer. Størrelsen må imidlertid tilpasses faktisk fjellforløp. Mot kraftledningene (sydvest) vil det stedvis være et løsmassedecke i størrelsesorden 2-5 m tykt (borpunkt 21 og 22), men kan lokalt være større eller mindre. Det bør settes av plass mellom bygg (råvarelager) og kraftledninger slik at antatt løsmassefundamenterte kraftledningsmaster ikke undergraves eller mister bæreevne. 10-20 m horisontalavstand anses hensiktsmessig i så måte, blant annet for å ta høyde for gjenstående usikkerhet i fjelloverflatens beliggenhet. Det vil være gunstig om kraftledningene kan flyttes noe

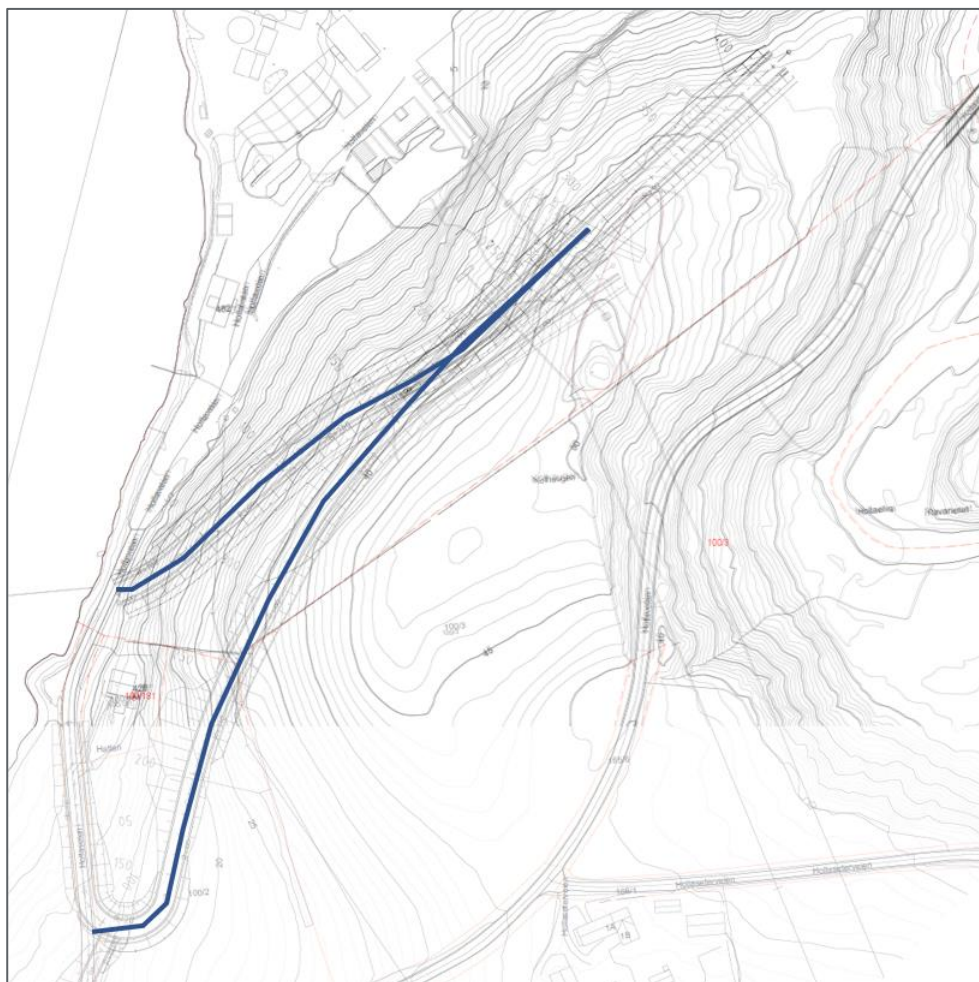
lenger sydvest, da dette gir plass til større fjelluttak i området like nordøst for kraftledningene, der fjellet ligger nær terrengoverflaten.

7.2 Atkomstvei sydvest

Det planlegges en atkomstvei til Kolhaugen-området. Det er vurdert 2 alternativ til atkomstvei fra sydvest. Begge alternativene tar utgangspunkt i dagens atkomstvei til industriområdet. Det ene alternativet er i linje omtrent gjennom borpunktene 33, 32, 19 og 20 (se Figur 13), delvis på dyrket mark (sydlige alternativ). Det andre alternativet er en kortere vei delvis i fjellskjæring i det bratte terrenget nærmere sjøen (nordlige alternativ). Se oversikt i Figur 14.

Geoteknisk sett ser vi begge alternativene som gjennomførbare. Vi ser imidlertid fordeler med det korte veialternativet i bratt terreng (nordlige), ettersom denne traseen vil gå utelukkende i område med liten løsmassetykkelse og faste masser.

For løsmasseskjæringer bør det legges til grunn en helning 1:2 med tanke på arealbehov. Senere detaljprosjektering ventes å gi rom for noe oppstramming av skråningshelningene og helning 1:1,5 – 1:2 anses realistisk.



Figur 14: Skisserte traséalternativer for atkomstvei (blå).

7.3 Anleggsvei Kolhaugen nordøst

Det planlegges en bi-atkomst fra Hollaveien like vest for Hollaelva og nordover til østsiden av nåværende industriområde, se Figur 15. I dette området på nordøstsiden av Kolhaugen er det bratt terreng, med helning cirka 1:1,8 (noe varierende) og total høydeforskjell cirka 30 m.

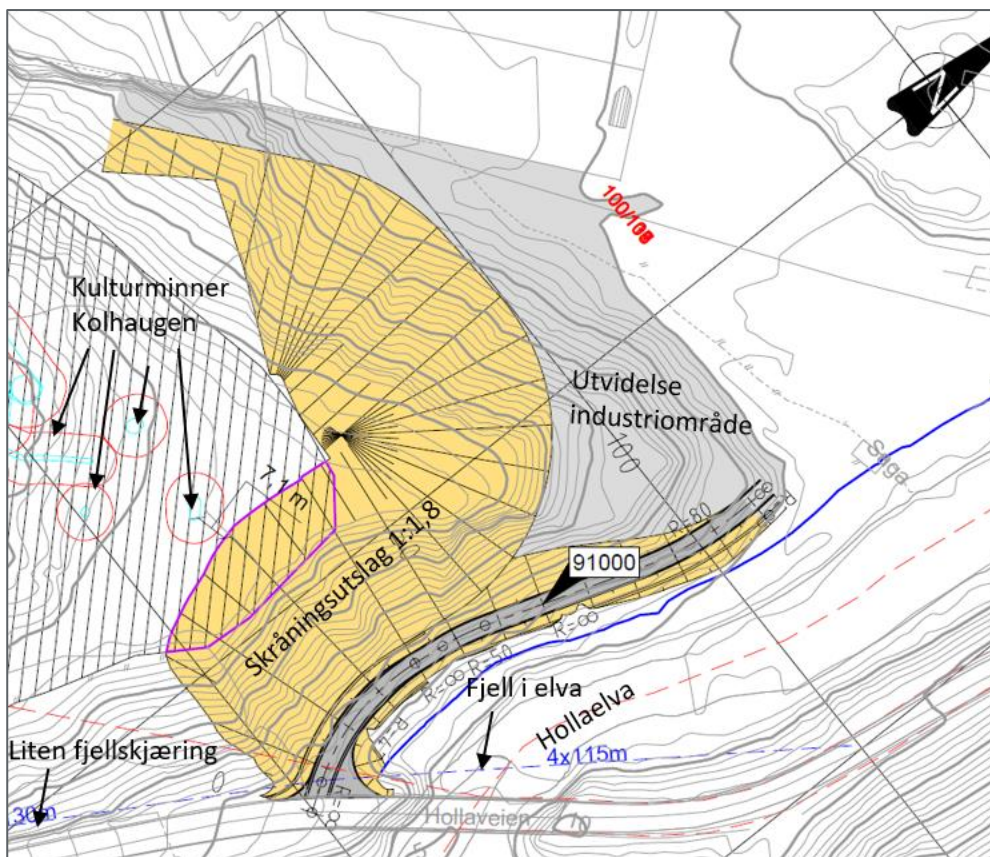
Grunnundersøkelsene på Kolhaugen viser faste løsmasser over fjell. Fjelloverflaten har bratt helning ned mot nordøst slik at løsmassetykkelsen er opp mot cirka 20-30 m lengst nordøst på Kolhaugen. Det er stedvis fjell i dagen på bunn av Hollaelva og i skjæring langs Hollaveien litt lenger sydvest. Prøvetakning av løsmassene viser blandede og tett pakke masse av leire, silt, sand og grus. Massene er høyst sannsynlig del av moreneavsetning som også ventes å inneholde mye stein. Grunnvannstanden ventes stort sett å være 1-3 m under terreng, antakelig noe lavere mot kantene av Kolhaugen-platået.

Planlagt vei må ligge som en hylle i skråningen, det vil si at øvre del av skråningen må graves vekk og tilnærmet parallellforskyves. Ved å lage cirka 1,5-2 m dype drenggrøfter (pukkfylte grøfter med jevne mellomrom) i skjæringen og ha helning 1:1,8, er beregningsmessig sikkerhetsfaktor mot stabilitetsbrudd i skråningen lik minstekravet på 1,25. En helning 1:1,7 gir tilsvarende sikkerhet akkurat under minstekravet. I anleggsfasen for eventuell støttemur (f eks. natursteinsmur) kreves i utgangspunktet samme sikkerhetsfaktor som for brukssituasjonen for anleggsveien.

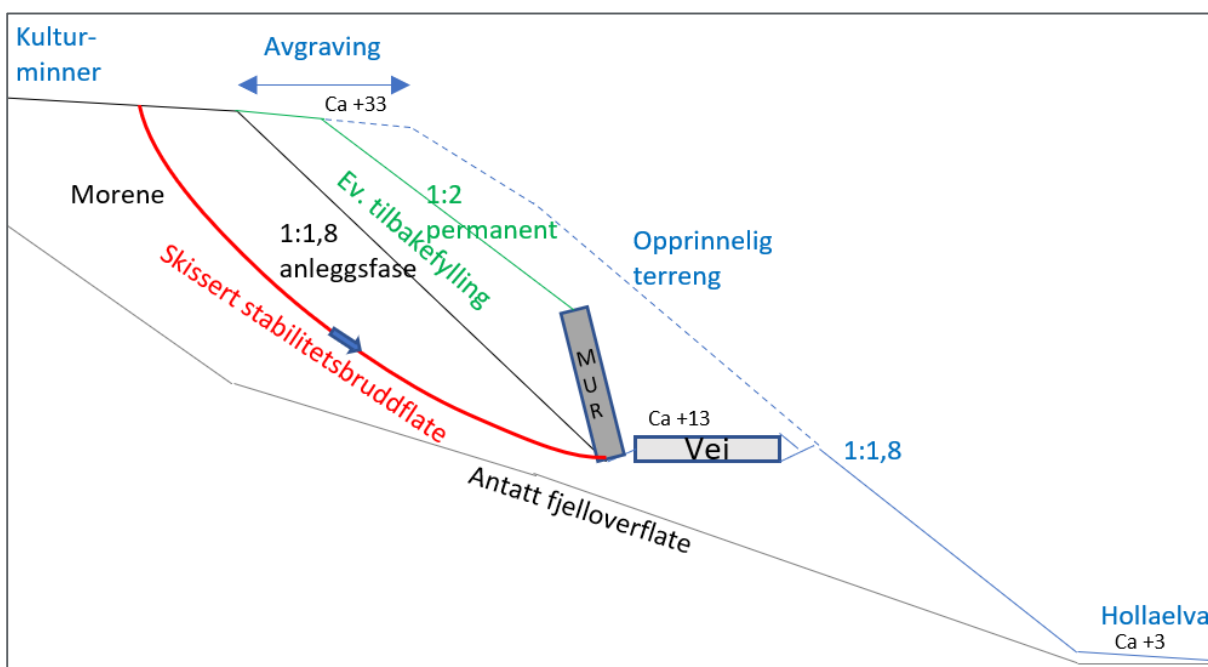
Følgelig er det nødvendig med helning 1:1,8 (eller slakere) for å sikre tilstrekkelig stabilitet av skråningen. Det vil være mulig å tilbakeføre noe areal ved å etablere en støttemur langs anleggsveien og tilbakefylle med drenerende masse og eventuelt et tynt vekstlag på toppen. Se Figur 16.

Løsmassene ventes å være steinholdige, slik at et alternativ med spunting for å spare skråningsutslag sannsynligvis ikke er gjennomførbart. Dessuten kan det være at fjelloverflaten stedvis nåes i nedre del av skjæringen. Det har imidlertid ikke vært mulig å komme til for å gjøre grunnundersøkelser i det bratteste partiet, og det er derfor noe gjenværende usikkerhet i fjellforløpet. Dette kan i noen grad påvirke skråningsutslaget, men anses ikke å påvirke gjennomførbarheten.

Det legges til grunn at veien etableres med noen få meters horisontal avstand til den nedre delen av skråningen (skråningen ned mot elva). Dette gir tilstrekkelig nedstrøms stabilitet i skråningen. Veien må detaljprosjekteres før bygging.



Figur 15: Planutsnitt anleggsvei Kolhaugen nordøst. Skråningsutslag 1:1,8 vist i gult.



Figur 16: Prinsippsnitt for anleggsvei Kolhaugen nordøst.

8 Fundamentering og nye bygg (nåværende industriområde)

Grunnforholdene og lagdeling:

Geotekniske grunnundersøkelser utført i forbindelse med tidligere utbygging, samt suppleringer utført i forbindelse med reguleringsplanen, viser jevnt gode grunnforhold på nåværende industriområde, inkludert området mot nordøst som tidligere er oppfylt fra opprinnelig elvedelta.

Løsmassene på området består i hovedsak av fast sand og silt, med noe grus. Ved tidligere grunnundersøkelser for smelteovn 8 ble det i cirka 40-50 m dybde i punkt NO4 påtruffet et finstoffholdig lag (siltig leire), som ikke utgjør noen skredrisiko. Dette laget ser vi igjen i tilsvarende dybde blant annet i borpunkt 15 lenger nordøst. Se skissert snitt i Figur 17.

I stor dybde påtreffes meget faste masser, antakelig morenemasser. Ved borpunkt 14 (nær skissert smelteovn nr 9) er overgangen til meget faste masser omtrent på 35 m dybde (kote -31). Imidlertid er det antydning til mindre fasthet mellom 53 og 57 m dybde, selv om massene over og under gir stor bormotstand.

Nærmere Kolhaugen ligger morenen noe grunnere, og ut mot sjøkanten er overgangen dypereliggende og stedvis ikke påtruffet.

Pelefundering:

Tunge og setningssensitive bygg kan måtte pelefunderes på friksjonspeler, primært av hensyn til setninger. Smelteovn 8 er pelefundamentert (rammede stålrørspeler), blant annet ut fra erfaring med setninger på tidligere direktefundamenterte smelteovner. Det vil være naturlig å hente erfaring fra ovn 8 ved fundamentering av ovn 9 og tilsvarende konstruksjoner. Ramming av peler vil medføre noe rystelser, og ved forprosjektering/detaljprosjektering må det vurderes om ramming nær eksisterende bygg/konstruksjoner kan tillates, evt om det er behov for kompensierende tiltak. Borede peler kan eventuelt vurderes som alternativ, men vil generelt ha mindre friksjonskapasitet per meter pel og er en mindre utprøvd metode ved store belastninger/dimensjoner.

Direktefundamentering / masseutskiftning, og setninger:

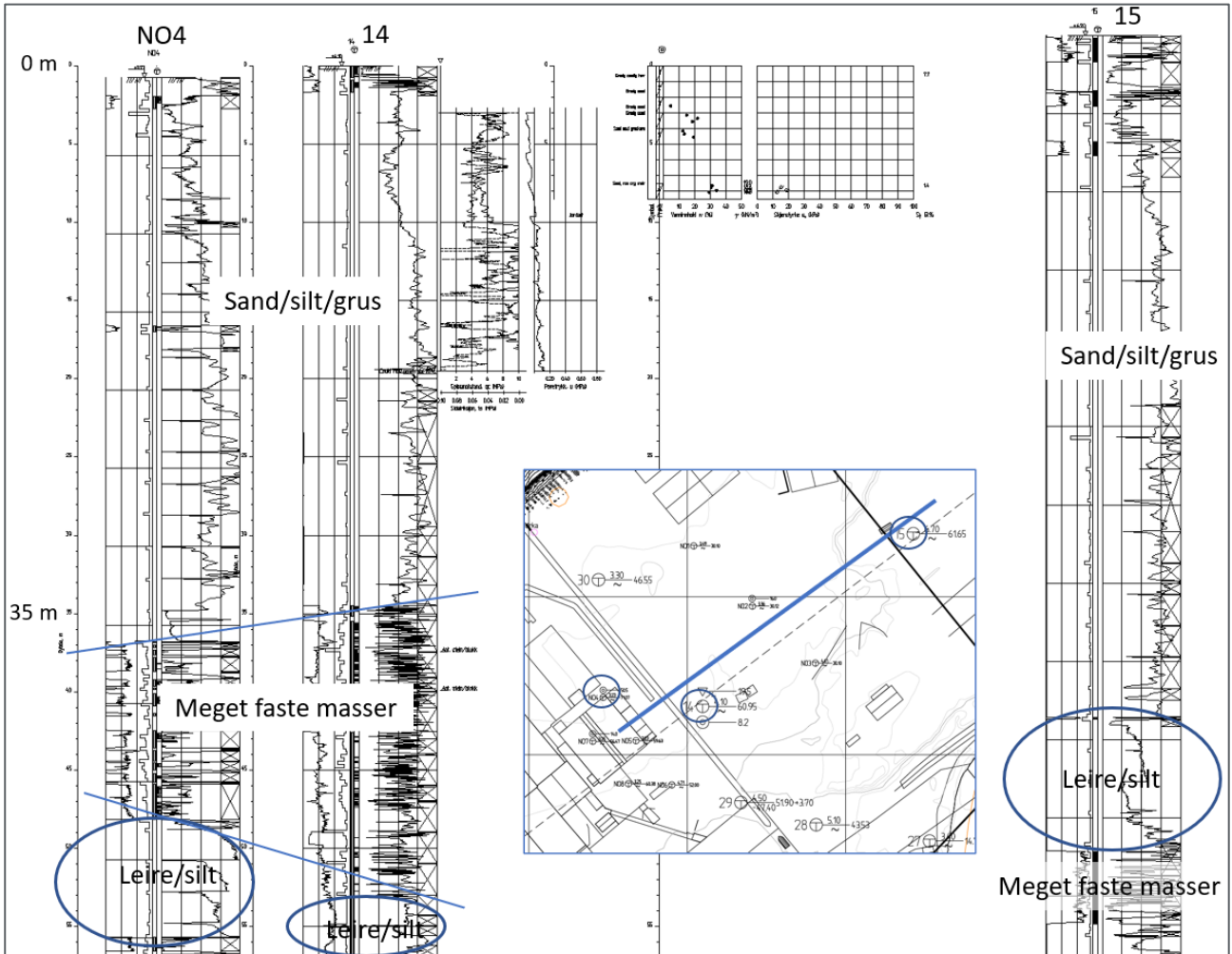
For bygg med «normal» tyngde og setningssensitivitet vil bæreevne være god på de stedlige massene, og forbedres ved masseutskiftning av de øvre 1-3 m til sprengte/knuste steinmasser eller andre tilsvarende bæredyktige masser. Det ventes moderate setninger i og med at oppfyllingen fra opprinnelig nivå (elvedelta) har ligget lenge og vil være ferdig satt. Kun tilført bygningslast og eventuell videre oppfylling vil gi setninger, og da i et beskjedent omfang. I og med at massene i hovedsak er silt og grovere, vil setninger påløpe relativt hurtig, dvs at betydelig andel av setningene vil være unnagjort ila byggeperioden.

Stedvis er det påtruffet humusholdige masser / torvlommer ved prøvetakning. Dette kan medføre skjevsetninger. I forbindelse med detaljprosjektering må det vurderes om det er behov for nærmere kartlegging av humusholdige masser.

Kantsoner:

Sjøbunnen er relativt bratt utenfor kantene av området (cirka 1:2 på det bratteste), og det anbefales generelt at bygg ikke etableres svært nær kanten, der stabiliteten kan være dårligere. Tidligere beregninger har allikevel vist tilstrekkelig bæreevne for sjøpumpestasjoner helt i sjøkanten (blant annet Ref. 2). Det kan være hensiktsmessig å definere en generell byggegrense cirka 10 m fra kanten av fyllingen, men dette bør ikke defineres som en absolutt grense. Nødvendig avstand for aktuelle bygg må vurderes for hvert enkelt bygg og vil være svært avhengig av byggenes vekt og fundamenteringsmetode. Bygg med «normal tyngde» (mindre

enn 30-40 kN per m² flateareal) vil i de fleste tilfeller kunne bygges 10 m fra kanten av området uten spesielle tiltak.



Figur 17: Bormotstandskurver med kommentarer, skissert snitt fra ovn 8 mot nordøst.

9 Konklusjon

- Reguleringsområdet er ikke utsatt for områdeskred (kvikkleireskred), og foreslåtte tiltak på reguleringsområdet vil ikke kunne utløse områdeskred.
- Planlagt sjøfylling er gjennomførbar, men det vil være behov for omfattende tiltak, for eksempel å installere vertikaldren, legge ut motfyllinger og fylle trinnvis med noe tid (noen måneder) mellom hvert fyllingstrinn, for å oppnå tilstrekkelig stabilitet. Andre kombinasjoner av tiltak kan tenkes å være egnet, og bør vurderes ved detaljprosjektering/byggesak. Sjøfyllingsområdet vil ikke tåle store belastninger (slik som masselagring i mange meters høyde) og det vil oppstå en del setninger som følge av at bløte masser under fyllingen belastes. Det må settes av cirka 120-160 m bred sone til fyllingsutslag og motfyllinger der sjødybden er størst, og avtakende inn mot land. Sjøfyllingen vil forbedre stabiliteten av det bakenforliggende området som nå er nær sjøkanten, deriblant atkomstveien til industrianlegget.
- Området nordøst for kraftledningene på Kolhaugen består av faste løsmasser over fjell. Stedvis er det kort til fjell, mens fjellet stuper i nordøstre ende. Det anses mulig å etablere kjørevei ved delvis sprengning og løsmasseskjæring til dette området.
- Nåværende landarealer som tidligere var elvedelta (nordøst for eksisterende industribebyggelse) består hovedsakelig av middels faste og faste løsmasser, og er sammen med Kolhaugen-området det relativt sett beste område med tanke på fundamentering av tunge konstruksjoner/bygg og masselagring.
- Ved eksisterende kai og planlagt kaiutvidelse er det faste masser de øverste meterne. Det er mer finkornige og mindre faste lag i dybden. Kaiutvidelse anses gjennomførbar. Eventuell mudring må vurderes mtp svekkelse av stabilitet bak kai. Det foreslås avsatt areal til eventuell motfylling for å øke stabiliteten ifbm kaiutvidelse.

10 Referanser

Ref. 1: Ground investigation report - Capacity expansion Holla metall, dokumentnr 5156106-RIG01, utarbeidet av Norconsult, datert 2015-11-24

Ref. 2: Holla Sea Water Station - Geotechnical data and considerations report, dokumentnummer 5173660-RIG01, utarbeidet av Norconsult, datert 2017-08-11

Ref. 3: Holla Power Sub Station - Geotechnical data and considerations report, dokumentnummer 5173660-RIG02, utarbeidet av Norconsult, datert 2017-08-11

Ref. 4: Reguleringsplan Holla – geotekniske grunnundersøkelser – datarapport, dokumentnummer 52203733-RIG-02, utarbeidet av Norconsult, datert 2023-01-04

Ref. 5: Skredfarevurdering, Hollaveien 482, dokumentnummer 52203733-RIG-04, utarbeidet av Norconsult, datert 2023-01-13.

Ref. 6: Lov om planlegging og byggesaksbehandling (PBL), tilgjengelig fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>

Ref. 7: Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17), tilgjengelig fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>

Ref. 8: Forskrift om byggesak (SAK10), tilgjengelig fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>

Ref. 9: NS-EN 1990:2002+ A1:2005 + NA:2016: Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

Ref. 10: NS-EN 1997-1: 2004+A1:2013+NA:2020: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler

Ref. 11: NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021: Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger

Ref. 12: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», 2022